



**BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM  
VEGYÉSZMÉRNÖKI ÉS BIOMÉRNÖKI KAR**

Mihályi János

# **GÉPELEMEK-GÉPTAN I.**



**Műegyetemi Kiadó, 2007**

*SI - mértékegységrendszerre átdolgozott kiadás:*

*Szerző:*

**Mihályi János**

(Tizedik utánnomás)

Azonosító: **60683**

**A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Vegyészmérnöki és Biomérnöki Karának**

megrendelése alapján kiadja a

**Műegyetemi Kiadó**

[www.kiado.bme.hu](http://www.kiado.bme.hu)

Felelős vezető: Wintermantel Zsolt

Terjedelem: 18,6 (A/5) ív

Nyomdai munkák:

**Műegyetemi Nyomda**

Munkaszám: 6296/07

## ELŐSZÓ

A műszaki életben az egyes szakirányok mérnöki területel egymással kapcsolatban vannak, sok esetben egymást átfedik. A vegyészmérnökök többsége üzemekben vagy kutató laboratóriumokban dolgozik. E helyeken a kémiai folyamatok kísérleti és még inkább az ipari méretű megvalósítása során számos gépet, berendezést alkalmaznak. Az eredményes működtetésükhöz a vegyészmérnöknek ismernie kell e gépek, gépcsoportok legfőbb üzemi jellemzőit és nagy vonalakban a felépítésüket is. Adott esetben, ha új berendezések szükségesek, neki kell az ez irányú igényeit a szükséges mértékig körvonalazni. Előfordul, hogy már gyártott gépek kiválasztását vagy a felhasználásnál gép hibáinak a közlését kell elvégeznie.

A gépelemek – géptan tárgy a vegyészmérnök hallgatók alapvető gépészeti ismereteit fogja össze. Szerepét a ientiek, helyét a tárgy alapozó jellege és az általános mérnöki szemléletre nevelés megkezdése indokolják.

A gépelemek – géptan I. jegyzet a vegyészmérnöki pályára induló, és különböző rajzismereti előképzéssel rendelkező hallgatókkal a műszaki rajzolás és a rajzolás alapjait ismerteti meg, kitér a gépelemek kötéseire, és röviden foglalkozik a szerkezeti anyagokkal és a gyártástechnológiákkal is. A tárgyhoz külön gyakorlati jegyzet áll rendelkezésre (Nyitrai Ferenc: Gépelemek – géptan feladatok és segédletek I. címmel).

A jegyzet megírásánál köszönettel tartozom professzoromnak, dr. Pápai Lászlónak a megtisztelő bizalmáért, lektoraimnak, dr. László Alfréd docensnek és Bándy Lajos adjunktusnak észrevételeikért, továbbá a jegyzet készítésében közreműködő munkatársaimnak és a jegyzetkiadó dolgozóinak.

Budapest, 1973. február

Mihályi János



## A műszaki rajzról általában

A műszaki rajzolás - mint az információközlés egyik eszközét - a műszaki élet közös nyelvének tekinthetjük, melynek segítségével legtöbbször minden más lehetőségnél egyszerűbben tudjuk kifejezni, rögzíteni az elképzeléseinket. Például néhány vonallal előállított rajz teljes pontossággal meghatároz egy alkatrészt, amit szóban vagy írásban csak igen nehezen lehetne körülírni.

A műszaki ábrázolás eredménye, a műszaki rajz, mindig valamilyen műszaki szándék szabatos közlését jelenti. A rajzoknak félreérthetetleneknek és teljeseeknek kell lenniök. Ez azt jelenti, hogy a műszaki rajz hiány nélkül mindent elmond az ábrázolt szerkezeetről, mert egyértelműen közli a tárgy megkívánt alakját, méreteit, anyagát, elhelyezését stb. A műszaki rajzolás szabályai egyszerűek és egyezményesek, így ezeket nehézség nélkül tudja használni a rajz készítője és az olvasója is.

A műszaki rajzolás szabályait szabványok rögzítik. Jegyzetünkben ezek előírásaihoz igazodunk, de kitérünk néhány elismereti kérdésre is. Ezek sorra vétele előtt célszerű a szabványosítás fogalmával és jelentőségével foglalkoznunk.

## A szabványok

Az iparban gyakori, hogy egyes alkatrészek változatlan alakban és méretekkel igen nagy számban fordulnak elő melyeket több gyár is fel tud használni. Ezért a termelő és a felhasználó vállalatok megállapodásokat kötöttek, hogy az ilyen alkatrészeket csak egységesen, meghatározott nagyságokban fogják előállítani és alkalmazni. Ez az egységesítési munka a szabványosítás. Azonos alaku, rögzített nagyság választéku, azonos minőségű termékek leegyszerűsítik a gyártást, mert a nagyobb darabszám lehetővé teszi az olcsó tömeggyártást, de előnyös a felhasználónak is, mert sok alkatrészt - ha szabványos - nem kell megtervezni, hanem csak megvásárolni. Az üzemeltetést végző pedig az elromlott alkatrészt így könnyen ki tudja cserélni. Ezért minden állam igyekezett megteremteni a saját szabványait melyek rögzítik az egységesített termékek adatait. Magyarországon a Magyar Szabványügyi Hivatal foglalkozik a szabványok megalkotásával. Működése nemcsak az ipari termelésre terjed ki, hanem minden egyéb területre, ahol az egységesítés elengedhetetlen (mezőgazdaságra, építőanyagokra, élelmiszerek minőségi előírásaira stb.). Az ipari szabványokat a Magyar Szabványügyi Hivatal az ipari és a tudományos intézetek szakértői bevonásával készíti. Az elfogadott szabványok mint Magyar Szabványok kerülnek használatba. Jelzésük (pl. MSZ 99-65) a szabvány számát (99) és a jóváhagyás évszámát (1965) mutatja. Az utóbbi el is hagyható.

A szocialista tervgazdálkodásu országokban a szabványok törvényerőjű előírások.

A magyar szabványok 3 csoportba sorolhatók:

1. kötelező szabványok,
2. diszpozitív szabványok (két vállalat egymás között ettől eltérhet) és a
3. műszaki irányelvek (melyek megkülönböztetésül MSZ helyett MI betűjelűek). Ezek műszaki tapasztalatok széleskörű hasznosítására szolgáló tájékoztató kiadványok.

Egyes szabványokat esetenként átdolgoznak, ezért mindig meg kell győződni érvényességük felől, vagyis, hogy nem jelent-e meg hatálytalanságuk vagy módosításuk.

Külön kiemeljük a nem országos szabványok kiterjedt körét, a különböző ágazati (minisztériumi ill. iparági) és vállalati (házi) szabványokat. A kohó és gépipar ágazati szabványai KGSZ, a nehéziparé NIMSZ, a Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Minisztérium által kibocsátott szabványok MÉMSZ jelűek.

A magyar ipar gyakran kerül kapcsolatba más államok szabványaival. A szovjet szabványok ГOCT, az NDK szabványok TGL, az NSZK szabványai DIN jelzésűek stb.

A nemzetközi munkamegosztás szükségessé teszi a szabványok nemzetközi egységesítését is. A Nemzetközi Szabványügyi Szervezet (ISO rövidítéssel) nemzetközi szabvány ajánlásokat készít, melyeket az egyes országok igyekeznek felhasználni a saját szabványaik megalkotásánál. 1962-ben megalakult a KGST országok Szabványügyi Állandó Bizottsága, mely a tagországok első közös intézete volt. Feladata a KGST országok gazdasági együttműködését elősegítő közös alapszabványok kidolgozása. E munka eredménye például a műszaki rajzokon alkalmazott jelölések, szabályok egységesítése, melyeknek alapján a műszaki rajzokkal kapcsolatos magyar szabványokat a közelmúltban módosították. (Jegyzetünkben általában az 1973. márciusában érvényes szabványokat vettük figyelembe).

Végül kiemeljük, hogy ha a szabvány méretválasztékot közöl, akkor a termék jellemző méretét tekintve mértani sorozat szerint van felépítve. Ugyanis a kisebb méretű alkatrészekből mindig nagyobb méretválasztékra van szükség.





# 1. A műszaki rajz alaki előírásai

## 1.1 A műszaki rajz fogalma, fajtái

A műszaki rajz valamely műszaki gondolat rajzban való közlésének eszköze, egyezményes jelölési módszerek alkalmazásával. Általában olyan adatokat is tartalmaz, (kelet, aláírás) amelyek az érvényességét meghatározzák ill. az okmányszerűségét hitelesítik.

Mi elsősorban a géprajz, vagyis a gépészeti rajzok készítése szabályaival foglalkozunk. Egyéb iparágak, pl. az építészet és speciális területek, pl. az irányítástechnika rajzjelei ettől részben eltérnek. A gépészeti rajzoknál is előforduló különleges tervjelképeket sem tárgyaljuk. Ez alól kivételt képeznek - vegyipari jelentőségük miatt - a csővezetékek és csőszerelvények egyszerűsített jelölési módjai.

A továbbiakban műszaki rajz alatt általában a géprajzokat értjük.

A műszaki rajzokat feloszthatjuk pl.:

- a) cél,
- b) teljesség,
- c) tartalmi terjedelem,
- d) sokszorosíthatóság és
- e) kivitel szerint.

a) célja szerint van pl.:

műhelyrajz (kivitelezési tervrajz) mely a gyártmányt elkészítése utáni, szerelésre kész állapotban ábrázolja. A gyártmánytervezés eredménye; ez szolgál a gyártástervezés ill. a gyártás alapjául. Egyértelmű adatokat nyújt az ellenőrzéshez, szereléshez és átvételhez,

folyamatábra, mely rendszerint technológiai folyamatot jelképekkel szemléltető elvi rajz,

kapcsolási rajz, mely olyan elvi rajz, ahol jelképekkel ábrázolják az elemek vagy szerelvények összekötését ill. kapcsolatát,

elrendezési rajz, mely a gyártmányok relatív helyzetét körvonallal és a kapcsolatukat részben jelképek alkalmazásával megadó rajz (csőterv, gépelrendezési rajz),

b) teljesség szerint van:

rajz mely szerkesztett, szabatos, teljes és állandó jellegű,

vázlat, mely az előző igények valamelyikének nem felel meg. Vázlatokat készítünk pl. egy adott műszaki feladat megoldásával kapcsolatos elképzeléseinkről. A gyakorlatban az is sokszor előfordul, hogy meglevő darabokról rajzolunk szabadkézi vázlatot. Ilyen eset fordul elő akkor, ha egy alkatrész eltörik, és a cseredarabot le kell gyártani. Ha nincs meg az eredeti kivitelezési rajz, úgy rendszerint a gép mellett vázlatot készítünk a meghibásodott alkatrészeiről. Lemérjük a méreteit, meghatározzuk az anyagát stb. és e vázlatról fog elkészülni a műhelyrajz. Sok esetben közvetlenül a vázlat alapján gyártják le az alkatrészt, ezért - bár szabadkézi rajz - a műhelyrajzzal megegyező részletességűnek kell lennie. Pontatlanság, vagy méretek elhagyása a vázlatot erre alkalmatlanná tenné!

c) tartalmi terjedelem szerint van pl. :

összeállítási rajz, mely a teljes gyártmánynak vagy részegységnek alkatrészekből vagy alkatrészcsoportokból összeállított rajza. Szemlélteti az alkatrészek hovatartozását és működésbeli szerepét. A szereléskor elvégzendő megmunkálásokat, a szereléshez, ellenőrzéshez szükséges méreteket, továbbá a beépítés csatlakozó és befoglaló méreteit tartalmazza. Alkatrészeiről alkatrészrajzok készülnek, általában ún. "egy alkatrész-egy rajz" rendszerben.

Méretezett összeállítási rajz. E rajzon minden alkatrészt teljesen megadnak (alak, beméretezés stb.), így ezek elkészítéséhez is alkalmas.

Vegyes összeállítási rajz. A rajz lapján egyes alkatrészek külön, részletesen kirajzolva szerepelnek.

A két utóbbi összeállítási rajzot csak ritkán, egyszerűbb gyártmányok egyedi gyártása esetén használják.

Alkatrészrajz. Ez egyetlen alkatrész műhelyrajza, mely a gyártmányt elkészítése utáni szerelésre kész állapotában ábrázolja. Ha az alkatrészt gyártása egy közbelső fázisában mutatja (pl. öntvényrajz), akkor munkadarabra a neve.

Jellegrajz: csak a főbb jellemzőket tartalmazó összeállítási rajz, mely rendszerint csak a műszaki leírás kiegészítő része.

Körvonalrajz: a gyártmány (csoport) körvonalának a lakhtü ábrázolása a részletek mellőzésével, esetleg jelképesen. Tartalmazza a beépítéshez, alapozáshoz, csatlakozásokhoz stb. szükséges méreteket.

d) Sokszorosíthatóság szerint van pl.:

eredeti rajz fénymásolható papíron vagy pauszvásznon tussal vagy ceruzával készült okmányyszerű rajz, az eredeti aláírásokkal ellátva,

transzparens az eredeti rajzról fénymásolással készült olyan anyagu rajz, melyről további fénymásolatok készíthetők,

fénymásolati rajz mely az eredeti rajzról, vagy transzparensről fénymásolással készül. Ez kerül a műhelyekbe a gyártási és a szerelési helyekre.

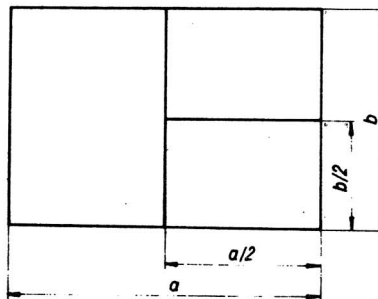
e) Kivitel szempontjából van ceruzával, tussal és ceruza-tus kombinációval készült rajz.

Számunkra elsősorban az alkatrészrajz, az összeállítási rajz és a vázlatrajz fontosságát kell kiemelni.

## 1.2 A géprajzok felépítése, alakja, méretei

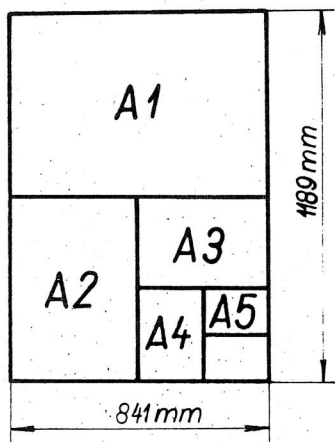
A gépészeti rajzok méreteit szabvány írja elő (MSZ 18). Az alapméretű rajzlap  $1 \text{ m}^2$  terjedelmű. Nagyságának jele: A0. Oldalhossza: 1189 és 841 mm.

Ugyanis a méreteket így választva a hosszabbik (a majd b) oldalak felezéseivel hasonló oldalarányu kisebb méretű rajzlapok adódnak. Így kapjuk az un. A1, A2, A3, A4 és A5 nagyságu rajzlapokat (1.1 és 1.2 ábra). E méretek a rajzlapok kész méretei. A4 mérete (210 x 297 mm) van a közismert "írógéppapírnak". A fentiekén kívül a rajzlap jobb kihasználása érdekében alkalmazható minden olyan rajzlap is, amelynek kész mérete az A4 egész számu többszöröse. Több kisebb méretű rajzlapot a rajzolás során sokszor együtt hagyunk egy nagyobb formátumu un. gyűjtő-



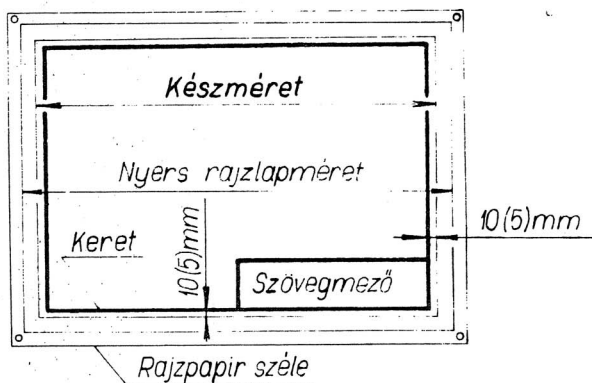
1.1 ábra

lapon. Pl. A1 méretű gyűjtőlap tartalmazhat 6 db A4 és 4 db A5 méretű rajzlapot. Ezzel ugyanis a fénymásológép jól kihasználható a rajzok sokszorosításánál és a másolópapir veszteség kevés. Ilyen esetben a fénymásolatokat vágják szét egy-egy rajzlapméretre.



1.2 ábra

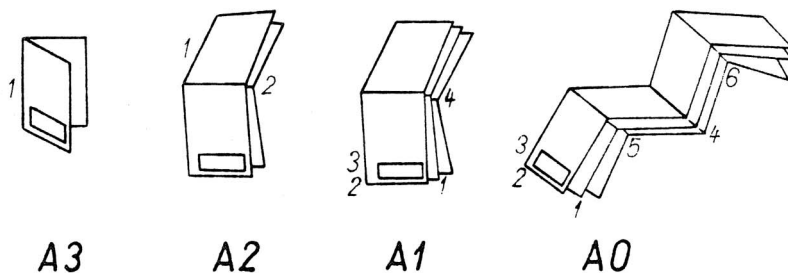
Minden rajzlapra keretet kell készíteni a kész mérettől beljebb 10 mm-rel (A4 és A5 méreteknél 5 mm-rel). (1.3 ábra). Összefűzés érdekében megengedett, hogy a rajzoknál bal oldalon 25 mm széles legyen a keret. A rajz papírjának a terjedelme általában nagyobb, mint a kész méret. Ezt nevezzük nyers rajzlapméretnek. A kereskedelemben kapható levágott méretű rajzlapok ilyenek. Ez lehetőséget ad rajzolás közben a rajzszegek beszurására, és a pauszpapírok beszegésére, ami a másolásnál a berepedést megakadályozza. A fentieket az i.I. táblázat foglalja össze.



1.3 ábra

A rajzlap nagyság jele	Kézméret		Nyersméret mm x mm	Keretszegély mm
	mm x mm	m <sup>2</sup>		
A0	841 x 1189	1	860 x 1220	10
A1	594 x 841	1/2	610 x 860	10
A2	420 x 594	1/4	430 x 610	10
A3	297 x 420	1/8	310 x 430	10
A4	210 x 297	1/16	220 x 310	5
A5	148 x 210	1/32	160 x 220	5

A rajzlapok álló vagy fekvő helyzetűek lehetnek aszerint, hogy az ábrázoláshoz melyik a célszerűbb. Kivételt képez az A4 formátum, amely csak álló és az A5 amely csak fekvő helyzetű lehet. A fénymásolt rajzokat bármilyen nagyságúak is, A4 méretre összehajtva tároljuk. Harmonika módszerrel úgy hajtjuk össze, hogy a rajz szövegmezője (lásd később) a legfelső lap aljára kerüljön (1.4 ábra.).



1.4 ábra

### 1.3 Géprajzok feliratmezője és azok részei (MSZ 70)

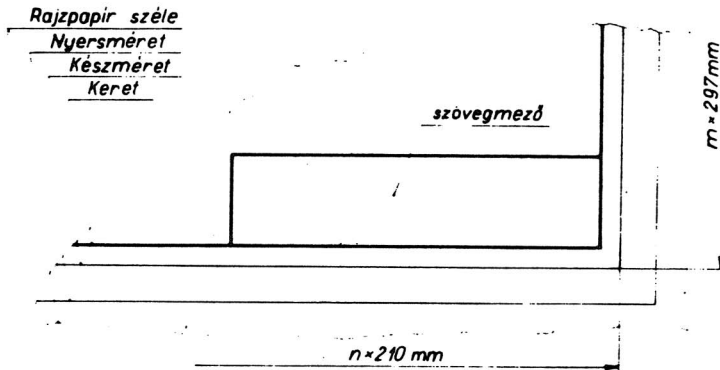
Szövegmező. Minden rajzon megtalálható. Ez tartalmazza:

a rajz azonosításához (vállalat neve, rajzsám, lapsám, sorszám),

a tárgy azonosításához (megnevezés, méretarány, alkatrészrajznál az anyag) és

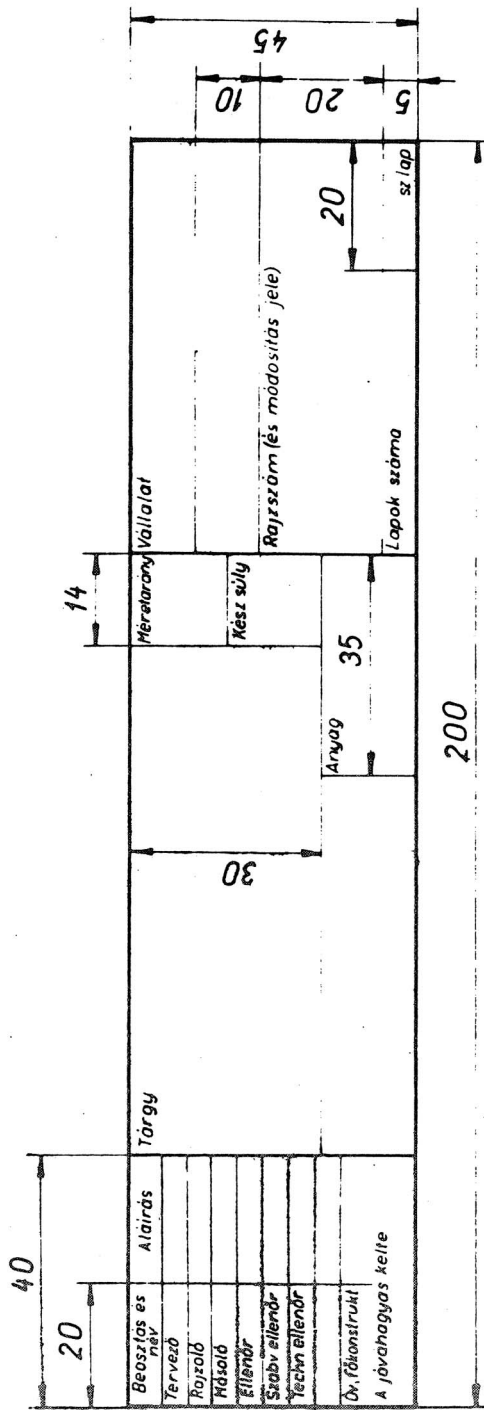
a rajz okmányszerűségéhez (a tervezésért, az elkészítésért, ellenőrzésért, jóváhagyásért felelős személyek nevei és a dátumok) szükséges adatokat.

A szövegmező a hosszával mindig a rajz 210 mm-rel osztható oldalára, a jobb oldali sarokba kerül, közvetlenül a kerethez (1.5 ábra). Így lesz ugyanis a szövegmező a harmonika hajtogatás után legfelül. A szövegmezőnek csak a hossza kötött, mely célszerűen 200 mm. Így elfér a legkisebb méretű (A5) rajzlap keretei között is. A magasságát és beosztásait a vállalatok célszerűen a lakíthatják (lásd pl. az 1.6 ábrát).



1.5 ábra

Darabjegyzék az összeállítási rajzokon van. Ez a fejlécből és az alkatrészeknek megfelelő sorokból áll. A darabjegyzék tételesen felsorolja a gyártmány minden egyes alkatrészét (ill. csoportját), jelölve azok tételszámát, darabszámát, megnevezését, anyagát és általában a súly/db és össz-súly értéket is. Ha az alkatrész szabványos, akkor a szabványszámot és az alkatrész méreteinek a szabvány szerint előírt megadását, ha pedig nem szabványos, akkor rendszerint az alkatrész rajzsámát tartalmazza (1.7 ábra). Az azonosításhoz a tételszámok a jelzett alkatrészeire mutató vékony vonalak végéhez kerülnek. A darabjegyzéknek kijelölt helye nincs. Mindig oda tesszük ahol hely van úgy, hogy a rajzhoz viszonyítva elfordítás nélkül lehesen olvasni. Esetenként a szövegmező fölé kerül. Ekkor alulról fölfelé haladunk a tételszámozással. A felső kerethez csatlakozó elrendezésnél lefelé tételszámozunk, hogy bővíteni lehessen. Ügyelni kell a darabjegyzék teljességére. Innen alkatrész nem hiányozhat. Esetenként itt vesszük fel a gyártáshoz szükséges segédanyagokat is (pl. festék, kötőanyag stb.) A gyakorlatban a készen beszerezhető termékekről és néhány egészen egyszerű alakú alkatrészeiről amelyek három egymásra merőleges méret, vagy a szelvény és hossz méret (pl. csőnél) meghatároz, nem szükséges műhelyrajzot készíteni. Ilyenkor ezeket a darabjegyzékben megadott méretadatokkal pótolják. Pl. egyenes körhenger alakú rudat rajz helyett megadhatják a darabjegyzékben az átmérője és a hossza előírásával. A darabjegyzék külön lapra is készülhet. Sok tétel esetén a lapokat összefűzik. Ez a repertórium.



1.0 ábra

3																	
2																	
1																	
Tétel- szám	Db.	Megnevezés	Méret	Rajzsám, szabv. szám	Anyagminő- ség	Db. súly kp	Össz. súly kp	Megjegyzés									
10	10		25	25	25	15	15	25									
				25	25	15	15	25									
				200													

1.7 ábra



A rajzon utólag végrehajtott változtatásokat általában a szövegmezőreilleszkedő rajzváltoztatási mezőben megjelölik. Ide kell feljegyezni minden egyes, a rajz okmányá nyilvánítása (jóváhagyása) utáni változtatást. Maga a módosítás úgy történik, hogy az eredeti adatot (pl. méretet) áthúzzák úgy, hogy olvasható maradjon és fölé írják a módosított értéket. Ez tehát azt is jelenti, hogy kisebb rajzváltoztatások esetén nem készül új rajz. A rajzváltoztatási mező sokszor csak az utólagos módosításkor kerül a rajzra.

A feliratmezőket az üzemekben rendszerint előre rányomtatják a rajzlapokra. Sokszor megfelelő pecsétrel felbélyegzik (fekete festékkel).

#### 1.4 Géprajzok rajzolási rendszerei

A felosztás lehet pl. a gyártmány egyes alkatrészeinek a megadási módja szerint. Ekkor beszélhetünk:

- a) egy alkatrész-egy rajz rendszerről (minden alkatrész külön rajzon szerepel),
- b) méretezett összeállítási rajzok rendszeréről,
- c) vegyes rajzok rendszeréről (részben méretezett összeállítási rajzok, részben külön alkatrészzrajzok is készülnek).

A rajzolási rendszereket aszerint is osztályozhatjuk, hogy az egyes alkatrészek rajzaiból építjük-e fel a gyártmányt, vagy fordítva. Ezen azt értjük, hogy ha az előbbit követjük, akkor az alkatrészzrajzokon semmiféle olyan szöveges felirat, utasítás nem lehet, mely az összeállított gyártmányra vonatkozik. Ugyanis ez esetben egy alkatrész több gyártmánynak is lehet eleme. Ez az un. összerakó rajzolási rendszer, szemben az un. bontó rajzolási rendszerrel, ahol az alkatrészek csak a lebontott gyártmányhoz tartoznak.

#### 1.5 Rajzszámozási rendszerek

A rajzszám a rajz kezelésének, azonosításának elengedhetetlen eleme. Természetes követelmény, hogy egy üzemnél minden rajznak más rajzszáma legyen.

Van folyószámos és utaló rajzszámozás. Folyószámos rajzszámozásnál minden rajz egy folyószámot kap, a rajzszámnyilvántartó könyv szerint. Ennél célszerűbb ha az utaló (bontó vagy összerakó) rajzolást követi a rajzszámozási rendszer is. Bontó rajzszámozásnál a rajzszám utal a "magasabbrendű" rajzra, vagyis arra, hogy az alkatrész melyik gyártmányhoz, ill. annak melyik főbb egységéhez tartozik.

Egy ilyen rajzszámozás lehet például a következő: a 03-05-000 azt jelenti, hogy ez annak az alkatrésznek a rajzszáma, mely a 03-00-000 számú gyártmány 03-05-000 számú egységéhez (csoportjához) tartozik.

A rajzszám így annyi részből áll, ahány típusu rajz készül (összeállítási rajz - csoportösszeállítási rajz - alkatrészrajz). A számcsoportok utólag is bővíthetők az esetleges típusváltozatok, módosítások stb. szerint.

### 1.6 Az alkalmazott betűk, számok és vonalak (MSZ 5, MSZ 6)

A műszaki rajzok igen fontos részei a számok és a feliratok. Ugyanúgy mondhatjuk, hogy nemcsak az elképzelés érdekében készítjük a rajzokat, hanem azért, hogy az adatait (méretek stb.) elhelyezhessük a vonatkozó helyeken. A feliratoknak félreérthetetleneknek, ezért egységeseknek kell lenniük. Szerkesztett rajzokon csak dőlt írás használható.

A betűk és a számok alakját az 1.8 ábra mutatja. A  $75^\circ$ -os dőlésszög 30°- és  $45^\circ$ -os vonalzó segítségével gyorsan megrajzolható.



1.8 ábra

Rajz feliratozásánál a betűket és a számokat gondosan kell készíteni, "rajzolni" kell. A betűk méreteinél az alapl méret a nagybetűk, ill. a számok magassága. A kisbetű ennek 5/7-e, a vonalvastagság 1/7-e, a sortávolság pedig 10/7-e. Az alkalmazandó betűnagyságokat és ezek használatát az 1. II. táblázat mutatja. Mindezt az 1.9 ábra írásmintáin is érzékeltetjük.

1. II. táblázat

Betűméretek (mm)				Alkalmazás
Magasság Nagybetű h	Kisbetű 5/7h	Vonal- vast. 1/7h	Sortáv 10/7h	
25	17,5	0,3	3,5	Méretelőírások megadásához
35	25	0,5	5	Méretmegadás
5	3,5	0,7	7	Szóvegmegadás és darabjegyzékhez
7	5	1	10	Kiemelt felirathoz
10	7	1,5	14	Rajz- és tetszámhoz, hivatkozási jelhez
14	10	2	20	
20	14	3	28	







2,5 Méretelőírások  
 3,5 Méretmegadás  
 5 Darabjegyzék  
 7 Nézet, metszet  
 10. Rajzszám

1.9 ábra

1. III. táblázat

A vonal		Vonalcsatlórtok (mm)				
neve	vastagsága	1,25	1,0	0,8	0,6	0,4
Vastag	s					
Közepes	2/3s (s/2)	0,8(0,6)	0,8(0,6)	0,6(0,4)	0,4(0,3)	0,3(0,25)
Vékony	1/2s (s/3)	0,6(0,4)	0,5(0,3)	0,4(0,25)	0,3(0,2)	0,25(0,2)

I. IV. táblázat

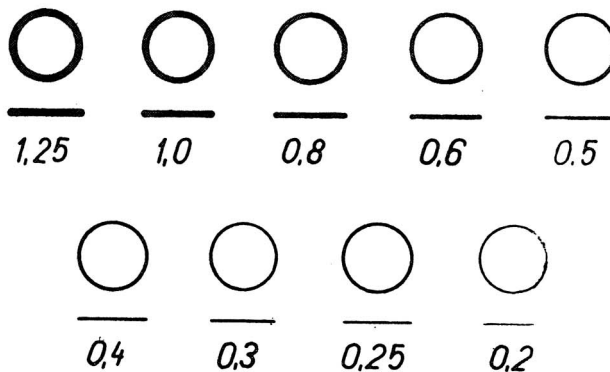
A vonal			Alkalmazási példák
fajtája	neve	vastagsága	
a) 	vastag folytonos vonal	s	Látható él és kontúr Látható, gömbölyítettlen áthatási él Metszet kontúrja Illeszkedő alkatrészek metszetének határvonala Menetes orsó külső vonala Ménetes furat magvonala Hasznos menet vége Rajz síkjára merőleges felület képe Fogaakerek, csiga, csigakerék, lánckerék, kúlneskurók burkolófelületének képhatára
b) 	vékony folytonos vonal	s/2 (s/3)	Szerkezetsí és segédvonal Befordított szelvény határvonala Méret- és méretsegédvonal Szelvény vonalkézása Csatlakozó alkatrészek nézetben és metszetben Közbenő gyártási állapot, a kész alkatrészek rajzán Mutatóvonal Különböző érdességű, pontosságú felületrész határa Feliratok, jelölések helyének körülhatárolása Esetleges szerkezetsí vonalak Tagolóvonal (gömbölyített áthatási él) Menetes orsó magvonala Menetes furat külső vonala Fogaakerek, lánckerék lábköre
c) 	szabadkézi vonal	s/2 (s/3)	Törésvonal (képzeltbeli) Nézet és metszet közötti választóvonal Törés és reasztés (valóságos)
d) 	szaggatott vonal	2s 3 (s/2)	Nemlátható él
e) 	pontvonal	s/2 (s/3)	Tengely- és középvonal Vetületek (részletek) és szelvények szimmetria tengelye Metszősí előtti részletek Mozgó alkatrészek szélő helyzete Ismétlődő mintázat területének határolása Fogaakerek, csiga, csigakerék, lánckerék osztóterülete Kiterítési rajzon a lemezahajlítás vonala
f) 	kihagyásos vonal	s - $\frac{3s}{2}$	Metszősí nyomásvonalának vége és torései

A műszaki rajzokon alkalmazható vonalak fajtáit és méreteit az MSZ 6 írja elő. A különböző vonalfajtákra a rajz képiesebb és érthetőbbé tétele érdekében van szükség.

A rajzokon vastag, közepes és vékony vonalakat találunk. Egyes esetekben megkülönböztetés érdekében a vékony vonal helyett közepes vastagság használható (régébbi szabványban ez külön jelölésre használt vonalfajta volt).

Vastag vonalat a tárgy ábrázolására, vékony vonalat pedig egyéb kiegészítések rajzolására használunk. Egy rajznál a megválasztott vastag vonal szélességét a rajz nagysága, bonyolultsága és rendeltetése dönti el. A megválasztott vastag vonalhoz az 1. III. táblázat adja meg a használandó közepes és vékony vonal körülbelüli vastagságát. Az 1. IV. táblázat-ban összefoglaltuk a vonalak fajtáit, kitérve használatukra is, melyeket a későbbiekben példákon keresztül fogunk sorra venni. Alkalmazásukat csak majd a példák kapcsán kell megjegyezni.

