

Gruber Györgyné

Geometriai mérések, 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 tartalomelem azonosító 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, szerződésekből, megállapodásokban rögzítenek. A termékek minőségének biztosításához, az elvárásoknak való megfeleléshez folyamatos ellenőrzésre van szükség, amit gépipari termékeknél mérésekkel, ellenőrzésekkel oldanak meg.

Az Ön feladata, hogy a mérő-, és ellenőrző eszközök mérés technikai jellemzőinek az ismeretében a munkahelyén ki tudja választani az adott feladatra legalkalmasabb eszközt és el tudja végezni a gyártmányok gyártás közbeni és végellenőrzését.

Feladatának elvégzése során ismernie kell a választ a következő kérdésekre:

Mit értünk mérésen?

Milyen mérési módokat alkalmazunk a gépipari hossz mérések 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 mértékegységéhez viszonyítjuk.

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

Például $15 \text{ mm} = 15 * 1 \text{ mm}$.

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*
- *koherens (származtatott) egységek*, amelyek az alapegységekből származtathatók, például az erő, a sebesség, a munka, a teljesítmény, stb.

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

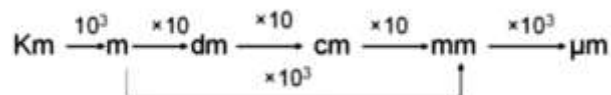
A gyakorlatban sokszor szükség van az alapegység többszörösére vagy törtrészére is, ezért ismerni kell azokat a szorzókat, és ezek elnevezésére szolgáló előtétszavakat (prefixumokat), amelyeket alkalmazunk

Prefixum neve	Jele	Decimális szorzó
giga	G	10^9
mega	M	10^6
kilo	K	10^3
Alapegység	-	1
milli	m	10^{-3}
mikro	μ	10^{-6}
nano	n	10^{-9}

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

A 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 mérés:** 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. a furatközéppontok távolságának meghatározása).
- **Összehasonlító mérés:** különbségmérés, összehasonlító mérés (pl. mérőórával).
- **Helyettesítő mérés:** például az idomszerekkel történő mérés.

Gyártástechnológiai szempontból

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

A tűrésezett méret: a megengedett határeltérekkel megadott méret (pl. $\varnothing 25 \pm 0,01$ mm);

- *felső határeltérés* (FE): a felső határméret és a névleges méret különbsége (a példában: +0,01 mm);
- *alsó határeltérés* (AE): az alsó határméret és a névleges méret különbsége (a példában: -0,01 mm);
- *felső határméret* (FH): a megengedett legnagyobb méret (a példában: 25,01 mm);
- *alsó határméret* (AH): a megengedett legkisebb 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 mérőeszközzel. 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 mérőeszközzel leolvasható legkisebb mennyiségi értékkel szokás jellemezni, például a tolómérő esetén 0,1, 0,05 és 0,02 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 mérésnél nagyságra és előjelre nézve állandó marad, vagy a feltételek megváltozása esetén ismert törvényszerűség szerint változik (például a hőmérséklet változásának a figyelembevételével 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 (pl. leolvasási hibák, a mérőeszköz helytelen használatából eredő hibák), a változó környezeti hatások és a mérőeszközök mechanikus hibái okozzák. Egyik leggyakrabban előforduló hiba, ha a leolvasást végző személy nem a műszerskálára merőlegesen végzi el a leolvasást (parallaxis hiba)

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

Skálaosztási 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.

Irányváltási 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.

Abbé-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, mikrométerek kialakításánál 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:

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

3. Mérési dokumentumok készítése

A mérési dokumentumok segítségével nyomon követhető a mérés folyamata, 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 a 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 szükség 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 adatok nyilvántartási szám, pontosság, méréshatár);
- a mérés szempontjából lényeges külső tényezők (pl. hőmérséklet);
- a mérési eredmények (rajzok, táblázatok, diagramok);
- a mérés kiértékelése, következtetések.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

1. Válaszoljon az esetfelvetésben feltett kérdésekre! Válaszait írja le a kijelölt helyre!

Blank area for student answers, consisting of 10 horizontal lines within a yellow border.

2. Gyakorolja a mértékegységek átváltását!

- 20 mm = cm = m μ
- 12 μ m = mm = cm
- 0,20 mm = μ m = cm
- 3/4" = mm = cm
- 25,4 mm = " = cm
- 5 dm = mm = cm
- 3/8" = cm = m μ

3. Nézzen utána tankönyvekben vagy az interneten, hogy mi a méter ma érvényes definíciója! Milyen nemzetközi etalont alkalmaznak a hossz mérő eszközök beállítására?

4. A véletlen hibák csökkentésére a méréseket többször végezzük el. A mérési sorozatban a következő értékeket kaptuk:

$X_1 = 19.98$ mm; $X_2 = 19.99$ mm; $X_3 = 20,01$ mm; $X_4 = 19,65$ mm; $X_5 = 19.97$ mm; $X_6 = 20,00$ mm; $X_7 = 19.99$ mm; $X_8 = 20,02$ mm;

Számítsa ki a mérési sorozat átlagát! A nagyon kiugró értékeket ne vegye figyelembe!

6. A 4. feladatban megadott mérési sorozat értékei közül melyik okozna selejtet, ha a tűrésezett méret: $\varnothing 20 \pm 0,01$ mm? Írja a kijelölt helyre a feladat elvégzéséhez szükséges méreteket!

NM _____

T _____

FH _____

AH _____

Selejtet okozó méretek _____

5. Figyelje a mérési hibákat és a mérőeszközök alaphibáit! (A feladatok a mérőeszközök leolvasásának megismerése után végezhetők el)

- Mérjék meg tanuló párjával egy tengely összes átmérőjét ugyanazon a mérési helyen (jelöljék a mérési helyet pl. filctollal) egy kiválasztott tolómérővel. Jegyezzék fel a méreteket és hasonlítsák össze! Milyen mérési hibákból adódhatnak az eltérések?
- Mérjék meg tanuló párjával egy tengely összes átmérőjét ugyanazon a mérési helyen (jelöljék a mérési helyet pl. filctollal) egy kiválasztott mikrométerrel. Jegyezzék fel a méreteket és hasonlítsák össze! Milyen mérési hibákból adódhatnak az eltérések?
- Mérjen tolómérővel különböző hőmérsékleteken (szobahőmérsékleten és egy hidegebb vagy melegebb helyiségben! Jegyezze fel a hőmérsékleteket és a méreteket. Figyelje meg, hogy eltérnek-e méretek?
- Ellenőrizze mérőórával egy síklapú alkatrész méretét egy megjelölt helyen úgy, hogy különböző szögből (merőlegesen, jobbról, majd balról) olvassa le a méretet! Mit tapasztal? Milyen mérési hibát okozhat ez a leolvasás?
- Mérje meg egy csapszeg átmérőjét mikrométerrel úgy, hogy először nulláról, majd a méret feletti értékről, felülről közelítse meg az adott méretet. Jegyezze fel a mért értékeket. Vegye az alsó és a felső közelítésnek a számtani közepét, majd a két átlag különbségeként adja meg a mérőeszköz irányváltási hibáját!

