

Gruber Györgyné

## Geometriai mérés külső és belső felületek mérése

**NSZFI**  
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI  
ÉS FELNŐTTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:

Általános gépészeti technológiai feladatok I. (szerelő)

A követelménymodul száma: 0111-06 A tartalomazonosító száma és célcsoportja: SzT-006-30

## MÉRÉSTECHNIKAI ALAPFOGALMAK

### ESETFELVETÉS–MUNKAHELYZET

A gyártási folyamatok alapanyagaival, végtermékeivel szemben a felhasználók és a megrendelők meghatározott követelményeket támasztanak, amelyeket jogszabályokban, szabványokban, szerződésekben, megállapodásokban rögzítenek. A termékek minőségének a biztosításához, az elvárásoknak való megfeleléshez folyamatos ellenőrzésre van szükség, amit gépipari termékeknél mérésekkel, ellenőrzésekkel oldunk meg.

*Mit értünk mérésen?*

*Milyen mérési módokat alkalmazunk a gépipari hosszmerések során?*

*Melyek a mérési folyamat során előforduló hibák?*

### SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

#### ALAPFOGALMAK

##### 1. Mérés

**A mérés olyan összehasonlító tevékenység,** amelynek során a mérni kívánt mennyiséget, az adott mennyiség mértékegységhez viszonyítjuk

**Mérőszám:** megmutatja, hogy az egységül választott mértékegység a mért mennyiségben hányszor van meg.

Például:  $15 \text{ mm} = 15 \cdot 1 \text{ mm}$

**Mértékegység:** a mérendő mennyiség meghatározására szolgáló, egységül választott mennyiség, amelyet a természettudományok területén az SI- mértékegységrendszer ír elő.

Az SI – mértékegységrendszer felépítése:

- *Alapegységek és kiegészítő egységek (1. sz. táblázat)*
- *Koherens (származtatott) egységek,* amelyek az alapegységekből származtathatók, például az erő, sebesség, munka, teljesítmény stb.

GEOMETRIAI MÉRÉSEK. KÜLSŐ-, ÉS BELSŐ FELÜLETEK MÉRÉSE

Alapmennyiség	Alapmennyiség mértékegysége	Mértékegység jele
Hosszúság	méter	m
Tömeg	kilogramm	kg
Idő	másodperc	s
Termodinamikai hőmérséklet	Kelvin	K
Anyagmennyiség	mól	mol
Fényerősség	kandela	cd
Áramerősség	amper	A

1. sz. táblázat: Az SI alapegységek

A gyakorlatban sokszor szükség van az alapegység többszörösére vagy törtrészére is, ezért ismerni kell azokat a szorzókat és ezek elnevezésére szolgáló előtétiszavakat (prefixumokat), amelyeket alkalmazunk (2. sz. táblázat)

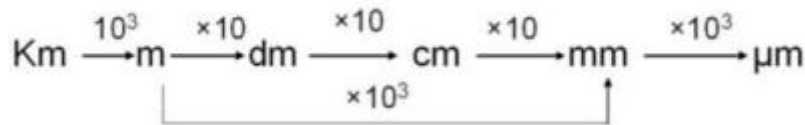
Prefixum neve	Jele	Decimális szorzó
giga	G	$10^9$
mega	M	$10^6$
kilo	K	$10^3$
<b>Alapegység</b>	-	
milli	m	$10^{-3}$
mikro	$\mu$	$10^{-6}$
nano	n	$10^{-9}$

2. sz. táblázat: A mértékegységek többszörösei és törtrészei

A mérések céljukat tekintve sokfélék lehetnek attól függően, hogy milyen fizikai jellemző, mennyiség meghatározására szolgálnak. Végezhetünk például erőméréseket, tömegméréseket, sebességméréseket, villamos mennyiségek mérését, optikai mennyiségek mérését és a gépiparban gyakran alkalmazott mechanikai, geometriai méréseket is.

### Geometriai mérések

A geometriai mérések során az előgyártmányok, félkész-, és késztermékek geometriai jellemzőit, a hosszúsági méreteit, szögeit, alakját (profilját) és helyzetét határozzuk meg.



1. ábra: A hosszúság mértékegységei

Whitworth meneteknél alkalmazott nem SI – mértékegység:

1 coll = 1 inch

1" = 25,4 mm

**Az ellenőrzés** a munkadarab, termék alakjának, méretének vizsgálata abból a célból, hogy megfelel-e a rajzon előírt értékeknek. Ellenőrzéskor nem számszerű értéket akarunk meghatározni, hanem az eltéréseket (pl. kisebb, nagyobb, megfelel, nem felel meg).

**A mérési eljárás összetevői:**

- mérési módszer,
- mérőeszköz, mérőműszer,
- mérést végző tevékenysége.

**Mérési módszerek csoportosítása:**

*A mérendő mennyiség meghatározási módja szerint:*

- **Közvetlen:** a mérendő mennyiséget közvetlenül leolvashatjuk a mérőeszköztől, a keresett mennyiséghez viszonyítjuk (például tolómérővel, mikrométerrel)
- **Közvetett mérés:** nem közvetlenül a meghatározni kívánt mennyiséget mérjük, hanem a mérés eredményeinek a felhasználásával számolás útján kapjuk meg (pl: furatközéppontok távolságának a meghatározása)
- **Összehasonlító mérés:** különbségmérés, összehasonlító mérés (pl.: mérőórával)
- **Helyettesítő mérés:** például az idomszerekkel történő mérés

*Cyártástechnológiai szempontból:*



- **Passzív mérés:** a mérést a gyártási folyamat végén végezzük el. (végellenőrzés)
- **Aktív mérés:** a gyártási folyamat közben végzett mérés, amelynek eredményeként korrekciót alkalmazhatunk a gyártási folyamatban a selejt elkerülése céljából. Például: gépbeállítás, szerszámcsere

A mérési eredmény megjelenítési módja szerint:

- **Analóg mérés:** a mérendő mennyiséget egy vele arányos fizikai mennyiséggel hozzuk kapcsolatba.
- **Digitális mérés:** a mérendő mennyiséget számjegy alakjában jelenítjük meg

A geometriai mérések során a méretek különböző megfogalmazásával találkozhatunk:

- *Tényleges méret (TM):* az alkatrész valódi mérete, mért mérete
- *Névleges méret (NM):* a rajzon előírt, megadott méret
- *Tűrés (T):* megengedett méreteltérés
- *Tűrésezett méret:* a megengedett határeltérésekkel megadott méret pl.  $\varnothing 25 \pm 0,01$  mm
- *Alsó határméret (AH):* a megengedett legkisebb méret. (A példában: 25,01 mm)
- *Felső határméret (FH):* a megengedett legnagyobb méret (A példában: 24,99 mm)

**Mért érték:** a mérendő mennyiségnek méréssel meghatározott értéke. Mért értéknek tekintjük a sorozatmérés eredményét. *Mérési gyakorlataink során minimálisan három mérés eredményéből számított méret!*

A mérési eredmény megadásakor vegyük figyelembe a mért értéket és a mérési hibákat is. A mérési eredményt olyan pontosan, annyi tizedes jegyre kerekítve adjuk meg, amilyen pontosan le tudtuk olvasni a mérőeszköztől. Több mérés esetén végzett átlagszámításnál esetleg egy tizedessel pontosabban.

## 2. Mérési hibák

A mérés pontosságát a mért érték és a valódi érték (helyes érték) eltéréseivel jellemezhetjük. Mérőeszközöknél a mérőeszköztől leolvasható legkisebb mennyiségi értékkel szokás jellemezni, például a tolómérő esetén 0,1; 0,05 és 0,002 mm pontosságú.

A mérés pontosságát nagyon sok tényező befolyásolhatja, például:

- A mérőeszközök metrológiai (méréstechnikai) jellemzői, hibái (pontossága, érzékenysége, alkalmassága a mérésre, szerkezeti hibái stb.)
- A mérési módszer, eszköz helytelen megválasztása (nem megfelelő pontosságú, méréshatárú mérőeszköz kiválasztása)
- A mérést végző személy tevékenysége, hozzáértése (a mérőeszköz használata, felfektetése, mérőnyomás, leolvasási hibák stb.)
- A vizsgált munkadarab, alkatrész hibái (szennyeződések, felületi hibák, alakhibák)
- A környezeti hatások (hőmérséklet, fény, rezgés, zaj, páratartalom)

**A mérési hiba a mért érték és a valódi érték különbsége**

**Rendszeres hiba:** iránya és nagysága viszonylag pontosan meghatározható, korigálható. Ismételt mérésekor nagyságra és előjelre nézve állandó marad, vagy a feltételek megváltozása esetén ismert törvényszerűség szerint változik. Például a hőmérséklet változásának a figyelembevétele a lineáris hőtágulásra vonatkozó összefüggés alapján. A rendszeres hibák okai lehetnek a környezeti hibák mellett a mérőeszközök kalibrálással meghatározható hibái is.

**Véletlen hiba:** iránya és nagysága nehezen határozható meg, keletkezési okai bizonytalanok, a méretek szóródását okozza. A véletlen hibákat leggyakrabban a mérést végző személy által elkövetett hibák, a változó környezeti hatások és a mérőeszközök mechanikus hibái okozzák.

Mérési gyakorlataink során a mérési eredményeket a mért méretek ( $x$ ) átlagolásával adjuk meg:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

"n" a mérések száma

*A nagyon kiugró értékeket hagyjuk ki a mérési sorozatból!*

**Durva hiba:** a mérést végző személy figyelmetlenségéből, gondatlanságából adódó, illetve helytelenül végrehajtott mérésből adódó hiba.

**A mérőeszközök hibái:**

*Skálaosztás hiba:* a műszer nulla pontja és a skála nulla osztása nem esik egybe, a skálaosztás vonalai nem egyforma vastagok, az osztásközök nem egyformák stb.

*Beállítási hiba:* a műszerek hibás mértékekkel (etalonokkal) történő beállítása során hibás beállítást végzünk.

*Írányváltási hiba:* ha egy értéket a kisebb vagy a nagyobb érték felől közelítünk és eltérő eredményt kapunk. A két érték különbsége az irányváltási hiba.

*Abbé-féle elv* be nem tartásából adódó hiba: hossz mérésnél a mérendő távolság nem esik egy egyenesbe az összehasonlító mércével.

*Abbe elv:* a mérendő mennyiségnek a mérce egyenes vonalú folytatásában kell elhelyezkednie, tehát a mérés alapja a közvetlen összehasonlítás egy osztásos mércével. A hossz mérő gépek, mikrométer kialakításánál esetén érvényesül ez az elv.

*Mérőerő okozta hiba:* a mérőerő (3-7N) nem megfelelő, nem érintkeznek megfelelően a felületek.

A mérési hibák csökkentése érdekében a mérések során tartsuk be következőket!