Az 1.10 ábrán külön érzékeltettük a különböző vastagságú vonalakat.



1. 10 ábra

Egy rajzon belül az azonos méretarányú ábrákat azonos vonalcsoport vastagságokkal készítjük.

### 1. 7 Műszaki rajzok méretarányai

Egyes gépeket a nagy méreteik miatt nem lehet természetes nagyságban, vagyis a valóságnak megfelelő méretekkkel megrajzolni. A rajzlapok meghatározott méretei mellett, a nagy tárgyakat a valóságnál arányosan kisebbnek, ha pedig kicsik, akkor nagyobbak ábrázoljuk.

A méretarány megadja a rajzon lemérhető és a valóságos méreteknek a viszonyát. A méretarányt a szerkesztett rajzokon mindig közölni kell. Például a tízszeres kicsinyítés jelölése: M 1 : 10.

Az alkalmazható méretarányok az alábbiak:

Természetes nagyság: 1 : 1

Kicsinyítés 1:2, (1:2,5), (1:4), 1:5, 1:10, (1:15), 1:20,  
(1:25), 1:50, (1:75)

$1:10^n$ ,  $1:2 \cdot 10^n$ ,  $1:5 \cdot 10^n$

ahol  $n$  egész szám

Nagyítás: 2 : 1, 5 : 1

$10^n : 1$

A zárójeles méretarányokat csak különleges esetekben (pl. a rajzlap jobb kihasználása érdekében) lehet használni. A rajzoláshoz mindig azt a legkisebb szabványos méretarányt használjuk, amely mellett a rajz még jól olvashatóan, teljes részletességgel megrajzolható és a méreteket előíró méretszámok (lásd később) is jól elhelyezhetők. Elsősorban természetes méretarányban (M 1 : 1) rajzolunk. M 2 : 1-nél nagyobb nagyítás esetén célszerű a tárgy legjellegzetesebb képét mellékes részletek nélkül az eredeti méretekkel is megrajzolni, hogy a valóságos nagyságra felhívjuk a figyelmet.

Azt a méretarányt amellyel a rajz készült a szövegmezőben adjuk meg. Ha egy rajzlapon ettől eltérő méretarányú ábrák is vannak, pl. egyes részleteket "kinagyitunk", akkor az erre vonatkozó méretarányokat a megfelelő ábrák mellé ki kell írni.

## 2. A geometriai alak megadása

### 2.1 Az ábrázolásról általában

Létünk a tértől és az időtől elválaszthatatlan. Miután minden a térben helyezkedik el, érthető, hogy az ember mindig megpróbálkozott a tér látható kifejezésével, vagyis az ábrázolásával. A tér azonban végtelen. E végtelenség szerveinkkel közvetlenül nem érzékelhető, és így közvetlenül nem is ábrázolható. Csak közvetve, a tárgyak kiterjedéséből és a mozgásból következtettünk rá, és a benne levő testek ábrázolásával érzékeltetjük.

Ez az ábrázolás mindig közlési célt szolgál, vagyis az információközlés egyik módja. Lehet művészi szándéku, érzelmeket, esztétikai élményt közvetíthet. Adatokat, ismereteket közölhet meglevő vagy még csak elképzelt tárgyokról, jelenségekről. Az ábrázolás mindig a konkrét célhoz igazodik, de nincs az életnek olyan területe, ahol nélkülözhető lenne.

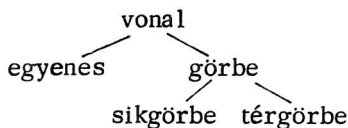
Mi a sok cél közül a műszaki gondolatközlés, a műszaki ábrázolás, ezen belül is a gépészeti ábrázolás szabályaival foglalkozunk.

### 2.2 A térelemek és kölcsönös helyzeteik

A tér elemei szabatos ábrázolásával az ábrázoló geometria foglalkozik.

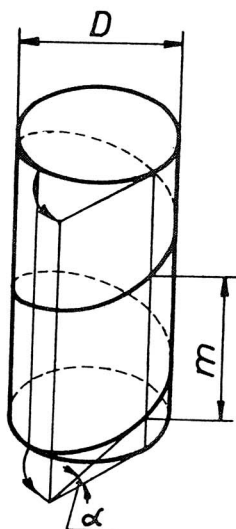
A tér elemei: a pont, a vonal és a felület.

A vonal tovább osztható:



Két pontot legrövidebb vonallal összekötve, és mindkét irányban a végtelenig meghosszabbítva kapjuk az egyenest. Az egyenesnek két tetszőleges pontja közötti részét szakasznak és a hosszát távolságnak nevezzük.

A sikkörbe minden pontja egy síkban fekszik, a térgörbénél ez nem áll fenn. A térgörbék közül műszaki szempontból jelentős a csavarvonal, ezek közül is az, amelyik körhengeren helyezkedik el. Ha a körhengert kifejtve a szóban forgó görbe vonal egyenessé lesz, ezt körhengerre irt csavarvonálnak nevezzük (2.1 ábra).

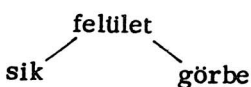


E csavarvonalra jellemző a hengerének az átmérője ( $D$ ), az  $m$ -mel jelölt menetemelkedése (amely itt állandó érték) és a kifejtéskor kapott szög a csavarvonal emelkedési vagy hajlásszöge ( $\alpha$ ). A 2.1 ábrából

$$\alpha = \arctan \frac{m}{D \pi}$$

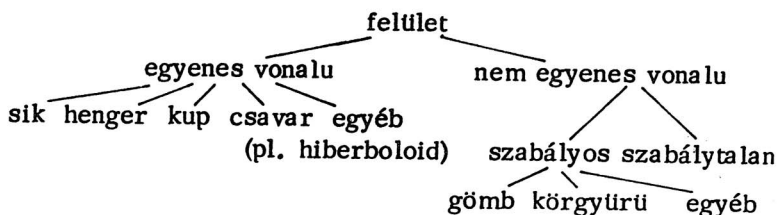
Megemlítjük, hogy az egyenes, a kör és a fenti alaku csavarvonal önmagukban eltolható görbék.

A felületeket egy vonal (az ún. alkotó) folytonos mozgatása során leírt pontok összességének tekintjük. A felosztás lehet az alábbi:



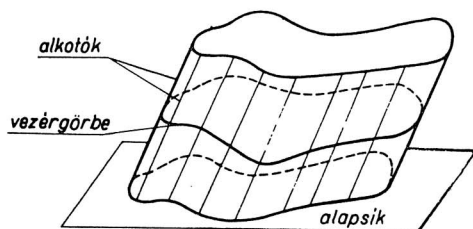
2.1 ábra

Feloszthatók a felületek más szempontok szerint is:



Az egyenes vonalú felületeknél a származtató vonal - az alkotó - egyenes, a felületek származtatása során különböző módokon előírt mozgásformákkal. A 2.2 - 2.6 ábrákon lerajzoltunk a fentiek közül néhányat.

Hengerfelületnél (2.2 ábra) az alkotó párhuzamosan toódik el. Mozgásirányát egy ún. vezérgörbe előírásával adjuk meg, melynek mentén halad. Kupfelületeknél (2.3 ábra) az alkotó mozgás közben mindig átmegegy egy rögzített ponton (a kup csúcspontján). Csavarfelületnél az alkotó egyenes vagy görbe vonal is lehet. Ez, a származtatás során nemcsak forog egy tengely körül, hanem a tengely irányában el is toódik. Így az



2.2 ábra

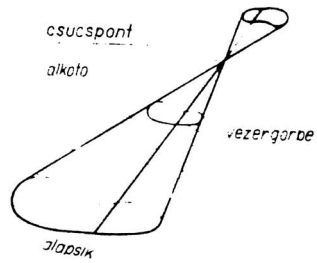


alkotó minden pontja csavarvonalat ír le, amelyeknek közös a tengelyük.

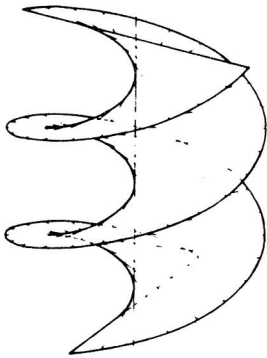
A 2.4 ábra forgástengelyre merőleges egyenes alkotóju csavarfelületet ábrázol.

A gömb valamint a gyűrűfelületek leggyakoribb fajtája a körgyűrű (tórusz) ugy keletkeznek, hogy egy kört egy tengely körül megforgatunk, miközben a síkja mindig átmegy e tengelyen. Ha a forgástengely a kör átlója, akkor a leírt felület

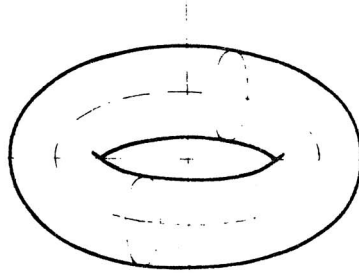
gömb, egyébként tóruszhoz jutunk (2.5 ábra). Hiperboloid (2.6 ábra) keletkezik, ha egy, a forgástengelyhez képest kitérő helyzetű egyenest forgatunk meg.



2.3 ábra



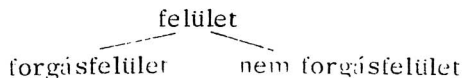
2.4 ábra



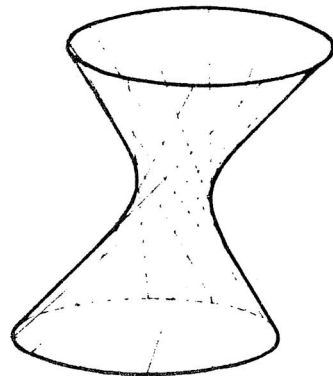
2.5 ábra

A szabálytalan felületek származtatásánál az alkotó a mozgása során az alakját vagy a nagyságát is változtatja.

További felosztás lehet:

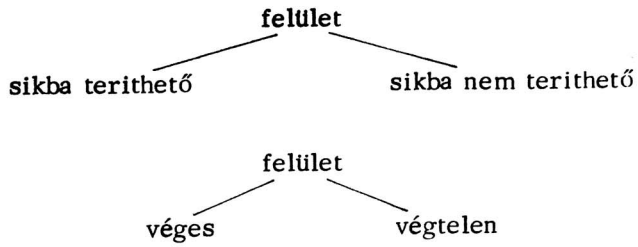


Forgásfelületet ír le a származtató vonal, ha egy egyenes - a forgástengely - körül körbe forgatjuk (2.7 ábra). Így forgástestnek számít a körhenger, a körkup, a gömb, a tórusz és a hiperboloid is, a többi általános forgástest mellett.

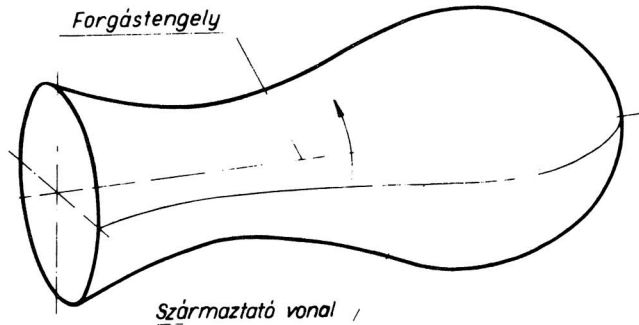


2.6 ábra

Különbség tehető az alábbiak szerint is:



Véges pl. a gömb, tórusz, végtelen a sík, henger, kettős körkup, csavarfelület stb.



2.7 ábra

A felületek közül néhány önmagában eltolható, mint a forgásfelületek és a csavarfelület (amennyiben ennél a forgás és az eltolódás aránya állandó).

A térből lezárt részt lehet a felületekkel elhatárolni. Az így keletkező térrész a test. A gömb - mint felület - önmagában zárja körül a gömböt mint testet. A végtelen hengerfelületből pl. két síkkal lerekesztve kapunk egy hengeres testet. A kettős körkup egyik feléből - egy a tengelyre merőleges síkkal elhatárolva - kapjuk az egyenes körkupert mint testet. Ezeknél a közös szóhasználat miatt a felület és test közötti különbségre ügyelni kell. A gyakorlatban döntő többséggel testeket, alkatrészeket kell ábrázolnunk, melyeket a határoló felületek ábrázolásával valósítunk meg. Vagyis a fenti térelemeket mindig a testeken találjuk meg, azok rajzolása során találkozunk velük. Ezért az elvonatkoztatott ábrázolásukra - mellyel az ábrázoló geometria foglalkozik - hangsúlyt nem helyezünk.

Külön kiemeljük, hogy részben tervezési, de elsősorban gyártási okokból az előforduló testek túlnyomó többségét csak néhány egyszerű felület (sík, henger, kup, gömb, tórusz) határolja.

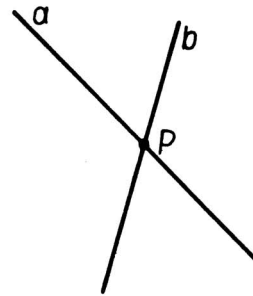
Néhány - teljességre nem törekvő - geometriai alapfogalmat a három legegyszerűbb térelemfajta a pont, egyenes és sík kapcsolatán keresztül ismertettünk.

Pont, egyenes és sík kölcsönös helyzetei

A legegyszerűbb térelem a pont. Ehhez, mint minden egyéb geometriai fogalomhoz elvonatkoztatás, egyszerűsítés útján jutunk el, nevezetesen, hogy a pontnak nincs kiterjedése.

A pont egyéb térelemek közös mértani helyzetként is értelmezhető. Így lehet:

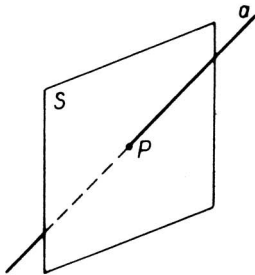
a) Két egyenes  $P$  metszéspontja (2.8 ábra). Ez a két egyenes ( $a, b$ ) közös pontja; jelölve:  $P = a \cap b$  (olvasd: a  $P$  pont az  $a$  és  $b$  egyenesek közös része).



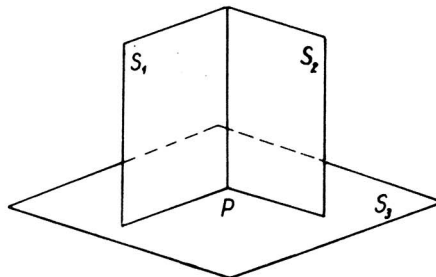
2.8 ábra

Ezt az értelmezést használjuk pl. a diagram-pontok megadásánál, mert azokat rövid vízszintes és függőleges vonalak metszéseiként jelöljük.

b) Egyenes és sík metszés- vagy dőféspontja (2.9 ábra); (hacsak nem fekszik az egyenes a síkban, vagy nem párhuzamos vele). Azaz  $P = a \cap S$ , ahol  $S$  a sík jele.



2.9 ábra



2.10 ábra

c) Három sík közös pontja (testnél csucs)(2.10 ábra). Vagyis  $P = S_1 \cap S_2 \cap S_3$

Egyenest meghatároz:

a) Két pont ( $P_1$  és  $P_2$ ) miután alaptétel, hogy két ponton keresztül egyetlen egyenes ( $a$ ) húzható (2.11 ábra). Jelölése:  $a = (P_1, P_2)$



2.11 ábra

b) Két egymást metsző sík ( $S_1$  és  $S_2$ ), a 2.12 ábra szerint, a melynél  $a = S_1 \cap S_2$

Síkot meghatározó:

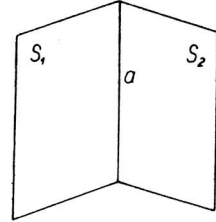
a) Három pont ( $P_1, P_2$  és  $P_3$ ), melyek nem fekszenek egyenes vonalban (2.13 ábra).

$$S = (P_1, P_2, P_3).$$

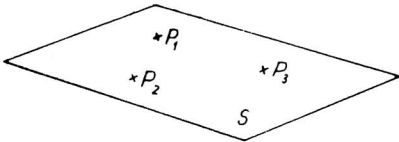
b) Egyenes ( $a$ ) és egy nem rajta levő  $P$  pont (2.14 ábra), azaz  $S = (a, P)$ .

c) Két egymást metsző egyenes ( $a$  és  $b$ ) (2.15. ábra):  $S = (a, b)$ .

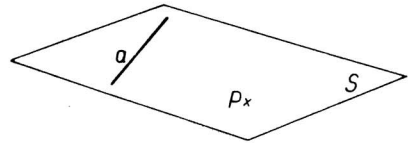
d) Két párhuzamos egyenes (2.16 ábra),  $S = (a, b)$ .



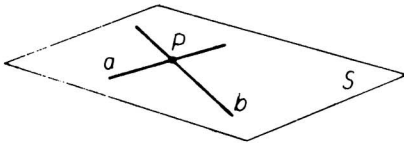
2.12 ábra



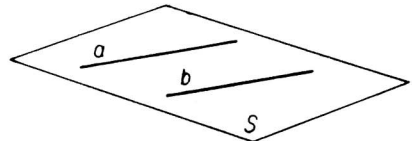
2.13 ábra



2.14 ábra



2.15 ábra



2.16 ábra



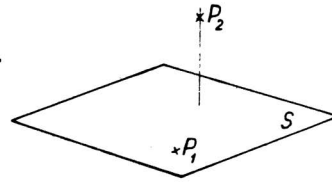
2.17 ábra

Pont és egyenes kölcsönös helyzete

A pontot az egyenes vagy tartalmazza, vagy nem (2.17 ábra). A  $P_1$  pont illeszkedik ("rászik"), a  $P_2$  pont nem illeszkedik az egyenesre.

Pont és sík kölcsönös helyzete

A pontot a sík vagy tartalmazza, vagy nem (2.18 ábra). A  $P_1$  pont illeszkedik a síkra, a  $P_2$  nem.

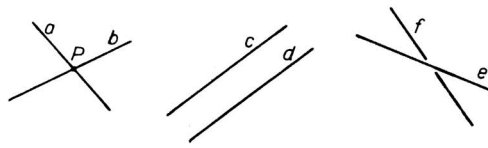


2.18 ábra

Két egyenes kölcsönös helyzete

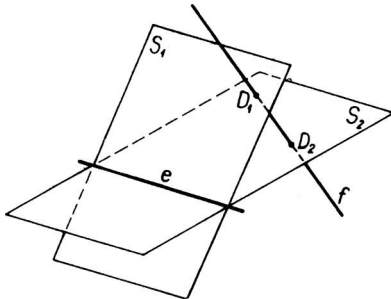
Lehet egymást metsző, párhuzamos és kitérő a két egyenes (2.19 ábra).

Az egymást metsző egyeneseknek (a, b) van egy közös pontjuk (P), a párhuzamos egyeneseknek (c, d) a véges térrészben nincs közös pontjuk, bár egy síkban fekszenek. A kitérő egyeneseken (e, f) keresztül

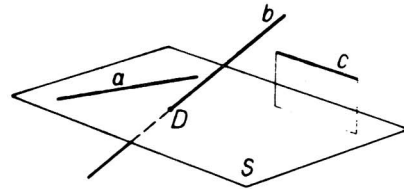


2.19 ábra

sík nem fektethető (2.20 ábra). Ugyanis ha az egyiket (e) keresztül felvesszünk síkokat ( $S_1$ ,  $S_2$  stb.), a másik egyenes ezeket illeszkedés helyett mindig metszeni fogja ( $D_1$ ,  $D_2$  stb.).



2.20 ábra



2.21 ábra

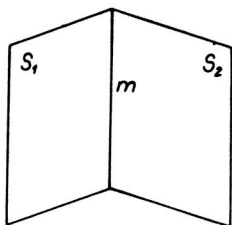
Egyenes és sík kölcsönös helyzete.

Három eset lehetséges (2.21 ábra):

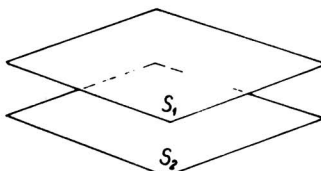
- az egyenes (a) fekszik a síkban (S),
- metszheti a síkot (b), amikor egy közös pontjuk van az ún. dőléspont (D) és lehet
- párhuzamos a síkkal (c), azaz a véges térrészben nem metszik egymást.

### Síkok kölcsönös helyzete

Lehetnek egymást metszők (2.22 ábra). Ekkor egy egyenesben, a metszésvonalban ( $m$ ) metszik egymást. Lehetnek párhuzamosak (2.23 ábra), amikor a véges térrészben nincs metszésvonaluk.



2.22 ábra



2.23 ábra

Párhuzamos síkokkal kapcsolatban néhány alábbi tételt emelünk ki:

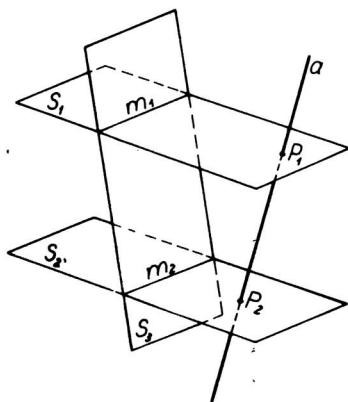
a) ha két sík párhuzamos egymással, úgy az egyikben fekvő bármely egyenes párhuzamos a másik síkkal,

b) ha két sík ( $S_1, S_2$ ) párhuzamos

egymással, úgy az ezeket metsző harmadik síkkal ( $S_3$ ) kapott metszésvonalaik

( $m_1, m_2$ ) párhuzamosak egymással

(2.24 ábra),



2.24 ábra

c) ha két sík párhuzamos egymással ( $S_1, S_2$ ), úgy minden egyenes (pl.  $a$ ) amely metszi az egyik síkot ( $P_1$ ), met-

szi a másikat is ( $P_2$ ) (2.24 ábra),

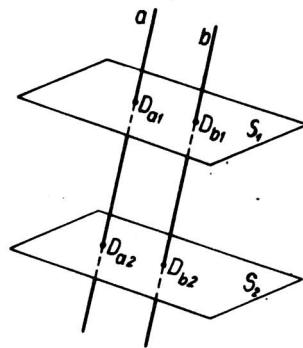
d) párhuzamos egyeneseknek ( $a, b$ ) párhuzamos síkok ( $S_1, S_2$ ) közé eső darabjai egymással egyenlők azaz  $D_{a1} D_{a2} = D_{b1} D_{b2}$ , (2.25 ábra),

e) ha több sík párhuzamos egymással, úgy tetszőleges, ezeket metsző egyeneseken levő dőléspontok távolságainak az arányai mindig azonosak.

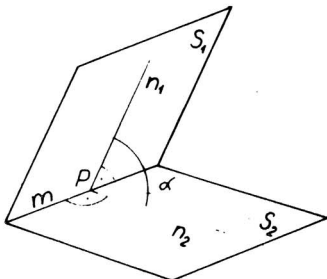
### Egyenesek és síkok hajlásszöge

a) Két sík ( $S_1, S_2$ ) hajlásszögén ( $\alpha$ ) a két síkban ezek metszésvonalának ( $m$ ) valamelyik pontján ( $P$ ) keresztül a metszésvonalra merőlegesen húzott egyenesek ( $n_1, n_2$ ) szögét értjük (2.26 ábra).

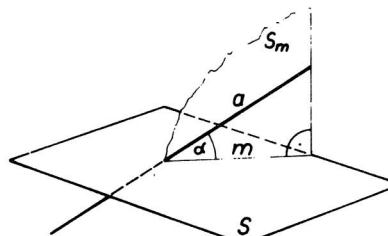
b) Egyenes ( $a$ ) és sík ( $S$ ) hajlásszögét a következőképpen határozhatjuk meg (2.27 ábra): az egyenesen keresztül a síkra merőleges síkot ( $S_m$ ) bocsátunk. A két sík metszésvonala ( $m$ ) és az eredeti ( $a$ ) egyenes közötti szög lesz a keresett hajlásszög ( $\alpha$ ).



2.25 ábra



2.26 ábra



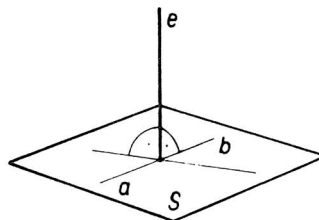
2.27 ábra

### Egyenesek és síkok merőlegessége

a) Két egyenes merőleges, ha egymással  $90^\circ$ -os szöget zárnak be. Kitérő egyenesek merőlegessége alatt azt értjük, hogy ezeket önmagukkal párhuzamosan egy közös pontba eltolva, egymással derékszöget alkotnak.

b) Egyenes ( $e$ ) és sík ( $S$ ) akkor merőlegesek egymásra, ha van a síkban két olyan egyenes ( $a, b$ ) mely merőleges az adott ( $e$ ) egyenesre (2.28 ábra). Ennek teljesülése esetén a sík bármely egyenese merőleges az adott egyenesre.

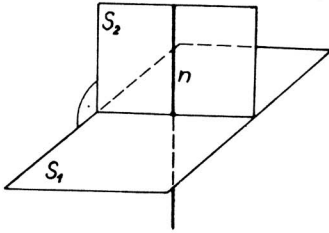
c) Két sík ( $S_1, S_2$ ) akkor merőlegesek egymásra, (2.29 ábra), ha az egyik ( $S_2$ ) átmegy



2.28 ábra

a másikra ( $S_1$ ) bocsátott merőlegesen ( $n$ ). Vagy másképpen: ha találunk

az egyik síkban a másikra merőleges egyenest.

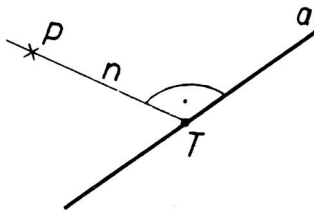


2.29 ábra

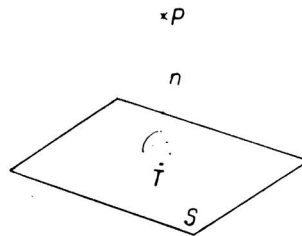
Távolságok értelmezése pont, egyenes és sík viszonylatában

a) Két pont távolsága alatt a két pontra fektetett egyenesnek a két pont közé eső darabját értjük.

b) Pont ( $P$ ) és egyenes ( $a$ ) távolságát úgy kapjuk, hogy a pontból az egyenesre merőlegest húzunk ( $n$ ), amely az a egyenest a  $T$  pontban metszi. A  $PT$  távolság a keresett (2.30 ábra).



2.30 ábra



2.31 ábra

c) Pont ( $P$ ) és sík ( $S$ ) távolságát úgy határozhatjuk meg (2.31 ábra), hogy a pontból a síkra merőlegest szerkesztünk ( $n$ ), mely a síkot az ún. talppontban ( $T$ ) metszi.  $PT$  a keresett távolság.

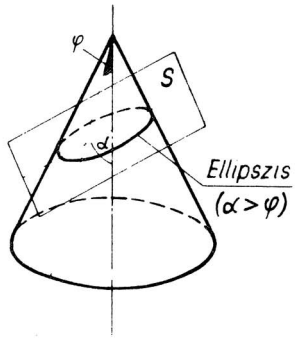
d) Párhuzamos és kitérő egyenesek távolságát is hasonló gondolatmenetek kapcsán kaphatjuk meg.

Az ábrázoló geometriai alapszerkesztések teljes számbavételével, valamint a tényleges szerkesztések megvalósításával nem foglalkozunk, de hangsúlyozzuk, hogy a műszaki rajzolás e tudomány alapelvein nyugszik, és a géprajzolás során kitérünk az egyes ábrázoló geometriai vonatkozásokra.

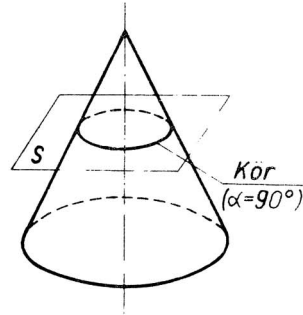
Megemlítjük, hogy a gyakorlatban az ábrázoló geometriai szerkesztések egyik területével, az ún. áthatásszerkesztéssel sokszor találkozunk. Ennek témaköre a különböző felületek közös geometriai helyeinek, az ún. metszéspontoknak vagy áthatási vonalaknak a megszerkesztése, melyek a géppalkatrészeket határoló felületeknél gyakran jelentkeznek. Ezek az áthatási vonalak lehetnek teljesen általánosak, melyeket pontról pontra meg kell szerkeszteni, vagy esetenként ismert görbék (kör, ellipszis stb.).



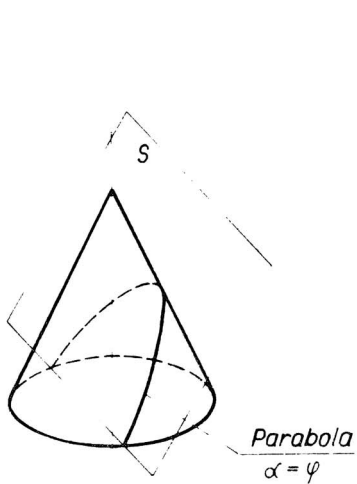
Pl. gyakran előfordul, hogy körkup és sík felület metszik egymást. Mint tudjuk ez esetben a nyert áthatási vonalak a két felület helyzetétől függő kúpszeletek. Ezek a 2.32 - 2.36 ábrákon láthatók. Ugyancsak ismeretes, hogy a körhenger (felület) és a sík metszéspérféje kör, ellipszis vagy két párhuzamos egyenes lehet.



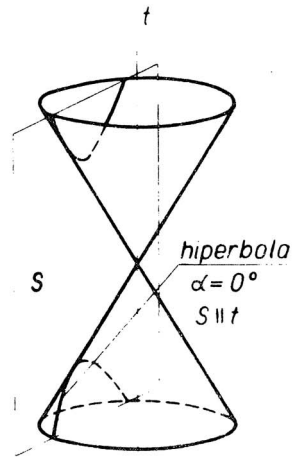
2.32 ábra



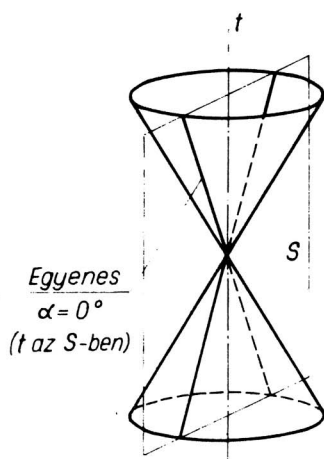
2.33 ábra



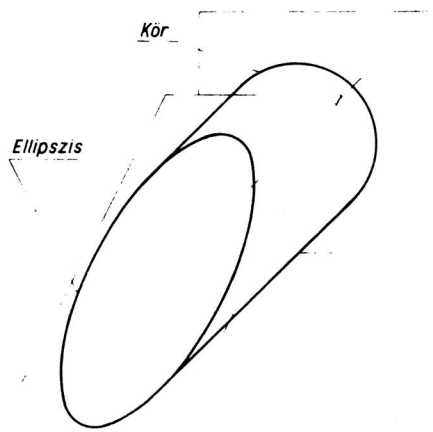
2.34 ábra



2.35 ábra



2.36 ábra



2.37 ábra

### 2.3 A sikbeli ábrázolások fajtái

Minden ábrázolásra két lehetőség kínálkozik: térben és a sikon történő ábrázolás. Az első kifejezőmódot a szobrászok és pl. a makettkészítők használják. Számunkra a sikbeli ábrázolás jóval fontosabb.

Minden sikbeli ábrázolásnak - akármilyen célból is készül - az a lényege, hogy az ábrázolni kívánt tárgyat felidéző képet rárajzoljuk a rajz lapjára, füzetbe, táblára stb. vagyis a két kiterjedésű (szélesség és magasság) síkra.

Mit követelünk műszaki szempontból a sikbeli ábrázolástól?

Az elkészített képet akkor monthatjuk jónak, ha a rajz "elolvasásakor" pontosan meg tudjuk határozni, el tudjuk képzelni a tárgy alakját, méreteit és ha szükséges, akkor más tárgyakhoz viszonyított helyzetét is.

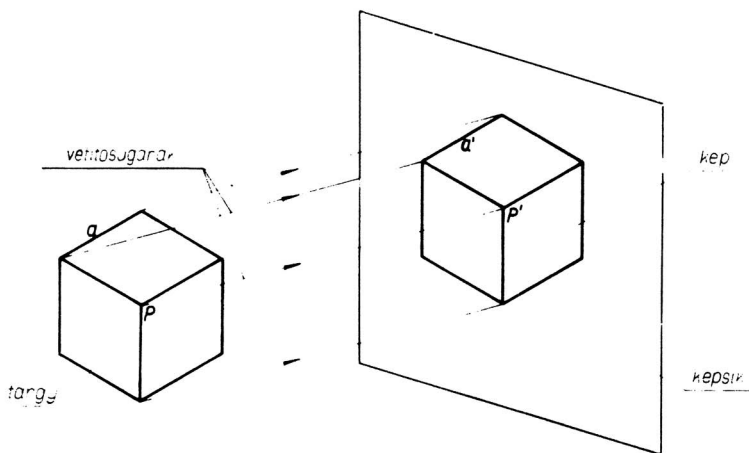
Az ábrázolástól tehát megköveteljük, hogy

egyértelmű,  
mérethű és lehetőleg  
képies

legyen.

Műszaki rajzoknál ezek közül elsősorban az első kettő a döntő és majd látni fogjuk, hogy a mérethű ábrázolás betartása érdekében a képiesség általában romlani fog.

