

**TÁJÉKOZTATÓ**  
a GÉPIPARI MÉRÉSEK (GEGTT110-B) című tantárgy oktatásához

Szak: Gépészmérnöki alapszak (BSc) - nappali  
Évfolyam: III.  
Előadó: Makkai Tamás tanársegéd  
Gyakorlatvezető: Makkai Tamás tanársegéd  
Időtartam: 2023. szeptember 11. – 2023. december 15.  
Heti 2 óra előadás és heti 2 óra gyakorlat

**Előadási és gyakorlati órák ütemezése, naptári hetek szerint:**

**37. hét**

Ea.: Méréstechnikai alapfogalmak. A mérést befolyásoló tényezők számbavétele. Mérési módszerek csoportosítása.  
Gy.: Mérőeszközök mérésügyi felosztása, metrológiai és szerkezeti jellemzői. Mechanikai elven működő hossz mérőeszközök bemutatása, gyakorló mérések.

**38. hét**

Ea.: SPORTNAP  
Gy.: SPORTNAP

**39. hét**

Ea.: A mérési hiba fogalma. A hibafajták osztályozása. A véletlen hibák becslése valószínűség számítási és matematikai statisztikai módszerek alkalmazásával.  
Gy.: Mérőeszközök mérésügyi felosztása, metrológiai és szerkezeti jellemzői. Mechanikai elven működő hossz mérőeszközök bemutatása, gyakorló mérések.

**40. hét**

Ea.: Jellegzetes geometriai alakzatok mérési módszerei. Közvetlen és közvetett szögmérési módszerek és eszközeik. A mérési hiba és a mérési eredmény meghatározása különböző mérési módszerek esetén. (példák és számszerű megoldások.)  
Gy.: Mérőórás készülékek, finomtapintók és alkalmazási területeik bemutatása, gyakorló mérések.

**41. hét**

Ea.: Orsó- és anyamenetek tűrése, jellegzetes geometriai elemeik mérési módszerei.  
Gy.: Optikai és optomechanikai elven működő hossz- és szögmérőeszközök bemutatása és gyakorló mérések.

**42. hét**

Ea.: Fogazatok tűrésezése. Fogazatok geometriai jellemzőinek egyedi vizsgálati módszerei, eszközei.  
Gy.: Orsómenet mérése.

**43. hét**

Ea.: **1. zárthelyi dolgozat** megírása.  
Gy.: Orsómenet mérése.

**44. hét**

Ea.: REKTORI SZÜNET  
Gy.: REKTORI SZÜNET

**45. hét**

Ea.: Fogazatparaméterek komplex vizsgálati és értékelési módszerei, eszközei.  
Gy.: Homlokfogaskerekek mérése.

#### **46. hét**

Ea.: A geometriai szabálytalanságok csoportosítása. Alak- és helyzethibafajták és ellenőrzési módszereik. A koordináta-méréstechnika alapfeladatai. Koordináta mérőgépek. Mérési és értékelési funkciók.

Gy.: Homlokfogaskerekek mérése.

#### **47. hét**

Ea.: Mikrogeometriai jellemzők és mérési módszereik.

Gy.: Alakhibafajták mérése. Helyzethibafajták mérése.

#### **48.hét**

Ea.: **2. zárthelyi dolgozat** megírása.

Gy.: Köralakhiba- és érdességmérő műszerek bemutatása.

#### **49. hét**

Ea.: Az idomszeres mérés elve, alkalmazása. Dugós és villás idomszerek gyártási túrésezése.

Gy.: 3-koordinátás mérőgép bemutatása és fogaskerék mérésének módszerei egy ipari nagyvállalatnál.

#### **50. hét**

Ea.: Pótzárthelyi dolgozat megírása.

Gy.: Laboratóriumi mérések pótlása.

### **A tantárgy lezárásának módja: aláírás és gyakorlati jegy.**

#### **Aláírás megszerzésének feltételei:**

- az előadások és gyakorlatok rendszeres látogatása, a Hallgatói Követelményrendszer előírásai szerint (50. §),
- a laboratóriumi mérések önálló végzése, a mérési eredmények alapján gondos, legalább elégséges szintű jegyzőkönyv készítése és határidőre történő beadása,
- két darab zárthelyi dolgozat eredményes (legalább elégséges szintű) megírása.

A félév **során 2 db zárthelyi dolgozatot kell megírni** a 43., valamint a 48. héten előadási órán. A zárthelyik értékelése 1-től 5-ig terjedő osztályzattal történik. Az elégséges osztályzathoz dolgozatonként az összpontszám 50%-át kell megszerezni.

A **mérési jegyzőkönyv beadási határideje:** a mérés után két héttel, a következő gyakorlati órán. A jegyzőkönyv értékelése 1-5-ig terjedő osztályzatokkal történik.

**Zárthelyi, illetve mérés az utolsó oktatási héten,** a pótlásra megadott időpontban **pótolható** (javításra is ekkor van lehetőség). A pótmérésnek előfeltétele az eredményes beszámoló a mérés anyagából.

