

Dzúró Zoltán

Esztergált munkadarabok méret- és  
alakpontosságának és  
felületminőségének mérése

**NSZFI**  
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI  
ÉS FELNŐTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:

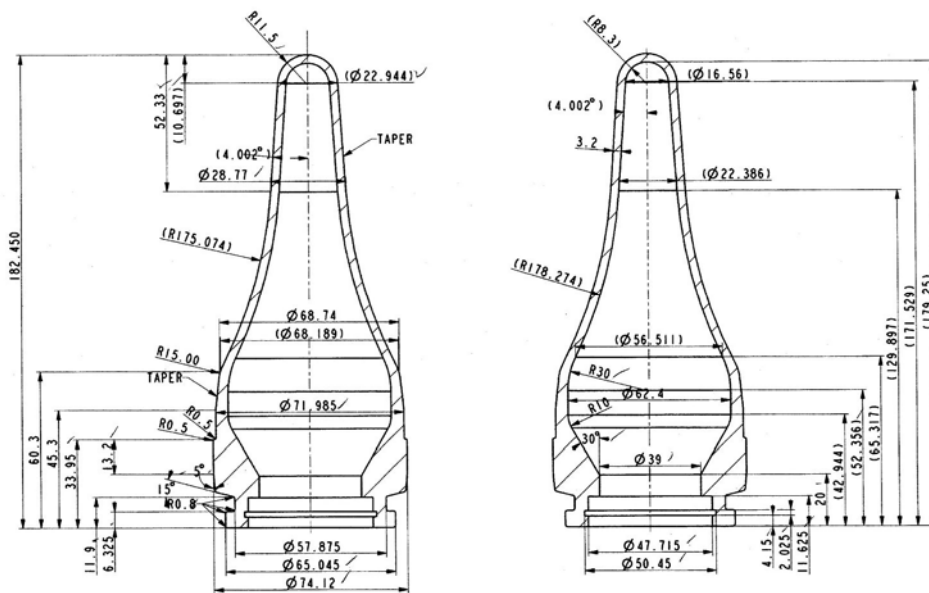
Általános gépészeti technológiai feladatok II. (forgácsoló)

A követelménymodul száma: 0227-06 A tartalomlelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-021-30

## ESZTERGÁLT MUNKADARABOK MÉRET- ÉS ALAKPONTOSSÁGÁNAK ÉS FELÜLETMINŐSÉGÉNEK MÉRÉSE

### ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

Egy forgácsoló üzemben különböző alakú és formájú alkatrészeket gyártanak kissorozatban. Az elkészült termékek a kiszállítás előtt alapos minőségellenőrzésen esnek át. A minőségellenőrök feladata, hogy ellenőrizzenek minden egyes darab méretét alakpontosságát és felületminőségét. A mért adatokból jegyzőkönyvet készítenek, amit a vevőnek is elküldenek a termékkel együtt. Esetünkben az 1. ábrán ábrázolt terméket kell kész állapotban bevizsgálni méret-, alakpontosság és felületminőség szerint. Írja le, milyen mérőeszközöket használja.



1. ábra. Egy speciális termék gyártási rajza

## SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

### A MÉRÉS FOGALMA ÉS SZEREPE A GÉPIPARBAN

A gépalkatrészek rendszerint egyszerű geometriai testekből felépített összetett idomok. A gépgyártás során, az alkatrészzrajz előírásainak megfelelően (betartva a tűréshatárokat) munkálják meg ezeket a felületeket. A műhelyrajzokon ábrázolt alkatrészek méreteit, mérettűréseit, alak- és helyzetűréseinek mérőszámait mérési művelettel állapítjuk meg. A **mérés** általában olyan **összehasonlító művelet**, amellyel megállapíthatjuk, hogy a mérendő mennyiség a vele egyenmű mértékegységben hányszor van meg. A mérendő mennyiség és a mértékegység ismeretében valamilyen mérőeszköz segítségével elvégezhető a mérési művelet. A mérés egyidős a termeléssel. A korszerű gépgyártás nem képzelhető el gondosan elkészített mérési terv nélkül. A gyártás minden fázisában szükség van mérésre és mérőeszközökre. Az korszerű NC gépeken aktív méretellenőrző berendezéseket használnak.

### A HOSSZÚSÁGMÉRÉS ESZKÖZEI ÉS MÓDSZEREI

A két pont, két vonal vagy két síkfelület közötti távolság (hosszúság, szélesség, magasság és vastagság) megállapítására szolgáló mérőeszközöket nevezzük a hossz mérés eszközeinek. A **hosszmérés** összetett tevékenység, amely során valamely hosszúság mérőszámát határozzuk meg. A hosszúság alapegysége a metrikus mértékrendszer alapján a méter, használjuk még a méterből levezethető mértékegységeket is pl. mm-t. A mérést a feladatnak megfelelő mérőműszerrel végzik. **Ellenőrzés** az a művelet, amely során megállapítjuk, hogy a műszaki előírásoknak megfelelően, a megadott tűrések betartásával készült-e el a gyártmány. A mérés pontossága a mérést végző személytől, fizikai hatásoktól és a használt eszközök pontosságától függ. A mérőműszereket rendszeres időközönként, általában negyedévente, félévente hitelesíteni kell.

**Az ellenőrző eszközök fajtái:**

- Mutató mérőeszközök
- Állandó mértékű beállítható mérőeszközök
- Mértékek, idomszerek
- Egyetemes mérőkészülékek

**A mérőműszerek szerkezeti kialakítás illetve működés szerint lehetnek:**

- Egyszerű, osztással ellátott eszközök (hosszmérők, mércék, szögmérők, tolómércék)
- Csavar elven működő, mikrométeres szerkezetű mérőeszközök
- Fogaskerekekkel, szögemelőkkel működő, különbségmérésre alkalmas mérőeszközök (mikrokátorok, mérőórák)
- Pneumatikus mérőkészülékek
- Villamos elven működő mérőkészülékek (kapacitív-, induktív, tapintók)
- Optikai mérőeszközök (optiméterek, interferométerek)
- Opti elektromos mérőeszközök



- Lézeres mérőeszközök

#### A mérőeszközökkel szemben támasztott követelmények:

- Pontosság
- Élettartam
- Könnyű kezelhetőség, gyors méréslehetőség
- Kedvező ár
- Kompatibilitás

#### A mérőeszközök metrológiai jellemzői:

- Érzékenység
- Ismétlőképesség
- Mérőeszköz pontossági osztálya
- 

#### Mérőeszközök szerkezeti jellemzői:

**Skála:** jelek (osztásjel, számok) összessége, amik a mutatóval együtt megadják a mérendő mennyiséghez tartozó leolvasott értéket.

**Mutató:** a mérőműszeren levő álló vagy mozgó elem, segítségével leolvasható a mérendő mennyiség.

**Osztásérték:** a mérendő mennyiség skálaosztásnak megfelelő értéke.

**Osztásköz:** a skála két szomszédos osztásjelének középvonala közötti távolság.

## A HŐMÉRSÉKLET BEFOLYÁSA A MÉRÉSEKRE

A **méretek ellenőrzését** a nemzetközileg elfogadott **20°C (293K) hőmérsékleten** kell végezni. A munkadarab hő hatására kitágul, hosszmérete változik, eltérő hőmérsékleten végzett ellenőrzése mérési hibához vezet, ezért a mérőhelyiségben biztosítani kell az állandó hőmérsékletet. A munkadarabok, és mérőeszközök hőmérsékletének a méretek ellenőrzése közben az előírtnak megfelelőnek kell lenni a pontos mérés miatt.

## MÉRÉSI MÓDOK

### 1. Közvetlen vagy direkt mérés

A mérés során a mért érték közvetlenül leolvasható a mérőeszköz (pl. tolómérő, mikrométer, mérővonalzó) skálájáról.

## 2. Közvetett vagy indirekt mérés

A mérőeszköztől közvetlenül nem olvashatjuk le a mért értéket, csak a mérendő érték egy beállított ideális mérettől való eltérése állapítható meg, ezért a módszerből adódóan **eltérésmérésnek** nevezzük. Egy lehetséges módszernél a mérőórát először mérőhasábok segítségével beállítjuk a névleges értékre, azután elvégezzük a mérést, ilyenkor csak a névleges mérettől való, pozitív vagy negatív eltéréseket olvashatjuk le.

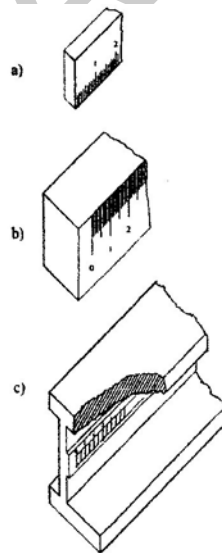
## A HOSSZÚSÁGMÉRÉS ESZKÖZEI

### 1. Mérővonalzó, mérőléc

Pontatlanabb távolságmérésekhez a legegyszerűbb mérőeszköz a mérővonalzó. Különböző mérési feladatok megoldására más-más méréshatárú és hibahatárú mérővonalzót használnak. A mérővonalzó pontossága kb. 0,5 mm, anyaguk rendszerint jó minőségű edzetlen acél, különböző hosszúságúak lehetnek (pl. 100 mm, 300 mm, 500 mm).

#### Fajtái:

- műhelyi hosszmérő
- ellenőrző hosszmérő
- összehasonlító hosszmérő



2. ábra. Hosszmérők: a) műhelyi, b) ellenőrző, c) összehasonlító<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Forrás: Dudás illés: Gépgyártás technológia I.

## 2. Mérőszalag

A gépiparban ritkábban, az építőiparban gyakran használt mérőeszköz. Pontossága a mérővonalzóhoz hasonló. Acél szalagból készülnek, különböző hosszúságúak lehetnek pl. 1 m, 3 m, 5 m, 10 m.

## 3. Mérőkörző

Méreték átvitelére (mérőeszköztől a munkadarabra) vagy méretek ellenőrzésére (összehasonlítás a mintadarabbal) szolgál. A mérőkörzőknek van fix és rugós kivitele, a rugós lehetővé teszi, hogy az ellenőrizendő méret beállítása után összenyomjuk, így könnyebben eltávolítható a belső felületekből.

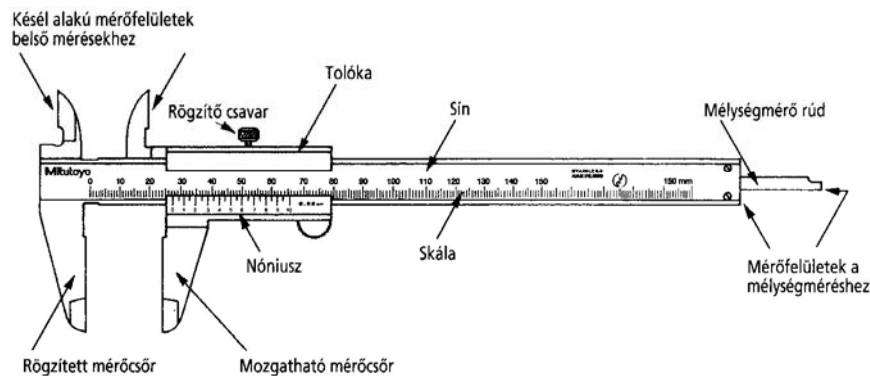


3. ábra. Külső és belső mérőkörző<sup>2</sup>

## 4. Tolómérce

A gépgyártásban leggyakrabban használt mérőeszköz. A tolómérő változtatható mértékű, mutató mérőeszköz. Egyszerű, gyors mérésre alkalmas. Többféle mérési feladat elvégezhető vele, külső- belső átmérő, külső- belső hossz méret, mélységmérések. Két párhuzamos mérőcsőre közül az egyik fix és egy darabból készül a mérce milliméter beosztású lapos szárával. A másik mérőcső tolokávé van kialakítva, amely a mérce szárán elcsúsztatható.