ÖNELLENÖRZŐ FELADATOK

1. feladat

Válassza ki a felsorolt fizikai mennyiségek közül az SI-mértékegységrendszer alap-, kiegészítő és származtatott egységeit! Írja a nevüket a kijelölt helyre!

Fizikai mennyiségek:

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

Alapegységek: _____

Kiegészítő egységek: _____

Származtatott (koherens) egységek _____

2. feladat

Melyek a gépészeti gyakorlatban a hosszúság mérésének leggyakrabban alkalmazott mértékegységei? Válaszát írja le a kijelölt helyre!

3. feladat

Váltsa át a következő mértékegységeket!

$$15 \text{ mm} = \dots\dots\dots \text{ cm}$$

$$15 \text{ } \mu\text{m} = \dots\dots\dots \text{ mm}$$

$$0,15 \text{ mm} = \dots\dots\dots \mu\text{m}$$

$$3/4" = \dots\dots\dots \text{ mm}$$

4. feladat

Egészítse ki a következő meghatározásokat!

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

Az ellenőrzés során állapotunk meg az mérettől.

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

5. feladat

Soroljon fel legalább négy olyan tényezőt, amely a mérések pontosságát befolyásolja!

6. feladat

Írja le, mit értünk aktív mérésen!

7. feladat

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

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

8. feladat

Párosítsa a mérőeszközöket a rájuk jellemző mérési módokkal! Az összetartozó elemek betűjelét írja le a kijelölt helyre!

a) Mikrométer b) Mérőóra c) Mérőhasáb

A) Összehasonlító mérés B) Közvetlen mérés C) Helyettesítő mérés

9. feladat

Húzza alá azokat a mérőeszközöket, amelyek követik az Abbé-elvet!

tolómérő; mikrométer; mérőóra; hossz mérő gépek; idomszerek

10. feladat

Írja le, milyen szabályokat célszerű betartani a mérések során a hibák csökkentése érdekében

MEGOLDÁSOK

1. feladat

- Alapegységek: **tömeg, anyagmennyiség, áramerősség, hosszúság, fényerősség**
- Kiegészítő egységek: **síkszög, térszög**
- Származtatott (koherens) egységek: **sebesség, nyomás, erő**

2. feladat

Hosszúság mértékegységei közül a milliméter (mm), mikrométer (μm) és a coll ("), ritkábban a centiméter (cm)

3. feladat

$$15 \text{ mm} = 1,5 \text{ cm}$$

$$15 \text{ } \mu\text{m} = 0,015 \text{ mm}$$

$$0,15 \text{ mm} = 150 \text{ } \mu\text{m}$$

$$3/4" = 19,05 \text{ mm}$$

4. feladat

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.

5. feladat

- 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. feladat

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

7. feladat

környezeti hibák, leolvasási hiba, véletlen hiba

8. feladat

a) – B)

b) – A)

c) – C)

9. feladat

Mikrométer, hossz mérő gépek

10. feladat

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!

A HOSSZMÉRÉS MECHANIKAI ESZKÖZEI ÉS ALKALMAZÁSUK

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

Feladatul kapja a munkahelyén egy, a munkájához kapcsolódó alkatrész pl. egy lépcsős tengely méretellenőrzését és a mérési eredmények dokumentálását. A feladathoz kapcsolódóan ki kell választania az adott mérési feladat elvégzésére legalkalmasabb mérőeszközt, el kell végeznie a mérést és a mérési jegyzőkönyvet kell készítenie. Munkájának szakszerű elvégzéséhez ismernie kell a felhasználható mérő-és ellenőrző eszközök jellemzőit, választékát és alkalmazását

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 HOSSZMÉRÉS ESZKÖZEINEK CSOPORTOSÍTÁSA

Kijelzésük alapján:

- digitális mérőműszerek;
- analóg mérőműszerek.

Pontosságuk alapján:

Feladatuk alapján:

- mérőeszközök:
 - nem állítható méretű: mérőléc, mérőszalag, acélvonalzó;
 - állítható méretű: tolómérő, mikrométer, mérőóra, hossz mérő gépek;
- ellenőrző eszközök: élvonalzók, mérőhasábok, mérőprizmák;
- mérési segédeszközök: 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 összehasonlításával más mérőeszközökre átvihetők legyenek. A hosszmeréseknél etalonnak tekinthető például egy mérőeszköz vagy a berendezés beállítására elkészített mérték, kaliber.

Mérőeszköz: meghatározott metrológiai (méréstechnikai) jellemzőkkel rendelkező, mérésekre használt műszaki eszköz.

A mérőeszközök 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. Az állítható vagy változó méretű mértékeket szokás mércének is nevezni, pl. tolómérce.

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

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

A HOSSZMÉRŐ ÉS ELLENŐRZŐ ESZKÖZÖK JELLEMZŐI, ALKALMAZÁSA

1. Mérőhasábok

A gépészeti mérések során alkalmazott legpontosabb mértékek, amelyeknek két, egymással szemben fekvő, legsimábban megmunkált, tükrösített mérőfelülete közötti távolság a mérőhasáb által magvalósított méret. Különböző darabszámú készletben kerülnek forgalomba (2. 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.

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 tapadó képesség, amely lehetővé teszi a különböző méretek összeállítását. A méret összeállítása többféle megoldással történhet, különböző méretű hasábok felhasználásával a készlet darabszámától függően.

A következő táblázat egy 38 db-os mérőhasáb készlet hasábméreteit 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	-



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 meg kell tisztítani, 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 előállítani;
- a méret előállításánál a legkisebb helyi értéktől célszerű elindulni (pl. 1,005), a nagyobb hasábok kerüljenek középre, a vékonyabbak a szélre;
- a mérőhasábokkal történő mérés megkönnyítésére különböző tartozékok (szorítókeret, mérőcsőrök) alkalmazhatók.

2. 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.