#### **Irodalom:**

1. Fancsaliné – Leskó – Ludvig: Minőségellenőrzés. J 14-1354. Tankönyvkiadó, Budapest, 1981.
2. Ludvig László: Minőségellenőrzés (Segédlet). J 14-1613. Tankönyvkiadó, Budapest, 1986.
3. Dr. Tolvaj Béláné – Hörcsik Renáta: 3-koordinátás méréstechnika (oktatási segédlet), ME, Gépgyártástechnológiai Tanszék, 2004.

Miskolc, 2023. szeptember

Makkai Tamás  
tanársegéd

TÁJÉKOZTATÓ  
a GÉPIPARI MÉRÉSEK (GEGTT110-BL) című tantárgy oktatásához

<b>Szak:</b>	Gépészmérnöki alapszak (BSc) - levelező
<b>Évfolyam:</b>	III.
<b>Előadó:</b>	Makkai Tamás tanársegéd
<b>Időtartam:</b>	2023. szeptember 11. – 2023. december 15.
<b>Kiméret:</b>	8/8/gy/4

***Előadási és gyakorlati órák ütemterve***

1. Méréstechnikai alapfogalmak. A mérést befolyásoló tényezők számbavétele. Mérési módszerek csoportosítása. A mérési hiba fogalma. A hibafajták osztályozása. A véletlen hibák becslése valószínűség számítási és matematikai statisztikai módszerek alkalmazásával. A sokaság és a minta statisztikai eloszlásának jellemzése. Jellegzetes geometriai alakzatok mérési módszerei. Közvetlen és közvetett szögmérési módszerek és eszközeik. Orsó- és anyamenetek tűrése, jellegzetes geometriai elemek mérési módszerei.
2. Fogazatok tűrésezése. Fogazatok geometriai jellemzőinek egyedi vizsgálati módszerei, eszközei. Fogazatparaméterek komplex vizsgálati és értékelési módszerei, eszközei. A geometriai szabálytalanságok csoportosítása. Alak- és helyzethibafajták és ellenőrzési módszereik. A koordináta-méréstechnika alapfeladatai. Koordináta mérőgépek. Mérési és értékelési funkciók.
3. Mikrogeometriai jellemzők és mérési módszereik. Mechanikai elven működő hossz- és szögmérőeszközök bemutatása. Gyakorló mérések hossz- és szögmérőeszközökkel. Orsómenet mérése. Homlokfogaskerek mérése.
4. Zárthelyi. Az idomszeres mérés elve, alkalmazása. Dugós és villás idomszerek gyártási tűrésezése. Mérőórás készülékek, finomtapintók és alkalmazási területeik bemutatása.

***A tantárgy félévi lezárásának módja:*** aláírás és gyakorlati jegy.

***A félévi aláírás megszerzésének feltételei:***

- Az előadásokon és gyakorlatokon való aktív részvétel. Az órák látogatásának teljes hiánya végleges aláírás megtagadást von maga után.
- Félévközi zárthelyi legalább elégséges szintű megírása. A zárthelyi időtartama 90 perc.
- A zárthelyi értékelése:  
0-49% - elégtelen (1), 50-62% - elégséges (2), 63-74% - közepes (3),  
75-87% - jó (4), 88-100% - jeles (5)
- A pótzárthelyi a szorgalmi időszak utolsó hetén, a hallgatókkal egyeztetett időpontban kerül megírásra.

***A félév lezárása:***

- A gyakorlati jegy a zárthelyin elért osztályzat.

***Irodalom:***

1. Oktatói honlap – <http://www.uni-miskolc.hu/~ggytmakk/meres.php>
2. Fancsaliné – Leskó – Ludvig: Minőségellenőrzés. J 14-1354. Tankönyvkiadó, Budapest, 1981.
3. Ludvig László: Minőségellenőrzés (Segédlet). J 14-1613. Tankönyvkiadó, Budapest, 1986.
4. Dr. Tolvaj Béláné – Hörcsik Renáta: 3-koordinátás mérés technika (oktatási segédlet), ME, Gépgyártástechnológiai Tanszék, 2004.

