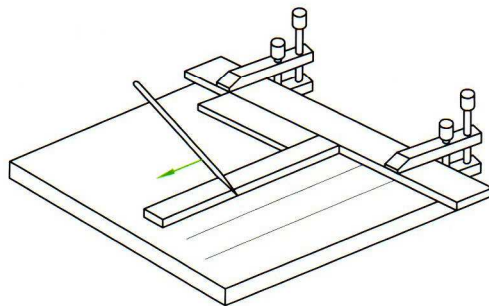


# 1. AZ ELŐRAJZOLÁS

Az előrajzolás a kézi megmunkálásokkal készítendő munkadarab jellemző pontjainak, vonalainak, műveleti helyeinek bejelölése az előgyártmányon. A bejelölés a műhelyrajzon feltüntetett méretek és alakzatok szerint történik. A bejelölt, előrajzolt minta felhasználásával és a megfelelő műveletekkel kialakítható a munkadarab formája és mérete.

Mindez akkor végezhető biztonsággal, ha az előrajzolást a megmunkálás előtt megfelelő pontossággal, az arra alkalmas eszközökkel végeztük.

Az előrajzolás a készítendő munkadarab alakjától függően lehet síkbeli és térbeli előrajzolás. A síkbeli előrajzolás egy felületre korlátozódik, mintha egy papírlapra rajzolnánk (1.1. ábra).



1.1. ábra. Előrajzolás

A térbeli előrajzolás több egymással összefüggő felületre terjed ki. Egyszerűbb esetekben a felületek merőlegesek egymásra, de ettől el is térhetnek.

## 1.1. Az előrajzolás lépései

Mielőtt az előrajzolást elkezdjük, a következőkre van szükség:

- a műhelyrajz tanulmányozására,
- a kiinduló munkadarab ellenőrzésére,
- a munkadarab előkészítésére az előrajzoláshoz,
- a műveleti sorrend megállapítására, a bázis kiválasztására, előkészítésére,
- az előrajzoló eszközök kiválasztására és előkészítésére,
- a munkadarab felfektetésére, esetleg rögzítésére.

Mindezek után elvégezhető az előrajzolás, majd az ellenőrzés.

## A munkadarab előkészítése előrajzoláshoz

Az előkészítés több lépésből áll. Amennyiben a kiinduló munkadarab sorjás, **le kell sorjázni**. A sorja a kézi forgácsolás, reszelés, fűrészelés közben keletkezik a munkadarab forgácsolt felületéhez tartozó élén. A sorja az anyag kitüremkedett, szabálytalan része. Ez gyakran éles, balesetveszélyes, és a mérés pontatlanságát okozhatja.

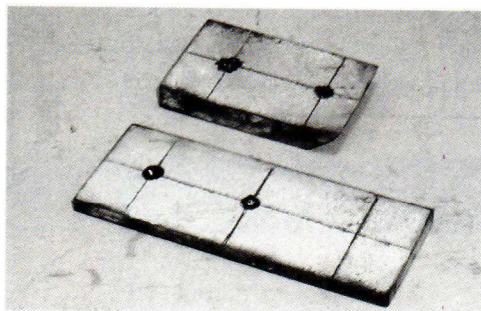
Ezután a **felülettisztítás** következik, amelynek módja a kiinduló munkadarab állapotától függ. A kiinduló munkadarab többféle eljárással készülhet. Képlékeny megalakítással, például kovácsolással, hengerléssel, de készülhet öntéssel is. Az így készült munkadarab felülete revés. A reve az acélfelületen keletkező, kemény oxidréteg, amelyet a további megmunkálások és az előrajzolás előtt el kell távolítani. A reverétegen történő előrajzolás során a reve nagy keménysége miatt az előrajzoló eszközök tompulnak, a reve lepattogzik, így az előrajzolás nem lesz látható. Mindezek miatt **a revét el kell távolítani** a felületről úgy, hogy a kiinduló munkadarabot megfelelően rögzítjük, megtámasztjuk, majd kalapáccsal mért kis ütésekkel lepattogtatjuk a revét. Közben ügyelni kell arra, hogy a reve ne pattanjon a szemünkbe. A revétlenítés befejezéseként a felületről drótkéfézessel távolítjuk el a fellazult reveréteget. Az öntött munkadarab felületén, az öntészeti technológiából adódóan lehet odaégett homok, ezt drótkéfével lehet letisztítani.

A kiinduló munkadarab lehet rozsdás, zsíros, festett vagy szennyezett felületű. Ezeket a felületeket az előrajzolás módjától függően tisztítani kell, **letörléssel**, szükség esetén **fém tisztára csiszolással vagy vegyi úton történő tisztítással**.

A munkadarabok kiinduló anyagai a lemeztáblák, a rúdanyagok, az idomacélok. Ezek a szállítás és raktározás közben vetemedhetnek, egyenetlenné válhatnak. Az ilyen munkadarabokra nem lehet pontosan rajzolni, ezért **egyengetni kell** őket.

Előrajzolásakor fontos, hogy a jelölések jól láthatók legyenek. Ezt segíti a felület színezése, bevonása, vagy olyan eszközök használata az előrajzolás során, amelyek nyomot hagynak az anyagon.

A felület színezés egyik módszere a **krétázás**, amelynek alkalmazása csak a durvább felületű anyagoknál lehetséges, mert a finomabb felületeken a kréta nem tud megtapadni. Az **1.4. ábrán** krétázott munkadarabon készített előrajzolást láthatunk. Nagyobb felületek bekrétázása sem célszerű, mert az előrajzolt vonalak könnyen elmosódnak.



1.4. ábra. Előrajzolás krétázott felületre

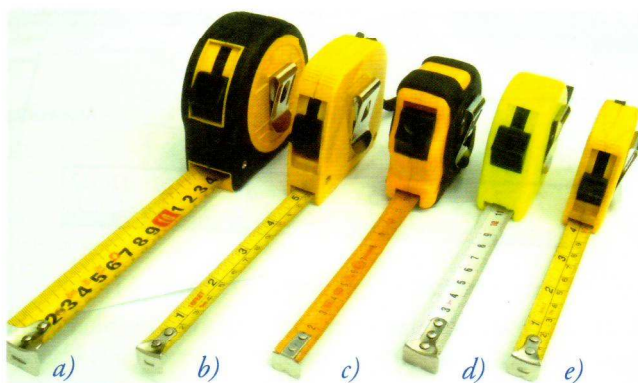


## Mérő- és ellenőrző eszközök

### Mérőszalag

A mérőszalag hossz mérésre alkalmas, nem állítható mérőeszköz. Beosztása lehet mm és inch. A mm-es beosztású 1 mm pontosságú leolvasást, mérést tesz lehetővé. Az inch beosztású pedig 1/12 inch pontosságú leolvasást tesz lehetővé. A beosztások közötti értéket becsléssel tudjuk megállapítani.

A mérésakor ügyelni kell arra, hogy a mérőszalag és a mérendő munkadarab éle párhuzamos legyen, ellenkező esetben hibás lesz a leolvasás. Különböző méretben és különböző mérési hosszal készülnek. A gépészeti munkákhoz gyakran használt mérőszalagok 2–8 m-esek. Az 1.6. ábrán néhány mérőszalag látható.

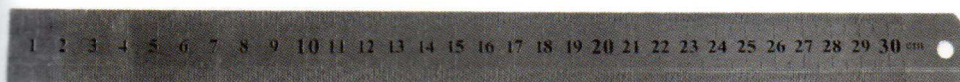


1.6. ábra. Különböző hosszúságú mérőszalagok

- a) 8 m-es mm beosztású mérőszalag; b) 5 m-es mm és inch beosztású mérőszalag;  
c) 3 m-es mm beosztású mérőszalag; d) 3 m-es mm-es beosztású, erősített végű mérőszalag; e) 2 m-es mm és inch beosztású mérőszalag

### Acélvonalzó

Az acélvonalzó (acélmércék vagy acélmértékek) a mérőszalagokhoz hasonló, hossz mérésre alkalmas, nem állítható mérőeszköz. Beosztása 1 mm-es, így 1 mm pontosságú leolvasást, mérést tesz lehetővé. A beosztások közötti értéket becsléssel tudjuk megállapítani (1.7. ábra).



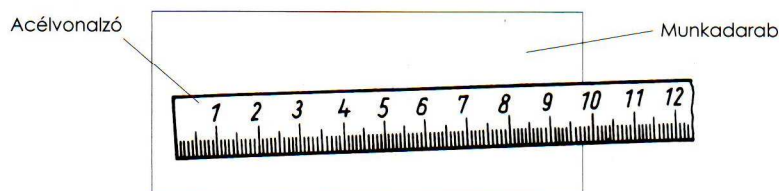
1.7. ábra. Acélvonalzó

Az acélvonalzón lévő beosztás és a vonalzó homlokfelülete a hosszirányra merőleges (1.8. ábra).



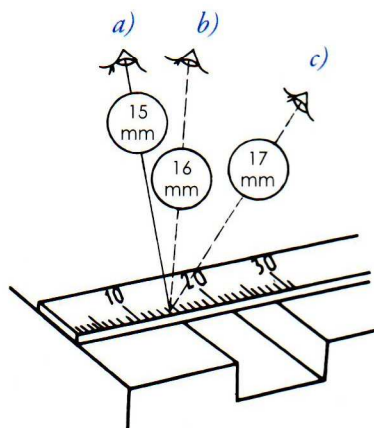
1.8. ábra. Acélvonalzó beosztása

A mérés során ügyelni kell arra, hogy az acélvonalzót helyesen használjuk, a vonalzó párhuzamos legyen a mérendő munkadarabbal. Minden esetben biztosítsuk a vonalzó helyes felfekvését (1.9. ábra).



1.9. ábra. Az acélvonalzó nem párhuzamos a munkadarabbal

A méret leolvasásakor merőlegesen nézzünk a vonalzóra, mert különben leolvasási hiba, parallaxishiba jön létre (1.10. ábra).