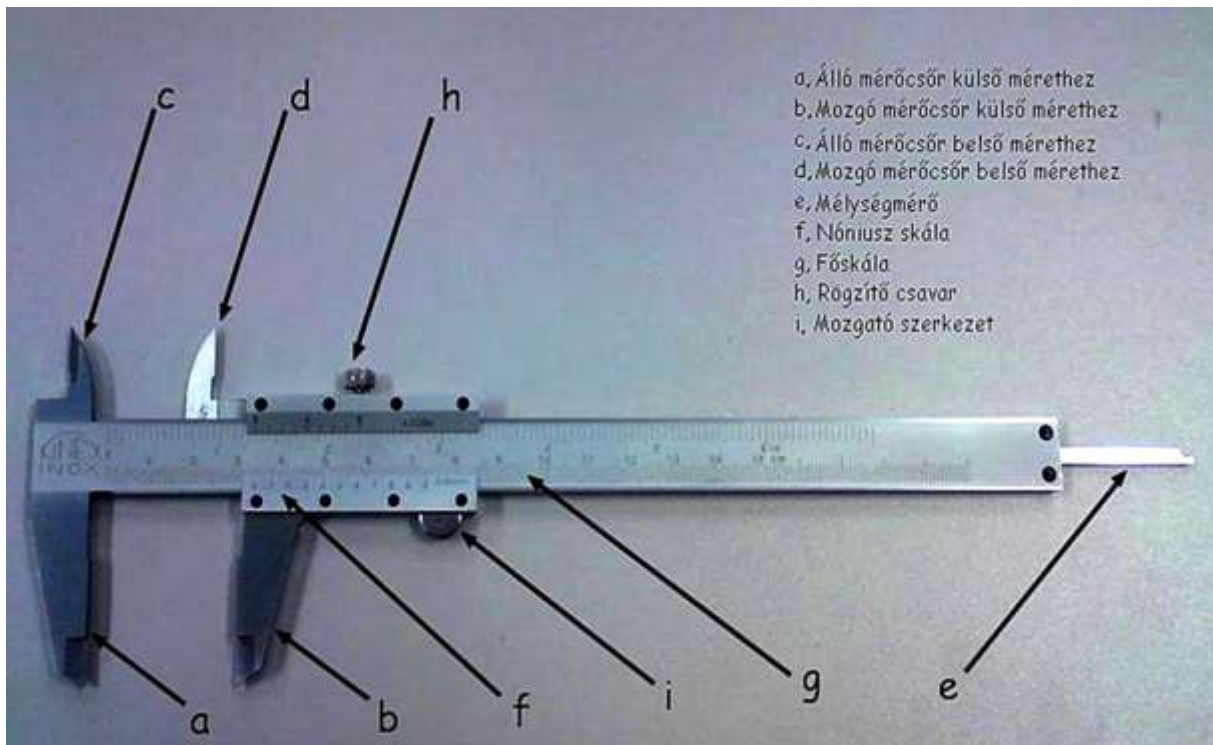
A mérőlécek, mérőszalagok is a hossz méretek mérésére és ellenőrzésére alkalmasak, különböző kialakítással készülnek, mérési pontosságuk beosztásuktól függően általában milliméter nagyságrendű.



3. ábra. Acélvonalzó

3. Tolómérő

A tolómérő változtatható méretű, nóniusz skálás kijelzésű hossz mérő eszköz, amely szerkezeti kialakítástól függően alkalmas lehet külső, belső és mélységmért meghatározására. Felépítését és fő részeit a 4. ábrán figyelhetjük meg.



4. ábra. A tolómérő részei

A tolómérők csoportosítása

Kijelzés alapján:

- analóg kijelzésű tolómérők (nóniusz skálás, mérőórás);
- digitális kijelzésű tolómérők (LCD kijelzős).

Szerkezeti kialakítás szerint:

- univerzális tolómérők (külső, belső és mélység mérésre is alkalmasak);
- mélységmérő tolómérők;
- magasságmérő tolómérők;
- fogvastagságmérő tolómérők.

Tolómérők leolvasása, a 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 (az 5. ábrán a 39 osztást) felosztjuk 20 egyenlő részre a nóniusz skálán, így a leolvasási pontosság $1\text{ mm}/20 = 0,05\text{ mm} = 50\text{ }\mu\text{m}$ lesz.



5. ábra. A $0,05\text{mm}$ -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.

Az 5. ábrán látható méret leolvasása:

- a nóniusz skála 0 osztása a 71 mm és 72 mm közé esik, tehát a leolvasott érték 71 mm;
- a nóniusz skála 5. osztása esik egybe a főskála egyik osztásával, tehát a tized- és századmilliméter értéke $0,50\text{ mm}$;
- a leolvasható méret tehát $71 + 0,50 = 71,50\text{ mm}$.

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 pontosság $1 \text{ mm}/50 = 0,02 \text{ mm} = 20 \text{ }\mu\text{m}$ lesz (6. ábra).

