



Eötvös Loránd Szakközép- és Szakiskola

Oroszlány

Molnár István  
Gépészeti mérések  
Tantárgyi segédlet



# TARTALOMJEGYZÉK

Tartalomjegyzék.....	2
Az év végi számonkérés témakörei .....	3
SI mértékegységek .....	4
Hosszmérés .....	6
Szögmérés .....	8
Mérési etalonok.....	10
Tolómérő .....	12
Mikrométer .....	17
Szögmérő eszközök.....	21
Mérési dokumentációk .....	24
Reprodukálhatóság .....	26
Ellenőrzés.....	27
Mérés tervezése .....	31
Kúpmérés .....	32



## AZ ÉV VÉGI SZÁMONKÉRÉS TÉMAKÖREI

A következő táblázatban a fő témakörök láthatók és az ahhoz kapcsolódó gyakorlati feladatok. Mivel a mérés egy gyakorlatorientált tudomány a végrehajtás szintjén, ezért a hangsúly a mérés végrehajtásán van, azonban elengedhetetlen a megfelelő szakkifejezések, metrológiai fogalmak ismerete ahhoz, hogy eredményesen el tudjunk végezni egy mérést, vagy a mérési feladatot meg tudjuk fogalmazni. A témakörökben szereplő ábrák, rajzok, diagramok ismerete elengedhetetlen ahhoz, hogy megfelelő mélységben el tudjuk sajátítani a tananyagot, és ezt alkalmazni is tudjuk. A témakörök az 1. táblázatban láthatók:

Sorsz.	Szóbeli témakör	Gyakorlati feladat
1.	SI mértékegységek	Szögméret meghatározása radiánban
2.	Hosszmérés	Tengely hosszmereteinek mérése
3.	Szögmérés	Szög kalibrálása szinuszvonalzóval
4.	Mérési etalonok	Méret előállítása mérőhasábokból
5.	Tolómérő	Alkatrész mérése tolómérővel
6.	Mikrométer	Alkatrész mérése mikrométerrel
7.	Szögmérő eszközök	Alkatrész szögméreteinek meghatározása
8.	Mérési dokumentációk	Jegyzőkönyv készítése nyers adatokból
9.	Reprodukálhatóság	Dokumentáció készítése
10.	Ellenőrzés	Idomszervválasztás
11.	Mérés tervezése	Mérés elvégzéséhez szükséges dokumentációk elkészítése nyers adatokból
12.	Kúpmérés	Alkatrész kúposágának mérése

1. TÁBLÁZAT: FEJEZETEK



## SI MÉRTÉKEGYSÉGEK

A természettudományokban a legtöbb mennyiséget az 1960-ban, a súlyok és mértékek általános konferenciáján bevezetett nemzetközi mértékegységrendszerrel fejezzük ki. (System International, rövidítése SI- mértékegységek). A mértékrendszer alapmennyiségeinek alapegységeit alapmértékegységeknek nevezzük. Az SI alapmennyiségeket és alapmértékegységeket a 2. táblázat tartalmazza:

Alapmennyiség		Alapmértékegység	
Neve	Jele	Neve	Jele
Hosszúság	l	méter	m
Tömeg	m	kilogramm	kg
Idő	t	másodperc	s
Elektrodinamikai áramerősség	I	amper	A
Termodinamikai hőmérséklet	T	kelvin	K
Anyagmennyiség	n	mól	mol
Fényerősség	$I_v$	kandela	cd
Síkszög	$\alpha, \beta, \gamma, \dots$	radián	rad
Térszög	W	szteradián	sr

2. TÁBLÁZAT: SI EGYSÉGEK

Magyarországon 1980-ban tették kötelezővé az SI mértékegységrendszer használatát. Az SI konferencián 40 darab X keresztmetszetű rudat gyártottak, melyek 1020 mm hosszúságúak. A rúd két végén karcolás látható, melyek távolsága optikai módszerekkel (például: Michelson-féle interferométerrel) nagyon pontosan megmérhető. A gyakorlatban előfordul, hogy az SI egység túl nagy vagy túl kicsi. Például a gépészetben a hosszúság megadására a méter túl nagy egység, mivel napjainkban már képesek 0,1 $\mu$ m pontossággal (a milliméter tizedes részére) mérni vagy gyártani. A gépészetben a méter ezred részét használják hosszmeretek megadására. Az ezred rész prefixuma (előtagja) a mili. Az SI mértékegységekhez használható leggyakoribb prefixumokat a 3. táblázat tartalmazza:



Prefixum neve	Szorzója	Jele
giga	$10^9$	G
mega	$10^6$	M
kilo	$10^3$	K
mili	$10^{-3}$	m
mikro	$10^{-6}$	$\mu$
nano	$10^{-9}$	n

3. TÁBLÁZAT: SI PREFIXUMOK

### Gyakorlati feladat: Szögmérés

#### *A feladat megoldásának lépései*

*Mechanikus szögmérővel mérje meg az alkatrészen a derék- és egyenesszögektől különböző szögek nagyságát. A mérés során ügyeljen arra, hogy a szögmérő mindkét szára pontosan illeszkedjen az alkatrész mérési bázisaira. Ha pontosan illeszkedik, akkor nem tapasztalunk folytonos fényrést. A szakaszos fényrések betudhatók felületi hibának. A mérési szabályok értelmében rögzítse a munkadarab azonosítószámát, a mérőeszköz reprodukáláshoz szükséges adatait (mérőeszköz megnevezése, méréshatár, pontosság, nyilvántartási szám). A szögmérőről az értéket fok- szögperc- szögmásodperc értékben olvassa le. Háromszor mérje meg a két bázis viszonyát, majd ezek átlagát tekintse mért értéknek.*

*Váltsa át a kapott értékeket radiánba. Az átváltáshoz használja a következő összefüggést:  $180^\circ = \pi$  radián. Az átváltott értékek átlagát meghatározva határozzuk meg a felületek egymáshoz viszonyított helyzetet radiánba.*



## HOSSZMÉRÉS

Hosszméretnek nevezzük egy alkatrész két pontja, éle vagy felülete közötti legrövidebb távolságot. Hosszméret lehet például egy tengely átmérője, vagy a tengely két felülete között mért távolság.

A hossz mérés eszközei:

A hossz mérés során az eszközök működésüket tekintve két félék lehetnek:

- Digitális mérőműszer
- Analóg mérőműszer

Az analóg mérőeszközöket kijelzésük alapján további csoportokra oszthatjuk:

- Mérőórás kijelzésű
- Nóniusz skálás kijelzésű
- Számlálós kijelzésű

A digitális mérőműszerek a jel (méret) feldolgozás alapján lehetnek:

- Áttételes
- Áttétel nélküliek

Hosszmérő eszközök (zárójelben a lehetséges pontosságok vannak feltüntetve):

- vonalzó (1 [mm])
- tolómérő (0,02 [mm]; 0,05 [mm])
- mikrométer (0,01 [mm]; 0,001 [mm])
- passzaméter (0,001 [mm])
- hossz mérőgép (0,001 [mm]; 0,0001 [mm])
- 3D mérőgép (0,001 [mm]; 0,0001 [mm])
- lézeres hossz mérőgép (0,0001-0,01 [mm])
- koordináta- mikroszkóp (0,001 [mm])

Láthatjuk a feltüntetett pontosságon, hogy az iparban, így a gépészetben is, egyre pontosabb mérőeszközökre van szükség. Ez nem jelenti azt, hogy a nóniusz skálás tolómérőt 10 év múlva nem fogják használni. Minden mérőeszközt egy adott céllal, egy adott fajta méret leolvasására hoztak létre. Az, hogy megjelentek a koordináta mérő gépek, amellyel az alkatrészek három dimenziós felületét pontosan le tudják tapogatni, az nem vonja maga után azt a következményt, hogy ezt széles körűen alkalmazzák és az összes tolómérőt ilyen gépre cserélnék. Ugyanis nem érné meg beruházni egy drága gépre, ha én



olyan alkatrészt gyártok, amit század pontossággal vagy ötszázad pontossággal kell megmérnem.