1.10. ábra. A méret leolvasása az acélvonalzóról

a) merőleges ránézés, helyes leolvasás; b) és c) nem merőleges ránézés, hibás leolvasás

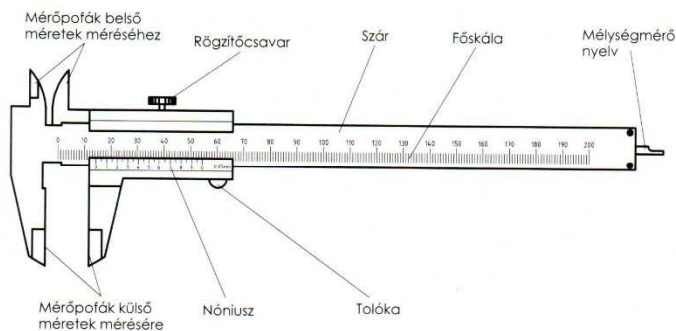
Különböző hosszúságban készülnek, 150–1000 mm-ig.



### Tolómérő

A tolómérő a műhelygyakorlatban legtöbbször használt hossz mérő eszköz. Az előrajzolás során pontosabb mérésekhez, ellenőrzésekhez lehet alkalmazni. Állítható mérőeszköz. Külső és belső méretek, valamint mélység mérésére alkalmasak.

A tolómérők különböző méretben és kivitelben készülnek. Az egyetemes tolómérő részei láthatók az 1.11. ábrán.



1.11. ábra. Az egyetemes tolómérő részei

Az egyetemes tolómérőket a mért méret leolvasásának módja szerint három csoportra osztjuk, a nóniuszos, a mérőórás és a digitális változatra (1.12. ábra).

A tolómérők 0,1; 0,05; 0,02 milliméteres mérési pontossággal készülnek.



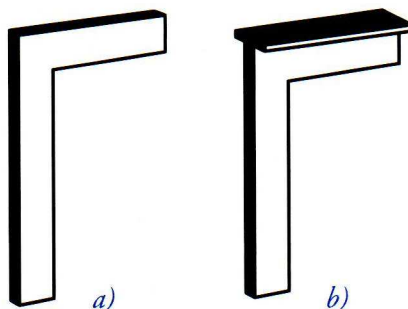
1.12. ábra. Tolómérők

a) nóniuszos tolómérő; b) mérőórás tolómérő; c) digitális tolómérő

## Derékszög

A derékszöget gyakran használjuk mérőleges,  $90^\circ$ -os szögek rajzolásánál és ellenőrzésénél is. Előrajzolásnál mindkettőre szükség lehet.

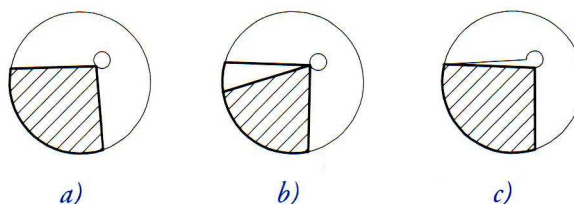
Többféle kivitelben készül, lehet sima és talpas derékszög (1.13. ábra). A szárak találkozásánál kis,  $45^\circ$ -os hornyot alakítanak ki, ami azt segíti elő, hogy a munkadarab sarka nem ütközik a derékszög sarkához, ezzel pontosabb ellenőrzést biztosít.



1.13. ábra. Derékszögek

a) sima derékszög; b) talpas derékszög

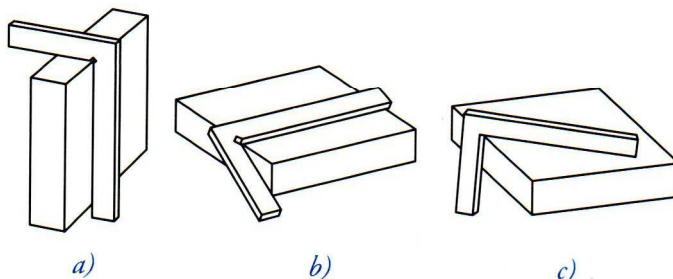
A derékszöggel való ellenőrzést a fényrész elvének alkalmazásával kell végezni. A munkadarabot a derékszögbe helyezzük, a fény felé emeljük, és a fényrész megléte, illetve helye szerint állapítjuk meg az ellenőrzés eredményét (1.14. ábra).



1.14. ábra. Ellenőrzés derékszöggel

a) nincs fényrész, a szög  $90^\circ$ ; b) van fényrész, a szög kisebb, mint  $90^\circ$ ;  
c) van fényrész, a szög nagyobb, mint  $90^\circ$

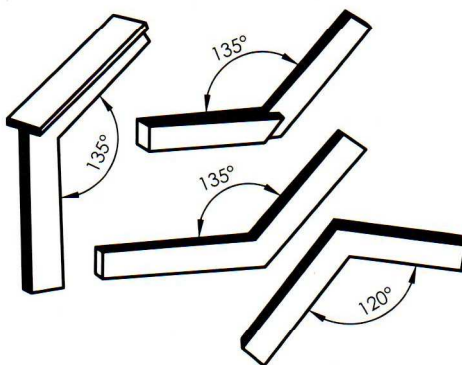
Ügyelni kell arra, hogy a derékszöget felületen és ne élen fektessük rá az ellenőrizendő munkadarabra (1.15. ábra).



1.15. ábra. A derékszög helyes és helytelen alkalmazása  
a) a derékszög helyes tartása; b) és c) a derékszög helytelen tartása

### Merev szögmérők

Meghatározott szög előrajzolására, ellenőrzésére használatos eszközök. Kialakításuk, használatuk hasonló a derékszögéhez. A merev szögmérők meghatározott szögei a gyakorlatban gyakran alkalmazott szögek (1.16. ábra). A 135°-os, amely alkalmas 45°-os szögek ellenőrzésére és előrajzolására is. A 120°-os, amely alkalmas 60°-os szögek ellenőrzésére és előrajzolására is.



1.16. ábra. Merev szögmérők

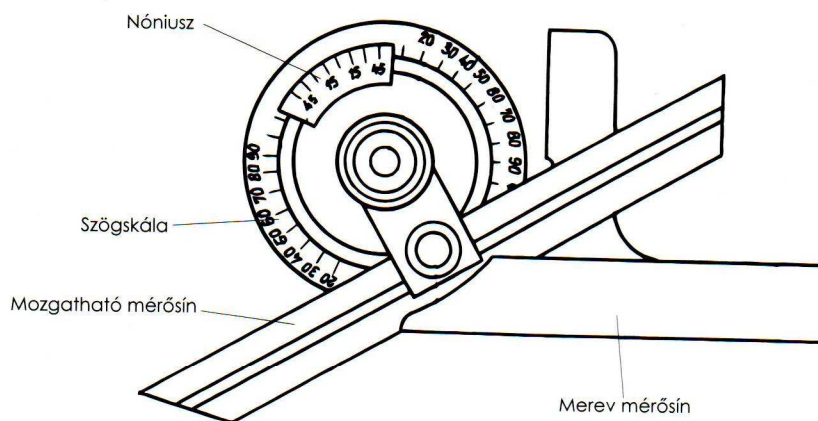
### Sablonok

A sablonok meghatározott körívek, alakzatok előrajzolására alkalmas eszközök (rádiusz-sablon, ívsablon, minta). Akkor célszerű használni, ha ugyanabból a munkadarabból több darabot kell készíteni. Előrajzolásakor egyik kezünkkel a mintadarabot az előrajzolandó felületre nyomjuk, a másik kezünkkel pedig a rajztű segítségével meghúzzuk a munkadarab határvonalait, és bejelöljük a furatközpontokat. Nagyobb munkadarab esetén a mintadarab rögzítéséhez párhuzamszorítót vagy satut alkalmazunk, hogy el ne mozduljon.



### Állítható szögmérő

Az állítható szögmérőn bármilyen szöget beállíthatunk. Az előrajzolás során olyan szögek-nél alkalmazható, amelyeknek nincs merev változatuk. A pontosabb leolvasás érdekében gyakran készítik nagyítóval (1.17. ábra).

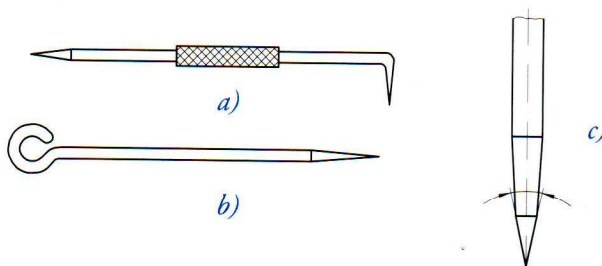


1.17. ábra. Állítható szögmérő

### Előrajzoló eszközök

#### Rajztű

A rajztű vagy karctű csúcsszöge 15–20°-os. Anyaga általában szerszámacél, de gyakran forrasztott keményfém hegygel alkalmazzák. A keményfém hegygel szebben és pontosabban lehet dolgozni. A keményfém hegy a rajztű élettartamát növeli, és lehetővé válik keményebb anyagokon is a megfelelően látható vonal rajzolása. Az 1.18. ábrán a rajztű kialakításai láthatók.



1.18. ábra. Rajztűk kialakítása

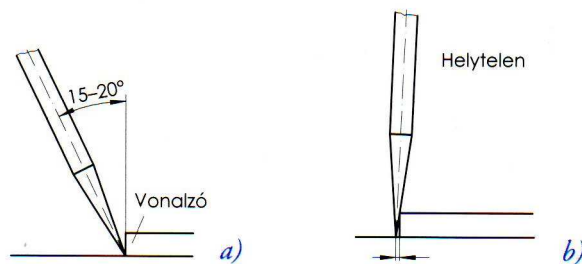
a) hajlított rajztű; b) egyenes rajztű; c) a rajztű hegyének kialakítása

A rajztű alkalmazása során figyelni kell arra, hogy a rajztűt csak húzni szabad 30–60°-os dőlési szögben (1.19. ábra).



