

# A 2010/2011 tanév mechanikai gyakorlatain tartandó előadások vázlata

## a 9. évfolyam számára

### Tartalomjegyzék

1. Első előadás.....	3
1.1. Bevezetés.....	3
1.1.1. A mérnök ismérvei.....	3
1.2. Biztonságtechnika.....	4
1.2.1. A biztonságtechnika területei.....	4
1.2.2. Munkavédelem.....	4
1.2.2.1. Veszélyforrások csoportosítása.....	6
1.2.2.2. A munkavédelem eszközrendszere.....	7
1.2.2.3. Egyszerű példa a világítási rendszer veszélyeinek szemléltetésére.....	7
1.2.2.4. Általános műhelyrend.....	9
1.2.3. Érintésvédelmi oktatás.....	10
1.2.3.1. Érintésvédelmi osztályok.....	12
1.2.4. Tűzvédelem.....	14
1.3. Veszélyhelyzet esetén a teendők.....	16
1.4. Villámvédelem.....	16
1.5. A műhelyben található eszközök ismertetése.....	17
1.6. Projektismertetés.....	17
1.6.1. Az oktató által javasolt projektfeladatok.....	17
1.7. Számonkérések formái.....	18
1.8. Az első előadáshoz kapcsolódó ellenőrző kérdések.....	19
2. Második előadás.....	20
2.1. Bevezetés.....	20
2.2. Alapfogalmak.....	21
2.3. A hitelesítés folyamata.....	24
2.4. A kalibrálás folyamata.....	25
2.4.1. A közvetlen kalibrálás folyamata.....	26
2.4.2. A közvetett kalibrálás folyamata.....	27
2.5. A hitelesítés és a kalibrálás összehasonlítása.....	29
2.6. Metrológia eszközei.....	29
2.7. Műszerek csoportosítása.....	31
2.8. Műszerek jellemzői.....	32
2.8.1. Műszer metrológiai jellemzői.....	32
2.9. Speciális mérési fogalmak.....	33
2.10. Mechanikai mérés a gyakorlatban.....	34
2.10.1. A prefixumok (előtagok).....	34
2.10.2. Hosszmérés eszközei.....	35
2.10.3. Mechanikai mérés elvégzése.....	36
2.11. A második előadáshoz kapcsolódó ellenőrző kérdések.....	37
3. Harmadik előadás.....	38
3.1. Geometriai ismeretek átisméltése.....	38
3.2. A műszaki rajz során használt néhány fogalom.....	38

3.2.1. Rajzlapok fajtái.....	38
3.2.2. Ceruza keménységek.....	40
3.2.3. Szabványírás.....	40
3.2.4. Keretezés.....	40
3.3. Mérés tolómérővel.....	40
3.4. A harmadik előadáshoz kapcsolódó ellenőrző kérdések.....	41
4. Negyedik előadás.....	42
4.1. Lépcsős tengely mérése.....	42
4.2. Mérési jegyzőkönyv.....	42
5. Ötödik előadás.....	45
5.1. Tárgyalt témakörök.....	45
6. Hatodik előadás.....	46
6.1. Kötések.....	46
6.1.1. Csavarkötés.....	46
6.1.1.1. Csavarok csoportosítása.....	47
6.1.1.2. Csavarkötések biztosítása.....	48
6.1.1.3. Menetek.....	48
6.1.2. Egyéb kötési eljárások.....	54
6.1.3. Ragasztás.....	55
6.1.4. Forrasztás és hegesztés.....	56
6.1.4.1. Forrasztási alapok ismételése.....	56
6.1.4.1.1. Forrasztási folyamat ismertetése.....	56
6.1.4.1.2. Forrasztás a gyakorlatban.....	57
6.1.4.1.3. Néhány jó tanács a gyakorlatokon történő forrasztáshoz.....	58
6.1.4.2. Hegesztés.....	59
6.2. A hatodik előadáshoz kapcsolódó ellenőrző kérdések.....	60

# 1. Első előadás

## 1.1. Bevezetés

A technikus szakmánk közép-, míg a mérnök felsőfokú képviselője. A magyar mérnök szó – az egyéb nyelvekben megjelenő engineer, ingenieur, stb. szavakkal – ellentétben jelzi szakmánk legfontosabb részterületét, a mérés tudományát. Függetlenül attól, hogy egyesek a gépészet, az elektronika, a vegyészet, az építészet, stb. területének képviselői, a mérés folyamatának mélyreható ismerete és gyakorlása összeköti őket. A technikust bár a szakmai ismeretei korlátozottabbak ugyanazon tulajdonságok jellemzik, mint a mérnököt.

Az első előadáson a diákok megismerkednek az általános munka-, érintés- és tűzvédelmi előírásokkal. Ismertetésre kerül a műhelyben tolerált viselkedési forma. Megbeszéljük a szükséges felszerelést, valamint a követelményrendszert. Az éves projektfeladat elvégzéséhez megtörténik a csoportbeosztás.

### 1.1.1. A mérnök ismérvei

Széles látókör:

A tudomány minden területéről vannak ismeretei, bármely részterület képviselőjével tud értelmes párbeszédet folytatni. Az alaptudományok (matematika, fizika, kémia, biológia) területén a tudása jó, a szaktudományok (gépészet, villamosság-tan-elektronika, energetika, vegyészet, stb.) területén megfelelő, saját szakmájában pedig kiváló. A műszaki területek között látja a kapcsolódási pontokat, a határterületekről részletes információval rendelkezik. A humán tudományok ismereteit megfelelő szinten birtokolja – általános műveltsége nem hagy maga után kívánnivalót.

A mérnöki munkához való elengedhetetlen

készségek birtoklása:

A mindennapi munkavégzéshez szükséges a fantázia és az ötletesség. Minden feladatot többféleképpen is el lehet látni, de a mérnöknek minden esetben a lehető legszínvonalasabban, és elegánsan kell a munkáját végeznie. A mérnöki kérdésfelvetés különleges embertípust kíván. Az idealizált modellek és a valóság, az elmélet, a gyakorlat és a mérés hármásának egymást erősítő összeegyeztetése nem egyszerű feladat. A problémafelvető, -elemző, -rendszerező és -megoldóképességek elengedhetetlenek. A mérnök függetlenül attól, hogy mely részterületen tevékenykedik szakmáját mind elméletben (jó fogalmazási és kommunikációs készség, didaktikai ismeretek, előadói képesség, jó memória és felfogóképesség), mind gyakorlatban (megfelelő kezűgyesség, gyakorlati érzék) magas fokon ismeri, és gyakorolja. A mérnök konstruktív kritikával szemlélettel végzi munkáját, és segíti munkatársait. Lelkesedés és kitartás, valamint antikonvencionális<sup>1</sup> jellemzi a mérnököt. Egészséges önbizalma mellett a realitások iránti érzéke kifogástalan (műszaki érzék, műszaki véna).

---

<sup>1</sup> A megszokott, hagyományos, közkeletű sémák elvetése. A képesség az új dolgok iránti érdeklődésre és hasznosításra.

## Első előadás

Etikai tulajdonságok: A mérnök minden esetben – a hivatalos és a magánéletben is – igényességet mutat szakmája és az erkölcs irányában. Nem vállal olyan munkát amit nem tud kivitelezni, vagy aminek elvégzéséhez szükséges ismeretek területén hiányossággal rendelkezik. Csak olyan dokumentumot jegyez ellen, aminek helyességéről meggyőződött. Nem állít valótlan, akit ilyen cselekményen kap azt elszámoltatja. A mérnököt becsületes és példamutató életvitel jellemzi. A munkáját felelősséggel és lelkiismeretesen végzi.

„A mérnök hivatásának gyakorlása során az emberek biztonságát, egészségét, jólétét, a természeti környezet ésszerű védelmét tekintse mindenek felett állónak!”

## **1.2. Biztonságtechnika**

### **1.2.1. A biztonságtechnika területei**

- Munkavédelem
- Tűzvédelem
- Polgári védelem
- Vagyonvédelem

A továbbiakban mi a munkavédelem és tűzvédelem területét vizsgáljuk meg részletesen, mivel szakmánkhöz ezek elengedhetetlenül szükségesek.

### **1.2.2. Munkavédelem**

A munkavédelmet az 1993. évi XCIII. törvény szabályozza. A törvény hatálya kiterjed minden szervezett munkavégzésre, függetlenül attól, hogy az milyen szervezeti vagy tulajdoni formában történik. A törvényt nem csak a munkát végző személyekre, hanem a munkavégzés hatókörében tartózkodó összes személyre alkalmazni kell<sup>2</sup>. Rendkívüli munkavégzés, a fegyveres és rendvédelmi szervek, valamint a BV keretében végzett munkák során – különlegesen indokolt esetben – az illetékes miniszter rendeletében a törvényben foglaltaktól eltérő követelményeket is megállapíthat.

Részlet a törvényből: „E törvény célja, hogy az Alkotmányban foglalt elvek alapján szabályozza az egészséget nem veszélyeztető és biztonságos munkavégzés személyi, tárgyi és szervezeti feltételeit a szervezeten munkát végzők egészségének, munkavégző képességének megóvása és a munkakörülmények humanizálása érdekében, megelőzve ezzel a munkabaleseteket és a foglalkozással összefüggő megbetegedéseket.”

---

<sup>2</sup> Közterületi munkavégzés esetén ezért alkalmazunk elkerítést, üzemlátogatás esetén ezért kötelező a védőfelszerelések (pl. védősisak) használata.

**Munkavédelem:** a szervezett munkavégzésre vonatkozó munkabiztonsági és munkaegészségügyi követelmények, továbbá e törvény céljának megvalósítására szolgáló törvénykezési, szervezési, intézményi előírások rendszere, valamint mindezek végrehajtása. A munkaegészségügy a munkahigiénia és a foglalkozás-egészségügy szakterületeit foglalja magában.

**Szervezett munkavégzés:** „a munkaviszonyban, a közszolgálati, illetve a közalkalmazotti jogviszonyban, szövetkezeti tagság esetén a munkaviszony jellegű jogviszonyban, a szakképző iskolákban a tanulói jogviszony keretében a szakmai képzési követelmények teljesülése során, továbbá a tanuló szerződés alapján, a hallgatói jogviszonyban a gyakorlati képzés során, a büntetésvégrehajtási jogviszonyban (előzetes letartóztatásban, elítéltként), a közigazgatási határozat alapján, a fegyveres erők, a fegyveres szervek (ideértve a hivatásos önkormányzati tűzoltóságot és más rendvédelmi szervet), a katasztrófavédelem központi és területi szerveinek tagjai által szolgálati viszonyukban, a polgári szolgálatban, az önkéntes jogviszonyban végzett munka, valamint a munkáltató által kezdeményezett, irányított vagy jóváhagyott társadalmi munka.

Szervezett munkavégzésnek kell tekinteni továbbá a 40. § (2) bekezdésében foglaltak alkalmazása szempontjából a munkavállalót nem foglalkoztató gazdasági társaság természetes személy tagjának személyes közreműködésével végzett munkát is.”<sup>3</sup>

- Tanulói (hallgatói) jogviszonyban történő munkavégzés a gyakorlat során
- Munkaviszonyban történő munkavégzés
- Közszolgálati, köztisztviselői munkakörben történő munkavégzés
- Közigazgatási határozat alapján
- A munkáltató által kezdeményezett, irányított vagy jóváhagyott társadalmi munka
- Szolgálati viszonyban, büntetés-végrehajtási jogviszonyban, polgári szolgálatban végzett munka

## Első előadás

A munkavégzés során különböző veszélyekkel és ártalmakkal találkozhatunk. A veszélyes tényező hatása meghatározott körülmények között sérülést, vagy más hirtelen fellépő egészségkárosodást (balesetet<sup>4</sup>), míg az ártalmas tényező hosszabb idő alatt megbetegedést, vagy munkaképesség-csökkenést okozhat. Vagyis a veszély és az ártalom között alapvetően a hatás kifejtésének idejében találunk különbséget.

Veszélyforrás: a munkavégzés során vagy azzal összefüggésben jelentkező minden olyan tényező, amely a munkát végző vagy a munkavégzés hatókörében tartózkodó személyre veszélyt vagy ártalmat jelenthet.

### 1.2.2.1. Veszélyforrások csoportosítása

- Fizikai veszélyforrások
  - Munkaeszközök, járművek, szállító- és anyagmozgató eszközök, valamint mozgásuk
  - Szerkezetek egyensúlyának megbomlása, szintkülönbségek, súlytalanság
  - Éles, sorjás, egyenetlen felületek, szélek és sarkok
  - A tárgyak hőmérséklete, a levegő hőmérséklete, nyomása, nedvességtartalma, ionizációja és áramlása
  - Zaj, rezgés, infra- és ultrahang
  - Világítás
  - Elektromágneses sugárzás, vagy tér
  - Részecskesugárzás
  - Elektromos áramköri, vagy statikus feszültség
  - Aeroszolok és porok a levegőben
- Veszélyes anyagok
  - Robbanó
  - Gyúlékony
  - Oxidáló
  - Sugárzó
  - Mérgező
  - Maró
  - Ingerlő
  - Szenzibilizáló

---

4 Mvt: „Baleset: az emberi szervezetet ért olyan egyszeri külső hatás, amely a sérült akaratától függetlenül, hirtelen vagy aránylag rövid idő alatt következik be és sérülést, mérgezést vagy más (testi, lelki) egészségkárosodást, illetőleg halált okoz. ... Munkabaleset: az a baleset, amely a munkavállalót a szervezett munkavégzés során vagy azzal összefüggésben éri, annak helyétől és időpontjától és a munkavállaló (sérült) közrehatásának mértékétől függetlenül.”