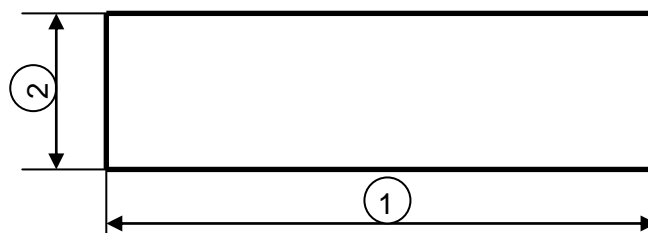
### Gyakorlati feladat: Tengely hosszmereteinek meghatározása

A kapott munkadarabon meg kell határozni az összes hosszmeretet. A feladat kiírásban meg lesz adva a mérési pontosság és ehhez kell majd mérőeszközt választani. A mérés során minden méretet háromszor mérünk meg, majd számtani átlagot számítunk belőle, amit mért értéknek tekintünk. A háromszori méréssel az emberi pontatlanságot (nem megfelelő szögben olvassuk le, kicsi vagy nagy erővel szorítjuk, nem megfelelően illesztjük a felületre, stb...) küszöböljük ki. A mérés elkészítéséhez készítsük el a következő táblázatot (4. táblázat):

Mérési hely	Mérés			Átlag
	I.	II.	III.	
1.	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{3}$
2.	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y = \frac{y_1 + y_2 + y_3}{3}$
...	...	...	...	...

4. TÁBLÁZAT: MÉRÉSI EREDMÉNYEK

A táblázatban szereplő mérési helyek az alkatrész adott mérete, amit meg szeretnénk határozni. Mivel nem ismerjük az alkatrész vagy munkadarab adott méretének nagyságát, ezért a méretező vonalra nem egy konkrét értéket, hanem egy mérési helyet írunk. Ezt úgy jelöljük, hogy bekarikázzuk az adott méret sorszámát, amit a 4. táblázat alapján készített táblázatba is bevezetünk. A mérési helyek jelölését lásd az 1. ábrán:



1. ÁBRA



## SZÖGMÉRÉS

Síkbeli esetben szögnek kettő azonos kezdőpontból kiinduló félegyenes által határolt síkrész nagyságát nevezzük szögnek. Az alkatrészek többségénél a szögeket síkbeli szögeként adjuk meg, így könnyebben lehet mérni, nagyságát meghatározni.

A szögek méréséhez szükséges alapfogalmakat korábbi tanulmányok során elsajátítottuk. Ezek az alapfogalmak a következők:

- Szögek fajtái nagyság szerint (hegyes-, derék-, tompa-, egyenes-, teljesszög)
- Speciális helyzetű szögek (merőleges szárú szöge, párhuzamos szárú szögek, kiegészítő szögek, csúcpszögek)
- Szögek mértékegységei (fok, rad., sr)

A szögmérésnél is meg kell választani a bázist. A bázist az alkatrész dokumentációja alapján választjuk meg. A bázis két féle lehet: technológiai és méretezési bázis. A szögeket a Géprajz című tantárgyban tanultak alapján jelöljük. Különös figyelmet fordítsunk a méret olvashatóságára.

A síkszög SI mértékegysége a radián (rad.), azonban az esetek túlnyomó többségében fokban tudjuk leolvasni a szögmérő eszközről az értéket. A fokot szögpercre, illetve szögmásodpercre lehet átváltani. A váltószám: 60.

A szögmérő eszközök általános jellemzője a mozgó és álló szár. A mérőeszközöket itt is különböző szempontok alapján csoportosíthatjuk:

Működésük alapján:

- Mechanikus
- Digitális

Kijelzése alapján:

- Analóg (nónius skála és optikai)
- Digitális (LCD kijelző, PC, stb...)

A jel feldolgozása alapján:

- Áttétel nélküli
- Áttételes

Példák szögmérő eszközökre, zárójelben a pontosság van feltüntetve:

- Mechanikus szögmérő (ált. 5')
- Optikai szögmérő (ált. 1')





### Gyakorlati feladat: Szög kalibrálása szinuszvonalzóval

A feladat során egy előre meghatározott szögértéket kell a szinuszvonalzóval kalibrálni (beállítani). A szinuszvonalzó hosszát ismerjük ( $l=100$  vagy  $200$  mm), a szög ismeretében meg kell határozni a  $H$  mérőhasáb magasságát. A mérőhasáb magasság és a szinuszvonalzó hosszából képzett hányados a beállítandó szög szinuszja.

$$\sin\alpha = \frac{H}{L}$$

,ahol

$H$ : a mérőhasáb magassága

$L$ : a szinuszvonalzó hossza

$\sin\alpha$ : a beállítandó szög szinuszja

Az adott  $H$  értéket a mérőhasáb készletből állítjuk össze. Egy méret összeállításánál a legkisebb helyi értéktől indulunk el. Például a 63,225 mm hasábmagasság összeállítása a következőképpen valósul meg:

$$\left. \begin{array}{l} 1,005 \\ 1,020 \\ 1,200 \\ 60,000 \\ 63,225 \text{ [mm]} \end{array} \right\} \text{Mérőhasábok}$$

A feladat során nevezetes szögeket kell kalibrálni. A nevezetes szögeket és azok szögfüggvényeit az 5. táblázat tartalmazza:

Szög értéke [°]	Szög értéke [rad.]	$\sin\alpha$	$\cos\alpha$
0	0	0	1
30	$\frac{\pi}{6}$	$\frac{1}{2} = 0,5$	$\frac{\sqrt{3}}{2} = 0,866$
45	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\sqrt{2}}{2} = 0,707$	$\frac{\sqrt{2}}{2} = 0,707$
60	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\sqrt{3}}{2} = 0,866$	$\frac{1}{2} = 0,5$
90	$\frac{\pi}{2}$	1	0
120	$\frac{2\pi}{3}$	$\frac{\sqrt{3}}{2} = 0,866$	$-\frac{1}{2} = -0,5$
150	$\frac{5\pi}{3}$	$\frac{1}{2} = 0,5$	$\frac{\sqrt{3}}{2} = 0,866$
180	$\pi$	0	-1



## 5. TÁBLÁZAT: NEVEZETS SZÖGEK

### MÉRÉSI ETALONOK

A mérések során, mérőeszközök beállításakor, ellenőrzésekor mérési etalonokat használunk. Ezek egy adott mérettel rendelkező, nagy pontossággal megmunkált és speciális körülmények között tartott idomok, amelyek egyik kiterjedése (mérete) egy előírt mérettel egyezik meg. Ilyen etalonok a mérőhasábok, amelyeket készletbe rendezve találunk (2. ábra).



2. ÁBRA: MÉRŐHASÁB KÉSZLET

A 6. táblázatban láthatók, hogy mekkora méretben készülnek a mérőhasábok. A táblázatban lévő értékek mm-ben értendők.

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	100,000
1,080	1,800	10,000	-
1,090	1,900	20,000	-

6. TÁBLÁZAT: MÉRŐHASÁBOK ELOSZLÁSA



Mérési etalonnak tekinthetők még az idomszerek (dugó, villás, alakos), a hézagmérő is egyfajta mérési etalon.

Mérési etalonnal nem csak hosszúságméretet határozhatunk meg. Például a derékszöggel alakot tudunk meghatározni, ellenőrizni, vagy egy tetszőleges alakos idomszerrel például számítógéppel támogatott mérés esetén meg tudjuk határozni az alkatrész elméleti kontúrját.

### **Gyakorlati feladat: Méret előállítása etalonokból**

*Az adott H értéket a mérőhasáb készletből állítjuk össze. Egy méret összeállításánál a legkisebb helyi értéktől indulunk el. Például a 63,225 mm hasábmagasság összeállítása a következőképpen valósul meg:*

$$\begin{array}{r} 1,005 \\ 1,020 \\ 1,200 \\ \underline{60,000} \\ 63,225 \text{ [mm]} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{r} 1,005 \\ 1,020 \\ 1,200 \\ \underline{60,000} \\ 63,225 \text{ [mm]} \end{array}} \right\} \text{Mérőhasábok}$$



## TOLÓMÉRŐ

A tolómérő egy elmozdulás elvén működő mechanikus nagyítást végző mérőeszköz, amely kialakításától függően alkalmas lehet külső, belső és mélységmérés meghatározására.

A tolómérő kialakítása szerint lehet:

- Mélységmérő
- Univerzális
- Magasságmérő

Kijelzése szerint:

- Digitális (LCD kijelző, PC)
- Analóg (Nónius skálás, mérőórás)

A tolómérőn a mechanikus nagyítást a nónius skála végzi (analóg nónius skálás tolómérő esetén). A nónius skála két fajta lehet a tolómérő mérési pontosságától függően.

Ha 50 $\mu$ m-es pontossággal mér a tolómérő, akkor egy egyszerű osztással megkajuk, hogy hány osztás van a nónius skálán:

1. EGYENLET:

$$z = \frac{1 [mm]}{50 [\mu m]} = 20 \text{ osztás}$$

50  $\mu$ m-es pontosság esetén tehát 20 egyenlő részre kell felosztani az 1mm-t szimbolizáló részt a nóniuszon. így egy rész nagysága: 0,05 mm, vagyis 50 $\mu$ m lesz.