1.19. ábra. Vonalhúzás rajztűvel

Amennyiben a rajztűvel vonalzó mentén rajzolunk vonalat, a rajztűt a vonalzótól 15–20°-os szögben kell tartani, ellenkező esetben a vonal nem lesz a helyén. A rajztű hegyét tegyük közvetlenül a vonalzóhoz (1.20. ábra).



1.20. ábra. Rajztű alkalmazása

a) a rajztű helyes alkalmazása; b) a rajztű helytelen alkalmazása

### Pontozó

A pontozót elsősorban furatközéppontokban a fúró kezdeti megvezetéséhez használjuk, de vonaljelölésre alkalmas pontozó is van. A különbség az, hogy a furatpontozó csúcshöge 60°-os, a vonalpontozóé 30–40°-os. A felhasználási igények figyelembevételével különböző méretekből készül. Anyaga általában edzett acél (1.21. ábra).



1.21. ábra. Pontozók

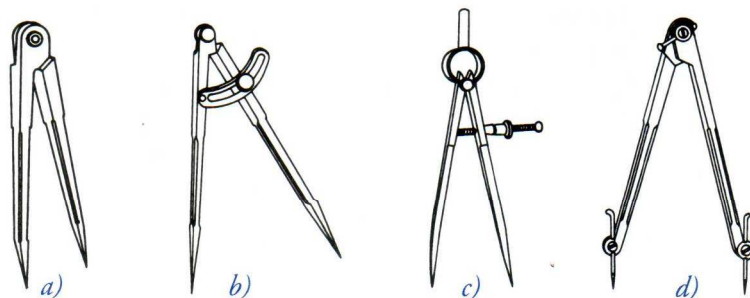
A rugós pontozó használatához nem szükséges kalapács, csak erősen rányomjuk a jelölendő anyagra, és a csúszó külső burkolat alatt lévő rugó segítségével a tűske elvégzi a jelölést (1.22. ábra). Hasznos eszköz, de mivel könnyen elmozdul, a jelölés pontatlan lehet. Használatakor ügyeljünk a biztos kéztartásra.



1.22. ábra. Rugós pontozó

### Fémkörző

Körök, körívek rajzolására fémkörzőt használunk. Kialakítása többféle lehet (1.23. ábra). A hegyes körző mérettartását szegecs biztosítja. A rögzíthető körző a méretbeállítás után rögzítőcsavarral rögzíthető. A rugós körző rugó és szabályozója segítségével könnyen, pontosan beállítható. Az állítható hegyű körzőt akkor is jól tudjuk használni, ha a középpont és a körív különböző síkban vannak.

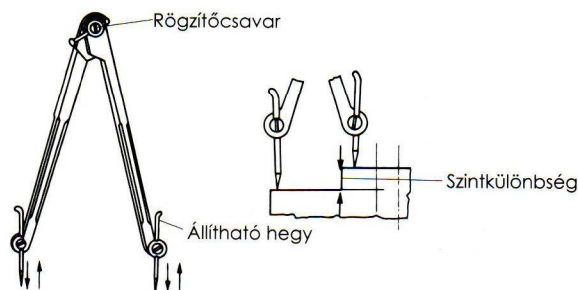


1.23. ábra. Fémkörzők

a) hegyes körző; b) rögzíthető körző; c) rugós körző; d) állítható hegyű körző



A szintkülönbség állítható hegyű körzővel történő kiegyenlítésének módja az **1.24. ábrán** látható.

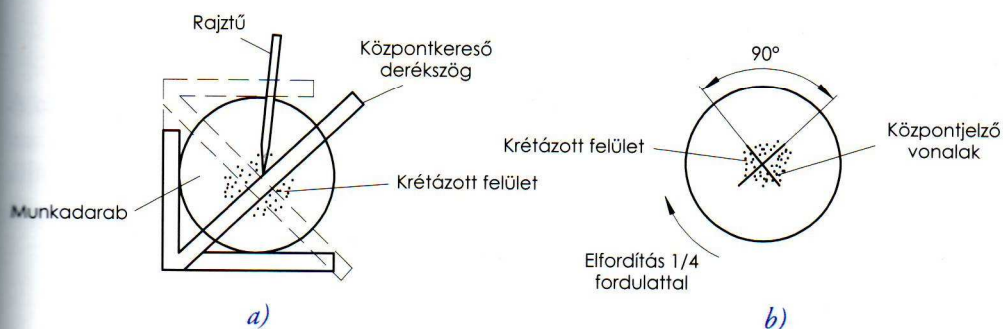


**1.24. ábra.** Állítható hegyű körző alkalmazása

### Központosító

Előrajzolás során szükség lehet a kör keresztmetszetű munkadarab homlokfelületén a középpont bejelölésére. Erre a célra alakították ki a központosító eszközöket.

Ilyen központosító az **1.25. ábrán** látható lemezes központosító. Alkalmazásakor több átlót húzunk a körön, és az átlók metszéspontja a kör középpontja.



**1.25. ábra.** Központosító

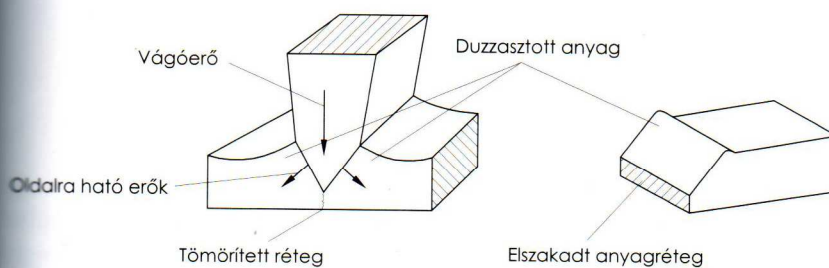
*a)* központosító felhelyezése; *b)* központosítóval rajzolt középpont

## 2. KÉZI MEGMUNKÁLÁSI GYAKORLATOK

### 2.1. Darabolás képlékeny anyagszétválasztással

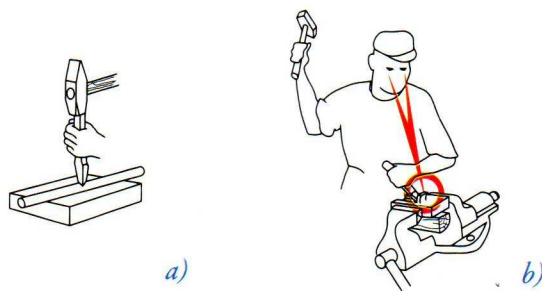
#### Vágás

A vágás során az anyagot egyélű szerszámmal, úgynevezett vágó segítségével részekre osztjuk, vagy alakítás céljából forgácsoljuk. Vágáskor a munkadarabot acéllapra vagy üllőre fektetjük, a vágót az anyag felületére merőlegesen tartva annak végére kalapácsütéseket mérünk. Az ütések hatására a vágó az anyag szerkezetébe hatol. A vágóél tömöríti, a két oldallapja pedig két oldalra duzzasztja, feszíti az anyagot. Amikor a két oldalra ható erő legyőzi az anyag belső összetartó erejét, akkor az anyag el nem vágott, maradék része elszakad (2.1. ábra).



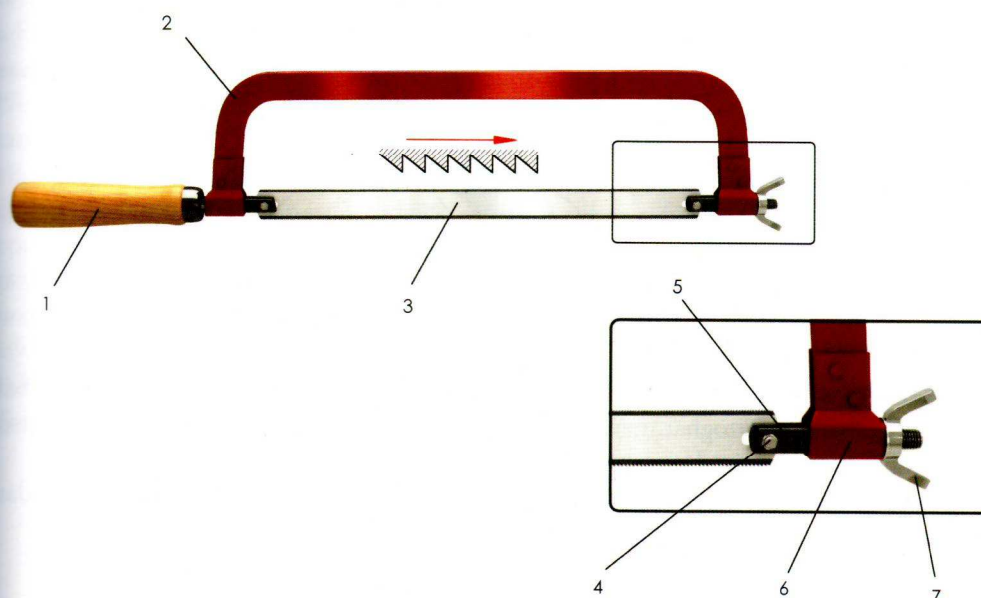
2.1. ábra. A vágás folyamata

A vágás műveletének alapszabálya szerint mindig a vágó élét figyeljük, és ne azt, hogy a vágó melyik részére ütünk a kalapáccsal. Tehát mindig a vágó élét és nem a vágó fejét kell figyelni (2.2. ábra).