- A mérő-, ill. ellenőrző eszközöket az adott feladatra helyesen válasszuk meg!
- A mérőpofák pontosan illeszkedjenek a munkadarabhoz!
- A mérési sík merőleges legyen a munkadarab tengelyvonalára!
- A mérési hőmérséklet 20 °C legyen!
- A megfelelő mérőerő használatára ügyeljünk!
- A mérő és ellenőrző eszközöket tartsuk tisztán!

### 3. Mérési dokumentumok készítése

A mérési dokumentumok segítségével nyomon követhetjük a mérés folyamatát, lehetővé válik az adatok elemzése, felhasználása a gyártástechnológiai folyamatok során. A dokumentumok készítése fontos részét képezi a minőségirányítási rendszer működésének. Napjainkban lehetőség van a mérési dokumentációk számítógépes készítésére és tárolására is. Természetesen az egyszerűbb mérések, ellenőrzések során nem szükséges a számítógépes rendszer kiépítése, írott formában is elkészíthetők a mérési dokumentumok.

A fontosabb mérési dokumentumok:

- A mérési utasítás, mérési útmutató
- Mérési jegyzőkönyvek
- Mérési adatok feldolgozása

A mérési utasítások, mérési útmutatók részletesen leírják a mérés célját és mérési feladatokat, ill. információkat adnak mérőeszközök kezeléséhez. Segítségükkel, követve a feladatok leírását, menetét a mérések pontosan elvégezhetők. (lásd mérési gyakorlatok mérési utasításai)

A mérési utasítások és a mérési jegyzőkönyvek készítése során szükséges lehet a munkadarabok, alkatrészek ábrázolására, vázlatrajzok készítésére. A gépészeti gyakorlatban gyakran előforduló feladat a felvételi vázlatok készítéséhez szükséges mérések elvégzése, majd a felvételi vázlatok alapján alkatrészrajzok készítése

A mérések elvégzése után az egyik legfontosabb feladat a mérési jegyzőkönyvek készítése.

A jegyzőkönyvet úgy kell elkészíteni, hogy annak alapján a mérés megismételhető és ellenőrizhető legyen!

Formai követelmények:

- Olvasható írás, tömör szabatos fogalmazás
- Áttekinthető, tagolt felépítés
- Sorszámozott oldalak
- A mérést végző személy aláírása

Tartalmi követelmények:

- A mérési feladat pontos megfogalmazása, a mérés célja
- A mérés helye, ideje
- A mérést végző személy neve
- A mérés leírása (mérési elv, fő lépések), rajza, vagy hivatkozás a leírás dokumentációjára
- A méréshez használt mérőeszközök megnevezése, az azonosításukhoz szükséges adatokat nyilvántartási szám, pontosság, méréshatár)
- A mérés szempontjából lényeges külső tényezők (pl. hőmérséklet)
- A mérési eredmények (Rajzok, táblázatok, diagramok)
- A mérés kiértékelése, következtetések

## TANULÁSIRÁNYÍTÓ

1. Olvassa el a mérés technikai alapfogalmakra vonatkozó információ tartalmát!
  2. Válaszoljon az esetfelvetésben feltett kérdésekre! Válaszait füzetében rögzítse!
  3. Milyen mértékegység rendszert alkalmazunk ma Magyarországon? Hogyan épül fel? Melyek a hosszúság mérésének leggyakrabban alkalmazott mértékegységei?
- Váltsa át a következő mértékegységeket!
- 15 mm = ..... cm  
 15  $\mu$ m = .....mm  
 0,15 mm = ..... $\mu$ m  
 3/4" = .....mm
4. Mi az ellenőrzés célja? Milyen típusú mérőeszközökkel célszerű végezni?
  5. Milyen tényezők befolyásolhatják a mérés pontosságát?
  6. Az Ön véleménye szerint külső méret (csapméret) esetén az AH alatti vagy az FH feletti méret okoz végleges selejtet?
  7. Sorolja fel a mérőeszközöknél előforduló hibákat!
  8. Minimálisan hány mérést végezzünk a méretek meghatározásakor? Miért? Hogyan számítható ki a mérések átlaga?
  9. Milyen szabályokat célszerű betartani a mérések során a hibák csökkentése érdekében?
  10. Ön szerint miért fontos, hogy megadjuk a mérés hőmérsékletét is a méret megadásakor?
  11. Milyen mérési dokumentációkat alkalmazunk a mérési folyamat során?
  12. Sorolja fel a mérési jegyzőkönyvek készítésének formai és tartalmi követelményeit!



Otthoni feladat:

Nézzon utána tankönyvekben vagy az interneten, hogy mi a méter ma érvényes definíciója?

MUNKANYAG

## A HOSSZMÉRÉS MECHANIKAI ESZKÖZEI ÉS ALKALMAZÁSUK

### ESETFELVETÉS–MUNKAHELYZET

A gépiparban végzett munkája során gyakran előforduló feladat, hogy rendelkezésére álló dokumentáció alapján és a rendelkezésére álló mérő-, és ellenőrző eszközökből való kiválasztással kell megterveznie egyszerűbb alkatrészek méret-, és alakellenőrzését.

*Melyek a hossz mérés leggyakrabban alkalmazott mechanikus mérőeszközei? Milyen szempontok alapján választja ki a mérő-, és ellenőrző eszközöket adott mérési feladathoz?*

### SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

A geometriai méréseknél alkalmazható eszközöket többféle szempont alapján csoportosíthatjuk. Néhány eszköz több csoportba is besorolható, például a prizmákat ellenőrző eszközként és mérési segédeszközként is alkalmazhatjuk

#### **A hossz mérés eszközeinek csoportosítása:**

*Kijelzésük alapján:*

- Digitális mérőműszerek
- Analóg mérőműszerek

*Pontoságuk alapján:*

- Egyszerű mérőeszközök: 0,01 mm kisebb pontosságú mérőeszközök
- Nagypontoságú mérőeszközök: 0,01 mm nagyobb pontosságú mérőeszközök

*Feladatuk alapján:*

- Mérőeszközök:
  - Nem állítható méretű: mérőléc, mérőszalag, acélvonalzó

- Állítható méretű<sup>1</sup>: tolómérő, mikrométer, mérőóra, hossz mérő gépek
- Ellenőrző eszközök: élvonalzók, mérőhasábok, mérőprizmák
- Mérés segédesszközök: síklapok, mérőasztalok, mérőprizmák, befogókészülékek

*Szerkezeti kialakításuk alapján:*

- Etalonok
- Mértékek
- Mérőeszközök
- Mérőműszerek

**Etalon:** egy mennyiség egységének illetve ismert értékének a megvalósítására, megőrzésére vagy újraelőállítására szolgáló eszköz

Az etalonok lehetnek mértékek, mérőeszközök, vagy mérőrendszerek. Az etalonok feladata az is, hogy az értékek összehasonlítással más mérőeszközökre is átvihetők legyenek. A hossz méréseknél etalonnak tekinthető például egy mérőeszköz vagy berendezés beállítására elkészített mérték, kaliber.

**Mérőeszköz:** meghatározott metrológiai (méréstechnikai) jellemzőkkel rendelkező, mérések céljára használt műszaki eszköz

A mérőeszközöket két nagy csoportja: a mérőműszerek és a mértékek.

**Mérték:** egy adott mennyiséget megvalósító, előállító, használata során változatlanul reprodukáló mérőeszköz

Mértékek például a mérőhasábok és az idomszerek.

**Mérőműszer:** olyan mérőeszköz, amely önmagában vagy mérő átalakítóval összekapcsolva alkalmas a vizsgált mennyiség mérőszámának a meghatározására

Mérőműszerek például a különböző elven (mechanikus, optikai, pneumatikus, villamos) működő hossz mérő műszerek.

#### 4. Mérőhasábok

A gépészeti mérések során alkalmazott legpontosabb mértékek, amelyeknek két, egymással szemben fekvő, legsimábban megmunkált, tükrösített mérőfelülete közötti távolság a mérőhasáb által megvalósított méret. Különböző darabszámú készletben kerülnek forgalomba (1. ábra), 00; 0, I. II. és III. pontossági osztályban. A pontossági osztályt a felületek párhuzamossága, a síktól való eltérés és a hosszeltérés nagysága határozza meg

---

<sup>1</sup> Az állítható vagy változó méretű mértékeket szokás mércének is nevezni: pl. tolómérce

A mérőhasábok anyaga edzhető, kopásálló acél vagy speciális kerámia. Anyagukkal szemben támasztott fontos követelmény a kis hőtágulási tényező és a mérettartósság.

A mérőhasábok fontos jellemzője a tapadóképesség, amely lehetővé teszi a különböző méretek összeállítását. A méret összeállítás többféle megoldással történhet, különböző méretű hasábok felhasználásával a készlet darabszámától függően.

Az 1. ábrán látható mérőhasáb készlet a következő méretű hasábokat tartalmazza:

1,005	1,000	2,000	30,000
1,010	1,100	3,000	40,000
1,020	1,200	4,000	50,000
1,030	1,300	5,000	60,000
1,040	1,400	6,000	70,000
1,050	1,500	7,000	80,000
1,060	1,600	8,000	90,000
1,070	1,700	9,000	100,00
1,080	1,800	10,000	-
1,090	1,900	20,000	-

3. sz. táblázat



2. ábra Mérőhasáb készlet

Például az 53,225 mm összeállításának egy lehetséges módja:

$$1,005 + 1,020 + 1,2 + 50 = 53,225 \text{ mm}$$

A mérőhasábok alkalmazása során ügyelni kell a következőkre:

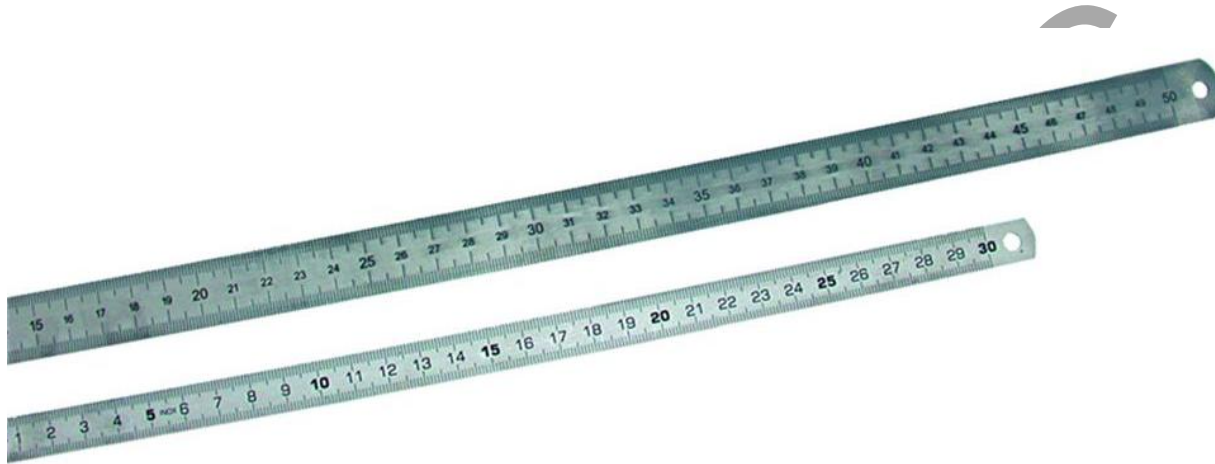
- A hasábok felületét használat előtt tisztítani kell, használatuk során cérnakesztyűt vagy facsipeszt kell alkalmazni
- A hasábok merőlegesen egymásra helyezve, kis nyomással elforgatva, elcsúsztatva tapaszthatók össze
- Az előírt méretet a lehető legkevesebb hasábból kell összeállítani
- A méret összeállításnál a legkisebb helyi értéktől célszerű elindulni (pl. 1,005), a nagyobb hasábok kerüljenek középre, a vékonyabbak a szélére
- A mérőhasábokkal történő mérés megkönnyítésére különböző tartozékokat (szorítókeret, mérőcsőrök) alkalmazható és többféle mérési feladatot oldható meg