Miskolc, 2023. szeptember

Makkai Tamás  
tanársegéd

## Gépipari mérések ellenőrző kérdései

1. Méréstechnikai fogalmak: mérés, mérési módszer, mérési eljárás.
2. Méréstechnikai fogalmak: mérendő mennyiség, mértékegység, mérőszám.
3. Méréstechnikai fogalmak: metrológia, mérés technika, mérésügy.
4. Csoportosítsa a hossz- és szögmérési módszereket (3-féle)!
5. Jellemezze a „mérétek ellenőrzésének módja” szerinti mérési módszereket!
6. Jellemezze az „egyszerre mért elemek száma” szerinti mérési módszereket!
7. Méréssel kapcsolatos fogalmi meghatározások.
8. Mit mond ki az általános hibatörvény?
9. Csoportosítsa és jellemezze a mérési hibákat jellegük szerint!
10. Csoportosítsa és jellemezze a mérési hibákat eredetük szerint!
11. Mi a parallaxishiba? Mutassa be vázlat segítségével, milyen konstrukciós megoldással csökkentették mikrométer esetében!
12. Jellemezze a hőmérsékletkülönbség okozta hibát eltérés mérés esetén! Adja meg a meghatározásához szükséges összefüggést, nevezze meg a paramétereket!
13. Jellemezze a hőmérsékletkülönbség okozta hibát közvetlen mérés esetén! Adja meg a meghatározásához szükséges összefüggést, nevezze meg a paramétereket!
14. Hogyan határozható meg a mérési eredmény?
15. Jellemezze a véletlen hibákat! Milyen statisztikai jellemzők és hogyan határozhatók meg a mért értékek elhelyezkedésére és ingadozására vonatkozóan?
16. Mi az Abbe-féle komparátor elv lényege? Rajzoljon egy példát arra az esetre, amikor nem teljesül, indokolja meg! Hogyan határozható meg a hiba rendszáma (képlet és levezetés nem kell)?
17. Vázlat segítségével mutassa be, hogy teljesül-e a komparátor elv tolmérővel való méréskor (kopott vezeték esetén)!
18. Milyen középértékeket ismer? Jellemezze azokat! Adja meg a meghatározásuk módját!
19. Milyen szóródási mérőszámokat ismer? Jellemezze azokat! Adja meg a meghatározásuk módját!
20. Hogyan értelmezzük a gyakorisági eloszlást? Ismertesse a hisztogram készítésének szabályait!
21. Számítási példa:  
Egy gyártási sorozatból vett minta alkatrészek egyik fő méretét mérőórával ellenőrizték (névleges méretnél nullázva), az eltérésmérés során az alábbi értékeket jegyzőkönyvezték [ $\mu\text{m}$ ]: 10 ; 8 ; 10 ; 9 ; 10 ; 7 ; 12 ; 9 ; 8 ; 9 ; 11 ; 10 ; 11 ; 10 ; 11; 13 ; 12 ; 9 ; 10 ; 8.  
Határozza meg a mért értékek számtani átlagát, móduszát, mediánját, terjedelmét,

- szórását, (adja meg a szükséges képleteket, ha nem képlettel határozható meg, akkor a meghatározás módját) és készítsen a tanult szabályok alkalmazásával hisztogramot!
22. Írja le a belső kúp szögének meghatározásához alkalmazott közvetett mérés folyamatát!  
Ábra segítségével adja meg a mérendő méreteket és a matematikai összefüggést!
  23. Mutassa be a szinuszvonalzóval való szögmérést.
  24. Definiálja a csavarmenetek geometriai elemeit!
  25. Sorolja fel a csavarmenetek jellemző méreteit (ábrán jelölve), adja meg az alkalmazható ellenőrző és mérőeszközöket méretenként!
  26. Ábra segítségével mutassa be a menetek túrésezését orsó- és anyamenet esetében!
  27. Nevezze meg és rajzolja le a középátmérő mérésének két változatát, a mérőműszer szükséges részletének (pl. tapintók/mérőfelületek) ábrázolásával!
  28. Vázlat segítségével ismertesse a külső métermenet szelvényszögének szerszámmikroszkópon való mérését! Adja meg a szükséges összefüggést!
  29. Nevezze meg és jellemezze a fogaskerek mérésének két módszerét!
  30. Ismertesse a fogaskerek minősítési rendszerét!
  31. Rendszerezze a fogazatnál előforduló hibákat!
  32. Ábra segítségével ismertesse a fogvastagság mérésének elvét! Milyen mérőműszereket alkalmazhatunk és hogyan állítjuk be azokat?
  33. Számítással hogyan határozható meg a fogvastagság hézagmentes, elemi egyenes fogazat esetében (ábra felhasználásával)?
  34. Ábra segítségével ismertesse a többfogmérés mérésének elvét!
  35. Jellemezze az osztásmérés két típusát!
  36. Ismertesse a fogazat helyzethiba (radiális ütés) mérését! Hogyan határozható meg a radiális ütés diagramból a fogárokszélességi hiba?
  37. Ismertesse a fogazatok összetett hibamérését!
  38. Csoportosítsa a geometriai szabálytalanságokat!
  39. Nevezzen meg három alakhibafajtát és ismertesse a hiba ellenőrzésének módját!
  40. Mi a koordináta-méréstechnika elve? Nevezze meg és jellemezze a használatos mérőfej típusokat!
  41. Sorolja fel a koordináta-mérőgépek fő alkotó elemeit!
  42. Milyen koordináta-mérőgép programozási módokat ismer? Írja le röviden a főbb jellemzőiket!
  43. Mi a felületi érdesség, alapvonal, középvonal meghatározása?
  44. Ábra segítségével adja meg az egyenetlenség-magasságot ( $R_z$ ) meghatározó matematikai összefüggést!