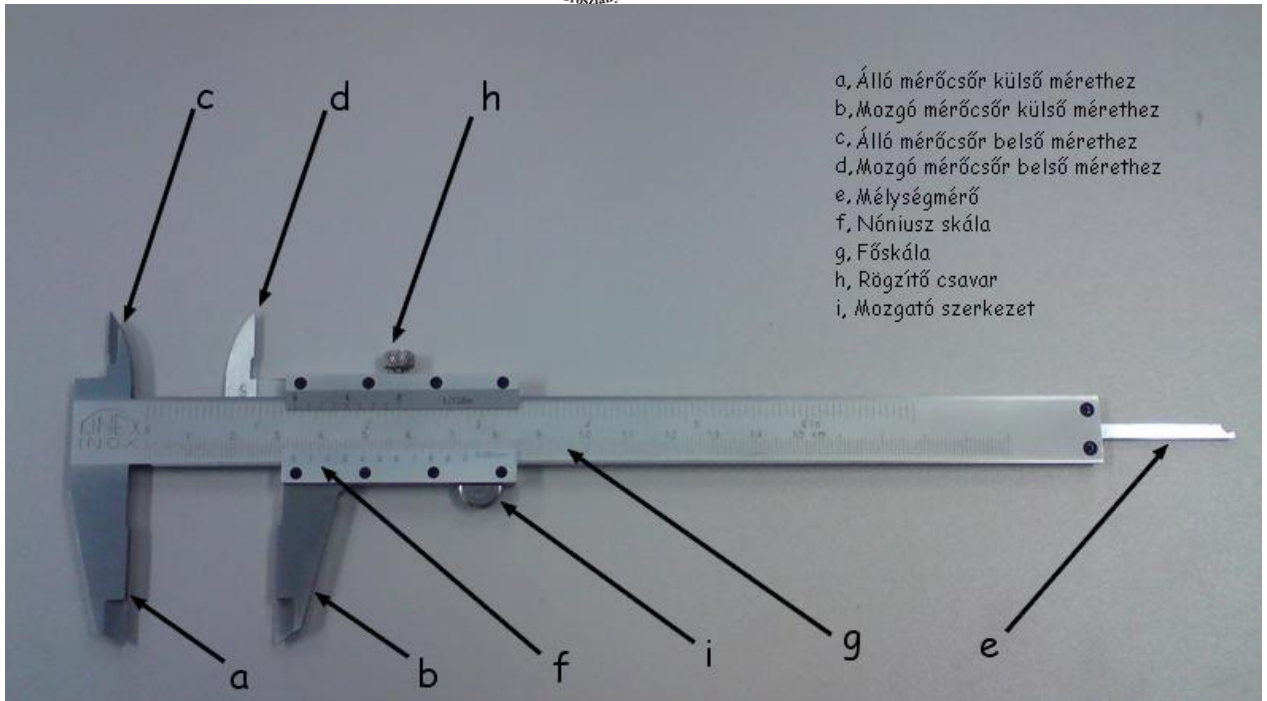
Ha 20 $\mu$ m-es pontossággal szeretnénk mérni, akkor az előbbi összefüggés alapján az osztások számát a 2. egyenlet alapján határozzuk meg.

2. EGYENLET:

$$z = \frac{1 [mm]}{20 [\mu m]} = 50 \text{ osztás}$$

20  $\mu$ m-es (0,02 mm-es) pontosság esetén a nóniust 50 részre kell felosztani, így egy rész nagysága 20 $\mu$ m, vagyis 0,02 mm lesz.

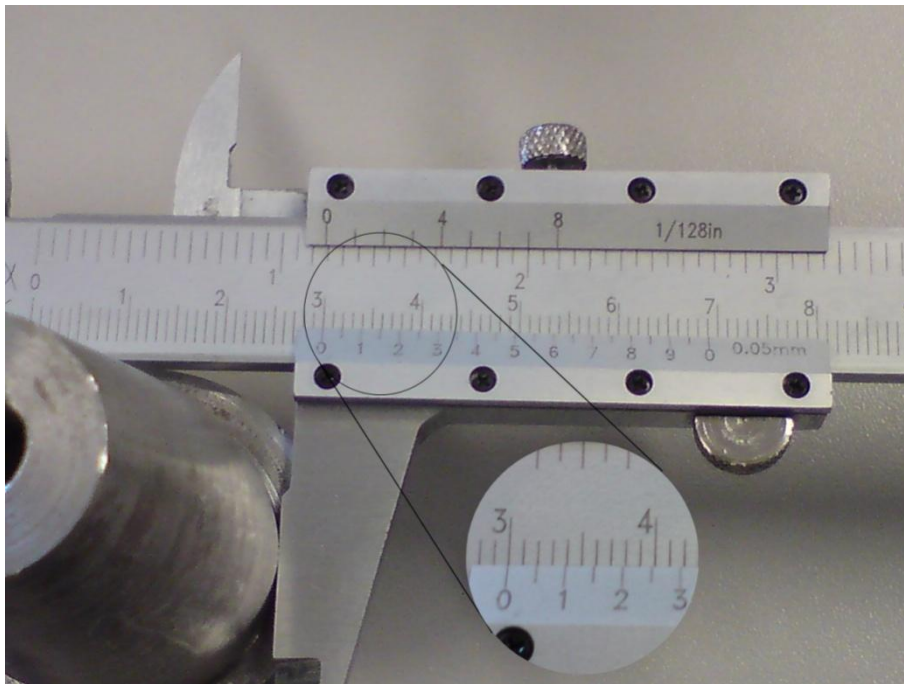
A gyakorlatban a legtöbbet az univerzális tolómérővel találkozhatunk. A nevében is benne van, hogy több fajta méret mérésére alkalmas eszköz.



3. ÁBRA: TOLÓMÉRŐ RÉSZEI

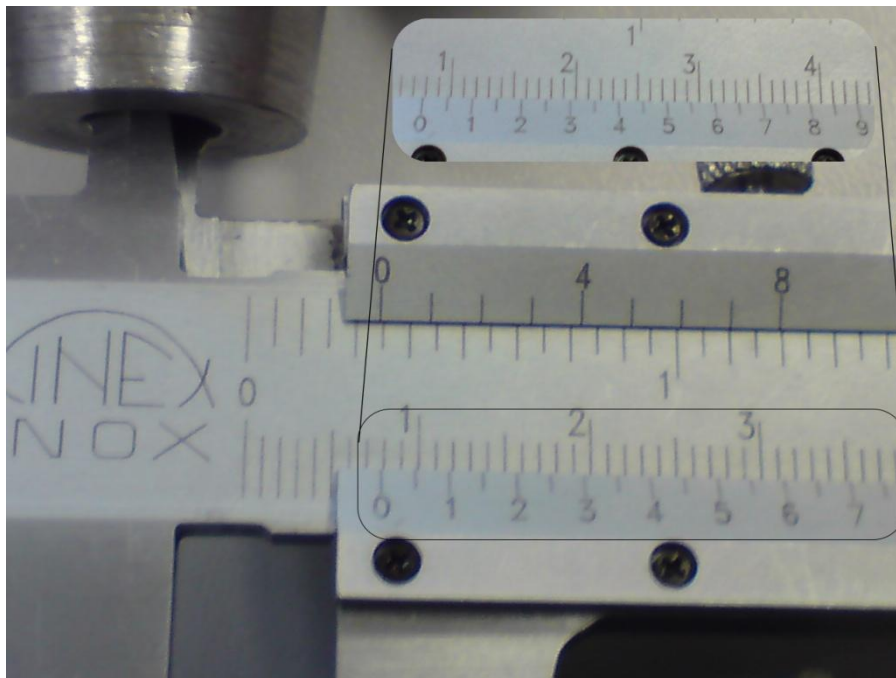
A 3. ábrán látható egy univerzális tolómérő és a részei. Nézzük meg, hogy milyen kialakítású méreteket tudunk megmérni vele:

Külső méret mérése (4. ábra): a méréshez az a és b részt az alkatrész megfelelő felületére érintjük, és leolvassuk az értéket az f és g rész segítségével.