## 5. Acélvonalzók, mérőlécek, mérőszalagok



A vonalzóval történő mérés az egyenes szakaszok mérésének legegyszerűbb módja. Az acélvonalzók mérési pontossága nagyobb, mint a fából vagy műanyagból készült vonalzóké, de értékét befolyásolhatja a mérendő szakasz hossza is. A több lépésben történő mérés ugyanis megnövelheti a mérési hibák számát és nagyságát. Az acélvonalzók lehetnek élvonalzók és laposvonalzók.

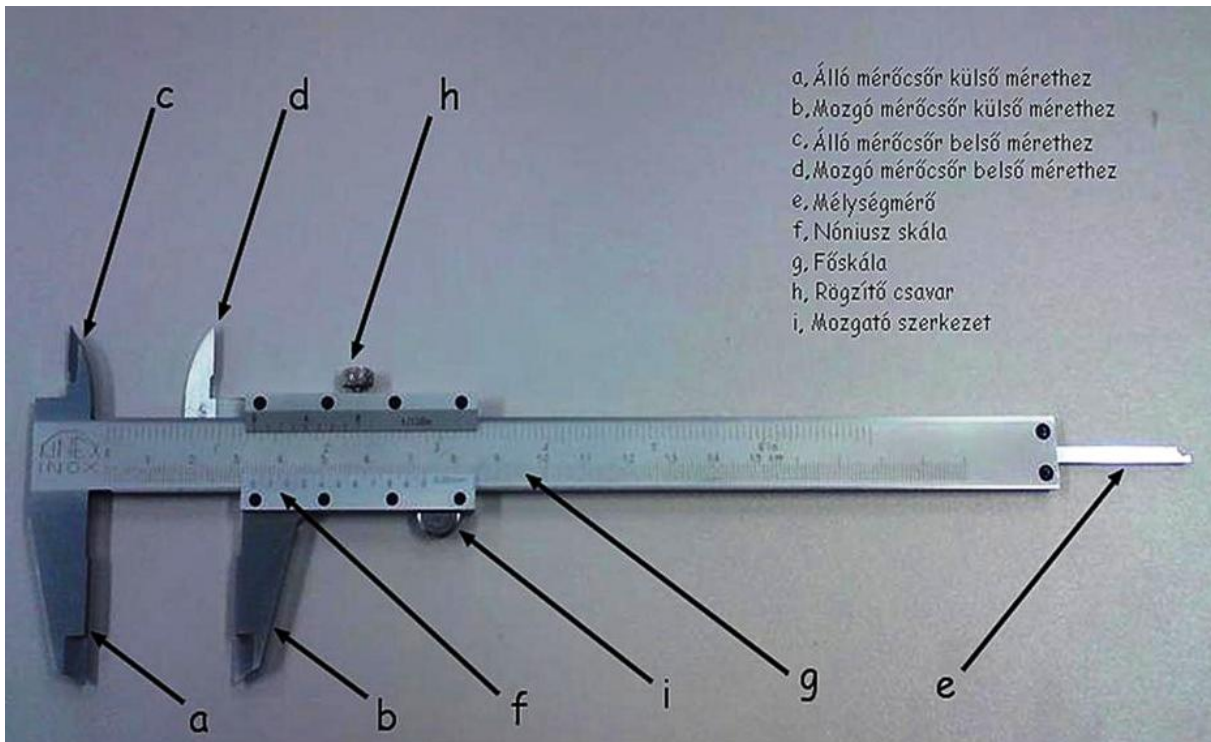
A mérőlécek, mérőszalagok is hossz méretek mérésére és ellenőrzésére alkalmasak, különböző kialakítással készülnek, mérési pontosságuk a beosztásuktól függően általában milliméter nagyságrendű.



3. ábra: Acélvonalzó

## 6. Tolómérő

A tolómérő változtatható méretű, nóniusz skálás kijelzésű hossz mérő eszköz, amely szerkezeti kialakítástól függően alkalmas lehet külső, belső és mélység méret meghatározására. Felépítését és fő részeit a 3 sz. ábrán figyelhetjük meg.



4. ábra: A tolómérő részei

A tolómérők csoportosítása:

*Kijelzés alapján:*

- Analóg kijelzésű tolómérők (nóniusz skálás, mérőórás)
- Digitális kijelzésű tolómérők (LCD kijelző)

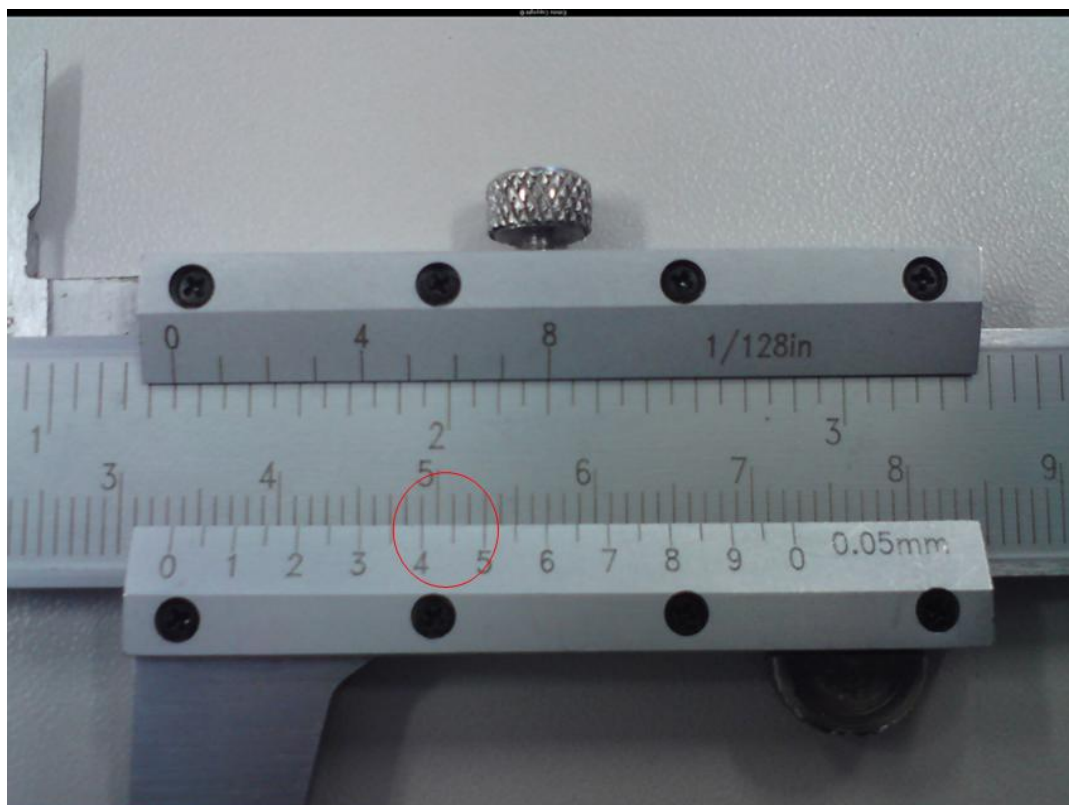
*Szerkezeti kialakítás szerint:*

- Univerzális tolómérők (külső, belső és mélység mérésre is alkalmas)
- Mélységmérő tolómérők
- Magasságmérő tolómérők
- Fogvastagságmérő tolómérők

### Tolómérők leolvasása, nóniusz elv

A tolómérők szerkezeti kialakítása nem követi a Taylor elvet, leolvasásuk a nóniusz skála segítségével történik. A gyakorlatban a nóniusz skála két fajtáját alkalmazzuk a kívánt mérési pontosságtól függően.

Az 1/20-os pontosságú tolómérő főskáláján lévő egész mm-t jelentő távolságot (a 4. ábrán 39 osztást) felosztjuk 20 egyenlő részre a nóniusz skálán, így a leolvasási pontossága  $1 \text{ mm} / 20 = 0,05 \text{ mm} = 50 \text{ }\mu\text{m}$  lesz.