## Első előadás

- Fertőző
- Rákkeltő
- Mutagén
- Teratogén
- Utódkárosító
- Egyéb egészségkárosító
- Biológiai veszélyforrások
  - Mikrobiológiai (baktériumok, vírusok)
  - Makrobiológiai (növények, állatok)
- Fiziológiai, idegrendszeri, pszichés igénybevétel

**Ergonómia:** az ember-gép környezet rendszerek optimalizálásának tudománya (emberközpontú kialakítás)

### 1.2.2.2. A munkavédelem eszközszerrendszere

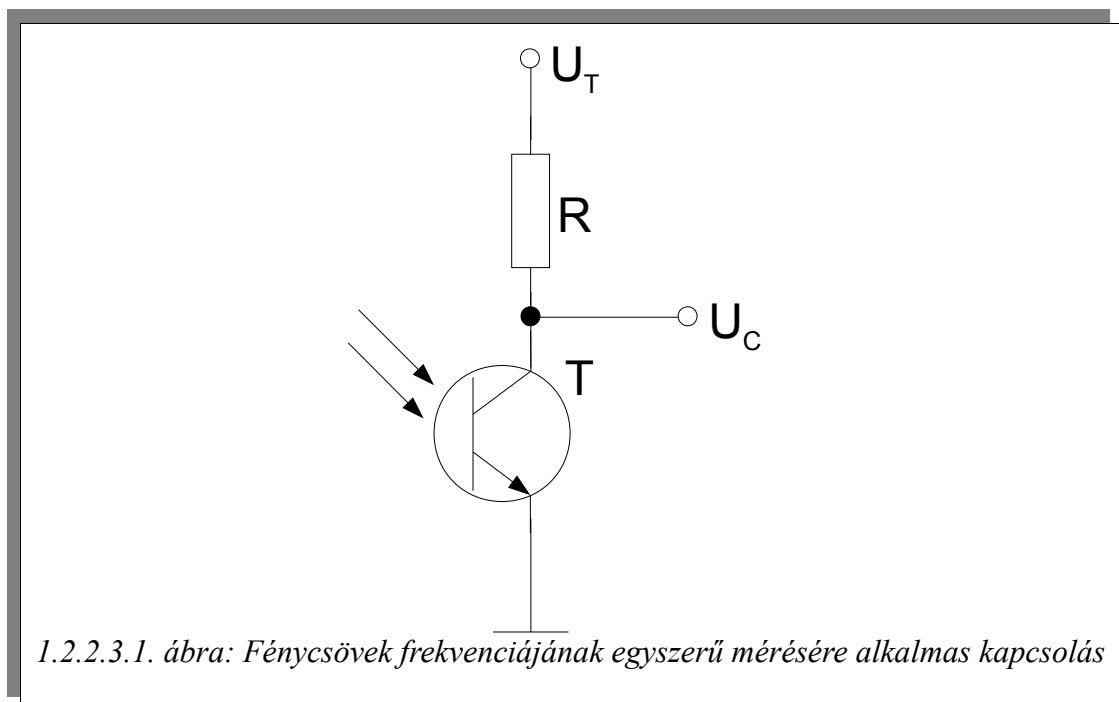
- Műszaki és higiénés eszközök (biztonsági berendezések, védőfelszerelések, orvosi vizsgálatok)
- Jogi és igazgatási eszközök (munkavédelmi felügyelet, ellenőrzések, bírságok)
- Oktató, nevelő és felvilágosító eszközök (munkavédelmi oktatás)

### 1.2.2.3. Egyszerű példa a világítási rendszer veszélyeinek szemléltetésére

A fényforrások periodikus fényingadozása miatt a stroboszkóphatás<sup>5</sup> elkerülésére a fényforrásokat eltérő fázisról kell üzemeltetni. A lámpák egységteljesítményét úgy kell megválasztani, hogy minden, stroboszkóphatás szempontjából kritikus területet legalább két eltérő fázisra kapcsolt lámpa világítson meg, és ezek fénye megfelelő arányban keveredjen. Az olyan munkahelyeken, ahol forgógép, berendezés működik, amely a stroboszkóphatás szempontjából kritikus, egyfázisú táplálás esetén csak izzólámpás vagy ikerkapcsolású fénycsőves világítótesteket, ill. LED-es megvilágítást szabad alkalmazni!

---

<sup>5</sup> A stroboszkóphatás azt jelenti, hogy a fázisváltozással megegyezően szinkronban forgó alkatrészt úgy látjuk, mintha állna. Ez azért veszélyes, mert a dolgozó így gyanútlanul hozzáérhet a veszélyes, forgó gépelemhez.



Az egyes munkafolyamatok előtt a szükséges munkavédelmi ismereteket, a szerszámok és gépek használatának veszélyeit szóban, ill. az adott foglalkozásokhoz tartozó előadásvázlatokban tárgyaljuk



#### 1.2.2.4. Általános műhelyrend

Az iskola teljes területén – így a műhelyben is – érvényesek a Btk. ill. a Ptk. rendelkezései, valamint az iskola házirendje. A műhely, és laboratóriumi foglalkozásokon a balesetek megelőzése érdekében szigorúbb rend uralkodik, mint egy elméleti órán. A következő szabályok be nem tartása esetén a diák figyelmeztetésben, intésben, a gyakorlati foglalkozástól való eltiltásban részesülhet:

- A műhelybe és laboratóriumba ételt italt, oda nem illő eszközöket<sup>6</sup> behozni tilos!
- A műhelyben és laboratóriumban az általános viselkedési szabályokon felül szigorú fegyelem uralkodik. A helyiségbe belépni vagy azt elhagyni csak az oktató engedélyével lehet. A mindenkori munkát elméleti ismertetés előzi meg, amelyet a diákok csendben jegyzetelve hallgatnak végig. Az előadás közben felmerülő kérdéseket jelentkezés és felszólítás után tehetik fel. Az oktatót, vagy társainkat félbeszakítani csak különösen indokolt esetben (veszélyhelyzet) lehet. A teremben a hangoskodás, oda nem illő kifejezések használata tiltott!
- A munkavégzés során felmerülő kérdések tisztázása céljából a diák kérheti az oktató segítségét jelentkezés útján, amennyiben ez rövid idő után nem vezet eredményre, a „Tanár Úr!” megszólítást használva hívhatja fel magára a figyelmet. Az oktató a diákokat alapesetben tegezi, vagy magázza – külön kérésre átvált kizárólag magázó formába – a diákok az oktatót minden esetben magázzák. Mind az oktató, mind a diákok megadják egymásnak és társaiknak a kötelező tiszteletet.
- A munka megkezdése előtt az oktató és a diákok a helyükön vigyázzban állva üdvözlik egymást a napszaknak megfelelően. A köszöntést az oktató kezdi.
- Érdemjeggyel kapcsolatban csak érvekkel lehet javítást elérni – hangerővel nem. Amennyiben az oktató a dolgozat pontszámait elszámolta, vagy a számonkérés során fontos tényeket hagyott figyelmen kívül erre kulturált formában jelentkezés és felszólítás után hívjuk fel a figyelmét!
- Az oktató a diákokat mindig tájékoztatja a következő alkalommal várható számonkérésekből, azonban a munkavédelmi előírásokból bármikor – akár szóban, akár írásban – feleltethet.
- Aki az adott munkafolyamat területén nem rendelkezik elegendő munkavédelmi ismerettel – bár arról az oktató tájékoztatást adott – kérdéseit a munka megkezdése előtt kötelezően fel kell tennie – ezért őt retorzió nem érheti!
- A munkavégzés során a diákok egymás munkáját nem becsmérik, kérésre építő jellegű kritikát adhatnak. A diákok a saját munkájuk befejezése és értékelése után az oktató engedélyével segédkezhetnek társaiknak. A munka minősítéséhez egyedül az oktátónak van joga.
- A hatékony munkavégzés miatt az oktató eltérhet az általános 45 perces időkerettől és az órákat egybe is megtarthatja – természetesen tekintetbe véve az alapvető emberi szükségleteket.

---

<sup>6</sup> Minden olyan tárgy ami zavarja a munkavégzést (bekapcsolt mobiltelefon, mp3-4 lejátszó, egyéb szórakoztató elektronikai termék, táska, kabát, ékszerek stb.).

## Első előadás

- Amennyiben a diák a munkadarabját, vagy a feladatát elrontotta, de úgy érzi, hogy következő alkalommal a felajánlott jegynél magasabb osztályzatot is el tudna érni lehetősége van egy külön időpontban – amelyről az oktatóval egyeztet – ismét számot adni képességeiről.
- **Aki a munkavédelmi előírásokat figyelmen kívül hagyja minden esetben figyelmeztetésben részesül – a szabálysértés súlyától függően szóban vagy írásban.**
- **Aki a munkavédelmi előírásokat szándékosan figyelmen kívül hagyja az írásbeli intézésben részesül, az órai munkája elégtelen osztályzatot kap. A további munkavégzést mindaddig meg kell tőle tagadni, amíg szóban számot nem ad a munkavédelem terén szerzett ismereteiből.**

A laboratóriumi és műhely foglalkozásokra kötelezően magunkkal hozott tárgyak listája:

- Írószerszám (toll, különböző keménységű grafitceruza)
- Vonalzók (egyenes és háromszög)
- Körző
- Jegyzetfüzet (A4 formátumú négyzetrácsos spirál füzet)
- Műszaki rajzlapok (legalább 3 db)
- Munkaköpeny
- Az adott gyakorlatra az oktató által előírt egyéb segédeszközök

### 1.2.3. Érintésvédelmi oktatás

Az érintésvédelemről részletes ismertetést az elméleti órákon, ill. a villamos gyakorlatokon kaphatunk, itt csupán a legszükségesebb információkat közöljük.

A villamos áram élettani hatása:

Az izmok összerándulása: Az emberi szervezetben az izmok összehúzódásáért az agyból kiinduló információk alapján az idegrendszeren végigfutó villamos áram a felelős. Az áramütés összezavarja az idegpályákat, így nem tervezett, és nem irányított összerándulásokat hozva létre. Szélsőséges esetben bekövetkezik az izmok szakadása, az idegek károsodása. Az izmok összerándulása terén a váltakozóáramot tekinthetjük veszélyesebbnek.

## Első előadás

- Vegyhatás:** Köztudott, hogy az emberi test 70%-a víz – az ásványi anyagtartalom miatt ez a víz elektrolit oldatot alkot. Egyenáramú áramütés esetén megkezdődik a bontási folyamat, amelynek során a vér és a szövet veszélyes mértékben elbomolhat, gázbuborékok, vérrögök keletkezhetnek, amik – szélsőséges esetben – halálhoz vezethetnek.
- Hő hatás:** „Az áram járta vezető melegszik”. Ez az alapigazság az emberi testre is érvényes. Áramütés esetén az ember a saját ellenállása miatt veszélyes mennyiségű hőt termelhet.

Az áram élettani hatása a következő tényezőktől függ:

- Az áram útja a szervezeten belül
- Az áramerősség
- A frekvencia
- Az áramütés időtartama
- Az emberi szervezet állapota

Az áramerősség küszöbértékei (hálózati feszültségre vonatkoztatva):

- Érzetküszöb:** Az a minimális áramerősség, amelynek jelenlétét az ember már képes érzékelni. Ez néhány száz  $\mu\text{A}$ . 5-6mA hatására már izomösszerándulás történik.
- Elengedési áramküszöb:** 20mA felett az áramkörből segítség nélkül már nem tudunk kiszabadulni.
- Halálos áramküszöb:** 80mA feletti áramerősség esetén bekövetkezhet a halál.

A gyakorlatban feszültséggenerátoros meghajtásokkal találkozunk (hálózati feszültség, akkumulátorok) így az előbb említett áramértékek sajnos nem sokat segítenek, le kellene fordítanunk feszültség szintekre őket. Ohm törvényét alkalmazva az emberi ellenállást ismert mennyiségnek véve alapul ez nem okozhat gondot. Az emberi ellenállás érintésvédelmi szempontból<sup>7</sup>  $1\text{k}\Omega$ . Figyelembe véve az elmondottakat a következő érintésvédelmi feszültség szinteket határozták meg:

---

<sup>7</sup> A valóságban néhány  $100\text{k}\Omega$  – azonban nedves bőr, és egyéb tényezők hatására jelentős mértékben csökkenhet. A szövetek ellenállása néhány  $100\Omega$ , az érintésvédelmi számítás ehhez még hozzáadja a bőr minimális ellenállását, és biztonsági tényezőt alkalmazva jutunk el az  $1\text{k}\Omega$ -os értékhez.

## Első előadás

Törpefeszültségű<sup>8</sup>: az a berendezés, amelynek vezetői, ill. bármely vezetője és a föld között a maximálisan fellépő potenciálkülönbség 50V.

Kisfeszültségű: az a berendezés, amelynek vezetői között a fellépő feszültség 50V-nál nagyobb, de 1000V-nál kisebb, valamint bármely vezető és a föld között a maximálisan fellépő feszültség 600V.

Nagyfeszültségű: az a berendezés, melynek vezetői között a névleges feszültség nagyobb, mint 1000V, vagy közvetlenül földelt berendezésnél egyik vezetője és a föld közötti feszültség meghaladja a 600V-ot.

Szaktárgyunk során a legtöbb gépet, berendezést hálózati feszültségről üzemeltetjük.

Hálózati feszültség: Magyarországon<sup>9</sup> a hálózat  $230V_{\text{eff}}$  értékű 50Hz frekvenciájú szinuszosan váltakozó feszültség. Fontos, hogy a 230V effektív értékre vonatkozik, a csúcserőtel – amit úgy kapunk, hogy a szinuszos jelalakra vett csúcstényezővel ( $\sqrt{2}$ ) beszorzunk –  $\sim 325V_{\text{cs}}$ . A hálózati feszültség önmagában vizsgálva kisfeszültségű rendszer.

A 3 fázisú hálózaton a különböző fázisokat R, S, T jelöléssel látjuk el, a nullavezető jelölése N, míg a védőföldelésé PE<sup>10</sup>.

**Az érintésvédelem célja megakadályozni, hogy az embert áramütés érje.**

### 1.2.3.1. Érintésvédelmi osztályok

A berendezéseinket érintésvédelmi osztályokba tudjuk besorolni.

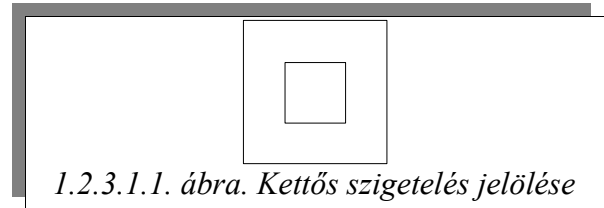
1. érintésvédelmi osztály (védőföldelés): Az 1. érintésvédelmi osztályba tartozó eszközöket védővezetővel látjuk el. Ezeket az eszközöket csak földelt konnektorokról szabad üzemeltetni! A védővezető célja, hogy a készülékházra került veszélyes feszültség – az ember helyett – rajta keresztül hozzon létre rövidzárlatot. A rövidzárlati áram leoldja a biztosítékot, kismegszakítót, vagy FI-relét.

2. érintésvédelmi osztály (kettős szigetelés): A kettős szigeteléssel ellátott eszközök megérinthető részei vagy szigetelő anyagból (műanyag, fa) készülnek, vagy a fémburkolat úgy került szigetelésre a feszültség alatt lévő részekről, hogy egyszeres hiba esetén rá veszélyes nagyságú érintési feszültség ne juthasson. Kettős szigeteléssel ellátott eszközöket földelni tilos!

8 Törpefeszültségű berendezések az emberre nem veszélyesek, hiszen – saját ellenállásunk miatt – nem tud veszélyes áram kialakulni.

9 Az USA-ban 120V/60Hz-es hálózattal dolgoznak.

10 A vezetékek szigetelésének színe a következőképpen alakul: fázis → fekete; nullavezető → kék; védőföldelés → zöld-sárga. Amennyiben a fázisokat egymástól meg kell különböztetnünk, a vezetékek végeit látjuk el színkóddal (színjelölésre a zöld, a sárga, a vörös, a szürke, a fehér, a világoskék és a zöld/sárga színek egyike sem alkalmazható).



### 3. érintésvédelmi osztály (törpefeszültség):

A maximum 50V-os feszültségről üzemelő eszközöket – amelyek tápfeszültségét biztonsági transzformátorról állítjuk elő – a 3. érintésvédelmi osztályba soroljuk. Ezt az osztályt tekinthetjük a legbiztonságosabbnak, hiszen az 50V alatti feszültségek az emberi szervezetre nem veszélyesek.

Az érintésvédelmi megoldás lehet passzív és aktív módszer.