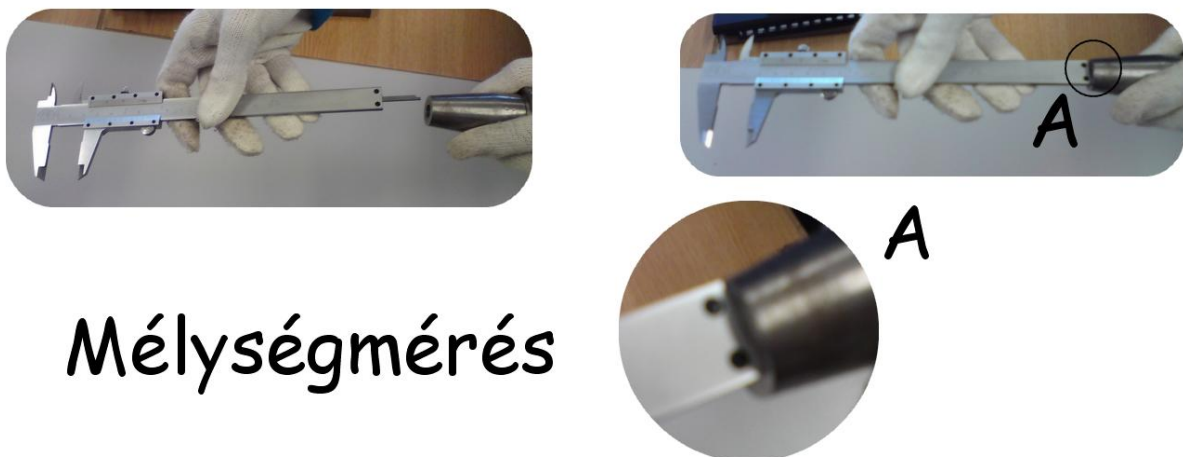
4. ÁBRA: KÜLSŐ MÉRET

Belső méret mérése (5. ábra): a c és d részek találkoznak az alkatrész megfelelő felületével, a méretet ugyanúgy olvassuk le.



5. ÁBRA: BELSŐ MÉRET

Mélységmért meghatározása: az e rész segítségével a mérjük meg a kívánt méretet. Figyeljük meg a 6. ábrán az A részletet. Nagyon fontos, hogy a tolmérő alsó része a mélységmérés során fényrésmentesen illeszkedjen az alkatrész felső bázisához.



## Mélységmérés

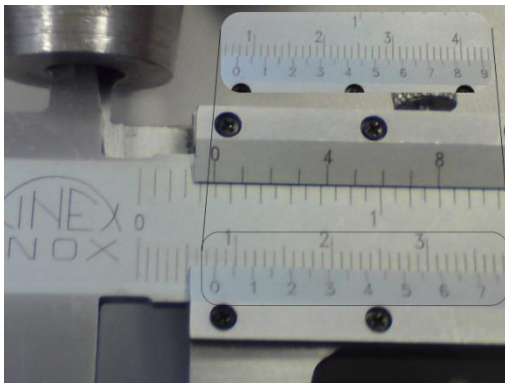
6. ÁBRA: MÉLYSÉGMÉRÉS

*A tolmérő ellenőrzése:*

Ha a megfelelő részek között nem tapasztalható fényérés, és a főskála 0-s illetve a nóniusz skála 0-ás osztása egybeesik, akkor megfelelő a tolmérő.

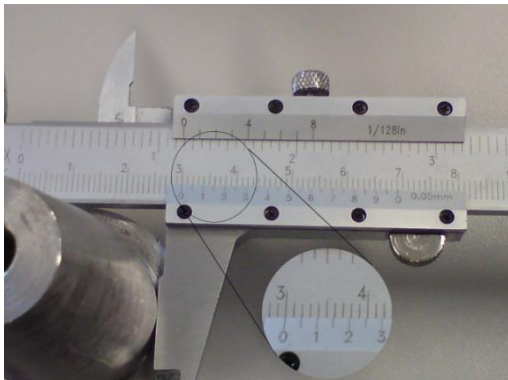
### *A tolómérő leolvasása:*

Egy adott méret megmérése után rögzítjük a tolómérőt, majd megnézzük, hogy a főskála hányadik osztását hagyta el a nóniusz skála első osztása. A méret ennyi egész mm-ből fog állni. Ez után azt nézzük meg, hogy a nóniusz skála hányadik osztása esik egybe a főskála valamelyik osztásával. Ahányadik osztás egybeesik, azt megszorozzuk a tolómérő pontosságával (egy osztás távolsága a nóniusz skálán) és hozzáadjuk az egész mm-es értékhez. Példák a leolvasásra:



7. ÁBRA: BELSŐ MÉRET LEOLVASÁSA

A 7. ábrán egy belső méret leolvasását látjuk. A nóniusz skála ki van nagyítva. Ezen látjuk, hogy a nóniusz skála 0-dik osztása elhagyta a főskála 7-dik osztását. Ez azt jelenti, hogy a leolvasott méret értéke 7 egész mm. A nóniusz skála 9-dik osztása esik egybe a főskála osztásával. Mivel a tolómérő 0,05 mm pontosságú, ezért a 9-dik osztás 0,90 mm-t jelent. ( Ha egy osztás 0,05 mm) Így a meghatározott méret 7,90 mm.



8. ÁBRA: KÜLSŐ MÉRET LEOLVASÁSA

A 8. ábrán egy külső méret mérése látható. Olvassuk le az itt látható értéket. Látjuk, hogy a nóniusz skála 0-dik osztása a főskála 3-as (30mm) osztásával van egy vonalban. Ez azt jelenti, hogy a leolvasott érték:  $3,0+0,00 = 3,00$  mm, mivel a nóniusz skála 0-dik osztása esik egybe a főskála valamely osztásával, így 0 századot kell hozzáadni az egész mm-es értékhez.

A tolómérő leolvasását lehet még mérőhasábokkal vagy olyan alkatrészekkel gyakorolni, amelyek előre beállított pontos mérettel rendelkeznek, így a leolvasott értéket könnyen le tudjuk ellenőrizni.

### **Gyakorlati feladat: Alkatrész mérése tolómérővel**

*A kapott alkatrész összes méretét határozza meg tolómérővel. Az alkatrész gyártási pontossága alapján következtessen a használandó tolómérő nagyságára. A mérési eredményeket itt is táblázatos formába kell rendezni, és az alkatrészből felvételi vázlatot kell készíteni a mérési helyek jelölésével. (A táblázat értelmezhetősége érdekében) Mérési*



eredményeiből számtani átlagot számolva adjuk az alkatrész valós méretét. A mérés során kapott eredményeket a 7. táblázat szerint rendezzük.

Mérési hely	Mérés			Átlag
	I.	II.	III.	
1.	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{3}$
2.	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y = \frac{y_1 + y_2 + y_3}{3}$
...	...	...	...	...

7. TÁBLÁZAT: MÉRÉSI EREDMÉNYEK



## MIKROMÉTER

A mikrométerrel hosszúságot mérünk. Működési elvét egy menetes orsóval és egy anyával lehet modellezni. Az orsó menetemelkedése 0,5 mm, ami azt jelenti, hogy egy körbefordulásra 0,5 mm-t mozdul el az orsó. A mikrométereknek több fajtájuk van.

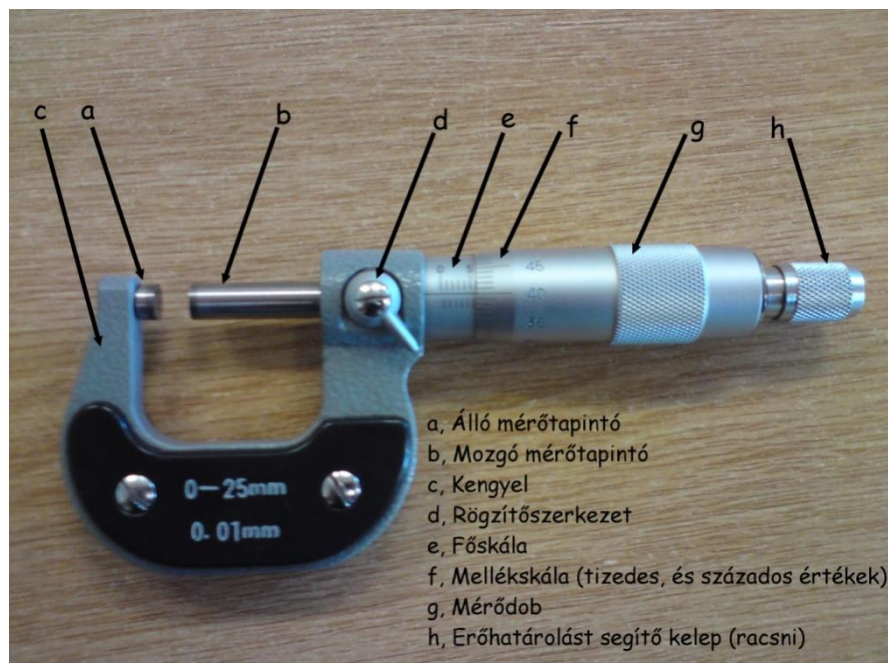
Kijelzés szerint:

- Digitális
- Mérődobos
- Nóniuszos
- Számlálós

Kialakítás szerint:

- Kengyeles mikrométer
- Furatmérő mikrométer
- Kábelmérő mikrométer
- Csőfal vastagságmérő mikrométer

A leggyakrabban a kengyeles mikrométert használjuk a gyakorlatban. A kengyeles mikrométer részei a 9. ábrán láthatók:



9. ÁBRA: MIKROMÉTER RÉSZEI



A mikrométer 0,01 mm (10 $\mu$ m) pontossággal képes mérni, nóniusz skálával 0,001 mm-es (1 $\mu$ m) pontosság is elérhető. Az egyszázados mikrométerrel azonban meg lehet becsülni az 5 ezred értékét.