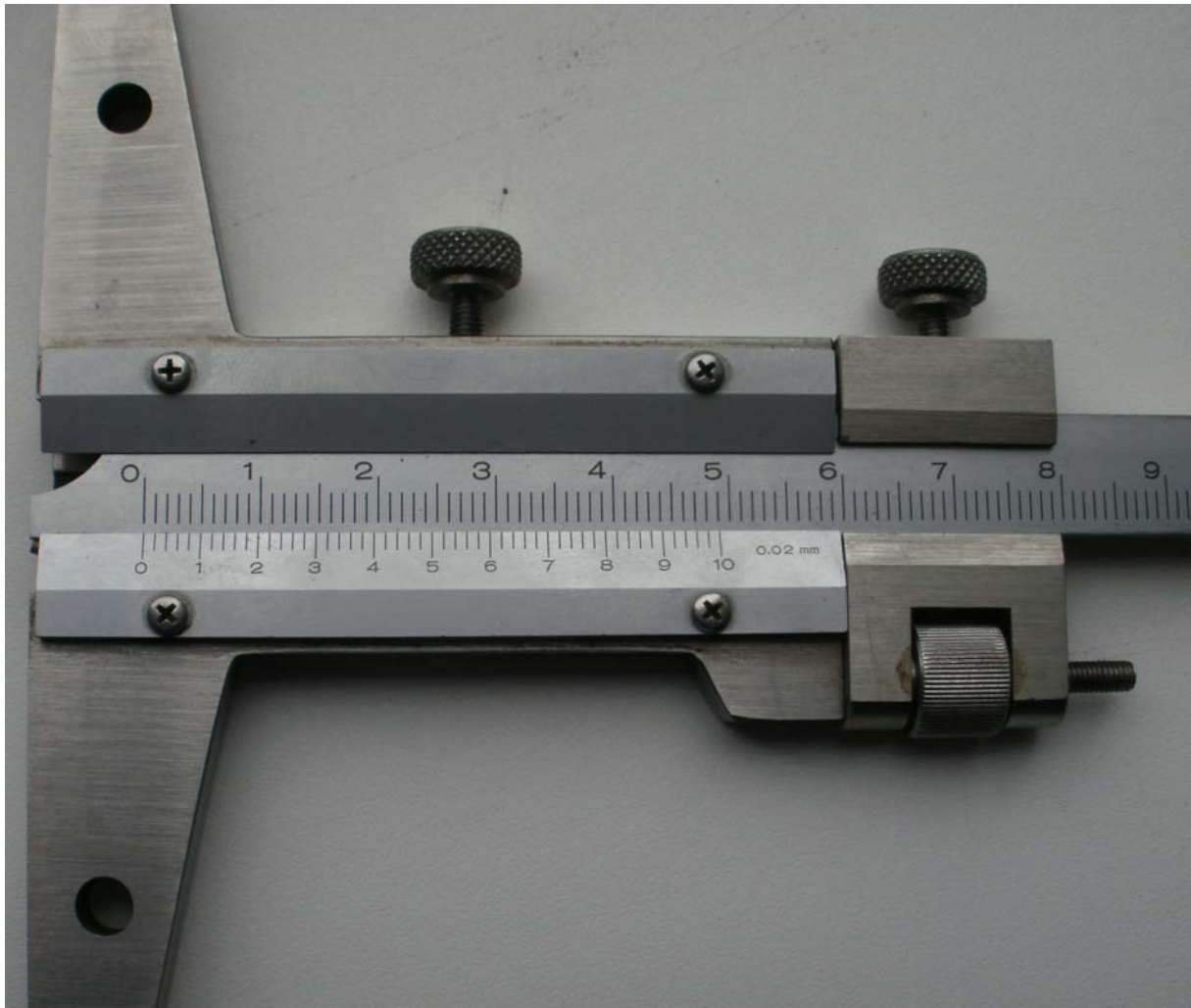
5. ábra: A 0,05mm-es leolvasási pontosságú tolómérő nóniusz osztása

Méretleolvasáskor a nóniusz 0 osztásvonalánál olvashatjuk le a főosztásról az egész milliméter értékét, míg a tized és század millimétereket a főskála és a nóniusz skála egybeeső osztása segítségével határozhatjuk meg.

A 4 sz. ábrán látható méret leolvasása:

- A nóniusz skála 0 osztása a 33 mm és 34mm közé esik, tehát a leolvasott érték 33 mm
- A nóniusz skála 4. és 5. osztása közötti osztásvonal esik egybe a főskála egyik osztásával, tehát a tized és század mm értéke  $0,4 + 0,05 = 0,45$  mm
- A leolvasható méret:  $33 + 0,45 = 33,45$  mm

Az 1/50-es pontosságú tolómérő főskáláján lévő egész mm-t jelentő távolságot (pl. 49 osztást) felosztjuk 50 egyenlő részre a nóniusz skálán, így a leolvasási pontossága  $1 \text{ mm}/50 = 0,02 \text{ mm} = 20 \text{ }\mu\text{m}$  lesz (5. ábra)

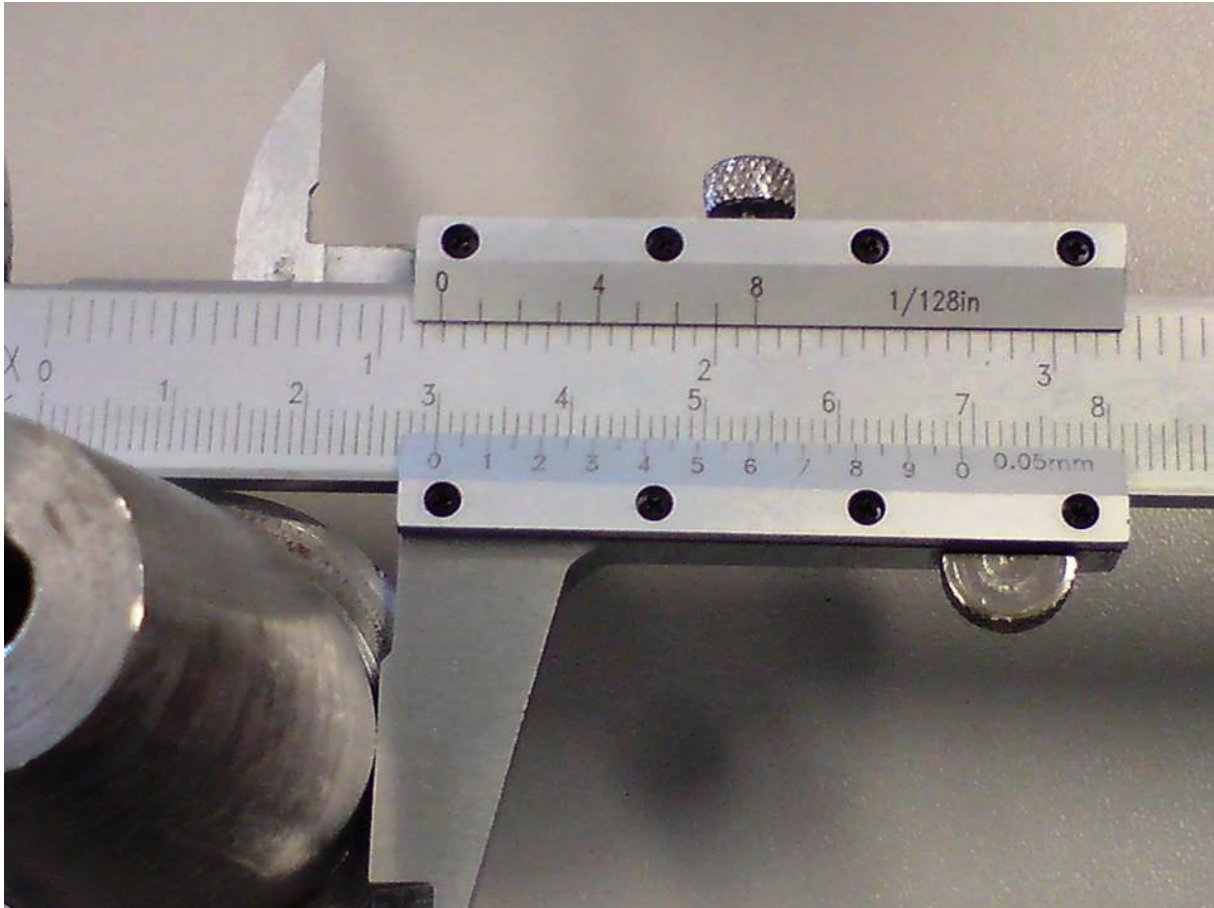


6. ábra: A 0,02 mm-es leolvasási pontosságú tolómérő nóniuszosztása

A külső és belső méreteket mérő tolómérők szerkezetét és nóniuszosztását figyelhetjük meg 6. az 7. és 8. ábrán.

A magasságmérő tolómérők alkalmazását és az egyedi mérési céllal készült fogvastagságmérő tolómérő szerkezeti kialakítását mutatják a 9. és a 10. ábrák.

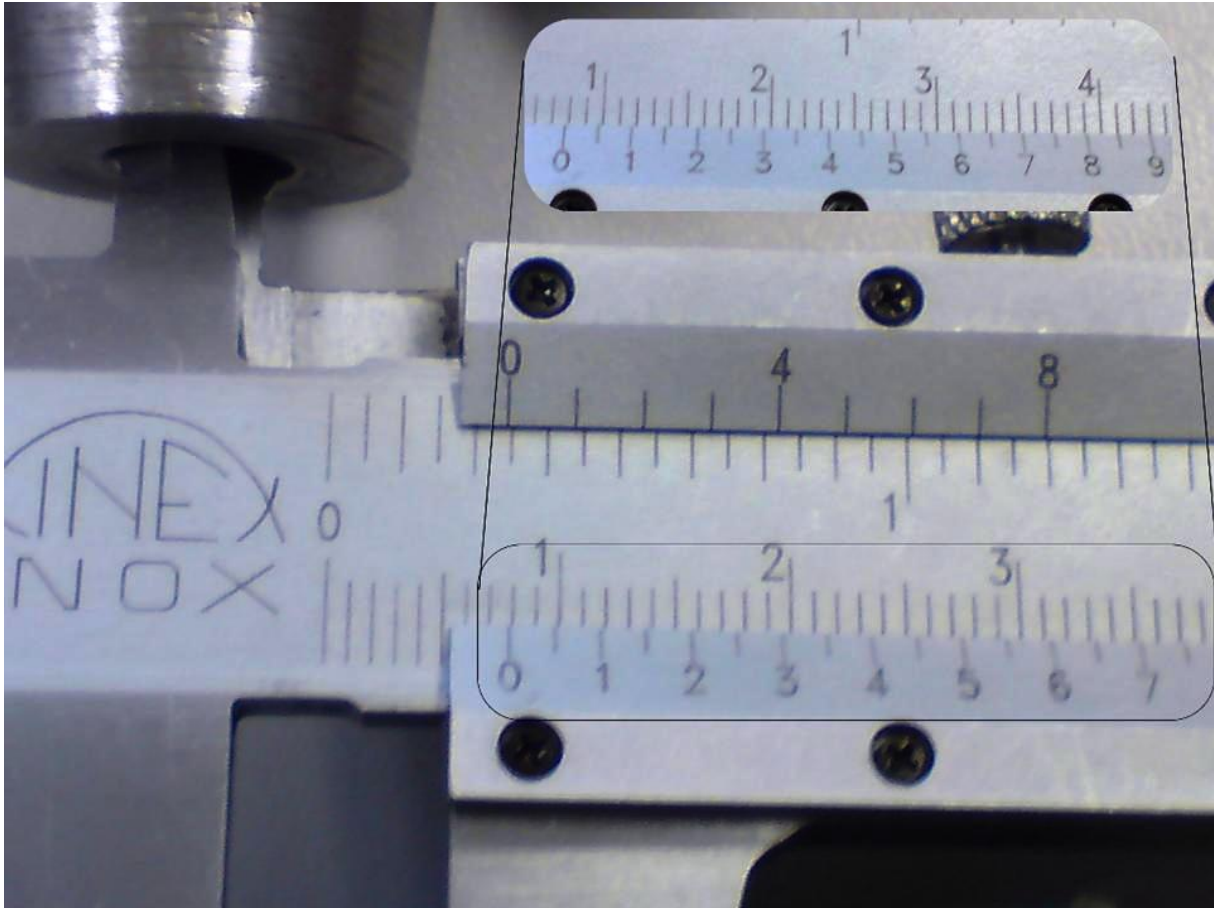
*Figyeljük meg a különbségeket az egyes típusok között!*