Passzív módszerek:

- Elkerítés
- Burkolás
- Elszigetelés
- Védőelválasztás

Aktív módszerek:

- Nullázás
- Védőföldelés
- Feszültségvédő kapcsolás
- Áramvédő kapcsolás

Védekezés FI-relé segítségével:

Ma már az új építésű házak esetén, ill. felújításkor minden esetben beépítik az áramvédő kapcsolót (ÁVK), vagy életvédelmi relét, vagy Fehlerstromschalter<sup>11</sup>-t, vagy Residual Current Device-t (RCD). Az eszköz működése a különbségi árammérés elvén alapul. Amennyiben a fázison és a nullavezetőn átfolyó áramok különbsége eléri egy előre meghatározott értéket (30mA; 100mA; 300mA), akkor az áramvédő kapcsoló megszakítja a fázist. Fontos tisztáznunk, hogy az életvédelmi relé az életet védi, míg a biztosíték, kismegszakító az eszközt, hálózatot a túlmelegedéstől! Egyik a másikat nem helyettesíti. A fi-relékre megadnak egy maximális áramot, amit még képesek elviselni (16A; 25A; 40A) – ez alapján tudjuk az egyes hálózatokhoz kiválasztani őket.

11 A német és angol kevert szavakból áll össze a mérnökök által is használt fi-relé kifejezés: Fehlerstromschalter-Interrupt

#### 1.2.4. Tűzvédelem

Az égés állapotjelzői

- Hőmérséklet
- Nyomás
- Térfogat
- Mólszám

Az égés együttes feltételei:

- Éghető anyag
- Oxigén
- Gyújtóforrás
- Gyulladás hőmérséklet

Öngyulladás: A rendszerben van hőtermelő folyamat, amelynek eredménye meghaladja a hőelvezető képességet.

Az égés a robbanás és a detonáció között alapvetően sebességbeli különbség van. ( $< 10 \frac{m}{s}$ ;  $> 10 \frac{m}{s}$ ;  $> n \cdot 100 \frac{m}{s}$ ).

A Ttv.<sup>12</sup> szerint a **tűz (tűzeset)** az az égési folyamat, amely veszélyt jelent az életre, a testi épségre vagy az anyagi javakra, illetve azokban károsodást okoz. Vagyis a tűz és az égés között alapvetően az irányítás a különbség – amennyiben egy égési folyamat felett elveszítjük az irányítást már tűzről kell beszélnünk.

A hőterjedés a következő módokon jöhet létre

- Kondukción (hővezetés): szilárd testek esetén.
- Radiáció (hősugárzás): a melegedő test elektromágneses sugárzás útján ad le hőmennyiséget.
- Konvekció (hőszállítás): a gázok és folyadékok áramlás útján szállítják a hőenergiát.

---

12 Tűzvédelmi törvény

## Első előadás

**Tűzosztályok:** a tüzek égő anyag fajtája szerinti csoportjait jelentik, azzal a céllal kerültek bevezetésre, hogy segítsék a különböző helyeken szükséges tűzoltó készülékek kiválasztását.

„A”: Szilárd, általában szerves eredetű olyan éghető anyagok tüze, amelyek lángolás és/vagy izzás (parázslás) kíséretében égnak.

„B”: Éghető folyékony, vagy cseppfolyós szilárd anyagok (olvadékok) tüze.

„C”: Az éghető gázok tüze.

„D”: Az éghető fémek – elsősorban alkáli fémek (pl. Na, K) és alkáli földfémek (pl. Mg, Ca) – továbbá a különböző éghető fémvegyületek (pl. alumínium-alkil) tüze.

## Tűzveszélyességi osztályok:

- „A”: Fokozottan tűz- és robbanásveszélyes
- „B”: Tűz- és robbanásveszélyes
- „C”: Tűzveszélyes
- „D”: Mérsékelt tűzveszélyes
- „E”: Nem tűzveszélyes

A folyadékokat tűzveszélyességi fokozatba sorolják. A folyadék tűzveszélyességi osztálya egyértelműen meghatározza a tűzveszélyességi fokozatát:

„A” tűzveszélyességi osztály → I tűzveszélyességi fokozat

„B” tűzveszélyességi osztály → II tűzveszélyességi fokozat

„C” tűzveszélyességi osztály → III tűzveszélyességi fokozat

„D” tűzveszélyességi osztály → IV tűzveszélyességi fokozat

## Tűzoltókészülékek csoportosítása

- Vízrel oltó készülékek (villamos tüzet tilos velük oltani)
- Habbal oltó készülékek (A és B osztályú tüzeknél hatékonyak, és 1000V alatti készülékek tüzenél)
- Porral oltó készülékek (minősítésük B osztályú, de feszültség alatti tüzek esetén is alkalmazhatók)
- Szén-dioxiddal oltó készülékek (bármilyen tűzhöz alkalmazható)
- Halon gázzal oltó készülékek (bármilyen tűzhöz alkalmazható)

### **1.3. Veszélyhelyzet esetén a teendők**

Az egyes veszélyhelyzeteket példákon keresztül illusztrálva az oktató szóban ismerteti a teendőket.

### **1.4. Villámvédelem**

A villám az épület belsejében lévő vezetőkben (hálózati, vagy telefonvezetékben is) nagy feszültséget indukálhat, amely a hozzá csatlakoztatott berendezéseket tönkretetheti. A villám által indukált feszültségre érzékeny részeket (antennaárbóc) földeléssel kell ellátnunk – fontos, hogy ez nem egyezik meg az érintésvédelmi földdel, azzal közösíteni tilos! Amennyiben készülékeinket vihar idején a hálózatról leválasztjuk, másodlagos villámvédelmet alakítunk ki. Villámlás idején a szabadban tartózkodni különösen veszélyes. Amennyiben villámhárító berendezések közelében tartózkodunk kialakulhat a lépésfeszültség, vagyis a lépésünkkel már veszélyes potenciálkülönbséget hidalhatunk át. Ilyen jelenséggel találkozhatunk leszakadt nagyfeszültségű vezetékek közelében is. Semmiképpen se fussunk el! A veszélyforrástól araszolva – egyszerre csupán néhány cm-t megtéve – távolodjunk el!

A korszerű villámvédelem egyik formája a túlfeszültségvédelemmel ellátott aljzatok használata.



## **1.5. A műhelyben található eszközök ismertetése**

A műhelyben és a laboratóriumban található eszközök, szerszámok, műszerek ismertetésére a gyakorlatban szemléletes módon kerül sor.

## **1.6. Projektismertetés**

A diákok minden évben kiválasztanak egy projektmunkát, amelyet 2-3 fős csoportokban – amennyiben szükséges fokozott oktatói segítséggel – végeznek el. Az év végén munkájukról számot adnak egy színvonalas előadás<sup>13</sup> formájában. Az elméleti munkák esetén elvárt minimális előadási idő 15, míg a gyakorlati feladatok esetén 5 perc.

A projektmunka lényege az önálló és a csapatban történő munkavégzés elsajátítása. Elfogadható bármilyen a szakmához kapcsolódó, a tanév során elkészítésre kerülő, megfelelő nehézségű, dokumentált feladat.

A projektmunka elkészítéséhez az oktató minden segítséget megad. Amennyiben szükséges javasol szakirodalmat, segítséget nyújt a dokumentáció tartalmi és formai előkészítésében. A konkrét termékkel járó feladatok esetén előre megbeszélte időpontban lehetőséget nyújt a laboratórium, vagy a műhely használatára. Mindazonáltal a feladat érdemi része a diákokra hárul, az oktató csupán instrukciókat ad, ill. példákon keresztül próbálja segíteni a tanulókat.

### **1.6.1. Az oktató által javasolt projektfeladatok**

- Biztonságtechnikai előadás megtartása (az előadásban részletesen ki kell térni a munkavédelem legfontosabb előírásaira, példákon keresztül kell illusztrálni a biztonsági előírások, védőfelszerelések szükségességét).
- Előadás az érintésvédelemről (a követelmények hasonlóak a biztonságtechnikai előadáshoz, csak itt az érintésvédelem területét kell körüljárni. Külön ki kell térni az érintésvédelem lehetőségeire és azok alkalmazhatóságára példákon keresztül.)
- Metrológiai előadás megtartása
- A számítógéppel támogatott tervezés és/vagy gyártás bemutatása egy konkrét – általunk készített – terméken keresztül.
- Egy valódi termék elemzése (költséghatékonyság, gyártási lehetőségek, mérés/ellenőrzés lehetőségei, továbbfejlesztés lehetősége)
- Forgácsolási eljárások elemzése<sup>14</sup> (kézi és gépi forgácsolási eljárások, a forgácsolás előnyei és hátrányai a többi megmunkálási folyamathoz képest példákon keresztül, legalább 2-3 forgácsolási eljárás elkészítése egy, vagy több munkadarabon).

---

<sup>13</sup> Függetlenül a választott munka jellegétől egy rövid előadást mindenképpen kell tartani bemutató formájában.

<sup>14</sup> A téma mélysége miatt ezt a feladatot két csapat is választhatja, az előadásokat együtt megtartva 20-30 percen, ill. külön munkadarabokat készítve.

## Első előadás

- A műszaki dokumentáció jellemzőinek ismertetése, és saját terméken való illusztrálás
- A mérési jegyzőkönyvek legfontosabb ismérvei, konkrét jegyzőkönyv elkészítése egy saját, vagy az oktató által felajánlott munkadarabról.
- Egy – az oktató által elfogadott – saját termék legyártása, a folyamat dokumentálása és ismertetése.
- Speciális mechanikai megmunkálások bemutatása (ultrahang, plazma, lézer, stb.)
- Mechanikai ellenőrző- és mérőműszerek bemutatása (élvonalzó, idomszerek, tolómérők, mérőórák, optikai műszerek, stb.)
- Az anyagok csoportosítása mechanikai és villamos tulajdonságok szerint. Az elektronikában használt anyagok és megmunkálásuk ismertetése. Az ugyanarra a feladatra használt anyagok összehasonlítása.

### 1.7. Számonkérések formái

A gyakorlatokon a diákok többféle módon adhatnak és adnak számot tudásukról. Az osztályozás mindenkor alappillére a lelkiismeretes és hatékony órai munka.

A gyakorlatok elvégzéséhez és a későbbiekben való biztonságos munkavégzéshez elengedhetetlenül szükséges a gyakorlatokra történő otthoni felkészülés – a biztonsági előírások, a munkafolyamatok tanulmányozása. A diákok az elméleti ismereteikből minden óra<sup>15</sup> első 15 percében dolgozat formájában adnak számot. A felmérő kérdései és az arra adandó válaszok a számonkérés előtti gyakorlaton ismertetésre kerülnek.

A diákok egy évre szólóan projekt munkát választanak, amelyet 2-3 fős csoportokban elvégeznek, és az év végén eredményüket bemutatják.

Érdemjegyet lehet még szerezni az órai munka, ill. a dolgozatok érdemjegyeinek javításával önkéntes<sup>16</sup> alapon.

Otthoni feladatok – jegyzőkönyvek, munkanapló, műszaki rajz, műszaki dokumentáció, házi feladat – elmulasztása elégtelen érdemjegyet von maga után. Amennyiben az otthoni feladatot elkészítettük, azonban a színvonala nem éri el a jeles szintet az oktató által megajánlott jegyet a diák elfogadhatja, vagy visszautasíthatja, ill. lehetősége van későbbi alkalommal történő újbóli ellenőrzés kérésére.

A szorgalmas diák jeles érdemjegye(ke)t szerezhet az iskolában, vagy versenyeken nyújtott kiváló szakmai teljesítményével.

---

15 Az első foglalkozás természetesen kivételt képez.

16 Elégtelen érdemjegyet mindenképpen javítani kell.

## Első előadás

Az osztályozás mindenkor az oktató szuverén tevékenysége – ezt csak a nevelőtestület bírálhatja felül indokolt esetben a diák javára. Az alábbi objektív szempontokat érvényesítjük a félévi, ill. év végi jegyek kiszámításánál:

- A különböző érdemjegyek különböző súlyszámokkal eshetnek latba, erről az oktátónak még a számonkérés megtörténte előtt tájékoztatni kell a diákot. Az általánosan alkalmazott súlyszámok: dolgozat → 1; házi feladat → 1; órai munka → 2; projekt munka → 4.
- 2,00 jegyátlag alatt csak elégtelen érdemjegy adható.
- 2,50; 3,50; 4,50 jegyátlag felett az oktató dönti el, hogy a diák féléves-éves teljesítménye alapján a jobb érdemjegyet állapítja meg, vagy – a diák kérésére – lehetőséget biztosít a javításra.
- 2,50; 3,50; 4,50 jegyátlag alatt az oktató dönti el, hogy a diák – kérésre – lehetőséget kap-e a javításra.

### 1.8. Az első előadáshoz kapcsolódó ellenőrző kérdések<sup>17</sup>

- **Ismertesse a munkavédelmi törvény célját**
- Definiálja a munkavédelmet, hozzon példákat a szervezett munkavégzésre
- Definiálja és csoportosítsa a veszélyforrásokat
- Határozza meg az ergonómia fogalmát, ismertesse a munkavédelem eszközeit
- Adja meg a hálózati feszültség jellemzőit. Sorolja be a különböző feszültségű berendezéseket feszültségértékük szerint.
- **Milyen érintésvédelmi osztályokat, és lehetőségeket ismer?**
- Milyen tényezőktől függ az áram élettani hatása? Adja meg hozzávetőlegesen az érzetküszöb, az elengedési áramküszöb, a halálos áramküszöb értékét!
- Mi a különbség a biztosíték, vagy kismegszakító és az érintésvédelmi relé között?
- **Sorolja fel a tűzvesélyességi- és a tűzosztályokat (megnevezés és jelölés). A tűzosztályok esetén nevezzen meg egy az oltásra alkalmas besorolású tűzoltókészüléket.**
- Mi a különbség az égés, a robbanás, és a detonáció között? Miben különbözik a tűz az égéstől?

---

<sup>17</sup> Az ellenőrző kérdések közül 6 db lesz feltéve a dolgozatban. A félkövérrel szedett kérdések biztos hogy szerepelni fognak.

## 2. Második előadás

### 2.1. Bevezetés

Amint már az első előadás bevezetőjében is említettük a mérés a mérnök, és minden más műszaki ember legmeghatározóbb tevékenysége.

A második foglalkozáson megismerkedünk a mérés technika alapjaival, a mérés elvégzéséhez és kiértékeléséhez szükséges fogalmakat tisztázzuk. Megvizsgáljuk a mechanikai mérés eszközeit és működési elvüket. Végül pedig önálló mechanikai mérést fogunk elvégezni, amelyet egy – az oktató által előkészített – jegyzőkönyvbe fogunk dokumentálni.

A modern társadalmakban a fogyasztó védelme, az áruk és a szolgáltatások mennyiségének és minőségének garantálása állami feladat, amelynek ellátását a jogalkotók **törvényekkel, rendeletekkel** szabályozzák. Így alakult ki a metrológia „törvényes” ága, a **mérésügy**. Magyarországon a törvényes szabályozást az 1991. évi XLV Törvény a mérésügyről című törvény és annak végrehajtási rendelete (VHR) a 127/1991. (X.9.) Korm. rendelet látja el.