45. Ábra segítségével értelmezze a maximális egyenetlenséget ( $R_{\max}$ ) és az átlagos érdességet ( $R_a$ )!
46. Milyen érdességmérési módszereket ismer (röviden jellemezve)?
47. Általánosan jellemezze az idomszereket!
48. Ismertesse a dugós idomszerek kialakításának szempontjait (Taylor-elv)!
49. Csoportosítsa és röviden jellemezze az idomszereket rendeltetésük szerint!
50. Ábra segítségével ismertesse a dugós idomszerek gyártási méreteinek és tőrésének meghatározási módját, adja meg a szükséges összefüggéseket!
51. Ismertesse a dugós idomszerek szerkezeti kialakításának lehetőségeit!
52. Csoportosítsa a gépipari mérőeszközöket! Mi a mérték és a mérőműszer definíciója?
53. Melyek egy adott mérési feladatra alkalmas mérőműszer megválasztásának főbb szempontjai?
54. Csoportosítsa a mechanikai elven működő hosszmérő-műszereket, mindegyikre írjon egy példát is!
55. Jellemezze a mérőhasábokat!
56. Mutassa be egy műhelytolómérő felépítését! Hogyan történik a mért érték leolvasása?
57. Milyen mikrométer típusokat ismer? Soroljon fel legalább ötöt és nevezze meg a felhasználási területét!
58. Milyen speciális mérési feladatra alkalmazhatunk mikrométert? Ismertessen 2 példát ábrával!
59. Jellemezze a mérőórákat! Melyek a legjellemzőbb alkalmazási területei?
60. Tolómérő és mikrométer leolvasása – ábra alapján.

Nappali tagozaton:

Az 1. zh lehetséges kérdései: 1-28., 52-60.

A 2. zh lehetséges kérdései: 24-51.

Levelező tagozaton:

Félév végén 1 zh az 1-60. kérdésekből (amely témakörök a zh előtt lementek)

## Gépipari mérések 1. zárthelyi – MINTA

Név: \_\_\_\_\_ Neptun kód: \_\_\_\_\_

1. Méréstechnikai fogalmak: mérés, mérési módszer, mérési eljárás. (9)
2. Csoportosítsa a gépipari mérőeszközöket! Mi a mérték és a mérőműszer definíciója? (8)
3. Mi az Abbe-féle komparátor elv lényege? Rajzoljon egy példát arra az esetre, amikor nem teljesül, indokolja meg! Hogyan határozható meg a hiba rendszáma (képlet és levezetés nem kell)? (8)
4. Jellemezze a „méretek ellenőrzésének módja” szerinti mérési módszereket! (6)
5. Csoportosítsa és jellemezze a mérési hibákat jellegük szerint! (6)
6. Jellemezze a hőmérsékletkülönbség okozta hibát közvetlen mérés esetén! Adja meg a meghatározásához szükséges összefüggést, nevezze meg a paramétereit! (8)
7. Milyen középértékeket ismer? Jellemezze azokat! Adja meg a meghatározásuk módját! (10)
8. Írja le a belső kúp szögének meghatározásához alkalmazott közvetett mérés folyamatát! Ábra segítségével adja meg a mérendő méreteket, tüntesse fel rajta a kúpszög meghatározásának geometriai módját! Ez alapján adja meg a kiszámításához alkalmazható matematikai összefüggést! (11)
9. Definiálja a csavarmenetek geometriai elemeit! (8)
10. Vázlat segítségével ismertesse a külső métermenet szelvényyszögének szerszámmikroszkópon való mérését! Adja meg a szükséges összefüggést! (8)
11. Melyek egy adott mérési feladatra alkalmas mérőműszer megválasztásának főbb szempontjai? (6)
12. Egy gyártási sorozatból vett minta alkatrészek egyik fő méretét mérőórával ellenőrizték (névleges méretnél nullázva), az eltérésmérés során az alábbi értékeket jegyzőkönyvezték [ $\mu\text{m}$ ]:

10 ; 8 ; 10 ; 9 ; 10 ; 7 ; 12 ; 9 ; 8 ; 9 ; 11 ; 10 ; 11 ; 10 ; 11; 13 ; 12 ; 9 ; 10 ; 8.