7. ábra: Külső felületek mérése tolómérővel

MUNKÁK

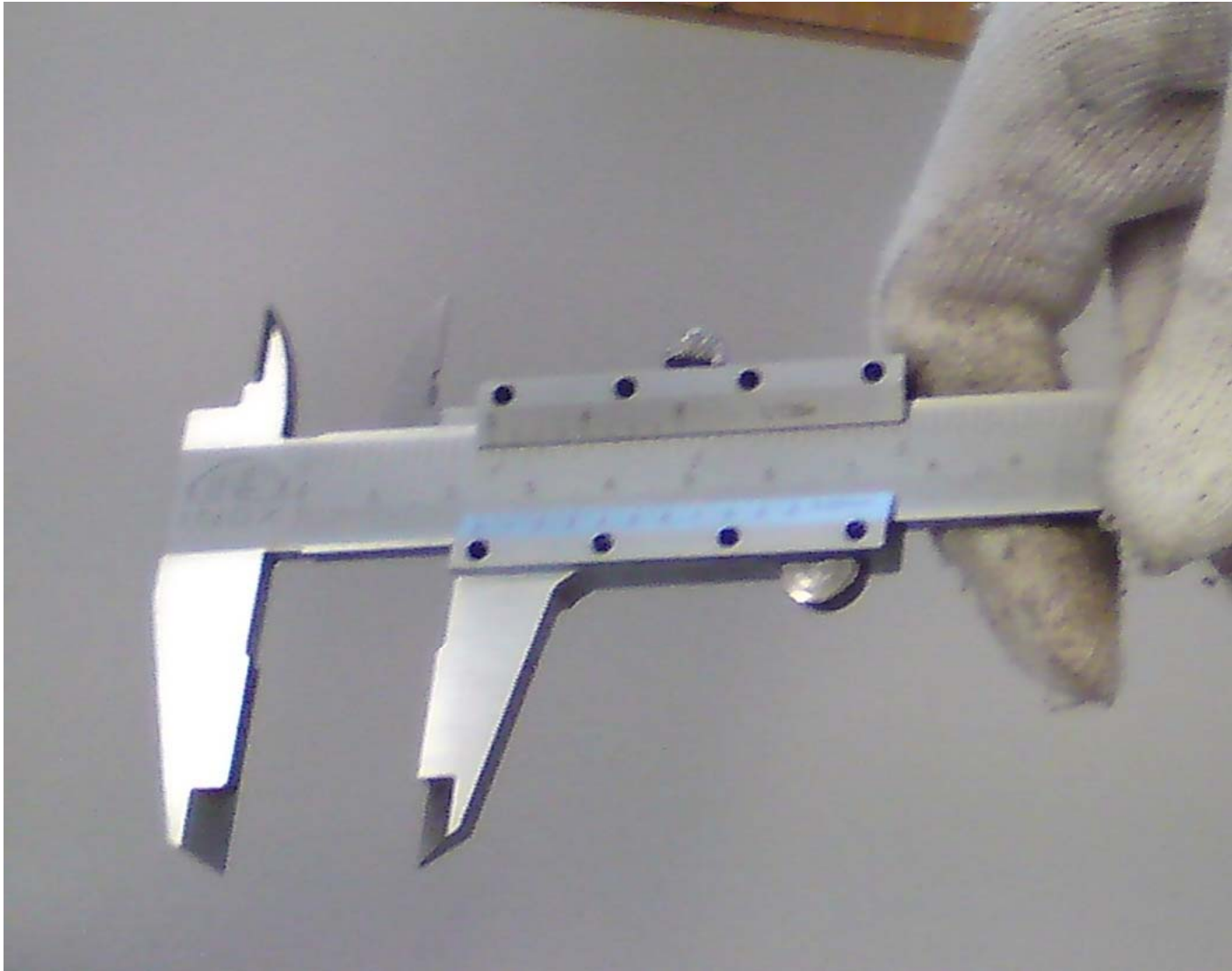




8. ábra: Belső felületek mérése tolómérővel



9. ábra: Mélységmérés tolómérővel



MUNYI



10. ábra: Digitális kijelzésű magasságmérő tolómérő



11. ábra: Fogvastagságmérő tolómérő

## TANULÁSIRÁNYÍTÓ

1. Olvassa el a mérőeszközök csoportosítására, a mérőhasábokra, acélvonalzókra és a tolómérőkre vonatkozó információtartalmat!

Válaszoljon a kérdésekre!

- Hogyan csoportosítjuk a hossz mérés mechanikai eszközeit?
- Mit nevezünk mértéknek?

- Milyen pontossággal mérhetünk általában a mérőszalagokkal?
- Miből készülnek és hogyan alkalmazzuk a mérőhasábokat?
- Melyek a tolómérő fő részei?
- A tolómérő melyik mérőfelületével mérte meg a csapok hosszúságát?
- Miért kell három mérés átlagolásával megadni a méreteket?
- Milyen mérési hibák fordulhatnak elő a tolómérővel történő mérés során?

### Mérési gyakorlat

2. Állítsa össze a lehető legkevesebb darab mérőhasábból a következő méreteket! Szükség esetén használja a 3. sz. táblázatot!

16,125 =

35,785 =

54,375 =

3. Gyakorolja a méretleolvasást tolómérőkről!

- Olvassa le a 6. és a 7. ábrán látható tolómérők által jelzett méreteket!
- Mérje meg a gyakorlatvezető tanára által kiadott lépcsős tengely összes átmérőjét és a mérési eredményeket három mérés átlagolásával adja meg a következő táblázatnak megfelelő formátumban!

A méret száma	I. mérés eredménye (mm)	II: mérés eredménye (mm)	III: mérés eredménye (mm)	Átlag	Mérési eredmény

- Mérje meg a lépcsős tengely nyak-, és végcsapjainak a hosszúságát és a mérési eredményeket három mérés átlagolásával adja meg! Válasszon bázisfelületet a méréshez! Kérje tanára segítségét a kiválasztáshoz!
- Mérje meg a gyakorlatvezető tanára által kiadott furatos alkatrészek furatátmérőjét és a mérési eredményeket három mérés átlagolásával adja meg!
- Mérje meg különböző tárgyak teljes hosszát magasságmérő tolómérővel!
- Végezzen közvetett mérést tolómérővel! Adja meg két furat középpontjának a távolságát! Írja le röviden a mérés és számítás menetét!

4. Készítsen felvételi vázlatot a 2. feladatban mért tengelyről a mérési adatok alapján!

5. Készítsen mérési jegyzőkönyvet! A jegyzőkönyvben rögzítse az információtartalomban megadott adatokat!

### 7. Mikrométer

A mikrométer az egyik leggyakrabban használt, a csavarmenetes mozgásátalakítás elvén működő hosszmérő eszköz.

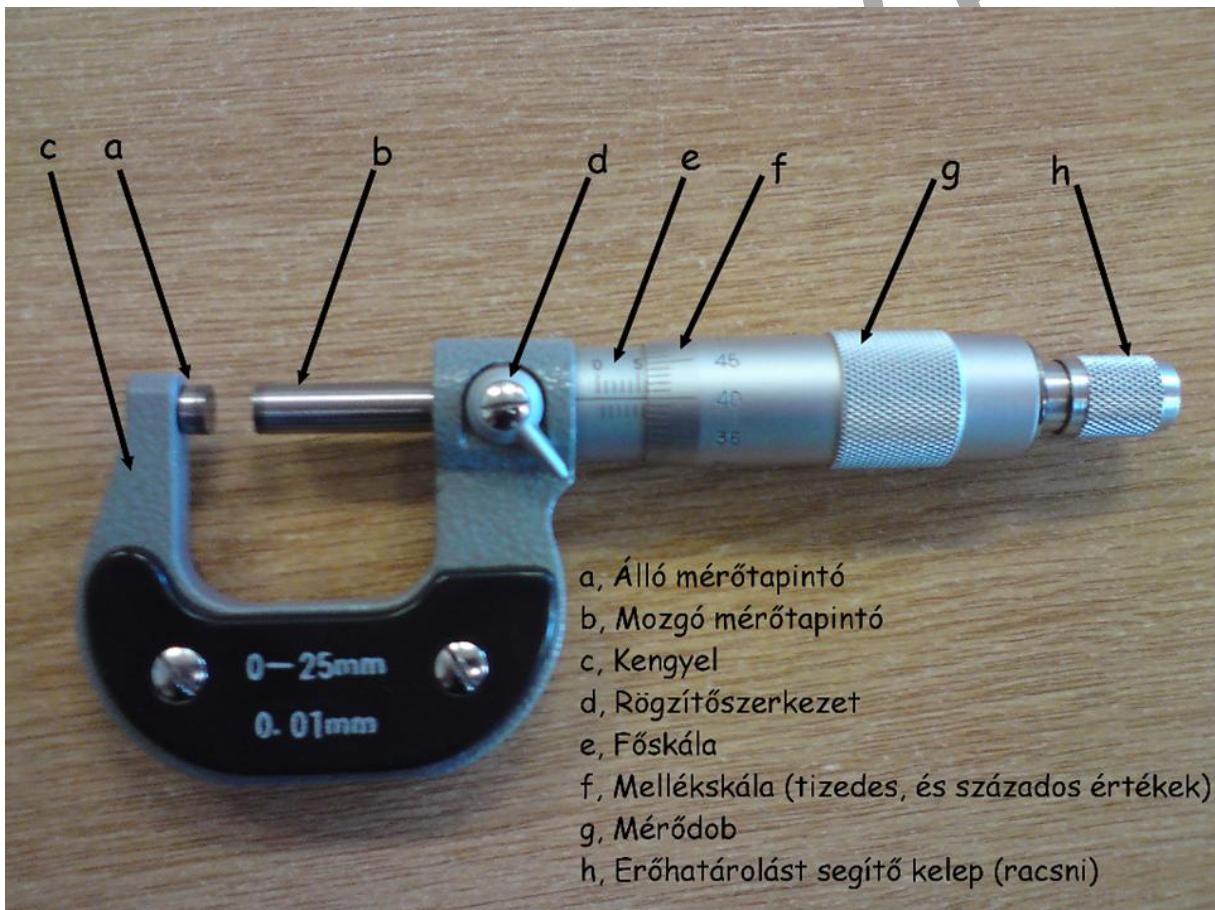


Pontossága nagyobb a tolómérőnél, 0,01 mm ill. 0,001 mm. A külső méretek meghatározására alkalmazható mikrométerek különböző méréshatárokkal készülnek, például: 0–25 mm; 25–50 mm; 50–75mm

A 0,01 mm pontosságú mikrométer menetes orsója 0,5 mm emelkedésű, tehát egy körülfordulásra 0,5 mm-t mozdul el. A mérőeszköz pontosságát az orsó menetemelkedése és a mérődobon található osztások száma határozza meg.

$$\text{pontosság} = \frac{0,5\text{mm}}{50} = 0,01\text{mm}$$

A mikrométer felépítése a 11. ábrán látható. A mérendő tárgyat az álló és a mozgó mérőtapintók közé helyezük, majd a mérődob forgatásával rögzítjük. A finombeállítást a "h" jelű elemmel végezzük el.