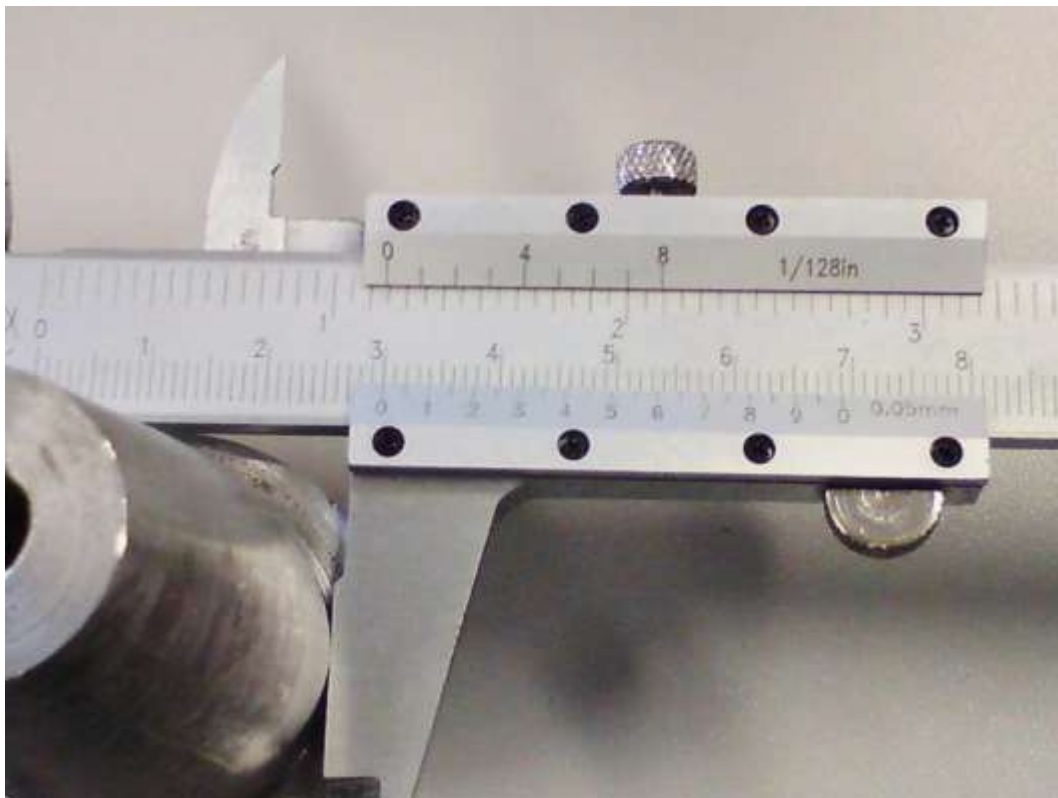


6. ábra. A $0,02 \text{ mm}$ -es leolvasási pontosságú tolómérő nóniusz osztása

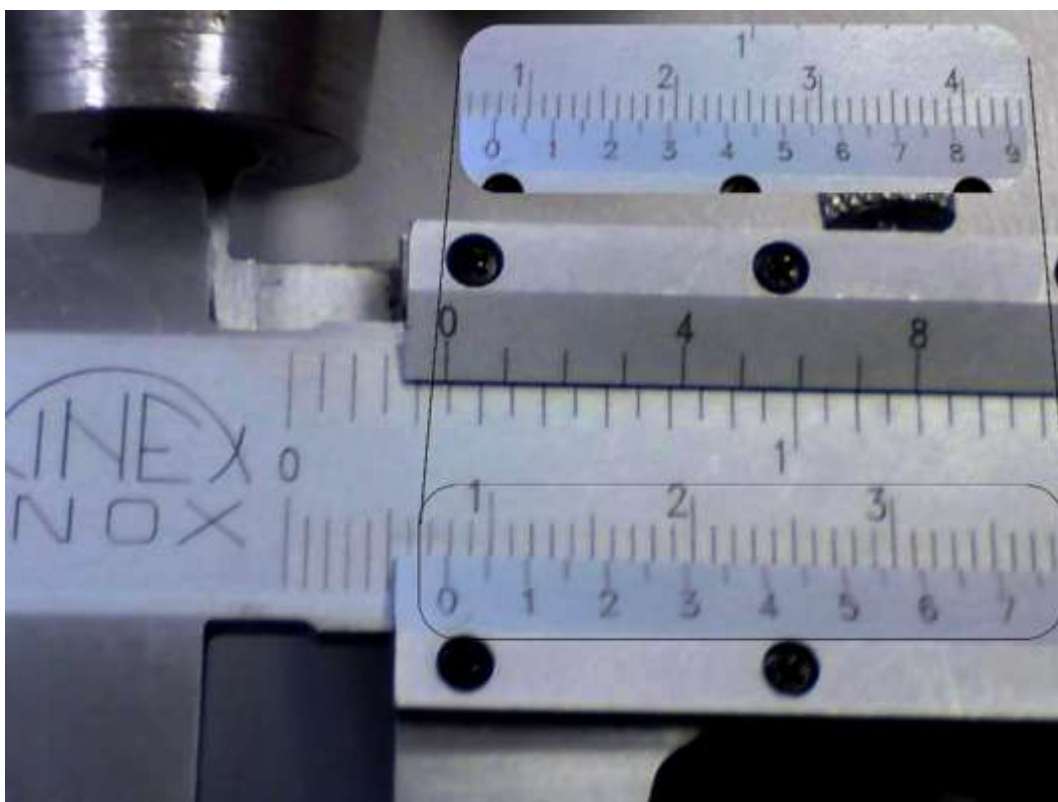
A külső és belső méreteket mérő tolómérők szerkezetét és nóniusz osztását figyelhetjük meg 7, a 8. és a 9. ábrán.

A magasságmérő tolómérők alkalmazását és az egyedi mérési céllal készült fogvastagságmérő tolómérő szerkezeti kialakítását mutatja a 10. és a 11. ábra.

Figyeljük meg a különbségeket az egyes típusok között!



7. ábra. Külső felületek mérése tolómérővel



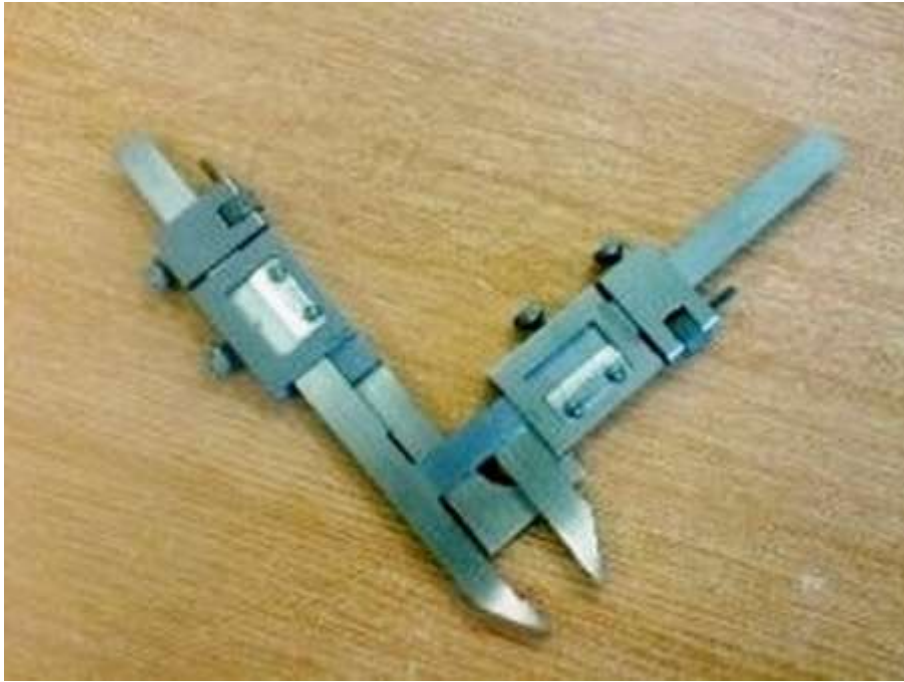
8. ábra. Belső felületek mérése tolómérővel