Határozza meg a mért értékek számtani átlagát, móduszát, mediánját, terjedelmét, szórását, (adja meg a szükséges képleteket, ha nem képlettel határozható meg, akkor a meghatározás módját) és készítsen a tanult szabályok alkalmazásával hisztogramot! (12)



## Gépipari mérések 1. zárthelyi – MINTA MEGOLDÁS

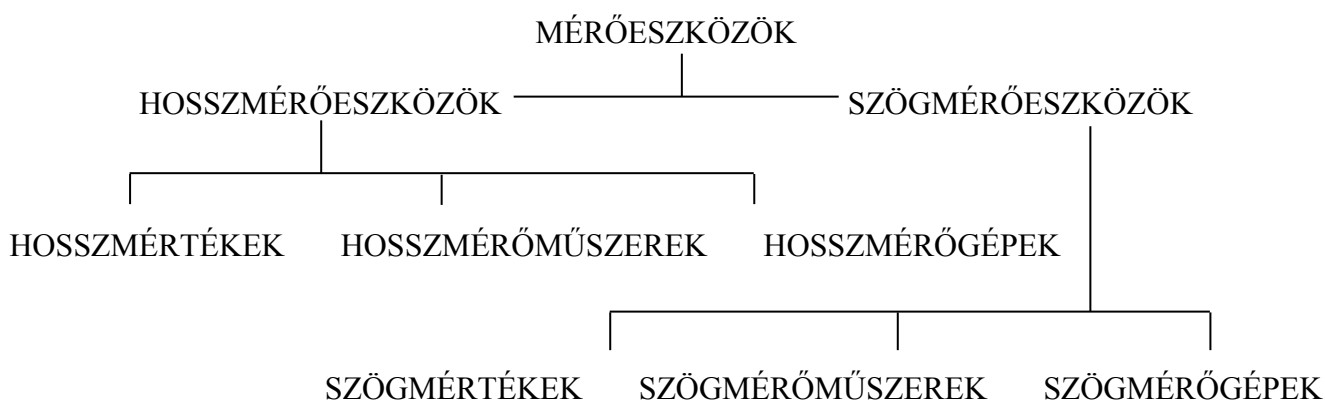
### 1. Méréstechnikai fogalmak: mérés, mérési módszer, mérési eljárás. (9)

Mérés: azon tervszerűen végrehajtott gyakorlati tevékenységek összessége, amelyekkel valamely fizikai mennyiség (pl. hossz vagy szög) mérőszámát mértékegységével való közvetlen vagy közvetett összehasonlítás útján meghatározzuk.

Mérési módszer: azoknak az elveknek az összessége, amelyeknek megfelelően a méréseket elvégezzük.

Mérési eljárás: olyan gyűjtőfogalom, amely a mérés elvégzéséhez szükséges mérőberendezést, az észlelést végző személy tevékenységét és a mérési módszert foglalja magában.

### 2. Csoportosítsa a gépipari mérőeszközöket! Mi a mérték és a mérőműszer definíciója? (8)



Mérték: Olyan mérőeszköz, melyek valamely fizikai mennyiség (hossz vagy szög) meghatározott értékét maradandóan megtestesíti vagy képes azt ismételtően létrehozni.

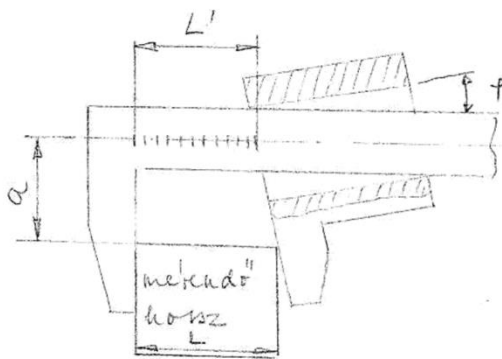
Mérőműszer: Olyan mérőeszköz, melyekkel a mérendő mennyiség mérőszámát vagy annak kiszámításához szükséges leolvasott értéket lehet meghatározni, azaz a mérendő mennyiségnek megfelelő kimenőjelet szolgáltató eszköz.

### 3. Mi az Abbe-féle komparátor elv lényege? Rajzoljon egy példát arra az esetre, amikor nem teljesül, indokolja meg! Hogyan határozható meg a hiba rendszáma (képlet és levezetés nem kell)? (8)

- a mérendő távolság az összehasonlításul szolgáló osztásnak egyenesvonalú folytatása legyen
- a mérendő szakaszt közvetlenül hasonlítsuk össze a mérce osztásaival

A hiba rendszáma: a hiba és a hibaokozó közötti függvényt hatványsorba fejtve, a hiba rendszámát a hatványsorban szereplő legkisebb kitevő adja meg.

Tolómérővel való méréskor (kopott vezeték esetén):



A mérési hiba:

$$H_M = L' - L = -a * \operatorname{tg}\varphi$$

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{H_M}{a} \rightarrow |H_M| = a * \operatorname{tg}\varphi$$

A tényleges méret:

$$L = L' - H_M = L' - (-a * \operatorname{tg}\varphi)$$

$$L = L' + a * \operatorname{tg}\varphi$$

$H_M \approx -a * \hat{\varphi}$ , elsőrendű hiba  $\rightarrow$   
a komparátor elv nem teljesül