12. ábra: A mikrométer fő részei

A mikrométerek fajtái:

*Kijelzés alapján:*

- Hagyományos analóg kijelzésű mikrométerek (nóniusz skálás)
- Számlálós mikrométerek

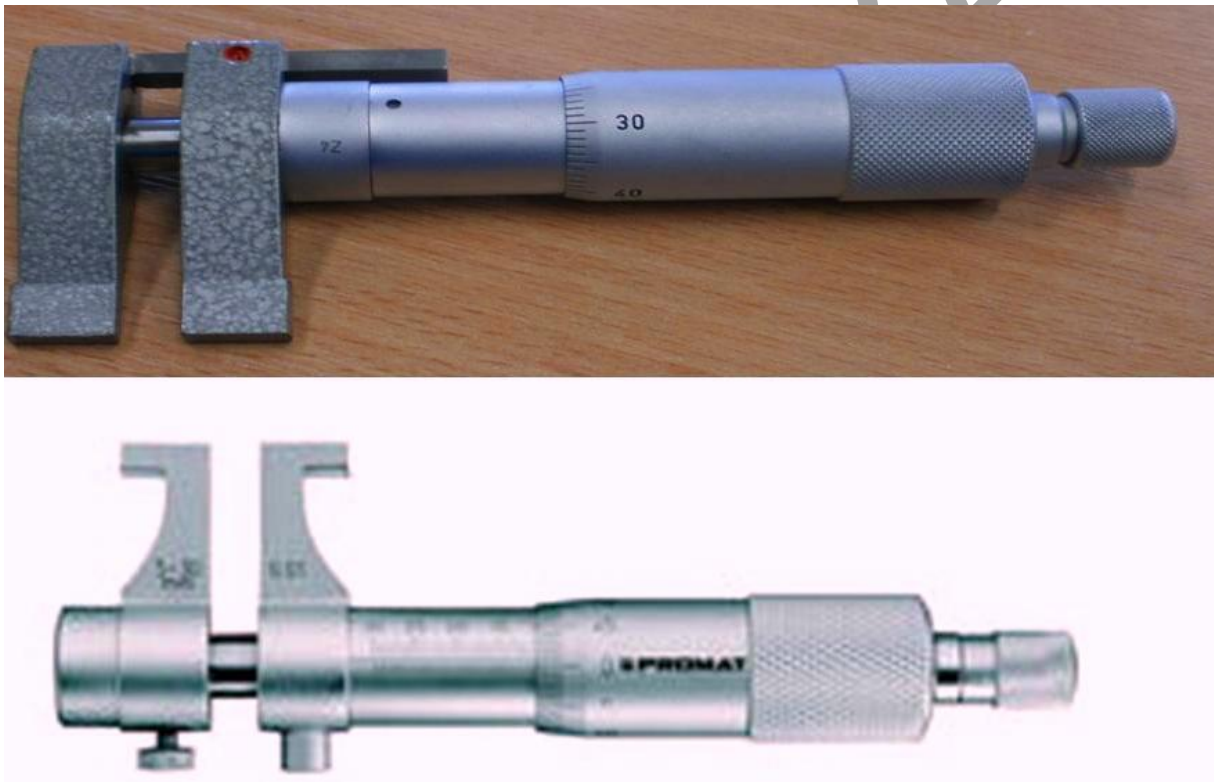


- Digitális kijelzésű tolómérők

Feladatuk alapján:

- Kengyeles mikrométerek
- Belső mikrométerek, Furatmérő mikrométerek
- Mélységmérő mikrométerek
- Különleges mikrométerek:
  - lemezvastagság-mérő mikrométer
  - csőfalvastagság-mérő mikrométer
  - huzalmikrométer
  - tárcsás (fogmérő) mikrométer

Néhány példa:



13. ábra: Belső mikrométerek



14. ábra Mélységmérő mikrométer



15. ábra: Lemezvastagság-mérő mikrométer



16. ábra: Beépíthető mikrométer



17. ábra: <sup>2</sup>Huzalmikrométer

### Méretleolvasás mikrométerről

A mikrométer leolvasása során, a mérőorsón található főosztásról olvassuk le az egész és a fél millimétereket, a mérődobon lévő melléskáláról a tized és a század értékeket. A 17. ábrán látható méret ezek alapján:

- A főosztásról: 8,5 mm
- A mérődobról: 0,00mm
- A méret:  $8,5 + 0,00 = 8,5$  mm

<sup>2</sup> <http://www.meroeszkozbolt.hu/hu/Lapok/Mikrometerek.aspx>



18. ábra: A mikrométer nóniuszosztása

A 18. ábráról leolvasható méret:

- A főosztásról: 8 mm
- A mérődobról: 0,15 mm
- A méret:  $8 + 0,15 = 8,15$  mm



19. ábra: Mélységmérő mikrométer nóniuszosztása





20. ábra Külső felület mérése mikrométerrel

## TANULÁSIRÁNYÍTÓ

1. Olvassa el a mikrométerekre vonatkozó információ tartalmát!

Keressen a gyártók, forgalmazók katalógusaiban különleges mikrométereket! Figyelje meg az eltéréseket a hagyományos mikrométerektől!

### Mérési gyakorlat

2. Gyakorolja a méretleolvasást a különböző mérési célú mikrométerekről!

- Mérje meg a gyakorlatvezető tanára által kiadott lépcsős tengely csapjainak az átmérőjét és a mérési eredményeket három mérés átlagolásával adja meg a következő táblázatnak megfelelő formátumban!

A méret száma	I. mérés eredménye (mm)	II: mérés eredménye (mm)	III: mérés eredménye (mm)	Átlag	Mérési eredmény



-	-	-	-	-	-
---	---	---	---	---	---

- Mérjen furatmélységet különböző alkatrészekon mikrométerrel! A mérési eredményeket három mérés átlagolásával adja meg!
- Mérje meg a gyakorlatvezető tanára által kiadott furatos alkatrészek furatátmérőjét mikrométerrel és a mérési eredményeket három mérés átlagolásával adja meg!

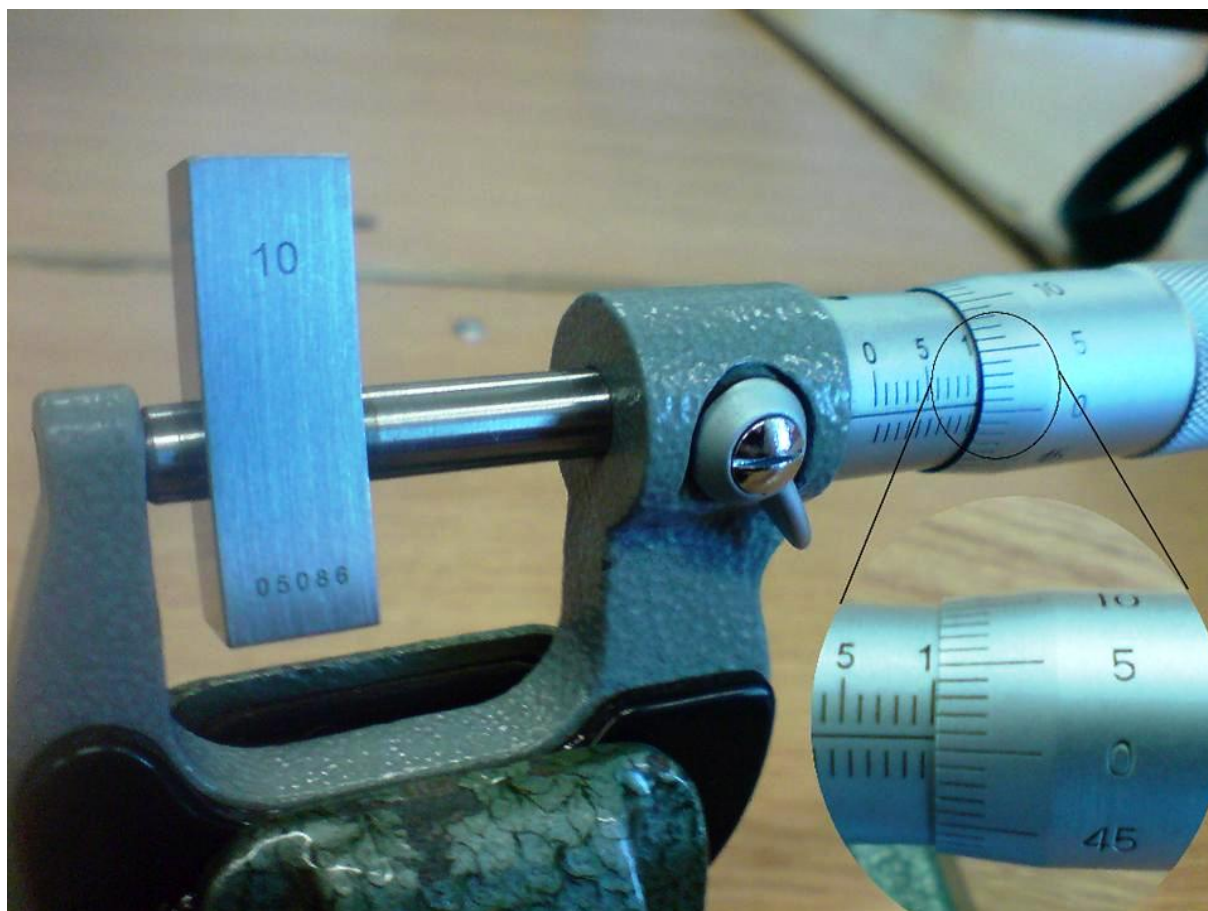
Válaszoljon a kérdésekre!

- Melyek a mikrométer fő részei fő részei?
- Milyen típusú mikrométert használt a furatok méretének a meghatározásakor?
- Milyen típusú mikrométert használt a furatátmérők meghatározásához?
- Milyen pontossággal tud mérni a mikrométerekkel?

3. Készítse el a méréseknél használt mikrométer hibadiagramját! Az ellenőrzést a következő méretű mérőhasábokkal végezze el: 2,5; 5,1; 7,7; 10,3; 12,9; 15; 17,6; 20,2; 22,8; 25

- Állítsa össze a felsorolt méreteket mérőhasábok felhasználásával!
- Helyezze a mérőhasábokat a mikrométer mérőfelületei közé és olvassa le a méreteket! (20. ábra)
- Jegyezze fel az eltéréseket egy táblázatba!
- Készítse el a mikrométer hibadiagramját! A vízszintes tengelyre a méreteket mm-ben a függőleges tengelyre az eltéréseket ábrázolja század mm-ben!
- Állapítsa meg a mikrométer legnagyobb hibáját!