A metrológiával foglalkozó legfontosabb alapfogalmak ismertetését a Nemzetközi Metrológiai Szótár (**VIM**) tartalmazza. A szótárat hét mérésüggyel is foglalkozó nemzetközi szervezet adta ki 1993-ban az Útmutató a Mérési Bizonytalanság Kifejezéséhez (**GUM**) című dokumentummal együtt. Ezen szervezetek:

- [BIPM](#): Nemzetközi Súly- és Mértékügyi Hivatal
- [IEC](#): Nemzetközi Elektrotechnikai Bizottság
- [IFCC](#): A Klinikai Kémia Nemzetközi Szövetsége
- [ISO](#): Nemzetközi Szabványosítási Szervezet
- [IUPAC](#): A Tiszta és az Alkalmazott Kémia Nemzetközi Egyesülése
- [IUPAP](#): A Tiszta és az Alkalmazott Fizika Nemzetközi Egyesülése
- [OIML](#): Nemzetközi Mérésügyi Szervezet.

A dokumentumok részletesen foglalkoznak a következő témákkal:

- [MENNYISÉGEK ÉS EGYSÉGEK](#)
- [MÉRÉSEK](#)
- [MÉRÉSI EREDMÉNYEK](#)
- [MÉRŐESZKÖZÖK](#)
- [MÉRŐESZKÖZÖK JELLEMZŐI](#)
- [ETALONOK](#)

## 2.2. Alapfogalmak

Nemzetközi Mértékegység-rendszer, **SI**: Az Általános Súly- és Mértékügyi Értekezlet (General Conference on Weights and Measures) által elfogadott és ajánlott koherens egységrendszer.

Mennyiség	SI alapegység	
	Neve	Jele
hosszúság	méter	m
tömeg	kilogramm	kg
idő	másodperc	s
elektromos áram	amper	A
termodinamikai hőmérséklet	kelvin	K
anyagmennyiség	mól	mol
fényerősség	kandela	cd

**Mérés:** Műveletek összessége, amelyek célja egy mennyiség értékének a meghatározása.

**Metrológia:** A mérés tudománya.

### A metrológia csoportosítása

	Törvényes metrológia	Tudományos és alkalmazott metrológia
<b>Kormányközi szervezetek</b>	Nemzetközi Mérésügyi Szervezet ( <a href="#">OIML</a> , 1955)	Métegyezmény ( <a href="#">CM/BIPM</a> , 1875), Kölcsönös Elismerési Megegyezés ( <a href="#">CIPM-MRA</a> , 1999)
<b>Regionális szervezetek</b>	Európai Mérésügyi Együttműködés ( <a href="#">WELMEC</a> , 1990)	Európai Metrológiai Szervezet ( <a href="#">EUROMET</a> , 1987)
<b>Tudományos szervezetek</b>		Nemzetközi Méréstechnikai Szövetség ( <a href="#">IMEKO</a> , 1958)

## Második előadás

Mérési elv:	A mérés tudományos alapja.
Mérési módszer:	A mérés elvégzéséhez szükséges, fő vonalakban leírt műveletek logikai sorrendje.
Mérési eljárás:	Egy adott mérés során a mérési módszernek megfelelő módon elvégzendő, részletesen leírt, konkrét műveletek összessége.
Mérendő mennyiség:	A mérés tárgyát képező konkrét mennyiség.
Befolyásoló mennyiség:	A mérendő mennyiségtől különböző olyan mennyiség, amely hatással van a mérési eredményre.
Mérőjel:	A mérendő mennyiséget reprezentáló és azzal függvénykapcsolatban lévő mennyiség.
Transzformált érték:	Adott mérendő mennyiséget reprezentáló mérőjel értéke.
<b>Joghatással járó mérés:</b>	Olyan mérés, melynek eredménye jogi, ill. természetes személy(ek) jogi érdekeit érinti. Joghatással járó mérés csak a mérési feladat elvégzésére alkalmas hiteles mérőeszközzel (hiteles anyagmintával), vagy használati etalonnal ellenőrzött mérőeszközzel végezhető.
Mérésügyi <b>hitelesítés:</b>	Célja annak közhitelű elbírálása, hogy az eszköz <b>megfelel-e a mérésügyi követelményeknek</b> . A hitelesítési engedély kiadását eredményes típusvizsgálat előzi meg. Az eszköz hitelesítése során a mérésügyi szerv (a volt OMH - Országos Mérésügyi Hivatal, jelenleg <b>MKEH</b> – Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivatal) műszaki vizsgálattal ellenőrzi és tanúsító jellel és/vagy hitelesítési bizonyítvánnyal igazolja, hogy az eszköz megfelel a hitelesítési engedélyében foglalt követelményeknek. Azokat a mérőeszközöket (és azokban az alkalmazásokban) kötelező hitelesíttetni, amelyek szerepelnek a mérésügyi törvény végrehajtására kiadott 127/1991. (X. 9.) Korm. rendelet 2. mellékletében. Hitelesíteni csak teljes készüléket lehet. A hitelesítési eljárás történhet minden darabos termékvizsgálattal, és statisztikai (mintavételes) hitelesítés útján.
Mérési eredmény:	A mérendő mennyiségnek tulajdonított, méréssel kapott érték.
Korrigálatlan eredmény:	A mérési eredmény a rendszeres hiba korrekciókba vétele előtt.
Korrigált eredmény:	A mérési eredmény a rendszeres hiba korrekcióba vétele után.
Mérési pontosság:	A mérési eredménynek és a mérendő mennyiség valódi értékének a közelsége.

## Második előadás

**Tapasztalati szórás:** Ugyanazon mérendő mennyiség meghatározása céljából végzett  $n$  számú mérésből álló sorozat esetében az eredmények szóródását jellemző  $n$  mennyiség, melyet a következő képlet ad meg:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

ahol  $x_i$  az  $i$ -edik mérés eredménye,  $\bar{x}$  pedig az  $n$  eredmény számtani középértéke.

**Mérési bizonytalanság:** A mérési eredményhez társított paraméter, amely a mérendő mennyiségnek megalapozottan tulajdonítható értékek szóródását jellemzi.

**Hiba (mérési hiba):** A mérési eredmény mínusz a mérendő mennyiség valódi értéke.

**Eltérés:** Az érték mínusz a referenciaértéke.

**Relatív hiba:** A mérési hiba osztva a mérendő mennyiség valódi értékével.

**Véletlen hiba:** A mérési eredmény mínusz az az átlagérték, amely ugyanazon mérendő mennyiség megismételhetőségi feltételek között végzett végtelen sok mérésének eredményéül adódna.

**Rendszeres hiba:** Az az átlagérték, amely ugyanazon mérendő mennyiség megismételhetőségi feltételek között végzett végtelen sok mérésének eredményéül adódna, mínusz a mérendő mennyiség valódi értéke.

**Korrekción:** A rendszeres hiba kompenzálása céljából a korrigálatlan mérési eredményhez algebrailag hozzáadott érték.

**Korrekción tényező:** Számtényező, amellyel a rendszeres hiba kompenzálása céljából a korrigálatlan eredményt meg kell szorozni.

**Kalibrálás:** Állapotfelvevél a mérőeszköz mérési képességéről. Nem hatósági tevékenység. Az elfogadása bizalmon alapul. A hitelesítéssel szemben lehet részleges jellegű is. Elvégezheti maga a gyártó is, vagy 3. fél ún. kalibráló laboratórium – mely lehet akkreditált és nem akkreditált is (Nemzeti Akkreditáló Testület). A kalibrálás passzív tevékenység.

**Akkreditálás:** Az a tevékenység, amelynek alapján az akkreditáló szervezet hivatalosan elismeri és igazolja, hogy egy szervezet vagy természetes személy alkalmas meghatározott megfelelőség-értékelési feladat elvégzésére. Ezt a nemzetközileg elfogadott meghatározást tartalmazza a Nemzeti Akkreditáló Testület szervezetétől, feladat- és hatásköréről, valamint eljárásáról szóló 2005. évi LXXVIII törvény. 3. §-a.

**Etalon:** Egy adott **mennyiség** definíciójának megállapított értékű és **mérési bizonytalanságú** megvalósítása, amelyet referenciaként használnak.

## 2.3. A hitelesítés folyamata

### 1. szakasz

**Típusvizsgálat:** néhány darab mérőeszköz és a hozzájuk tartozó dokumentáció átadása egy olyan vizsgálatra, melynek során megsemmisül a berendezés.

Teljes körű dokumentáció: bizalmasan kezelendő, mert ipari titok.

- mechanikai
- villamos
- program
- a készülékek és a dokumentáció egyezésének ellenőrzése
- teljes körű kalibrálás (minden üzemmód, minden méréshatár)
- a kalibrálási eredmények összevetése a vállalt specifikációval (minősítés)
- a befolyásoló mennyiségek hatásának vizsgálata
- öregedés vizsgálata (gyorsított, forszírozott vizsgálat)
- manipuláció elleni védelem
- lezárhatóság ellenőrzése

### 2. szakasz

**Minden darabos hitelesítés:**

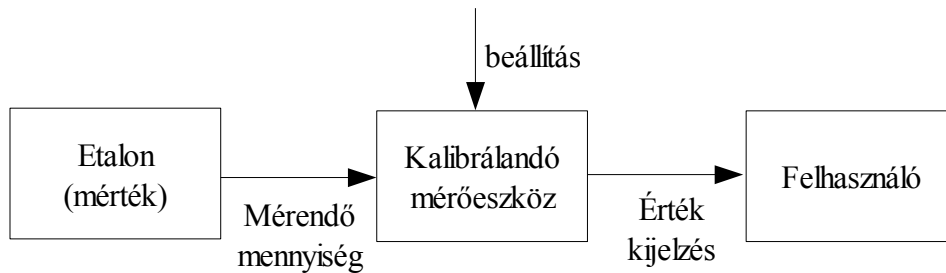
- a hitelesítési engedély-beli eszközzel való azonosság ellenőrzése
- teljes körű kalibrálás
- minősítés
- lezárás
- Hitelesítési Bizonylat kiállítása

A hitelesség **érvénye megszűnik:**

- lejár a törvényben meghatározott érvényességi idő
- Hitelesítési Bizonylat sérül, vagy elveszik
- zártság megsérül
- alapos gyanú merül fel



## 2.4. A kalibrálás folyamata

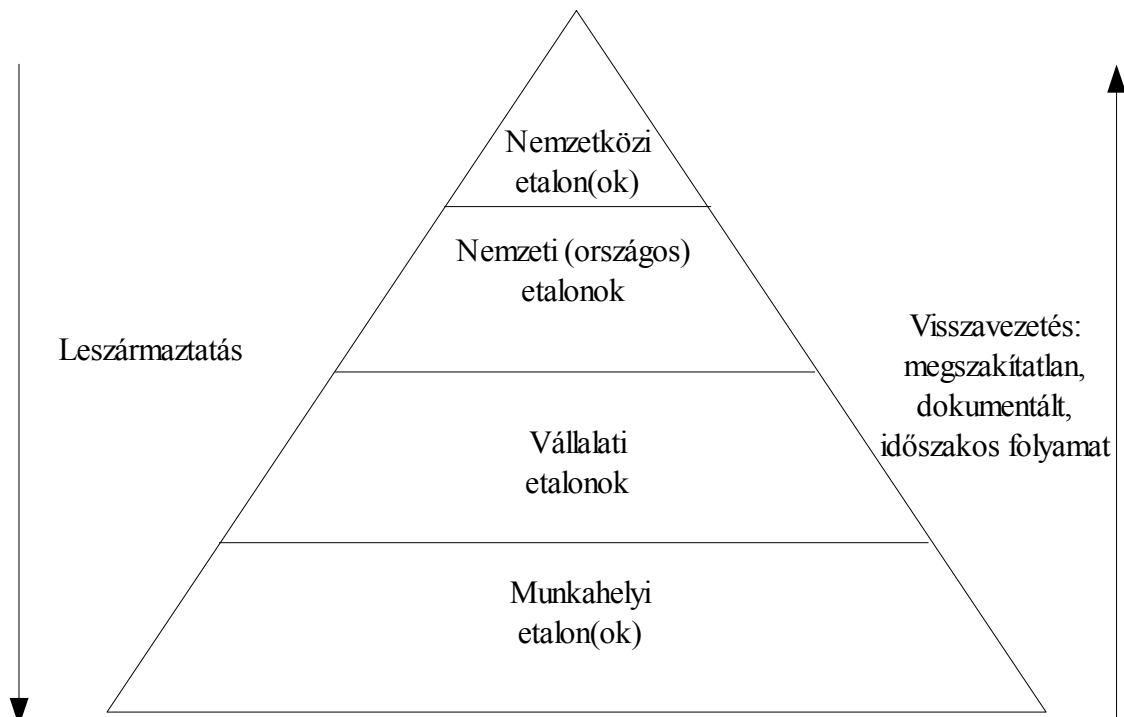


Az érték kijelzés lehet:

- vizuális (analóg; digitális)
- akusztikus (beszéd; fütty)
- kód

A folyamat során a mérendő mennyiség – mely ismert nagyságú – és az érték kijelzés összetartozó értékeit gyűjtjük, feldolgozzuk és dokumentáljuk.

Számítógéppel való mérést nem lehet kalibrálni. A gép programja módosítható (szándékosan, vagy nem szándékosan). Joghatással járó mérésnél irodai gép nem használható. A kalibrálás során alkalmazott etalonnak leszármaztathatónak, és visszavezethetőnek kell lennie:



## Második előadás

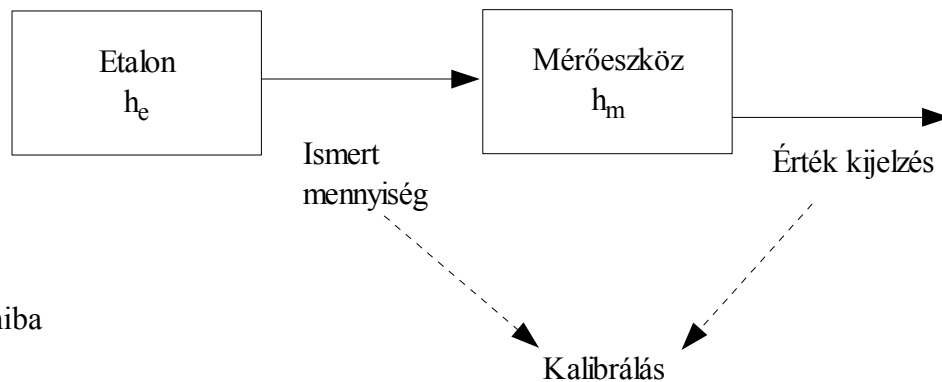
**Beállítás:** a mérőeszköz hozzáigazítása a mérési feladathoz (pl. kezelőszervekkel történő méréshatárváltás). A folyamat közben az eszköz nem változik meg.

**Beszabályozás (mérőeszközé):** a mérőeszköz megváltoztatása a metrológiai tulajdonságok javítása érdekében, olyan művelet, amellyel a mérőeszköz használatra kész működési állapotba hozható. A besabályozás lehet automatikus, fél-automatikus és kézi. A folyamat során az eszköz megváltozik.