9. ábra. Mélységmérés tolómérővel



10. ábra. Digitális kijelzésű magasságmérő tolómérő



11. ábra. Fogvastagságmérő tolómérő

4. Mikrométer

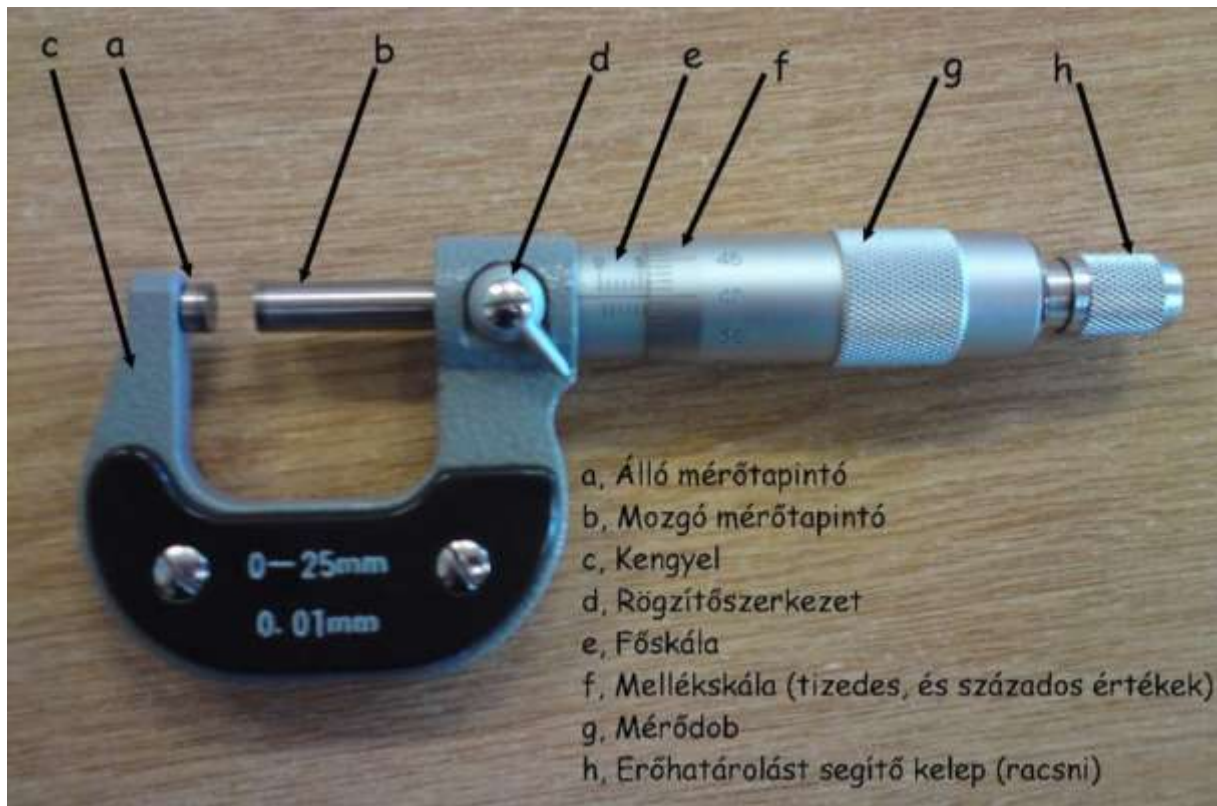
A mikrométer az egyik leggyakrabban használt, a csavarmenetes mozgás-átalakítás elvén működő hossz mérő eszköz.

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



12. ábra. A mikrométer fő részei

A mikrométerek fajtái

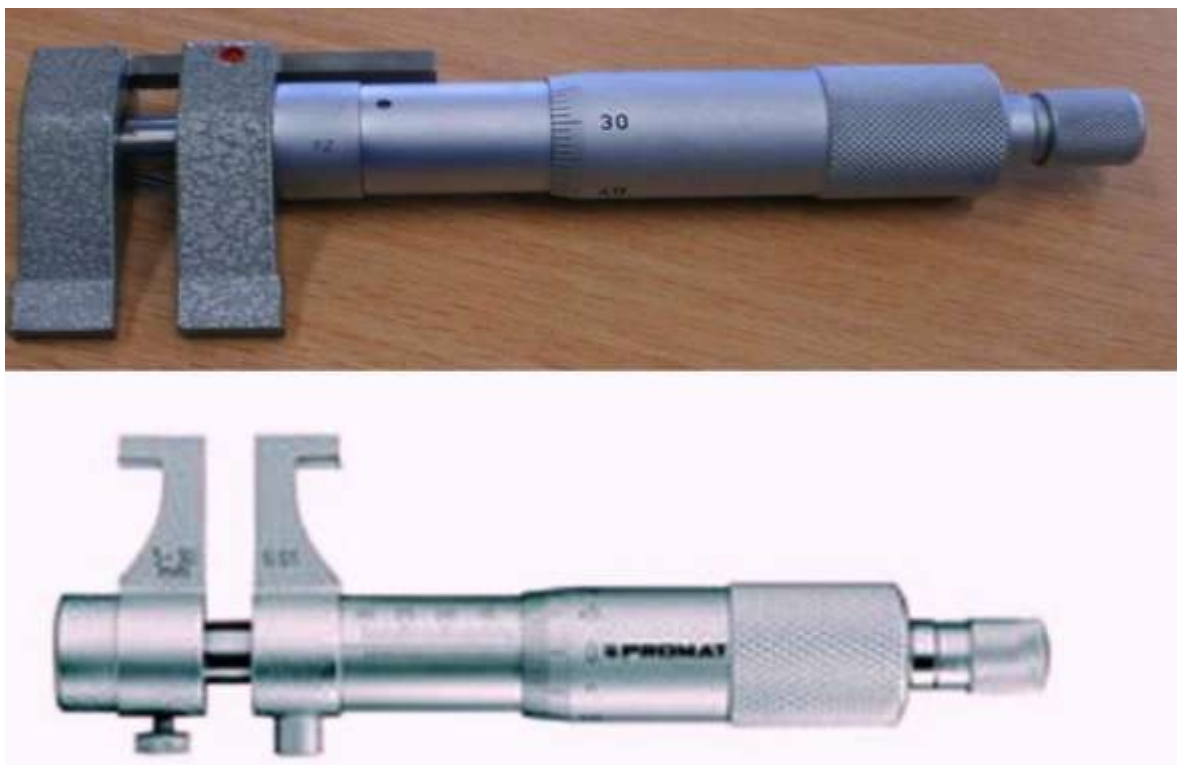
Kijelzés alapján:

- hagyományos analóg kijelzésű mikrométerek (nóniusz skálás);
- számlálós mikrométerek;
- digitális kijelzésű mikrométerek.