4. Készítsen 3. mérési feladatról mérési jegyzőkönyvet! A jegyzőkönyvben rögzítse az információtartalomban megadott adatokat!



21. ábra: Mikrométer pontosságának az ellenőrzése mérőhasábokkal

## 8. Mérőóra

A mérőóra vagy indikátoróra a gépiparban gyakran alkalmazott összehasonlító hossz mérő eszköz, melyet általában 0-10 mm méréshatárban, 0,01-0,001 mm pontosságú méréseknél, ellenőrzéseknél alkalmaznak. Sorozatméréseknél lehetőség van a mért adatok tárolására és összehasonlítására is

A mérőórák fajtái:

*Kijelzés alapján:*

- analóg kijelzésű mérőórák,
- digitális kijelzésű mérőórák.

*Mérési pontosság alapján:*

- 0,01 mm leolvasási pontosságú mérőóra, méréshatára 10 mm (készülhet más méréshatárral is),
- 0,001 mm leolvasási pontosságú mérőóra, méréshatára 1 mm.

*Szerkezeti kialakítás alapján:*

- fogasléces mérőórák,
- menetorsós mérőórák,
- Különleges kialakítású mérőórák: közvetlen mérésre alkalmas mérőórák, szögtapintós mérőórák, gömbcsapos furatmérők, mérőórás mélységmérők stb.



22. ábra: Analóg és digitális kijelzésű mérőóra



23. ábra<sup>3</sup> Szögtapintós és mélységmérő mérőóra

A gyakorlatban elterjedtebb fogasléces mérőóra tapintójának (érzékelő csapjának) az elmozdulását egy fogasléc-fogaskerék áttétel nagyítja fel. A megfelelő mérőnyomást egy húzórugó és egy íves emelőkar biztosítja. A mérőórák tapintócsúcsa cserélhető, külső hengeres felületet sík, sík és belső hengeres felületet gömbvégű tapintóval mérünk.

A mérőóráknak általában két skálájuk van, az egyik az osztásértékeket mutatja (nagymutató) a másik a körfordulások számát (kismutató). Mivel a mérőórát leggyakrabban összehasonlító mérésre használjuk (közvetlen mérésre csak 0–10 mm-en belül alkalmas), ezért a külső skála forgatható.

A 13. ábrán látható mérőóra pontossága 0,01mm. A nagymutató egy teljes körfordulása a körskálán (100 osztás) a kismutató egy osztással történő elmozdulását jelenti. A kis skálán olvasható le a tehát az egész értékek milliméterben 0–10 mm méréshatárral, míg a nagymutató segítségével olvashatjuk le a nagyskálán a század millimétereket. (100 osztás\*0,01 mm = 1 mm)

<sup>3</sup> [http://www.brwtools.hu/shop/produkte/detail/index.html?t\\_ProduktNr=124670](http://www.brwtools.hu/shop/produkte/detail/index.html?t_ProduktNr=124670)

[http://www.meroeszkozbolt.hu/hu/Lapok/Melysegmero\\_merooraival\\_es\\_hiddal.aspx](http://www.meroeszkozbolt.hu/hu/Lapok/Melysegmero_merooraival_es_hiddal.aspx)



24. ábra Mérőóra

A 23. ábrán leolvasható méret:

- A kis skáláról: 2 mm
- A nagy skáláról: 0,46 (5) mm
- $2 + 0,46(5) = 2,46(5)$  mm

A mérőórát mindig állványra szerelve célszerű használni. Az állványok többféle kivitelben készülnek a mérési céltól függően és mereven befogott, vagy csúsztatható talpon állnak. A mérőórát az állvány furatába általában csavaros szorítással rögzítjük. A 24. ábrán látható állvány az alaptestbe szerelt mágnes segítségével erősen hozzáfogható acélból készült felületekhez.

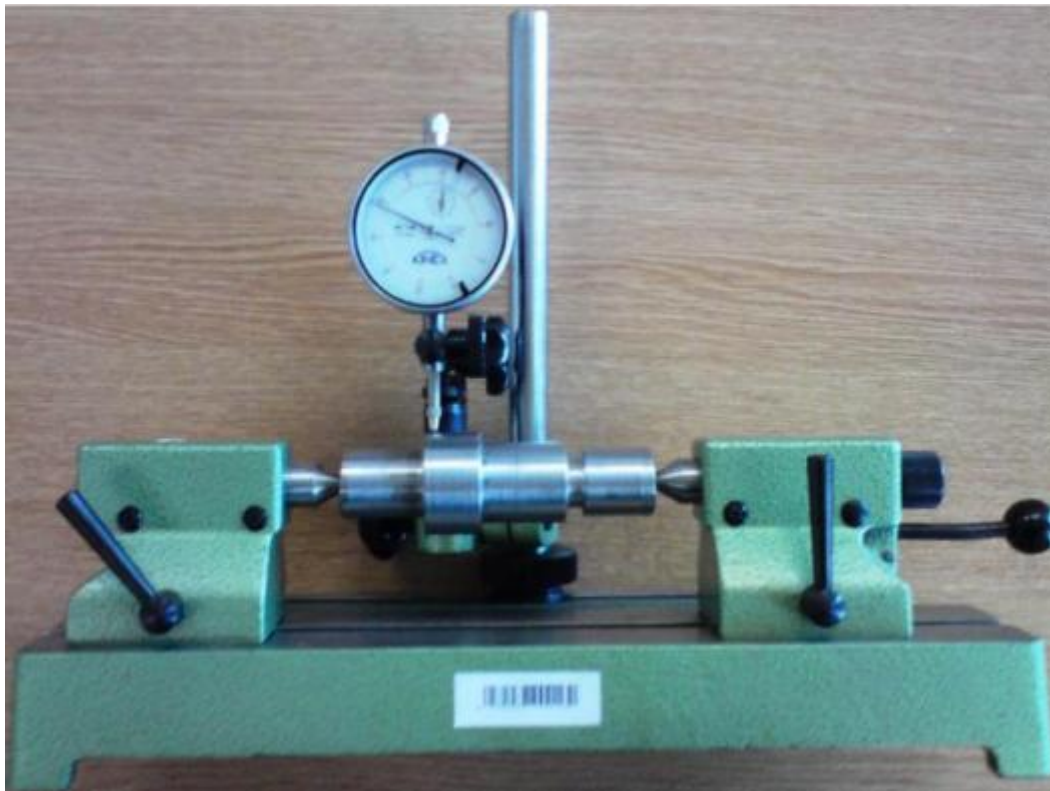




25. ábra: Mérőóra mágneses állványban

Mérőórával elvégezhető mérések:

- Sorozatmérés (*mérési gyakorlat: 2. feladat*)
- Tengelyek körköröségének, radiális ütésének, egytengelyűségének a vizsgálata az ellenőrzése
- Síkalaktól való eltérések vagy két felület párhuzamosságának az ellenőrzése (*mérési gyakorlat 3. feladat*)



26. ábra: Lépcsős tengely radiális ütész vizsgálata mérőórával

## TANULÁSIRÁNYÍTÓ

1. Olvassa el a mérőórákra vonatkozó információ tartalmat!

Válaszoljon a következő kérdésekre!

- Melyek a mérőóra fő részei?
- Milyen pontossággal és méréshatárral készülnek a mérőórák?
- Milyen méréseknél alkalmazhatunk mérőórákat?

### Mérési gyakorlat

2. Gyakorolja a méretleolvasást a mérőórákról!

Végezzen sorozatmérést gyakorlatvezető tanára által kiadott alkatrészekon (például csapszegek szárátmérőjén)! A mérést legalább 10 db-os mintán végezze!

- Fogja be a mérőórát az állványba!
- Nullázza le a mérőórát a méretnek megfelelő értékű mérőhasábokkal!
- Helyezze a mérőóra tapintója alá az alkatrészek ellenőrzésre kijelölt felületét és olvassa le a mérőóráról a beállított mérettől való eltéréseket!
- Rögzítse füzetében az eltéréseket és számítsa ki a mérések átlagát ( $\bar{x}$ ) és terjedelmét (R)! A terjedelem a legnagyobb és a legkisebb méret (eltérés) különbsége:  $R = x_{\max} - x_{\min}$ ;

- A mérési sorozat átlaga:  $\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$
- Ábrázolja a méretek szóródását! A vízszintes tengelyen a mérések sorszámát a függőleges tengelyen az átlagtól való eltéréseket jelölje!
- Jelölje a diagramon a határméreteket (FH; AH)! Állapítsa meg a javítható és a végleges selejtek számát!

**3. Ellenőrizze síklapú alkatrészek párhuzamosságát!**

- Jelölje be a mérési pontokat az alkatrész felületén!
- Állítsa be a mérőórát mérőhasákkal a kívánt méretre, majd nullázza le a mérőórát!
- Helyezze a mérőóra tapintója alá az alkatrészt a kijelölt mérési pontokban !
- Olvassa le a mérőóráról a kijelölt mérési pontokban az eltéréseket és jegyezze le a füzetébe!
- Ábrázolja diagramon az eltéréseket! A vízszintes tengelyre a mérési pontok sorszámát, a függőleges tengelyen az eltéréseket jelölje!

**4. Készítse el a mérőóra hibadiagramját!** Az ellenőrzést a következő méretű mérőhasákokkal végezze el!

1	1,9	2,8	3,7	4,6	5,5	6,4	7,3	8,2	9,1	10
---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----

- Állítsa össze a felsorolt méreteket mérőhasákok felhasználásával!
- Helyezze a mérőhasákokat a mérőóra tapintócsúcsa alá és olvassa le az eltéréseket!
- Jegyezze fel az eltéréseket egy táblázatba!
- Készítse el a mérőóra hibadiagramját! A vízszintes tengelyre a méreteket mm-ben a függőleges tengelyre az eltéréseket ábrázolja század mm-ben!
- Állapítsa meg a mérőóra legnagyobb hibáját!

Készítsen mérési jegyzőkönyvet a 3. és 4. mérési feladatról

**5. Keressen különleges mérőórákat a gyártók, forgalmazók katalógusaiban, internetes oldalain! Figyelje meg az eltéréseket a bemutatott mérőóráktól!**

## ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

### 1. Egészítse ki a következő meghatározásokat!

A mérés olyan.....tevékenység, amelynek során a fizikai mennyiséget a .....hasonlítjuk össze.

Az ellenőrzés során.....állapítunk meg az .....mértől.

A .....hiba előjele és nagysága.....nem állapítható meg és a méretek.....-t okozza.