A mikrométer leolvasása:

A méret meghatározása során megnézzük azt, hogy a mérődob (g) melyik főskála (e) osztást hagyta el. A Főskála (e) felső részén az egész, az alsó részén a fél mm-es osztások láthatók. Ha a mérődob csak a felső osztást hagyja el és az alsót nem akkor a méret egész mm része megvan. A század értéket a mérődob azon osztása jelenti, amelyik egybe esik a főskálát elfelező vonallal. Ha elhagyta a fél mm-es osztást is (főskála alsó része), akkor hozzáadunk a leolvasott értékhez 0,5 mm-t.

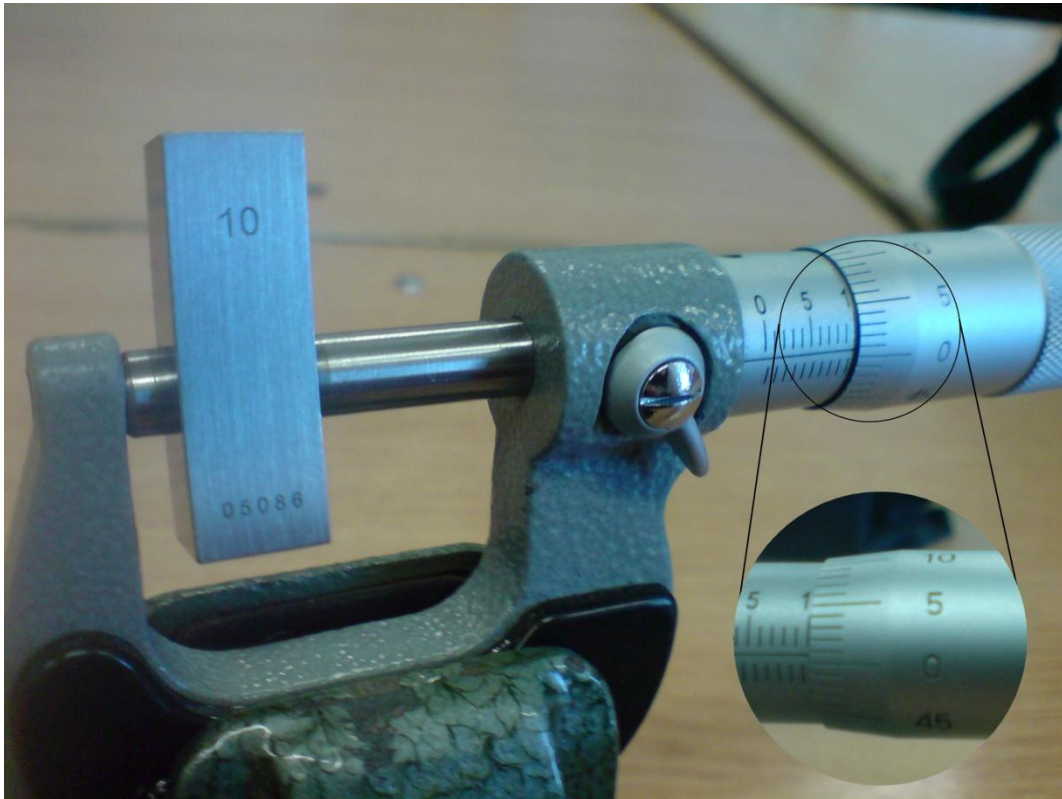
Példa a leolvasásra (10. ábra):



10. ÁBRA: MIKROMÉTER LEOLVASÁSA

A 10. ábrán látható a mikrométerbe fogott alkatrész és a mikrométer mérődobján mutatott érték kinagyítva. Az ábrán látható, hogy a főskála 12mm-es osztását elhagyta a mérődob, és a 12mm-hez tartozó fél mm-es osztást nem. Ezért a leolvasott érték egyik része 12,00

mm. A mérődob 47 és 48-dik osztása között van a főskála egyenese, ezért a leolvasott érték a mérődobról (kerekítve!) 0,475 mm. A méret így  $12,00+0,475=12,475$  mm.



11. ÁBRA: MIKROMÉTER LEOLVASÁSA

A 11. ábrán látható, hogy egy 10 mm-es mérőhasábot fogtunk be a mikrométerbe. A főskálán a 10,00 mm-es osztást hagyta el a mérődob, ezért a leolvasott egész mm érték 10,00 mm. A mérődob 0-s és 1-es osztása között van a főskála egyenese. A mérődobról leolvasott (kerekített!) érték 0,005 mm. A mért érték tehát:  $10,000+0,005=10,005$  mm.

Ez az érték több egy leolvasott méretnél. Mivel mérőhasáb található a mikrométerben, ezért a mikrométer pontatlanságát (eltérését) is meg tudjuk határozni. Ebben az esetben 10,000 mm esetében ez az eltérés 0,005 mm.



### Gyakorlati feladat: Alkatrész mérése mikrométerrel

A kapott alkatrész összes méretét határozza meg mikrométerrel. Az alkatrész gyártási pontossága alapján következtessen a használandó tolómérő nagyságára. A mérési eredményeket itt is táblázatos formába kell rendezni, és az alkatrészeről felvételi vázlatot kell készíteni a mérési helyek jelölésével. (A táblázat értelmezhetősége érdekében) Mérési eredményekből számtani átlagot számolva adjuk az alkatrész valós méretét. A mérés során kapott eredményeket a 8. táblázat szerint rendezzük.

Mérési hely	Mérés			Átlag
	I.	II.	III.	
1.	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{3}$
2.	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y = \frac{y_1 + y_2 + y_3}{3}$
...	...	...	...	...

8. TÁBLÁZAT: MÉRÉSI EREDMÉNYEK

## SZÖGMÉRŐ ESZKÖZÖK

A szögek méréséhez készült mérőeszközök az álló részhez képest a mozgó rész elfordulásának értékét mutatják meg. Tanulmányaink során kétféle szögmérő eszközzel ismerkedtünk meg.

- Közvetett
- Közvetlen eszközök

Közvetlen eszköz a mechanikus illetve optikai szögmérő, közvetett eszköz a szinuszvonalzó. A közvetlen mérőeszköz azt jelenti, hogy a mért értéket kijelzi, és nem kell számításokat végezni a végső méret meghatározásához. A közvetlen mérőeszközzel kell számításot végezni.

A szinuszvonalzóval történő szög meghatározásakor a vonalzót a mérendő kúpos felületre érintjük, és annyi hasábot teszünk a lába alá, hogy illeszkedjen a felületre. A hasáb magassága meghatározza a szög nagyságát.