Nézzük meg a képalkotás fogalmait, elnevezéseit. A síkon történő ábrázolásnál a tárgy képe valamilyen formában rákerül a rajz síkjára. Ezt a képet másképpen vetületnek is nevezünk. A képalkotástól azt kívánjuk, hogy a pont képe pont, az egyenes képe egyenes legyen. Ez az ún. egyenesartó vagy lineáris leképezés. Az ilyen képalkotást vetítési eljárással lehet megmagyarázni. Ennek az a lényege, hogy a tárgy képét az adott síkon (képsík) az ún. vetítősugarak jelölik ki. A meghatározott irányu vetítősugarakat gondolathoz ráfektetjük a tárgynak minden olyan pontjára, amelynél a vetítősugár a pontot tartalmazó felületnek érintője, valamint éleinek minden pontjára. Ezek az egyenesek elérik (átdöfik) a képsíkot és az így kapott képpontok összessége adja magát a képet. A 2.38 sz. ábrán látható, hogy a kocka ilyen leképezése során ami a tárgyon pont (pl. a kocka P csúcsa) annak a képe is az (P') és ami egyenes (pl. a kocka "a" éle) az a képen is egyenes (a').



2.38 ábra

A lineáris leképezésnek több fajtáját lehet megkülönböztetni aszerint, hogy a képalkotás fenti elemeinek a kölcsönös helyzetei milyenek.

A vetítősugarak iránya már önmagában kétféle lehetőséget kínál. Ezek ugyanis lehetnek

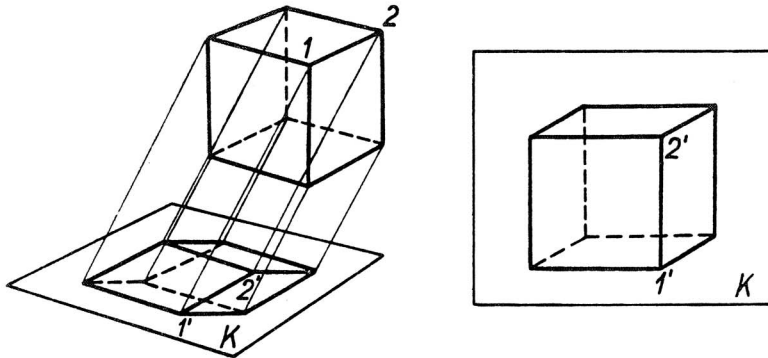
- a) egy pontból kiindulók és
- b) párhuzamosak.

Ha a vetítősugarak egy pontból indulnak ki, akkor középponti vetítésről (centrális projekció), ha pedig párhuzamosak párhuzamos vetítésről (paralel projekció) beszélünk.

A vetítősugarak és a képsík helyzete szerint a párhuzamos vetítés lehet:

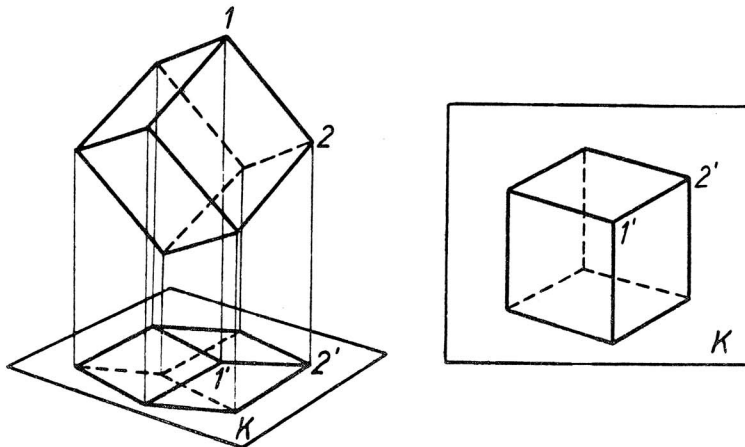
- a) ferdeszögű, ha a vetítősugarak nem merőlegesek a képsíkra és
- b) merőleges, ha a vetítősugarak merőlegesek a képsíkra.

Mind az a) mind a b) esetnél a tárgy és a képsík célszerűen megválasztott viszonylagos helyzetével el tudjuk érni, hogy a kapott kép képies legyen.



2.39 ábra

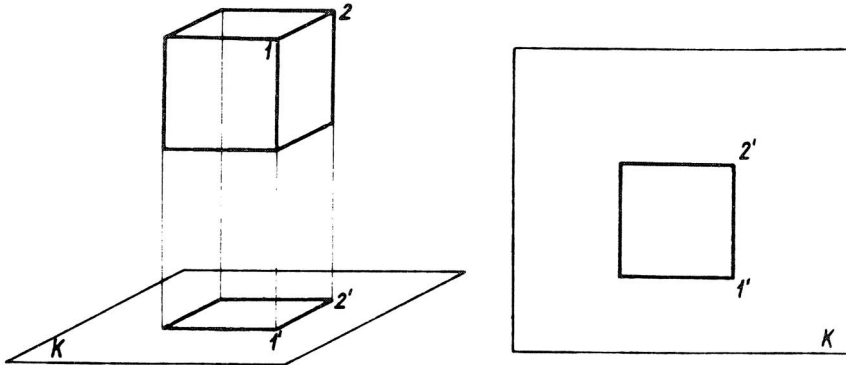
A 2.39 sz. ábrán egy kockát olyan képsíkra (K) vetítettünk, mely párhuzamos a kocka két kiterjedési irányával (egyik lapjával). E speciális felvétele ellenére mégis képies a ferde vetítéssel előállított kép, melyet tényleges alakjában vagyis a képsíkra merőleges irányból nézve külön is kirajzoltunk.



2.40 ábra

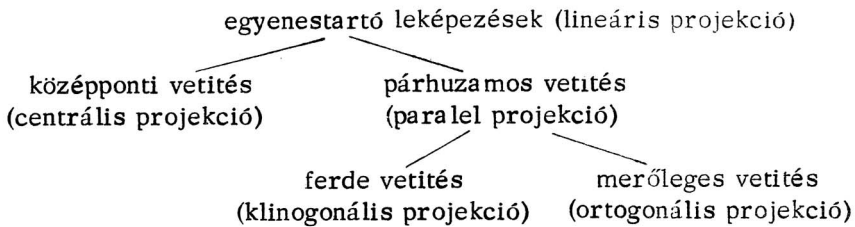
A 2.40 ábra szerinti helyzetben merőleges vetítéssel is képies ábrát kapunk, mert a test a képsíkhöz (K) viszonyítva teljesen általános helyzetű.

A géprajzolvasásnál általában nem a képiesség, hanem a mérethűség betartása a döntő. Ennek megvalósításához mindig a merőleges vetítést alkalmazzuk, miközben a tárgy a képsíkhöz viszonyítva speciális helyzetben áll (2.41 ábra). Így a vetület a tényleges méreteket mutatja (de nem képies).



2.41 ábra

Összegezve, az egyenestartó leképezések az alábbiak:



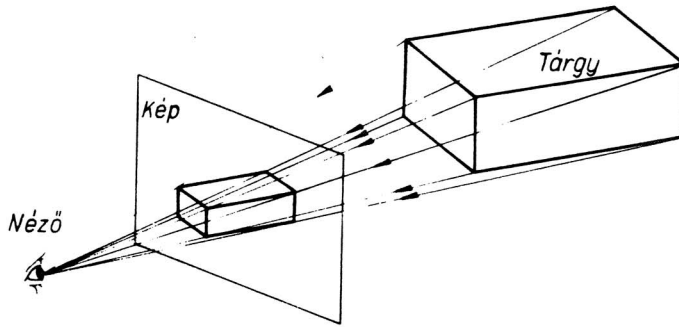
Az eddigieken túl azt kell még kiemelnünk, hogy a fenti vetítések nemcsak egy, hanem további, a tárgyhöz képest más-más elhelyezkedésű képsíkokra is elvezethetők, tehát több képsíkról is beszélhetünk.

#### 2.4 Középponti-, párhuzamos-, és merőleges-párhuzamos vetítés

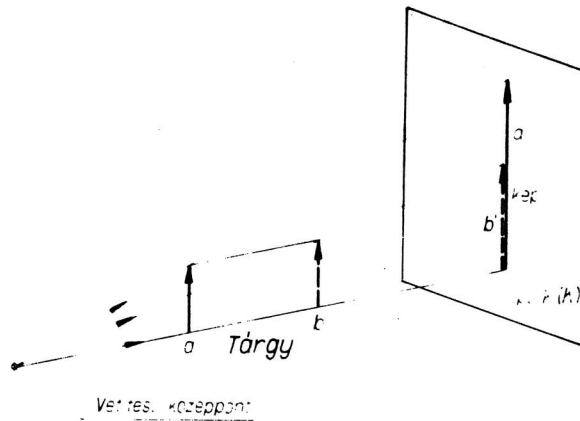
A középponti (centrális) vetítést látszatszerű vagy perspektivikus ábrázolásnak is nevezzük, mert az ember látása is hasonlóan származtatható. Ezt érzékelteti a 2.42 ábra.

A szemünkkel látott kép centrális kép, mely úgy keletkezik, hogy a látott tárgy pontjaiból fénysugarak jutnak a szemünkbe. Vagyis a szem a ve-

títési középpont, a vetítősugarak pedig a szembe futó "látósugarak", melyek az utjukba helyezett képsíkra rárajzolják a tárgy látszati képét, ill. - áttételesen - az agyban ez tükröződik látásérzet formájában. E képal-  
 kotás magán hordja származtatása jegyeit. Nézzük meg ugyanis a 2.43 ábrát.



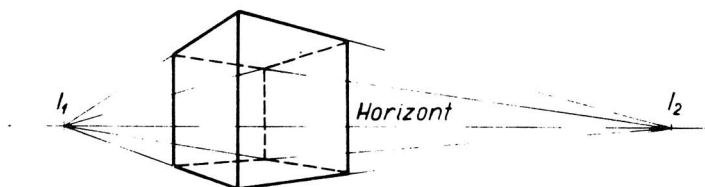
2.42 ábra



2.43 ábra

Itt egy adott hosszúságu nyilat rajzoltunk középponti vetítéssel a K képsíkra egy "a" és egy a képsíkhöz közelebbi "b" helyzetében. A két nyíl párhuzamos egymással. A kapott képek az a' és b' jelűek. Látható, hogy a vetítési középponthez (látásnál a szemhez) közelebbi helyzetben a kapott kép nagyobb. Tehát a nézőtől távolabbra eső azonos nagyságu szakasz rövidebbnek látszik. Másrészt ez azt is jelenti, hogy a valóságban párhuzamos élek centrális képei egymással szöget zárnak be (gondoljunk csak a tőlünk távolodó vasuti sínek látványára).

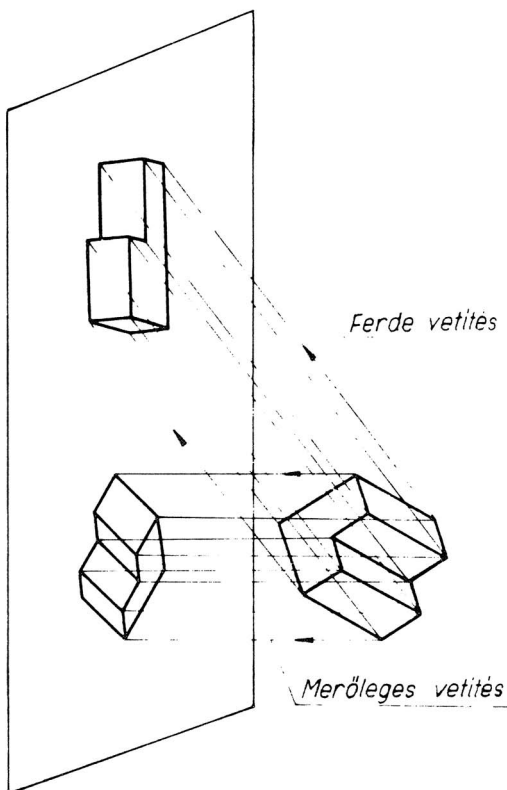
A perspektivikus ábrákon a nézőtől távolodó helyzetű párhuzamos egyenesek képei a szem magasságának megfelelő horizontvonal egy vagy két un. iránypontjában ( $I_1$ ,  $I_2$ ) találkoznak. (Lásd a 2.44 ábrát, ahol egy kocka perspektivikus képe látható.) Ez az ábrázolás a műszaki rajzok készítéséhez előnytelen, mert a leképezés nem arány- és nem szögtartó, így nem is mérettartó. Csak nagy kiterjedésű alakzatok, pl. épületek látssági képeinél rajzolnak így, hogy annak tényleges látványát érzékeltessék.



2.44 ábra

Párhuzamos vetítéshez jutunk, ha a vetítési középpontot a végtelenbe helyezzük. A párhuzamos sugarak egyszerűsítik a képképzést. A 2.45 ábrán megrajzoltuk egy test két képét a képsíkra merőleges és ferde vetítősugarakkal. Mielőtt a két képpel kapcsolatban következtetést vonnánk le, emeljük ki egy tetszőleges élét és nézzük meg, hogy a kapott képe milyen nagyságú. A 2.46 ábra szerint ezt az élet az  $AB$  távolság képviseli, mely a képsíkhöz  $\alpha$  szög alatt hajlik. A merőleges vetítéssel kapott képének a hossza  $A'B'$ . Az ábrán kiadódó derékszögű háromszögből  $A'B' = AB \cos \alpha$ , vagyis kiadódó rövidülés  $\frac{A'B'}{AB} = \cos \alpha$  értékű.

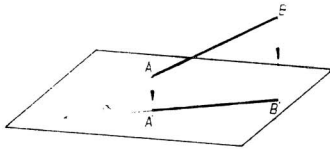
Ferde vetítésnél a kapott hossz szintén kiszámítható.



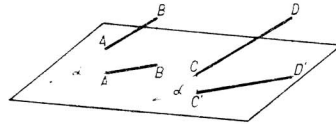
2.45 ábra

Az előzőkből az is következik, hogy egymással párhuzamos távolságok valamint a képek arányai párhuzamos vetítésnél mindig azonosak maradnak:

$$\frac{AB}{CD} = \frac{A'B'}{C'D'}. \text{ (Lásd a 2.47 ábrát.)}$$

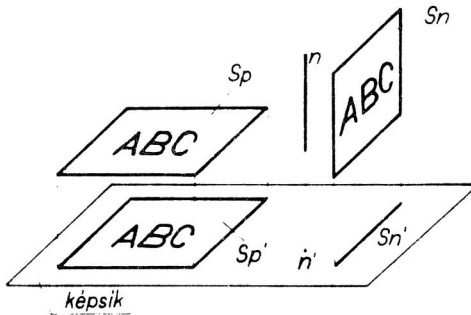


2.46 ábra



2.47 ábra

Igy a 2.45 ábrán is, mind a merőleges, mind a ferde vetítéssel kapott kép a párhuzamos élre nézve aránytartó, de nem mérettartó.



2.48 ábra

Merőleges vetítésnél, ha  $\alpha = 0^\circ$  vagyis az egyenes párhuzamos a képsíkkal, akkor a képe a valóságos méretével megegyezik. Ebből az is következik, hogy e vetítésnél a képsíkkal párhuzamos síkban ( $S_p$ ) levő tetszőleges alakzat képe is torzulatlan (2.48 ábra). A vetítési irányban álló egyenes ( $n$ ) képe pont, a képsíkra merőleges ( $S_n$ ) sík képe pedig egyenes.

Az utóbbi síkban levő bármilyen síkidom képe maga ez az egyenes.

## 2.5 Axonometrikus ábrázolás (MSZ 488)

A fenti példákból láttuk, hogy párhuzamos vetítéssel a párhuzamos élre nézve aránytartó képet nyerünk. A tárgy, a vetítési irány valamint a képsík kölcsönös helyzete megszabja azt, hogy a képünk - legalábbis részeiben - mérettartó lesz-e, vagy pedig nem mérettartó, de képies. E kettő egyszerre rendszerint nem teljesül.

Amikor a műszaki rajzok mérethű ábrázolása helyett képies kép rajzolása a célunk, a testet olyan irányból kell ábrázolni, hogy egyszerre több oldalát is lássuk. Ezeket az ún. axonometrikus ábrákat nem a géprajzoknál készítjük, hanem pl. megbeszélésekhez, ahol a tárgy alakját, elhe-



lyezkedését gyorsan jellemző - gyakran vázaltszerű - rajzok ilyenek. Az axonometrikus ábrázolás lényege tehát a képiesség. Ilyen ábra nyerhető merőleges vetítéssel, ha a test a képsíkhöz képest általános (2.40 ábra), vagy ferde vetítéssel, ha a tárgy a képsíkhöz képest speciális helyzetű (2.39 ábra).

A test, a képsík, és a vetítősugár relatív helyzetét ismerve a tárgy tényleges képe mindig megszerkeszthető. Ehhez elég meghatározni pl. egy szögletes test esetén a tárgy 3 jellemző méretét (szélesség, magasság, mélység) hordozó, 3 egy csucsba futó egymásra merőleges éle képét. Ezután a párhuzamos vetítés szabályai szerint (arány-, és párhuzamosság tartás) a kép a többi él megrajzolásával kiegészíthető.

Igazolható, hogy fordítva is áll a helyzet, vagyis mindenkor meghatározható a térben 3 egymásra merőleges tengely (ill. egy test 3 egymásra merőleges, egy csucsban összefutó éle) úgy, hogy azok képe egy tetszőlegesen választott tengelyrendezést és a tengelyek irányában előre felvett rövidüléseket adja. Ehhez az összetartozáshoz a megfelelő vetítősugárirány megszerkeszthető.

Megjegyezzük, hogy ha e kiadódó vetítősugárnak a képsíkhöz viszonyított beesési szöge túl kicsi, a kapott kép meglehetősen torz lesz. Ezért a tengelyirányokat általában nem tetszőlegesen vesszük fel, hanem a gyakorlatban kialakult 3 fajta tengelyrendezés valamelyikét használjuk. Ezekre az a jellemző, hogy alkalmazásukkal a nyert képek képiesek, továbbá a kiadódó tengelymenti rövidülések is célszerűek, mert vagy kis mértékűek, vagy közel állnak a 0,5 értékhez. Ez azért előnyös, mert a pontos rövidülések megszerkesztése helyett közelítünk, vagyis amelyik tengelyirányban alig van, ott nem alkalmazunk rövidülést, ill. ahol közel áll a 0,5 értékhez, ott 1 : 2-nek vesszük. Az ezzel nyert kép méretre és arányokra nézve alig különbözik a tényleges rövidülésekkel szerkesztett képtől.

Az így kialakult célszerű tengelyrendezések, ill. axonometrikus ábrázolások az alábbiak:

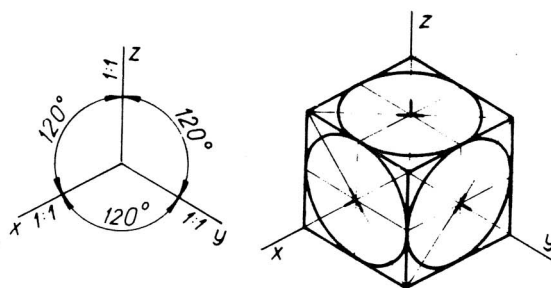
### Egyméretű (izometrikus) axonometria

Merőleges vetítéssel származtatható.

A tengelykereszt  $x$   $y$   $z$  tengelye képeinek az elhelyezkedését és egy kocka izometrikus axonometrikus képét a 2.49 ábrán

láthatjuk. A méreteket

rövidülés nélkül visszük fel mindhárom tengelyirányban (ezt mutatja az 1 : 1 jelölés). Ez egyszerűsíti az ábrázolást, bár a kapott kép így nagyobb a valóságnál. E tengelyrendezés mellett ugyanis mindhárom tengelyirány-

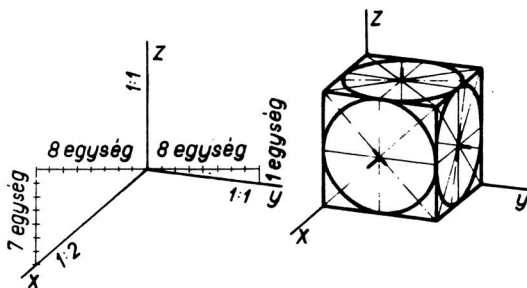


2.49 ábra

ban a tényleges rövidülés 0,82-re adódna. E rövidülést figyelembe nem véve, a ténylegesnél 1,22-szer nagyobb, de elfogadható képiességi ábrát nyerünk, amelyet gyorsan lehet megszerkeszteni.

### Kétméretű (dimetrikus) axonometria

A tengelyek képeinek irányait és az alkalmazandó rövidüléseket a 2.50 ábra mutatja. Merőleges vetítéssel származtatható és csak jelentéktelen mérettorzulást jelentenek az alkalmazott kerek méretarányok. A mélységi irányban 1 : 2 méretarányt kell alkalmazni. A másik két irányban nem veszünk figyelembe rövidülést (1 : 1). Ennél az axonometriánál kapjuk a legképiesebb és legmérethűbb képet.

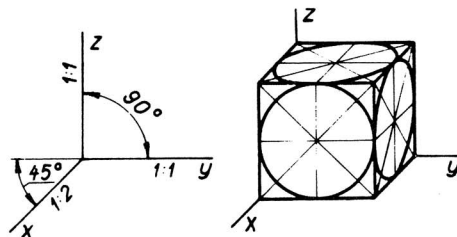


2.50 ábra

### Frontális (ferdeszögű) axonometria (Kavalier perspektív)

A tengelykereszt képét és a rövidüléseket a 2.51 ábra mutatja. Rövidülést (1 : 2) csak a mélységi (x) tengelyirányánál veszünk figyelembe. Az y és z tengelyek párhuzamosak a képsikkal, így e síkon nincs sem hossz sem szögtorzulás. Ez a műszaki gyakorlatban jól felhasználható, pl. forgástestek axonometrikus ábrázolásánál (2.52 ábra), amennyiben az x tengely irányát vesszük forgástengelynek.

A z és y tengelyek adta sík és az axonometrikus ábra képsíkja párhuzamosságából következik, hogy a ferdeszögű axonometrikus kép ferde vetítéssel származtatható (lásd a 2.39 ábrát).



2.51 ábra

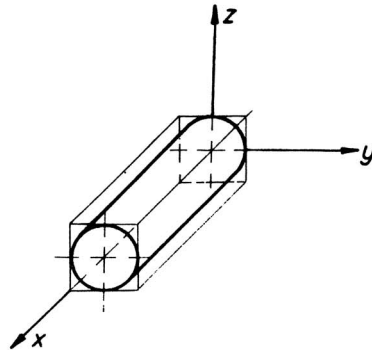
Mint tehát látjuk, mindhárom szokásos axonometriánál a tárgy függőleges éleit függőlegesnek rajzoljuk. Miután axonometrikus ábrát legtöbbször magyarázó ábraként szabadkézzel rajzolunk, legyünk tekintettel az alábbiakra: Az eredményes képrajzoláshoz - kikeresve a legcélszerűbb, legjellemzőbb elhelyezési lehetőséget és tengelyelrendezést - először a testet befoglaló szögletes geometriai idomot vázoljuk fel, (figyelembe véve

a méretarányokat) és ezután "lefáragjuk" a rajzban felesleges részeket. Különösen ügyeljünk a függőleges tengelyvel párhuzamos élek függőlegességére, valamint a mélységi tengely irányában a rövidülésekre. A képsíkhöz szög alatt hajló síkokban levő körökből ellipszis lesz (lásd a 2.49, a 2.50 és a 2.51 ábrákat, ahol az ábrázolt kocka négyzet oldalaiba mindentűt berajzoltuk az érintő köröket).

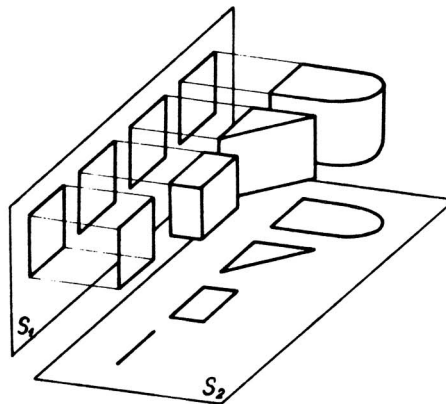
## 2.6 Ábrázolás több képsíkon

A műszaki rajzok készítésénél igen lényeges szempont, hogy a kapott kép - legalább a test egyes részeire nézve - mérettartó legyen. (Lásd a 2.41 ábrát, ahol merőleges vetítéssel ábrázoltuk a speciális helyzetű testet). Az így kapott képünk azonban nem mond semmit a testnek a képsíkkal szöget bezáró, vagy arra merőleges részeinek tényleges méreteiről. E méretek megmutatásához a fentebb mondottakat figyelembe vevő további képsíkvétel és vetületképzés szükséges. Például a 2.53 ábrán látható testeknek az  $S_1$  síkon levő képei tel-

jesen megegyeznek. Azt, hogy a mélységi alakjuk és méreteik valójában milyenek, az  $S_2$  képsíkon kapott képek döntik el. A célszerű helyzetű képsíkok felvételét szükség szerint lehet ismételni.



2.52 ábra



2.53 ábra

### 3. Műszaki rajzok (géprajzok) ábrázolási szabályai

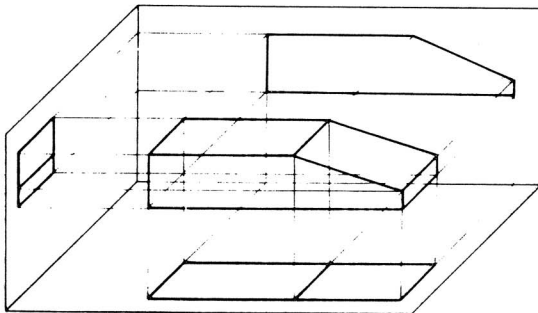
E szabályokat az MSZ 7-70 sz. szabvány tartalmazza. Tárgyalási módszerünk az, hogy minden rajzolási szabályt egy-egy konkrét példán keresztül bemutatunk, érvényben tartva - és erre újra ki nem térve - az összes előzőleg érintett előírást.

#### 3.1 Nézetekkel kapcsolatos ábrázolási szabályok

##### Nézetrend

A műszaki rajzok készítésénél a merőleges-párhuzamos vetítést alkalmazzuk olyan tárgy-képsík helyzet mellett, hogy a kép (vagy legalább egy része)arány és szögtartó legyen. Ugyanis e rajzok alapján nem elég a tárgyat csak elképzelni, hanem a kívánt méretekkel el is kell készíteni. A méreteket pedig - az egyértelműség érdekében - csak a vonatkozó, torzulás nélkül látott képeknél lehet megadni.

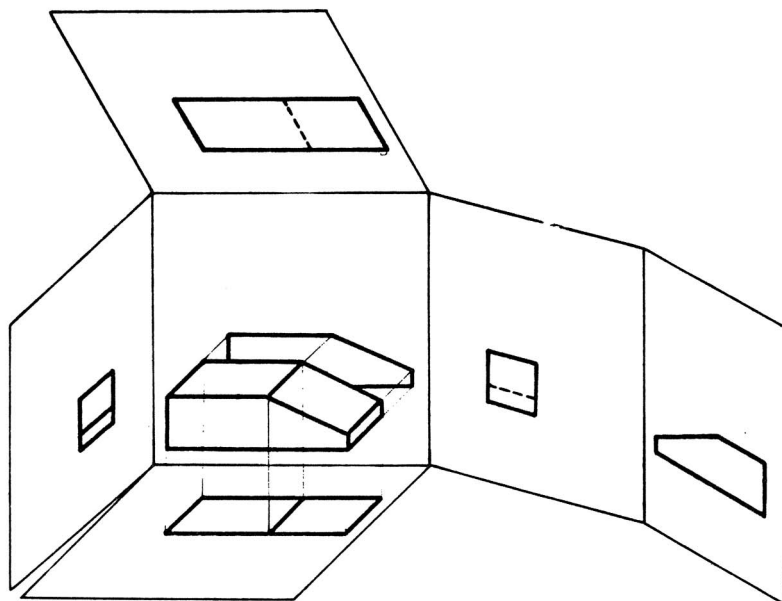
Ezért műszaki rajzoknál a testet a képsíkhöz viszonyítva (ill. fordítva) mindig olyan helyzetbe állítjuk, hogy a képsík a test mérethelyesen ábrázolni kívánt részével párhuzamos helyzetű legyen és a képet merőleges vetítéssel származtatjuk.



3.1 ábra

Igen sok testet teljes egészében meghatároznak a szélességi, magassági és ezekre merőleges mélységi méretei. Ezeknél a képsíkokat a test fenti irányai által megszabott síkokkal párhuzamosan vesszük fel. Így a képsíkok egymásra merőlegesek. Ha a test tagoltsága miatt szükséges, akkor további 3 képsíkkal - melyek mindegyike az előző sík valamelyikével pár-

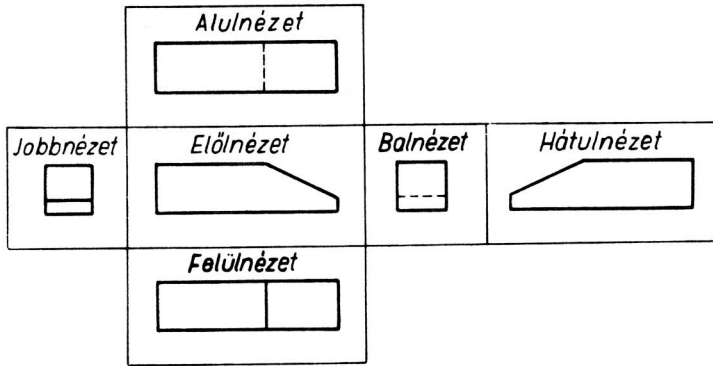
huzamos - teljesen körbe tudjuk fogni a testet (3.1 ábra). E 6 db síkon a tárgyának ezekkel szembeni, de a néző felé eső részének a képét kapjuk, melyet merőleges vetítéssel származtatunk. (A rajzon a tárgyat takaró képsíkokat és az ezen kapott vetületeket nem rajzoltuk meg.) A probléma ezután a következő: miután a kapott képek a 6 - térben elhelyezkedő - síkon adódtak és mivel valójában a síkbeli ábrázolásnál csak egyetlen síkunk (a rajzlap) van, a 6 képet megállapodásszerűen kell a rajz síkjában elhelyezni. Ezért a 6 képsík adta "dobozt" felvágjuk a 3.2 ábra szerinti helyeken. Mint ahogy a gyerekek a papirkockát készítik, mi most visszafelé tesszük ugyanezt, és a képsíkokat a vetületekkel együtt a rajz síkjába forgatjuk.



3.2 ábra

Ekkor a 3.3 ábrán látható elrendezést kapjuk. Az így kiadódó képhelyzetek (un. nézetrend) szigorúan kötöttek! Ezek tulajdonképpen az ábrázolás 3 szereplője, a néző-tárgy-képsík (kép) elhelyezkedési sorrendjéből adódnak. (A merikában a néző-képsík-tárgy elhelyezési sorrendet használják). A képek az előlnézet körül helyezkednek el, mindegyikük a nézeti iránnyal ellentétes oldalon. A tárgyat jobbról nézve (vetítve) kapjuk a jobbnézetet, mely az előlnézet bal oldalára kerül. A balnézet helye a jobb oldalon a felülnézeté alul, az alulnézeté felül van. A hátnézetet a bal-vagy a jobbnézet mellé rajzoljuk. E hat kép neve a megkötött elhelyezésből következik, ezért ezeket nem írjuk fel (a 3.3 sz. ábrán is csak magyarázatképpen). A fő ábra az a vetület mely köré a többi elhelyezzük, mely tehát a vetületek helyét és helyzetét (állását) meghatározza. A fő ábra rendszerint az előlnézet.

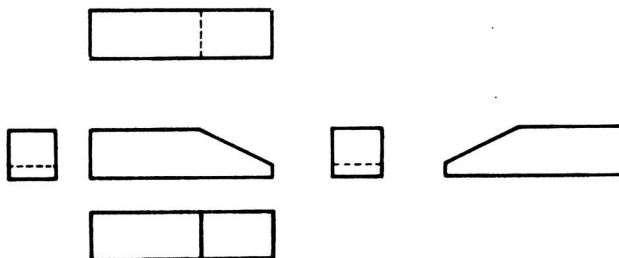
Általában ez mondja el a testről a legtöbbet alakra, nagyságra, tagoltságra stb. nézve. Pl. egy autó előlnézete az oldalajtók és nem a reflektorok felől (előlről) készül. Az előlnézet megválasztásához figyelembe vesszük a tárgy használati vagy az elkészítés közbeni helyzetét is. A működési helyzetben ábrázolásból következik, hogy esetenként a fő ábrát felülnézetnek is vehetjük.



3.3 ábra

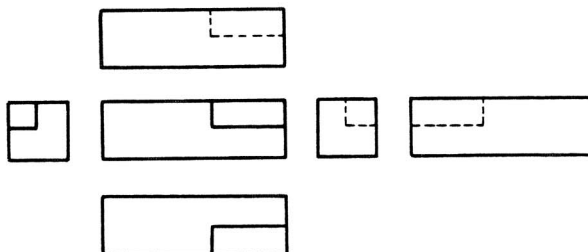
Ez fordul elő pl. akkor, ha egy vízszintesen elhelyezkedő, lemezből kivágott testet ábrázolunk. Ekkor az egyetlen vetület a felülnézet. A vastagságot ugyanis - mint azt a méretmegadásnál látni fogjuk - az előlnézet helyett felirattal adhatjuk meg.

A gépalkatrészek ábrázolásánál általában közömbös az a kérdés, hogy a tárgy a képsíktól milyen távolságra van. Ezért géprajzokon nem tüntetjük fel a képsíkok tényleges helyeit megadó metszésvonalait. (A 3.3 ábra szerint ezek voltak a berajzolt hajlítási ill. felvágási élek). Így a képek távolságai tetszőlegesek (3.4 ábra). A vetületek szerkesztésekor ideiglenesen vagy csak gondolatban megrajzoljuk az összetartozó képek között a vetítési irányoknak megfelelő vízszintes ill. függőleges un. rendezővonalakat, melyek meggyorsítják a képek rajzolását.