**Felhasználói besabályozás:** Besabályozás, amely a felhasználó rendelkezésére álló eszközökkel elvégezhető.

**Javítás:** a mérőeszköz működő képességének helyreállítása alkatrészcsere, ill. szerelés útján.

### 2.4.1. A közvetlen kalibrálás folyamata



$h_e$ : etalon hiba

$h_m$ : mérőeszköz hiba

A kalibrálás elvégzésének feltétele:  $h_e \ll h_m$

TUR (Test Uncertainty Rate):

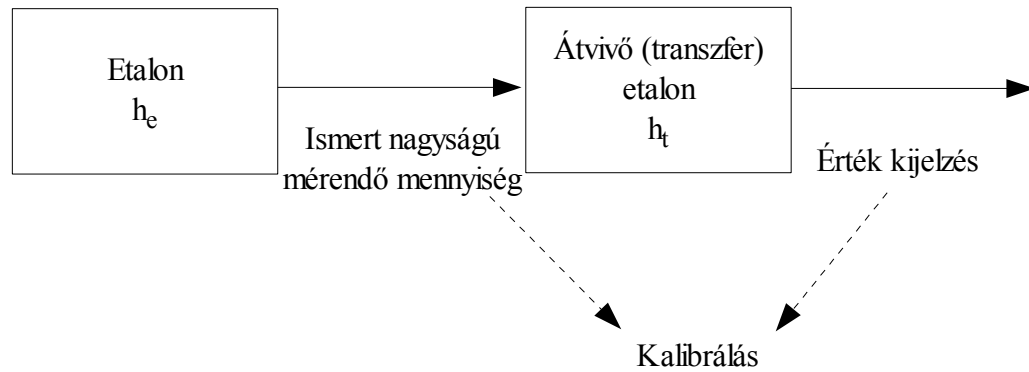
mérési bizonytalansági arány, értéke a mérőeszközzel szemben támasztott minőségi követelményektől függ.

$$\text{TUR: } \frac{h_e}{h_m}$$

### 2.4.2. A közvetett kalibrálás folyamata

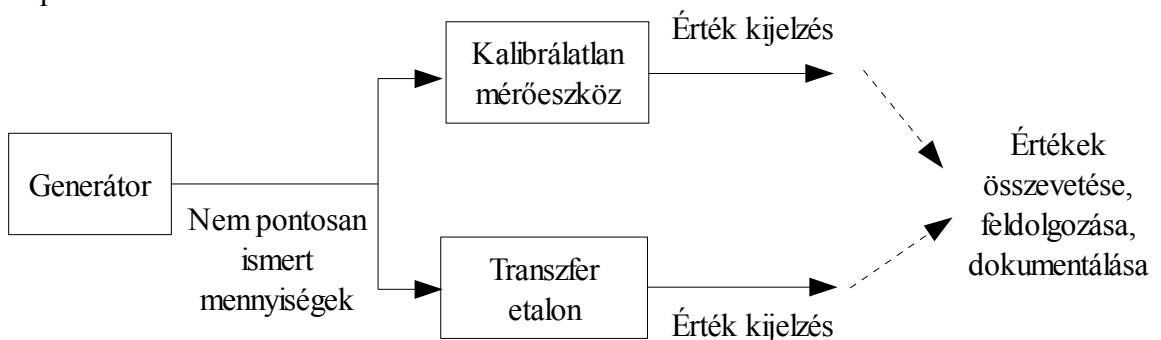
Abban az esetben alkalmazzuk, ha a műszer olyan helyen van, ahol nehéz, vagy nem lehetséges kalibrálni.

1. lépés:



$$\frac{h_t}{h_e} \gg 1$$

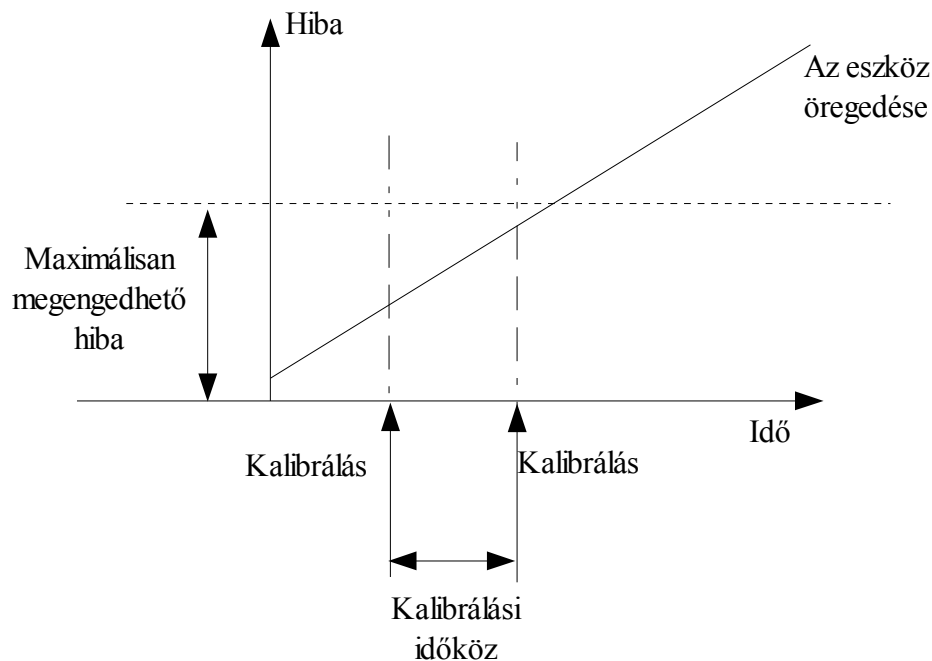
2. lépés:



$$\frac{h_m}{h_e} = \frac{h_t}{h_e} \cdot \frac{h_m}{h_t}$$

## Második előadás

### A kalibrálási időköz meghatározása:



Az egyes kalibrációk közötti időt a felhasználó határozza meg.

Ezen eljárás rendje a következő részfolyamatokra bontható:

- előzetes információk
- döntés módszere
- felelős személy megnevezése

Előzetes információk lehetnek:

- ugyanaz a darab készülék korábbi kalibrálási adatai
- ugyanolyan típusú mérőeszköz(ök) korábbi adatai
- gyártó cég adatai az öregedésről (worst-case közelítés)
- kézikönyv adatai
- „hasra ütés”

Döntés módszere:

- lineáris nem lineáris közelítéssel történt e az idő meghatározása
- téves méréseket milyen módszerrel kezeljük (visszahíváshoz kell egy nem manipulálható adatbázis)

Felelős személy megnevezését írásban kell rögzíteni, melyet Ő aláírásával igazol.

A kalibrálás érvényét veszíti a következő esetekben:

- lejár az előírt kalibrálási időköz
- a mérőeszköz lezártága sérül
- a befolyásoló mennyiségek (használat/tárolás/szállítás) megengedett értékein túli értékek előfordulása

## 2.5. A hitelesítés és a kalibrálás összehasonlítása

Hitelesítés	Kalibráció
<b>Joghatással járó mérés eszközének ellenőrzése</b>	
A mérésügyi törvény végrehajtási rendeletében fel vannak sorolva az alá tartozó eszközök	A mérésügyi törvény végrehajtási rendeletében nincsenek felsorolva az alá tartozó eszközök
Közhitelű, kötelező elfogadni	A bizalom növelését célozza
Hatósági tevékenység (MKEH)	Bárki elvégezheti
Teljeskörű	Lehet részleges is (pl. 1 méréshatár, vagy üzemmód)
A minősítés a hatóság feladata	A felhasználó dönt az alkalmasságról
Érvényességi idejét törvény írja elő	Az érvényesség idejéről a felhasználó dönt

## 2.6. Metrológia eszközei

**Passzív mérték:** reprodukál egy mennyiséget, de közben nem szolgáltat energiát. pl. hosszmérték; súlymérték

**Metrológiai jellemzői:**

- Referencia feltételek: befolyásoló mennyiségek értékeinek, értéktartományainak összessége, melyek fennállása esetén a mérték a neki tulajdonított mennyiséget adott maximális hibával reprodukálja.
- Üzemi feltételek: a referencia feltételektől szélesebb tartományok befolyásoló tényezői.
- Határfeltételek: használat; tárolás; szállítás
- Stabilitás
- Drift

## Második előadás

**Aktív mérték:** energiát szolgáltatva reprodukál egy mennyiséget. pl. fesz-gen. Rendelkezik kezelőszervekkel, amelyekkel üzemmódot lehet váltani, vagy reprodukálható mennyiséget.

Jellege lehet:

- analóg
- digitális
- kijelzős
- nem kijelzős

Felhasználási területe:

- kalibrálás
- eszköz átviteli karakterisztikájának meghatározása

**Metrológiai jellemzői:**

- névleges érték: legnagyobb mértékű reprodukálható mennyiség
- kimeneti terhelhetőség
- túlterhelhetőség
- befolyásoló mennyiségek
- referencia/használati/tárolási feltételek
- stabilitás
- méréstartomány
- jelzéstartomány
- ismétlőképesség
- ellenőrző pontok
- ellenőrzőponti hiba
- nullhiba

**Anyagminta:** anyag-összetétel, vagy -tulajdonság reprodukálása.

**Metrológiai jellemzői:**

- névleges érték
- helyes érték
- reprodukálási hiba
- reprodukálási bizonytalanság
- reprodukálási tartomány
- befolyásoló mennyiségek
- érvényességi idő
- minimálisan használható mennyiség

## **2.7. Műszerek csoportosítása**

Mérési mód szerint:

- összehasonlító
- értékjelző

Kijelzési módok szerint:

- vizuális
- akusztikus
- adat

Mérési elv szerint

Működés szerint:

- analóg
- digitális

Jelkiértékelés szerint:

- pillanatérték
- átlagérték
- összegző
- összetett jelkiértékelés

## **2.8. Műszerek jellemzői**

- jelzéstartomány
- névleges tartomány
- átfogás
- mérés tartomány
- műszerállandó
- mutató, skála, skálalap
- skálahossz, osztástáv, osztásérték
- skálaszámolás, skálakészítés
- érzékenység
- felbontóképesség
- eszköz hibája:
  - hibahatár
  - leolvasási hiba
  - linearitási hiba (eltérés az ideális karakterisztikától)
  - hiszterézis hiba
  - dinamikus hiba

### **2.8.1. Műszer metrológiai jellemzői**

- érzéketlenségi küszöb
- holtáv
- ismétlőképesség
- ellenőrzőponti hiba
- nullhiba (alaphiba)
- torzítás (torzításmentesség)
- redukált hiba (pontossági osztály)
- válasz függvények



## 2.9. Speciális mérési fogalmak

<b>Kiterjesztési tényező:</b>	Szoróként használt számtényező, mellyel az eredő standard bizonytalanságból a kiterjesztett bizonytalanság nyerhető. A kiterjesztési tényező értéke általában 2 és 3 között van.
Standard bizonytalanság:	Egy mérés eredményének bizonytalansága szórásként kifejezve.
Eredő bizonytalanság:	A mérés eredményének standard bizonytalansága abban az esetben, ha a mérési eredmény egy vagy több más mennyiség értékéből van előállítva. Az eredő bizonytalanság olyan tagok összegének pozitív négyzetgyökével egyenlő, amelyek ezeknek a más mennyiségeknek a becsült <i>varianciái</i> és <i>kovarianciái</i> annak megfelelően, hogyan változik a mérés eredménye a más mennyiségek változásainak hatására.
Kiterjesztett bizonytalanság:	A mérési eredmény körüli azt a tartományt meghatározó mennyiség, amelytől elvárható, hogy a mérendő mennyiségnek indokoltan tulajdonítható értékek eloszlásának nagy hányadát magába foglalja. A hányad <i>megbízhatósági valószínűségnek</i> vagy a tartomány <i>megbízhatósági szintjének</i> tekinthető. A kiterjesztett mérési bizonytalansággal meghatározott tartománynak a megbízhatósági szinttel való összekapcsolása azt igényli, hogy a mérési eredmény és annak kiterjesztett bizonytalansága által jellemzett valószínűség-eloszlásra vonatkozó explicit vagy implicit feltevésekkel rendelkezünk. Az ehhez a tartományhoz rendelhető megbízhatósági szint csak olyan mértékben lehet ismert, amilyen mértékben ezek a feltevések indokoltak.

## 2.10. Mechanikai mérés a gyakorlatban

### 2.10.1. A prefixumok (előtagok)

A mérések során az alábbi táblázatban lévő prefixumokat alkalmazzuk<sup>18</sup>.

Decimális szorzó ( $10^k$ )	Prefixum (Előtag)	Prefixum (előtag) jele
$10^{24}$	yotta	Y
$10^{21}$	zetta	Z
$10^{18}$	exa	E
<b><math>10^{15}</math></b>	<b>pet</b> a	<b>P</b>
<b><math>10^{12}</math></b>	<b>tera</b>	<b>T</b>
<b><math>10^9</math></b>	<b>giga</b>	<b>G</b>
<b><math>10^6</math></b>	<b>mega</b>	<b>M</b>
<b><math>10^3</math></b>	<b>kilo</b>	<b>k</b>
$10^2$	(hekto)	h
$10^1$	(deka)	da
$10^{-1}$	(deci)	d
$10^{-2}$	(centi)	c
<b><math>10^{-3}</math></b>	<b>milli</b>	<b>m</b>
<b><math>10^{-6}</math></b>	<b>mikro</b>	<b>μ</b>
<b><math>10^{-9}</math></b>	<b>nano</b>	<b>n</b>
<b><math>10^{-12}</math></b>	<b>piko</b>	<b>p</b>
$10^{-15}$	femto	f
$10^{-18}$	atto	a
$10^{-21}$	zepto	z
$10^{-24}$	yocto	y

A mechanika területén az általánosan használt hossz mérték a mm. Gyakran használjuk a „tized”, „század”, „ezred” kifejezéseket önmagukban – ilyenkor az alapegység mindig mm.

<sup>18</sup> A centi, deci, deka, hekto előtagok a műszaki gyakorlatban nem használatosak!

## 2.10.2. Hosszmérés eszközei

Általános mérnöki hosszmérő és ellenőrző eszközök<sup>19</sup>:

- Mérnöki vonalzó (0,5mm; 1mm pontosság)
- Derékszög
- Élvonalzó<sup>20</sup>
- Tolómérő (5 százados, vagy 2 százados pontosság)
- Mérőórás tolómérő (1 százados pontosság)
- Digitális tolómérő (1 százados pontosság)
- Mélységmérő (5 százados, vagy 2 százados pontosság)
- Digitális mélységmérő (1 százados pontosság)
- Digitális elmozdulásmérő (1 százados pontosság)
- Mikrométer (1 százados, vagy 1 ezredes pontosság)
- Digitális mikrométer (1 ezredes pontosság)
- Mérőóra (1 százados, vagy 1 ezredes pontosság)
- Digitális mérőóra (1 százados, vagy 1 ezredes pontosság)
- Finomtapintó
- Szögellenőrző
- Szögmérő
- Fokmérő
- Mérőhasábok
- Magasságmérő és rajzoló eszközök
- Szintezők (0,02mm/m, 0,05° érzékenység; 0,2° pontosság)

Az itt felsoroltak természetesen csak egy nagyon kis szegmensét teszik ki a hossz mérésre alkalmas eszközöknek. A további gyakorlatokon megismerkedünk a különböző fajtájú tolómérőkkel, ill. mikrométerekkel, valamint egyéb mechanikai mérőeszközökkel (pl. menetfésű).