#### 4. Jellemezze a „méretek ellenőrzésének módja” szerinti mérési módszereket! (6)

- közvetlen mérés: a mérendő méretet közvetlenül hasonlítjuk össze a mértékegységet megtestesítő etalonnal
- eltérés- vagy különbségmérés: a mérendő mennyiséget ismert, közel azonos nagyságú mértékkel hasonlítjuk össze és állapítjuk meg az ettől való eltérését
- közvetett mérés: nem a mérendő mennyiséget, hanem a vele függvénykapcsolatban lévő más mennyiséget mérjük, ezekből a keresett mennyiséget számítással határozzuk meg
- aktív (megmunkálás során azonnal), illetve passzív mérés (később történik)

#### 5. Csoportosítsa és jellemezze a mérési hibákat jellegük szerint! (6)

- Rendszeres hiba: azonos körülmények közötti méréskor nagysága és előjele állandó, így meghatározható, számítás útján figyelembe vehető, a rendszeres hibával mindig korrigálható a mérési eredmény.
- Véletlen hiba: valamely mennyiség ugyanazon értékének sokszori (változatlan körülmények közötti) mérésekor nagyságra és előjelre nézve előre nem látható módon változik, a mérés bizonytalanságát okozza. Meghatározásának módja: ugyanazon mérőszemély, ugyanazon berendezésen, azonos körülmények között többször mér. A mérési sorozatból ki lehet számítani a  $\pm$  előjelű határokat, melyek között a véletlen hiba megadott valószínűséggel változik.
- Durva hiba: erős környezeti hatás vagy személyi tévedés következtében lép fel.

#### 6. Jellemezze a hőmérsékletkülönbség okozta hibát közvetlen mérés esetén! Adja meg a meghatározásához szükséges összefüggést, nevezze meg a paramétereket! (8)

A hőmérsékletváltozás következtében térfogat változás jön létre, ami méretváltozással jár. A mérőeszközök szabványos hitelesítési hőmérséklete az alaphőmérséklet:  $t_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ . A mérőeszközöknek és a munkadaraboknak az alaphőmérsékleten kell az előírt méretüket megtestesíteniük, ettől eltérő esetben a mért értéket a hőmérséklet okozta hibával helyesbíteni kell.

$$H_T = L_{mx} - L_{m20} \approx L_N [\alpha_m(t_m - t_0) - \alpha_N(t_N - t_0)]$$

- $L_{mx}$ : a műszeren mutatott érték
- $L_{m20}$ : a munkadarab hosszmérete alaphőmérsékleten
- $L_N$ : a beépített mérce kérdéses szakaszának hossza alaphőmérsékleten
- $t_0$ : alaphőmérséklet (20 °C)
- $t_m$ : a munkadarab hőmérséklete
- $t_N$ : a mérce, ill. a műszer hőmérséklete
- $\alpha_m$ : a munkadarab anyagának hőtágulási tényezője
- $\alpha_N$ : a mérce anyagának hőtágulási tényezője

## 7. Milyen középértékeket ismer? Jellemezze azokat! Adja meg a meghatározásuk módját! (10)

Átlag (számtani): az a szám, amelyet az átlagolandó értékek helyére írva azok összege változatlan marad.

Sokaság esetén:  $\mu = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$       Minta esetén:  $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$

A mérési sorozat átlaga a sokaság várható értékének legjobb becslése, a mérési sorozat legvalószínűbb értéke, mivel az átlaghoz viszonyítva a mért értékek eltérésének négyzetösszege minimális:

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \min.$$

Előnyei: világos, érthető fogalom, számítása egyszerű. Minden adathalmazból egyértelműen kiszámítható, pontosan egy van belőle. Segítségével összehasonlíthatjuk ugyanazon típusú számszerű jellemző alakulását két vagy több különböző sokaság vagy minta esetén. A sokaság vagy minta minden egyes elemének figyelembe vételével kerül kiszámításra. Nem szükséges az egyedi értékek ismerete, elegendő azok összegét tudni.

Hátrányai: Az adatok többségétől jelentősen eltérő, kiugróan alacsony vagy magas értékek is hatással vannak az átlagos érték nagyságára. Ekkor nem biztos, hogy a számtani átlag valóban jól jellemzi a sokaság vagy minta eloszlását. Osztályközös gyakorisági sor esetén nem tudjuk valójában figyelembe venni az egyes értékeket, hiszen azokat az osztályközépellel helyettesítettük, így az egész sokaság vagy minta átlagának csak egy becslését kapjuk.

Medián: Az az érték, amelynél azonos számú nagyobb és kisebb mért érték van a sorozatban. A sorozat elemeit nagyság szerint rendezve a medián a középső érték. Páratlan elemszámú sorozat esetén ténylegesen létezik középső elem, ez az  $(n+1)/2$ -ik elem. Páros elemszámú sorozat esetén fizikailag nincs középső elem, ekkor a „két középső” elem számtani átlagaként határozhatjuk meg, tehát az  $n/2$ -ik és az  $n/2+1$ -ik elem számtani átlaga.