### 2. Nevezze meg a 26. ábrán látható mérőeszközt! Adja meg a mérőeszköz mérési pontosságát! Olvassa le a méretet!



27. ábra

A mérőeszköz neve: \_\_\_\_\_

Leolvasási pontossága: \_\_\_\_\_

Leolvasott méret \_\_\_\_\_

### 3. Válassza ki azokat a mérőeszközöket, amelyek követik az Abbe elvet?

- Tolómérő

- Mikrométer
- Mérőóra
- Hosszmérő gépek
- Idomszerek

---

---

4. Nevezze meg a 27. ábrán látható mérőeszközt! Milyen leolvasási pontosságú a mérőeszköz? Olvassa le a méretet!

A mérőeszköz neve: \_\_\_\_\_  
Leolvasási pontossága: \_\_\_\_\_  
Leolvasott méret \_\_\_\_\_



28. ábra

5. Soroljon fel legalább négy, a mérések pontosságát befolyásoló tényezőt!

---

---

---

---



6. Mit értünk aktív mérésen?

---

---

7. Párosítsa a mérőeszközöket a rájuk jellemző mérési módokkal!

- |               |                         |
|---------------|-------------------------|
| a) Mikrométer | A) Összehasonlító mérés |
| b) Mérőóra    | B) Közvetlen mérés      |
| c) Mérőhasáb  | C) Helyettesítő mérés   |

---

8. Nevezze meg a 28. ábrán látható mérőeszközt! Milyen leolvasási pontosságú a mérőeszköz? Megfelel-e az ellenőrzött méret, ha a rajzon az alkatrészre előírt méret  $7,4^{\pm 0,01}$  mm?

A mérőeszköz neve: \_\_\_\_\_

Leolvasási pontossága: \_\_\_\_\_

Méréshatára: \_\_\_\_\_ a

Az alkatrész minősítése: \_\_\_\_\_

Indoklás: \_\_\_\_\_

9. Milyen hibák tartoznak a mérési hibák közé? Húzza alá a helyes válaszokat!

- környezeti hibák
- skálahiba
- irányváltási hiba
- nullahiba
- leolvasási hiba
- véletlen hiba

**10. Párosítsa az SI mértékegységrendszer egységeit és a felsorolt fizikai mennyiségeket!**

Sebesség, erő, tömeg, síkszög, anyagmennyiség, áramerősség, hosszúság, fényerősség, nyomás, térszög

Alapegységek: \_\_\_\_\_

Kiegészítőegységek: \_\_\_\_\_

Származtatott (koherens) egységek: \_\_\_\_\_



29. ábra

## ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK MEGOLDÁSA

### 1. . Egészítse ki a következő meghatározásokat!

A mérés olyan ÖSSZEHASONLÍTÓ tevékenység, amelynek során a fizikai mennyiséget a MÉRTÉKEGYSÉGGEL hasonlítjuk össze.

Az ellenőrzés során ELTÉRÉST állapítunk meg az ELŐÍRT mérettől.

A VÉLETLEN hiba előjele és nagysága ELŐRE nem állapítható meg és a méretek SZÓRÓDÁSÁT okozza.

### 2. Nevezze meg a 26. ábrán látható mérőeszközt! Adja meg a mérőeszköz mérési pontosságát! Olvassa le a méretet!

- A mérőeszköz neve: MIKROMÉTER
- Leolvasási pontossága: 0,01 mm
- Leolvasott méret: 11,77 mm

### 3. Válassza ki azokat a mérőeszközöket, amelyek követik az Abbe elvet?

- Tolómérő
- Mikrométer
- Mérőóra
- Hosszmérő gépek
- Idomszerek

### 4. Nevezze meg a 27. ábrán látható mérőeszközt! Milyen leolvasási pontosságú a mérőeszköz? Olvassa le a méretet!

- A mérőeszköz neve: TOLÓMÉRŐ
- Leolvasási pontossága: 0,02 mm
- Leolvasott méret: 33,34 mm

### 5. Soroljon fel legalább négy, a mérések pontosságát befolyásoló tényezőt!

- A mérőeszközök metrológiai (méréstechnikai) jellemzői, hibái (pontossága, érzékenysége, alkalmassága a mérésre, szerkezeti hibái stb.)

- A mérési módszer, eszköz helytelen megválasztása (nem megfelelő pontosságú, méréshatárú mérőeszköz kiválasztása)
- A mérést végző személy tevékenysége, hozzáértése (a mérőeszköz használata, felfektetése, mérőnyomás, leolvasási hibák stb.)
- A vizsgált munkadarab, alkatrész hibái (szennyeződések, felületi hibák, alakhibák)
- A környezeti hatások (hőmérséklet, fény, rezgés, zaj, páratartalom)

#### 6. Mit értünk aktív mérésen?

Aktív mérés: a gyártási folyamat közben történő mérés, amelynek hatására be tudunk avatkozni a mérési folyamatba

#### 7. Párosítsa a mérőeszközöket a rájuk jellemző mérési módokkal!

- a) Mikrométer – B) Közvetlen mérés
- b) Mérőóra – A) Összehasonlító mérés
- c) Mérőhasáb – C) Helyettesítő mérés

#### 8. Nevezze meg a 28. ábrán látható mérőeszközt! Milyen leolvasási pontosságú a mérőeszköz? Megfelel-e az ellenőrzött méret, ha a rajzon az alkatrészre előírt méret $7,4^{\pm 0,01}$ mm?

A mérőeszköz neve: MÉRŐÓRA

Leolvasási pontossága: 0,01 mm

Méréshatára: 10 mm

AZ alkatrész minősítése: MEGFELELŐ

Indoklás: A LEOLVASHATÓ MÉRET 7,405 mm, FH = 7,41 mm AH = 7,39 mm, TEHÁT A MÉRET A TŰRÉSHATÁROKON BELÜL VAN

#### 9. Milyen hibák tartoznak a mérési hibák közé? Húzza alá a helyes válaszokat!

- környezeti hibák
- skálahiba
- irányváltási hiba
- nullahiba
- leolvasási hiba
- véletlen hiba

#### 10. Párosítsa az SI mértékegységrendszer egységeit és a felsorolt fizikai mennyiségeket!

Alapegységek: TÖMEG, ANYAGMENNYISÉG, ÁRAMERŐSSÉG, HOSSZÚSÁG, FÉNYERŐSSÉG

Kiegészítőegységek: SÍKSZÖG, TÉRSZÖG

Származtatott (koherens) egységek: SEBESSÉG, NYOMÁS, ERŐ

## IRODALOMJEGYZÉK

### FELHASZNÁLT IRODALOM

Ducsay János ALAPMÉRÉSEK. Geometriai mérések, Tankönyvmester Kiadó, 2003

Dr. Harmath József (szerk.) MÉRÉSI GYAKORLATOK képzőművészeti Kiadó, 2003

Internetes oldalak:

[http://www.brwtools.hu/shop/produkte/detail/index.html?t\\_ProduktNr=124670](http://www.brwtools.hu/shop/produkte/detail/index.html?t_ProduktNr=124670) (2010. 02. 10.)

[http://www.meroeszkobolt.hu/hu/Lapok/Melysegmero\\_merooraval\\_es\\_hiddal.aspx](http://www.meroeszkobolt.hu/hu/Lapok/Melysegmero_merooraval_es_hiddal.aspx) (2010. 02. 10.)

### AJÁNLOTT IRODALOM

Ducsay János ALAPMÉRÉSEK. Geometriai mérések, Tankönyvmester Kiadó, 2003

Dr. Harmath József (szerk.) MÉRÉSI GYAKORLATOK, Képzőművészeti Kiadó, 2003

[http://www.mitutoyo.hu/termek/kezi\\_meroeszkozok](http://www.mitutoyo.hu/termek/kezi_meroeszkozok)

<http://www.sulinet.hu/tart/cikk/ab/0/27016/1>

[http://www.noniusz.hu/WEBSET\\_DOWNLOADS/209/fusseder\\_katalogus.pdf](http://www.noniusz.hu/WEBSET_DOWNLOADS/209/fusseder_katalogus.pdf)



A(z) 0111-06 modul 006-os szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
54 582 01 0000 00 00	Épületgépész technikus
31 582 09 0010 31 01	Energiahasznosító berendezés szerelője
31 582 09 0010 31 02	Gázfogyasztóberendezés- és csőhálózat-szerelő
31 582 09 0010 31 03	Központifűtés- és csőhálózat-szerelő
31 582 09 0010 31 04	Vízvezeték- és vízkészülék-szerelő
31 521 06 0000 00 00	Finommechanikai gépkarbantartó, gépbeállító
52 522 09 0000 00 00	Gáz- és tüzeléstechnikai műszerész
31 521 10 1000 00 00	Géplakatos
31 521 10 0100 31 01	Gépbeállító
31 521 15 0000 00 00	Késes, köszörűs, kulcsmásoló
31 521 15 0100 31 01	Gépi gravírozó
31 521 15 0100 31 02	Kulcsmásoló
31 522 03 0000 00 00	Légtechnikai rendszerszerelő
54 525 02 0010 54 01	Erdőgazdasági gépésztechnikus
54 525 02 0010 54 02	Mezőgazdasági gépésztechnikus
54 525 01 0000 00 00	Építő- és anyagmozgató-gépész technikus
31 521 03 0000 00 00	Építő- és szállítógép-szerelő
31 582 10 0000 00 00	Épületlakatos
31 582 10 0100 31 01	Épületmechanikai szerelő
31 863 01 0000 00 00	Fegyverműszerész
33 521 03 0000 00 00	Felvonószerelő
31 521 07 1000 00 00	Finommechanikai műszerész
31 521 07 0100 31 01	Mérlegműszerész
31 521 07 0100 31 02	Orvosi műszerész
31 521 11 0000 00 00	Hegesztő
31 521 11 0100 31 01	Bevont elektródás hegesztő
31 521 11 0100 31 02	Egyéb eljárás szerinti hegesztő
31 521 11 0100 31 03	Fogyóelektródás hegesztő
31 521 11 0100 31 04	Gázhegesztő
31 521 11 0100 31 05	Hegesztő-vágó gép kezelője
31 521 11 0100 31 06	Volframelektródás hegesztő
52 725 03 0000 00 00	Optikai műszerész
31 521 24 1000 00 00	Szerkezetlakatos
31 521 24 0100 31 01	Lemezlakatos
33 524 01 1000 00 00	Vegy- és kalorikusgép szerelő és karbantartó
31 525 03 1000 00 00	Karosszerialakatos
31 861 02 1000 00 00	Biztonságtechnikai szerelő, kezelő

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:

24 óra

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv  
TÁMOP 2.2.1 08/1-2008-0002 „A képzés minőségének és tartalmának  
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap  
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet  
1085 Budapest, Baross u. 52.  
Telefon: (1) 210-1065, Fax: (1) 210-1063

Felelős kiadó:  
Nagy László főigazgató