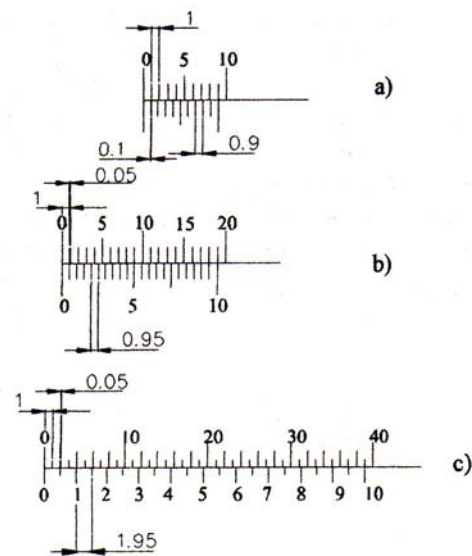
<sup>2</sup> Forrás: Adolf Frischherz – Paul Skop: Fémtechnológia 1 Alapismeretek



4. ábra. A tolómérce felépítése<sup>3</sup>

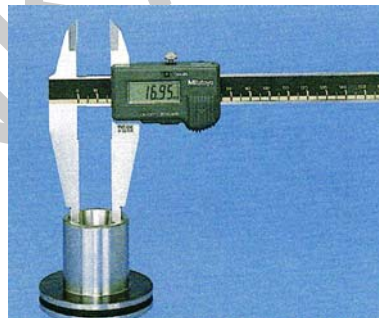
A tolómérővel végzett mérésnél a mérendő érték közvetlenül hasonlítható össze egy mérővonalzó skálájával. A kettő párhuzamos mérőlap közé fogott munkadarab méretét a tolóka jelzővonalai mutatják a szár milliméter-beosztásán. A tolóka jelzővonalai segédskálát, ún. nóniust képeznek, amely lehetővé teszi a milliméter-beosztás törtrészeinek leolvasását is. A nónius növeli a leolvasási pontosságot. A tolómérő nóniusa 0,1mm vagy 0,05mm pontosságú leolvasást tesz lehetővé. A nónius-elv a következő, ha a főskála kilenc osztásközét a tolókán (nónius beosztás) 10 részre osztjuk (5. ábra), akkor egy-egy osztásköz hossza 0,9 mm lesz. A nónius beosztás első vonalának eltérése a főskála első vonalától tehát 0,1 mm, a második a megfelelő főskála vonaltól 0,2 mm, a harmadik 0,3 mm stb. Ha tehát mérés közben a nónius beosztásnak nem a 0 vonala egyezik meg a főskála valamelyik vonalával, a méret nem kerek milliméter. A tört millimétert a nónius-skála azon vonalának száma határozza meg, amelyik éppen egybevághat a főskála valamelyik osztásával. Ezzel az elvel 0,1 mm pontosan tudunk mérni, ha a nónius-skálát 20 részre osztjuk, akkor 0,05 mm pontosságot érhetünk el.

<sup>3</sup> Forrás: Mitutoyo Mérőeszköz Katalógus 2008



5. ábra. A nóniusz elve<sup>4</sup>

A tolómércék hagyományos nóniusz rendszerű, mérőórás és digitális kivitelben készülnek, mérési tartományuk általában 100–1000 mm. Felhasználási mód szerint igen változatos kivitelben készülnek, speciális fajtái lehetnek: állandó mérőerővel mérő, puha anyagok méréséhez, előrajzoló tolómérő, belső hornyok mérésére vékony mérőcsőrökkel, hegyes tolómérő, él- és furat mérésére, külső-, belső hornyok mérésére, falvastagság mérésre, mélység-, magasság mérésre használható stb.

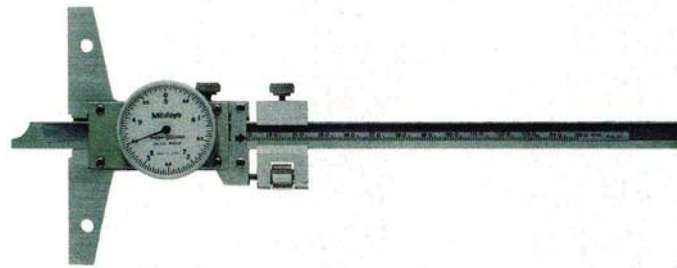


6. ábra. Belső átmérő mérése lekerekített mérőfelületű digitális tolómérővel<sup>5</sup>

<sup>4</sup> Forrás: Dudás illés: Gépgyártás technológia I.

<sup>5</sup> Forrás: Mitutoyo Mérőeszköz Katalógus 2008

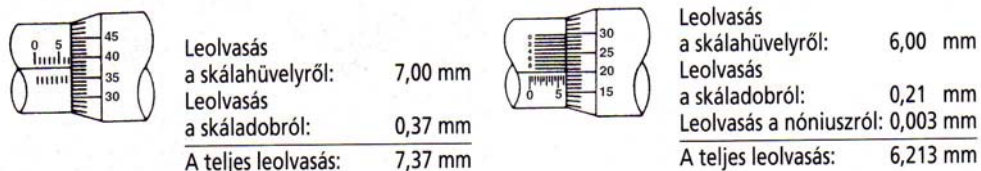




7. ábra. Mérőórás mélységmérő tolómérő<sup>6</sup>

## 5. Mikrométer

Századmilliméter pontossággal való méréshez használjuk. A tolómérőknél alkalmazott nóniuszt nem növelhetjük tovább, ezért keresni kellett olyan szerkezeti megoldást, amely pontosabb leolvasást tesz lehetővé. A mikrométerek legfontosabb mérőeleme a nagyon pontos menetemelkedésű menetes orsó (mérőorsó), amely szögelfordulást egyenes vonalú elmozdulássá alakítja át. A kengyelhez csatlakozó mérőhüvelyen hosszirányú beosztás az egész és fél millimétereket mutatja. A mérődob körosztása 50-részű, a mérőorsó menetemelkedése 0,5 mm. Ez tehát azt jelenti, hogy a mérődobon egy osztás egyenlő 0,5/50, azaz 0,01 mm-rel. A mikrométerek mérési tartománya általában 25–2000 mm, 25 mm-enként emelkedő méréshatárú lépésközökkel, pontossága 0,01 vagy 0,001 mm.



8. ábra. Mért érték leolvasása a mikrométer dobjáról<sup>7</sup>

A mikrométer külső-, belső- és mélységmérétek mérésére egyaránt alkalmas, ezeken kívül van speciális mérési feladatokra készült is. A külsőmérétek mérésére alkalmas mikrométerek részei és felépítése (9. ábra). A stabil kengyelben a merev mérőpofa (mérőülék) és egy csavarható mérőorsó van elhelyezve. A mérőpofa és a mérőorsó vége a mikrométer két mérőfelülete. A mérőorsó menete pontosan köszörült finommenet, amelynek emelkedése 0,5 mm (vagy 1 mm). A mérőorsó merev kapcsolatban van a mérődobbal.

<sup>6</sup> Forrás: Mitutoyo Mérőeszköz Katalógus 2008

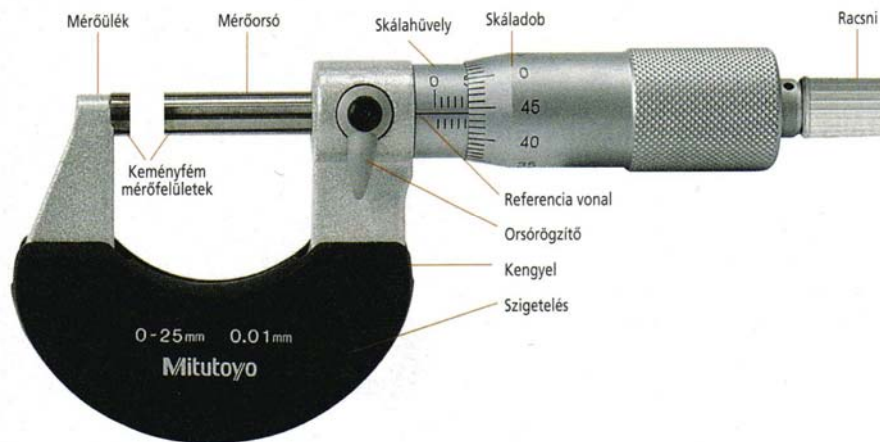
<sup>7</sup> Forrás: Mitutoyo Mérőeszköz Katalógus 2008

## LEGGYAKRABBAN HASZNÁLT MIKROMÉTER TÍPUSOK:

Mindegyik típusból kapható analóg és digitális kivitel. A digitális kivetelnél a mért érték a kijelzőről közvetlenül leolvasható.

### - Külsőméretek mérésére használt mikrométer

A mérés pontossága nagyban függ a mérőpofa és a mérőorsó felületeinek párhuzamosságától és sík voltától. Minden mérés előtt a mérődob és a vezetőhüvely skálának nullpontját idomszerrel (mérőhasáb) ellenőrizni kell.