2.2. ábra. A vágó helyes használata

a) rúdacél vágása; b) tekintetünkkel a vágó élét figyeljük



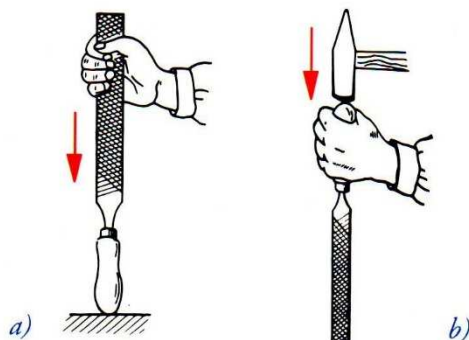
**2.19. ábra.** Keretes kézi fémfűrész

1 fanyél; 2 kengyel; 3 fém fűrészlemez; 4 rögzítőcsap;  
5 fűrészlepszorító szár; 6 befogófej; 7 szárnyas anya

Az a fűrész, amelynél a vágóélek előremutatnak (a homlokszög pozitív), löketre dolgozik. Ez annyit jelent, hogy a forgácsoláskor a fűrészelt előretoljuk. Abban az esetben, ha a fogak nem előre-, hanem hátradőlnek visszahúzás esetén, a fogak kaparnak. Ekkor csak egész finom forgács keletkezik. Ezt használjuk ki, amikor a fűrészelés bekezdéséhez a fűrészelt egyszer-kétszer hátrahúzzuk.

A fűrészeléskor a fűrész nyelét jobb kezünkkel fogjuk meg, bal kezünkkel a fűrészkeretet a szárnyas anya fölötti függőleges résznél támasztjuk meg (2.20. ábra). A fűrészkeret elülső részének megmarkolása pontos fűrészeléseknél nem ajánlott, mert megtámasztva jobban segíti a fűrész finom vezetését, irányítását, mint ha megmarkolva fűrészelnénk.





**2.40. ábra.** A reszelő nyelezése

*a)* nagyobb reszelők nyelének felszerelése; *b)* kisebb reszelők nyelének felszerelése

A reszelés szabályainak betartása, a jól alkalmazott műveletek pontos méretű, alakú és jó felületminőségű munkadarabot eredményeznek.

### Balesetvédelem kézi reszelés közben

Csak szabályos, hibátlan szerszámmal szabad dolgozni!

Nyel nélküli reszelővel ne dolgozzunk! Fontos, hogy a nyél a reszelőre megfelelően legyen felszerelve! Ezt minden munka előtt ellenőrizni kell! A nyél nélküli reszelő és a hibás reszelőnyél sérülést okozhat! A reszelőt a fogazási határnál ne toljuk tovább, mert a szerszám megcsúszik, a nyél a munkadarabnak ütközik és leesik, a reszelő sérülést okozhat!

Reszelés közben szükséges a szabályos testtartás! A szabálytalan testtartás fárasztó, több energiát igényel.

## Kérdések, feladatok

1. Ismertesse a reszelés elvét!
2. Milyen szempontok szerint kell kiválasztani a reszelőket?
3. Válasszon reszelőt 1 mm-es anyagréteg lereszeléséhez!
4. Végezze el a reszelő tisztítását, nyelének ellenőrzését!
5. Miért kell a munkadarab felületét megtisztítani?
6. Fogja be az **1.32. ábrán** látható alaplemez kiinduló darabját a satuba!
7. Végezze el a reszelést a megadott méretekre, ügyeljen a helyes testtartásra!
8. Mondja el, mi a lényege a szátra húzásnak!
9. Miért nem szabad edzett anyagot reszelni?
10. Mikor kell krétázást alkalmazni?
11. Sorjázza le a munkadarabot!
12. Végezze el az **1.34. ábrán** látható csuklós toldat reszelését a megadott méretekre!
13. Reszeléssel alakítsa ki az **1.35. ábrán** látható zárapocslemez külső méreteit!

### 2.2.3. A kézi köszörülés gyakorlata

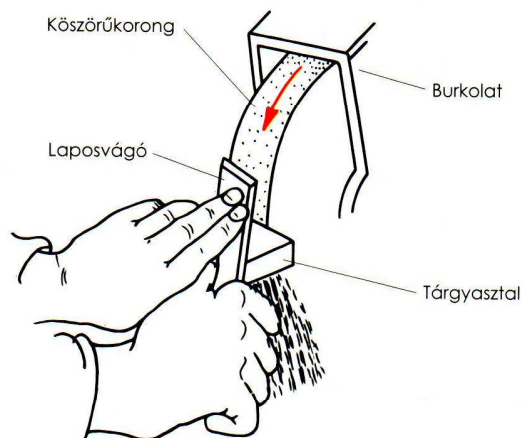
A köszörülés a kézi forgácsolások között az egyik olyan géppel végzett munka, amit a gyors anyagleválasztáskor vagy finomfelületi megmunkáláskor alkalmazunk. Kézi köszörüléssel éles sarkokat távolítunk el, szerszámokat élezünk, vagy csak munkadarabok méretre igazítását végezzük gyorsan. A köszörülés nagy fordulatszámon forgó köszörűkoronggal végzett munka. A korong anyagában lévő szabálytalan alakú szemcsék végzik a forgácsolást. A folyamatosan lepattanó izzó forgácsok, valamint a korong anyagából leváló szemcsék mind-mind veszélyt hordoznak magukban. Ezért a kézi köszörülés komoly figyelmet igénylő forgácsolási művelet.

A művelet során a köszörülendő munkadarabot a tárgyasztalra helyezzük, és óvatosan közelítjük a koronghoz. A kézben tartott munkadarab nemcsak balesetet okozhat, hanem nehézzé teszi a helyes szögben történő köszörülést. Ezért a munkadarabot minden esetben támasszuk meg a tárgyasztalon.

Enyhe nyomással a korong teljes szélességének megfelelően jobbra-balra mozgatva köszörüljük a felületet. Így a korong kopását is egyenletessé tesszük. Gyakran hűtjük a munkadarabot vízbe mártva, miközben ellenőrizzük a köszörülés mértékét. A műveletet szakaszosan addig végezzük, amíg a kívánt felületet el nem érjük. Először a durvább ko-

ronggal végezzük a köszörülést, majd a finomabb korongon a végső simítómunkákat. A munkadarabot egyenletes, nem túl erős nyomással nyomjuk a forgó köszörűkoronghoz. Túl erős nyomásnál a munkadarab felmelegszik, kilágyulhat, esetleg elég. Köszörüléskor lehetőleg ne a koronggal szemben álljunk, hanem kissé oldalt, a köszörű mellett. Minden indítás előtt győződjünk meg a korong épségéről. Ellenőrizzük a tárgyasztal távolságát a korongtól, ami 1–3 mm lehet.

Forgácsolószerszámok például vágó, fúró élezésénél mindig éllel szemben köszörüljünk, ellenkező esetben sorját hagyunk az élen. A pontozót is hegyével a forgásiránnyal szemben köszörüljük. Fontos szabály, hogy a köszörülendő munkadarabot mindig mozgassuk a korong teljes szélességében, hogy a korong kopása egyenletes legyen (2.41. ábra).



2.41. ábra. Laposvágó köszörülése

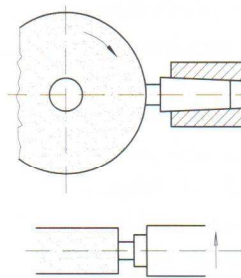
A kézi köszörülés gépei közül a kétkorongos asztali vagy állványos köszörűgépet, illetve a villamos hajtású kézi köszörűgépeket használjuk. A kétkorongos asztali vagy állványos köszörűgép a kézzel mozgatható munkadarabok felületének, sarkainak, hegesztési varratainak lemunkálására szolgál, de végezhetünk vele szerszámelezést is. A kézi köszörűgép használata során a munkadarab rögzített. Ilyenkor a köszörűvel járjuk körbe a munkadarab megmunkálendő részeit. Itt is szakaszosan köszörülve, többszöri ellenőrzéssel győződjünk meg a feladat megfelelő elvégzéséről. A hűtésről itt sem feledkezhetünk el.

A köszörűkorong munka közben kopik, alakja megváltozik. A nem kellően mozgatott munkadarabtól a közepén vájat keletkezik, vagy a két széle legömbölyödik. Ilyenkor a korongot szabályozni szükséges, hogy visszanyerje szabályos alakját. A korong szabályozását szabályozócsillaggal vagy szabályozórúddal lehet elvégezni (2.42. ábra).





a)



b)

#### 2.42. ábra. Korongszabályozó eszközök

a) szabályozócsillag; b) acélcsőbe foglalt szilícium-karbid rúd

A csillaggal történő szabályozáskor a forgó korong palástfelületéhez nyomjuk a szabályozócsillagos eszközt, és addig koptatjuk a korong felületét, amíg szabályosan egyenes, sík felületet nem kapunk. A szilícium-karbid rúd esetében ugyanígy járunk el, miközben a rudat mozgatjuk oldalazó mozgásokkal a szerszámtámaszon. A szabályosan koptatott korong palástfelülete egyenes és tiszta. A művelet nagy porképződéssel jár és balesetveszélyes. A művelet elvégzése után mindig be kell állítani a szerszámtámaszt.

#### Balesetvédelem kézi köszörülés közben

Köszörülés során a veszélyt a forgó szerszám, a lepattanó izzó forgács, szikrák és a meleg, izzó munkadarab adja. Állványos vagy asztali köszörűn történő köszörülés esetén köszörülés előtt a köszörűkorong épségét ellenőrizni kell, a sérült, repedt korong balesetveszélyes, korongrobbanást okozhat! Köszörülés előtt ellenőrizni kell a szerszámtámasz köszörűkorongtól való távolságát! Nagy távolság esetén a munkadarab a szerszámtámasz és a korong közé szorulhat, és korongrobbanást okozhat! A köszörűgépen mindig legyen védőernyő! Köszörülés közben mindig használjunk védőszemüveget! A munkadarabot közvetlenül a szerszámtámaszra kell helyezni, nem az ujjunkra!

A munkadarabot soha ne ronggyal fogva köszörüljük, inkább gondoskodjunk a gyakori hűtésről.