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. Huzalmikrométer¹

¹ <http://www.meroeszkozbolt.hu/hu/Lapok/Mikrometerok.aspx> (2010. 04.12)

Méretleolvasás mikrométerről

A mikrométer leolvasása során a mérőorsón található főosztásról olvassuk le az egész és a fél millimétereket, a mérődobon lévő melléskáláról pedig a tized és a század értékeket. A 18. ábrán látható méret ezek alapján:

- a főosztásról: 8,5 mm;
- a mérődobról: 0,00 mm;
- a méret: $8,5 \text{ mm} + 0,00 \text{ mm} = 8,5 \text{ mm}$.



18. ábra. A mikrométer nóniuszosztása

A 19. ábráról leolvasható méret:

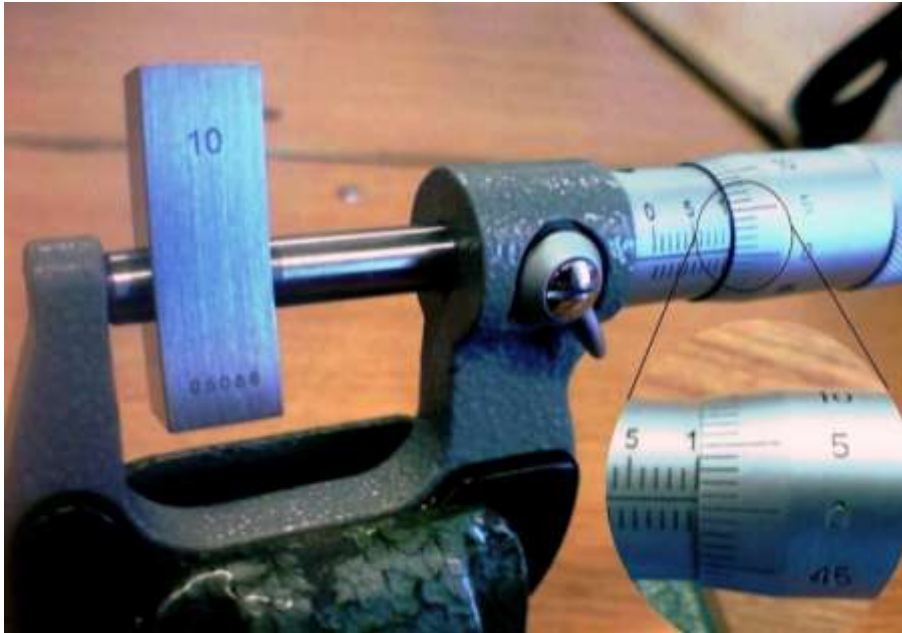
- a főosztásról: 8 mm;
- a mérődobról: 0,15 mm;
- a méret: $8 \text{ mm} + 0,15 \text{ mm} = 8,15 \text{ mm}$.



19. ábra. Mélységmérő mikrométer nóniusz osztása



20. ábra. Külső felület mérése mikrométerrel



21. ábra. Mikrométer pontosságának ellenőrzése mérőhasábbal

5. 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.



21. ábra. Analóg és digitális kijelzésű mérőóra



22. ábra. Szögtapintós és mélységmérő mérőóra²

² http://www.brwtools.hu/shop/produkte/detail/index.html?t_ProduktNr=124670
http://www.meroeszkozbolt.hu/hu/Lapok/Melysegmero_meroorava_es_hiddal.aspx

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



23. ábra. Mérőóra

A 23. ábrán leolvasható méret:

- a kis skáláról: 2 mm;
- a nagy skáláról: 0,46 (5) mm;
- $2 \text{ mm} + 0,46 (5) \text{ mm} = 2,46(5) \text{ mm}$.

A mérőórát célszerű mindig állványra szerelve 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 25. ábrán látható állvány az alaptestbe szerelt mágnes segítségével erősen hozzáfogható az acélból készült felületekhez.



24. ábra. Mérőóra mágneses állványban

Mérőórával elvégezhető mérések:

- sorozatmérés
- tengelyek körösségének, radiális ütésének, egytengelyűségének a vizsgálata, ellenőrzése;
- síkalaktól való eltérések, vagy két felület párhuzamosságának ellenőrzése



25. ábra. Lépcsős tengely radiális ütész vizsgálata mérőórával

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

Mérési gyakorlatok

1. Állítsa össze a lehető legkevesebb darab mérőhasázból a következő méreteket! Szükség esetén használja a mérőhasábokra vonatkozó szakmai információtartalomban található táblázatot!

- 16,125 =
- 35,785 =
- 54,375 =

2. Gyakorolja a tolómérőkről való méretleolvasást!

a) 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
-	-	-	-	-	-

b) 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!

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

c) Mérje meg a gyakorlatvezető tanára által kiadott furatos alkatrészek furatátmérőjét, és a mérési eredményeket három mérés átlagolásával adja meg!

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

d) Mérje meg különböző alkatrészek (tengelyek, kötőelemek, síklapú alkatrészek) teljes hosszát magasságmérő tolómérővel!

e) 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 lépcsős tengelyről a mérési adatok alapján!

--

5. Készítsen mérési jegyzőkönyvet a lépcsős tengely méretellenőrzéséről! A jegyzőkönyvben rögzítse az információtartalomban megadott adatokat!

MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV

Mérés helye: iskola, mérőterem

Mérési feladat:.....

Mérés ideje:.....

Mérés száma:.....