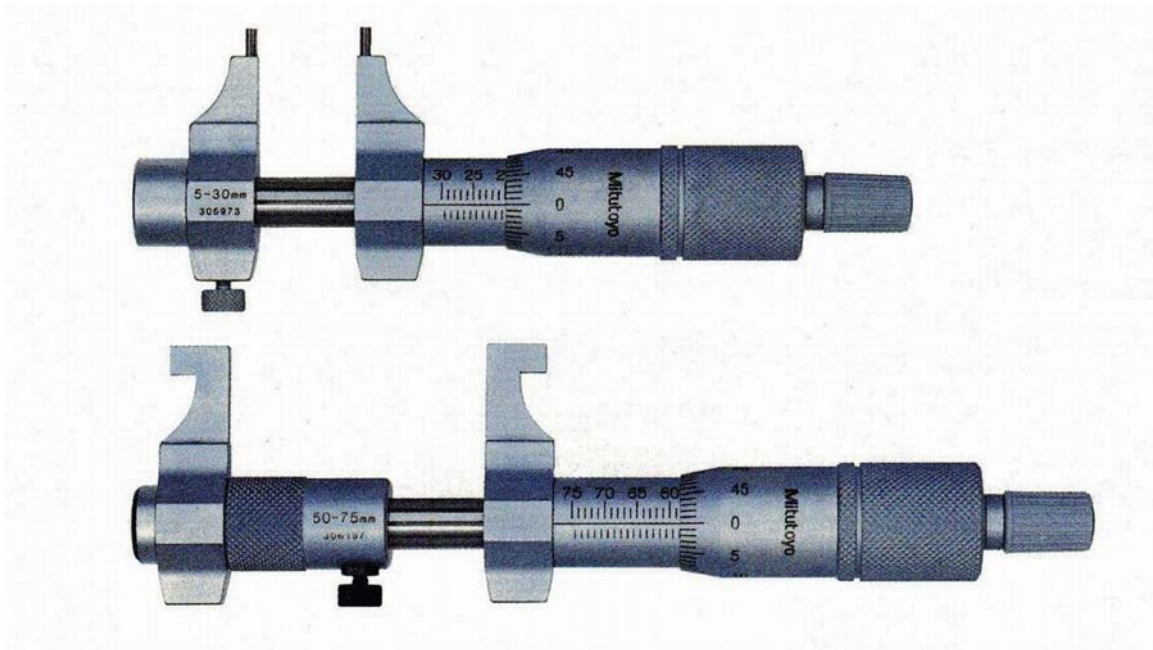


9. ábra. Analóg kengyeles mikrométer felépítése<sup>8</sup>

### - Belső méretek mérésére használt mikrométer

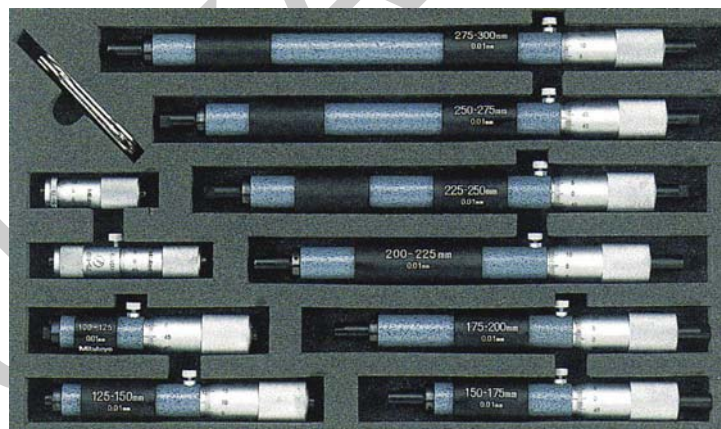
A belsőméretek mérésére alkalmas mikrométereket a mérőcsapos kialakításon kívül mérőcsőrös kivitelben is gyártják. Alkalmazhatjuk furatok, hornyok hasítékok és hasonló alakzatok mérésére. Egyik fajtája a két ponton mérő mikrométer, mérőfelülete csőrös kialakítású (10. ábra), hasonló a szerkezete a külső mikrométerekhez, 5-30, 25-50 és maximum 125-150 mm mérési határral készül.

<sup>8</sup> Forrás: Mitutoyo Mérőeszköz Katalógus 2008



10. ábra. Belső mikrométer mérőcsőrökkel<sup>9</sup>

Csőkonstrukciójú összeszerelhető és egyedülálló kivitelben (11. ábra) is készülnek belső mikrométerek. Általában készletben kerülnek forgalomba és nagy mérettartományt lehet mérni velük, 25 mm mérhető legkisebb mérettől akár 5000 mm-t is mérhetünk ilyen módon.

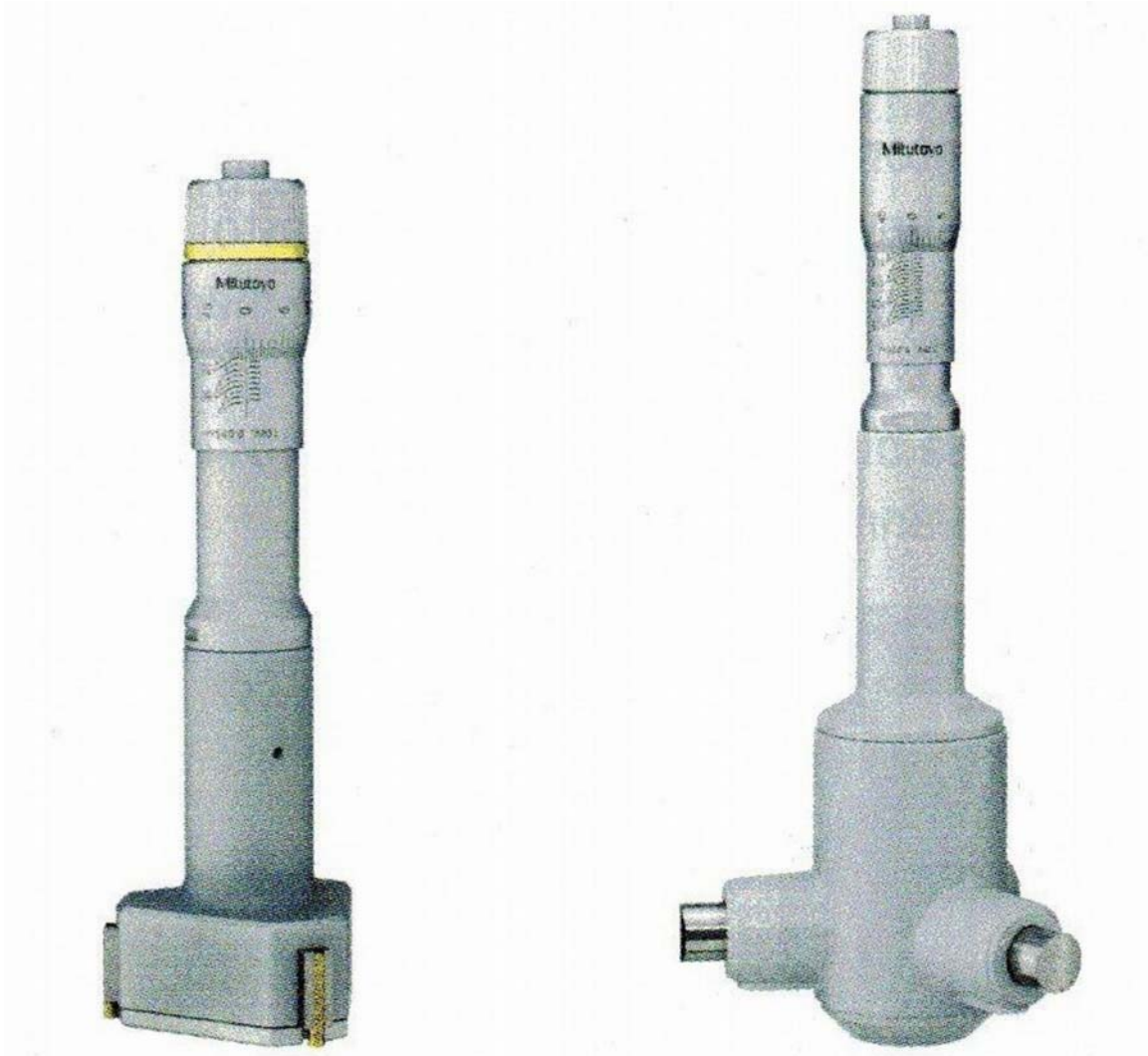


11. ábra. Belső mikrométer, könnyű kivitelű csőkonstrukció, készletben<sup>10</sup>

<sup>9</sup> Forrás: Mitutoyo Mérésszköz Katalógus 2008

<sup>10</sup> Forrás: Mitutoyo Mérésszköz Katalógus 2008

Három ponton mérő belső mikrométereket is használhatunk. Ez a rendszer megkönnyíti a kezelést és az egymástól 120°-ra elhelyezett mérőcsapok növelik a mérés pontosságát a hagyományos, két ponton mérő, belső precíziós mérőműszerrel szemben. Kilincsmű forgatása biztosítja a műszer központos elhelyezkedését a furatban. Forgalomba kerülnek egyedileg és készletben is.



12. ábra. Három ponton mérő precíziós belső mérőkészülék<sup>11</sup>

- **Mélységmérő mikrométer**

A mélységmérő mikrométerek furatok, hornyok, peremek és hasonló alakzatok mélységének rendkívül pontos mérésére szolgálnak. A méréshatár kiterjesztésére cserélhető mérőbetétek szolgálnak. Készülnek analóg és digitális kivitelben, 0 és 300 mm között mérhetünk velük, 25 mm-es lépésekben, egyedi kiserelésben és készletben is kapható.

<sup>11</sup> Forrás: Mitutoyo Mérészköz Katalógus 2008



13. ábra. Digitális mélységmérő mikrométer cserélhető mérőbetétekkel<sup>12</sup>

#### - Speciális mikrométerek

Különböző speciális mérési feladatokra különleges mikrométereket készítenek, pl. csökkentett mérőfelületű (hornyok beszúrások mérésére), hegyes mérőfelületű, prizmás ülékű, rádiuszos mérőfelületű, tányér alakú mérőfelületű, keskeny mérőfelületű, golyó betétes, cserélhető üléses, mély kengyeles, stb. kivitelük lehet analóg és digitális, a 14. ábra egy a lehetséges kivitelek közül.



14. ábra. Digitális kengyeles mikrométer különleges betétekkel<sup>13</sup>

<sup>12</sup> Forrás: Mitutoyo Mérőeszköz Katalógus 2008



## 6. Optikai hosszmérő műszerek

Az eddig tárgyalt műszermegoldásokkal a mérés pontosságát nem fokozhatjuk, a gyakorlat megkívánta mértékig. A mérési hiba további csökkentését az optikai nagyítás gyakorlati felhasználása tette lehetővé. Az optikai nagyításhoz kevesebb szerkezeti (mozgó) elemre van szükség, ezért kisebb műszerhibával, jóval nagyobb mérési és leolvasási pontosság valósítható meg, mint a mechanikai mérőműszerek pontossága. Az optika mérés technikai felhasználása új mérési elvek bevezetését tette lehetővé, mind a közvetett, mind a közvetlen mérésben.

### - Mérőmikroszkóp

A felület érintése nélkül mérhetjük a munkadarab méreteit. A mérőmikroszkóp elnevezése tágabb értelemben magába foglalja a műhelyi vagy szerszámmikroszkópokat is. Ezeknél rendszerint egy célzó mikroszkóp és szátkeresztes üveglemez segítségével, mikrométerekkel mozgatható koordináta mérőasztallal mérünk.



15. ábra. Mérőmikroszkóp<sup>14</sup>

---

<sup>13</sup> Forrás: Mitutoyo Mérőeszköz Katalógus 2008

<sup>14</sup> Forrás: Mitutoyo Mérőeszköz Katalógus 2008

A műhely mikroszkópot hossz-, szög-, és menetmérésre, derékszögű- és polárkoordináták szerinti mérésre és alak ellenőrzésre használjuk. A mikroszkóp nagyítása tárgylencse cseréjével változtatható, 10-, 15-, 30- és 50-szeres lehet.

- **Projektor**

A projektorok olyan optikai vetítő berendezések, amelyekben a mérendő munkadarab 10-, 20-, vagy 50-szeres nagyítású vetített képét hasonlítják össze az azonos nagyítású pontos rajzzal. A projektorok többféle kivitelben készülnek, van asztali és állványos projektor.