#### Összefoglalás

A kézi köszörülés nagy fordulatszámon forgó köszörűkoronggal végzett munka. A kézi köszörülés komoly figyelmet igénylő forgácsolási művelet.

A munkadarabot egyenletes, nem túl erős nyomással nyomjuk a forgó köszörűkoronghoz. Köszörüléskor ne a koronggal szemben álljunk, hanem kissé oldalt a köszörű mellett. Minden indítás előtt győződjünk meg a korong épségéről. Ellenőrizzük a tárgyasztal távolságát a korongtól, ami 1–3 mm lehet.

A kézi köszörülés gépei közül a kétkorongos asztali vagy állványos köszörűgépet, illetve a villamos hajtású kézi köszörűgépeket használjuk.

A köszörűkorong kopik, alakja megváltozik, ezért a korongot szabályozni kell.

Köszörülés során a veszélyt a forgó szerszám, a lepattanó izzó forgács, szikrák és a meleg, izzó munkadarab adja.

### Kérdések, feladatok

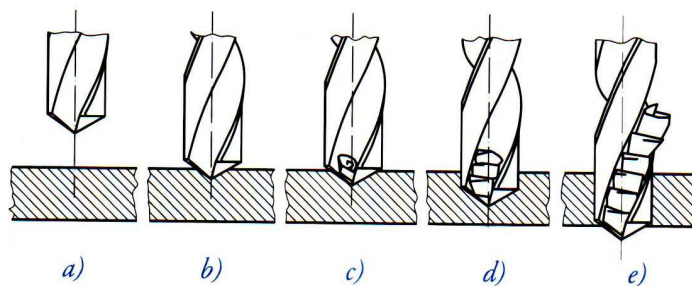
1. Milyen megmunkálásokra alkalmas a kézi köszörülés?
2. Mekkora lehet a tárgyasztal és a köszörűkorong távolsága?
3. Miért kell a köszörűkorongokat szabályozni?
4. Sorolja fel azokat a balesetvédelmi szabályokat, amelyeket köszörülés közben be kell tartani!
5. Figyelje meg a laposvágó köszörülését!
6. Végezzen egyszerű köszörülési műveletet állványos vagy asztali köszörűn!

### 2.2.4. A fúrás, süllyesztés gyakorlata

A kézi forgácsolási műveletek egyik géppel végezhető eljárása a fúrás, amit rendszerint műhelyben, asztali vagy oszlopos fűrőgéppel lehet elvégezni. Helyszíni szerelések alkalmával vagy nagyméretű munkadarabok fúrásakor kézi fűrőgépet használunk.

A fúrás során nagy forgácsolási sebességgel és kis előtolással dolgozunk.

A fűrő hegyét a munkadarabon a furatközéppontba ütött pontba helyezzük. A forgó fűrő keresztéle nyomja az anyagot, majd a két fővágóél megkezdje a forgácsolást. A fúrás pontosításának nagysága nagyobb legyen, mint a fűrő keresztéle. Az így keletkezett kis kúp helyben tudja tartani a fűrőt. Közben a két főél leválasztja a forgácsot, és a csavarvonal alakú forgács-horony felvezeti a képződött forgácsot. A folyamat lépéseit jól szemlélteti a **2.43. ábra**.

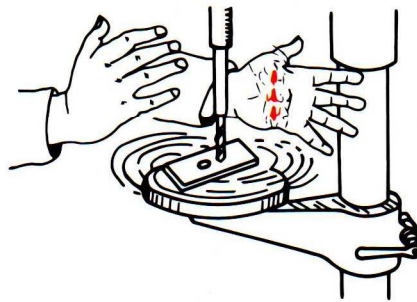


**2.43. ábra.** A fúrás folyamata

- a) a furatközeget kipontozzuk, és a fűrőt a munkadarabra irányítjuk;  
 b) a keresztél nyomni kezdi az anyagot; c) a fő- és mellékél forgácsolni kezd;  
 d) a forgács eltávolítása; e) a fűrő keresztüljut az anyagon

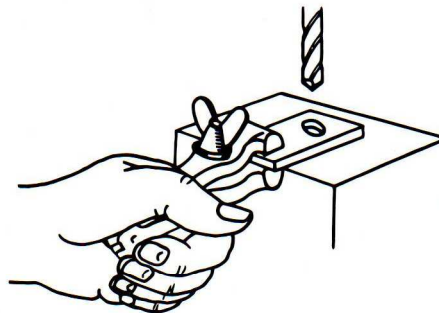
A pontos fúrás minőségét befolyásolja a pontozás minősége. Az előrajzolt furathely meghatározza a fúrás helyét, a pontozás megjelöli a fúró indulási pontját. Helyes bejelölésével, a munkadarab biztos rögzítésével és a fúró megfelelő vezetésével pontos furatot készíthetünk. A lazán befogott fúró a fúrás közben megáll. A tokmány edzett befogópofái a fúró szárát megsérthetik, így a rajta keletkezett bemaródásoktól a következő befogásnál a központosságtól eltérhet.

A fúrás végrehajtását befolyásolja a munkadarab befogása, rögzítése. A helytelen munkadarab-rögzítés azzal járhat, hogy a fúró elkaphatja és megforgathatja a munkadarabot. Ez balesetet, fúrótörést okozhat (2.44. ábra).



2.44. ábra. A helytelen munkadarab-befogás következménye oszlopos fúrógépen

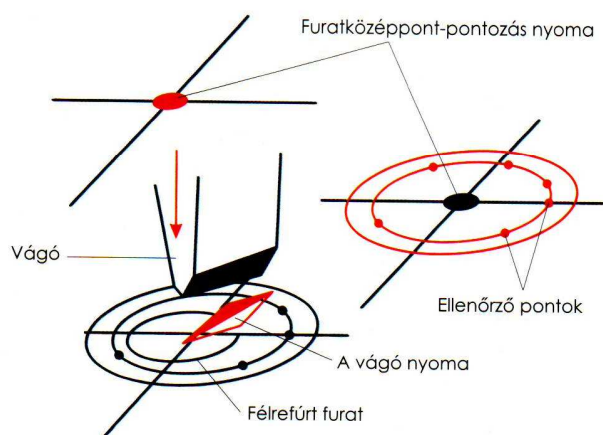
Kisebb lemeztárgyat satuban megfogva fúrhatunk, vagy sikattyúba foghatunk (2.45. ábra).



2.45. ábra. A munkadarab befogása sikattyúba

Fúrás előtt gondoskodjunk a fúróalátétről. Kevésbé kemény anyagok fúrásánál vegyük figyelembe, hogy az anyagkifutásnál a fúró két sarokéle egyoldalúan bekap, és az anyagot felránthatja. A fúróval lassan közelítsük meg a pontozást, és óvatosan kezdjük meg a fúrást. Rövid fogásvétel után győződjünk meg arról, hogy a fúrás megfelelő helyre került-e. Amennyiben rendben találjuk, akkor folytassuk a munkát. Ha a fúrás félrecsúszott, akkor még a kezdéskor korrigálhatjuk. A kezdéskor félrecsúszott furatot vágóval korrigálhatjuk. A félrecsúzással ellenkező oldalon vágóval beleütünk a furatközép oldalába. Ekkor a fúró a vágóval képzett horonyban kezd forgácsolni, és a furat visszaáll a kívánt helyzetre (2.46. ábra).

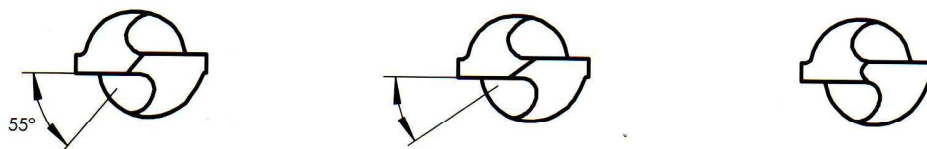




2.46. ábra. Félrefúrt furat korrigálása

Hosszabb, mélyebb furatok esetén többször emeljük ki a fúrót a furatból. Feltétlenül gondoskodjunk megfelelő hűtésről, kenésről. Nagyobb átmérőjű furatok készítésekor kisebb fúróval előfúrjuk a készítendő furatot. Az előfúró átmérője legyen nagyobb, mint a készfúró keresztelének a hossza. Nagyobb átmérőjű fúróknak a keresztelük is szélesebb. A pontozott furatközépen felfekvő keresztél nem tud biztosan bemélyedni az anyagba, és félreszaladhat. Ezért az ilyen fúrók használata előtt a nagy furatokat egy kisebb fúróval előfúrjuk. Az előfúrás segíti, vezeti a nagyobb fúrót, és tehermentesíti annak keresztelét. A gyakorlatban bevált az, hogy az előfúró átmérője 30-40%-kal kisebb legyen, mint a kész furat mérete. Például egy 15 mm-es furat készítésekor az előfúrást 9-10,5 mm átmérőjű fúróval kell végezni.