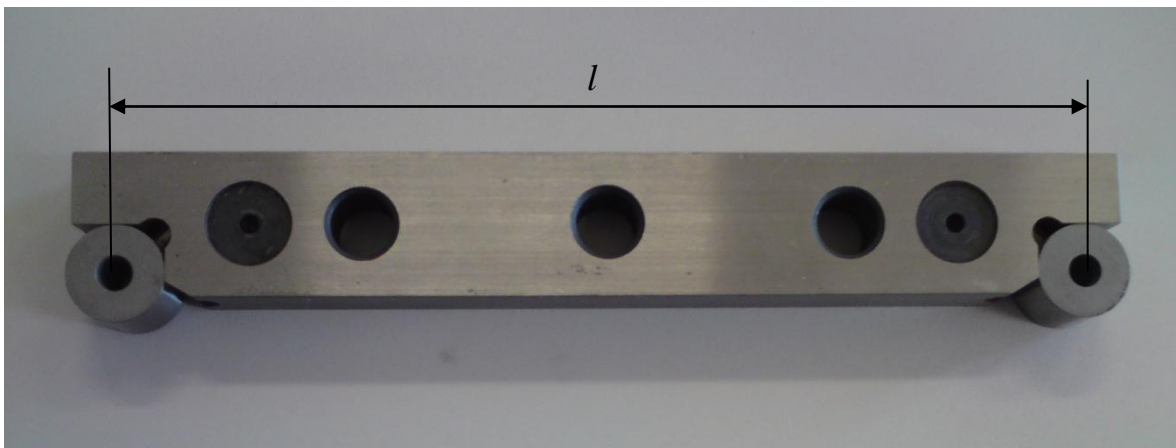
### 3. EGYENLET

$$\sin \alpha = \frac{H}{L}$$

, ahol

H: a hasáb magassága mm-ben

L: a szinuszvonalzó hosszúsága ( $l=100$  vagy  $200$  mm)



12. ÁBRA: SZINUSZVONALZÓ

A 12. ábrán látható a szinuszvonalzó, illetve a hosszmérete feltüntetve. Az alkatrész kialakításától függ, hogy mekkora szinuszvonalzót használunk. Nézzünk példát szögméret meghatározására szinuszvonalzóval:

A szinuszvonalzó alá helyezett mérőhasábok magassága: 78,27 mm.

A szinuszvonalzó hossza: 200 mm

Behelyettesítve az adatokat a 3. egyenletbe:

$$\sin\alpha = \frac{H}{L} = \frac{78,27}{200} = 0,391359$$

A meghatározandó szög szinusza tehát 0,391525. A számológéppel vagy függvénytáblázatból visszakeresve a szög értéke:

$$\alpha = 23,0391^\circ$$

A tört részét szögpercbe és szögmásodperce átváltva:

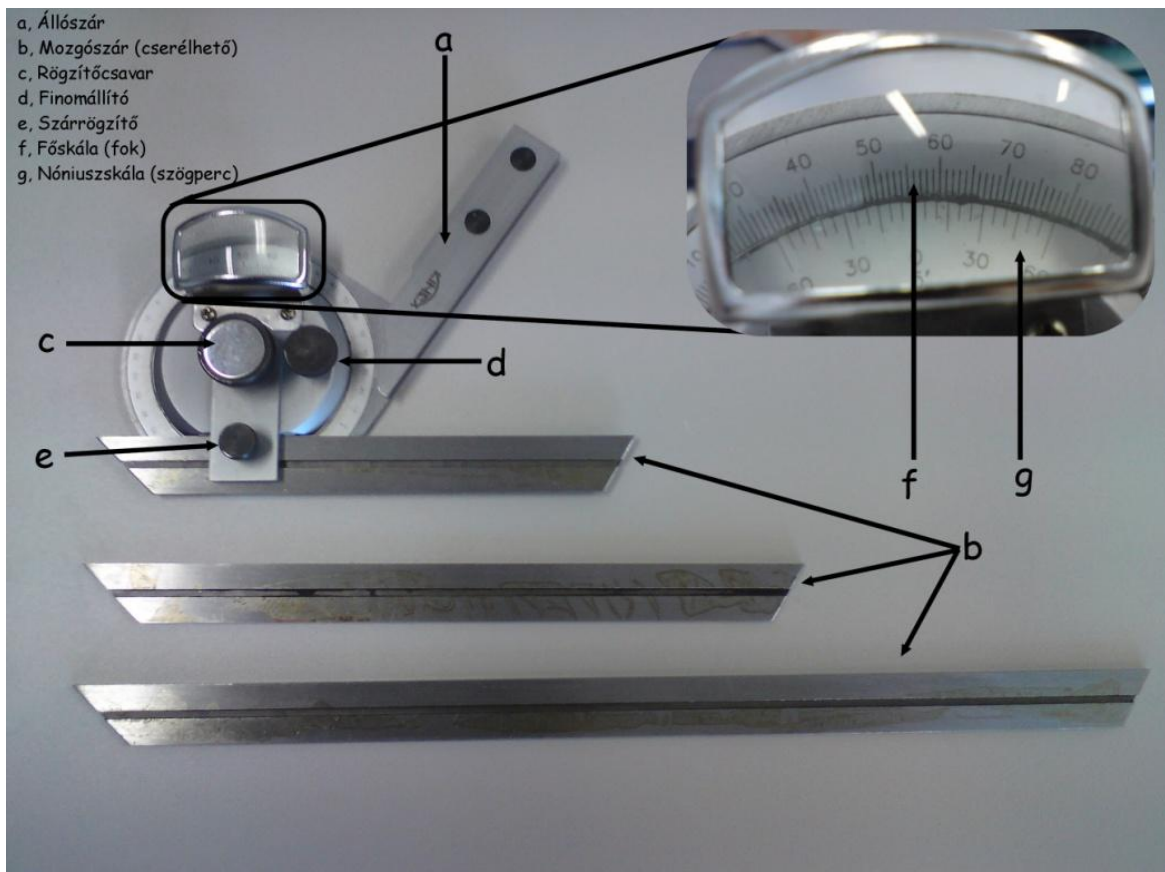
23 egész fok

$$0,0391 \cdot 60 = 2,35 \Rightarrow 2'$$

$$0,35 \cdot 60 = 21 \Rightarrow 21''$$

A mért szög tehát:  $\alpha = 23^\circ 2' 21''$

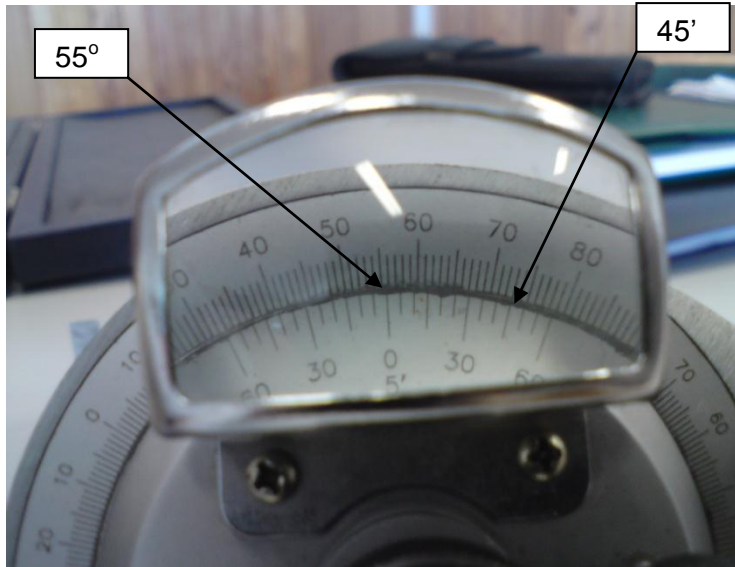
Közvetlen mérést hajthatunk végre a mechanikus illetve optikai szögmérővel. A mechanikus szögmérő részei láthatók a 13. ábrán:



13. ÁBRA: MECHANIKUS SZÖGMÉRŐ RÉSZEI

### A mechanikus szögmérő leolvasása:

A mechanikus szögmérő a tolómérőhöz hasonlóan nóniusz skálával olvasható le. A főskála (13. ábra: f) 0-360°-ig van skálázva a nóniusz skála (13. ábra: g)-60-+60'-ig van skálázva.



14. ÁBRA: MECHANIKUS SZÖGMÉRŐ LEOLVASÁSA

A leolvasás során megfigyeljük azt, hogy a nóniusz skála 0-s osztása melyik főskála osztást hagyta el. A szögérték egész részét így kapjuk meg. A tört részét szögpercben olvassuk le. A mechanikus szögmérő pontossága 5'. A 14. ábrán egy leolvasási példát láthatunk. Az ábrán láthatjuk, hogy a nóniusz skála 0-dik osztása az 55°-ot

hagyta el. A leolvasott szögérték tehát 55°. A nóniusz skála 9-dik osztása esik egybe a főskála osztásával. Ez azt jelenti, hogy a leolvasott szögperc értéke 45'. A leolvasott szögérték tehát:

$$\underline{55^{\circ}45'}$$

### Gyakorlati feladat: Alkatrész szögméreteinek meghatározása

*A kapott alkatrész szögméreteit mechanikus szögmérővel mérje meg. Készítsen itt is adatgyűjtő táblázatot, amelybe a mért értékeket rögzíti. Minden értéket háromszor mérjen meg, és az eredményeket a táblázatba rögzítse. Számtani átlag meghatározásához vissza kell váltani a szög értékét tizedes törtbe, majd az átlag meghatározása után fok, szögperc formátumba.*



## MÉRÉSI DOKUMENTÁCIÓK

A mérés során a legfontosabb a mért adatok rögzítése megfelelő formátumba. Ennek oka, hogy így könnyebben nyomon lehet követni a mérés folyamatát, és a mérési adatokat ellenőrzés vagy későbbi feldolgozás céljából tudjuk tárolni. Napjainkban a mérési dokumentációk a számítógéppel támogatott mérések során a mérési eredményeket számítógépes formátumban tároljuk. Az egyszerű mérések során ezeket a dokumentációk írott formátumban készítjük el, mivel a számítógépes rendszer kiépítése az esetek többségében költséges lenne, és a munkaerő sincs kiképezve rá. De például egy hegesztőüzemben, ahol lemeztáblákat mérnek ki kivágáshoz, előrajzoláshoz, nincs is szükség számítógépre.