16. ábra. Asztali projektor<sup>15</sup>

A projektorokkal felhasználási területei:

1. A tárgyasztal segítségével hosszmeretet. A kép egyik oldalára a matt üvegen jelzővonalzót helyezünk el és a mérendő távolság másik élét a tárgyasztal elmozdításával a jelző vonalzó alá állítjuk. A mikrométerorsón leolvasott értékkülönbség a keresett méret.

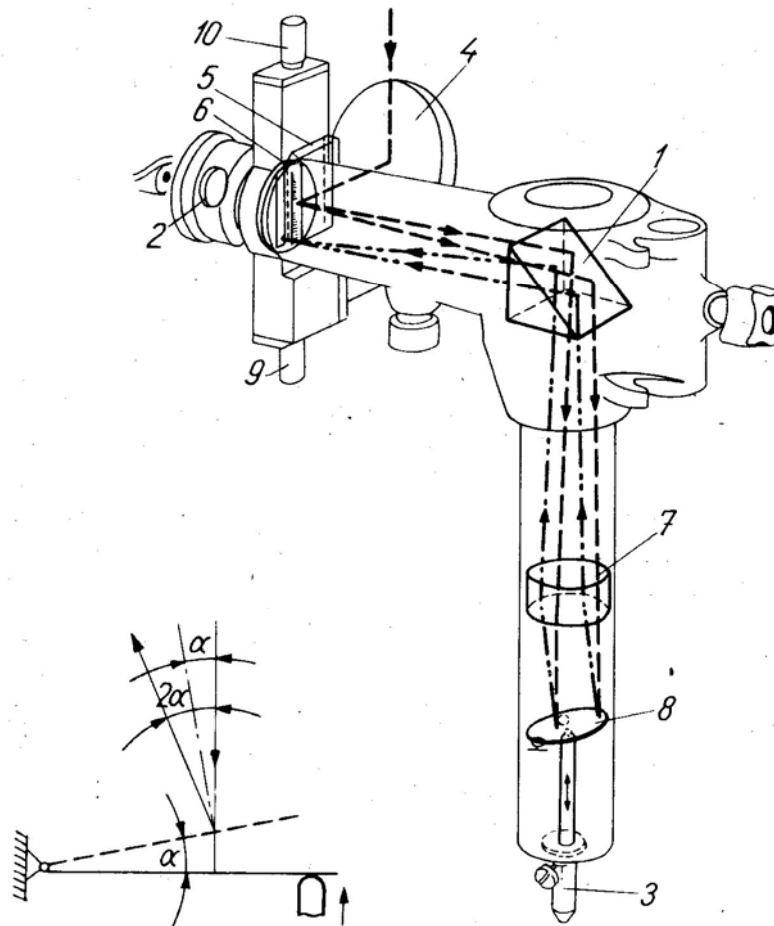
---

<sup>15</sup> Forrás: Mitutoyo Mérőeszköz Katalógus 2008

2. Alak összehasonlításnál bonyolult alkatrészek komplex ellenőrzésére használjuk. A munkadarab összes méretét egyszerre ellenőrizzük úgy, hogy az ernyőre pontosan szerkesztett pausz-rajzot helyezünk és a tárgy képét azzal közvetlenül hasonlítjuk össze. Az eltérések helye és azok nagysága közvetlenül mérhető. A pausz-rajzot a nagyításnak megfelelően 10-, 20-, vagy 50-szeres nagyítással szerkesztjük. A tárgy mérete a nagyításnak megfelelően határozható meg pl. 50-szeres nagyítással már 0,01...0.02 mm a mérési pontosság. A nagyítás függ a kívánt mérési pontosságtól, a tárgy nagyságától. A mattüveg leolvasó asztal mérete adott, a mérhető munkadarab méretét a leolvasó asztal átmérője és a nagyítás hányadosa határozza meg. Ha a nagyítás 10-szeres, akkor a pausz-rajzot kb. egy hétig, ha 20-szoros, akkor 3-4 napig, ha 50-szeres, akkor csak a rajzolás napján lehet felhasználni, mert a papír vetemedése meghamisítja a mérést.

- **Optiméter**

Az optiméter optikai nagyítású, fénymutatóval mérő finomtapintó. Méreteltérések (közvetett mérés) mérésére használjuk. Működési elve az az ismert fizikai tény, hogy ha egy fénysugarat visszaverő tükör  $\alpha$  szöggel elfordul, a visszavert sugár  $2\alpha$  szöggel tér el. Ha a méreteltérést érzékelő tapintóra tükör támaszkodik, a tükörről visszaverődő sugár eltérése a tapintó mozgásával, tehát a méreteltéréssel arányos.



17. ábra Optiméter<sup>16</sup>

#### - Optikai hosszmérőgépek

Optikai leolvasó berendezéssel ellátott mérőeszközök csoportjába tartoznak a mérőgépek. Ezek között elterjedten használják függőleges hossz-mérőgépet és az egytetemes hossz-mérőgépet. Az optikai hossz-mérőgépekkel végzett mérés pontos és egyben gyors eljárás. A mérést az ún. Abbe-féle mérőelem végzi, amely a mérőcsappal egytengelyű 100 mm hosszú mm-es beosztású üvegmérce. Az egytengelyűség biztosítja az Abbe-féle elvet, s így sem gyártási, sem beállítási eredetű elsőrendű hiba nem lép fel. Az egytetemes hossz-mérőgép mérőszobai mérésekre használatos. Különleges tartozékai külső és belső méretek ellenőrzésére is alkalmassá teszi.

#### - Fényinterferencia elven működő mérő berendezések

<sup>16</sup> Forrás: Szurma András: Gépgyártástechnológia III.

## 7. Koordináta mérőgépek

A mérés technika fejlődésével és az egyre bonyolultabb alkatrészek megjelenésével kialakultak a 3D-s koordináta mérőgépek, amikkel a nagyszorozatban gyártott bonyolult alkatrészek méréseit könnyen elvégezhetjük. Számítógéppel közvetlen kapcsolatba van, mérőprogramokkal leegyszerűsödik a mérés, és az eredmények regisztrálása. Egy bemérő fej segítségével a mérés határában belül képes a tér bármelyik pontjában mérni, külső- belső hosszmeretet, átmérőt stb.



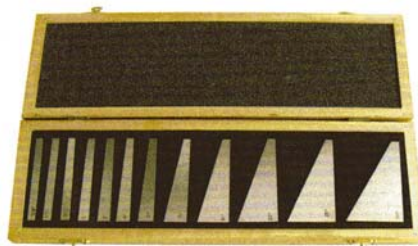
18. ábra. Koordináta mérőgép<sup>17</sup>

<sup>17</sup> Forrás: Mitutoyo Mérőeszköz Katalógus 2008

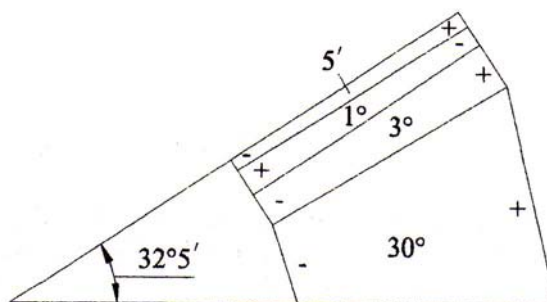


## SZÖGMÉRÉS

A gépiparban számos olyan alkatrészfelülettel, éllel találkozunk, amely a többi alkatrésszel meghatározott szöget zár be. Annak azonban, hogy a gyakorlatban kevesebbet találunk szögmérési feladattal, mint hosszúságméréssel, egyik oka, hogy a szögmérés visszavezethető részben vagy egészében egy vagy több hosszsmérésre. A szögmérőeszközök lehetnek mértékek vagy mérőműszerek. A gépipari gyakorlatban, legtöbb esetben jellegzetes szögértékekkel találkozunk, leggyakrabban derékszöggel, de sokszor előfordul  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $75^\circ$  stb. is. Ezekre a szögértékekre kialakultak megfelelően kialakított idomszerek, mércék. Egyes konkrét szögértékek beállítására és ellenőrzésére az ún. **szögmérőlapokat** használjuk. Alakjuk háromszög- és négyszögidom. A hosszsmérésnél használatos mérőhasábokhoz hasonlóan összeállított készleteket hoznak forgalomba (19. ábra). A mérőfelületek keménységével, felületi érdességével, a mérőlapok anyagával kapcsolatos követelmények megegyeznek a mérőhasábokéval. A kívánt szögértéket a választott lapkák szögeinek összeadásával, illetve kivonásával kapjuk (20. ábra).



19. ábra. Szögmérőlap készlet<sup>18</sup>

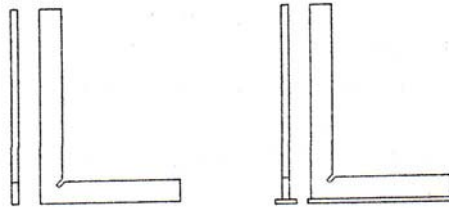


20. ábra. Szögmérőlapok összerakása<sup>19</sup>

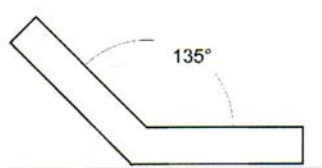
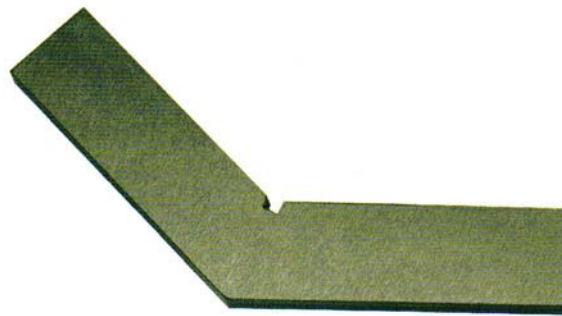
<sup>18</sup> Forrás: Messzeuge Measuring Instruments Catalogue 2008/2009

<sup>19</sup> Forrás: Dudás illés: Gépgyártás technológia I.

A **derékszög** a leggyakrabban használatos merev szögmérőeszköz. Munkadarabok ellenőrzésére, előrajzolására, szerszámgépeken készülékek, munkadarabok helyes beállításának ellenőrzésére, stb. használják. Az acél derékszögek sima és talpas kivitelben készülnek (21. ábra). A merev szögmérőeszköz a derékszögon kívül más jellemző szögértékkel is készülhet (22. ábra).



21. ábra. Acélderékszögek<sup>20</sup>

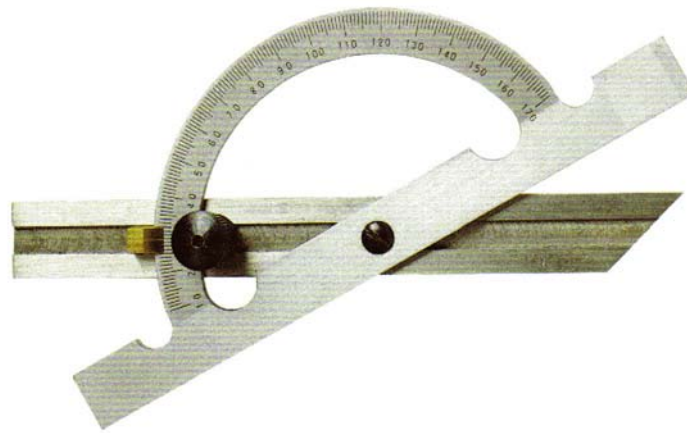


22. ábra. 135° acél merev szögmérőeszköz<sup>21</sup>

<sup>20</sup> Forrás: Dudás illés: Gépgyártás technológia I.