Mérési körülmények:

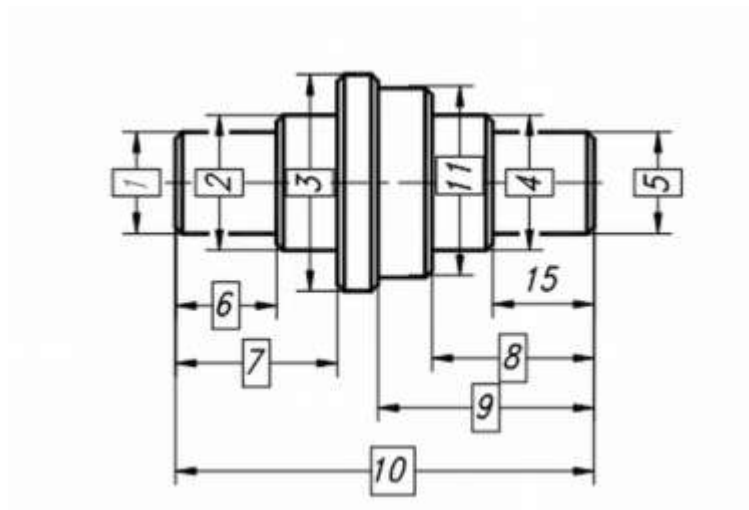
Méréshez használt eszközök, készülékek:

Sorszám	Műszer neve	Műszer típusa	Gyártási szám	Méréshatár	Mérési tartomány	Pontosság
1.	Pl. tolómérő	Műhelytolómérő	001	150 mm	1-150	0,05
2.						
3.						
4.						
5.						

Segédeszközök:(pl. rögzítők, befogók)

A mérés leírása (vázlatrajz, lépések leírása):

Például:



27. ábra Lépcsős tengely

Mérési eredmények (táblázatok, diagramok)

Munkadarab száma:

	Mérési eredmények										
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
1. mérés											
2. mérés											
3. mérés											
Átlag											

A mérés értékelése, következtetések (pl. minősítés):

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

Mérési gyakorlat mikrométerrel

7. Gyakorolja a méretleolvasást a különböző mérési célú (kengyeles, mélységmérő, furatmérő) mikrométerekről!

a) Mérje meg a gyakorlatvezető tanára által kiadott lépcsős tengely csapjainak 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
-	-	-	-	-	-

b) Mérjen furatmélységet különböző alkatrészekben mikrométerrel! A mérési eredményeket három mérés átlagolásával adja meg!

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

c) Mérje meg a gyakorlatvezető tanára által kiadott furatos alkatrészek furatátmérőjét mikrométerrel, és a mérési eredményeket három mérés átlagolásával adja meg!

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

8. 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! (21. 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 századmilliméterben!
- Állapítsa meg a mikrométer legnagyobb hibáját!

9. Készítsen a 8. mérési feladatról mérési jegyzőkönyvet! A jegyzőkönyvben rögzítse az információtartalomban megadott adatokat!

MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV

Mérés helye: iskola, mérőterem

Mérési feladat:.....

Mérés ideje:.....

Mérés száma:.....

Mérési körülmények:

Méréshez használt eszközök, készülékek:

Sorszám	Műszer neve	Műszer típusa	Gyártási szám	Méréshatár	Mérési tartomány	Pontosság
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						

Segédeszközök:(pl. rögzítők, befogók)

GEOMETRIAI MÉRÉSEK. KÜLSŐ-, ÉS BELSŐ FELÜLETEK MÉRÉSE

A mérés leírása (pl. a mérés menetének a leírása):

1.	_____
2.	_____
3.	_____
4.	_____
5.	_____

Mérési eredmények (táblázatok, diagramok)

Mikrométer száma:

Mérőhasáb mm	2,5	5,1								
Eltérés mm										

Hibadiagram

A mérés értékelése, következtetések (pl. minősítés):

A legnagyobb eltérés: _____

Mérési gyakorlat mérőórával

10. Gyakorolja a mérőóráról való méretleolvasást!

Végezzen sorozatmérést a gyakorlatvezető tanára által kiadott alkatrészeken (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!

11. Ellenőrizze síklapú alkatrészek párhuzamosságát!

- Jelölje be a mérési pontokat az alkatrész felületén!
- Állítsa be a mérőórát mérőhasábbal 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 tengelyen a mérési pontok sorszámát, a függőleges tengelyen az eltérések jelölje!

12. Készítse el a mérőóra hibadiagramját! Az ellenőrzést a következő méretű mérőhasábokkal 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 mérőhasábok felhasználásával!
- Helyezze a mérőhasábokat a mérőóra tapintócsúcsa alá, és olvassa le az eltéréseket!
- Jegyezze fel az eltéréseket egy táblázatba!
- Készítse el a mérőóra hibadiagramját! Ábrázolja a vízszintes tengelyen a méreteket mm-ben, a függőleges tengelyen az eltéréseket századmilliméterben!
- Állapítsa meg a mérőóra legnagyobb hibáját!

13. Készítsen mérési jegyzőkönyvet a 11. és a 12. mérési feladatról! A jegyzőkönyvben rögzítse az információtartalomban megadott adatokat!



14. Keressen különleges mérőórákat a gyártók, forgalmazók katalógusaiban, internetes oldalain! Figyelje meg az eltéréseket a bemutatott mérőórától!

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. feladat

Hogyan csoportosítjuk a hosszmérés mechanikai eszközeit pontosságuk alapján?

2. feladat

Mit nevezünk mértéknek?

3. feladat

Miért nevezhetjük etalonnak a mérőhasábokat?

4. feladat

Nevezze meg a 28. ábrán látható mérőeszközt! Adja meg a mérőeszköz mérési pontosságát! Olvassa le a méretet!