---

<sup>19</sup> A megadott pontosság a kiskereskedelemben kapható eszközökre érvényesek, a műszerek speciális esetben ettől eltérhetnek.

<sup>20</sup> Precíziós kivitelben százados pontosság.

### **2.10.3. Mechanikai mérés elvégzése**

A második gyakorlati foglalkozáson a mérés elméleti alapjai után megismerkedünk a tolómérő használatával, leolvasásával.

A tolómérő használatát ismertetjük a gyakorlaton, további otthoni elmélyülésre alkalmas a wikipédián kitűnően megszerkesztett [szócikk](#). Nézzük meg az animált gif formátumú segédleteket is!

A diákok egy lépcsős tengely vázlatos megrajzolásával és méreteinek táblázatos formában történő ábrázolásával adnak számot a gyakorlaton elsajátított ismereteikből.

## 2.11. A második előadáshoz kapcsolódó ellenőrző kérdések<sup>21</sup>

- **Mi a metrológia, hogy nevezzük a törvényes ágát? Ismertesse a mérés és a joghatással járó mérés fogalmát.**
- Ismertesse a mérési elv, módszer, eljárás fogalmakat! Definiálja a hitelesítés és a kalibrálás fogalmát!
- Mi az abszolút és relatív mérési hiba? Adja meg a korrekció és a bizonytalanság fogalmát!
- Ismertesse röviden, címszavakban a hitelesítés folyamatát, adja meg az etalon meghatározását!
- Világítsa meg a leszármaztatás és visszavezetés fogalmakat!
- Mi a különbség a beállítás, a beszabályozás, a felhasználói beszabályozás és a javítás között?
- Kalibrálási időköz meghatározása (döntés módszere). Milyen szempontokat venne figyelembe a kalibrálási időköz meghatározásánál?
- **Hasonlítsa össze a kalibrálás és a hitelesítés folyamatát!**
- Írja le a leggyakrabban használt prefixumokat! Hosszmérés esetén milyen alapegységben dolgozunk, a „tized”, „század”, „ezred” kifejezések mekkora értéket takarnak?
- **Soroljon fel néhány (min 5) hossz mérésre alkalmas eszközt – ahol tud írjon jellemző pontosságot is!**

---

<sup>21</sup> Az ellenőrző kérdések közül 6 db lesz feltéve a dolgozatban. A félkövérrel szedett kérdések biztos hogy szerepelni fognak.

### 3. Harmadik előadás

#### 3.1. *Geometriai ismeretek átisméltése*

A harmadik foglalkozáson átvesszük az alapvető szerkesztési fogásokat, amelyeket majd a műszaki rajz elkészítésénél alkalmaznunk kell. A műszaki dokumentáció, ill. rajz fogalmával a következő gyakorlaton ismerkedünk meg.

A következők szerkesztését gyakoroljuk a harmadik gyakorlaton:

- Merőleges állítása adott pontból
- Nevezetes szögek szerkesztése, ill. megrajzolása adott pontból
- Párhuzamosok szerkesztése
- Letörés, lekerekítés szerkesztése
- Körhöz külső pontból érintő szerkesztése

#### 3.2. *A műszaki rajz során használt néhány fogalom*

##### 3.2.1. **Rajzlapok fajtái**

A rajzlapok méreteit „A” betűvel és egy utána lévő számmal jelöljük. Az A0 méret területe  $1\text{m}^2$ . A további szabványos méreteket a terület sorozatos felezéséből kapjuk<sup>22</sup>:

A0	841	1189
A1	594	841
A2	420	594
A3	297	420
A4	210	297

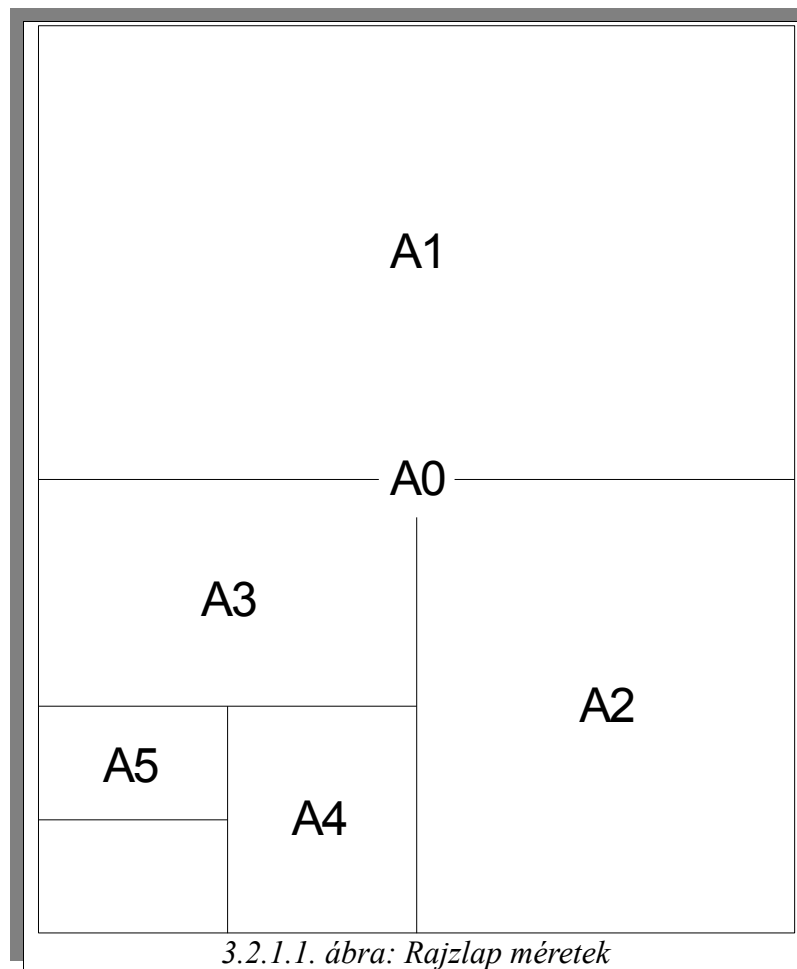
---

<sup>22</sup> A méretek mm-ben értendők.

### Harmadik előadás

Különleges méretű rajzlapok<sup>23</sup>:

A3X3	420	891
A3X4	420	1189
A4X3	297	630
A4X4	297	841
A4X5	297	1051



<sup>23</sup> Az eredeti szabványos rajzlapokból úgy kapjuk, hogy a külön megadott számértékkel megszorozzuk a kisebbik oldalukat.

### 3.2.2. Ceruza keménységek

A műszaki rajzot különböző ceruzákkal készítjük el. Régebben használtak tust is a kontúrvonalakhoz. Ma már a CAD<sup>24</sup>-CAM<sup>25</sup> rendszerek elterjedésének köszönhetően ritkán rajzolunk kézzel.

A ceruzáinkon H és B jelölésekkel találkozhatunk, ez a grafit keménységére, ill. sötétségére utaló kódrendszer. A H (Hardness) jelölés a ceruza keménységére utal – H jelzésű ceruzákat vázlatok készítésére, szerkesztővonalak meghúzására használhatunk. A B jelzés a grafit sötétségét jelöli – B jelzésű ceruzákat kontúrvonalak meghúzására alkalmazunk. HB jelzésű ceruzát méretvonalakhoz, ill. általános szerkesztéshez is alkalmazhatunk. A betűjel előtti szám a fokozatot jelöli – pl. 3H keményebb, mint 2H, ami keményebb mint H, ami keményebb mint B. 3B sötétebb, mint 2B, ami sötétebb mint B, ami sötétebb mint H.

### 3.2.3. Szabványírás

A műszaki rajzban az egyértelműség, és olvashatóság biztosítása érdekében szabványírást alkalmazunk. A szabványírás lehet álló, vagy 75°-ban dőlt.

A szabványírást a gyakorlatokon bemutatjuk, ill. a jegyzethez csatolva megtalálják a szabványban szereplő részletes leírást.

### 3.2.4. Keretezés

Minden műszaki rajz elkészítése előtt a rajzlapot keretezzük, és megszerkesztjük a szövegmezőt. A továbbiakban csak a kereten belüli, ill. a szövegmezőn kívüli területet használjuk.

## 3.3. Mérés tolómérővel

Az előző gyakorlaton megismerkedtünk a tolómérővel, ill. egy-két mérést is végeztünk. A harmadik gyakorlaton egy lépcsős tengely külső átmérőinek lemérése a feladat. Az adatokat táblázatos formában ábrázoljuk. A táblázatot a megismert szerkesztési fogások segítségével szerkesztjük meg.

---

24 Számítógéppel segített tervezés

25 Számítógéppel támogatott gyártás



### 3.4. A harmadik előadáshoz kapcsolódó ellenőrző kérdések<sup>26</sup>

- **Szerkesszen különböző vastagságú egymással párhuzamos vonalakat!**
- Adott egyenesre szerkesszen  $15^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $75^\circ$ ,  $90^\circ$  szögeket!
- Állítson merőlegest egy egyenesre, adott pontjából!
- Egy eredetileg derékszögű munkadarab rajzát kerekítse le R10 sugárral!
- Adott körhöz külső pontból szerkesszen érintőt!
- Milyen rajzlapméreteket ismer, adjon meg néhány jellemző méretet!
- Milyen keménységű ceruzákat ismer, melyiket mire használná?
- Miért alakult ki a szabványírás, mondjon néhány szót róla!
- **Keretezzen be egy rajzlapot, és szerkessze meg a szövegmezőt!**
- **Ábrázolja a tolómérőt egy sematikus vázlattal – adja meg a részeit!**

---

<sup>26</sup> Az ellenőrző kérdések közül 6 db lesz feltéve a dolgozatban. A félkövérrel szedett kérdések biztos hogy szerepelni fognak.

## 4. Negyedik előadás

A negyedik foglalkozáson egy lépcsős tengely külső átmérőit határozzuk meg. Minden méretet minimum 5 maximum 10 különböző ponton és/vagy helyzetben mérünk. A mérési eredményeket táblázatba foglaljuk, minden mérethez átlagértéket is számolunk, amennyiben szignifikáns hibával találkozunk, azt a mérési eredményt eldobjuk. A mérésről jegyzőkönyvet készítünk a következő foglalkozásra.

### 4.1. Lépcsős tengely mérése

A leadandó mérési jegyzőkönyvnek tartalmaznia kell a lépcsős tengely rajzát a műszaki szabályoknak megfelelően – a mérendő méreteket a rajzon szerepeltetni kell! Az adatokat tartalmazó táblázat esztétikus kivitelét a diákokra bizzuk. A táblázatban, vagy mellette szerepeljen, hogy milyen mértékegységben dolgoztunk. Az eredmények megadásából lehessen következtetni a pontosságra!

A mérés kiértékelésében térjünk ki a kiugróan magas hibákra amennyiben ilyenekkel találkozunk!

### 4.2. Mérési jegyzőkönyv

A mérési jegyzőkönyvek akár szakterületeken belül is igen változatos formát mutatnak. Nem célunk minden lehetséges formát és speciális követelményt tisztázni. Csupán egy általános felépítés megvilágítására és az elengedhetetlen információk ismertetésére törekszünk.

A mérési jegyzőkönyv egy fedlappal kezdődik, amelyen szerepeltetni kell az intézményt amely számára a mérést elvégeztük, az intézményen belüli osztályt, szakágat, tantárgyat. Jeleznünk kell, hogy a dokumentum egy mérési jegyzőkönyv. Szintén az első oldalnak kell tartalmaznia a mérést végző nevét, végzettségét, esetleges címeit. Amennyiben van az azonosítására szolgáló további adatokat (kód, osztály stb.). Szerepeltetnünk kell a mérés célját, tárgyát! A mérés pontos helyét, dátumát a mérési jegyzőkönyv lezáró/leadó dátumát. Általában szintén a fedlapon szerepel a mérést végző aláírása (egy alá nem írt jegyzőkönyv nem dokumentum!).

Ha lehetséges akkor az első, ha nem akkor a második oldalon fel kell sorolnunk a mérés elvégzéséhez szükséges körülményeket, használt eszközöket (típus, gyártási szám).

A mérési jegyzőkönyv belső oldalai tartalmazzák magát a mérési folyamatot. Minden egyes mérési feladat során meg kell adnunk a mérési terv részeként a már ismertetett (2.2. fejezet) mérési célt, elvet, módszert, eljárást. A mérés végrehajtása fejezetbe írjuk a mérés során esetlegesen felmerülő problémákat, plusz mérési pontokat, elrendezéseket, változtatásokat. A mérési jegyzőkönyvet a kiértékeléssel zárjuk, ahol röviden összegezzük a mérés végrehajtása során begyűjtött tapasztalatainkat.

A mérési jegyzőkönyv elkészítésekor törekedjünk az olvashatóságra és egyértelműségre, valamint a megismételhetőségre!

**A jegyzőkönyv felépítésétől kisebb mértékben el lehet térni, azonban minden lényeges információt tartalmaznia kell!**

# Mechanikai Laboratórium

## MÉRÉSEK

### Mérési jegyzőkönyv

A mérést végezte: .....

Évfolyam: .....

Osztály: .....

Csoport: .....

A mérés célja, tárgya: .....

.....

.....

.....

A méréshez szükséges eszközök: .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

A mérés helye:

Mechatronikai Szakközépiskola és Gimnázium - Mechanikai laboratórium (112. terem)

Budapest XI. Rétköz u. 39

A mérés ideje: ..... év ..... hó ..... nap

A mérési jegyzőkönyv dátuma: ..... év ..... hó ..... nap

**Aláírás**

## Negyedik előadás

### I. A mérés terve (minden mérési feladathoz önálló terv tartozik):

- 1) **A mérés célja:** A mérés címe. A mérés során megszerzendő információ pontos meghatározása, a szükséges pontossági és egyéb követelményekkel.
- 2) **A mérés elve:** A méréshez felhasznált fizikai törvényszerűségek, alapelvek (pl. Ohm törvény, Kirchhoff törvények, a mérőműszer működési elve, stb.)
- 3) **A mérési módszer:** A mérés során végrehajtott műveletek logikai sorrendje rövid, tömör megfogalmazásban.
- 4) **A mérési eljárás:**
  - a) A mérendő objektum azonosítása és a mérési modell (kapcsolási rajz) elkészítése:
    - mérendő információ helyének meghatározása
    - a mérendő információ időbeniségének meghatározása (egyszeri statikus, mintavételes, folytonos, ...).
  - b) A mérés feltételeinek, határadatainak meghatározása.
  - c) A méréshez szükséges és rendelkezésre álló műszerek, eszközök kiválasztása.
  - d) A mérési pontok kijelölése: A beállítási jellemző „helyének” meghatározása ( pl. karakterisztika mérés, ...). A mérés időpontjának v. időtartamának, vagy a mintavételezés időpontjainak konkrét megállapítása.
  - e) A mérési adatok dokumentálásához szükséges forma elkészítése (lista, táblázat, grafikon).
  - f) A mérés adatainak kiértékeléséhez szükséges számítások, elemzések, szempontok előkészítése (képletek, számítási-, elemzési eljárások,...). Korrekció, hibaszámítás, stb.