<sup>21</sup> Forrás: Messzeuge Measuring Instruments Catalogue 2008/2009

A **mechanikai szögmérő**  $0^{\circ}$ – $360^{\circ}$  közötti tetszőleges szög mérésére alkalmas. Egy álló és egy tengely körül elforduló mozgó szára van (23. ábra). Az álló szárhoz  $1^{\circ}$  osztásértékű körosztás kapcsolódik, amelynek középpontja egybeesik a mozgó szár forgástengelyével. A mozgó szár, amely hosszirányban eltolható és rögzíthető a szögnóniusszal van merev kapcsolatban. A szorítóelemmel a két szár bármilyen szögállásban rögzíthető. Használatkor a szárat szorosan kell illeszteni a mérendő testhez. Pontosabb leolvasást biztosít az **optikai szögmérő**. A műszert valamely szög leméréséhez ugyanúgy állítjuk be, mint az egyszerű mozgószáras, nóniuszos szögmérőt, de a szöget beépített parallax mentes üvegskálán olvassuk le kis nagyítón keresztül, áteső fényben. A leolvasás  $\pm 5'$  pontosságú.



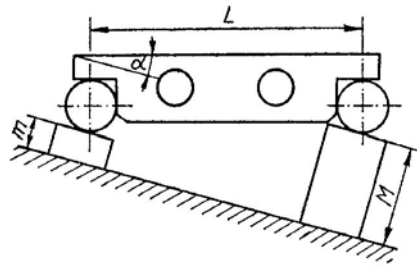
23. ábra. Mechanikai szögmérő<sup>22</sup>

Az eddig ismertetett szögmérési módszerek közvetlen összehasonlítás alapján végezhető el, van azonban egy másik módszer, amit közvetett szögmérésnek nevezünk. Az egyik legismertebb módszere a szinuszvonalzó használata, amikor mérőhasábok segítségével határozzuk meg a szögek pontos beállítását. A **szinuszvonalzó** egy vonalzóból és két hengerből áll, ezek alá helyezett mérőhasábok határozzák meg a kívánt szöget, amelynek beállítása esetén az egyik szára a mérendő síkjában, a másik szára a szinuszvonalzó síkjában van.

Az ábra alapján:

$$\sin \alpha = (M-m)/L, \quad \text{illetve } M-m=L \cdot \sin \alpha$$

<sup>22</sup> Forrás: Messzeuge Measuring Instruments Catalogue 2008/2009



24. ábra. A szinuszvonalzó<sup>23</sup>

Szerszámok és a gépek beállítására használnak még vízszintmérőket is (25. ábra).



25. ábra. Keretes és digitális szintező<sup>24</sup>

## IDOMSZEREK

Az idomszerek olyan ellenőrzésre szolgáló eszközök, melyek egy méretet vagy alakot testesítenek meg. Idomszerrel végzett ellenőrzés segítségével megállapítható, hogy egy kész munkadarab tényleges mérete vagy alakja eltér-e a névleges (előírt) mérettől vagy alaktól. Az idomszerek lehetővé teszik gyakran előforduló, egyforma méretek gyors és egyszerű ellenőrzését. Hátrányuk, hogy a mérési pontosság erősen függ az idomszer kopottságától.

Fajtái:

- Méretidomszer
- Alakidomszer

## MÉRETIDOMSZEREK

A méretidomszerek hosszméretek (belső- és külsőméretek) ellenőrzésére szolgálnak.

<sup>23</sup> Forrás: Diószegi György: Gépészeti ismeretek és adatok 1.

<sup>24</sup> Forrás: Mitutoyo Mérőeszköz Katalógus 2008

## 1. Mérőhasábok

A **mérőhasábok** a hosszmeret ellenőrzés legpontosabb mérőeszközei a gépiparban, melyeket alaplémértékként mérőműszerek ellenőrzésére, pontos méretek beállítására, mérésére és egyéb laboratóriumi és üzemi mérésekre használjuk. A **mérőhasáb** olyan hasáb alakú test, amelynek egymással szemben fekvő két párhuzamos sík felülete egy adott névleges méretet nagy pontossággal testesít meg. A két mérőfelület nem geometriai értelemben vett párhuzamos felület, mindig van valamennyi eltérés közöttük. A legkisebb és a legnagyobb mért eltérési érték függvényében mérőhasábokat pontossági osztályba sorolják, lehetnek 0., I., II., III. pontossági osztályúak. A mérőhasábok különböző darabszámú és osztályú készletekben kerülnek forgalomba, amelyekből bizonyos határok között tetszés szerinti méret összeállítható, általában három tizedes jegyű értékig. A darabszámtól függően egy-egy készlet, különböző méretemelkedésű hasábsorozatokból áll, létezik pl. 32, 47, 112 db-os stb. készlet. A mérőhasábokkal végzett méretellenőrzés történhet közvetlenül, a mérőfelület tapintásával vagy közvetve, szorítókeret alkalmazásával. A mérőhasábokat az összerakás előtt benzines vattával le kell mosni és a felületre tapadt port vagy egyéb szennyeződést el kell távolítani. A mérőhasábokat óvni kell a test melegétől és a verejtéktől, célszerű vékony szövetkesztyűt használni a mérés során. Használat után a hasábokat ismét meg kell tisztítani, majd finoman bezsírozni a készlet tartódobozába helyezés előtt.





26. ábra. Kerámia mérőhasáb készlet<sup>25</sup>

A mérőhasábok tükrösített mérőfelülettel ( $R_a 0,025 \mu\text{m}$ ) rendelkeznek, hézagmentesen tapadnak össze. A kívánt méretet több hasáb összetapasztásával kapjuk, az összeillesztést a kisebb méretektől kezdjük, ügyeljünk arra, hogy a lehető legkevesebb mérőhasábból álljon.



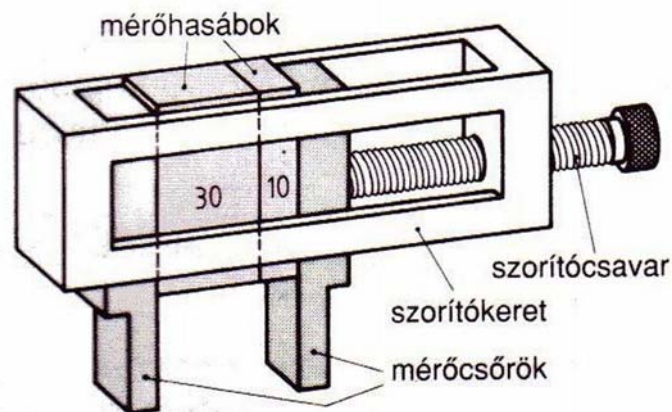
27. ábra. Mérőhasábok tapasztása és a méret összeállítása<sup>26</sup>

A tapasztást úgy végezzük, hogy a tiszta tükrös felületeket keresztbe tesszük egymáson és enyhe nyomással a helyére csúsztatjuk. A mérőhasábok anyaga jól edzhető, tükrösíthető, finomszemcsés, kopásnak ellenálló, egyenletes hőtágulási-együtthatójú acél, de készülnek keménységéből, kerámiából vagy üvegből is. A mérőfelületek keménysége legalább 62 HRC.

<sup>25</sup> Forrás: Mitutoyo Mérőeszköz Katalógus 2008

<sup>26</sup> Forrás: Diószegi György: Gépészeti ismeretek és adatok 1.

**A mérőhasábok tartozékai:** szorítókeret, irdalótalp, mérőcsőrök és mérőcsúcsok (28. ábra). Segítségükkel a mérőhasábok felhasználási területe jelentős mértékben növelhető. A szorítókeret mérőhasábok és mérőcsőrök összefogására alkalmas. A mérőcsőrök külső- és belső méretek, sík-párhuzamosság, a mérőcsúcsok menetemelkedés és magasság mérésére, irdalásra, stb. használhatók. Az irdalótalp szorítókeret, mérőhasábok és mérőcsúcsok segítségével magasságok jelölésére és magasságmérésre szolgál.



28. ábra. Mérőhasábsor szorítókeretbe fogva<sup>27</sup>

## 2. Hézagmérő

Különböző vastagságú acéllapokból áll, melyek vastagsága 0,05 mm és 2 mm közötti. A rugókeménységűre edzett lapokat egyenként vagy készletbe fogva alkalmazzák. Csapágyak szelepek stb. hézagainak ellenőrzésére szolgálnak.

## 3. Lemez vagy huzalidomszer

Lemezok vagy huzalok vastagságának, a fúvókák átmérőjének ellenőrzésére szolgálnak.

## 4. Hengeres idomszer

A hengeres idomszernél a megtestesített méret a henger átmérője. A mérőhuzalokat menetek ellenőrzésekor használjuk. A mérőcsapok és dugós idomszerek furatok ellenőrzésére szolgálnak. Ezekkel az idomszerekkel nemcsak a furat mérete, hanem, az idomszer elforgatásával alakhűsége is ellenőrizhető.

<sup>27</sup> Forrás: Adolf Frischherz – Paul Skop: Fémtechnológia 1 Alapismeretek

## 5. Kúpidomszer

A kúpidomszerek szerszámok, orsók stb. külső és belső kúpjainak ellenőrzésére szolgálnak. Létezik metrikus kúpidomszer, Morse kúpidomszer, fúrófejek kúpjának ellenőrzésére szolgáló idomszer, ISO kúpidomszer stb.

## 6. Határidomszer

A határidomszerek két mérőoldallal rendelkeznek, melyek közül az egyik a "jó oldal" a másik a "selejtoldal", és a határméretük ellenőrzésére szolgálnak. A selejtoldalt megkülönböztetésül vörös színnel jelölik. Az ellenőrzés során az idomszer jóoldalának az önsúlya hatására, bele kell csúsznia a furatba vagy rá kell csúsznia a tengelyre. A selejtoldali ellenőrzést óvatosan, érzéssel kell végezni, nem szabad az idomszert erőszakkal rátolni a munkadarabra.