A mérési dokumentációknak három fő csoportja van:

- Mérés előkészítéséhez szükséges dokumentációk
- Mérés elvégzéséhez szükséges dokumentációk
- Mérés értékeléséhez szükséges dokumentációk

Egy mérésben jártas szakembernek mindhárom dokumentációt el kell tudni készíteni, és a mérést végre kell tudni hajtania. A három fő csoport dokumentációtípusok részletes leírása a következőkben olvasható.

Mérés előkészítéséhez szükséges dokumentációk:

A mérés előkészítéséhez szükséges ismerni a dokumentációkba tartozik a mérendő alkatrész dokumentációja, amely tartalmazza az alkatrész méreteit, anyagát, technológiáját és a kívánt pontosságot. Ha a mérésnek vannak speciális körülményei, akkor azt is rögzíteni kell. Ezekből a dokumentációkból lehet mérési tervet készíteni. Az ebben a fejezetben leírtak alapján készítjük el a mérési tervet. A mérési terv elkészítéséhez szükséges a rendelkezésre álló mérőeszközöket is kell ismernünk.

A mérés elvégzéséhez szükséges dokumentációk:

A mérés elvégzéséhez szükséges a mérési terv, amelyet az előző dokumentációkból készítünk el. A mérési tervet egy technológiai utasításhoz lehetne hasonlítani. A mérés lefolytatásához szükséges egy adatgyűjtő lap is. Az adatgyűjtő lapon a következő információkat kell szerepeltetni:

- Mérést végző személy neve, beosztása
- Mérés helye, időpontja
- Mérőeszköz(ök) megnevezése, méréshatára, pontossága, nyilvántartási száma





- Mért alkatrész száma, dokumentációs száma
- Mért adatok

A mért adatok rögzítése esetében mind a három (min. három) mérési sorozatot kell rögzíteni, ugyanis átlagszámításra gyakran nincs lehetőség a helyszínen vagy mérés közben.

Mérés kiértékeléséhez szükséges dokumentációk:

A mérés kiértékelése azt jelenti, hogy a mért adatokból különböző kiértékeléseket készítünk. A legfontosabb ilyen dokumentáció a mérés jegyzőkönyv. A jegyzőkönyvben a mérés során kinyert adatokat rögzítjük, megfelelő egységes formátumnak megfelelően. Különböző cégek különböző formátumú jegyzőkönyveket használhatnak, azonban a tartalmi követelménye mindegyiknek ugyanaz. A mérési jegyzőkönyvben szereplő információk alapján úgy tudjuk jellemezni a mérést, hogy közben nem vettünk részt rajta, illetve a benne közölt információk alapján bármikor tudjuk reprodukálni (ismételni) a mérést.

### **Gyakorlati feladat: Jegyzőkönyv készítése nyers adatokból**

*A gyakorlati feladat során egy adatgyűjtő lap, egy alkatrész dokumentáció és egy mérőeszköz nyilvántartó adatlap alapján helyesen ki kell tölteni a jegyzőkönyvet és szükséges összefüggéseket meg kell állapítani.*



## REPRODUKÁLHATÓSÁG

A reprodukálhatóság a metrológiai egyik legfontosabb jellemzője. A reprodukálhatóság megismételhetőséget jelent. Egy mérés során fontos a megismételhetőség, hiszen ha valami hibát vétettünk a mérés során, akkor a mérést meg kell ismételni, és a mérés ellenőrzése (minősítése) során is fontos információkat ismernünk.

A reprodukálhatósághoz szükséges információk:

- Mérést végző személy neve
- Mérést végző személy beosztása
- Mérés időpontja
- Mérés helye
- A használt mérőeszköz neve, pontossága, méréstartománya, nyilvántartási száma
- A mért alkatrész száma
- A mért alkatrész dokumentációjának száma
- A mérés dokumentációjának száma
- Az adatgyűjtő lap száma

### **Gyakorlati feladat: Dokumentáció készítése**

*A rendelkezésre bocsátott dokumentációkból, adathalmazokból ki kell gyűjteni a reprodukálhatósági információkat, majd ezeket a tanultak alapján rendszerezni.*

## ELLENŐRZÉS

Az ellenőrzés során nem kapunk számszerűsített értéket. Az ellenőrzés során ítéletet formálunk az alkatrészeiről, hogy megfelelő-e vagy sem. Az alkatrészeiről mondott ítélet a következő lehet:

- Nem megfelelő
  - Alulméretes
  - Túlméretes
- Megfelelő

Az ellenőrzés eszközei az idomszerek. Az idomszerek segítségével egy előre beállított értéket, jellemzőt tudunk leellenőrizni az alkatrészen. A következőkben ismerkedjünk meg néhány idomszerrel.

### *Dugós idomszerek*



15. ÁBRA: DUGÓS IDOMSZER

Furatok ellenőrzésére használatos idomszer. Jellemzője, hogy van, egy MEGY és egy NEM MEGY oldala.

Értelemszerűen a méret akkor megfelelő, ha a meg oldalt bele lehet helyezni a furatba

és a nem meg oldalt nem lehet. A dugós idomszerek az IT tűrésosztályok szerint készülnek. A piros jelzéssel ellátott oldal a nem meg oldal. A következőkben nézzük meg az összes lehetséges esetet, ami előfordulhat a dugós idomszeres ellenőrzés során. A lehetséges kimenetek a 9. táblázat tartalmazza.

	<b>I. eset</b>	<b>II. eset</b>	<b>III. eset</b>
MEGY oldal	megy	megy	nem megy
NEM MEGY oldal	megy	nem megy	nem megy
Ítélet	Túlméretes	Megfelelő	Alulméretes

9. TÁBLÁZAT: MÉRÉS DUGÓS IDOMSZEREKKEL

### *Villás idomszerek*

Külső méretek meghatározására szolgáló idomszer. Kialakítása két féle lehet. A villás idomszernek is van MEGY és NEM MEGY oldala. A villás idomszerek méreteit szintén az IT tűrés tábla alapján készítik el. A pontos méret elérése érdekében a villás idomszer



16. ÁBRA: VILLÁS IDOMSZER



17. ÁBRA: EGYOLDALAS VILLÁS IDOMSZER

esetében a végleges méretet köszörüléssel érik el. Az idomszer használata során fontos a felületi minőség illetve a méretállóság, ezért ezeket a mérőeszközöket csillapított acélból készítik, és általánosságban elmondható az összes idomszerről, hogy speciális, előírt körülmények között kell tartani. A 16. ábrán látható egy villás idomszer. A pirossal megjelölt rész a

NEM MEGY oldal. A villás idomszerek másik fajtája az egyoldalas villás idomszerek. Itt a MEGY oldal és a NEM MEGY oldal egybe van építve. A kívánt méretet mérőhasábokkal állíthatjuk be. A 17. ábrán egy ilyen idomszer látható. A villa külső részén a MEGY oldal a belső részén a NEM MEGY oldal látható. A 10. táblázatban a villás idomszeres ellenőrzés lehetséges kimenetelei láthatók.

	I. eset	II. eset	III. eset
MEGY oldal	megy	megy	nem megy
NEM MEGY oldal	nem megy	megy	nem megy
Ítélet	Megfelelő	Túlméretes	Alulméretes

10. TÁBLAZAT: MÉRÉS VILLÁS IDOMSZEREKKEL

### *Gyűrűs idomszerek*



18. ÁBRA: GYŰRŰS IDOMSZER

Általában olyan csapok esetében alkalmazzuk, ahol fontos a köralakúság. A 18. ábrán látható idomszer egy 8mm átmérőjű csap ellenőrzésére alkalmas. A méreteket itt is az IT tűrésosztályok szerint alakítják ki. Az ábrán látható, hogy az idomszer furata polírozva van a pontos méret elérése érdekében. A gyűrűs idomszerből gyártanak megy oldalit és nem megy oldalit is. Ezeknek az idomszereknek az esetében nincs lehetőség arra, hogy egy idomszerként alkalmazzuk

őket. Összegzésben fontos kiemelni, hogy ezek az idomszerek a méreten túl alakot is képesek ellenőrizni.