3.4 ábra

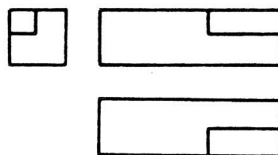
Amennyiben rajzot pl. a 3.5 ábrát kell "elolvasni", a 6 vetületből kell a tárgyat elképzelni. Ekkor a 6 képsíkot gondolatban a tényleges helyére visszaforgatjuk, és a nem képies de mérettartó képekből a testet képzeletünkben felépítjük.



3,5 ábra

### Szükséges vetületek száma

Ha jól utána gondolunk, a 3.5 ábrán megrajzolt testet akkor is el tudjuk képzelni, ha nincs mind a 6 vetület ábrázolva. Vagyis néhány (de nem mindegy, hogy melyik) kép felesleges. Itt az egyértelmű elképzeléshez 3 kép is elegendő, nevezetesen az elől-, a felül- és a jobbnézet (3.6 ábra). Általában géprajzokon az előlnézet mellett - mely "mindig a legtöbbet mondja" - csak azokat a (szintén sokat mondó) vetületeket rajzoljuk meg, melyek szükségesek és elégségesek a tárgy egyértelmű megadásához. A vetületek száma kizárólag a tárgy alakjától és a rajzoló kifejezésbeli ügyességétől függ. Az utóbbi alatt azt értjük, hogy ki tudja választani azt a legkevesebb számú vetületet, mely szükséges és elégséges a tárgy megadásához.



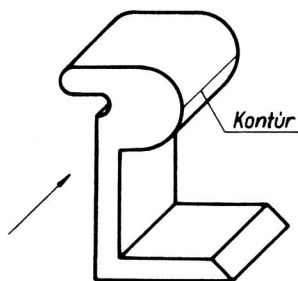
3.6 ábra

A méretek megadásánál - néhány esetben - előírt jelölés (átmérő, négyzet, lemezvastagság) használatával vetület takarítható meg és így sokszor egy kép megrajzolása is elegendő.

### Vetületeken megrajzolt vonalak

Mielőtt a vetületek rajzolása speciális szabályait sorra vennénk, nézzünk meg néhány, a képek rajzolásával kapcsolatos általános fogalmat és ezekhez tartozó rajztechnikai kérdést.

A 2.3 fejezetben a képkalkotást magyarázva láttuk, hogy vetítősugarak jelölik ki a képsíkon a tárgy képét, melyeket ráhelyezünk a test bizonyos vonalai minden pontjára. Nézzük meg, hogy melyek e vonalak.

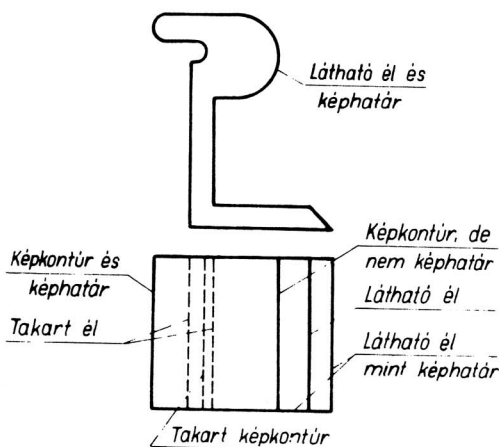


3.7 ábra

Ábrázoljuk vetületekkel a 3.7 ábra szerinti testet. Előlnézetnek a nyíl szerinti irányt véve kapjuk a 3.8 ábrát. A két kép a testet egyértelműen meghatározza. Vastag vonallal rajzoltuk meg a látható éleknek, valamint a test konturvonalainak a képeit az ún. képkonturokat. A konturvonalak a testen vannak és ezek a test görbe felületeinél azon vonalak, melyek elválasztják a felületnek a néző felé eső és tőle eltakart részeit. A konturvonalak minden pontjában a vetítősugár érinti a felületet. A képkonturok a kon-

turvonalak képei, melyek nem tévesztendőek össze a képhatárvonallal, ami a képet határolja. Ezeket a 3.8 ábrán felirással is megkülönböztettük.

Szaggatott vonallal (közepes vastagság) rajzoljuk meg a nem látható, takart élék és konturok képét. A szaggatott vonal közepes vastagságú, képnagyságtól függően 4-5 mm hosszúságú, 1-2 mm kihagyásokkal. Kiemeljük, hogy géprajzokon csak ritkán ábrázoljuk a szaggatott vonalakat, mert zsufolttá, áttekinthetetlené teszi a rajzot. Helyette inkább a később részletezett metszetet készítjük. Csak akkor rajzoljuk meg a takart összefüggő részeket szaggatott vonalakkal, ha ezek feltüntetésével további vagy bonyolultabb vetületkészítést takarítunk meg.



3.8 ábra

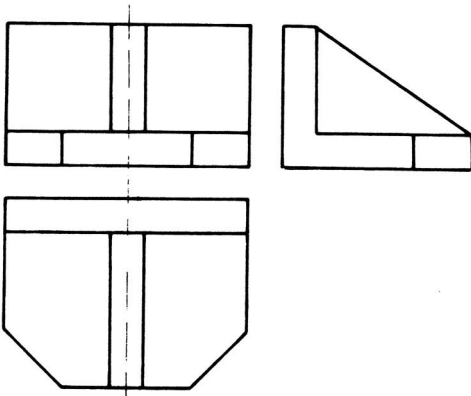
### Szimmetrikus testek ábrázolása

Ábrázoljuk a 3.9 ábra szerinti testet vetületekkel. Ezt a 3.10 ábra mutatja. A test szimmetrikus. Ugyanis gondolatban egy sikkal (a szimmetria sikkal) középen kettévágva, két tükörképes részt kapunk. A képeken



mindig feltüntetjük pont-vonallal a szimmetriás képét (ha az a képsíkra merőleges), amit szimmetriatengelynek vagy középvonalnak nevezünk. Szimmetrikus testek képei szimmetrikusak e tengelyre. Két összetartozó képen az azonos szimmetriatengelyt gyakran összefüggő pont-vonallal kötjük össze (mint ahogy ezt a 3.10 ábrán is tettük).

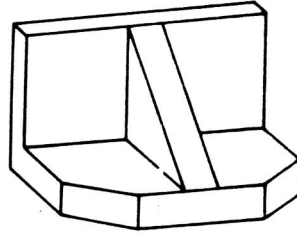
A pont-vonalat vékony vonallal rajzoljuk. A vonal hossza 8-10 mm a kihagyások pedig 1-2 mm-esek. A gyakorlatban a pont helyett is vonalat húzunk 0,5-1 mm hosszúságban. A végére mindig vonal kerül.



3.10 ábra

határolja! Ezt nem szabad vastag vonallal kihuzni, mert az a fél testet jelentené (3.12 ábra).

Azért, hogy a rajz egyértelmű legyen, ha a középvonalra él vagy kontúr képe kerül, akkor természetesen e vastag vonalat ábrázoljuk, de a nézetet kissé tovább rajzoljuk és szabadkézi határolással "törjük el" az elhagyott részt (3.13 ábra). Így tulajdonképpen nem félnézetet, hanem ún. résznézetet készítünk.

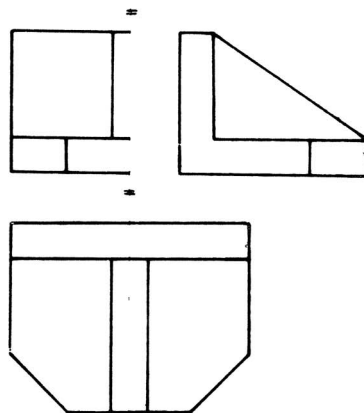


3.9 ábra

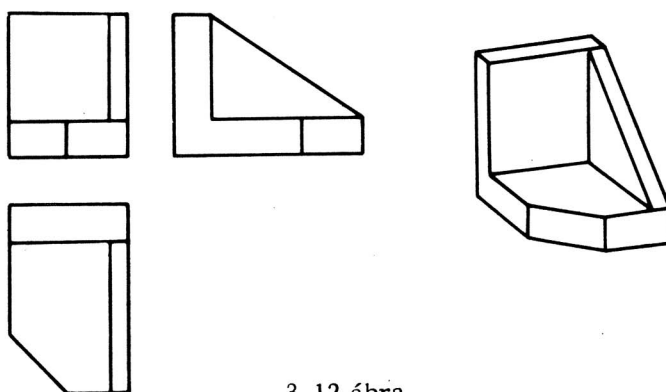
Mivel a szimmetriatengely két tükörképes képfélre bontja a vetületet, ezért a test az egyik fél megrajzolásával is elképzelhető. Ezért szimmetrikus testeknél elegendő az egyik félnézet megrajzolása. Esetünkben a 3.11 ábrán csak az előlnézetenél éltünk ezzel az egyszerűsítéssel.

Nem kötelező, de ajánlatos a szimmetriatengely mindkét végén, arra merőleges kb. 4 mm hosszú szimmetriajelző vonalpár alkalmazása.

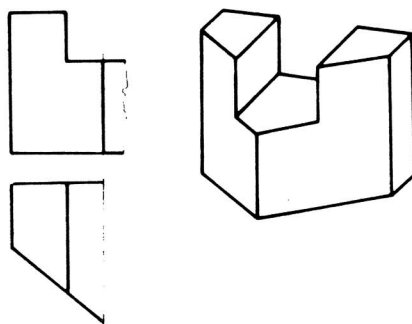
Kiemeljük, hogy az elhagyott képfél felé a képet a vékony pont-vonallal rajzolt szimmetriatengely



3.11 ábra



3.12 ábra

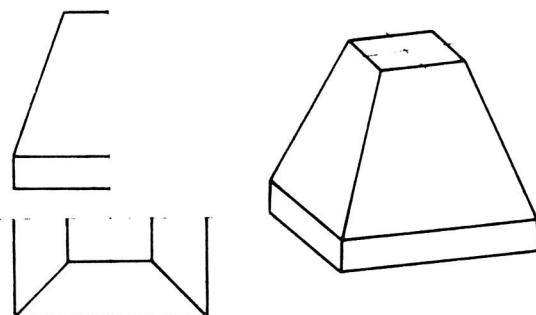


3.13 ábra

Egy testnek lehet több szimmetriatengelye is (3.14 ábra).

Nem kell rajzolni szimmetriatengelyt lemezből készült alkatrészeknél, ha csak a rajta levő részletek ezt nem kívánják meg (3.15 ábra).

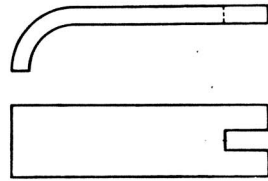
Ugyancsak nem tüntetjük fel pl. egy kocka szimmetriatengelyét, vagy pl. egy körhenger hosszát felező szimmetriasíkot.



3.14 ábra

### Forgástestek ábrázolása

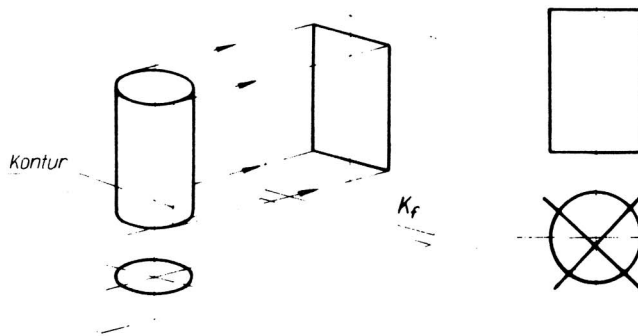
A 2.2 pontban tárgyaltuk a forgástestek származtatását. Mint már említettük, gyártási okokból a gépalkatrészeknél a forgástestek egy része, így az egyenes körhenger (röviden henger), az egyenes körkup (röviden kup), a gömb és a tőrusz igen gyakran előfordul. Nézzük ezért először ezek ábrázolását.



3.15 ábra

### Henger ábrázolása (3.16 ábra).

A henger tengelye függőleges. A vele párhuzamos  $K_f$  képsíkon kapott vetület a henger két konturjának, valamint vetítősíkokra eső fedélnek és alapsíknak a képeiből áll. Ez utóbbiakat a hengerpalást és a síkok közös metszésvonalait adó két él látható részének ábrázolása jelenti.

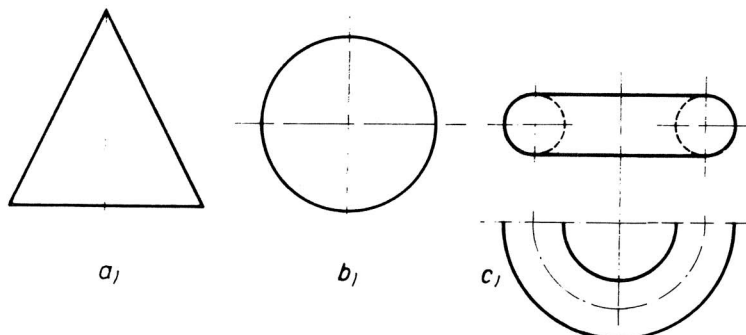


3.16 ábra

A forgástengelyt a szimmetriatengelyhez hasonlóan ábrázoljuk. A képen ez felfogható szimmetriasík képének is, ezért elegendő a forgástestekről is félképet rajzolni. Felülnézetben a henger körnek látszik. E vetületben a forgástengely képe pont, amelyet két, rendszerint egymásra merőleges pont-vonal metszéspontja jelöl.

A forgásfelületek tengelyét mindig megrajzoljuk. Ez vonatkozik a furatokra is. Ez a szabály csak részben módosul az ún. lyukkör rajzolásánál (lásd később). Máskor pl. nem teljes forgásfelületeknél esetenként mérlegelendő az elhagyása. Forgástesteknél a forgástengelyre merőleges képsíkon kapott vetületet - ha csak egyéb részek ezt nem igénylik - nem rajzoljuk meg, vagyis a forgástesteket egy vetületben ábrázoljuk (a rajzon a felülnézetet ezért húztuk át).

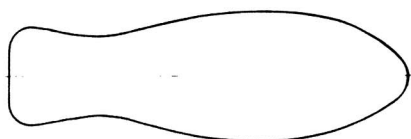
Kup, gömb és körgyűrű (tórusz) vetületi ábrázolása a hengeréhez hasonlótörténik (3.17 ábra).



3.17 ábra

A tórusznál csak magyarázatképpen rajzoltuk meg a felülnézete felét. E képen a szelvényközéppontok körét is fel szokták tüntetni (pont-vonallal).

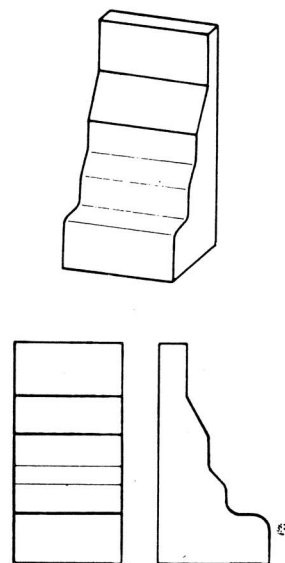
Általános forgástest ábrázolása is csak egy képen a képkonturja megrajzolásával történik (3.18 ábra).



3.18 ábra

### Tagolóvonal

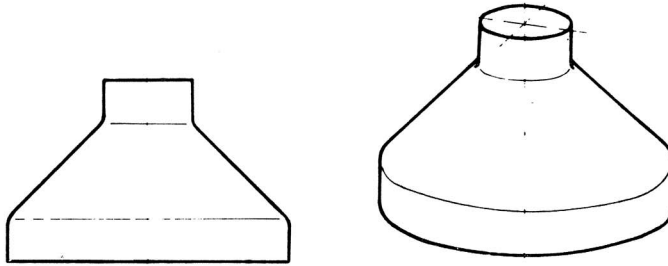
A 3.19 ábrán vetületekkel ábrázoltuk az axonometriában is megadott testet. Jobbnézetben néhány vonalat vékonyan rajzoltunk. Az előlnézetből azt látjuk, hogy ilyen vonalak olyan helyre kerültek, ahol a határoló felületek (jelen esetben síkok) nem metsződtek élben. E helyeken egy hengerpalást felületrész vette át a test határolása szerepét. Ezekre helytelen de elterjedt szóhasználatl azt mondjuk, hogy "lekerekített" vagy "legömbölyített" élek. Ilyenkor a két találkozó felület képe tagolását vékony vonallal rajzolt tagoló vonallal érzékeltetjük. Ezeket ugyanarra a helyre rajzoljuk, ahová a lekerekítés nélküli élek képei kerülnének.



3.19 ábra

A rajz síkjára merőleges felületrészeket természetesen vastag vonallal ábrázoljuk akkor is, ha legömbölyített élek határolják. Ez érvényes abban a szélső esetben is, ha a felület egyetlen vonallá, vagyis konturrá zsugorodik.

Forgásfelületeken a forgásfelületrészek közös élei helyett a "lekerekítésekénél" rendszerint tóruszfelület darabok találhatók. A tagolóvonalakat itt is a fentiek szerint rajzoljuk, csak nem húzzuk egészen a képkonturig (3.20 ábra).



3.20 ábra

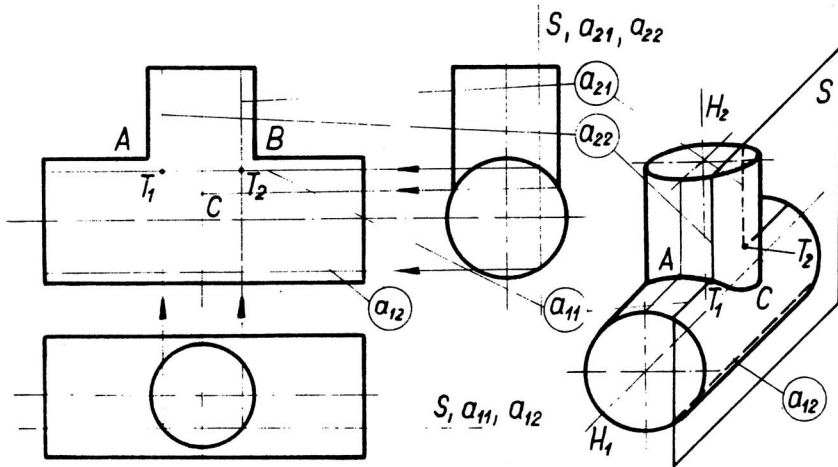
### Áthatási vonal

A 2.2 fejezetben már említettük, hogy gyakran kerül sor különféle felületek közös vonalainak az ún. áthatási vonalaknak a megrajzolására. Ezek ábrázoló geometriai módszerekkel, két felület közös pontjai összességüként nyerhetők. E pontok mindegyikét egy-egy segédfelület (sík, gömb) felvételével szerkesztjük meg. E segédfelület alakját és helyzetét úgy célszerű megválasztani, hogy az a két szóban forgó felületet szabályos és gyorsan megszerkeszthető görbében messe. E két görbe metszéspontjaként (minthogy mindkét szóban forgó felület közös pontja) kapjuk a két felület áthatási vonala egy (vagy több) pontját. Ezt újabb és újabb segédfelülettel ismételve, tetszés szerint sűrithetjük az áthatási pontokat. A gyakorlatban általában megelégszünk egy-két nevezetes áthatási pont megszerkesztésével, melyekkel az áthatási vonalat jó közelítéssel meg tudjuk rajzolni.

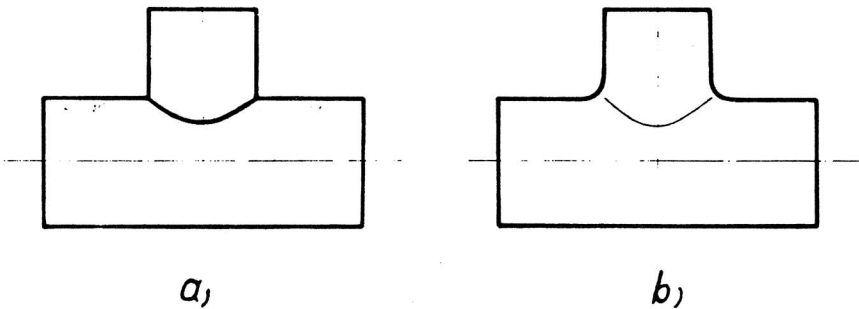
A 3.21 ábra két egymást metsző tengelyű körhenger ( $H_1, H_2$ )

áthatási vonalának a szerkesztését mutatja. A szerkesztés segédfelülete a tengelyekkel párhuzamos sík (S), mely mindkét hengert két alkotóban ( $a_{11}, a_{12}, a_{21}, a_{22}$ ) metszi. Az alkotók közös pontja egy-egy áthatási pont ( $T_1, T_2$ ). A szerkesztést újabb síkokkal ismételve, az áthatási vonal kellő

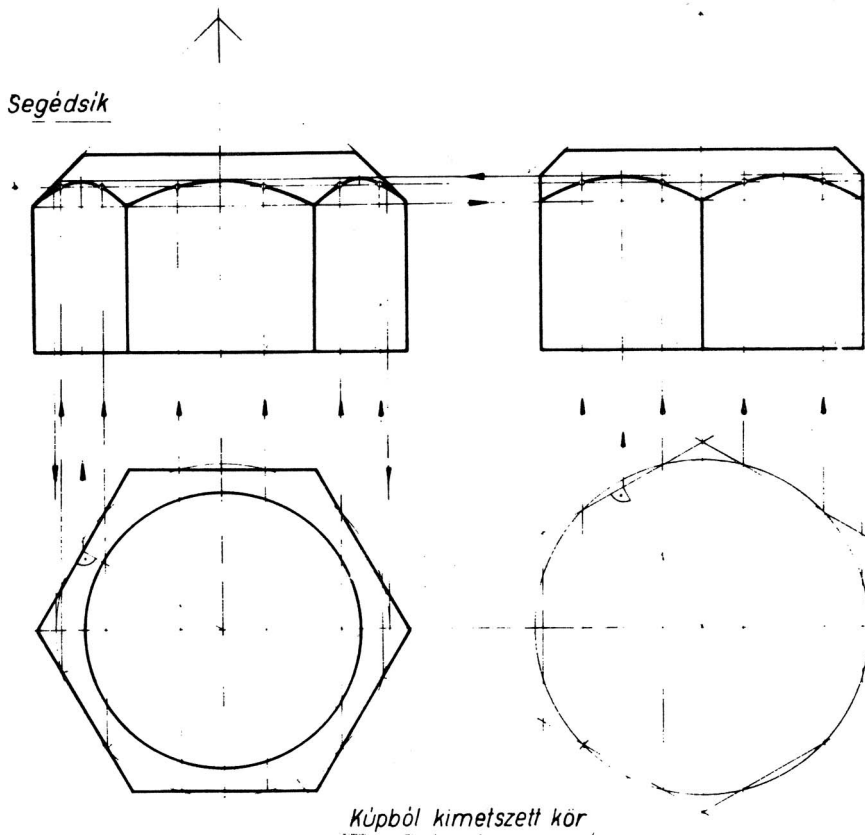
számu pontja nyerhető. A nevezetes pontok (A, B és C) a két képből közvetlenül adódnak. A 3.22 ábrán megrajzoltuk a tényleges áthatási vonalat, a bal oldali ábrán vastag vonallal. A jobb oldali ábrán azt az esetet mutattuk be, amikor az áthatás "lekerekített". Ekkor az áthatási vonalat vékony vonallal rajzoljuk a tagolóvonalhoz hasonlóan. A 3.23 ábrán egy, a géprajzon gyakran előforduló ún. hatlapú csavarfej áthatási vonalai szerkesztését mutatjuk be, bővebb magyarázat nélkül. A hat oldallap mindegyike hiperbolában metszi a felső csonkakapot.



3.21 ábra



3.22 ábra

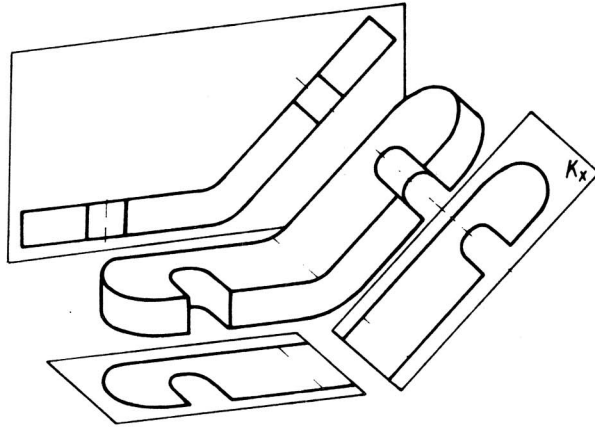


3. 23 ábra

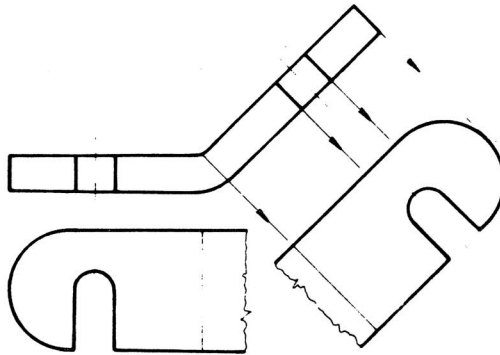
### Ferde képsíkhelyzet

Torzulás nélküli képrajzolás a tárgy részeivel párhuzamos képsíkhelyzetet kíván. Vannak testek, amelyeknél a 6 fenti képsík ehhez nem megfelelő. A 3.24 ábrán feltüntetett test például ilyen. Előlnézete ugyan torzulatlan, de fölülnézetben a test nem vízszintes része torzultan látszik. Oldalnézetnél hasonló lenne a helyzet. E részről pontos méretű képet csak a vele párhuzamos helyzetű képsíkon ( $K_x$ ) kapunk. Ilyen célszerű új képsík a 2.3 pont szerint mindig felvehető. Az új kép az előlnézethez csatlakozik és az ott kiadódó vetítési irány által adott rendezővonalak megadják a  $K_x$  képsíkon kapott vetület helyét (3.25 ábra). E képen a tárgy vízszin-

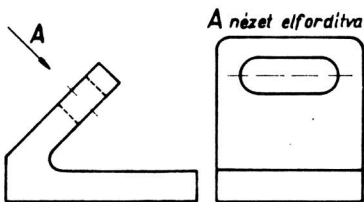
tes része látszik torzulva. Mind a fölülnézeten, mind a ferde vetületen a torzulva látszó részeket (melyeket a másik kép ténylegesen megad) elhagyjuk, "letörjük" a testről, amit a képen szabadkézi vonallal rajzolt határolással jelölünk, vagyis résznézetet rajzolunk,



3.24 ábra



3.25 ábra



3.26 ábra

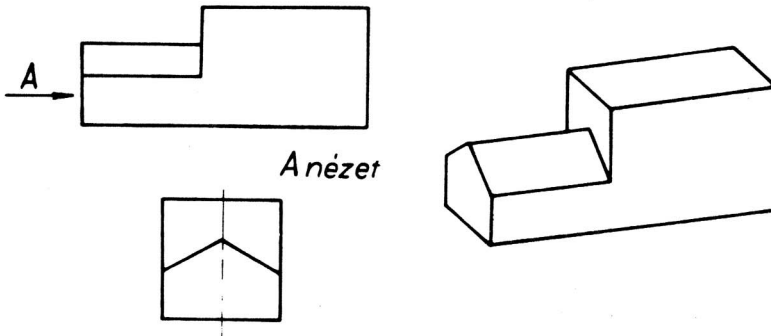
Nem nagyon használatos, de a szabvány megengedi a ferde képsíku nézet elfordítását is helymegtakarítás vagy egyéb célból, a 3.26 ábra szerint. Ekkor az összejelölést a szóban forgó betűzésű "nézet elfordítva" felirással kell alkalmazni.



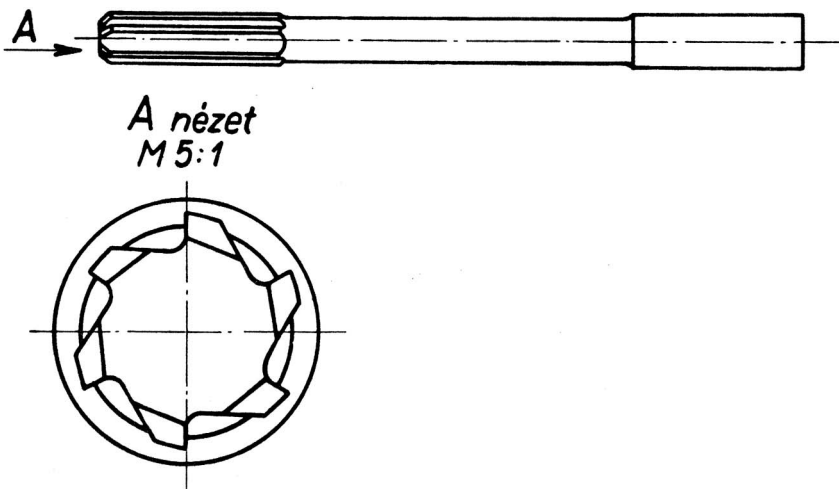
E képelfordítás csak részben előny, mert megrajzolásakor a csatlakozó vetülettől induló és az elfordított helyzethez tartozó rendezővonalakat csak részben lehet felhasználni.

### Rendezetlen vetületelhelyezés

Ha egy test megadásához több vetület megrajzolása szükséges, úgy ezek a már említett nézetrend szerinti helyekre kerülnek. Ha egy vetület nem fér el a rajzlapon előírt helyén, úgy elfordítás nélkül elcsúsztatható más helyre. Ekkor azonban a vetület azonosításához a kapcsolódó képen a vetítés irányát betűjeles nyíllal kell jelölni, és a vetület azonos betűjelű "nézet" feliratot kap (3.27 ábra).



3.27 ábra



3.28 ábra

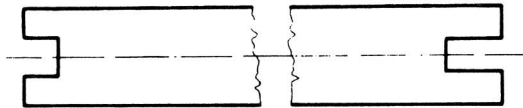
Ezt a jelölést használhatjuk a téves helyre került vetület utólagos összejelölésénél is. Hasonlóan járunk el, ha egy rajzon különböző méretarányu vetületeket rajzolunk (3.28 ábra). Rendszerint akkor alkalmazzuk, amikor egy vetületet azért nagyítunk, hogy a zsufolt részei jobban olvashatók és beméretezhetőek legyenek.

Minden, a vetületre (részletre stb.) vonatkozó összejelölő felírás - így a fenti is - a kép fölé kerül.

### Törésvonal alkalmazása

#### A törésvonal szabad kézzel rajzolt vékony vonal.

A részvetület rajzolásánál gondolatban eltörtük a tárgyat. E törés mindig csak egy képre vonatkozik. Hogy a további képeket ugyanott vagy másutt eltörve vagy törés nélkül ábrázoljuk-e ezt teljes egészében csak a célszerűség határozza meg. Az eltörés vonala - vagyis a vetületrész e határa - nem lehet él vagy kontur képe, ahogy ezt pl. a 3.13 ábrán is láttuk. A törésvonal lehetőleg ne is essen ezek (és középvonal) közvetlen közelébe.



3.29 ábra

Hosszu tárgyak semmitmondó belső részeit helymegtakarítás érdekében töréssel eltávolíthatjuk. Például a 3.29 ábrán egy nagyon hosszú hengeres testet nem rajzoltunk meg teljes kiterjedésében. Csak

a két végét ábrázoltuk. Az elhagyott részt hengerként kell értelmezni. A méretmegadásoknál látni fogjuk, hogy a tényleges hosszat ugyanugy adjuk meg, mintha nem hiányozna a belső rész. A henger végét emiatt nem lehetne elhagyni.

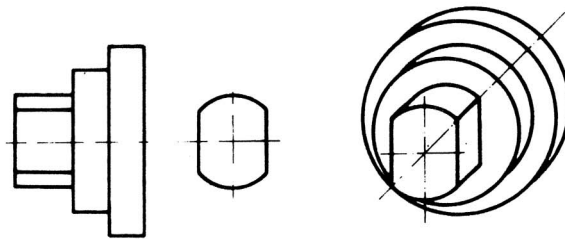
### Nem teljes nézet

Az elnevezés nem tévesztendő össze a részvetülettel. Ez a nézetrajzolásnak a leegyszerűsítését jelenti, melyet a kiemelt vonal és az un. lyukkör rajzolásánál alkalmazunk.

### Kiemelt vonal

Magyarázatát a 3.30 ábra adja. Emlékeztetőül jobb oldalon axonometrikusan is felrajzolt testet egy tényleges és egy nem teljes képével ábrázoltuk. Ez utóbbinál elhagytuk azokat a részeket, melyeket a másik kép már egyértelműen közölt, nevezetesen, hogy forgástről van szó. A miben a

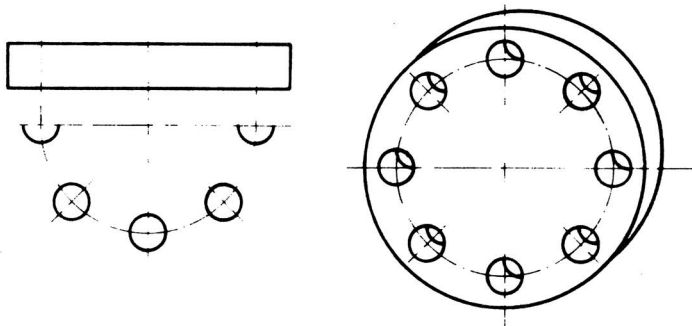
test ettől eltér csak azt mutatja ez a "hiányos" kép, ami itt egyetlen kiemelt vonalból áll.



3.30 ábra

### Lyukkör megadása

Furatok tengelyei gyakran helyezkednek el egy körhenger, elterjedt szóhasználatnál az un. lyukkör mentén. Erre példát a 3.31 ábrán látunk. Az axonometrikusan megrajzolt testről egy tényleges és egy nem teljes kép készült. Az előző azt közli, hogy a test körvonala forgástest (henger). E kép nem mutatja, hogy hány furat helyezkedik el a lyukkörön. A másik kép a már közölt részletek megrajzolása nélkül csupán a lyukak elhelyezkedésének a megadására szorítkozik (és a szimmetria miatt elég a fele megrajzolása).