- Dugós határidomszer

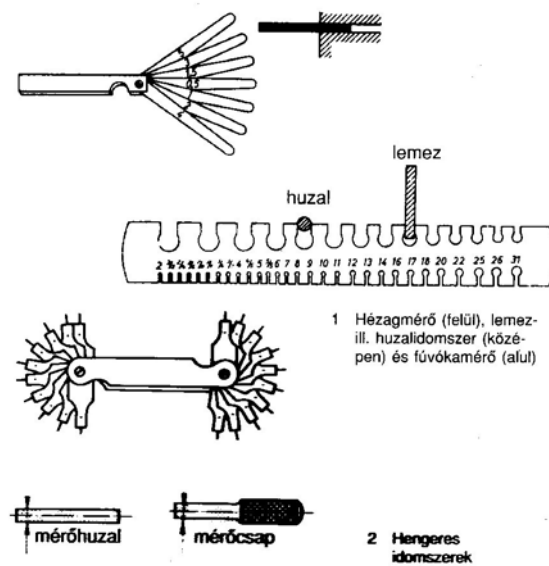
Belső méretek ellenőrzésére szolgál, selejtoldali átmérője ezért nagyobb, mint a jóoldali átmérő. A furat mérete megfelelő, ha a jóoldali dugó a furatba betolható, a selejtoldali viszont nem. A selejtoldali idomtest hossza a jóoldalnak csak 2/3 része.

- Villás határidomszer

Külső méretek ellenőrzésére szolgál, jóoldali átmérője a nagyobb.

## ALAKIDOMSZEREK

Az alakidomszerek munkadarabok előírt alakjának ellenőrzésére szolgálnak. Az alakidomszerek szög, lejtő, körsugár vagy ívidomszerek lehetnek, de alakidomszer még például a szerszámok (pl. fúró, esztergakés) ékszögeinek ellenőrzésére szolgáló köszörülési idomszer. Az alakidomszerekkel végzett ellenőrzés a fényrés módszer segítségével történik.



29. ábra. Különféle idomszerek<sup>28</sup>

## MUTATÓS MÉRŐMŰSZEREK

- Mérőóra
- Karos mérőóra,
- Finom beállítású mérőóra

### A mutatós mérőműszerek használhatók

- Munkadarabok felületi, sík alakjának és párhuzamosságának a felület letapogatásával és az eltérések kimutatásával végzett ellenőrzésére
- Tengelyek, tárcsák stb. körkörösségének ellenőrzésére
- Munkadarabok méreteinek összehasonlítással végzett ellenőrzésére

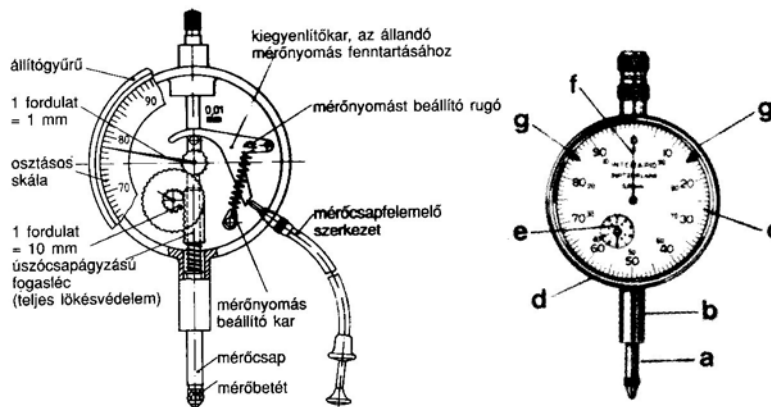
### Indikátoróra

Az indikátorórával végzett méréseknél a mérőóra csapja tapogatja le a munkadarab felületét és ezáltal annak méreteltérései, egyenetlenségei és körkörössége ellenőrizhető illetve kimutatható.

### Mérőóra szerkezete, felépítése

<sup>28</sup> Forrás: Adolf Frischherz – Paul Skop: Fémtechnológia 1 Alapismeretek

A mérés során a mérőcsap elmozdulását egy fogaskerék–fogasléc kapcsolat alakítja át a mutató forgó mozgásává, miközben az elmozdulás az áttételek miatt megnő és a mérőóra számlapján leolvasható lesz. A nagy mutató egy osztása 1/100 mm, a kis mutató egy osztása 1 mm elmozdulásnak felel meg. A számlap forgatható és ezáltal a nulla állás a mutató bármely helyzetében beállítható. A mérőórák befogószárát a legtöbb mérőóránál  $\varnothing 8,6$  mm-re köszörülik.



30. ábra. Mérőóra felépítése<sup>29</sup>

## GÉPIPARI MÉRÉSEKNÉL A MÉRETELLENŐRZÉSEKEN KÍVÜL A KÖVETKEZŐ ADATOKAT TUDJUK MÉRNI

### 1. Alaktűrések

- Egyenesség
- Köralak
- Hengeresség

### 2. Helyzettűrések

- Párhuzamosság
- Merőlegesség
- Hajlásszög
- Egytengelyűség
- Szimmetria
- Tengelyhelyzet

### 3. Összegezett alak- és helyzettűrések

- Radiális ütés, homlokütés, adott irányú ütés
- Teljes radiális ütés, teljes homlokütés

<sup>29</sup> Forrás: Adolf Frischherz – Paul Skop: Fémtechnológia 1 Alapismeretek



- Adott profil alakja
- Adott felület alakja

## ALAKPONTOSSÁG MÉRÉSE

Sík munkadarab egyenességének és a felület egyenletességének ellenőrzése acélderékszöggel, vonalzóval vagy hajszálszögvonalzóval a fényrész módszer segítségével történik. A munkadarabot a ráhelyezett vonalzóval együtt szemmagasságban a fény felé fordítjuk, és ha a fény áthatol a két felület között, az a felület egyenetlenségeire utal. A kiértékeléskor figyelembe kell venni, hogy a hiba, a fény kápráztató hatása miatt mindig nagyobbak tűnik, mint a valóságban. A hajszálszögvonalzót olyan síkfelületek ellenőrzésére használják, amelyeknél a felület egyenetlensége különösen fontos. Kopásálló, edzett és feszültségmentesített acélból készül, mérési felületük ék alakú, éles és pontosan tükrösített. Keresztmetszetüket úgy alakítják ki, hogy az alakváltozással szemben nagy ellenállóképességgel rendelkezzen. A műhelyvonalzók, egyengetőgerendák és egyengetővonalzók pontosan simított, sík, lapos felülettel rendelkeznek, melyet vagy síkfelületűre csiszolnak vagy köszörülnek és tükrösítenek. Nagyobb felületek egyenletességének, sík voltának ellenőrzésére használják. A méretek ellenőrzése során a munkadarab és szerszámok felfekvéseként egyengetőlapok és előrajzolólemezek szolgálnak. A lapokat és lemezeket, sokféle alakkal és mérettel, különleges öntöttvasból vagy gránitból gyártják. **Köralak és hengeresség mérése** történhet háromponton mérő mikrométerrel, mérőórával, összehasonlító módszerrel, projektor segítségével, műhely mikroszkóppal, koordináta mérőgéppel és speciális köralak mérő berendezéssel.



31. ábra. Kompakt asztali köralak mérő készülék<sup>30</sup>

<sup>30</sup> Forrás: Mitutoyo Mérőeszköz Katalógus 2008

## A MÉRŐESZKÖZÖK KIVÁLASZTÁSÁNAK SZEMPONTJAI

A mérési (ellenőrzési feladat csak akkor végezhető el jól, ha a mérési módszert, a mérőeszközt és a körülményeket az adott feladatnak megfelelően határozzuk meg. A megbízható méréshez alapvető fontosságú a megfelelő mérőeszköz kiválasztása.

### A kiválasztás szempontjai:

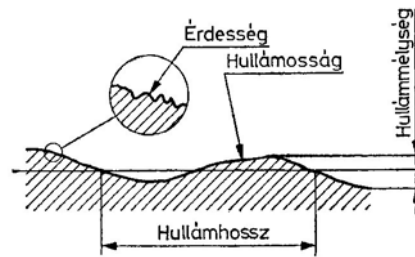
- A mérőeszközök kialakítása olyan legyen, amely alkalmassá teszi a mérendő felületek mérését
- A méréstartomány a mérendő méretnek feleljen meg
- A műszer érzékenysége egy nagyságrenddel nagyobb legyen a meghatározandó méret megkívánt leolvasási pontosságától

### A kiválasztást befolyásolja, hogy milyen a gyártás tömegszerűsége az adott termékből:

- Egyedi
- Sorozat
- Tömeggyártás

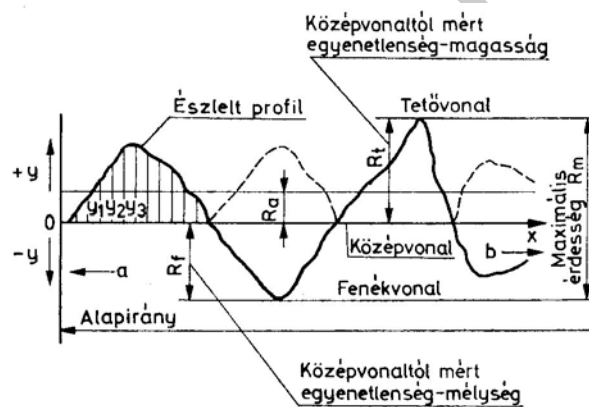
## FELÜLETMINŐSÉG MÉRÉSE

A forgácsolt felület minőségét a felületi érdességgel (geometriai minőség) és a felületi réteg állapotával (anyag szerkezetű minőség) szokásos jellemezni. A **felületi érdességet** a mikro egyenetlenségek magassága és alakja határozza meg. A **felületi réteg anyagának állapota** pedig mikrostruktúrával, a felületi felkeményedéssel, a maradandó feszültségek nagyságával jellemezhető. A munkadarabok felületei a leggondosabb és legfinomabb megmunkálás esetén sem tökéletesen simák. Ha a megmunkált felületet nagyításban szemléljük, megállapítható, hogy azon olyan egyenetlenségek vannak, amelyeket közönséges hossz mérő eszközeinkkel kimutatni nem lehet, mert a mérőeszközök mérőfelületéhez képest igen kicsinyek. A szabálytalanságokat négy csoportba sorolhatjuk. **Alakhiba** a munkadarab valóságos felületének eltérése a mértani felülettől, ha az annak egészére vagy nagy részére vonatkozik, pl. kúposág, ovalitás, horpadás stb. **Hullámosság** a felület nagytérközű ismétlődő felületi egyenetlensége, amelynek a hullámmélysége a hullámhosszhoz képest kicsi. **Érdesség** a hullámossághoz viszonyítva kis területen észlelt, ismétlődő felületi egyenetlenség, észlelése mikrogeometria fogalomkörébe tartozik, és mikrogeometriai műszerekkel vizsgálják. Valamely forgácsolt felület érdessége az előtolástól, a szerszám elhelyezkedésétől, a megmunkáló szerszám életétől stb. függ.



32. ábra. A felületminőség jellemzői<sup>31</sup>

Mikroérdesség a valóságos felület határretegének fizikai és kémiai behatások következtében létrejött mikroegyenetlensége. Ezen eltérés megfigyeléséhez már elektromikroszkópra van szükség. A felületminőség kihat az alkatrészek illeszkedésére, üzemi viszonyaikra, az alkatrészek élettartamára, ezért a felületminőséget számszerűen elő kell írni, és az elkészült munkadarabon ellenőrizni is kell.