Előnyei: Minden adathalmazból egyértelműen kiszámítható, pontosan egy van belőle. Nem csak mennyiségi jellemzők esetén határozható meg, hanem rangsorba rendezhető minőségi ismérvek esetén is. Független a szélső értékektől, csak a középső vagy a középső két elem nagysága befolyásolja. Kiugróan magas vagy alacsony értékek esetén jobban jellemzi az adatok elhelyezkedését, mint a számtani átlag.

Hátrányai: Csak rangsorba rendezett elemekből számítható. Ha egy minta alapján akarunk következtetni a teljes sokaság eloszlására, akkor a számtani átlag alkalmasabb mutatószám.

Módusz: A leggyakrabban előforduló elem.

Előnyei: Nem csak mennyiségi, hanem minőségi jellemzők esetén is határozható. Nem érzékeny a szélső, kiugró értékekre.

Hátránya: Nagyon gyakran nem alkalmas az eloszlás jellemzésére, mert nem minden esetben létezik, vagy előfordulhat, hogy több is van belőle, azaz nem egyértelmű.

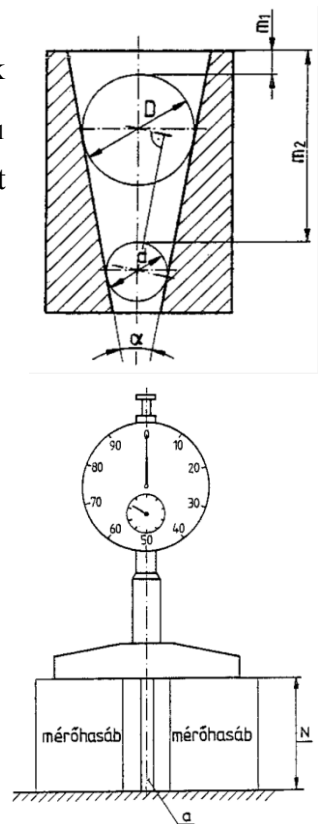
**8. Írja le a belső kúp szögének meghatározásához alkalmazott közvetett mérés folyamatát! Ábra segítségével adja meg a mérendő méreteket, tüntesse fel rajta a kúpszög meghatározásának geometriai módját! Ez alapján adja meg a kiszámításához alkalmazható matematikai összefüggést! (11)**

Belső kúpszög meghatározását két különböző átmérőjű golyó helyzetének mérésével végezhetjük. Megmérjük a két golyó  $D$  és  $d$  átmérőjét, majd az  $m_1$  és  $m_2$  méreteket a felső homloklaptól. Ezekből a hossz méretekből a keresett kúpszög:

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{D - d}{2(m_2 - m_1) - (D - d)}$$

A golyók átmérőit mérhetjük például mikrométerrel.

Az  $m_1$  és  $m_2$  méreteket mérőórás mélységmérővel mérjük. A műszer mérési tartománya 10 mm, de 10 milliméteres lépcsőzésű, cserélhető mérőcsapsorozattal a felhasználási tartománya 100 mm-re növelhető. Az  $m_1$  és  $m_2$  mérése előtt a mérőórás mélységmérőt nullázni kell. E célból az  $m_1$ , majd az  $m_2$  mérethez való mérőcsap alsó mérési határával egyenlő hosszúságú két darab mérőhasábot egy sík mérőlapra helyezünk és ezekre állítjuk a műszer talpát úgy, hogy a beszerelt mérőcsap a két mérőhasáb között helyezkedjen el. A mélységmérő „a” csapjának lefelé történő elmozdításával a mérőcsap végét is a sík mérőlapon érintkeztetjük. Ebben a helyzetben a századmilliméteres osztásértékű skála 0 jelzésű osztásvonalát a mutatóval fedésbe hozzuk és a millimétereket jelző skála értékét (a mérőóra kis mutatójának állását) feljegyezzük.



Ezután a műszer mérőcsapját a kúpos furatba helyezett golyón ütköztetjük és az előzőleg beállított értéktől (a mérőhasábok méretétől) való eltérést ( $x_1$  és  $x_2$ ) leolvassuk. A mért értéket a mérőhasábméret ( $N_1$ , ill.  $N_2$ ) és a műszeren leolvasott  $x_1$  ill.  $x_2$  érték előjelhelyes összege adja:  $m_1 = N_1 + x_1$  és  $m_2 = N_2 + x_2$ .

**9. Definiálja a csavarmenetek geometriai elemeit! (8)**

Külső átmérő (orsónál:  $d$ ; anyánál:  $D$ ): a menet külső pontjának távolsága a tengelyre merőlegesen mérve, a menet nagyságát ez a méret jellemzi.

Magátmérő (orsónál:  $d_1$ ; anyánál:  $D_1$ ): a menet legbelső pontjainak távolsága.

Középméret (orsónál:  $d_2$ ; anyánál:  $D_2$ ;  $d_2=D_2$ ): két szemben fekvő menetszelvényoldal közötti, a tengelyvonalra merőleges távolság.