II. **A mérés végrehajtása:** itt kell elvégezni a mérés során szükséges pontosításokat (pl. újabb mérési pontok beiktatását, ...), előre nem tervezhető változtatásokat.

III. **A mérés kiértékelése:** Sikeres volt-e a mérés, ha nem akkor miért nem. Esetleges konklúziók levonása.

## 5. Ötödik előadás

Az ötödik foglalkozáson megismerkedünk a műszaki rajz alapjaival különös tekintettel a gépészet területére. A villamos szakrajz egy későbbi gyakorlat keretében kerül részletes ismertetésre. Az idő rövidege okán csak a legfontosabb ismérvekre térünk ki – ez a gyakorlati témakör fokozottan épít az otthoni készülésre.

A gyakorlat során A műszaki rajz szabványos előírásai című Fenyvessy Tibor által készített oktatási segédletet használjuk – amely mű a könyvtárból bármikor kikölcsönözhető.

Az eddigi foglalkozásokon már ismertetésre kerültek a rajzlapok fajtái, a keretezés és szövegmező kialakítása, a ceruzafajta, valamint a szabványírás kialakulása.

### 5.1. Tárgyalt témakörök

- Vonalfajta és elsőbbségek (17-19. old)
- Méretarányok (20-21. old)
- Nézeti ábrázolás szabályai (26-27. old)
- Törésvonallal megszakított ábrázolás (38. old)
- Méretmegadás (45-54. old)
- Egy furatokkal ellátott lemez megrajzolása (51. old)

## 6. Hatodik előadás

A hatodik előadás az év végén kerül ismertetésre – a célja, hogy megismerkedjünk az iparban használatos legfontosabb kötésekkel. Az ötödik és hatodik előadás között a gépészeti és villamos szakrajzot gyakoroljuk, hogy egy egyszerű alkatrész megrajzolása a műszaki szabványok betartásával már készség szintjén menjen.

### 6.1. Kötések

Kötések létesítése során két vagy több munkadarabot kapcsolunk össze. A kötések csoportosíthatjuk oldható, vagy oldhatatlan<sup>27</sup> osztályba. Oldható kapcsolat esetén az alkatrészeket károsodás nélkül szét tudjuk választani, oldhatatlan kötések megszüntetése esetén a kötőelem és/vagy a kapcsolódási hely és/vagy az alkatrészek roncsolódnak. A kötések további három – alakzár, erőzár, anyagzár – csoportba tudjuk besorolni a kötés létesítése alapján.

#### 6.1.1. Csavarkötés

Az iparban – mind a gépészet mind az elektronika területén – kedvelt oldható kötési eljárás a csavarkötés. A csavarkötés erővel záró kötés – az alkatrészek összeköttetését az anyagban, alátétben, csavarfejben és az alkatrészben ébredő súrlódási erők biztosítják. A kötés létesítésének alapfeltétele a megfelelő előfeszítést, amelyet a meghúzási nyomatékkal tudunk biztosítani. Az előfeszítő erőt úgy kell megválasztani, hogy a csavarszárban és az anyagban ébredő feszültség mindig kisebb legyen az ezen alkatrészekre megadott minimális folyáshatárnál. Ellenkező esetben a kötőelem(ek)ben maradandó alakváltozás jön létre. A minimális szakítószilárdságot (töréshatár) elérve a kötőelem eltörik. Acélból készült csavarok anyagminőségét általában két – egymástól ponttal elválasztott – szám jelöli. Pl. 4.8. Az első számot százal megszorozva kapjuk a töréshatárt (  $400 \frac{N}{mm^2}$  ). A két szám szorzatát tízzel megszorozva megkapjuk a minimális folyáshatárt (  $640 \frac{N}{mm^2}$  ). Az acélszámok anyagminőségét mindössze egy szám jelöli ebből a csavarokhoz hasonlóan a töréshatárt tudhatjuk meg.

---

<sup>27</sup> Megfelelő erővel természetesen minden kötés oldható, azonban itt ahogy a következőkben kiderül roncsolásmentes oldásról van szó.

### 6.1.1.1. Csavarok csoportosítása

A csavarokat általában a csavarfej alakja, vagy a felhasználási terület alapján szoktuk csoportosítani.

Alak szerint:

- Hatlapfejű csavar anya nélkül (fejescsavar)
- Hatlapfejű csavar anyával
- Imbuszcsavar (belsőkulcsnyílású hatszög üregű csavar)
- Hornyolt fejű csavar hosszanti bevágással
  - Hengeres fejű
  - Félgömbfejű
  - Süllyesztett fejű
  - Lencsefejű
  - Hengeres fejű süveggel
- Kereszthornycsavar<sup>28</sup> fejű csavar
- Hernyócsavar
- Négylapú csavar
- Szárnyascsavar
- Rovátkolt fejű csavar

Felhasználási terület szerint:

- Anyacsavar
- Ászokcsavar (tőcsavar)
- Kőcsavar (horgonycsavar)
- Facsavar
- Lemezcsavar

---

<sup>28</sup> Elterjedt, azonban hibás megnevezéssel: csillagcsavar.

### 6.1.1.2. Csavarkötések biztosítása

A gépelemek használata során gyakori a rázkódás, rezgés, mozgás, ami a csavarkötések meglazulásához szélsőséges esetben oldásához vezethet. Ezt megakadályozandó az iparban számos biztosítási eljárás terjedt el. A csavarbiztosítások során biztosíthatjuk a csavart a gépalkatrészhez, az anyát a gépalkatrészhez, megvalósíthatjuk ezek kombinációját, valamint egymáshoz is biztosíthatjuk őket. A csavarbiztosítás történhet erővel, ill. alakkal is.

Példák csavarbiztosításokra:

- Erővel záró
  - Hullámos alátét
  - Rugós alátét
  - Kétanyás biztosítás (anya-ellenanya)
  - Biztosítóanya
  - Nejlon, vagy fiberlemez
  - Külső fogazatú alátét
- Alakkal záró
  - Biztosítólemezek
  - Koronás anya sasszeggel
  - Biztosítócsavar
  - Felfúrás és hernyócsavar
  - Huzalos

### 6.1.1.3. Menetek

Egy derékszögű háromszöget (sík lejtőt) egy hengeres csapra tekercselve csavarvonalat kapunk. Amennyiben ezen csavarvonal mentén a csapba hornyot vágunk akkor menetet kapunk.

A meneteket a következőképpen tudjuk csoportosítani:

- Menetszelvény (menetprofil) alapján
  - Normál
  - Trapéz
  - Fűrész
  - Zsinór
  - Páncélcső
  - Izzólámpák és foglalatok menete
  - Facsavarok menete
  - Lemezcsavarok menete
- Alkalmazási cél alapján
  - Kötőmenet
  - Mozgatómenet



## Hatodik előadás

- Elhelyezkedés alapján
  - Külső menet
  - Belső menet
- Forgásirány alapján
  - Jobbmenet
  - Balmenet
- A bekezdések száma alapján
  - Egy bekezdésű menet
  - Több bekezdésű menet

A kötőmenetek általában normálmenetek (élesmenetek) és alkatrészek összeköttetésére szolgálnak. A mozgatómenetek mozgások létesítésére és igen nagy terhelések felvételére szolgálnak – gyakran több bekezdésűek (pl. géporsó). Lehetnek trapéz- (satuorsó, szerszámgépasztal, szánok mozgatóorsói), fűrész- (csavaros sajtók orsói, emelő- és szakítógépek orsói), vagy zsinórmenetek (vasúti kocsik kapcsoló és fékezőorsói, nagyobb szelepek, tolózárak).

A kötőmenet lehet normál métermenet (metrikus ISO-normálmenet; MSZ 204), finom métermenet (metrikus ISO-finommenet, MSZ 203-60), vagy Whitworth menet (csőmenet; hengeres: MSZ 202, kúpos: MST 7815-60). Normál métermenetet alkalmazunk csavarokon, tengelyeken, csapvégeken, forgatókarok, kuplungtárcsák rögzítésekor. A finom métermenet esetén nagyobb mértékű az önzárás – lépcsős, üreges tengelyek, vékonyfalú csövek esetén alkalmazzuk. A Whitworth menetet – ahogy másik elnevezéséből következtethetnénk – csövek, csővezetékek esetén alkalmazzák a jó tömítettség érdekében.

A normál- és a finom métermenet  $60^\circ$ -os, míg a Whitworth menet  $55^\circ$ -os menetprofillal (profilszög) rendelkezik.

A finommenetek menetemelkedése kisebb mint a normálmeneteké, vagyis a menet sűrűbb lesz – így megnő az önzárás. Amennyiben a menetemelkedési szög  $15^\circ$ -nál kisebb akkor alakul ki kielégítő önzárás.

## Hatodik előadás

Az alábbi táblázatok tartalmazzák a leggyakoribb menetméreteket.

A forrás: <http://www.perfor.hu/hu/menetmeret.htm> (Perfor Szerszámkereskedelmi Kft.)

### M métermenet

M	Menetemelkedés, mm	Külső átmérő, mm	Magméret, mm
M 2	0,4	2	1,6
M 2,5	0,45	2,5	2,05
M 3	0,5	3	2,5
M 3,5	0,6	3,5	2,9
M 4	0,7	4	3,3
M 5	0,8	5	4,2
M 6	1	6	5
M 7	1	7	6
M 8	1,25	8	6,75
M 9	1,25	9	7,75
M 10	1,5	10	8,5
M 11	1,5	11	9,5
M 12	1,75	12	10,25
M 14	2	14	12
M 16	2	16	14
M 18	2,5	18	15,5
M 20	2,5	20	17,5
M 22	2,5	22	19,5
M 24	3	24	21
M 27	3	27	24
M 30	3,5	30	26,5
M 33	3,5	33	29,5
M 36	4	36	32
M 39	4	39	35
M 42	4,5	42	37,5
M 45	4,5	45	40,5
M 48	5	48	43
M 52	5	52	47

**MF finom métermenet**

M	Menetemelkedés, mm	Külső átmérő, mm	Magméret, mm
M 4x0,5	0,5	4	3,5
M 5x0,5	0,5	5	4,5
M 5x0,75	0,75	5	4,25
M 6x0,75	0,75	6	5,25
M 8x1	1	8	7
M 9x1	1	9	8
M 10x1	1	10	9
M 10x1,25	1,25	10	8,75
M 12x1	1	12	11
M 12x1,25	1,25	12	10,75
M 12x1,5	1,5	12	10,5
M 14x1	1	14	13
M 14x1,5	1,5	14	12,5
M 16x1	1	16	15
M 16x1,5	1,5	16	14,5
M 18x1	1	18	17
M 18x1,5	1,5	18	16,5
M 18x2	2	18	16
M 20x1	1	20	19
M 20x1,5	1,5	20	18,5
M 20x2	2	20	18
M 22x1,5	1,5	22	20,5
M 22x2	2	22	20
M 24x1	1	24	23
M 24x1,5	1,5	24	22,5
M 24x2	2	24	22
M 25x1,5	1,5	25	23,5
M 28x1,5	1,5	28	26,5
M 28x2	2	28	26
M 30x1,5	1,5	30	28,5
M 30x2	2	30	28
M 32x1,5	1,5	32	30,5
M 32x2	2	32	30
M 34x1,5	1,5	34	32,5
M 36x1,5	1,5	36	34,5
M 36x2	2	36	34
M 38x1,5	1,5	38	36,5
M 38x2	2	38	36
M 40x1,5	1,5	40	38,5
M 42x1,5	1,5	42	40,5

**G gázmenet**

G	Menetemelkedés /1"	Külső átmérő, mm	Magméret, mm
1/8	28	9,73	8,8
1/4	19	13,16	11,8
3/8	19	16,66	15,25
1/2	14	20,96	19
5/8	14	22,91	21
3/4	14	26,44	24,5
7/8	14	30,20	28,25
1"	11	33,25	30,75
1.1/8	11	37,90	35,5
1.1/4	11	71,91	39,5
1.3/8	11	44,34	41,9
1.1/2	11	47,80	45,25
1.3/4	11	53,75	51
2"	11	59,61	57

**W Whitworth menet**

W	Menetemelkedés/1"	Külső átmérő, mm	Magméret, mm
1/8	40	3,18	2,55
5/32	32	3,97	3,1
3/16	24	4,76	3,6
1/4	20	6,36	5,1
5/16	18	7,94	6,5
3/8	16	9,53	7,9
7/16	14	11,11	9,2
1/2	12	12,70	10,5
5/8	11	15,88	13,5
3/4	10	19,05	16,25
7/8	9	22,23	19,25
1"	8	25,40	21,75
1.1/8	7	28,58	24,75
1.1/4	7	31,75	27,75
1.1/2	6	38,10	33,5
1.3/4	5	44,45	39
2"	4,5	50,80	44,5

**UNC menet**

UNC	Menetemelkedés	Külső átmérő, mm	Magméret, mm
4	40	2,85	2,3
5	40	3,18	2,6
6	32	3,51	2,75
8	32	4,17	3,4
10	24	4,83	3,8
12	24	5,49	4,5
1/4	20	6,35	5,1
5/16	18	7,94	6,5
3/8	16	9,53	8,0
7/16	14	11,11	9,4
1/2	13	12,70	10,8
9/16	12	14,29	12,2
5/8	11	15,88	13,8
3/4	10	19,05	16,5
7/8	9	22,23	19,5
1"	8	25,40	22,25

**UNF menet**

UNF	Menetemelkedés	Külső átmérő, mm	Magméret, mm
4	48	2,85	2,35
5	44	3,18	2,65
6	40	3,51	2,95
8	36	4,17	3,5
10	32	4,83	4,1
12	28	5,49	4,7
1/4	28	6,35	5,5
5/16	24	7,94	6,9
3/8	24	9,53	8,5
7/16	20	11,11	9,9
1/2	20	12,70	11,5
9/16	18	14,29	12,9
5/8	18	15,88	14,5
3/4	16	19,05	17,5
7/8	14	22,23	20,5
1"	12	25,40	23,25

## 6.1.2. Egyéb kötési eljárások

A gépiparban az alábbi kötések terjedtek még el, amelyekre terjedelmi okok miatt nem térhetünk már ki részletesen:

- Csapokkal történő kötés: Alakkal záró kötés. A csapokat (szegeket) egyaránt alkalmazhatjuk illesztésre, és rögzítésre is. Megkülönböztetünk hengerescsapot, hengeresszeget, kúposcsapot, hasítottcsapot. A kötés biztosítására alkalmazhatunk feszítőhüvelyt is.
- Csapszegekkel létrehozott kötés: Alakkal záró kötés. A csapszegek olyan kötő gépelemek, amelyek az összekötendő alkatrészeket lazán rögzítik egymáshoz. A legegyszerűbb csapszeg a két végén furattal és letöréssel ellátott hengeres rúd, amely biztosítószeggel rögzíti az alkatrészeket. Egyirányú beszerelésre alkalmas a fejes csapszeg, amelynek csak egyik oldalát kell biztosítószeggel rögzíteni.
- Kúpos kötések: Erővel záró kötés. A szerszámkúpot F erővel egy kúpos furatba sajtoljuk. A kúp palástjának emelkedése miatt fellépő súrlódási (tapadási) erő hozza létre a kötést. A kúpos kötés egyszerűen előállítható, könnyen bontható, tartós, pontos, ütésmentes együttforgás biztosítható vele.
- Ékkötés: Alakkal záró kötés. Az ék lejtős hátfelülettel kiképzett eszköz, amelyet tengely és agy összekötésére használunk. Az éket F erővel szorítjuk az agy és a tengely közé, amelyek ezután az ékhatás következtében egymáshoz feszülnek. Az ékek lehetnek: fészkes ék, lapos ék, nyerges ék, érintős ék, hengeres ék. A beépítés megoldásai alapján vannak beüthető ékek, orros ékek, fészkes ékek és keresztékek. Az ékkötés pontos, ütésmentes együttforgásra nem alkalmazható, ebben az esetben feszítésmentes reteszkötésre van szükségünk.
- Reteszkötés: Alakkal záró kötés. A reteszkötés a tengellyel együtt forgó szíjtárcsák, kerekek, agyak esetében gondoskodik a nyomaték átszármaztatásáról<sup>29</sup> oly módon, hogy a tengelybe és agyba mart hornyokba egy párhuzamos oldalú hasábot, reteszt illesztünk. A retesznek csak az oldala érintkezik a tengellyel és az aggyal, ily módon a géprészeket azonban nem rögzíti tengelyirányú elmozdulás ellen.
- Szegecskötés: A szegecskötés olyan kötéstípus, amellyel két alkatrész között lehet nem oldható kapcsolatot létesíteni, továbbá tömör zárást adó kötés is megvalósítható (pl. kazánok). Szegecskötés készítésekor a két alkatrészt ki kell fűrni, majd a szegecset behelyezni a furatba. A szegecs alsó felét alá kell támasztani, egy úgynevezett szegecshúzóval a két alkatrészt össze kell szorítani, majd kézi vagy gépi úton ki kell alakítani a szegecs fejét. A szegecsket 6-8 mm-es átmérőig hidegen, afölött melegen kell szegecselni. A szegecsfej kialakításakor a szegecs szára is zömül, ezért a rendelkezésére álló furatot kitölti.