### Rádiusz sablon



19. ÁBRA: RÁDIUSZ SABLON

Az alkatrészeken készítünk letörést lekerekítést a feszültséggyűjtő helyeken. Ezeknek a rádiuszoknak (lekerekítéseknek) a mérésére úgynevezett rádiuszsablonokat használunk. Az ellenőrzés lényege, hogy a megfelelő helyre illesztve ne tapasztaljunk fényrést, és a sablon megfelelően illeszkedjen az alkatrész felületére. A 19. ábrán látható rádiusz sablonnak van egy pozitív

és negatív oldala. A lekerekítés is két féle lehet. Tengelyek vállán is alkalmazzuk a pozitív illetve a negatív lekerekítést.

### Hézagmérő

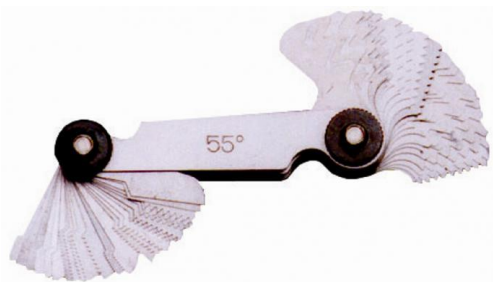


20. ÁBRA: HÉZAGMÉRŐ

A gépészetben két alkatrész egymáshoz viszonyított helyzetében elő lehet azt írni, hogy a két alkatrész felületei valamekkora távolsággal legyenek egymástól. Például a gépjárművek motorjában a szelepeknél hézagot írnak elő a megfelelő működés érdekében. A hézagmérő előre beállított vastagságú lemezekből áll. A 20. ábrán egy hézagmérőt látunk. Működési elve roppant

egyszerű. Ha a lemezt be tudjuk helyezni két gépelem közé, akkor megfelelő, ha mozog benn, akkor nagyobb a hézag, mint a lemez vastagsága.

### Menetfésű



21. ÁBRA: MENETFÉSŰ

A menetek ellenőrzésére és mérésére használjuk a menetfésűt. Igaz, hogy a menet átmérőjét meg tudjuk határozni mikrométerrel, tolómérővel is, de a menetemelkedést, a menet profilját nem tudjuk mérni vele. Minden menthez, minden profilhoz, kialakításhoz külön-külön kell ilyen fésűt készíteni. A 21. ábrán látható egy menetfésű.

## Derékszög



22. ÁBRA: DERÉKSZÖG

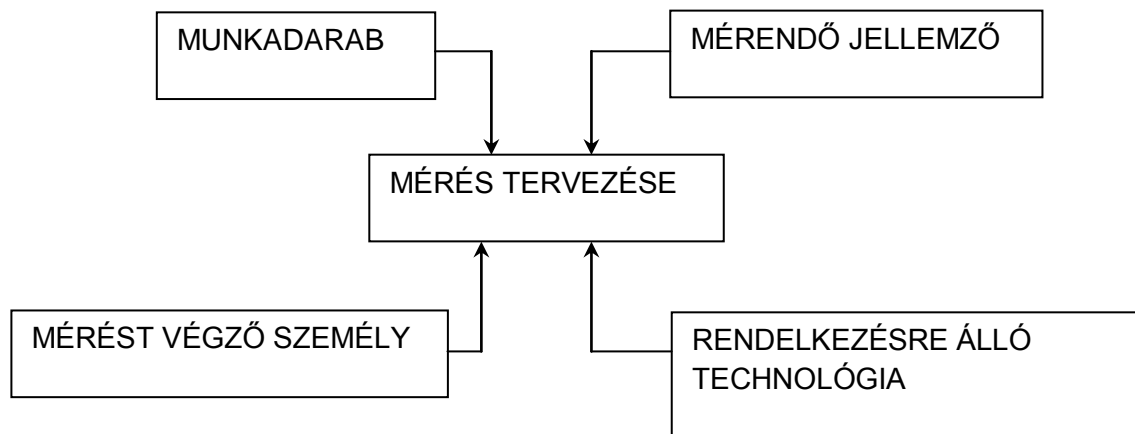
Főleg szerkezetek gyártásában, hegesztéseknél alkalmazzák ezt az idomszert. A két szára pontosan  $90^\circ$ -ot zár be. A derékszög a 22. ábrán látható.

### **Gyakorlati feladat: Idomszerválasztás**

*Egy kiadott alkatrész egy adott alaksajátosságához idomszert kell választani, majd elvégezni vele az ellenőrzést.*

## MÉRÉS TERVEZÉSE

Egy mérés tervezése során ki kell térni minden momentumra, amely befolyásolhatja a mérést és ezeket a tényezőket a mérés során szabályozni kell.



23. ÁBRA: MÉRÉS TERVEZÉSE

A 23. ábrán látható a mérés megtervezését befolyásoló tényezők. A mérést végző személy esetébe ki kell térni a mérést végző személy képzettségére, mérés alatt a feladataira, adatrögzítési feladataira.

A munkadarab esetében ismernünk kell a munkadarabot, hogy annak vannak-e különleges tárolási, mérési körülményei.

A mérendő jellemző ismeretében döntünk a választott mérőeszközzel, a mérési helyszínről, a mérés körülményeiről.

A rendelkezésre álló technológia egy nagyon fontos szempont. Hiába szeretnénk egy alkatrészt lemérni 0,1  $\mu\text{m}$  pontossággal 3D koordináta mérőgépen, ha nincs rendelkezésre álló gép, és megfelelően képzett személyzet.

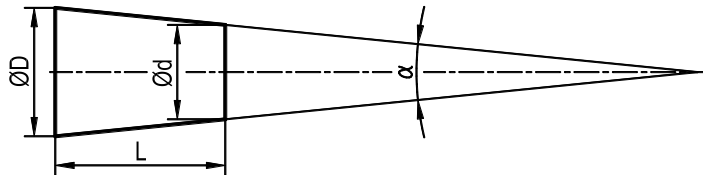
### **Gyakorlati feladat: Mérés elvégzéséhez szükséges dokumentációk elkészítése nyers adatokból**

*A kiadott alkatrész mérésének megtervezése a fenti szempontok alapján. a feladat végén egy olyan leírást kell kapnunk, amely alapján egy megfelelő személy el tudja végezni a mérést.*

## KÚPMÉRÉS

A kúposság mérőszáma a kúp két keresztmetszetében az átmérők különbségének és a közöttük levő távolságnak a hányadosa (5.43. ábra). A kúposság a következő képlettel fejezhető ki:

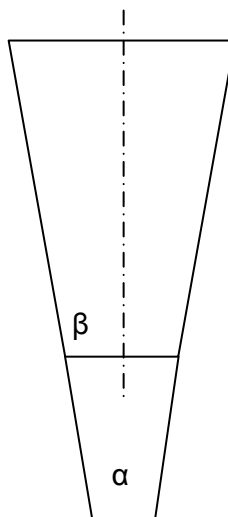
$$C = \frac{D - d}{L} = 2 \tan \frac{\alpha}{2}$$



24. ÁBRA: KÚP CSÚCSSZÖGE

A kúposságot megadhatjuk a kúp csúcshövel, a fél csúcshövel, a lejtéssel stb. A kúp csúcshövelének meghatározásához mechanikus szögmérőt is használhatunk. A kúp csúcshövelét egy háromszög azonosságából tudjuk meghatározni. Ha meghatározzuk a kúpon a  $\beta$  szöveget, majd ennek a kétszeresét kivonva  $180^\circ$ -ból kapjuk meg a kúp csúcshövelének nagyságát. A kúp csúcshövelének meghatározását közvetett méréssel a 25. ábrán láthatjuk.

$$\alpha = 180 - 2 \cdot \beta$$



25. ÁBRA: KÚPMÉRÉS

### Gyakorlati feladat: Alkatrész kúposságának mérése

*A kapott kúpos alkatrész csúcshövelét meg kell határozni fok-szögperc, majd radián mértékegységekben is. A mérést mechanikus szögmérővel vagy szinuszvonalzóval végezze el. A mérés során a számításokat jól követhetően rögzítse és a lépéseket ábrákkal magyarázza!*