3.31 ábra

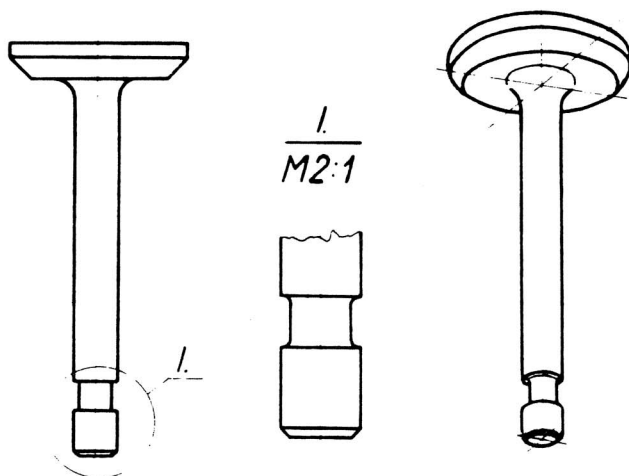
Az előlnézetben nem adjuk meg minden furat középvonalát, hanem csak kettőt, amelyek a furatok "képsíkba forgatott" tengelyvonalai. (Ezek esetünkben tényleges furatközépek is).

A lyukkört pont-vonallal rajzoljuk; a lyukak a tényleges nézetnek megfelelően vastag vonallal ábrázoltak. A furatok közepét a lyukkör és sugárirányú pont-vonalak metszései adják.

Itt említjük meg, hogy ha a lyukkörön levő furatok egyenletesen helyezkednek el és helyzetükre nézve más kikötés nincsen, akkor a lyukkör rajzolása felirattal is helyettesíthető a 4.21 vagy 4.22 ábrák szerint.

### Részlet rajzolása

Kiemelt részlet ábrázolására akkor kerül sor, ha a test egyes tagoltabb részei a rajzolt vetületeken nehezen mutathatók meg, rosszul láthatók és így beméretezésük esetleg lehetetlen. Ilyenkor a vetület szóban forgó részeit kinagyítva, elfordítás nélkül, a rajzlapon másutt is megrajzoljuk. Az azonosításhoz római számokat használunk és a részlet mellett feltüntetjük a méretarányát is (3.32 ábra). A kiemelt részlet helyét vékony folytonos (vagy más alakú)kerettel határoljuk, melytől mutatóvonal mutat a római számhoz. A részletnél a méretarányt a római számot alá húzó vonal alatt adjuk meg.



3.32 ábra

Lehet, hogy a kiemelt részleten olyan apró részeket mutatunk meg, melyet az alapvetületen nem is lehetett feltüntetni. A kiemelt részlethez mint fő ábrához további ehhez rendezett vetületek is megrajzolhatók.

A nagyítandó képen nézetben ábrázolt rész a részleten metszetben is megrajzolható (a metszet fogalmát lásd később). Itt jegyezzük meg, hogy általában az apró, a rajzon 2 mm-nél kisebb részletek (furatok, leélezés, horony stb.) önmagukban nagyobbra ill. szélesebbre is rajzolhatók de úgy, hogy e részen kívül más méreteket ezzel ne torzítsunk. Hasonlóan,

ha egy görbe jól megközelíthető könnyen rajzolható vonalakkal (pl. egy hiperbola körívvel), ez az egyszerűsítés megengedett.

### Legegyszerűbb lehetőség feltételezése elve

Az eddigi szabályok már elég jártasságot adnak e fontos műszaki ábrázolási elv megértéséhez. Eszerint ha a megrajzolt vetületeken esetleg meg nem adott részre a legegyszerűbb (legszabályosabb, leggyakoribb, legközönségesebb) kialakítási lehetőség feltételezése egyértelmű geometriai alakot ad, ennek megmutatására további képet már nem kell készíteni. Vagyis egy rajznál azt kell mindig feltételezni - ha nincs megadva rajta valamilyen rész - hogy nem volt rajta mit megadni, és hogy erre nézve a legegyszerűbb kialakításhoz a már megadott információk teljesen elegendők.

Persze e szabály is csak teljesen egyértelmű ábrázolást eredményezhet, ezért óvatosan kezelendő. Jelentőségét inkább a tulmagyarázások elkerülésében kell látni.

Ez az elv érvényesül pl. a fél nézet rajzolásánál, a kiemelt vonalnál. Eszerint tételezzük fel a síkok párhuzamosságát, merőlegességét, lekerekítés nélkül élben találkozásukat, vagy pl. azt, hogy ha nincs megadva egy furat mélysége, akkor azt a testen átmenőként értelmezzük stb.

### 3.2 A metszet fogalma és rajzolási szabályai

Az előzőekben láttuk, hogy a test nem látható részeit (éleit és konturjait) szaggatott vonallal ábrázoljuk. Ha e takart kialakítások erősen tagoltak, a sok szaggatott vonaltól áttekinthetetlen lesz a rajz, esetleg e részek egyértelműen így meg sem rajzolhatók.

Ilyen testekhez újabb ábrázolási fogást kellett bevezetni, amellyel az eltakart részeket "láthatóvá" tesszük. Ezt úgy érjük el, hogy a testnek azt a részét, mely a néző felől eltakarja a kérdéses kialakítást, gondolatban eltávolítjuk, és az így visszamaradó testdarabot ábrázoljuk.

A kapott képet metszetnek nevezzük. A tárgyról az eltávolítandó részt egy vagy több síkkal (ezek az ún. metszősíkok), ritkábban egyéb felületekkel (az ún. torz metszeteknél) vágjuk le.

A fenti gondolatmenetet a 3.33 ábra szemlélteti. A bal oldalon egy üreges forgástest axonometrikus képét látjuk. A belső kialakítását célszerűtlen nézetben megmutatni. Ezért a forgástengelyén átmenő és a képsíkkal párhuzamos síkkal kétfelé vágjuk, a felénk eső darabját eltávolítjuk, és a megmaradó részt ábrázoljuk.

A test átvágott részét szelvénynek nevezzük. Ezt vonalzattal (sraffozás) emeljük ki. Tehát:

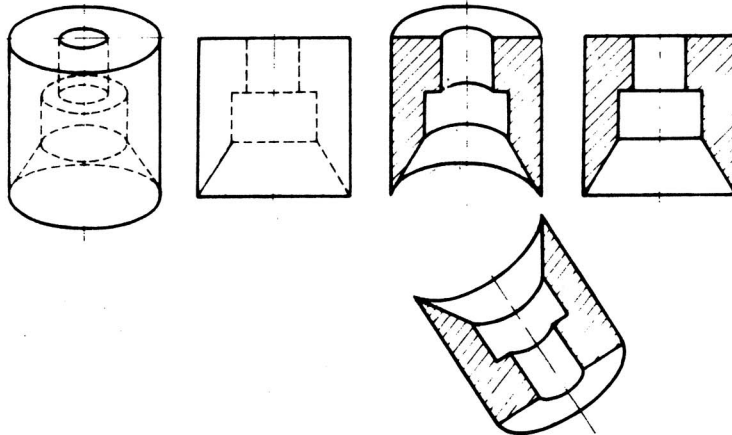
Metszet = szelvény + a metszősík mögötti részek nézete.

Mielőtt a metszetrajzolást tovább részleteznénk, kiegészítjük az előző fejezet szóhasználatát. Ott ugyanis vetület alatt mindig csak nézetet értettünk. Végeredményben egy géprajzi vetület nézet vagy metszet lehet.

A metszet rajzolásánál a megmaradt testrész éleit és konturjait vastag vonallal ábrázoljuk. Az élek egy része (a szelvény körvonala), a test felületei és a metszősík (-ok) közös vonalai.

A szelvény vonalzatát azonos osztásközű vékony folytonos vonalakkal készítjük. A sraffozás egyéb szabályait később részletezzük. A fenti példánkban forgástestet ábrázoltunk. A metszősík (egyben szimmetriasík is) a forgástengelyen ment keresztül. Az ilyen metszetet meridián metszetnek is nevezzük.

Általában, az előlnézet helyett álló metszetet hosszmetszetnek, a hosszirányra merőleges sikkal metszett és rendszerint az oldalnézet helyére rajzolt metszetet keresztmetszetnek, a vízszintes sikkal metszve kapott vetületet színtmetszetnek (épületek belső terei megadásánál a laprajznak) nevezzük.



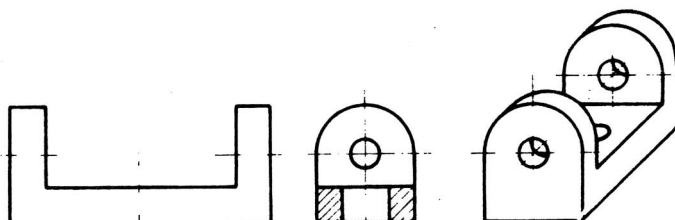
3.33 ábra

### Szimmetrikus testek metszete

A 3.34 ábrán egy szimmetrikus testet két képével ábrázoltunk.

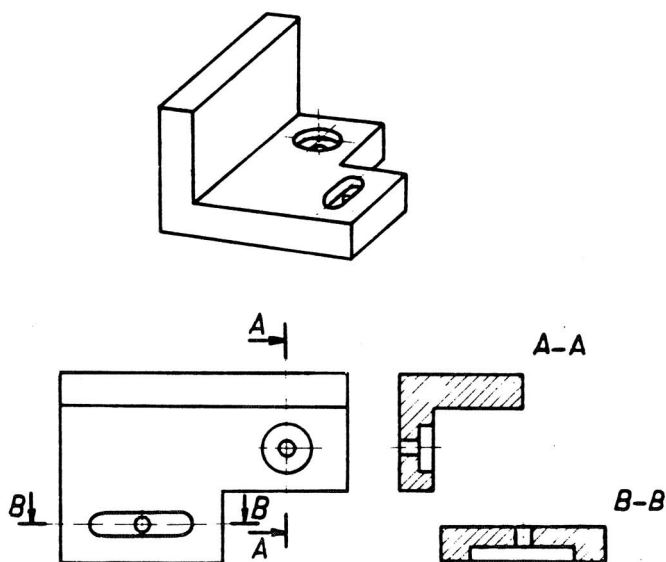
A balnézete helyett célszerűen metszetet készítettünk. Előlnézeten a szimmetriasíkot jelölő pontvonal egyben megadja a metszősík helyét (az ún. nyomvonalát), amellyel a metszetet származtattuk. A nyomvonal a képsíkra merőleges metszősík képe, mely általában a metszet képsíkjával párhuzamos.

Ha a metszősík nyomvonala az alkatrész vetületének szimmetriatengelyével egybeesik, és a metszet a vetítési helyére kerül, akkor a metszősík nyomvonalát és a vetítés irányát külön nem jelöljük és azonosításhoz feliratot sem alkalmazunk.



3.34 ábra

Egyéb esetekben mindezt külön el kell végezni az alábbi szabályok szerint.



3.35 ábra

### Metszősik jelölése, metszet azonosítása

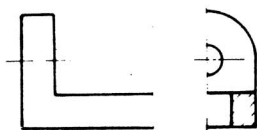
A 3.35 ábrán a testet egy nézetével és két metszetével ábráztuk. Itt tüntettük fel a jelölési szabályokat is.

Eszerint a nézeten megrajzoljuk vékony pontvonallal a metszősik nyomvonalát, mindkét végét megvastagítjuk, és rámutató nyilakkal jelöljük a nézeti irányt.

Az összejelölés a következő: minden metszet egy betűjelet kap (pl. B). E betűt felírjuk a metszősik nyomvonalára mindkét végéhez a nyilak mellé. A metszet fölé a példánk szerint B-B felirat kerül. Ezt a jelölést akkor is alkalmazzuk, ha a metszet a vetítési irány szerinti helyére van rajzolva (esetünkben az A metszetről).

### Fél- és részmetset rajzolása

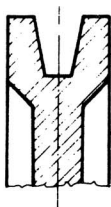
Ha egy metszet szimmetrikus, akkor - a félnézethez hasonlóan - elég a félmetset megrajzolása. Az elhagyott képfél felé itt is a szimmetriatengely a rajz határa (3.36 ábra).



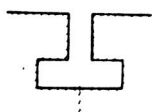
3.36 ábra

Részmetsetet készítünk, ha egy metszetnek csak egy részét rajzoljuk meg. Ekkor a résznézethez hasonlóan, általában szabaddézi elhatárolást alkalmazunk (3.37 ábra). Ha a részmetset határa nem szakít meg vastag vonalat a törésvonal elhagyható (3.38 ábra).

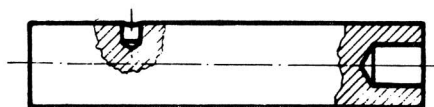
Kitörés is a részmetset egyik fajtája. Akkor alkalmazzuk, ha egy tömör test kisebb, könnyen azonosítható üregeit kívánjuk megmutatni, ahol egyébként indokolatlan lenne a teljes metszet rajzolása. Kitörést tehát egy nézeten belül készítünk.



3.37 ábra



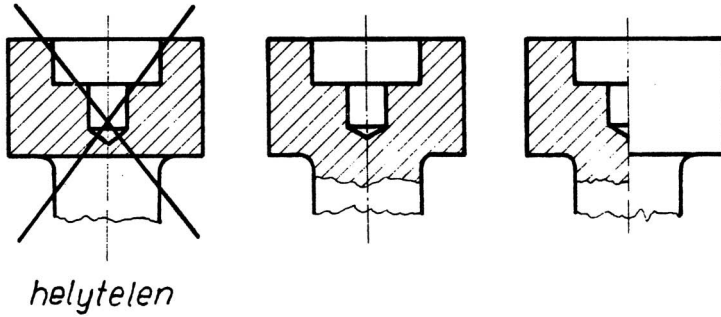
3.38 ábra



3.39 ábra

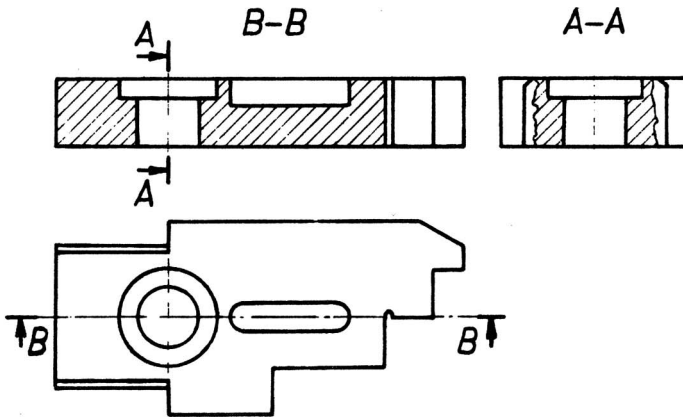


A 3.39 ábrán a tengelyben levő két furatot így mutatjuk meg. A kitörés határa csak szabadkézi vonal vagy szimmetriatengely lehet (látható él nem), mint ahogy ezt a 3.40 ábra képei mutatják. Kitörésnél a metszősík nyomvonalát - amennyiben egyértelműen azonosítható - nem rajzoljuk meg, és feliratot sem készítünk.



3.40 ábra

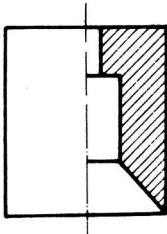
Ha a metszősík az alkatrész valamelyik határolósíkjával egybeesik, csak töréssel határolt részmetset alkalmazható a 3.41 ábra A jelű metszete szerint, kivéve, ha a tárgy metszősikkal egybeeső felületét a szelvénytől mélyedés különíti el (B metszet).



3.41 ábra

### Félnézet-félmetszet

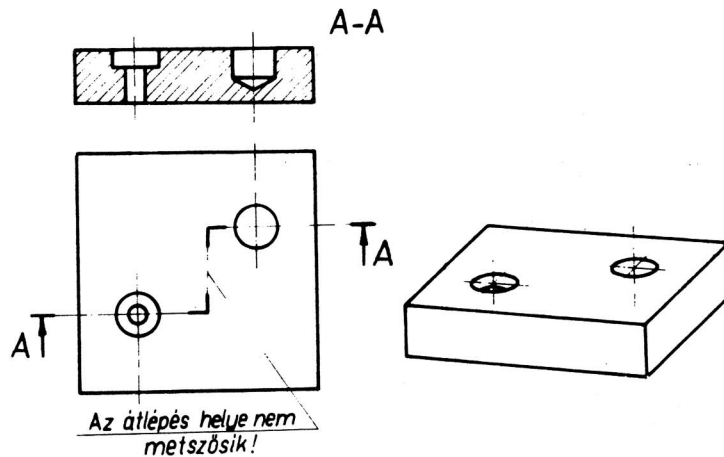
Szimmetrikus test azonos irányból nyert átellenes félnézete és félmetszete összevonható egy képben. A 3.42 ábrán a 3.33 ábrán adott teljes metszet helyett a testről félnézet-félmetszetet rajzoltunk. Ekkor a szimmetriatengely a nézet és a metszet elválasztó vonala. A nézet és a metszet határára itt sem kerülhet látható él képe. Ezt elkerülendő ilyenkor a nézetet a metszeti képfél felé kissé tovább kell rajzolni, és szabadkézi törést kell alkalmazni. A fentiekben tárgyalt metszetekhez egy metszősík alkalmazásával jutottunk. Ezeket egyszerű metszeteknek nevezzük.



3.42 ábra

### Összetett metszetek

Lépcsős metszet két vagy több párhuzamos metszősíkkal készített részmetszetből összetett metszet (3.43 ábra). Itt a tárgy furatai két párhuzamos metszősíkot igényelnek. A néző felőli rész eltávolításához az egyik metszősíkról a másikra az átlépés eltörési felületét a metszet vetítési irányába eső síknak vesszük és pont vonallal jelöljük, de fontos hangsúlyozni, hogy ez nem metszősík!



3.43 ábra

A kapott lépcsős metszetenél ez az átlépési hely, vagyis a jobb és bal részmetszet határa szabadkézi vonallal bejelölhető a lépcsőzetnek a kb. -i helyénél, (de el is hagyható). Így a lépcsős metszet részmetszetek összegeként értelmezhető. A metszősíkok végeit és a lépcsőzés sarkait vastag vonallal kell kiemelni. Az összejelölés nyilai és felirataik azonosak

az egyszerű metszetével. Nyilat csak a metszeten kívüli nyomvonal végekre rajzolunk. Ha a rajz áttekinthetősége megköveteli, a töréspontokra is felírható a metszet betűjele.

### Befordított metszet

Ez két vagy több egymáshoz szögben csatlakozó metszősiku részmetsetből összetett metszet (3.44 ábra). Itt a metszet egyik részét nem a vevitési irány szerinti helyére rajzoltuk, hanem befordítottuk a másik metszősík síkjába (itt a függőleges síkba). Ezzel egyszerűsödött a metszetrajzolás.

A befordított metszet nem tévesztendő össze az elfordított metszettel, ami az elfordított nézet analógja.

Befordított metszetnél a metszősíkok mögötti részek egyszerűsítve ábrázolhatók. A példánkban az ékhorony (lásd később) alsó felét a befordítás tengelyére nézve a felső oldalával szimmetrikusan ábrázoltuk.

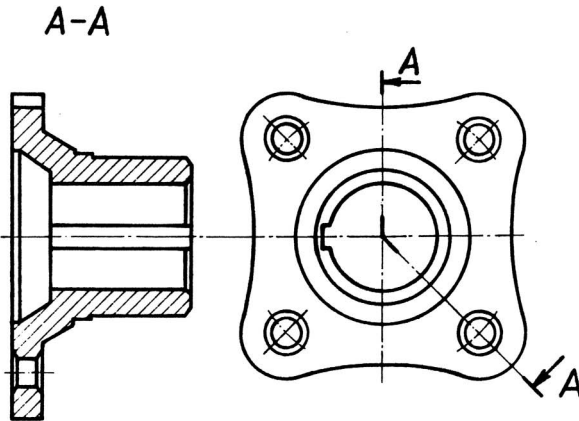
A befordított metszet egyik speciális használatát a tartályok palástján levő csőcsonkok elhelyezkedésének megadásánál találjuk. A 3.45 ábra függőleges tengelyű hengeres tartályt ábrázol.

Előlnézet helyett meridiánmetszetet rajzoltunk, és ennek síkjába forgattuk be az összes csőcsonkot. Így ezek magassági elhelyezkedését e metszet adja. A felülnézetből pedig egyértelműen kiderül a csonkok tényleges tengelyiránya.

Az alakhi felülnézet és a metszet közötti azonosítást a csonkok  $C_1$ ,  $C_2$  betűjelei (vagy A csonk, B csonk feliratai) biztosítják. A  $C_6$  csonkot már csak külön lehetett elhelyezni (persze a tényleges magasságban).

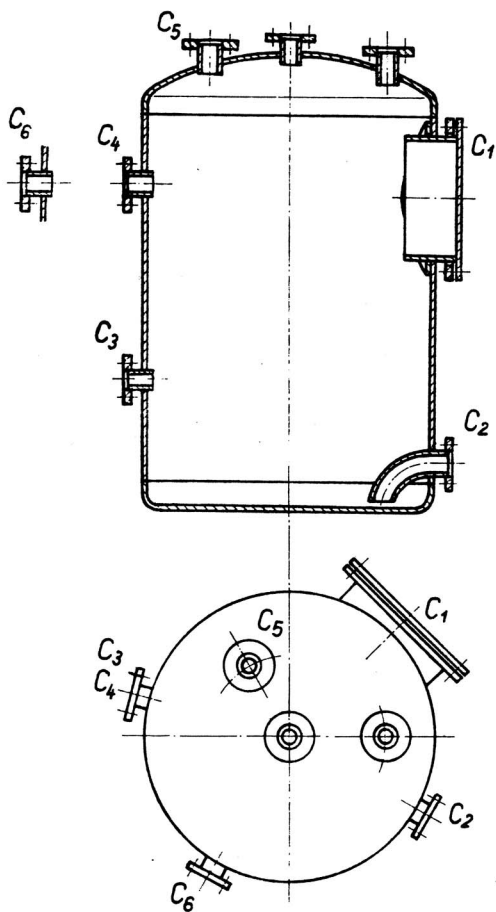
### Befordított lépcsős metszet

Ez a lépcsős és a befordított metszet kombinációja a 3.46 ábra szerint. A metszősíkok egy egyenesben metsződnek, és az átlépés helyei kon-



3.44 ábra

centrikus hengerfelületek, melyeknek a metszősík közös egyenese a tengelyük.



3.45 ábra

## Speciális metszetek

Ezeknél a metszősik helyett egyéb metszőfelületeket használunk (henger, forgástest). Így van:

### Kiterített metszet

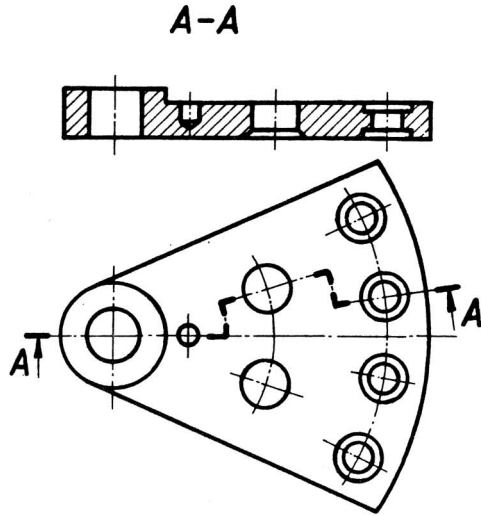
A 3.47 ábrán a görbült alkatrész jellegzetes belső részeit hengerrel készített metszeten tudjuk megmutatni. A kapott kép kis rész-metszetek összegeként fogható fel kiterített helyzetben. Jelölései az ábra szerintiek.

Torz metszetről beszélünk, ha a megrajzolt szelvény a metsző felület által elvágott felülettel nem azonos hanem annak vetülete. Ez esetben a metszőfelület nem merőleges a vetítési irányra. A torz metszet nyomvonalát általában nem rajzoljuk meg, és feliratot sem alkalmazunk. A torz metszet nem rajzolható tetszőleges helyre, mert a megrajzolt másik vetülettel csak néhány részlet azonosítható.

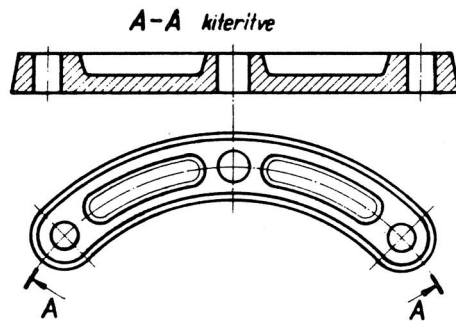
Készíthető úgy is torz metszet, hogy az alkatrészből csak azt a tetszőleges alakú részt képzeljük eltávolítva, mely belső részeket takar. Ezt alkalmazzuk a centrifugálszivattyúk járókerékének tengelyirányú metszete készítésénél (3.48. ábra). A nyilak a meridiánmetszetenél a járókerék lapátjai jelölését magyarázzák.

### Metszetrajzolás alkalmazási szabályai

A metszet alapvetően az üreges testek ábrázolási eljárása. Ezért nem szabad metszetben ábrázolni tömör forgástesteket (pl. tengely), tömör egyszerű alkatrészeket (pl. retesz), valamint nagy kiterjedésű tömör testeket (pl. lemez) és testrészeket (pl. küllő, borda, fogak) nagy kiterjedésük irányában. Ezeket még akkor is nézetben rajzoljuk, ha a test más részei megmutatása miatt a metszősik ilyen értelemben halad rajtuk keresztül.

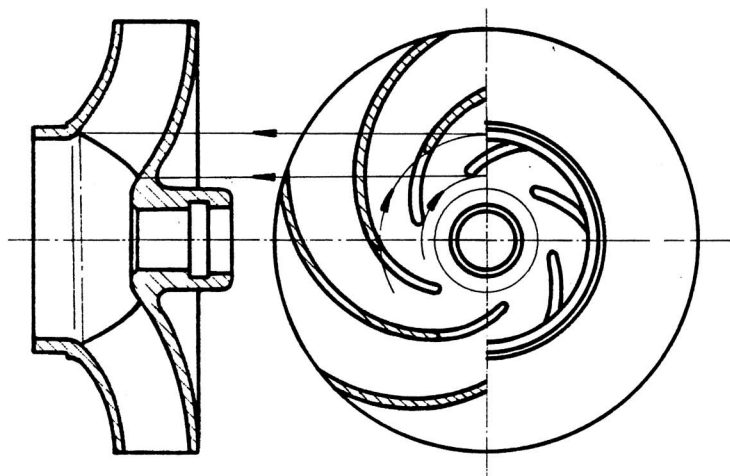


3.46 ábra



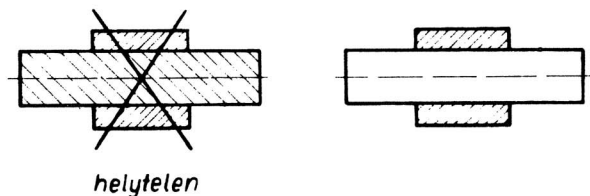
3.47 ábra

E szabály nem vonatkozik a nagy kiterjedésre merőleges metszésre, mert a fentiek pl. tengelyek, küllők keresztben szabályosan metszhetők.

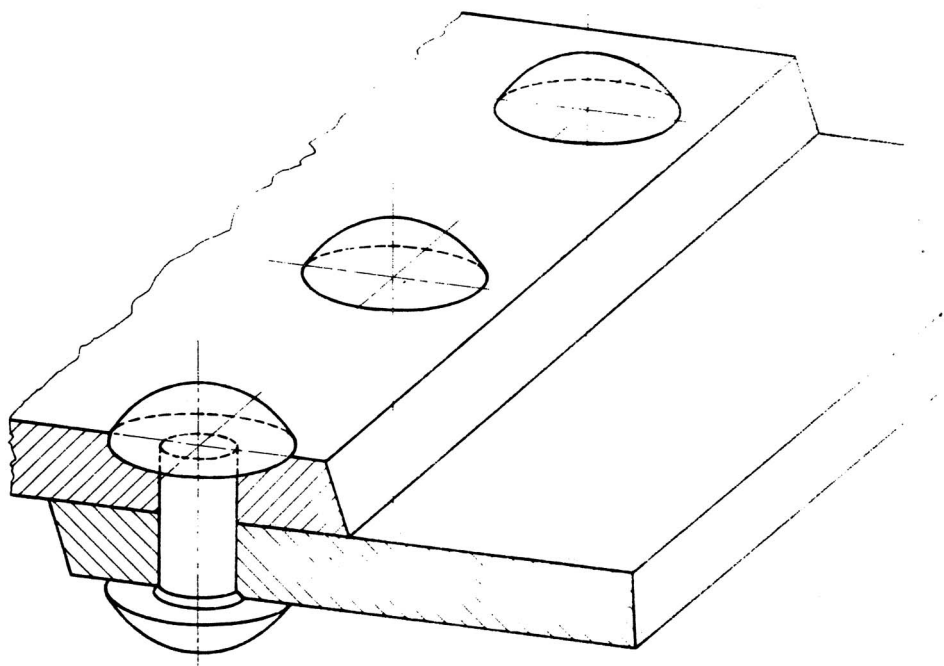


3.48 ábra

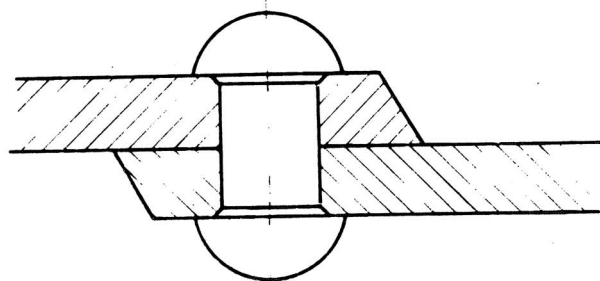
Ezekre példákat a 3.39., 3.49., 3.50 és 3.51 ábrákon látunk. A 3.39 ábrán csak a furatok környékét törtük ki. A 3.49 ábrán egy tengelyre ráhuzott gyűrűnél csak a gyűrűt metsztük el. A 3.51 ábrán egy un. átlapolt szegecskötés metszetét rajzoltuk meg, melyet a 3.50 ábrán axonometrikus képen is bemutatunk. A tömör forgástest alaku szegecszet nézetben ábrázoltuk. A 3.52 ábra egy küllős szijtárcsát mutat. Metszetén szelvényként csak a forgástest koszorut és az agyrészt rajzoltuk meg, míg a tömör küllőt nézetben ábrázoltuk (bár a metszősík keresztülment rajta). Amennyiben ezt is metszetben tüntettük volna fel, úgy a vetület tömör (küllő nélküli) szijtárcsa benyomását keltené. A küllő keresztmetszetének az alakját a később ismertető szabály szerint befordított szelvényen mutattuk meg.



3.49 ábra

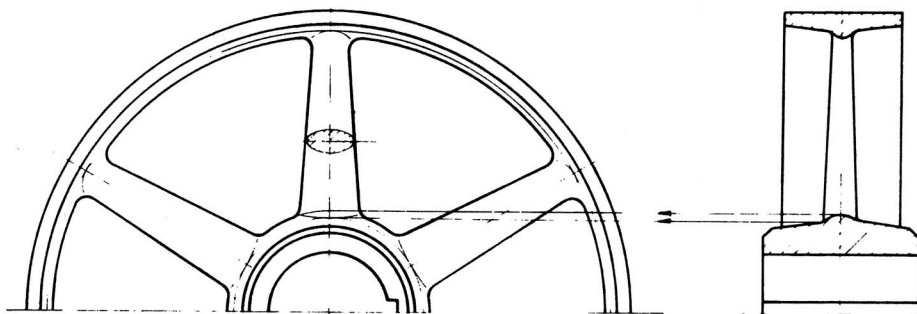


3.50 ábra

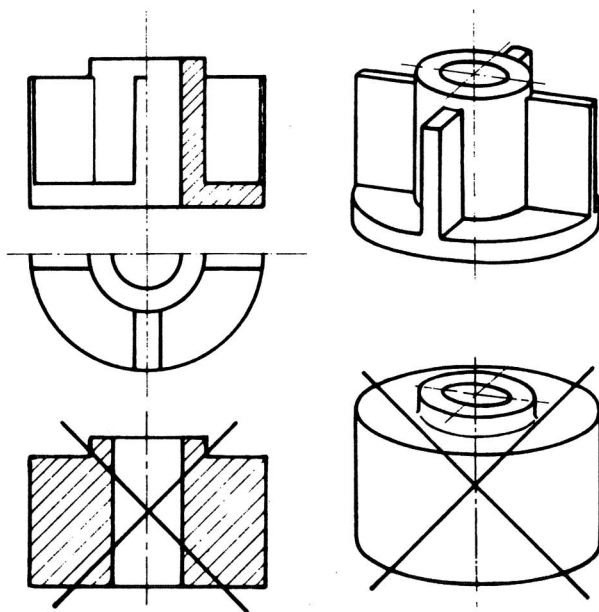


3.51 ábra

A 3.53 ábrán a metszeti oldalon a bordát nézetben rajzoltuk, míg a többi részt - ami forgástest - szabályosan metszetben ábrázoltuk. A bordát is metszetben mutató kép téves alak érzetét adná.



3. 52 ábra



3. 53 ábra

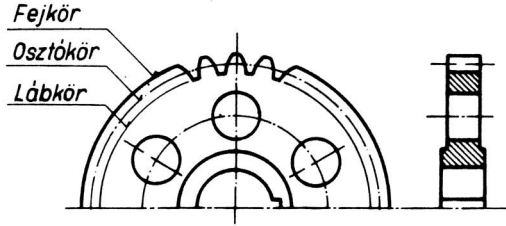
A 3.54 ábrán megrajzolt fogaskeréknél a fogat ábrázoltuk e fenti szabály szerint. Itt az is látható, hogy a "lábhengernek" megfelelő kört az un. lábkört vékony, az un. osztókört pontvonallal, míg a "fejkört" a ki nem



rajzolt fogaknál vastag vonallal rajzoljuk. (E szabály előírásait az MSZ 9/1,2 és MSZ 549 szabvány tartalmazza).