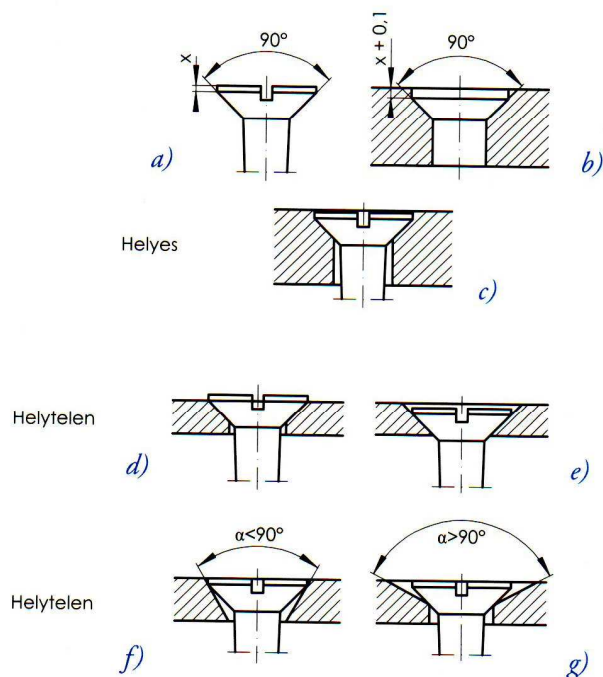
Az élszögek kialakítása gondos munkát igényel. Az élek minősége döntően befolyásolja a fúró teljesítményét, erőszükségletét, pontosságát, élettartamát. A csigafúró élezése köszörűvel történik. Ez egy bonyolult, összetett művelet. Amellett, hogy a fúró hegyét kúposra kell köszörülnünk, el kell érnünk, hogy a hátszög a középpont felé növekedjék. Ezért a csigafúrót a lengőmozgás mellett még forgatni is kell. Abban az esetben, ha a főélek nincsenek eléggé hátraköszörülve, az él nem tud az anyagba hatolni, és a csigafúró hátlapja nyom, nem forgácsol. Fontos, hogy ez a két fővágóél egyenlő hosszúságú és egyforma szögértékű legyen, a keresztél egyenes legyen, a csigafúró szimmetriatengelyén menjen át, és a fővágóéllal 55°-os szöget zárjon be. Ennek megértését segíti a 2.47. ábra.



2.47. ábra. A keresztél a) helyes és b), c) helytelen élezése



Süllyesztési hibák láthatók a **2.50. ábrán**.



**2.50. ábra.** Süllyesztések rajza

- a)* a csavar feje; *b)* a helyes süllyesztés rajza; *c)* helyes süllyesztés csavarral;  
*d)* nem elég mély a süllyesztés; *e)* túl mély a süllyesztés;  
*f)*  $90^\circ$ -nál kisebb a süllyesztés szöge; *g)*  $90^\circ$ -nál nagyobb a süllyesztés szöge

### Balesetvédelem kézi fúrás, furatmegmunkálás közben

Lemezt vagy kisebb munkadarabot nem szabad kézzel fogni fúrás közben, mert a fúró el-kaphatja a munkadarabot, és sérülést okozhat! Fúrás után a meleg szerszámot nem szabad megfogni, égési sérüléseket okozhat! Fúrás közben ne legyen hosszú, lógó haj vagy laza ruha! A forgácsokat el kell távolítani az előírásoknak megfelelően!

### Összefoglalás

A fúrás során nagy forgási sebességgel és kis előtolással dolgozunk. A fúrás pontozásának nagysága nagyobb legyen, mint a fúró keresztélc. A fúrás végrehajtását befolyásolja a munkadarab befogása, rögzítése.

Fúrás előtt gondoskodjunk a fúróalátétről. A kezdéskor félrecsúszott furatot vágóval korrigálhatjuk.

Hosszabb, mélyebb furatok esetén többször emeljük ki a fúrót a furatból. Feltétlenül gondoskodjunk megfelelő hűtésről, kenésről! Nagyobb átmérőjű furatok készítésekor kisebb fúróval előfúrjuk a készítendő furatot. Az élszögek kialakítása gondos munkát igényel. A süllyesztés során a nagyobb átmérőjű fúrók esetén az alacsony fordulatszám a megfelelő. A csigafúrók élezését a hátfelület köszörülésével hajtjuk végre, ami nem egyszerű feladat. Lemezt vagy kisebb munkadarabot nem szabad kézzel fogni fúrás közben, mert a fúró elkaphatja a munkadarabot, és sérülést okozhat! Fúrás után a meleg szerszám égési sérüléseket okozhat! A haját mindig fedjük, a ruházat legyen zárt. Fúrás közben a hosszú, lógó haj vagy laza ruha balesetet okozhat! A forgácsokat el kell távolítani az előírásoknak megfelelően!

### Kérdések, feladatok

1. Készítse elő az **1.32. ábrán** látható alaplap fúrási műveleteihez alkalmas eszközöket!
2. Milyen hűtést lehet alkalmazni fúráskor?
3. Válassza ki a szükséges fúrókat!
4. Ellenőrizze a fúró élet és átmérőjét!
6. Ismertesse a fúrás műveleti sorrendjét!
7. Ismertesse a süllyesztés műveletét!
8. Mondja el, miért kell alacsonyabb fordulaton végezni a süllyesztést!
9. Végezze el az **1.32. ábrán** látható alaplap fúrási műveleteit!
10. Végezze el az **1.32. ábrán** látható alaplap süllyesztési műveleteit!
11. Végezze el az **1.34. ábrán** látható csuklós toldat fúrási műveleteit!
12. Végezze el az **1.34. ábrán** látható csuklós toldat süllyesztési műveleteit!
13. Végezze el az **1.35. ábrán** látható zárapocslemez fúrási műveleteit a **2.51. ábra** alapján!

## 4. GÉPÉSZETI KÖTÉSEK

A gépeket, szerkezeteket elemekből építik össze. Az összeépített elemeket, gépelemeknek vagy szerkezeti elemeknek nevezzük. A gépelemeket, illetve a szerkezeti elemeket általában egymáshoz kell rögzíteni a működőképesség érdekében. A gépalkatrészek és szerkezeti elemek összekötésére alkalmas gépelemeket kötőgépelemeknek, az általuk létrehozott kapcsolatot kötésnek nevezzük.

A kötések két csoportra oszthatjuk. Az **oldható kötések** a kötőgépelemek és az alkatrészek sérülése nélkül bonthatók. Ez későbbi szerelhetőséget, bontást, újbóli összeépítést tesz lehetővé.

A **nem oldható kötések** végleges összekötést létesítenek. Az összekötött gépelemek, szerkezeti elemek és a kötőgépelemek az alkatrészek szerelésével nem szedhetők szét, a bontáshoz a kötőgépelemeket roncsolni kell. A kötést nem lehet újra létrehozni az eredeti elemekkel.

A kötések más megközelítésből is csoportosíthatjuk. A különböző eljárásokkal létrehozott kötések lehetnek **alakkal, anyaggal, illetve erővel zárt kötések**.

A kötések csoportosítása a **4.1. táblázatban** látható.

A kötések csoportosítása oldhatóság szerint	
Oldható kötések	Nem oldható kötések
Csavarkötések	Hegesztett kötések
Ékkötés	Szegecskötés
Retesz-kötés	Forrasztott kötés
Bordás kötés	Ragasztott kötés
Gépelemeket rögzítő kisebb rögzítőelemek	Zsugorkötés
Csapszegkötés	Korcolással készült kötés
Szuronyzár	Peremezéssel készült kötés
Rögzítőszeg	Füles kötés
Körhagyó (excenter)	

**4.1. táblázat.** A gépészeti kötések csoportosítása

A következő alfejezetben a csavarkötésekről és a hegesztett kötésekről lesz szó.

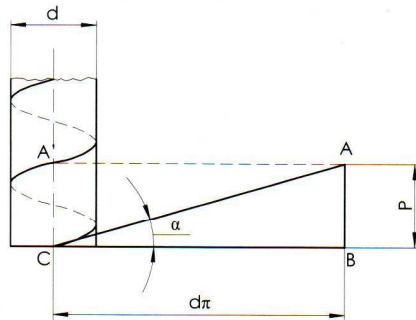


## 4.1. Csavarkötések és elemeik

A csavarkötések jellemzői a következők:

- Az alkatrészek közötti kapcsolatot gyorsan és nagy szilárdsággal lehet létrehozni.
- A kötést egyszerű kéziszerszámok segítségével meg lehet szüntetni anélkül, hogy akár a csavar, akár az összekötött alkatrészek megsérülne.
- Ugyanazt a csavart többször is fel lehet használni kötés létesítésére.

Amennyiben egy henger palástjára felcsavarunk egy **derékszögű háromszöget**, a háromszög átfogója csavarvonalban fut föl a henger palástján. A derékszögű háromszög magassága (A–B) a **menetemelkedés**, szabványos jelölése:  $P$ . A derékszögű háromszög átfogójának a vízszintessel bezárt szöge a **menetemelkedés szöge**, jele:  $\alpha$ . A **derékszögű háromszög alapja** megegyezik annak a **hengernek a kerületével**,  $D\pi$ -vel, amelyre a lejtőt felcsavartuk. A csavarvonal a henger egyik alkotóján indul, és ugyanarra az alkotóra érkezik vissza, pontosan egy menetemelkedésnyi távolságban (4.1. ábra).



4.1. ábra. A csavarvonal jellemző méretei

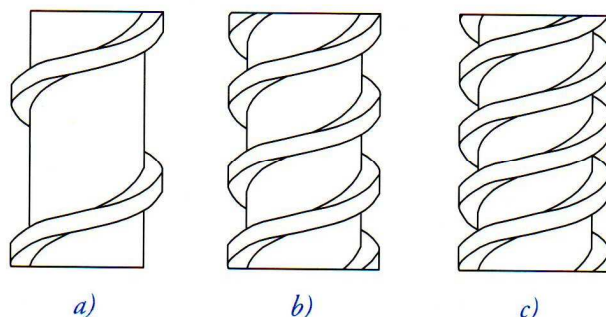
### Csavarmentek

A csavarvonal önmagában még nem csavarment, a csavarment ennél bonyolultabb térbeli alakzat. Csavarment alakot kapunk, ha a csavarvonalon egy profilt, síkidomot vezetünk végig. A síkidom alakjától függ, hogy milyen profilú mentet kapunk.

Csavarment akkor keletkezik, ha a csavarvonal mentén a csavarment profiljának megfelelően alakítjuk az alkatrészt.