26. ábra

A mérőeszköz neve: _____

Leolvasási pontossága: _____

Leolvasott méret: _____

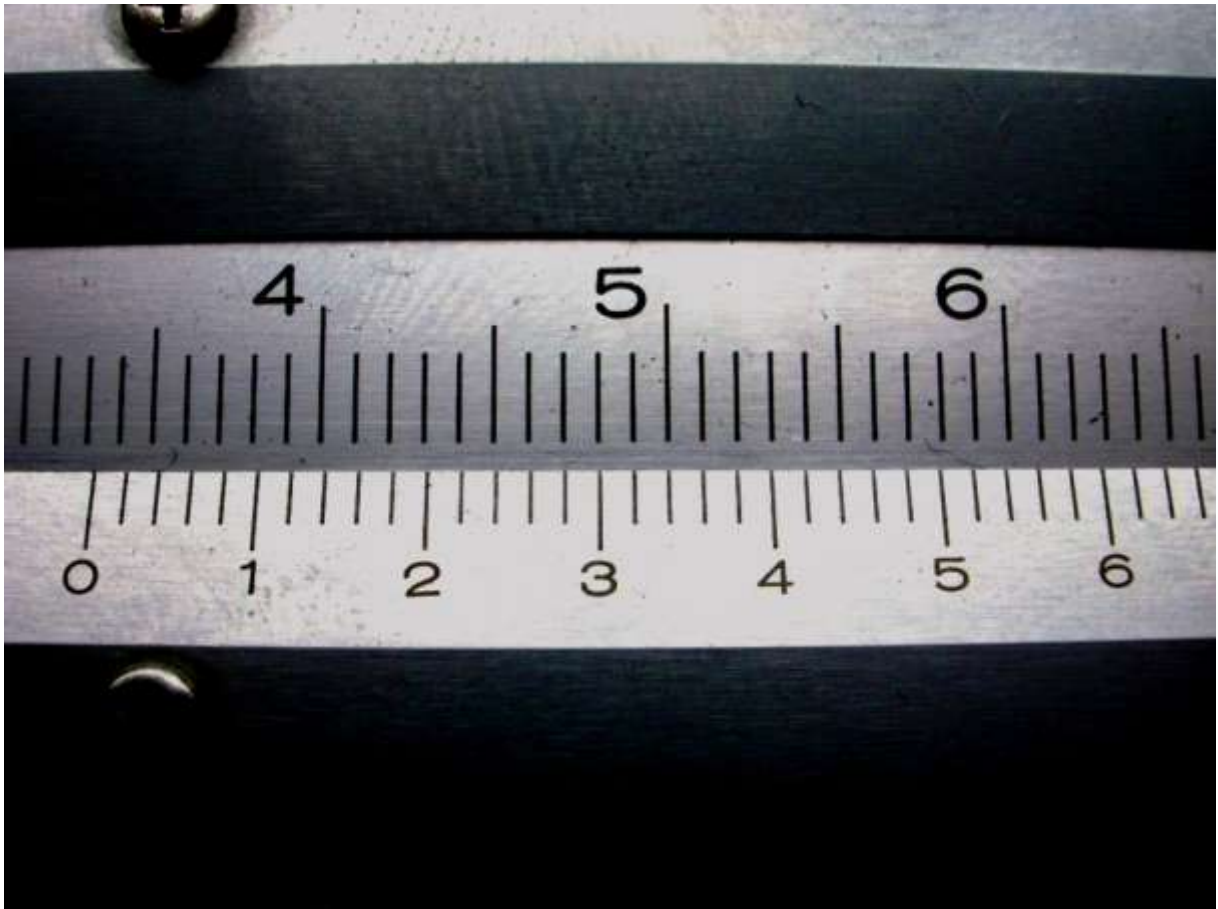
5. feladat

Nevezze meg a 29. ábrán látható mérőeszközt! Milyen leolvasási pontosságú a mérőeszköz? Olvassa le a méretet! Válaszát írja le a kijelölt helyre!

A mérőeszköz neve: _____

Leolvasási pontossága: _____

Leolvasott méret: _____



27. ábra

6. feladat

Nevezze meg a 30. 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: _____

Az alkatrész minősítése: _____

Indoklás: _____



30. ábra

7. feladat

Soroljon fel legalább három, a mérőhasábok alkalmazására vonatkozó követelményt!

8. feladat

Milyen leolvasási pontosságú tolómérőt választana a következő méret ellenőrzéséhez: 7, 85 mm!

9. feladat

Milyen típusú mikrométert használunk a zsákfuratok adatainak az ellenőrzéséhez?

10. feladat

Melyik mérőeszközt választaná a tengelyek ütészvizsgálatához?

MEGOLDÁSOK

1. feladat

egyszerű mérőeszközök: 0,01 mm-nél kisebb pontosságú mérőeszközök;

nagy pontosságú mérőeszközök: 0,01 mm-nél nagyobb pontosságú mérőeszközök.

2. feladat

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

3. feladat

Az etalonok feladta az is, hogy az értékek összehasonlításával más mérőeszközökre átvihetők legyenek. Erre a feladatra a mérőóra alkalmazható pl. mikrométerek, tolómérők kalibrálása

4. feladat

- A mérőeszköz neve: **mikrométer.**
- Leolvasási pontossága: 0,01 mm.
- Leolvasott méret: 11,77 mm.

5. feladat

- A mérőeszköz neve: **tolómérő.**
- Leolvasási pontossága: 0,02 mm.
- Leolvasott méret: 33,34 mm.

6. feladat

- 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.

7. feladat

- a hasábok felületét használat előtt meg kell tisztítani, 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 előállítani;
- a méret előállításánál a legkisebb helyi értéktől célszerű elindulni (pl. 1,005), a nagyobb hasábok kerüljenek középre, a vékonyabbak a szélre;

8. feladat

0,05 mm leolvasási pontosságú tolómérőt

9. feladat

Furatmérő mikrométert, mélységmérő mikrométert

10. feladat

mérőórát

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

Ducsay János: ALAPMÉRÉSEK. Geometriai mérések. Tankönyvmester Kiadó, Budapest, 2003.

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

Internetes oldalak:

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

http://www.meroeszkozbolt.hu/hu/Lapok/Melysegmero_merooraval_es_hiddal.aspx (2010. 02. 10.)

AJÁNLOTT IRODALOM

Ducsay János: ALAPMÉRÉSEK. Geometriai mérések. Tankönyvmester Kiadó, Budapest, 2003.

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

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

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

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
54-525-01-0000-00-00	Építő- és anyagmozgató-gépész technikus
31-521-03-0000-00-00	Építő- és szállítógép-szerelő
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
31-582-10-0000-00-00	Épületlakatos
31-582-10-0100-31-01	Épületmechanikai szerelő
31-863-01-0000-00-00	Fegyverműszerész
33-521-03-0000-00-00	Felvonószerelő
31-521-06-0000-00-00	Finommechanikai gépkarbantartó, gépbeállító
31-521-07-1000-00-00	Finommechanikai műszerész
31-521-07-0100-31-01	Mérlegműszerész
31-521-07-0100-31-02	Orvosi műszerész
52-522-09-0000-00-00	Gáz- és tüzeléstechnikai műszerész
31-521-10-1000-00-00	Géplakatos
31-521-10-0100-31-01	Gépbeállító
31-521-11-0000-00-00	Hegesztő
31-521-11-0100-31-01	Bevontelektrodás hegesztő
31-521-11-0100-31-02	Egyéb eljárás szerinti hegesztő
31-521-11-0100-31-03	Fogyóelektrodás hegesztő
31-521-11-0100-31-04	Gázhegesztő
31-521-11-0100-31-05	Hegesztő-vágó gép kezelője
31-521-11-0100-31-06	Volframelektrodás hegesztő
33-522-02-0000-00-00	Hűtő- és klímaberendezés-szerelő, karbantartó
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
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
31-861-02-0100-31-02	Mechanikus vagyónvédelmi rendszerszerelő

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:

24 óra

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