Szelvény rajzolása

Sok esetben metszet helyett csak a szelvényt rajzoljuk meg (mint ahogy a nézeti ábrázolásnál a kiemelt vonal nem teljes nézetnek, úgy a szelvény nem teljes metszetnek tekinthető).

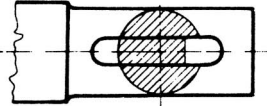


3.54 ábra

Rajzolására akkor kerül sor, ha pl. tömör testek keresztmetszete alakját a nézetek nem mutatják, vagy ha a metszősík mögötti részek semmit sem mondanak, esetleg zavaróak. Ilyenkor csak az átvágott felületet rajzoljuk meg. A szelvény megrajzolható a csatlakozó másik képen belül vagy e vetületen kívül. Az előbbit a gyakorlat befordított, vagy beforgatott szelvénynek nevezi.

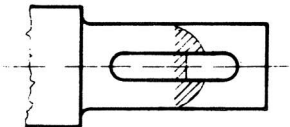
Beforgatott szelvény

A nézetre rajzoljuk a beforgatás helyén. A szelvény határvonala ez esetben vékony folytonos vonal. A 3.55 ábrán egy un. ékhoronnyal ellátott tengelyvég keresztmetszetét beforgatott szelvényvel mutattuk meg. Esetünkben - a horony mélységének megadásához - elegendő részszelvény alkalmazása is (3.56 ábra). Ezt akkor rajzoljuk, ha a szelvény egy része semmitmondó.

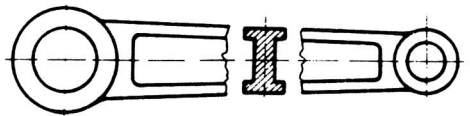


3.55 ábra

Ha a szelvény rajzát a nézet zavarja, a nézetet töréssel megszakítjuk. Ez esetben a szelvényt vastag vonallal határoljuk (3.57 ábra).

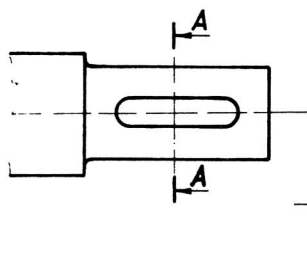


3.56 ábra

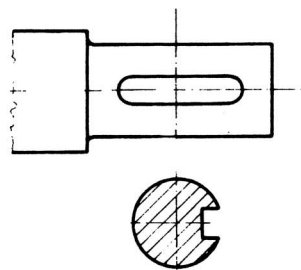


3.57 ábra

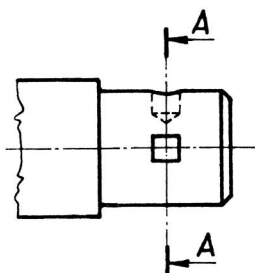
Vetületen kívül elhelyezett szelvényt mindig vastag képhatárvonallal rajzoljuk. Összejelölési szabályai a metszetével megegyeznek (3.58 ábra).



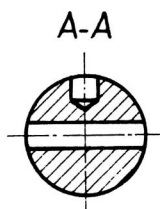
3.58 ábra



3.59 ábra



3.60 ábra



Ha a szelvényt a vetületen levő helyével középvonal köti össze, feliratot nem alkalmazunk (3.59 ábra). Ha egy testnél több ilyen szelvénymegadás is van, a szelvényeket azonos irányba kell beforgatni. A szelvénynek mint nem teljes metszetnek a magyarázatából következik az, hogy ha a szelvény részekre esne szét (3.60 ábra), úgy ezeket a metszet né-

hány vonalával ki kell egészíteni (melyek pedig nem tartoznak szorosan a szelvény fogalmához), hogy a kép összefüggő legyen.

### A szelvényvonalkázás szabályai

A szelvény anyagfajtától független jelölése az azonos osztásközü vonalzat, amelyre az alábbiak érvényesek:

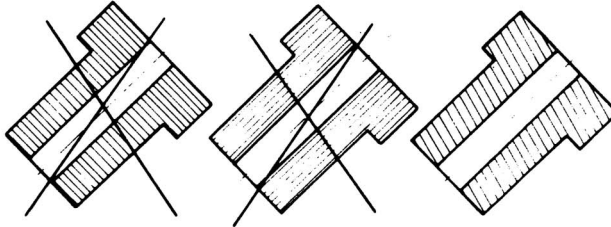
a) Dőlésszöge általában  $45^\circ$ . Kivétel, ha el akarjuk kerülni a szelvény határvonalai és a vonalzat irányának zavaró párhuzamosságát. Lásd a 3.61 ábra jó és rossz példáját.

b) Azonos alkatrész minden szelvényének vonalzata azonos dőlésszögű és sűrűségű.

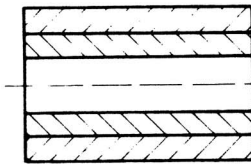
c) Csatlakozó alkatrészeket különböző irányu vagy osztásközü vonalzattal lehet megkülönböztetni (3.62 ábra).

d) A vonalzat osztása 2-10 mm lehet.

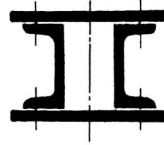
e) A 2 mm-nél vékonyabb szelvényt befeketítjük. Ez esetben a különböző alkatrészeket kis hézag választja el (3.63 ábra).



3.61 ábra

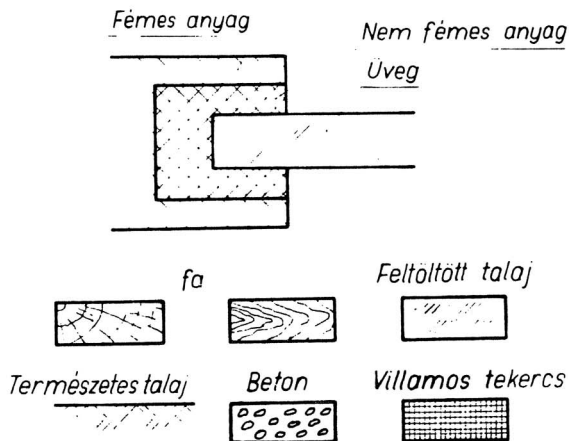


3.62 ábra



3.63 ábra

f) Összeállítási rajzokon - ha félreértést nem okoz - egy tételként kezelt, pl. összehegészített alkatrészek külön darabjait nem szükséges feltüntetni (különböző irányú vonalzattal megkülönböztetni), hanem egy darabból levőnek rajzolhatjuk.



3.64 ábra

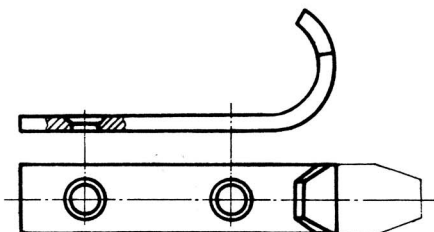
### Szelvény anyagtól függő jelölése

Néhány gyakoribb esetet a 3.64 ábra mutat.

### 3.3 Vetületi ábrázolás speciális szabályai

#### Gyártás közbeni alak megadása

Ha egy alkatrész kiindulási, közbenső gyártási alakját akarjuk megmutatni, úgy ezt vékony folytonos vonallal rajzoljuk, mely a 3.65 ábra szerint csatlakozik az egyik vetülethez. Lemez kiterített rajzán a hajlítási élek helye is feltüntethető vékony pontvonallal.

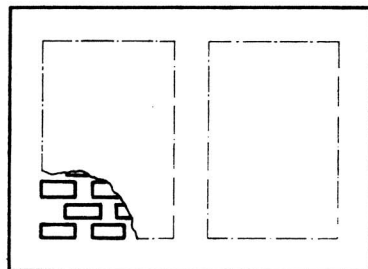


3.65 ábra

#### Ismétlődő mintázat rajzolása

Egy alkatrésznél szabályosan ismétlődő mintázatot nem szükséges

teljesen kirajzolni. Csak az ismétlődés törvényszerűségét megadó terjedelemben ábrázoljuk, míg a mintázat kiterjedésének határvonalát vékony pontvonallal jelöljük (3.66 ábra). Képkonturnál még ezt sem kell feltüntetni.

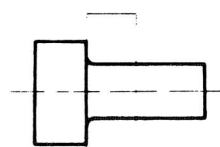


3.66 ábra

#### Csatlakozó alkatrészek rajza

A rajz tárgyához nem tartozó, de ahhoz csatlakozó szerkezeti rész megraj-

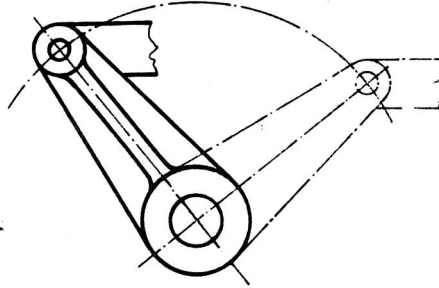
zolásához vékony folytonos vonalat használunk (pl. munkadarabrajzoknál). E csatlakozó alkatrészeket mindig átlátszónak képzeljük (3.67 ábra). Ha metszetben ábrázoljuk, szelvényét sraffozni kell.



3.67 ábra

### Mozgó alkatrészek szélső helyzetének megadása

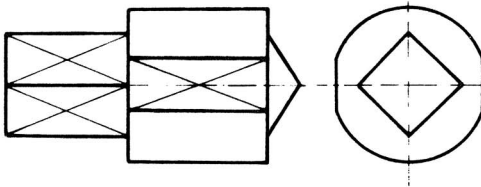
A szélső helyzeteket vékony pontvonallal rajzolt körvonallal jelöljük. A ténylegesen mozgó részeket - már csak a kevesebb rajzmunka miatt is - érdemes az egyik szélső helyzetben ábrázolni, mint azt a 3.68 ábrán levő példánál is tettük.



3.68 ábra

### Síkra figyelmeztető átló rajzolása

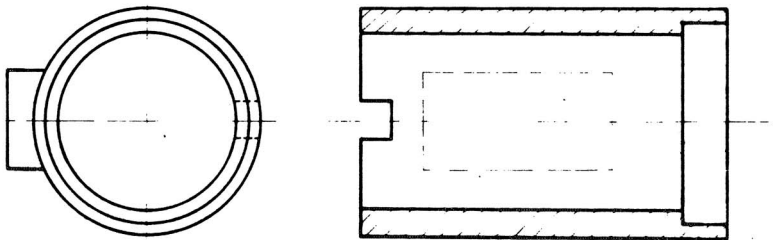
Túlnyomórészt forgásfelületekkel határolt alkatrészen elvétve előforduló sík felületeknél - a figyelemfelhívás érdekében - vékony folytonos egyenesekkel berajzolhatjuk a sík átlóit (3.69 ábra).



3.69 ábra

### Metszősík előtti részlet megadása

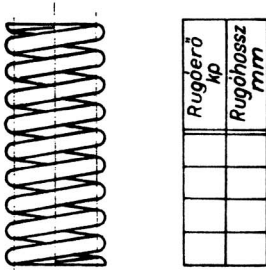
Akkor alkalmazzuk, ha e részlet egyszerű, és ilyen megadásnál további vetület készítése megtakarítható. Vékony pont-vonallal ábrázoljuk, a 3.70 ábra szerint.



3.70 ábra

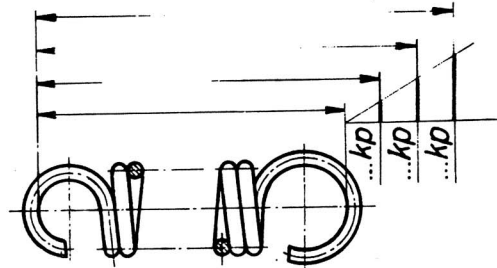
## Rugó ábrázolása

Szabályait, egyszerűsítéseit az MSZ 531/1,2 tartalmazza, műhelyrajzára az MSZ 7840 vonatkozik.



Működő menetszám  $n_m$ :  
 Összes menetszám  $n_0$ :  
 Kiegyenesített hossz:  $\approx$

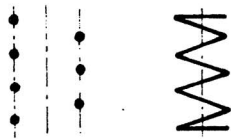
3.71 ábra



Működő menetszám  $n_m$ :  
 Kiegyenesített hossz:  $\approx$  .....

3.72 ábra

A leggyakoribb a húzó és a nyomó csavarrugó, melyeket terheletlen állapotban, egyszerűsített (egyenes) képkontúrokkal rajzolunk nézetben és metszetben egyaránt (3.71 és 3.72 ábra). A csavarodás irányát be kell tartani, de hosszú rugóknál elég a két végén néhány



3.73 ábra

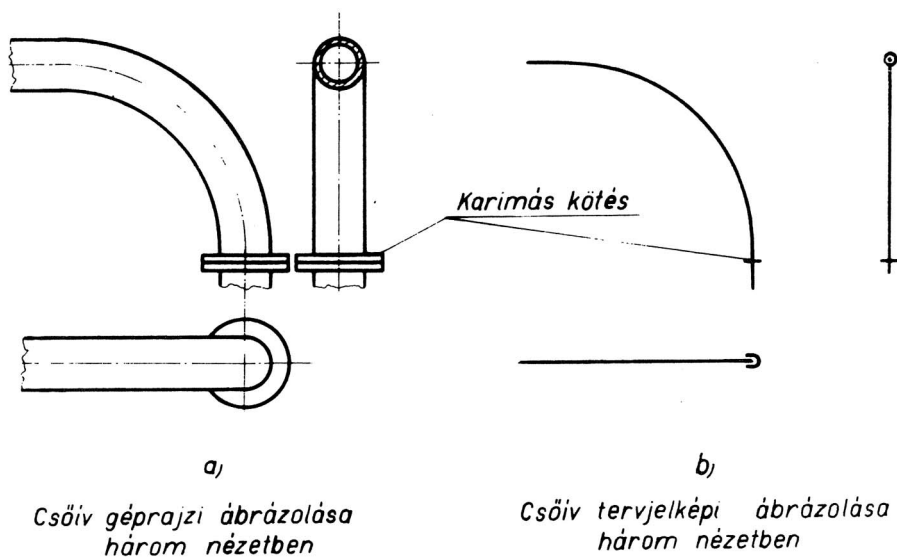
menetet ábrázolni, mint ezt a 3.72 ábrán rajzolt húzórugónál tettük. Vékony huzalból készült rugót jelképesen, feketített szelvényével, nézetben pedig egy vonallal rajzoljuk (3.73 ábra).

A rugó műhelyrajzánál a mérethálózaton kívül egyéb adatokat is megadunk. A táblázatba foglalt összetartozó rugóerő és rugóhossz értékek a rugóhossz függvényében a rajz mellett feltüntetett diagramban is ábrázolhatók.

## Csövek, csőszerelvények jelképes megadása (MSZ 84, 2950)

Ez az egyszerűsített ábrázolás nem a szokványos gépészeti rajzok rajzolási módszere. Ott használják, ahol kis méretarányú (rendszerint építetrajzokon ábrázolt) technológiai betelepítési-, csőelrendezési- stb. tervek-nél a sok cső, csőcsatlakozás, csőszerelvény tényleges ábrázolása lehetetlen. Ezért ezeket jelképesen úgy rajzolják meg, hogy a csöveket tengely-

vonalukban egy vonallal, az abba beépített elemeket és beépítési módjaikat pedig szerkezeti mérettől független szimbólumokkal ábrázolják (3.74 ábra és 3. I. táblázat).



3.74 ábra

A csőelrendezési rajzokon szinjelzéssel lehet a csövekben áramló közeget feltüntetni. Ugyanezért az üzemekben is színesre festik a csöveket (teljesen vagy helyenként alkalmazott csikozással). Az MSZ 2980 szerint a használandó alapszinjelek: a gőz piros, a víz zöld, a levegő kék, a gáz citromsárga, a sav narancssárga, a lug lila, az olaj barna, a vacuum szürke jelzésű. Részletesebb jelöléshez kombinált színes sávok használatosak.

3. I. táblázat

Csövek és csőszerelvények fontosabb tervjelképi jelölései MSz 2050					
Általános	Egyenes cső				
	Csőkönyök (képsíkkal párhuzamos)				
	Nézetirányba forduló cső				
	Nézetiránnyal szembe forduló cső				
	Szigetelt csőszakasz				
	Csőtámasz				
	Csőrögztetés				
Kötések	Hegesztett kötés				
	Karimás kötés				
	Menetes kötés				
	Takos kötés				
	Csavartakos kötés				
Csőszerelvények (armatúrák)	Szelep		Karimával	Anyamenettel	
	Csap				
	Tolózár				
	Sarok szelep				
	Visszacsapó szelep				
	Biztonsági szelep súlyterheléssel				
	Biztonsági szelep rugóterheléssel				
	Nyomáscsökkentő szelep (reduktor)				
	Szelep membrán vezérléssel				
	Háromjáratú csap				
	Csapadékvíz leeresztő (kondenzedény)				
	Nyomásmérő				
	Hőmérő				



## 4. A méretmegadás szabályai (MSZ 11)

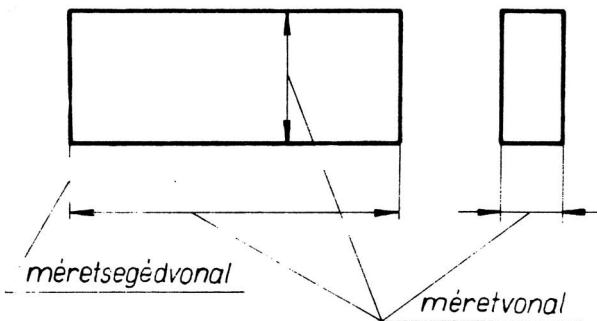
Az alkatrész elkészítéséhez (annak elképzelése mellett) minden méretének ismerete szükséges. Természetes méretarányban készített egyes vetületekben a test részei valóságos méretükben láthatók. A képről azonban önmagában soha nem vehetjük le a méretet, hiszen a rajzolás során pontatlanságok adódnak (pl. a vastag vonalak használatából is), melyek általában nagyobbak, mint amilyen pontosan a testet el kell készíteni. Ezért a test minden méretének a tényleges nagyságát méretszámmal, a hovatartozását pedig méretvonallal adjuk meg. A test beméretezése (kótázása) hiánytalan és egyértelmű kell legyen, mely értékek az elkészítés utáni állapotra vonatkoznak.

### Méretvonalak elhelyezési szabályai

A méretmegadás elnevezéseit a 4.1 ábrán tüntettük fel, ahol egy téglatest méreteit megjelöltük (egyenlőre nem írtuk be a méretszámokat).

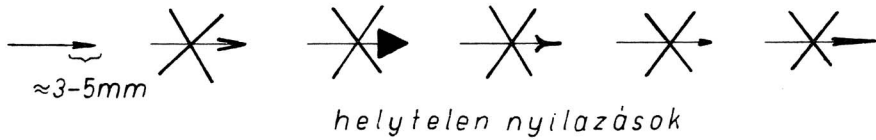
A méretvonalak vékony folytonos vonalak. Ezeket mindig a rövidülés nélkül látott helyhez rajzoljuk. A jelölt méretszakaszt a végeire helyezett nyíl tünteti fel. A méretvonal határait jelentő két nyíl hegye él képéhez, képkontúr-, közép-, vagy az ún. méretsegédvonalhoz mutat. Szaggatott vonalhoz általában nem kótázunk.

A tárgy magassági méretét az előlnézeten belül, a szélességét kívül adtuk meg. Ekkor a méretvonal a méretsegédvonalak közé kerül. Oldalnézeten a vastagságot hasonlóan kótáztuk, de mivel a nyilak belül nem férnek el, kívülről mutatnak a méretsegédvonalra.



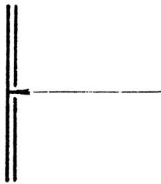
4.1 ábra

A nyilhegy hossza általában 3-5 mm, szárai kb. 150°-ot zárnak be egymással. Alakja helytelenül és helyesen a 4.2 ábrán látható.



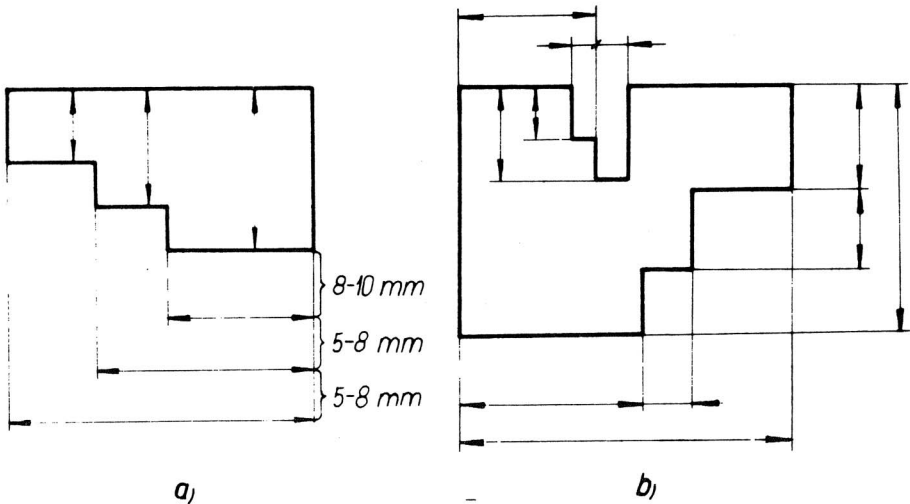
4.2 ábra

Egy rajzon belül azonos nyilhosszakat használunk. Fontos, hogy a nyilakat nem metszheti vastag vonal, mert ez a hovátartozóságot zavarná. Ekkor a keresztező vonalat megszakítjuk (4.3 ábra).



4.3 ábra

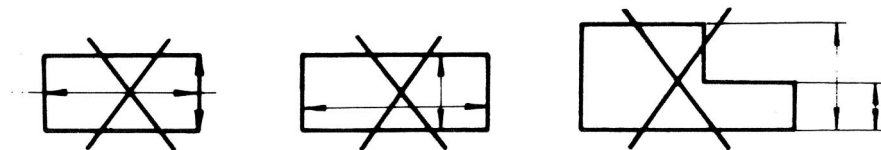
Lépcsőzetes méreteknél a mérethálózat felépítése két példáját a 4.4 ábra mutatja. A bal oldali ábrán a méretek egy-egy felülettől kiindulók mindkét kiterjedés irányában. A jobb oldali rajzon a méretek egymáshoz is csatlakoznak. Két további gyakorlati esetet is találunk: alul a kis méret miatt a középső méretszakasznak a nyila egyben a helyét megadó méret ide mutató nyila is, felül pedig az látható, hogy ha kis méretszakaszok kapcsolódnak, a nyíl ferde vonallal helyettesítendő.



4.4 ábra

A méretvonalakat mindig úgy helyezzük el, hogy méretvonalakat és méretsegédvonalakat ne keresztezzenek (kivétel a koncentrikus körök átmérő megadásánál van).

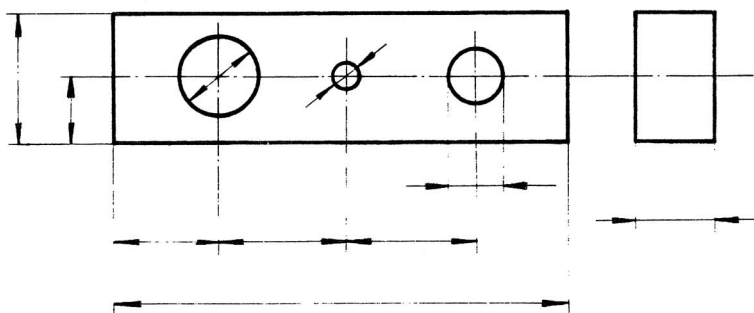
Méretvonalként nem szabad felhasználni: méretsegédvonalat, közép-vonalat, él képét és képkonturvonalat. Ezek folytatása sem lehet méretvonal. Néhány helytelen méretezési példa látható a 4.5 ábrán.



4.5 ábra

### Kör méretvonalának elhelyezése

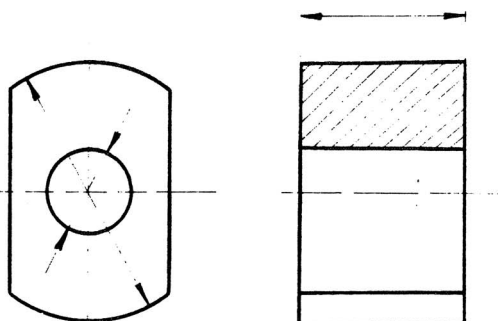
Kört pontosabban hengert, akár furat, akár csap (ez utóbbi a tömör hengeres alkatrészek gyakorlatban használt gyűjtőneve) az átmérőjével adjuk meg, melynek méretvonalja vagy keresztülmege a középponton, vagy kívül a méretsegédvonalak közé kerül, a 4.6 ábra szerint.



4.6 ábra

A példán azt is láthatjuk, hogy a furatok elhelyezkedését mindig a tengelyeik helye megadásával írjuk elő. Ezt ugyanis a furás előtt bejelölik a testre és a csatlakozási okok is ezt indokolják.

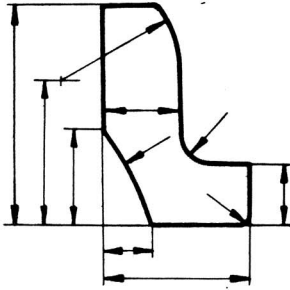
A 4.7 ábra azt mutatja, hogy koncentrikus körök-nél a méretvonalak keresztezik egymást.



4.7 ábra

### Sugár méretvonalának elhelyezése

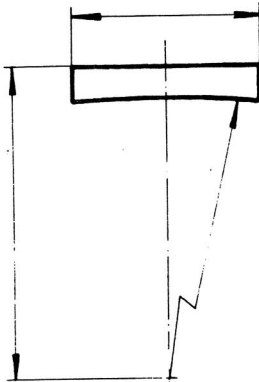
Ha a rajzon körív szerepel, úgy a sugarát írjuk elő. Méretvonal sugárirányu, és csak az ívnél van rajta nyíl. Ha a középpont helyzete metsződő vonalakkal meg van adva, a méretvonal innen indul.



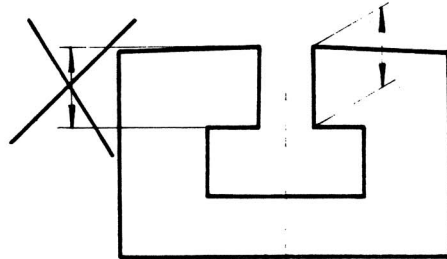
4.8 ábra

Ha ez egyebekből kiadódik, a sugarat tetszőleges hosszban rajzoljuk (4.8 ábra) Ha a középpont nagy távolságban van, de helyzetét meg kell adni, úgy ez csak a helymeghatározó méretei torzításával lehetséges. Ez esetben a sugárt jelölő méretvonal ívhez csatlakozó részét helyes irányba rajzoljuk, de utána "kétszer tört" jelöléssel húzzuk a szándékosan közelebb rajzolt középponthoz (4.9 ábra).

Ferde méretsegédvonal alkalmazása akkor indokolt, ha ezzel a méretszakasz helye világosabban megmutatható. A megadott hossz, a méretvonal és a méretsegédvonalak ez esetben is paralelogrammát alkotnak (4.10 ábra). Bal oldalon áthuzva azt mutattuk meg, hogy a méretet így megadva a felső képhatárvonallal a méretsegédvonal csaknem egybeesik, ami a példánál értelemzavaró lehet.

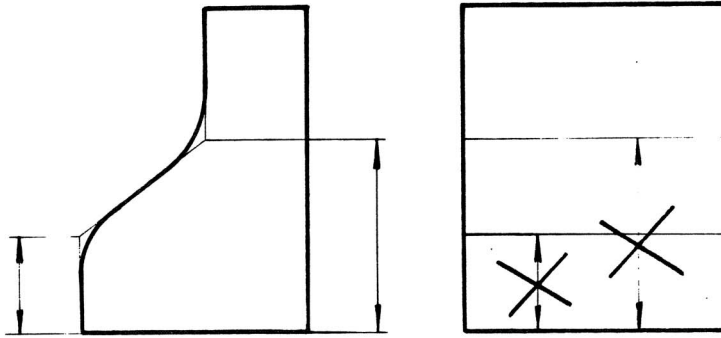


4.9 ábra



4.10 ábra

Ha lekerekített élek miatt nem határozott a felületek metszészvonala, úgy a beméretezéshez ezeket vékony vonallal kiegészítjük és ezekhez kötözünk, nem pedig a megfelelő tagolóvonalakhoz (4.11 ábra).

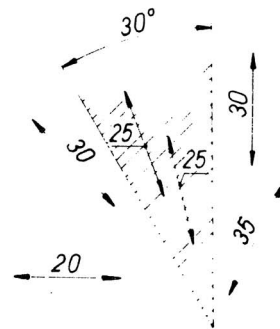


4.11 ábra

### Méretszámok elhelyezési szabályai

A méretvonalakkal megmutatott méretszakaszokhoz méretszámokkal írjuk be a valódi nagyságot (mely mindig kész méret) függetlenül a rajz méretarányától és a rajz pontosságától. Géprajzokon a méretszámokat mm-ben adjuk meg (ezért e mértékegységet külön nem kell feltüntetni, csak szöveges feliratoknál). A mm-től eltérő mértékegységeket azonban a méretszám mögött meg kell adni (pl. 30°; 1/2").

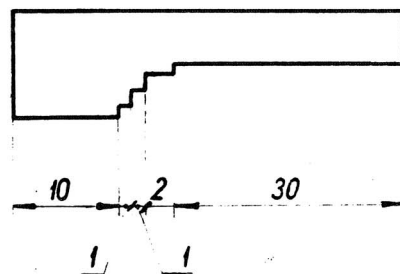
A méreteket 3,5 mm magas számokkal, általában középre, a méretvonal fölé (kb. 1 mm-re) írjuk. Ez a felírás a rajz olvasási helyzete szerint értendő (ami alulról és jobbról van), vagyis függőleges méretvonalaknál a jobbról olvasási helyzetből adódik a szám elhelyezése (4.12 ábra). A méretszámok egységes (dőlt írás szerinti) használata különösen fontos a félreérthetetlen méretmegadáshoz. Ferde méretvonalak közül azokra, melyek a függőleges iránytól balra 30°-on belül dőlnek, a méretszámot vízszintes mutatóvonalra írjuk. Ugyanezt tesszük kis hely esetén is (4.13 ábra).



4.12 ábra

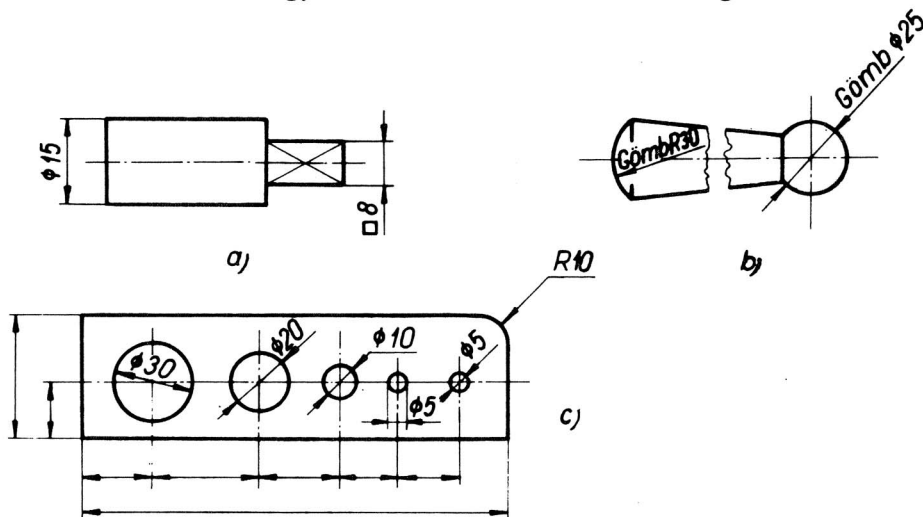
### Méretszámok előtt szereplő jelek

Ha a megadott méretszám kör- (forg. felület) átmérőre vonatkozik, akkor közvetlenül elébe írjuk a φ átmérő jelet.



4.13 ábra

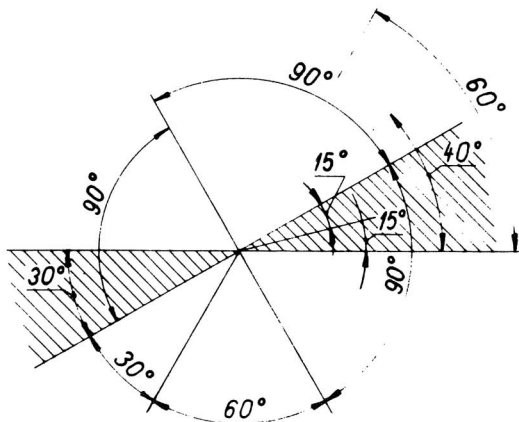
Sugárnál R betű, négyzetnél □ jel előzi meg a méretszámot. Az utóbinál a méretszám a négyzet szemben levő oldalai távolságára vonatkozik.



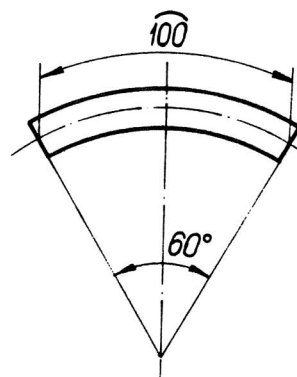
4. 14 ábra

Gömfelületnél a Gömb φ vagy Gömb R felirat kerül a méretszám elé. E jeleket nem szabad soha elhagyni, és nem választhatja el rajzvonal a méretszámtól. Fenti eseteinkre példákat a 4. 14 ábra a) b) és c) rajzain látunk. Ugyanitt láthatunk arra is példát, hogy a sugár és átmérő méretszáma felírásához megengedett a méretvonal vége vízszintesen fordítása. Az φ jel használatával válik teljessé az a szabály, hogy forgástestről elegendő egy képet rajzolni. A □ jellel is vetület takarítható meg.