A csavarok lehetnek **egy- vagy több-bekezdésűek** (4.2. ábra). Ez azt jelenti, hogy a mentvonal mentén futó csavarmentekből egy orsón egy vagy több mentet fut párhuzamosan. Egybekezdésű az a csavar, amelyet a leírtak szerint egy mentvonal mentén futó csavarmentből alkotunk. A két, három és több párhuzamosan haladó csavarvonallal készült csavarokat kétbekezdésű, hárombekezdésű, illetve több-bekezdésű csavaroknak nevezzük. Az egybekezdésű csavarok egy fordulat alatt tengelyük mentén egy menetemelkedésnyit mozdulnak el. A több-bekezdésű csavar ebben az esetben annyi emelkedést tesz meg, amennyi a bekezdések száma.



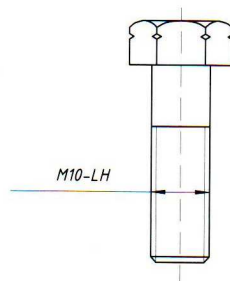


4.2. ábra.

a) egybekezdésű menet; b) kétbekezdésű menet; c) hárombekezdésű menet

A csavarkötés azáltal jön létre, hogy az egymáshoz kapcsolódó két elempár: az orsó és az anya között meghúzáskor **súrlódó erőhatás** lép fel. Ezt az erőhatást a menetek önzárása hozza létre. Az önzárás mértéke a menetemelkedés szögétől függ. Minél kisebb a menetemelkedés szöge, annál nagyobb az önzárás mértéke,  $\alpha = 15^\circ$ -nál kisebb menetemelkedési szög esetén kielégítő az önzárás. Ekkor a kapcsolódó felületek között a súrlódóerő olyan nagy lesz, hogy a kötés csak külső **erővel oldható**.

A csavarás iránya szerint a csavarvonal lehet jobb- vagy balcsavarodású. Általában a jobbmenetű csavarokat alkalmazzák. A balcsavarodású menetek ábrázolásakor a névleges mérete után írt LH jelöléssel, valamint az elkészült csavaranyákon és csavarfejekon ék alakú beszúrással jelölni kell (4.3. ábra).



4.3. ábra. Balmenet

A csavarment elemi a 4.4. ábrán láthatók.

**Menetprofil:** a menet hossztengeyén átmenő síkban fekvő metszet körvonala. A menetprofil a csavarvonal mentén elmozdítva jön létre a menet.

**A csavarment profilszöge ( $\beta$ ):** a menetoldalak által alkotott, a menet tengelyén át fektetett síkban mért szög.

**Menet:** a csavarment azon része, amelyet a profilnak egy teljes körülfordításával (alkotótól vissza ugyanarra az alkotóra, menetemelkedésnyivel feljebb) kapunk.

**Menetemelkedés (P):** egyazon menet megfelelő pontjai között a tengellyel párhuzamos irányban mért távolság.

**Névleges átmérő, külső átmérő ( $d, D$ ):** a csavar menetének a menettetőkön mért legnagyobb átmérője. A külső átmérőt a tengelyre merőleges vetületben kell mérni.

**Középátmérő ( $d_2, D_2$ ):** annak a képzeletbeli hengernek az átmérője, amely a profilt úgy osztja, hogy rajta a csavarmenet szélessége és a csavarmenetköz szélessége egyenlő. A középátmérőt a menet tengelyére merőlegesen kell mérni.

**Magátmérő, belső átmérő ( $d_3, D_3$ ):** a menettövek közötti, a csavar tengelyére merőlegesen mért legkisebb átmérő.

**Tényleges menetmélység ( $h_1, H_1$ ):** a külső átmérő és a magátmérő (belső átmérő) közötti különbség fele.

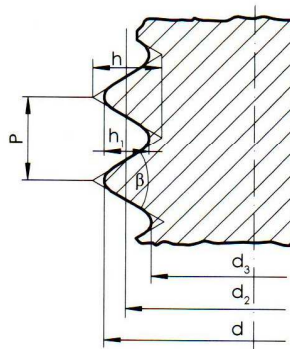
**Szerkesztett menetmélység ( $h$ ):** elméleti méret, a menetcsúcsok közötti távolság.

**Menettető:** csavarorsónál a menetprofilnak a tengelytől mért legtávolabbi része.

**Menettő:** csavarorsónál a profilnak a tengelyhez legközelebb eső része.

**Menetoldal:** a menetprofilnak a menettetőt a menettővel összekötő része.

**A csavarmenet emelkedési szöge ( $\alpha$ ):** a középátmérőben fekvő csavarvonal emelkedési szöge.



**4.4. ábra.** A csavarmenet elemei

$d$  külső átmérő;  $d_2$  középátmérő;  $d_3$  magátmérő;

$h$  menetcsúcsok közötti távolság (szerkesztett menetmélység);

$h_1$  tényleges menetmélység;  $P$  menetemelkedés;  $\beta$  menetprofilszög

#### 4.1.1. Kötőmenetek és mozgatómenetek

A csavarok alkalmazásának célja általában az alkatrészek összekötése, ezek a **kötőmenetek**, de alkalmasak mozgások létrehozására is, ezek a **mozgatómenetek**. A mozgatómenetek általában a csavarorsó forgómozgását a csavaranya egyenes vonalú mozgásává alakítják, miközben nagy terhelésnek vannak kitéve. A kötő- és a mozgatómenetek közötti lényeges különbség a menetprofilban és a menetemelkedésben van.

## A kötőmenetek menetprofiljai

A kötőmenetek mindig egybekezdésű, egyenlő szárú háromszög profilú élesmenetek. Ezek a metrikus normálmenetek, a metrikus finommenetek, a normál Whitworth-menetek, valamint a csőmenetek.

### Metrikus vagy métermenetek (4.5. ábra)

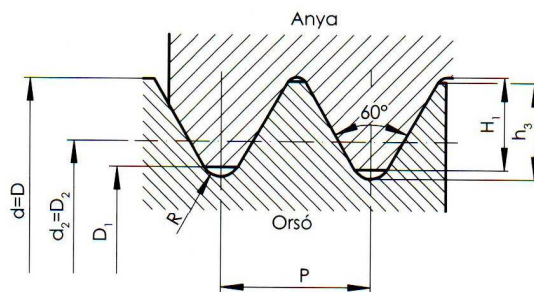
A metrikus menet profilja egyenlő oldalú háromszög, amelynek csúcsa le van törve, a tő pedig kerekített. A csavar menet profilszöge ( $\beta$ )  $60^\circ$ -os. Két fajtája van, a **metrikus normálmenetek** és a **metrikus finommenetek**.

#### Metrikus normálmenet

A metrikus normálmenetű csavarokhoz egy szabványos menetemelkedés tartozik. Például az M10 azt jelzi, hogy a metrikus (M) csavar menet névleges átmérője 10 mm, menetemelkedése (P) 1,5 mm. A menetemelkedés értéke táblázatban található.

#### Metrikus finommenet

A metrikus normálmenetű csavarokhoz több menetemelkedés tartozik. Ezek kisebb menetemelkedések, mint a normál métermeneteké, tehát finomabb menetek. Jelölésükre például: M10 $\times$ 1, ami azt jelenti, hogy a normálmenettől eltérően ez finomabb fogazású, menetemelkedése kisebb, pontosan 1 mm. A menetemelkedések értéke táblázatban található.



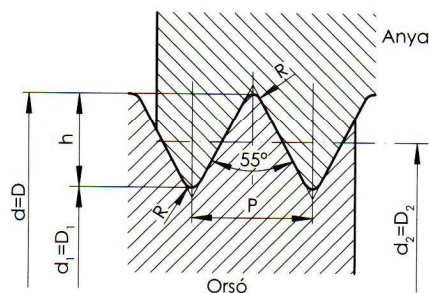
4.5. ábra. Metrikus menet



**Whitworth-menet (4.6. ábra)**

Ezekhez a menetátmérőt angol hüvelykben (inch,  $1'' = 25,4 \text{ mm}$ ) adják meg, a profil csúcs-szöge  $55^\circ$ -os. A menetemelkedést úgy adják meg, hogy egyhüvelyknyi hosszon mennyi a menetek száma, azaz  $25,4 \text{ mm}$  csavarmenethosszon hány menet van.

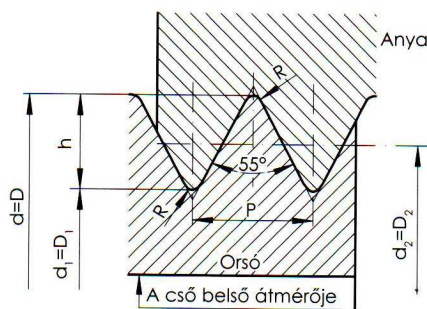
Abban az esetben, ha nem kerek hüvelyk az átmérő, közönséges törtben adják meg. Tehát ha azt látjuk, hogy  $7/8''$ , akkor az azt jelenti, hogy a csavarátmérő  $22,2 \text{ mm}$ . A szabvány szerint ennél a menetátmérőnél egy hüvelykre 9 menet jut, azaz a menetemelkedés  $2,8 \text{ mm}$ .



4.6. ábra. Whitworth-menet

**Csőmenet (Whitworth-csőmenet, 4.7. ábra)**

Ezt a menettípust fontos ismernünk, mert nemcsak az angol nyelvi területeken, hanem az egész világon alkalmazzák a csövek összekötéséhez. A méret elé írt G betűvel jelölik. Értékeit hüvelykben adják meg, általánosan használatosak a csőszerelőiparban. Finomme-  
netűek, azaz kis menetemelkedésűek. Méreteinek értelmezésénél figyelni kell arra, hogy a hüvelyk jelölés nem a csavarmenet átmérőjét, hanem a cső belső átmérőjét jelzi, amelyiknek a külső falára ez a menet elkészíthető. Tehát a G1-es csőmenet azt jelöli, hogy a külső átmérő  $33,249 \text{ mm}$ , és egy hüvelykre 11 menet esik, vagyis az emelkedés  $2,3 \text{ mm}$ .