Menetemelkedés ( $P$ ): a csavarvonal emelkedésének távolsága a forgástengellyel párhuzamosan mérve.

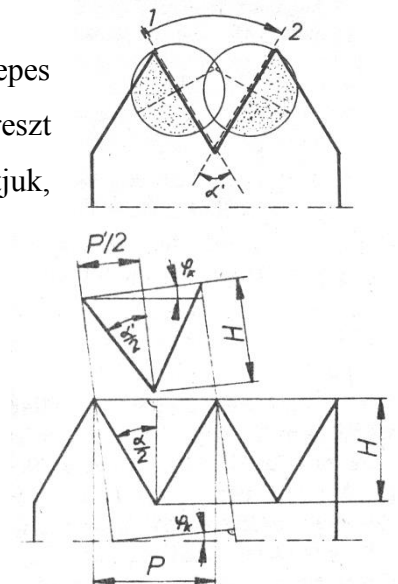
Menetszelvényszög ( $\alpha$  vagy  $\alpha=\alpha_1+\alpha_2$ ): tengelyvonalra merőleges egyenes és az egyes szelvényoldalak közötti szögek összege.

Közepes menetemelkedési szög: a csavarvonal emelkedési szöge  $\text{tg}\varphi = \frac{P}{d_2 \cdot \pi}$

**10. Vázlat segítségével ismertesse a külső métermenet szelvénytövegének szerszámmikroszkópon való mérését! Adja meg a szükséges összefüggést! (8)**

Méréskor a mikroszkóp tubusát meg kell dönteni a közepes menetemelkedési szöggel, vagyis normálmetszetben mérünk. A szátkereszt egyik vonalát a menetárok egyik szelvényoldalával fedésbe állítjuk, leolvassuk a szöghelyzet értékét. Majd átfordítjuk a másik szelvényoldalhoz és leolvassuk újra a szöghelyzet értékét. A két érték különbsége megadja a szelvénytöveg normálmetszeti értékét ( $\alpha'$ ). A szelvénytöveg tengelymetszeti értékét vissza kell számítani:

$$\text{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{\text{tg} \frac{\alpha'}{2}}{\cos \varphi_k}$$



**11. Melyek egy adott mérési feladatra alkalmas mérőműszer megválasztásának főbb szempontjai? (6)**

A mérendő méret és tűrésének ismerete: A műszer mérési tartománya a mérendő méretnek feleljen meg. A műszer érzékenysége egy nagyságrenddel nagyobb legyen a meghatározandó méret kívánt leolvasási pontosságánál. A műszer legnagyobb pontatlansága nem lehet nagyobb, mint a tűrés 1/10-e.

A legfontosabb műszerjellemzők ismerete: érzékenység, osztásérték, osztásköz, mérési tartomány, alsó- és felső mérési határ.

A mérőfelületek kialakítása: olyan legyen, mely alkalmassá teszi a mérőeszközt a mérendő méretek pontos mérésére. Ennek érdekében a tapintócsúcs mérőfelületének alakját a munkadarabhoz viszonyítva úgy kell megválasztanunk, hogy a pont- vagy vonalszerű érintkezést biztosítsuk.

A mérendő tárgy gyártandó tétel nagyságának ismerete: a műszerválasztás függ attól, hogy az alkatrész egyedi-, sorozat- vagy tömeggyártásban készül.

**12. Egy gyártási sorozatból vett minta alkatrészek egyik fő méretét mérőórával ellenőrizték (névleges méretnél nullázva), az eltérésmérés során az alábbi értékeket jegyzőkönyvezték [ $\mu\text{m}$ ]:**

**10 ; 8 ; 10 ; 9 ; 10 ; 7 ; 12 ; 9 ; 8 ; 9 ; 11 ; 10 ; 11 ; 10 ; 11 ; 13 ; 12 ; 9 ; 10 ; 8.**

**Határozza meg a mért értékek számtani átlagát, móduszát, mediánját, terjedelmét, szórását, (adja meg a szükséges képleteket, ha nem képlettel határozható meg, akkor a meghatározás módját) és készítsen a tanult szabályok alkalmazásával hisztogramot! (12)**

Számtani átlag:  $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{197}{20} = 9,85$

Nagyság szerint sorba rendezve:

7 ; 8 ; 8 ; 8 ; 9 ; 9 ; 9 ; 9 ; **10 ; 10** ; 10 ; 10 ; 10 ; 10 ; 11 ; 11 ; 11 ; 12 ; 12 ; 13

Módusz:  $M_o=10$  (leggyakoribb elem)

Medián:  $M_e=10$  (két középső elem átlaga)

Terjedelem:  $R=x_{i,\max}-x_{i,\min}=13-7=6$

Szórás:  $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 1,53$

$\sqrt[3]{n} < k < \sqrt{n} \rightarrow \sqrt[3]{20} < k < \sqrt{20} \rightarrow 2,71 < k < 4,47$