Használunk egyéb jeleket is a méretszámok előtt, pl. a csavarmenetek szabványos megadásánál, amit az 5. 2. 5 fejezetben részletezünk.



4. 15 ábra



4. 16 ábra

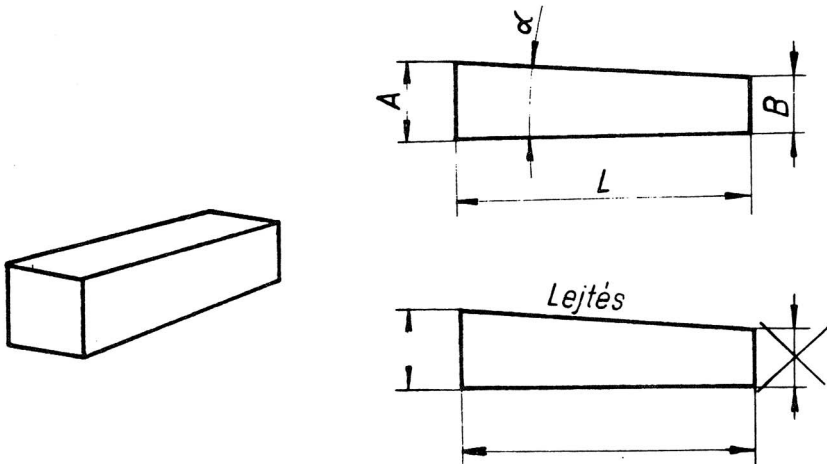
### Szög és ív megadása

A szög megadását, valamint a mérekszámait elhelyezését a 4.15 ábra mutatja.

A 4.16 ábrán egy tóruszdarabot (meghajlított hengert) ábrázoltunk. Az ív méretvonalra körív. Hosszának (a henger eredeti hossza) valamint a meghajlítás szögének a megadását a rajzon láthatjuk. Az ív fölötti  $\ominus$  jel nem hagyható el.

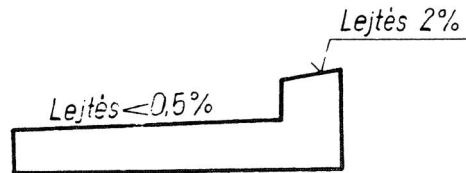
### Lejtés és kuposság megadása

Lejtés megadást egymáshoz kis szögben ( $\alpha$ ) hajló síkknál használunk, mely nem más, mint a két sík hajlásszögének a tangense a 4.17 ábra rint. A lejtést %-ban fejezzük ki, ami  $\frac{A - B}{L} \cdot 100$  értékű.



4.17 ábra

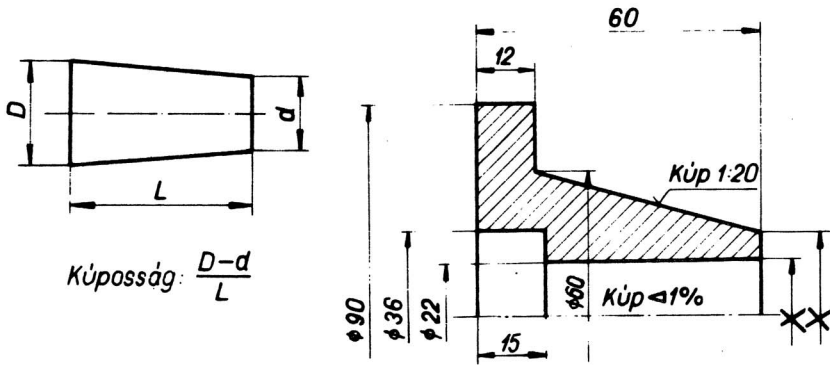
Felírása a síkra kerül, vagy ha nem fér el, akkor mutatóvonalra (4.18 ábra). Ha a lejtésirány nem látható, ezt a < jellel mutatjuk meg. A lejtés viszonyítási alapsíkja szimmetriasík is lehet.



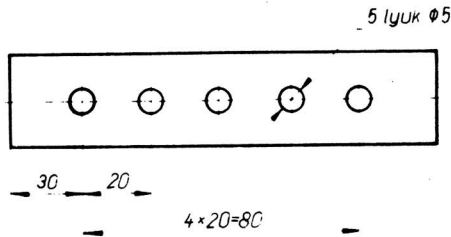
4.18 ábra

Kuposság a forgáskup felületű test két átmérőjének a különbsége, az átmérők közötti távolsághoz viszonyítva. A rajzon ezt vagy %-ban vagy

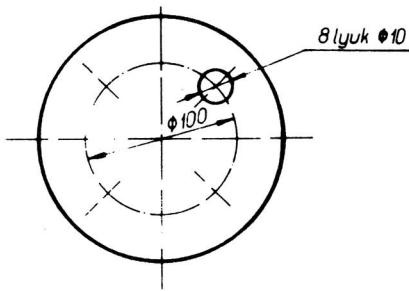
1 : x aránnyal adjuk meg "Kúp" felirat után, a 4.19 ábra szerint. A felírás a kúp tengelyére vagy mutatóvonalon a palástra kerül. A mutatóvonal a tengelyre merőleges is lehet. Kúposág vagy a lejtés megadása 100% feletti értékekre nem használható. Ekkor csak a szög ill. a hossz méreteket írjuk elő.



4.19 ábra



4.20 ábra



4.21 ábra

### Egyszerűsített méretmegadások

Ismétlődő osztások megadása a 4.20 ábrán látható. (Méreteket csak a magyarázott megadáshoz irtunk.) Megadjuk az osztások száma x osztás = = összhossz értéket, valamint az osztást külön is. Az azonos furatokat felirattal irtuk elő. Lyukkör furatainál is elég ilyen megadást alkalmazni, ha elhelyezésük nincs kötve egyéb elemekhez (4.21 és 4.22 ábrák).



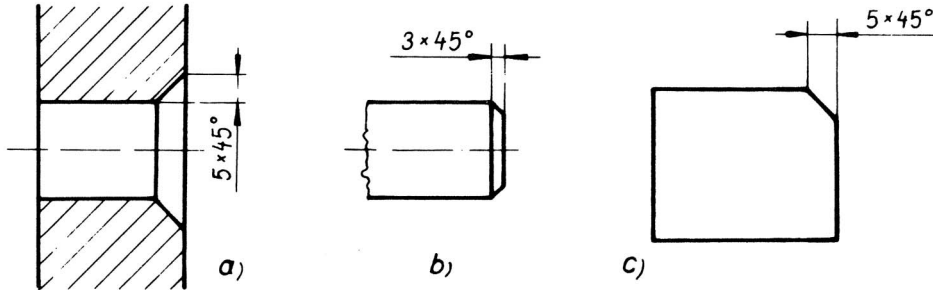
### 45°-os éltompítás megadása

A 4.23 ábra példánál látjuk, hogy a 45°-os szög szabályos beméretezése helyett egyszerűbben járhatunk el, mert ez a sarokletörés egyenlőszárú háromszöge befogójának a méretszáma után írható.

Ha a szög nem 45° akkor a kétértelműség miatt e jelölés nem használható!



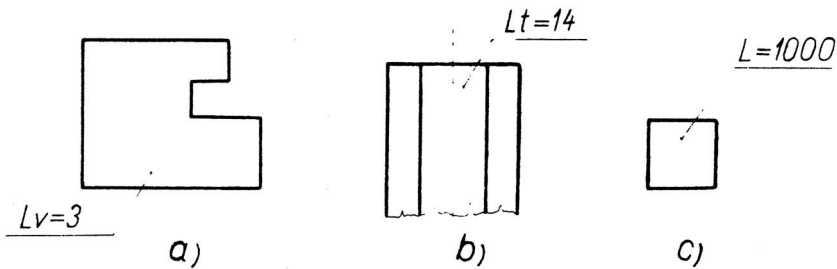
4.22 ábra



4.23 ábra

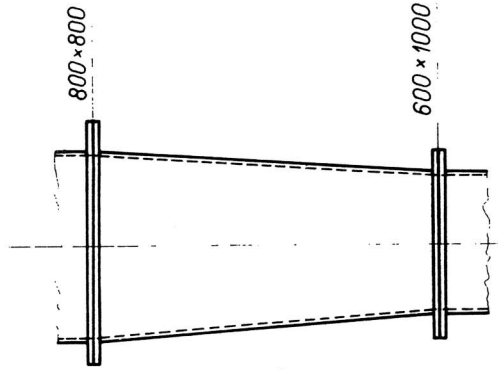
### Lemezvastagság, laptáv és hossz megadása

E jelölésekkel további vetületek megrajzolását kerüljük el, a mint azt a 4.24 ábra példánál látjuk.

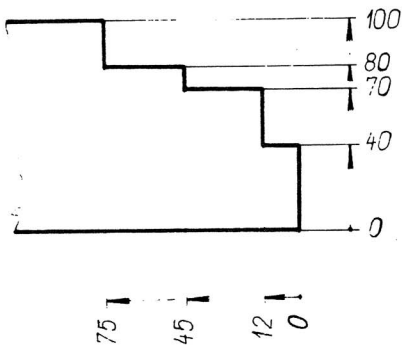


4.24 ábra

Az a) példánál  $L_v = 3$  felirattal adtuk meg a 3 mm-es lemezvastagságot, a b) esetben az "Lt" laptáv" jelöléssel egy szabályos hatszög keresztmetszetű hasáb két párhuzamos síkja távolságát írtuk elő (a tengelyirányú nézet megrajzolása nélkül). A c) ábrán látott négyzet keresztmetszetű rud hossza  $L = 1000$  mm. Külön nézet helyett megengedett a vetület síkjára merőleges méret megadása a párhuzamos méret szorzójaként (pl. téglalap szelvényű lemezcsőnél a 4.25 ábra szerint).



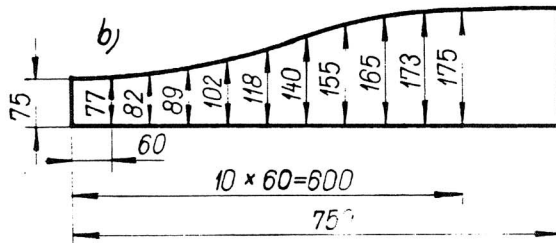
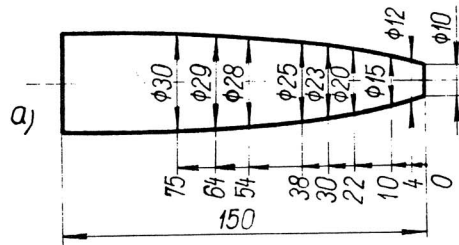
4.25 ábra



4.26 ábra

Közös alapvonalra támaszkodó méretek egyszerűsítetten is megadhatók, ahogy azt a 4.26 ábra mutatja. Itt a nyílak mellé irt méretszámok a 0 ponttal jelölt felülettől mért értékek.

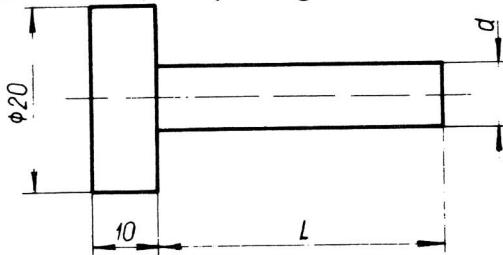
Koordináta méretmegadást (4.27 ábra a és b példái) akkor használunk, ha az alkatrész nem építhető fel szabályos felületekből.



4.27 ábra

### Változó méretek táblázatos megadása

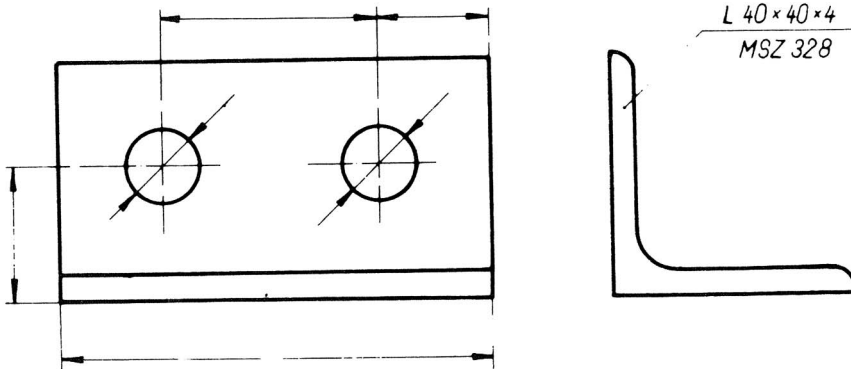
A 4.28 ábránál egy alkatrész azonos fejjel és három fajta méretű "szárral" készül. Ilyen esetben egy műhelyrajzot készítünk és a változó adatokat táblázatban adjuk meg.



4.28 ábra

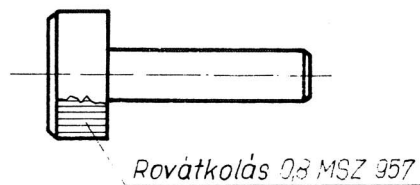
Ábra	L	d
1	100	10
2	120	12
3	150	12

Szabványos kereskedelmi áruk szabványos méreteit feliraton (szövegmezőn vagy darabjegyzéken) írjuk elő (MSZ 2500 szerint), és a rajz beméretezése csak az egyéb kialakításokra vonatkozik. A 4.29 ábrán az alkatrész hengerelt un. L idomacéliből készült, ahol a két szárhossz 40 mm és a szárvastagság 4 mm.



4.29 ábra

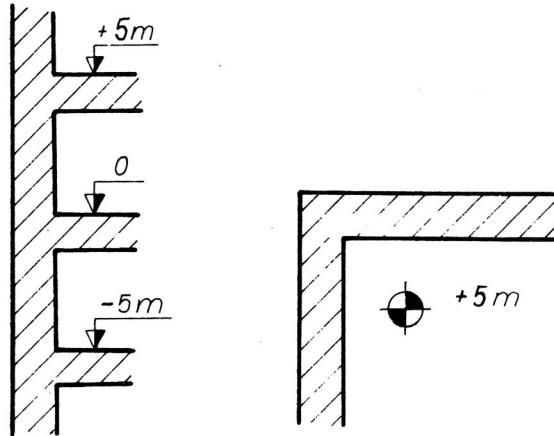
Nem gyártási rajzokon a szabványos szerkezeti részleteknél elegendő a szabványra hivatkozni (4.30 ábra). Például a rovátkolás elkezdésével utalunk az így megmunkált felületre (lásd a 4.43 ábrát is). Műhelyrajzoknál azonban a részletre vonatkozó, szabványban rögzített méreteket is meg kell adni.



4.30 ábra

### Épületek szintjei jelzése

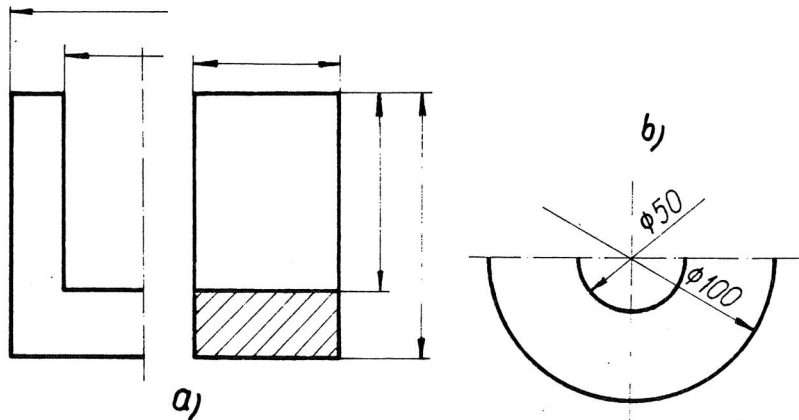
Gépészeti szerelési rajzokon az épületszintek magasságait ismerni kell. Ezek megadását - bár építészeti rajzokkal külön nem foglalkozunk - a 4.31 ábra mutatja. A bal oldali ábra egy épület hosszmeteszetének a részlete. A jobb oldalon un. szintmeteszetrészt találunk. A jelek fölé m -ben vannak beírva egy alapszinttől mért magasságok.



4.31 ábra

### Félnézetek és részletek beméretezése

Ez esetben a méretvonalat tolhuzzuk a középvonalon (ill. a törésvonalon) néhány mm-rel, és a tolhuzott véget nem látjuk el nyíllal. A méretszám a teljes értékre vonatkozik (4.32 ábra).



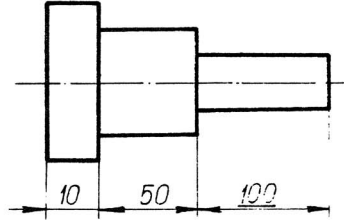
4.32 ábra

## Helytelenül rajzolt méretszakasz megadása

Ha egy méretszakaszt helytelen hosszal rajzoltunk meg, de e hiba egyébként nem értelemzavaró, nem készítünk új rajzot, hanem a helyes méretszám aláhúzásával hívjuk fel rá a figyelmet (4.33 ábra). Eltörésnél e szabályt nem kell alkalmazni.

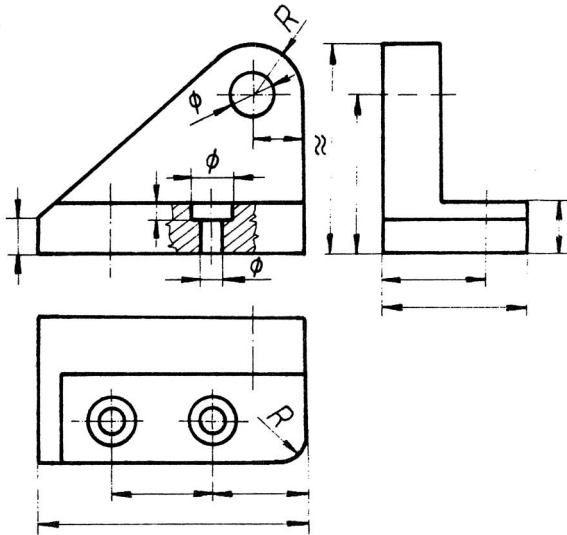
### Mérethálózat felépítésének, a méretek megadásának szempontjai

1. Az alkatrészrajz és az összeállítási rajz az alkatrészeket elkészítésük utáni állapotban ábrázolja, vagyis a megadott méretek a kész állapotra vonatkoznak.



4.33 ábra

2. Alkatrészrajz mérethálózata készítésénél elsősorban arra kell törekedni, hogy abból egyértelműen kitűnjék a szerkesztés menete ill. a geometriai felépítés. Ennek érdekében a mérethálózatot derékszögű (esetenként polár) koordináta-rendszerben célszerű felépíteni. E koordináta-rendszer 3 alapsíkját (bázis) elsősorban aszerint kell megválasztani, hogy azoktól az alkatrész felületeit a legkönnyebben lehessen beméretezni. A méretezés e síkok képét adó alapvonalakra épül, lehetőleg egy vagy kéttagú (de több tag esetén sem záródó) méretláncokkal (4.34 ábra).

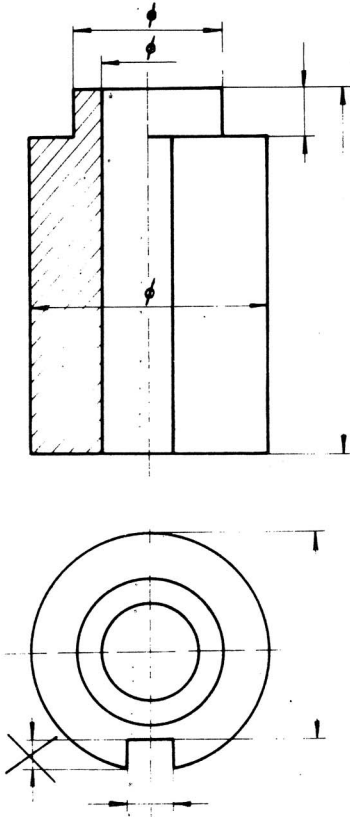


4.34 ábra

A célszerű geometriai megadáshoz tartoznak az alábbi szabályok is:

Mindig csak annyi méretet adunk meg, amennyi a munkadarabot egyértelműen, túlhározottság nélkül meghatározza. E szükséges méretek mindegyike egy rajzon (akárhány vetület is készült) csak egyszer szerepelhet.

Bár általában a méreteket nem zsúfoljuk egy vetületre, valamilyen összefüggő rész kialakítását meghatározó, összetartozó méreteket lehetőleg egy képen kell megadni (4.35 ábra). Ennél a horony összetartozó méretei a felülnézetre kerültek. A beméretezése azt is mutatja, hogy egy hengerfelületbe (pl. tengelybe, kerékagyba) készített horony mélységét mindig a szembenlevő alkotótól adjuk meg.



4.35 ábra

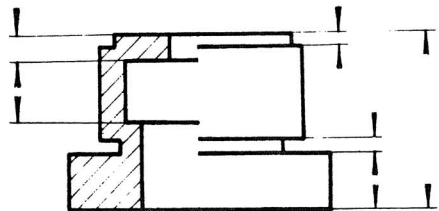
Ugyaníde tartozik, hogy egy furat teljesen keresztülmegy a testen, ha a mélysége nincs megadva. Itt említjük meg azt is, hogy magától értetődő méretnek vesszük és nem adjuk meg a leggyakoribb, a csigafuróval készült zsákfurat végződésének  $120^\circ$ -os kúpszögét (4.37 ábra). A furat mélységét a hengeres rész hosszával adjuk meg.

Egy vetületen elhelyezett méreteket az áttekinthetőség érdekében csoportosítani kell. Például belül üreges daraboknál a külső felületek méreteit az egyik, a belsőket a másik oldalon kötázzuk (4.36 ábra). Itt emeljük azt ki, hogy ha egy külső és egy belső él a rajzon egy vonalba kerül, azért mindkettőt be kell méretezni. Hogy ezt el ne felejtjük, szabadkézi vázlatban szándékosan mindig egymástól eltolva rajzoljuk az ilyen egybeeső éleket!

Magától értetődő méreteket nem kell megadni. A magától értetődő méret a rajzból, a vetületek alakjából következik. Ezeket csak a megengedett pontatlanságai előírása esetén adjuk meg (lásd a 7.3 fejezetet is). Magától értetődő méretek pl.:

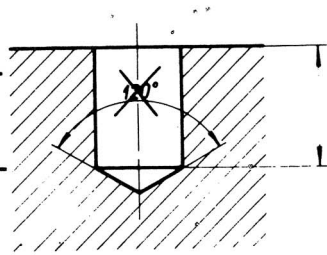
szimmetrikus testek egyik oldalon megadott méretei érvényessége a tükörképes félre nézve, azonosan ismétlődő részletek egy helyen előírt méretei érvényessége mindegyiknél,

adott távolságu párhuzamos egyeneseket (síkokat) összekötő félkör (henger) sugara, lap-távjával adott szabályos hatszög szögei stb.



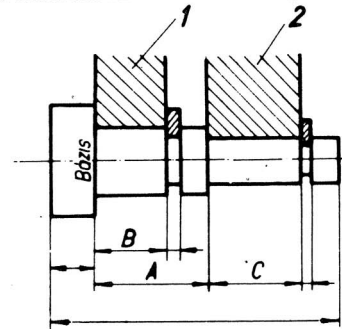
4.36 ábra

3. A mérethálózat felépítésénél tekintettel kell lenni az alkatrész feladatára; azaz egyes felületei méreteinek és helyzetének a pontosságát megszabják a beépítés és a működés szempontjai. Működés szempontjából az a fontos, hogy elsődlegesen adjuk meg azon felületekre és ezek helyzetére vonatkozó méreteket, melyek csatlakozó alkatrészekkel kerülnek kapcsolatba. A méretezési alapvonal ilyenkor az adott fő irányban, a működés szempontjából kiemelten fontos méretvonal egyik végénél van. Például a 4.38 ábra tengelyirányu méretei közül elsődleges méret az A-val jelölt, mert ez biztosítja az 1. és 2. jeltű csatlakozó alkatrészek előírt helyzetét, továbbá a B és a C méretek, amelyeknek szerepe ezek jobb oldali határolásánál van.



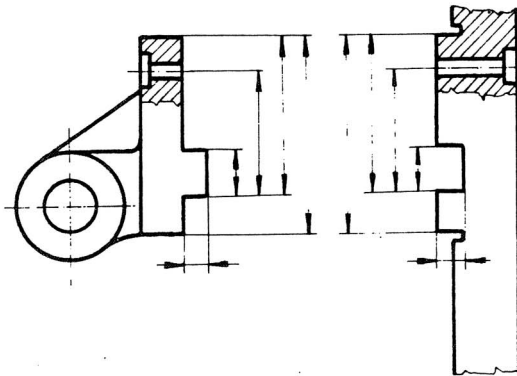
4.37 ábra

Nyilvánvaló az a szabály is, hogy egymáshoz csatlakozó két alkatrész egymásba illő, és geometriailag hasonló kiképzésű felületeit azonos alapvonalra épített mérethálózzal kell megadni (4.39 ábra).



4.38 ábra

4. A legfontosabb, vagyis az alakmegadási és működési szempontokon túl, a mérethálózat felépítésénél figyelembe lehet venni az alkatrész elkészítésének



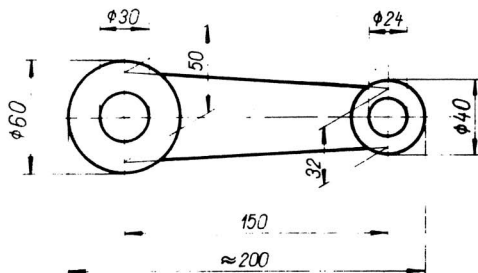
4.39 ábra

valamint az ellenőrzésének a szempontjait is. Mivel azonban egy főirányban kijelölt méretezési alapsík (alapvonal) nem feltétlenül esik egybe az elkészítés kiindulását jelentő gyártási alapsíkkal (alapvonalal), sőt mivel ez az alkalmazott technológiától függően esetleg más és más helyen is lehet (tehát a beméretezésnél előre nem feltétlenül tudható), ezért műhelyrajznál általában nem szabad a két alapsíkot azonosnak tekinteni.

A nyílt méretláncok előírása tulajdonképpen a megmun-

kálások sorrendjére is utal. Azonban a gyártási sorrend egyértelmű betartását megkötni ill. elvárni csak a megtervezett csatlakozásokat biztosító

fontos méretek vonatkozásában indokolt. Utóbbiaknál ugyanis szükséges, hogy az elkészítés során az előírt méretlánc legyen betartva. E sorrend végén egy méret mindig kiadódik. Ezt megadni nem szabad, mert megzavarná az elkészítés sorrendjét, végső soron nem biztosítaná a megkívánt



4.40 ábra

méretek betartását (lásd a 7.3.2 fejezetet). A 4.40 ábrán megadtuk (pl. anyagelőkészítés érdekében) egy hajtórúd teljes hosszát, de mivel ez a furatok távolságából és a két henger átmérőjéből következik, ezért e méret kiadódo voltát a méreorszám elé irt ≈ jellel kell jelölni.

Megemlítjük, hogy ha két vagy több alkatrészt a megmunkálás valamely fázisában együtt kell megmunkálni, ezeknél a kész ál-

lapotot kell feltüntetni, de szöveggel elő kell írni az együttes megmunkálást, hivatkozva a másik ill. a többi alkatrész rajzszámára. Ugyancsak a gyártás figyelembevételéhez tartozik, hogy öntött vagy kovácsolt előgyártmányból forgácsolással utólag megmunkált alkatrésznel a nyersen maradó és a megmunkált felületeknek különálló mérethálózata legyen, melyeket minden főirányban egy-egy méret kapcsol össze.

Az ellenőrzés érdekében az előnyös, ha olyan méreteket adunk meg, amelyek mérhetőek.

#### Furatok egyszerűsített méretmegadása és jelölése (MSZ 327)

E szabvány átmenő lyuk, zsáklyuk és az ilyen menetes furatok egyszerűsített megadására ill. ábrázolására vonatkozik.

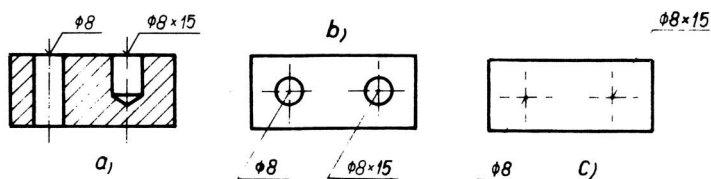
E szabályokat általában csak kis méretarányu, zsufolt terv-és törzsrajzokon alkalmazzák, kis átmérőjű furatok megadására. Műhelyrajzokon ritkán használják.

Miután hengeres furatokat a méreteik önmagukban is elképzelhetővé teszik, ezért elegendő a megrajzolás helyett csak a furatok tengelyét bejelölni. E megadással tehát az ábrázolás is egyszerűsíthető.

Egyszerűsített méretmegadásnál akár kirajzolt a furat, akár nem, a méreteket a furat tengelyéhez kapcsolódó mutatóvonalon írjuk elő, a 4.41 ábra a, b és c rajzai szerint. Képsikra merőlegestengelynél a mutatóvonalat a tengelyre tett pontból, ha párhuzamos, akkor a tengely és a képhatár metszéspontjához helyezett kampóval csatlakoztatjuk. A kupos végű zsákfurat mélysége szorzószámként csatlakozik az átmérő értékéhez. A menetes fu-



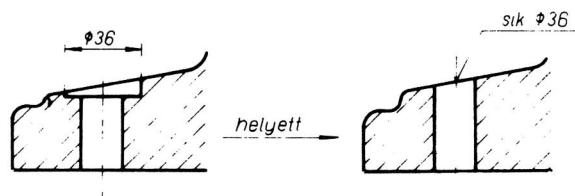
ratok (lásd később) egyszerűsített megadása is a fentiekhez hasonlóan, az  $\phi$  jel helyett a menet jele feltüntetésével történik.



4.41 ábra

### Felfekvő felületek egyszerűsített megadása (MSZ 315)

Furatok körül, azokba behelyezett kötőelemek fejei jó felfekvéséhez külön besüllyesztett síkfelületet készítenek, főleg öntött géprészeknél. Ezeket az MSZ 315 szerint külön berajzolni nem kell és beméretezésük is egyszerűsített. Mutatóvonalon csak a felfekvő felület átmérőjét adjuk meg (4.42 ábra). A mélységet nem írjuk elő, az mindig a minimális értékü.



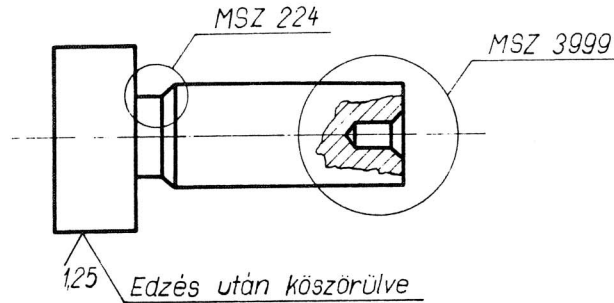
4.42 ábra

### Szöveg megadás rajzon (MSZ 4723)

Szöveggel fejezzük ki az ábrázolással meg nem adható követelményeket. Ez vonatkozhat az egész alkatrészeire, vagy csak egyes felületekre. Alkatrészrajznál a szöveg mindig a készremunkálás utáni állapotot adja meg.

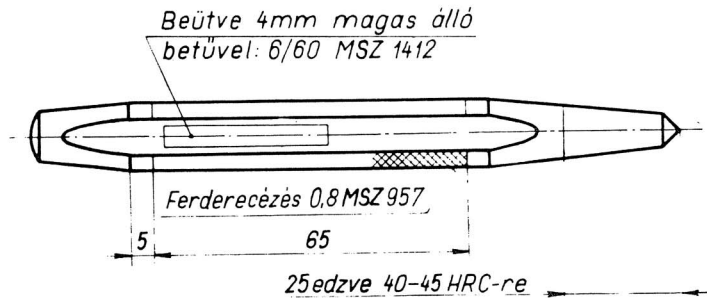
A szöveget a rajzon vízszintesen írjuk, lehetőleg egy sorban, 3,5 vagy 5 mm-es betűmagassággal. Végére nem teszünk írásjelet. Az alkatrészre vonatkozó szöveget a szövegmező fölött, vagy tőle balra célszerű elhelyezni. Kiemelt szövegben az érvényesség területe is megadható, pl. "Mázolva kívül". Adott felületre vonatkozó előírást végén kampós mutatóvonalal kapcsoljuk a szóban forgó él vagy kontur képéhez vagy méretsegédvonalhoz. A mutatóvonal pontból indul, ha kijelölt felület belsejéhez mutat. A vonatko-

zási helyet befoglaló vékony körhöz is csatlakoztatható. A felírás a felület érvényességi jele meghosszabbításához is írható (4.43 ábra).



4.43 ábra

Ha a szöveg a felület egy részére vonatkozik, az érvényességi területet vékony folytonos vonallal határoljuk. Az érvényességi határok beméretezendők (4.44 ábra). Mint látjuk az alkatrész egy részére vonatkozó követelmény (esetünkben a hőkezelt - edzett - felület előírása) a meghatározó méret vonalára közvetlenül is felírható. (A hőkezeléseket a 6.3.1 fejezetben tárgyaljuk, azok rajzi megadásával az MSZ 693 foglalkozik.)



4.44 ábra

## 5. Gépelemek kötési és géprajzi ábrázolásuk

Az eddigi ábrázolási szabályokhoz nem volt szükséges az ábrázolt test valószínű feladatát is megemlíteni. A továbbiakban olyan rajzelőírásokkal ismerkedünk meg, melyek egy konkrét feladatot teljesítő gépelemeknek, a kötőelemeknek a tárgyköréhez tartoznak.