33. ábra. Az érdesség profilgörbéje<sup>32</sup>

## AZ ÉRDESSÉG MÉRÉSE

A felületi érdesség mérésére igen sok féle készülék létezik. Mérési mód alapján az összes készüléket két nagy csoportra oszthatjuk: tapintással és tapintás nélkül működőkre. A gépek és a szerkezetek működésében az alkatrészek felületi minősége kihat a súrlódó felületek kopásviszonyaira, az illeszkedések minőségére, az egyes elemek szilárdsági jellemzőire, a korrózióállóságra stb.

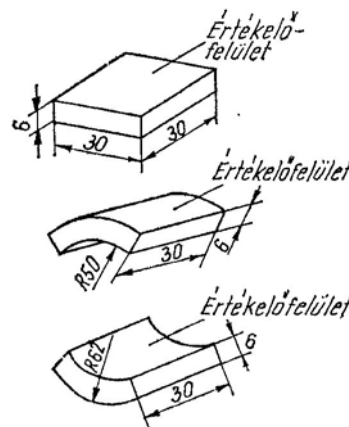
### A felületi érdesség mérésének módszerei

- Tapintással

<sup>31</sup> Forrás: Diószegi György: Gépészeti ismeretek és adatok 1.

<sup>32</sup> Forrás: Diószegi György: Gépészeti ismeretek és adatok 1.

Tapintással már  $0,5 \mu$  nagyságrendű érdességet is észlelni tudunk. Ezzel az eljárással csupán azt állapítjuk meg, hogy érdes-e a felület. Konkrétabb eredményt ad a vizsgálat, ha ismert érdességű etalonnal összehasonlítást végzünk. A felületi érdesség mérésére a gyakorlatban legkönnyebben alkalmazhatók a felületi **érdesség etalonok**. Az etalonok kb.  $30 \times 30 \times 6$  mm-es sík, domború vagy homorú és értékelő felülettel kialakított acélból, ritkábban öntöttvasból készült lapok.



34. ábra. Érdesség etalonok<sup>33</sup>

Az értékelő felületet lehetőleg azzal az eljárással kell megmunkálni, amilyen eljárással készített felületet kívánunk vele összehasonlítani. Ez okból legalább négyféle készletet (esztergáláshoz, maráshoz, síkfelületekhez és hengeres felületekhez) készítenek. Az etalonokból sorozatokat szokás összeállítani, ezek gondos megóvás és könnyebb kezelés érdekében bélelt dobozban tárolandók.

- **Szabadszemmel**

Az észlelhető legkisebb érdesség nagysága a szem felbontóképességétől függ. Egyenletesen megvilágított felületen az éleslátás távolságában  $70-80 \mu$  érdesség megfigyelhető. Szemmel végzett felületvizsgálatkor a felületet lehetőleg merőleges irányban vizsgáljuk. Így felismerhetjük a felületszerkezet jellegét, amely lapszerű vagy barázdászerű lehet. A felületet a mélységbeli kiterjedés értékelése nélkül, csupán síkbeli alakulása szerint tudjuk elbírálni.

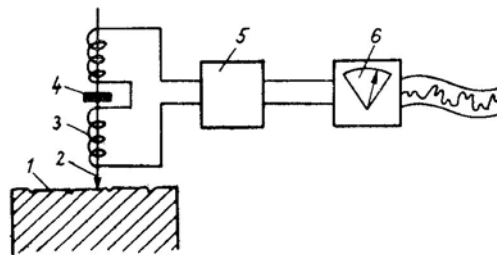
- **Nagyítóval és mikroszkóppal**

<sup>33</sup> Forrás: Diószegi György: Gépészeti ismeretek és adatok 1.

Kézi nagyítókkal 10–20-szoros nagyítást tudunk elérni, mikroszkóppal 50–100-szoros nagyítás is elérhető. Hátrányuk a kis mélységélesség, ezen kívül a nagyítás növekedésével a látómező átmérője csökken, ezzel együtt az áttekintés is. Összehasonlító mikroszkópot használunk, ahol a vizsgált és az összehasonlító felületet egyenlő nagyítással és megvilágítással látjuk.

– Tapintó rendszerű műszerekkel

Tapintó műszerek működésének lényege abban áll, hogy a mérendő felületen (gyémánt vagy acél) tű halad át. A tű függőleges kilengése a mikroegyenetlenséget jelzi. A kilengés értékét villamos, pneumatikus vagy mechanikus úton felnagyítják, és a leolvasóberendezéssel értékelik. A tapintó műszereket a felületi érdességnek mennyiségi értékelését végző profilométerekre és az ellenőrzendő felületről profilogramot készítő profilográfokra oszthatjuk. A két célt egyszerre megvalósító kombinált műszerek is vannak, amelyek a profilométer és profilográf funkcióját egyesítik. A felület mikrogeometriájáról pontosabb képet kapunk, ha az ún. metszettapintó eljárások valamelyikét használjuk.



35. ábra. Villamos-induktív felületmetszet tapintó műszer elvi vázlat<sup>34</sup>



36. ábra. Hordozható felületi érdesség mérő műszer<sup>35</sup>

<sup>34</sup> Forrás: Diószegi György: Gépészeti ismeretek és adatok 1.

– Tapintás nélküli (optikai rendszerű) műszerekkel

A tapintás nélküli (optikai) műszereket a fényvetszés és az interferencia elvén működő műszerekre oszthatjuk. A fényvetszés elvén működő műszernél vetítómikroszkópot használunk, amelynél egy rendkívül keskeny fénynyalábot egy lépcsős felületre vetítünk. Egy másik módszernél kettős mikroszkópot alkalmazunk, amely két fő részből áll. Az egyik a vizsgálandó felületre vetíti a fényt, a másik pedig a megfigyelő mikroszkóp, amely méri a felület profilját. Mindkét mikroszkóp tengelye 45°-os szöget zár be a vizsgált felülettel és a két mikroszkóp tengelyének metszéspontja egybeesik az objektívek tárgypontjával. Használhatunk még interferencia mikroszkópot is az érdesség mérésére.

### Összefoglalás

Esztergált munkadarabok méret- és alakpontosságának és felületminőségének mérése a modern gépgyártásban nagyon fontos feladat. Az alkatrészeknek csereszabatosnak kell lenni, hogy a tömeggyártás gördülékenyen menjen a lehető legkisebb anyagi ráfordítással. A forgácsolással foglalkozó cégeknek a minőségi előírások pontos betartásához a legmodernebb mérőműszereket és mérőberendezéseket kell alkalmazni. A megkívánt feladat méréséhez mindig a legmegfelelőbb műszert kell választani. A pénzügyi források figyelembevételével, általában több gyártó termékei közül választhatunk ügyelve a nekünk megkívánt paraméterek teljesülésére. A leggyakrabban tolómérő, mikrométer különféle idomszerek, mérő projektor, és legújabban koordináta mérőgép alkalmazásával találkozunk a hosszmeréseknél.

### Összefoglalásként válasz a felvetett esetre

Az összetett alakú bonyolult alkatrészek ellenőrzéséhez többfajta mérőműszer alkalmazása szükséges. A külső felületeket mérhetjük tolómércével, külső mikrométerrel különböző méréshatárral és mérőcsőrrel, felmérő berendezéssel a jelölhetjük be a mérés helyét, a belső méretek ellenőrzéséhez használhatunk tolómérőt, furat mikrométert, mélységmérő mikrométert, speciális mérőcsőrös mikrométert a horony méréséhez, alkalmazhatunk még különféle külső és belső alakidomszereket. A belső alakot és méreteket legpontosabban projektoron mérhetjük, úgy hogy feláldozva egy elkészült darabot kettévágunk a hossz tengelye mentén. A felületi érdességet legegyszerűbben hordozható érdesség mérő berendezéssel, az alakpontosságot mérőóra és hozzátartozó mérőállvány segítségével mérhetjük, de használhatunk speciális köralakmérő berendezést is.



## TANULÁSIRÁNYÍTÓ

1. A tananyag könnyebb elsajátítása érdekében a képző intézet szervezésében látogassanak meg egy forgácsolással foglalkozó üzemet és vizsgálódjanak az ott alkalmazott mérési módszerek után. Lehetőség szerint a külső, belső felületek és alakpontosság mérésére a felületi érdesség ellenőrzésére is keressenek megoldást. Az üzemben alkalmazott mérési módokról készítsen írásban egy rövid összefoglalást.

2. Az internet segítségével látogasson el olyan honlapokra (pl. [www.mitutoyo.hu/katalogus](http://www.mitutoyo.hu/katalogus)), ahol gépipari mérésekre használt mérőműszereket és mérőberendezéseket mutatnak be. A megismert lehetőségekről és újdonságokról készítsen írásban egy rövid összefoglalást.

## ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

### 1. feladat

Írja le a mérés fogalmát!

MUNKANYAG

---

---

---

---

---

---

---

---

### 2. feladat

Ismertesse a mérési módokat!