---

29 Erre a feladatra az ékkötés alkalmatlan.

## Hatodik előadás

A gépészeti, ill. villamos gyakorlatban is gyakran van szükségünk lemezek összeköttetésére.

A lemezeket összekapcsolhatjuk:

- Szegecseléssel
- Forrasztással
- Hegesztéssel
- Pontozással
- Tágítással
- Bordázással
- Peremezéssel
- Falcolással
- Lelapolással

### 6.1.3. Ragasztás

A ragasztás két vagy több szilárd anyagrész ragasztóanyaggal történő összekötése. A ragasztott kötés szilárdságát a ragasztóréteg és az összekötött anyagok szilárdsága, valamint a felületeken ható adhéziós erők határozzák meg. A jó adhéziós tapadás és a ragasztóréteg megfelelő szilárdságának előfeltétele a jól illeszkedő, tiszta és kellőképpen érdesített érintkező felület ill. a ragasztó megfelelő kikeményedése.

A ragasztást alkatrészek összekötésén, rögzítésén kívül tömítésre és egyes mechanikus kötések lazulás elleni biztosítására is alkalmazzák.

Ragasztóanyagok csoportosítása:

A kikeményedés hőmérséklete alapján:

- Melegragasztók: Az ilyen típusú ragasztóanyagok szobahőmérsékleten (20°C) nem kötnek meg. A kikeményedéshez minimum 100°C szükséges. Általában 150°C÷350°C között alkalmazzák speciális ragasztópisztoly segítségével. Előfordulhat, hogy a kikeményedéshez nem elegendő a megfelelő hőmérséklet – adott nyomás is szükséges.
- Hidegragasztók: A hidegragasztók már szobahőmérsékleten is kikeményednek. A folyamatot általában az oxigénnel való érintkezés indítja be.

Az összetevők alapján

- Egykomponensű: Az egykomponensű ragasztók egyetlen összetevőből állnak és megfelelő körülmények – adott hőmérséklet, nyomás, stb. – között önmagukban is kikeményednek.
- Kétkomponensű: A kétkomponensű ragasztók egyes összetevői önmagukban nem ragadnak, a két komponenst összekeverve rövid – néhány perc – idő elteltével kikeményednek. Előnyük a gyors kikeményedés a nagy szakítószilárdság.

## 6.1.4. Forrasztás és hegesztés

### 6.1.4.1. Forrasztási alapok ismételése

Alkatrészeinket a nyomtatott áramköri lapon forrasztásos technikával rögzítjük. A későbbiekben legyártott NYÁK-okba az adott alkatrészeket be kell ültetni, majd beforrasztani, azért hogy ez gyorsan és egyszerűen menjen végbe átismételjük amit a forrasztásról már a tavalyi év során megtanultunk.

#### 6.1.4.1.1. Forrasztási folyamat ismertetése

A forrasztás egy alakkal záró kötés, amelynek során a szilárd szerkezeti elemeket egy náluk alacsonyabb olvadáspontú olvadt fémötvözetrel (forrasztanyaggal) kötjük össze.

**FONTOS: a forrasztás során az összekötendő anyagok nem olvadnak meg, a forrasztanyag diffúziós<sup>30</sup>, vagy adhéziós<sup>31</sup> kapcsolattal köt.**

A folyamat során a következő lépések valósulnak meg:

- Nedvesítés, a forrasztanyagot felvisszük az összekötendő anyagokra. A forrasztási hőmérséklet alsó határán a forrasztanyag megolvad, szétterül a munkadarab tetején, nedvesíti azt.
- Megfolyás, a forrasztanyag beszívódik a forrasztó hézagba. Szűk hézag esetén a kapilláris (szívó) erők, nagyobb rések esetén a gravitációs erő hatására.
- Kötés létesítése, a szemcsehatárokon a forrasztanyag behatol az alapfémbe. A két anyag egymásba diffundál.

Amennyiben a kötés létesítése után az anyagot tovább melegítjük rövid időn belül elérjük azt a hőmérsékletet ahol a forrasztanyag elég!

---

30 A koncentrációkülönbségből adódó részecskemozgás.

31 Felületi tapadóképesség. A kapcsolatba kerülő felületek anyagi részecskéi között vonzóerő alakul ki.



### 6.1.4.1.2. Forrasztás a gyakorlatban

A jó minőségű forrasztás létesítésének van néhány elengedhetetlen feltétele:

- Mindig ellenőrizzük a forrasztandó anyagok felületét! A köztük lévő hézagoknak kicsinek<sup>32</sup> kell lennie, a felületeknek tisztának, szennyeződés- és oxidmentesnek kell lennie!
- Folyasztószer nélkül csak védőgázban tudnánk forrasztani (l. magas hőmérsékletű forrasztás), ezért a gyakorlatok során mindig kell folyasztószert alkalmazni! A folyasztószert a forrasztóanyag tartalmazhatja.
- A megfelelő hőmérséklet kritikus, ahhoz, hogy elérjük a forrasztáshoz szükséges minimális hőmérsékletet a munkadarabon, ennél magasabb hőmérséklet előállítása szükséges. Ez a magasabb hőmérséklet huzamosabb idő után károsítja a forrasztóanyagot!
- Villamos forrasztás esetén ügyelnünk kell az alkatrészeink hőmérséklet toleranciájára is. A forrasztás olyan magas hőmérsékleten történik, ami túllépi a határértékként az alkatrészekre megadott maximális hőmérsékletet. A forrasztópákával a lehető legrövidebb ideig szabad csak az alkatrészlábakat melegíteni!

A forrasztás hőmérséklete alapján az alábbi csoportosítást tudjuk elvégezni:

- Lágyforrasztás (folyasztószerral, 450°C alatt, kis szilárdság, de tömör és jó vezetőképesség)
- Keményforrasztás (folyasztószerral, védőgázban vagy vákuumban, 450°C felett, nagy szilárdság)
- Magas hőmérsékletű forrasztás (védőgázban, vagy vákuumban, 900°C felett)

A gyakorlatokon mi lágyforrasztást fogunk alkalmazni.

A lágyforrasztás forrasztóanyagai:

- A kategória: Ólom-Ón lágyforrasztóanyag (bádogos munkák, L-PbSn20Sb)
- B kategória: Ón-ólom lágyforrasztóanyag (villamos forrasztások, (L-Sn60PBCu))
- C kategória: Különleges lágyforrasztóanyag (pl. finommechanika, L-SnAg5)
- D kategória: Lágyforrasztóanyag alumíniumhoz (L-CdZn20)

---

<sup>32</sup> Amennyiben vezetősáv szakadást szeretnénk kijavítani, mindig használjunk valamilyen vezetőanyagot a forrasztáshoz, sohase próbáljuk meg közvetlenül a forrasztóónnal összekötni a megszakadt vezetősávokat!

## Hatodik előadás

Folyasztószerék lágyforrasztáshoz:

- F-SW11<sup>33</sup> (forrasztóvíz): 150°C-ig, cink-ammóniumklorid savtartalmú oldata.
- F-SW21 (forrasztózsír, forrasztóolaj): 200-400°C-ig, cinkklorid-ammóniumklorid és szerves zsírok folyékony, vagy pasztaszerű keveréke.
- F-SW31<sup>34</sup> (fenyőgyanta): 200-400°C-ig, szerves gyanta.

### 6.1.4.1.3. Néhány jó tanács a gyakorlatokon történő forrasztáshoz

- A felületeket mindig tisztítsuk meg, szennyezett, oxidos rétegre nem fogunk tudni forrasztani!
- A forrasztás nem attól lesz erős és megbízható, hogy minél több forrasztóónt alkalmazunk, épp ellenkezőleg! Törekedjünk az ónszegény harangalakú forrasztási pontok kialakítására!
- Amennyiben egy forrasztással nem vagyunk megelégedve, az anyag ismételt felmelegítésével – esetleg ónszippantó, vagy ónszívó sodrát segítségével – javítsuk a hibánkat! Soha ne hagyjunk áramköreinkben elhidegülésre hajlamos forrasztási pontokat!
- A forrasztópákáról amennyiben szennyeződés, vagy túl sok forrasztóanyag került rá azt el kell távolítani! Erre a célra szolgál az előzőleg benedvesített pákaszivacs.
- A páka hegyén minimális mennyiségű ón mindig legyen a jobb hővezetés érdekében.
- A forrasztás során a pákával az egyik oldalról melegítsük fel az alkatrészlábat, majd a másik oldalról adagoljuk az ónt! A forrasztóanyag megolvadása után a pákát vegyük el az anyagtól lehetőség szerint felfelé, hogy kialakuljon a harang alakú forrasztás!
- Az alkatrészeket magasságuk szerint célszerű beültetni – fokozottan ügyelve a melegítésre érzékeny – félvezető, integrált – alkatrészekre.

---

33 S → nehézfémekhez, L → könnyűfémekhez, W → lágyforrasztáshoz, H → keményforrasztáshoz.

34 Az általunk használt forrasztóón ezt a folyasztószeret gyárilag tartalmazza.

### 6.1.4.2. Hegesztés

A hegesztett kötés olyan nem oldható kötésmód, amely a két alkatrész anyagának egyesítésével külső anyaghozzáadással vagy anélkül jön létre. Ezt a kétféle hegesztési módot sajtoló, illetve ömlesztőhegesztésnek hívjuk. Sajtolóhegesztésnél a két munkadarabot fehérizzásig hevítik, majd összesajtolják vagy kalapácsütésekkel egyesítik. A két munkadarab között kohéziós kötés jön létre. Anyaghozzáadás nélküli ömlesztőhegesztésnél a hegesztendő helyen két alkatrészt megolvasztják, a két olvadék keveredik és lehűlve egy anyagot alkot. Anyaghozzáadás mellett pedig a két alkatrész és a hegesztőpálca megolvadt anyaga képezi a hegesztési varratot. Vékonyabb lemezeknél alkalmazható a ponthegeztés, amely a szegecskötést helyettesítheti.

Hegesztési eljárások csoportosítása:

- A hegesztés célja szerinti csoportosítás:
  - Kötőhegesztés.
  - Felrakó hegesztés.
- A hegesztés folyamata szerinti csoportosítás:
  - Ömlesztőhegesztés.
  - Sajtolóhegesztés.
- A hegesztés kivitelezési módja szerinti csoportosítás:
  - Kézi hegesztés.
  - Félautomatikus hegesztés.
  - Automatikus hegesztés.
  - Teljesen automatizált (robot-rendszerű) hegesztés.
- Energiaforrás szerinti csoportosítás:
  - A villamos ív által végzett ömlesztőeljárások hőforrása a gázközegben végbemenő nagy hőmérsékletű kisülés; ami az, alapanyagok (és többnyire hozaganyag) megömlesztése útján hozza létre a kötést.
  - A termokémiai elven működő eljárások energiaforrása hőtermelő (exoterm) kémiai reakció, amelynek során a fejlődő hő ömleszti meg a munkadarabot és a hozaganyagot. Ide sorolható a gázhegesztés és a termithegesztés.
  - A sugárenergia által végzett ömlesztőhegesztések hőforrása nagy teljesítményű elektronsugár vagy lézersugár.
  - Az elektromos ellenállás elvén működő eljárások során a hegesztéshez szükséges hő ellenálláshő, amely fejlődhet a megömlesztett salak Joule-hője által (villamos salakhegesztés), érintkezési ellenállás útján (pont-, vonal-, fóliás vonal-, dudor- és tompahegesztés stb.). Ez esetben a kötés hő és erő együttes hatására jön létre.
  - A mechanikai energiafelhasználásán alapuló eljárásokhoz szükséges hő mechanikai energiából származik (súrlódás, sajtolás, képlékeny alakváltozás stb.). Az ide sorolható főbb eljárások: dörzs-, ultrahangos, hidegsajtoló és robbantásos hegesztés.

## 6.2. A hatodik előadáshoz kapcsolódó ellenőrző kérdések<sup>35</sup>

- **Mi a kötések célja az iparban, milyen csoportosításokat ismer (3 csoport, csoportonként legalább 2 példa)?**
- Milyen menettípusokat (legalább 4) ismer a menetprofil alapján, ezeknek mik a jellemzőik?
- A menetemelkedési szög hogyan befolyásolja az önzárást, ebből a szempontból a finom-, vagy a normálmenet az előnyös? Hogyan lehet csoportosítani a meneteket?
- **Mit tud a csavarkötésről, milyen típusú csavarokat ismer (legalább 5db)?**
- Soroljon fel néhány csavarbiztosítási eljárást (legalább 4 db)!
- Adjon néhány példát lemezek közötti összeköttetések létesítésére (legalább 5 db)!
- Hogyan csoportosítaná a ragasztóanyagokat, és miért?
- **Ismertesse a forrasztási folyamatot!**
- Mi az amire feltétlenül ügyelnünk kell forrasztás során (négy-öt pont)?
- Írjon példákat, hogy az iparban milyen hegesztési eljárások terjedtek el, néhány szóban ismertesse őket!

---

<sup>35</sup> Az ellenőrző kérdések közül 6 db lesz feltéve a dolgozatban. A félkövérrel szedett kérdések biztos hogy szerepelni fognak.