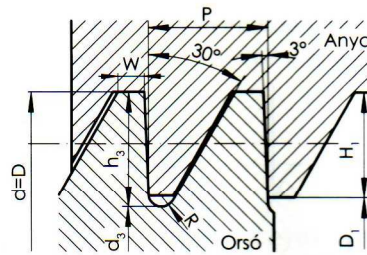
4.7. ábra. Csőmenet



## A mozgatómenetek menetprofiljai

### Fűrészmenet

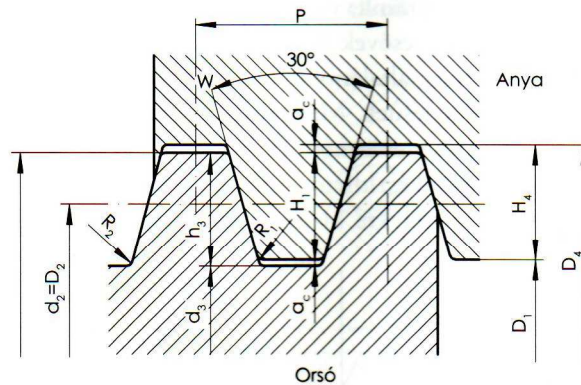
A fűrészmenet (4.8. ábra) egy irányból terhelhető mozgatómenet. A fűrészmenet teherviselő felülete a menet tengelyére majdnem merőleges, nagy erővel terhelhető. Alkalmazása csavarorsós sajton, emelőgépen, szakítógépen történik.



4.8. ábra. Fűrészmenet

### Trapézmenet

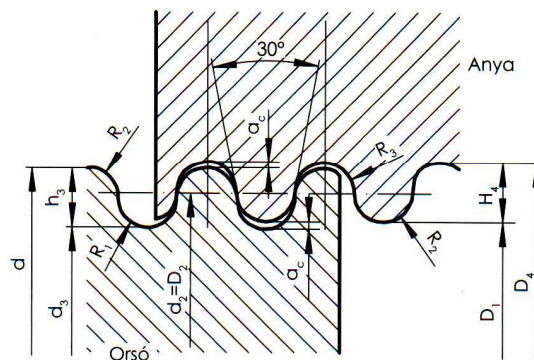
A trapézmenetek (4.9. ábra) a menetprofil szimmetrikus alakja miatt két irányból terhelhetők. A nagy menettő-keresztmetszet miatt nagy erővel terhelhető. Alkalmazása satuorson, szerszámgépasztalok és szánok mozgatásánál.



4.9. ábra. Trapézmenet

### Zsinórmenet

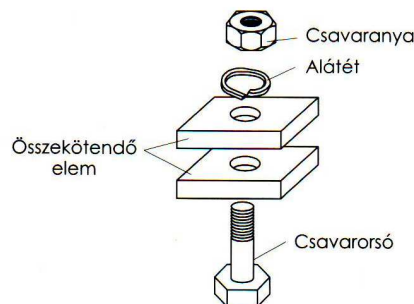
A zsinórmenet (4.10. ábra) menetprofilja lekerekített, nincs rajta feszültséggyűjtő hely, ezért nem sérülékeny. Alkalmazása szennyezett környezetben előnyös.



4.10. ábra. Zsinórmenet

#### 4.1.2. A csavarkötés elemei

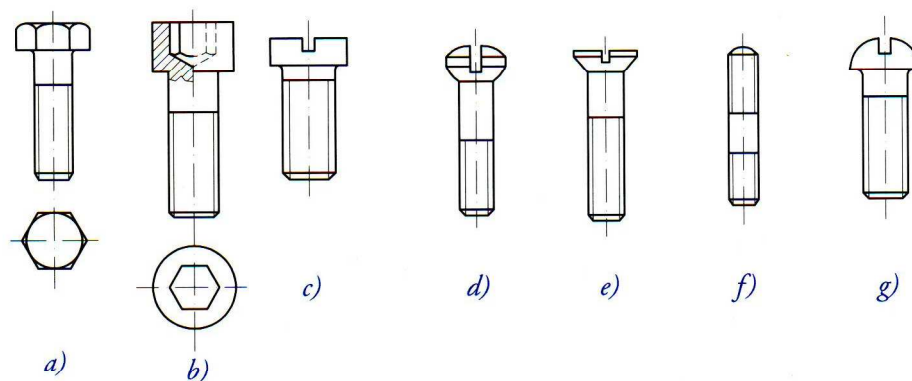
A csavarkötést (4.11. ábra) egy **menetes orsó** (csavarorsó) és egy **csavaranya** segítségével hozzuk létre. Gyakori az **alátét** is a pontosabb kötés, a jobb felfekvés érdekében, a puhább anyagok szerelésekor, valamint akkor, ha a furat nagyobb, mint az anya. A **csavarbiztosításokat** a csavarkötés lazulása ellen használjuk, ami a működő gépek rázkódásának, illetve más dinamikus hatások következménye lehet. A csavarkötések elemei még az **összekötött gépelem vagy szerkezeti elem** is.



4.11. ábra. A csavarkötés elemei

A következőkben a csavarkötés elemeinek néhány gyakran alkalmazott fajtája látható.

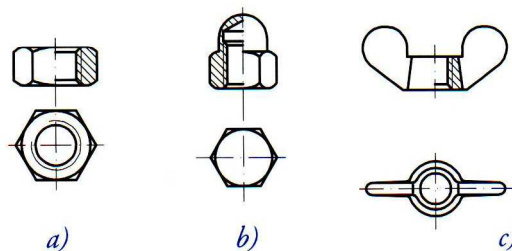
**Csavarorsók** a **4.12. ábrán** láthatók lehetnek: hatlapfejű, belső kulcsnyílású (imbusz), hengeres fejű, lencsefejű, sülyesztett fejű, ászokcsavarok és félgömbfejű csavarok.



**4.12. ábra.** Csavarorsók

a) hatlapfejű csavar; b) belső kulcsnyílású (imbusz) csavar; c) hengeres fejű csavar;  
d) lencsefejű csavar; e) sülyesztett fejű csavar; f) ászokcsavar; g) félgömbfejű csavar

A csavaranyák a **4.13. ábrán** láthatók. Gyakran alkalmazott csavaranyák a hatlapú csavaranyák, zárt anyák, szárnyas anyák.



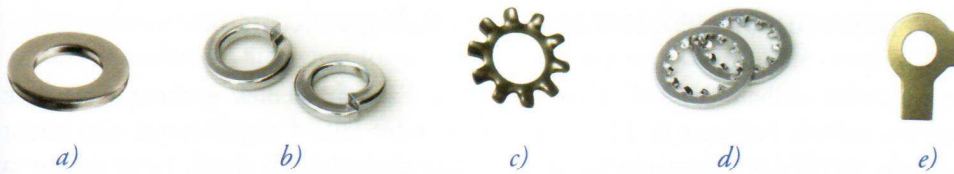
**4.13. ábra.** Csavaranyák

a) hatlapú; b) zárt; c) szárnyas anyák

Az **alátétek** alkalmazásának több célja is lehet:

- kötés pontosságának fokozására,
- a puhább felfekvési felület céljából,
- akkor, ha a furat nagyobb, mint az anya,
- a ferde felületeknél a pontos felfekvés biztosítására,
- csavarbiztosításra.

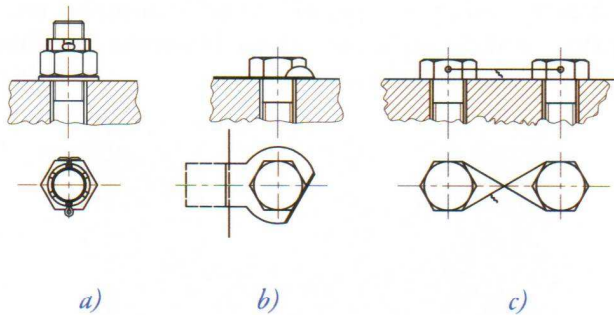
A **4.14. ábrán** különböző alátétek láthatók: lapos alátét, rugós alátét, külső fogazású alátét, belső fogazású alátét, lemezes biztosítású alátét.



**4.14. ábra.** Csavaralátétek

a) lapos alátét; b) rugós alátét; c) külső fogazású alátét;  
d) belső fogazású alátét; e) lemezes biztosítású alátét

A csavarbiztosítások alkalmazásának célja a csavarkötések meglazulásának megakadályozása. Csavarbiztosítások láthatók a **4.15. ábrán**.



**4.15. ábra.** Csavarbiztosítások

a) koronás anya sasszeggel; b) biztosítólemez; c) biztosítóhuzal

A vegyi anyagok alkalmazása a gépiparban is gyakori. A csavarkötések biztosítására alkalmas újszerű megoldás a ragasztó és a paszta. Ezek az anyagok folyékonyak, és teljesen kitöltik a kapcsolódó menetek közötti hézagot, ezáltal rögzítik a kötést. Csavarrögzítő ragasztó alkalmazása látható a **4.16. ábrán**.



**4.16. ábra.** Csavarrögzítő ragasztó alkalmazása



### Hosszúság-mértékegységek

mm < cm < dm < **m** < km  
10 10 10 1000

### Terület-mértékegységek

mm<sup>2</sup> < cm<sup>2</sup> < dm<sup>2</sup> < **m<sup>2</sup>** < km<sup>2</sup>  
10<sup>2</sup> 10<sup>2</sup> 10<sup>2</sup> 1000<sup>2</sup>

### Térfogat-mértékegységek

mm<sup>3</sup> < cm<sup>3</sup> < dm<sup>3</sup> < **m<sup>3</sup>** < km<sup>3</sup>  
10<sup>3</sup> 10<sup>3</sup> 10<sup>3</sup> 1000<sup>3</sup>

### Tömeg-mértékegységek

mg < cg < dg < **g** < <sup>dkg</sup>  
(dag) < kg < t  
10 10 10 10 100 1000

### Úrtartalom-mértékegységek

ml < cl < dl < **l** < hl  
10 10 10 100

### Idő-mértékegységek

sec < min < h < nap < hét < hónap < év  
60 60 24 7 4 12