MUNKANYAG

---

---

---

---

---

---

---

---

---

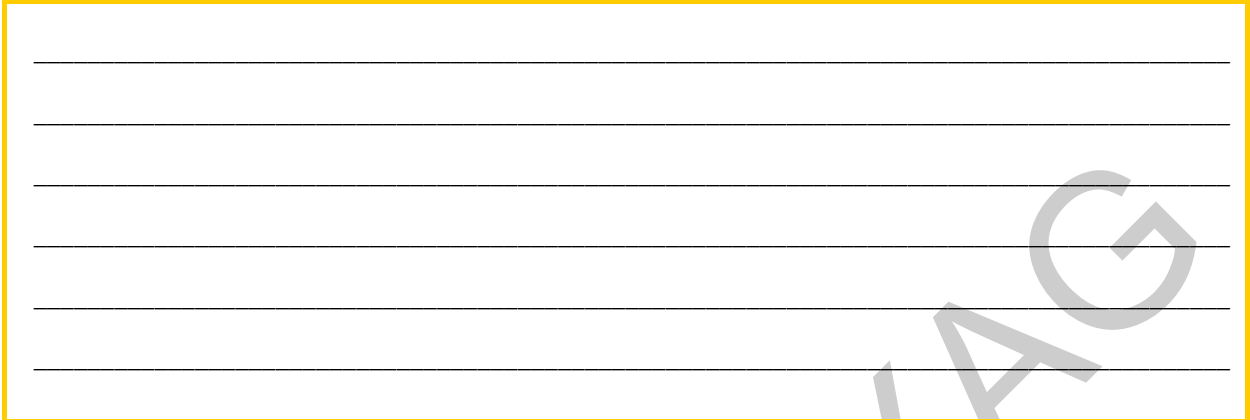
---

---

---

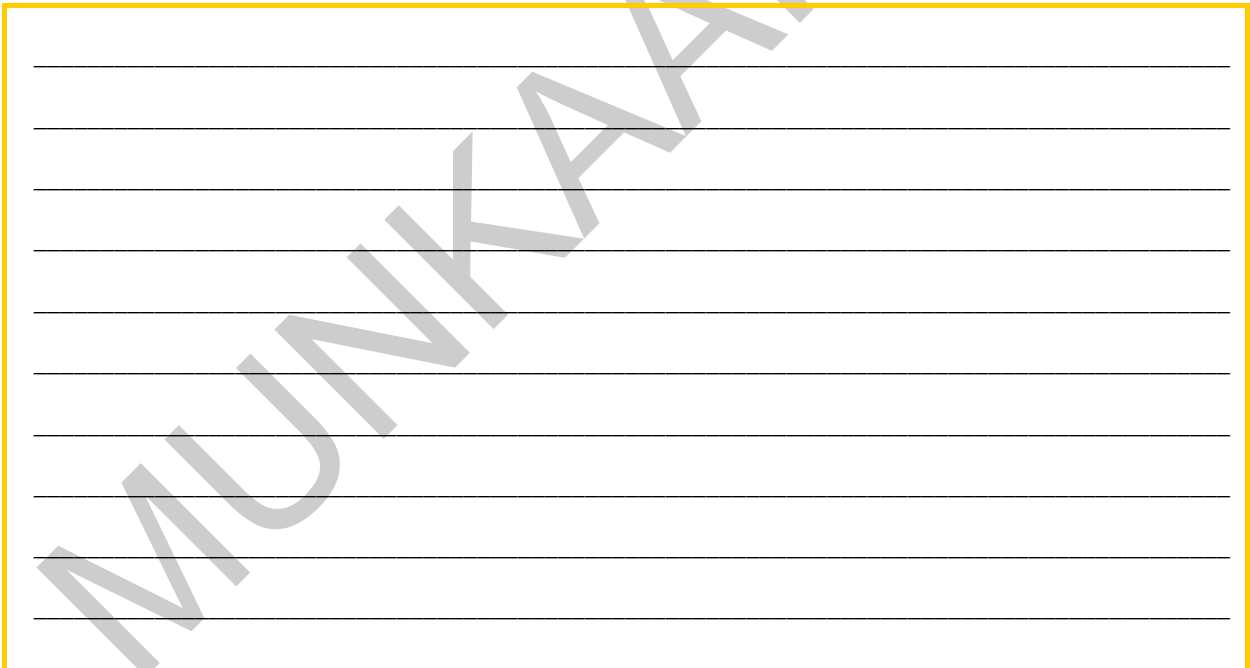
**3. feladat**

Sorolja fel hosszúságmérés eszközeit!



**4. feladat**

Ismertesse a nóniusz elvet!



**5. feladat**

Sorolja fel a leggyakrabban használt mikrométer típusokat!

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**6. feladat**

Sorolja fel az optikai hossz mérő műszerek fajtáit!

---

---

---

---

**7. feladat**

Sorolja fel a szögmérő eszközök fajtáit!

---

---

---

---

**8. feladat**

Írja le az idomszerekről a legfontosabb információkat!

**ESZTERGÁLT MUNKADARABOK MÉRET- ÉS ALAKPONTOSSÁGÁNAK ÉS FELÜLETMINŐSÉGÉNEK MÉRÉSE**

---

---

---

---

---

---

---

---

**9. feladat**

Sorolja fel a méretidomszerek fajtáit!

---

---

---

---

---

---

---

---

**10. feladat**

Milyen ellenőrzésekre használhatjuk a mutatós mérőműszereket?

---

---

---

---

---

---

---

---

**11. feladat**

Gépipari méréseknél a méretellenőrzéseken kívül milyen adatokat tudunk mérni?



MUNKANYAG

**12. feladat**

Milyen műszereket használhatunk a köralak és hengeresség mérésére?



MUNKANYAG

**13. feladat**

Írja le a mérőműszerek kiválasztásának szempontjait!



ESZTERGÁLT MUNKADARABOK MÉRET- ÉS ALAKPONTOSSÁGÁNAK ÉS FELÜLETMINŐSÉGÉNEK  
MÉRÉSE

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**14. feladat**

Sorolja fel a felületi érdesség mérésének módszereit!

---

---

---

---

---

---

---

---

## MEGOLDÁSOK

### 1. feladat

A mérés általában olyan összehasonlító művelet, amellyel megállapíthatjuk, hogy a mérendő mennyiség a vele egyenmű mértékegységben hányszor van meg. A mérendő mennyiség és a mértékegység ismeretében valamilyen mérőeszköz segítségével elvégezhető a mérési művelet.

### 2. feladat

Közvetlen vagy direkt mérés:

A mérés során a mért érték közvetlenül leolvasható a mérőeszköz (pl. tolómérő, mikrométer, mérővonalzó) skálájáról.

Közvetett vagy indirekt mérés:

A mérőeszköztől közvetlenül nem olvashatjuk le a mért értéket, csak a mérendő érték egy beállított ideális mérettől való eltérése állapítható meg, ezért a módszerből adódóan eltérésmérésnek nevezzük. Egy lehetséges módszernél a mérőórát először mérőhasábok segítségével beállítjuk a névleges értékre, azután elvégezzük a mérést, ilyenkor csak a névleges mérettől való, pozitív vagy negatív eltéréseket olvashatjuk le.

### 3. feladat

Mérővonalzó, mérőléc, mérőszalag, mérőkörző, tolómérő, mikrométer, optikai hosszmérő műszerek, koordináta mérőgépek.

### 4. feladat

A nóniusz-elv a következő, ha a főskála kilenc osztásközét a tolokán (nóniusz beosztás) 10 részre osztjuk, akkor egy-egy osztásköz hossza 0,9 mm lesz. A nóniusz beosztás első vonalának eltérése a főskála első vonalától tehát 0,1 mm, a második a megfelelő főskála vonaltól 0,2 mm, a harmadiké 0,3 mm stb. Ha tehát mérés közben a nóniusz beosztásnak nem a 0 vonala egyezik meg a főskála valamelyik vonalával, a méret nem kerek milliméter. A tört millimétert a nóniusz-skála azon vonalának száma határozza meg, amelyik éppen egybevág a főskála valamelyik osztásával. Ezzel az elvvel 0,1 mm pontosan tudunk mérni, ha a nóniusz-skálát 20 részre osztjuk, akkor 0,05 mm pontosságot érhetünk el.

#### 5. feladat

Leggyakrabban külső-, belső és mélység méretek mérésére alkalmas mikrométereket használunk. Különböző speciális mérési feladatokra különleges mikrométereket készítenek, pl. csökkentett mérőfelületű (hornyok beszúrások mérésére), hegyes mérőfelületű, prizmás ülékű, rádiuszos mérőfelületű, tányér alakú mérőfelületű, keskeny mérőfelületű, golyó betétes, cserélhető ülékes, mély kengyeles, stb. kivitelük lehet analóg és digitális.

#### 6. feladat

Mérőmikroszkóp, projektor, optiméter, optikai hossz mérőgépek, fényinterferencia elven működő mérő berendezések.

#### 7. feladat

Merev szögmérő idomszerek, szögmérő lapok, mechanikus szögmérő, optikai szögmérő, szinuszvonalzó, vízszintmérők.

#### 8. feladat

Az idomszerek olyan ellenőrzésre szolgáló eszközök, melyek egy méretet vagy alakot testesítenek meg. Idomszerrel végzett ellenőrzés segítségével megállapítható, hogy egy kész munkadarab tényleges mérete vagy alakja eltér-e a névleges (előírt) mérettől vagy alaktól. Az idomszerek lehetővé teszik gyakran előforduló, egyforma méretek gyors és egyszerű ellenőrzését. Hátrányuk, hogy a mérési pontosság erősen függ az idomszer kopottságától. Típusai: alak és méretidomszerek.

#### 9. feladat

Mérőhasábok, hézagmérő, lemez vagy huzalidomszer, hengeres idomszer, kúpidomszer, dugós vagy villás határidomszer.

#### 10. feladat

A mutató mérőműszereket használhatjuk munkadarabok felületi, sík alakjának és párhuzamosságának a felület letapogatásával és az eltérések kimutatásával végzett ellenőrzésére, tengelyek, tárcsák stb. körkörösségének ellenőrzésére, munkadarabok méreteinek összehasonlítással végzett ellenőrzésére.

#### 11. feladat

Gépipari méréseknél a méretellenőrzéseken kívül a következő adatokat tudjuk mérni:

Alaktűrések: egyenesség, köralak, hengeresség.

Helyzettűrések: párhuzamosság, merőlegesség, hajlásszög, egytengelyűség, szimmetria, tengelyhelyzet.

Összegezett alak- és helyzettűrések: radiális ütés, homlokütés, adott irányú ütés: teljes radiális ütés, teljes homlokütés, adott profil alakja, adott felület alakja.

### 12. feladat

Köralak és hengeresség mérése történhet háromponton mérő mikrométerrel, mérőórával, összehasonlító módszerrel, projektor segítségével, műhely mikroszkóppal, koordináta mérőgéppel és speciális köralak mérő berendezéssel.

### 13. feladat

**A mérőeszközök kiválasztásának szempontjai:**

A mérőeszközök kialakítása olyan legyen, amely alkalmassá teszi a mérendő felületek mérését.

A méréstartomány a mérendő méretnek feleljen meg.

A műszer érzékenysége egy nagyságrenddel nagyobb legyen a meghatározandó méret megkívánt leolvasási pontosságától.

Egyedi, sorozat vagy tömeggyártásban készül-e.

### 14. feladat

A felületi érdesség mérésének módszerei: tapintással, szabadszemmel, nagyítóval, mikroszkóppal, tapintó rendszerű műszerekkel, tapintás nélküli (optikai rendszerű) műszerekkel.

## IRODALOMJEGYZÉK

### FELHASZNÁLT IRODALOM

- Diószegi György: Gépészeti ismeretek és adatok, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1981
- Dudás illés: Gépgyártás technológia I., Miskolci Egyetemi Kiadó 2003
- Mitutoyo Méréőszköz Katalógus 2008
- Messzeuge Measuring Instruments Catalogue 2008/2009
- Szurma András: Gépgyártástechnológia III. Tankönyvkiadó, Budapest, 1986
- I.G. Koszmacsev:Gépgyártástechnológia 2.kiadás, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1980
- Adolf Frischherz – Paul Skop: Fémtechnológia 1 Alapismeretek, B+V Lap- és Könyvkiadó 1997

### AJÁNLOTT IRODALOM

- Diószegi György: Gépészeti ismeretek és adatok, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1981
- Dudás illés: Gépgyártás technológia I., Miskolci Egyetemi Kiadó 2003
- Mitutoyo Méréőszköz Katalógus 2008
- Messzeuge Measuring Instruments Catalogue 2008/2009
- Szurma András: Gépgyártástechnológia III. Tankönyvkiadó, Budapest, 1986
- I.G. Koszmacsev:Gépgyártástechnológia 2.kiadás, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1980
- Adolf Frischherz – Paul Skop: Fémtechnológia 1 Alapismeretek, B+V Lap- és Könyvkiadó 1997

A(z) 0227-06 modul 021-es szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
54 521 01 0000 00 00	Gépgyártástechnológiai technikus
33 521 08 0000 00 00	Szerszámkészítő
31 521 02 0000 00 00	CNC-forgácsoló
31 521 09 1000 00 00	Gépi forgácsoló
31 521 09 0100 31 01	Esztergályos
31 521 09 0100 31 02	Fogazó
31 521 09 0100 31 03	Fűrészipari szerszámélező
31 521 09 0100 31 04	Köszörűs
31 521 09 0100 31 05	Marós

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:

10 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