Gépelemeknek nevezzük azokat az alkatrészeket vagy szerkezeti egységeket, melyekből a gépeket felépítjük, vagy amelyekkel gyárakat, üzeme-  
ket berendezünk. Csavarok, tengelyek, csapágyak igen sok gépben megtalálhatók. Csövek, zárószerkezetek, szabványos elemekből felépített tárolótartályok csaknem minden üzemben előfordulnak. A gépelemek tárgykör ezeket az ismételt előforduló gépalkatrészeket ill. berendezési elemeket rendszerezi, melyek azonos fizikai elvek alapján működnek, ill. különböző változatban, de azonos szerepkört töltenek be egy-egy gépnél vagy üzemnél. Tárgyalja ezek feladatait, tervezési és alkalmazási módjait, és a közöttük levő konstrukciós összhang megteremtésének kérdéseit. Ez utóbbi már összefonódik a géptan tárgykörével. Géptanban az üzemekben rendszeresen előforduló hasonló rendeltetésű ill. működési alapelvű (nem speciális) gépeket rendszerezik. Vizsgálják a gépek üzem közbeni jellemzőit, valamint a gépegységek közötti célszerű üzemeltetési összhang megteremtése feltételeit.

A gépelemek tárgykörben mellőzzük a konstrukciós kérdéseket, csak az egyes gépelemek működése alapvető fizikai elveire, feladataira és felhasználásának legfőbb kérdéseire térünk ki.

### 5.1 Oldható és oldhatatlan kötések

A gépelemek egyik csoportja a kötő gépelemek. Ezek két vagy több alkatrész összerésztésére szolgálnak. Egyfajta felosztási módjuk - feladatuk teljesítését illetően - az lehet, hogy ha a kötés az alkatrészek megsérülése nélkül megbontható akkor oldható, ellenkező esetben nem oldható kötésről beszélünk.

### Oldható kötést adó gépelemek:

csavar,  
csapszeg,  
hengeres szegek (rögzítő-, illetsztő- és hasított szegek),  
kupos szeg,  
ékek, reteszek,  
kupos és hengeres gyűrűk.

### Nem oldható kötések:

szegecseles,  
forrasztás,  
hegesztés,  
ragasztás.

A kötések lehetnek teherviselő vagy csak összekapcsolók. Működésük fizikai alapelve szerint felbonthatók aszerint, hogy az összekötött részeket erő, vagy célszerűen kiképzett alak, vagy pedig anyag fogja-e össze.

Erővel záró kötéseknél az is lehet szempont, hogy a kötés fenntartásához folyamatosan szükséges-e az erő, vagy csak annak létesítésekor.

Az erővel záró kötések fizikai alapját mindig a surlódás adja.

Alakkal záró kötések maguknak az összekötött testeknek, vagy külön, a kötés létrehozására odaszerezelt gépelemeknek törése, jelentős deformációja vagy kiszerelese nélkül szét nem bonthatók. Vagyis a kötés az anyagnak a deformációval szembeni ellenállásán alapszik. Hasonló áll fenn az anyagokkal záró kötéseknél is, melyek kohéziós (a hegesztésnél) vagy adhéziós (forrasztás, ragasztás) kapcsolaton alapulnak.

## 5.2 Csavarok

### 5.2.1 Csavarmenet származtatása

A "csavar" a leggyakrabban használt kötő gépelem. Mindig két részből áll: a menetes orsóból vagy csavarorsóból röviden csavarból, és a hozzá tartozó, rá csavarható csavaranyából, röviden anyából.

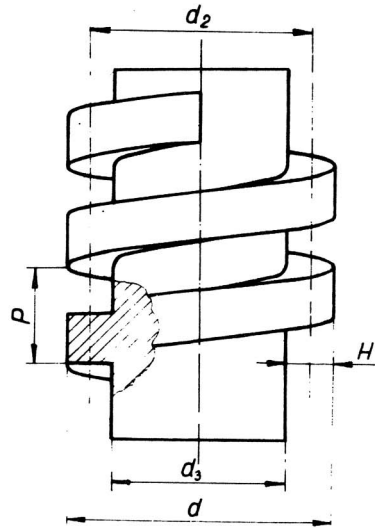
Csavarorsó úgy keletkezik, hogy egy henger palástfelületébe, körbe-körbe haladó, adott keresztmetszetű árkot alakítunk úgy ki, hogy az ugyanakkor egy-egy fordulat alatt tengelyirányban meghatározott távolságra egyenletes mozgással el is tolódik. Az ily módon kialakuló test egyik kiviteli alakját az 5.1 ábra mutatja. Azt mondjuk, hogy a felületen "menet" van. A menetek az árok alakja (ill. a megmaradó anyagrész) szerint különbözők.

A menet alakja a meridiánmetszetben kapott szelvényen az un. menetszelvényen vagy menetprofilon látható. Esetünkben négyzet a menetárok alakja, és úgy tolódott el a helyzete tengelyirányban, hogy az árkok közötti megmaradt rész is négyzetszelvényű. Ezt a menetet lapos meneteknek nevezzük. Csak néhány, alkalmas módon kialakított és szabványosított menettel találkozunk. Mielőtt ezeket ismertetnénk, célszerű a meneteknél előforduló elnevezéseket a laposmenetű csavar példáján keresztül sorra venni. Ezek:

Külső átmérő ( $d$ ), mely a csavar jellemző mérete, ezért ezzel adják meg egy szabványos alakú menet méretét (van kivétel is, pl. a csőmenetnél!).

Belső átmérő ( $d_3$ ) vagy magátmérő.

Megadja a csavarok belső, tömören maradt hengeres részének átmérőjét melynek a csavar terhelhetőségénél van szerepe.



5.1 ábra

Közepes átmérő ( $d_2$ ) a  $d$  és  $d_3$  számtani közepe.

Menetmélység ( $H$ ) a menetárok mélysége.

Menetemelkedés ( $P$ ), mely megadja azt a távolságot a mennyivel a menetárok egy körülfordulás alatt eltolódik tengelyirányban.

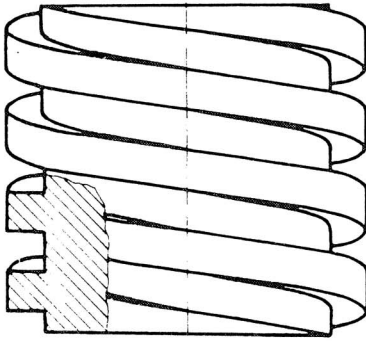
Menetemelkedési szög ( $\alpha$ ). A csavarmenet tulajdonképpen egy lejtő, ami nem egyenes vonalban, hanem körbe-körbe haladva emelkedik. Meredekségét az emelkedési szöge mutatja. Egy körülfordulás alatt  $P$  magasságu a menetemelkedés, amit a közepes kerülethez viszonyítunk (kívül nagyobb, a maghengernél kisebb szöget kapnánk). A kiterített közepes hengerpaláston adódó háromszögből

$$\alpha = \arctg \frac{P}{d_2 \pi}$$

E fenti elnevezések minden menetnél hasonlóan értelmezendők.

A csavarmenet előző származtatásánál nem említettük, hogy ha a menetek nézetben jobb felé emelkednek, akkor a csavar jobbmenetes. Ellenkező emelkedésű un. balmenetű csavar is előfordul. Az előzőekben egy menetárkot indítottunk. Ez az un. egy bekezdésű csavar,

szemben a két-, (esetleg több) bekezdésű csavarokkal. Ezeknél két vagy több menetárok van, egyébként a menetprofilok megegyeznek, csak a menetemelkedés lesz két, ill. többszörös. Az 5.2 ábra kétbekezdésű, balmenetű orsót mutat.

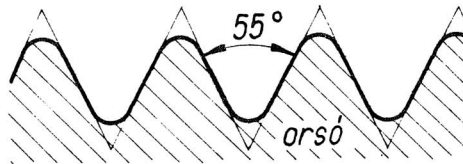


5.2 ábra

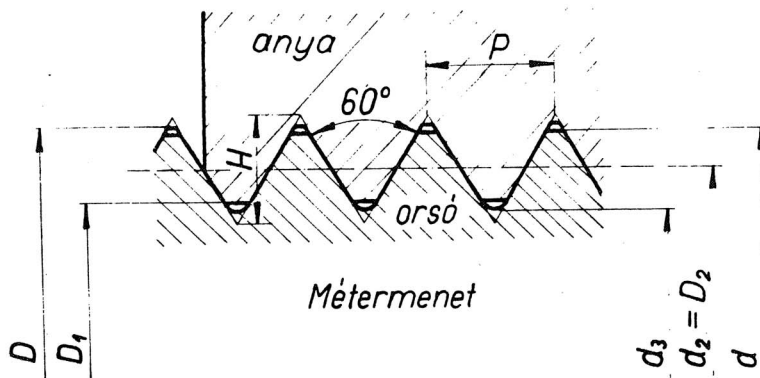
### 5.2.2 Csavarmenetek fajtái

Ha a menetárok háromszög (a kis lekerekítéseket nem számítva), gyűjtőnéven élesmenetű csavarról beszélünk. A két legfontosabb szabványos élesmenet a Whitworth menet és a métermenet (MSZ 204). Whitworth menetnél  $55^\circ$ , métermenetnél  $60^\circ$  a menetprofil menetárka oldalai által bezárt szög (5.3 ábra). Az utóbbinál kirajzoltuk az anya profilját is. A Whitworth menet volt az első csavarmenetszabvány, és egyben az első gépipari szabvány is. Az angol hüvelykben megadott méretei ellenére is elterjedt. Európában a méter

hosszegység általánossá válásával a kötőcsavaroknál a métermenet kiszorította a használatból. Kizárólag a csövekre vágott meneteknél maradt meg.



Whitworthmenet

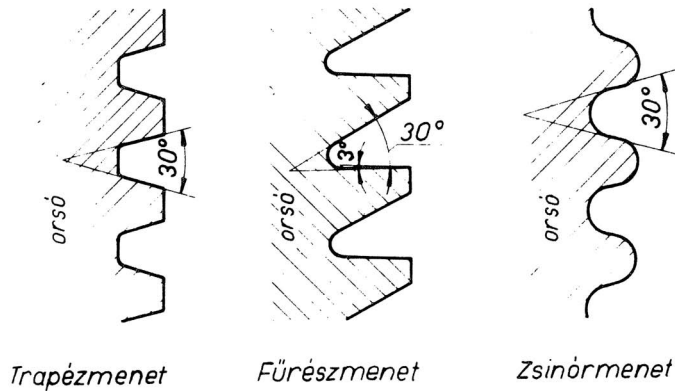


Métermenet

5.3 ábra

1953-tól kezdve máshol nem használható. A menetes acélcsövekre "vágott" azok menetes összekötésénél használt Whitworth szelvényű menetek a megkülönböztető csőmenet (MSZ 202) neve van.

Gyakori szabványos menetfajták a trapéz, a fűrész és a zsinórmenet (5.4 ábra). Néhány egyéb, speciális feladatra alkalmas menet is van, pl. a facsavaroknál használt famenet (5.5 ábra).

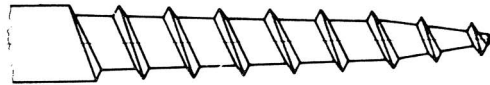


5.4 ábra

Az első példa gyanánt bemutatott laposmenet nem szabványos.

A szabványos menetek minden méretét a vonatkozó szabványok rögzítik.

A menetek maghengerre a menetmélység ill. a menetemelkedés függvénye.



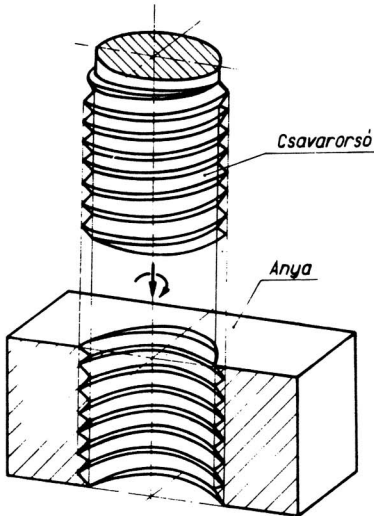
5.5 ábra

Ugyanazon külső méret mellett

egy kisebb menetemelkedésű csavar nagyobb magátmérőjű. Néhány menettípusnál (csőmenet, zsinórmenet) a menetemelkedés az átmérő szerint előírt egy-egy érték, míg a többiekénél néhány lehetőség közül választható. A métermeneteknél névben is különbséget tesznek a menetemelkedés szerint. A kötőcsavaroknál mindig az un. normál métermenetet (MSZ 204) találjuk. Az ettől eltérő (kisebb) menetemelkedésű meneteknek finom métermenet (MSZ 205) a nevük.

### 5.2.3 Orsó és anyamenet mint gépelempár, a csavarok feladatai

A csavarorsóhoz mindig egy másik alkatrész, a csavaranya csatlakozik. Az anya furatának palástjába az orsómenet ellendarabját jelentő anyamenet menetárka van belevágva az 5.6 ábra szerint, ahol egy élesmenetű csavar mellett a felmetszett anyát is ábrázoltuk, ki-  
rajzolva a benne levő anyamenetet (lásd az 5.3 ábrát is).



5.6 ábra

Ezáltal az anya a csavarra rácsavarható, vagy az álló anyába a csavar becsavarható. Egy körülfordulás alatt a kéttestjük relatív helyzetében a menetemelkedésnek megfelelő elmozdulás jön létre. Ezt az elmozdulást közvetlenül használják ki a mozgató csavarok, melyeknél egyenes mozgás létrehozása, ill. erő kifejtés (erőtöbbszörözéssel) a feladat. Ilyen szerepet kap a csavarment pl. a csavaros emelőnél. Egy satunál részben rögzítés, részben mozgás a csavarment szerepe.

A csavarorsó és az anya között mozgás közben surlódás van. A mozgató meneteknél ezt célszerű minél kisebb értéken tartani.

A csavarment alkalmazásának még jellemzőbb területe kötés létesítése. Kötés hozható létre közvetlenül két elem között, ha az egyiket megfelelő orsó, a másikat pedig azonos anyamenettel látják el. Általánosabb rögzítési feladatra a különböző, szabványos kötőcsavarokat használják. Ezek különféle alakú fejekkel rendelkező menetes orsók, melyeket a - szintén szabványos- anyák felhasználásával alkatrészek rögzítésére használjuk. A rögzítést a csavarorsón álló "meghuzott" anya hozza létre. E csavaroknál az a cél, hogy minél nehezebben oldódjanak meg. Itt tehát minél nagyobb surlódóerőre kell törekedni. Ez - egyebek mellett - a csavarprofiltól (a menetének oldalszögétől) is függ. Kötőcsavarokhoz a nagyobb surlódóerőt létesítő nagy menetének oldalszögű élesmeneteket, mozgásra pedig általában a trapéz vagy a fűrészmenetet használjuk.

A szabványos menetek között a kupos csómenet (MSZ 7815) un. tömítőmenet. Ennél, hogy az orsó és az anya között hézag ne legyen, a menetet (rendszerint az orsómenetet) enyhe kupfelületre (Kup 1 : 16) vágják. Így ez a menetes kapcsolat a tömítést is elvégzi. Ennek ellenére mivel kis gyár-



tási pontatlanság mindig adódik, a biztos tömités érdekében, kis nyomás és hőfok esetén, rendszerint kenderkóc tömitést is használnak. Ekkor fagygyuval, lenolajkencével átitatott kenderszalakat tekernek a csőre vágott orsómenetre, és erre hajtják rá az anyát, mely így néhány körülfordulás után biztos tömitést nyújtva felszorul.

#### 5.2.4 Csavarmenetek gyártása

A különböző gyártási technológiákkal a 7.1 fejezetben találkozunk, de néhány - az elkészítéshez igazodó - rajzolási szabály miatt a csavarok gyártását indokolt itt tárgyalni. A 7.1.2 és 7.1.3 fejezeteket azonban célszerű előre átolvasni.

A csavarmeneteket forgácsolással vagy képlékeny alakítással készítik.

A forgácsolás lehet: kézi menetvágás és gépi, mely utóbbinál esztergályozással, marással és kőszőrüléssel is előállítható csavarmenet.

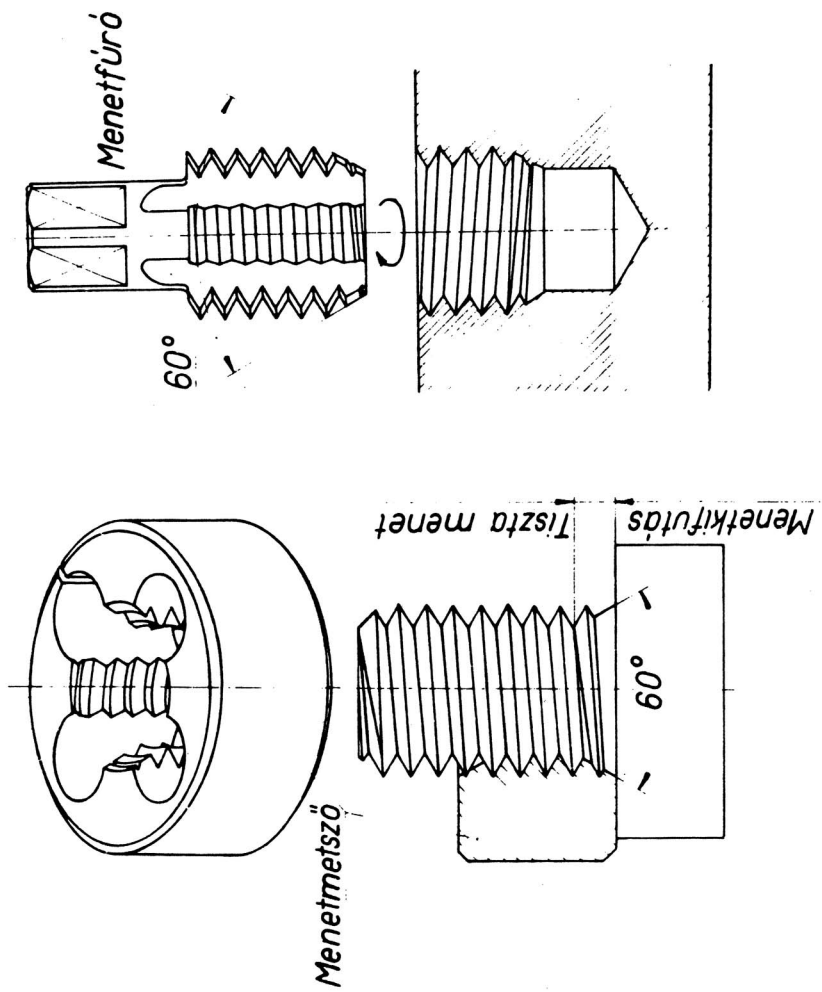
A képlékeny alakításokhoz a menethengerlés és a menetmángorlás tartozik.

A kézi menetvágás szerszámai: menetmetsző az orsómenet, és menetfuró az anyamenet előállításához (5.7 ábra).

Az anyaszertű menetmetszőt a csavarorsó külső átmérőjének megfelelő méretű hengeres szárra "hajtják" rá, miközben az bevágja magát a palástba, kialakítva a menetárkot. A forgács a hosszanti hornyokba kerül. A menetmetsző kezdeti meneteit kuposan lekőszőrülik, hogy a hengeres előgyártmányra könnyebben lehessen ráhajtani. A metszőnek ez a kialakítása az orsómenet végére mint ellendarabra átmásolódik, így e részen nem teljes mélységűek a menetek. E szakaszt menetkifutásnak (MSZ 224) nevez-zük. Az orsóra illő anya csak a szabályos profilu menetek szakaszára csavarható fel könnyen, a menetkifutási részre nem, mert az orsón nincs meg az anyamenetnek megfelelő árok.

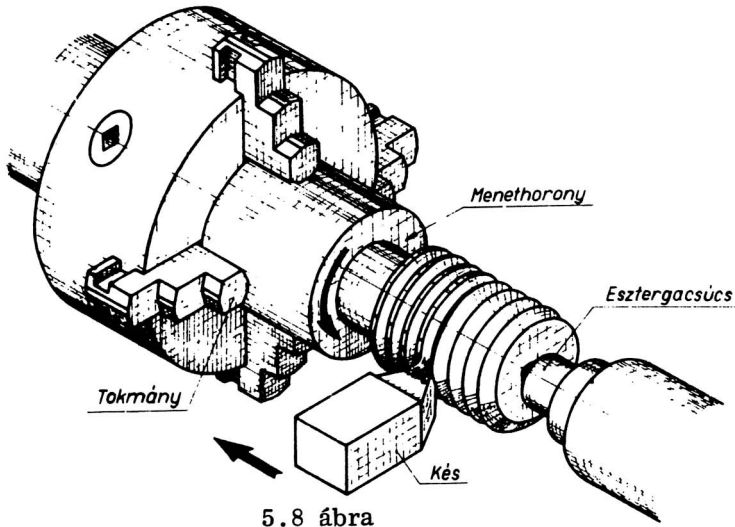
Az anyamenet kézi vágásához a menetfurókat használják. A menetkifutás itt is jelentkezik.

Esztergagépen úgy vágják menetet, hogy az esztergakést a menet-árokknak megfelelő profilura készítik. Az esztergagép a tokmányba fogott csavart forgatja, miközben a kés fordulatonként menetemelkedésnyit halad tengelyirányban (5.8 ábra). A menet mélységét több fokozatban alakítják ki, vagyis minden végighaladás után a szerszámot kiemelik, visszaviszik a kezdő helyzetébe, és újabb forgácsréteg leszedése előtt közelebb tolják a csavar tengelyéhez. A menet végéhez érkező kést továbbhaladásában meg kell állítani. Ezért a menetvágás előtt a menet végéhez un. menethornyot készítenek (MSZ 224). Ez a magátmérőnél valamivel kisebb átmérőjű körbefutó horony. Így a kés a menetvágás leállításakor nem forgácsol.



5.7 ábra

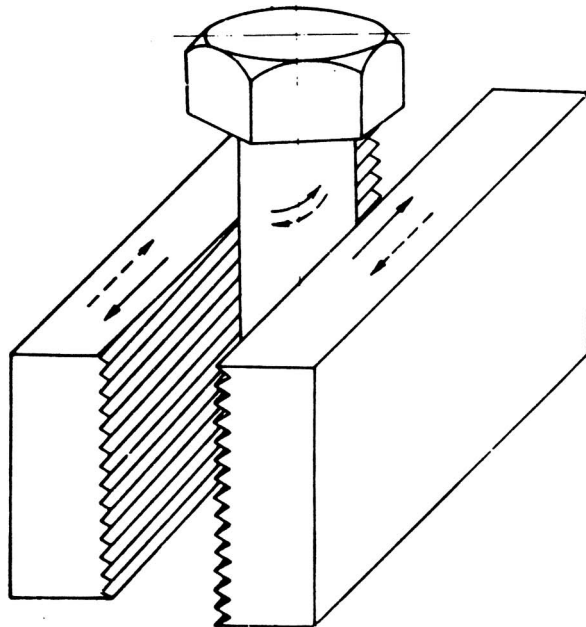
Az anyamenet esztergályozása hasonlóan történik. A menetes rész itt is menethoronyban végződik.



A csavarok képlékeny hidegalakítással is készíthetők pl. a menetmángorlással (5.9 ábra). A képlékeny alakítás előnyös a csavarorsó szilárdsági tulajdonságaira, mert az anyag szövetszerkezetének elrendeződése megszakítatlan marad, a felülete keményebbé válik, vagyis a csavar összességében szívósabb lesz.

A csavarkészítés technológiája függ a csavar pontosságától és az előállítás darabszámától is. Egyedi gyártáshoz kézi menetvágást, és esztergagépen az "egyélű" késes menetvágást használják.

A szabványos kötőcsavarok nagy sorozatban készülnek. Az előgyárt-



5.9 ábra

mányt vagyis a csavar megfelelő fejjel ellátott, menet nélküli szárát kovácsozással, sajtolással, vagy rudanyagból esztergálással készítik. A meneteket esztergálással, a könnyen utánélezhető ún. "alakos" késekkel vagy pedig a pontosabb menetet adó marással, köszörüléssel vagy képlékeny alakítással készítik.

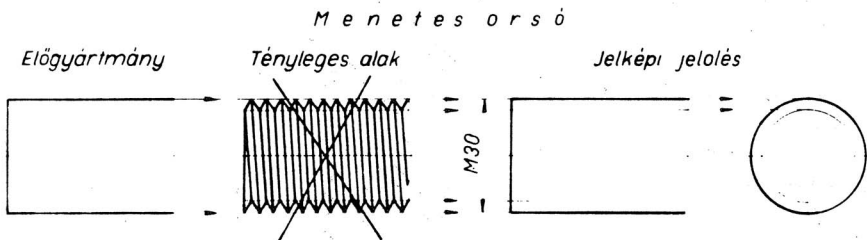
A csavarok és anyák 3 fajta pontossággal készülhetnek, jelölésben I., II., vagy III. pontossági osztály előírásai szerint.

Az I. osztályba a műszer pontosságú csavarok tartoznak, a II. pontossági osztály váltotta fel a közelmúltban még szabványos "fényes" elnevezést, a III. osztály pedig a "nyers" változatot.

Az azonos típusu, de a II. pontossági osztály szerinti csavarok és anyák csak a méreteiknél megengedett kisebb pontatlanságokban és a kevésbé érdes felületeik miatt különböznek a III. osztálytól. A felváltott nyers és fényes megkülönböztetések nem voltak célszerűek, mert csak a csavar technológiájától függtek, de nem jellemezték a csavar pontosságát (vagyis a csavar fényes volta nem szükségképpen biztosította még a nagyobb pontosságot is).

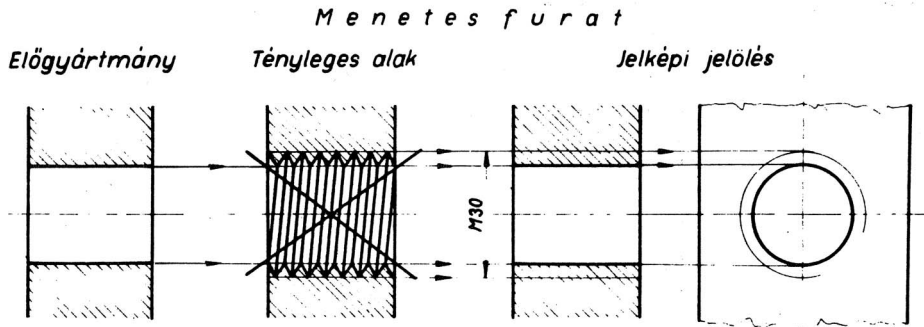
#### 5.2.5 Csavarmenetek géprajzi megadása (MSZ 8)

A csavarmenet tényleges kirajzolása igen sok munkát kívánna. Géprajzokon gyakran előfordul, és mivel a menetszelvény alakját ugyanis szabvány írja elő, célszerű az ábrázolást jelképi jelöléssel egyszerűsíteni. A jelképi jelölés alapja az, hogy a menet képkonturja a menetvágás előtti helyzetnek megfelelő henger képe legyen (vagyis orsómenetnél a külső átmérő, anyamenetnél a belső átmérő). A menetet azután úgy jelöljük, hogy a menettípustól függetlenül megrajzoljuk a menetmélységet jelölő hengert vékony vonallal. Vagyis orsómenetnél megrajzoljuk az ún. maghengert, anyamenetnél pedig a külső átmérőnek megfelelő hengert. A jelölés lépéseit csavarorsónál az 5.10 ábra, anyánál pedig az 5.11 ábra mutatja.

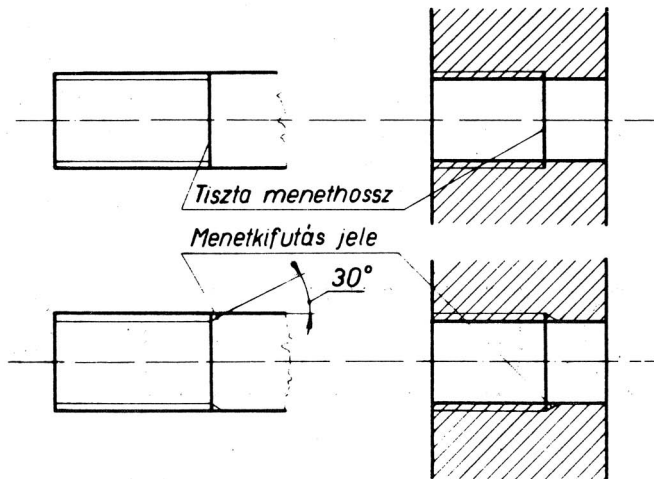


5.10 ábra

A rajzokon az azonosítás rendezőit is feltüntettük. Mint látjuk, tengelyirányból nézve a menetjelölés a fenti hengereknek megfelelő vékony vonal, mely nem teljesen záródik.



5.11 ábra

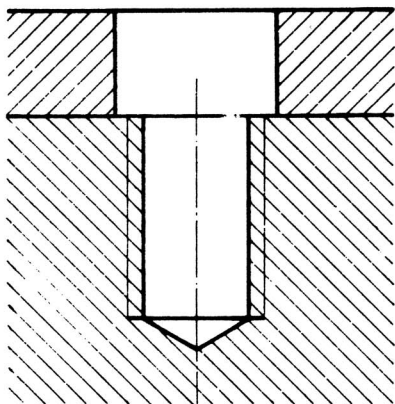


5.12 ábra

A menet méreteit az orsómenet külső átmérője szabja meg, így ezt méretezik be, jelölve a méretszám előtt a menet típusát is. Anyamenetnél is ezt a külső (bár itt nem mérhető) méretet kótázzuk be. Természetesen a méretvonal forgástengely irányu nézetén is elhelyezhető.

Métermenetnél pl. M 10, finom métermenetnél pl. M 10 x 1 a megadás (utóbbinál 1 mm a menetemelkedés). Csőmenet méretvonalára pl. a C 2" felirat kerül, mely nem a külső átmérőt, hanem a cső furatának hüvelyk mértékegységben megadott un. névleges átmérőjét jelenti. A kupos

csőmenet jele pl. KC 1". A trapéz, a fűrész- és a zsinórmenetet a Tr, Für és Zs betűjellel tüntetjük fel. Ezeknél a menetemelkedést is meg kell adni, mint a metrikus finommenetnél. Több bekezdés esetén pl. 2 bek. Tr. 40 x 10 a megadás.



5.13 ábra

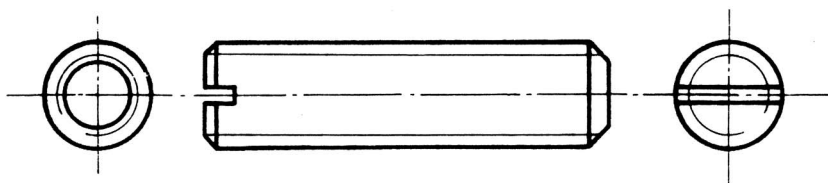
Ha a menet kézi menetvágással készül, akkor jelölhető:

- a) Csak a "tisztá menethossz"(vagyis a szabályos meneteket tartalmazó hossz),
- b) a menetkifutás is.

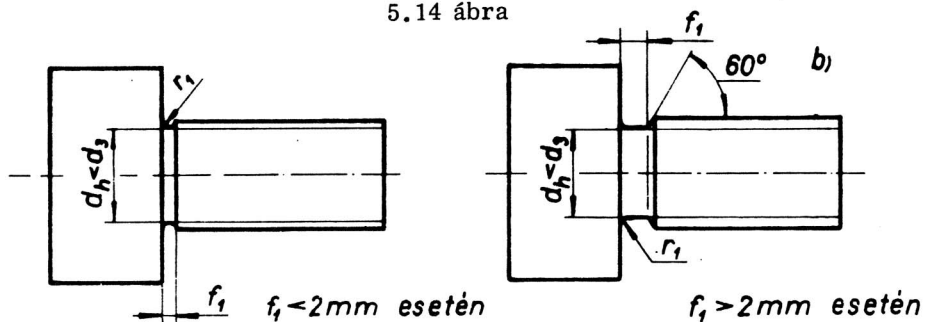
A tiszta menethosszt vastag vonallal, a menetkifutást az ezen túlnyúló, 30<sup>o</sup>-os vonalzóval rajzolt vékony ferde vonallal jelöljük (5.12 ábra).

Kézi menetfúrásnál nem lehet fenéig tiszta menetet vágni. Ennek ellenére lehet az 5.13 ábra szerinti géprajzi egyszerűsítéssel élni. Eszerint olyan metetes zsákfurat rajzánál mely nem a menet beméretezéséhez készült, a tiszta menet a fenéig jelölhető.

Az I. és II. pontossági osztályú csavaroknál a menet kezdeténél kúpos leélezéssel találkozunk. Ezt az éltompítást csak akkor kell a tengelyirányú nézetben jelölni, ha a tompítás nem esik egybe a menetmélységgel (5.14 ábra). Ez a szabály furatok kúpos kisüllyesztésére is vonatkozik. Menethorony esetén a menet egészen a horonyig tart (5.15 és 5.16 ábrák).



5.14 ábra

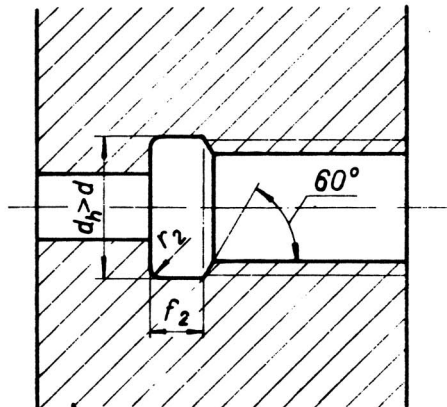


5.15 ábra

A  $d_h$  értéke az orsó magátmérőjénél kisebb ill. az anya menetátmé-  
rőjénél kissé nagyobb értékű.

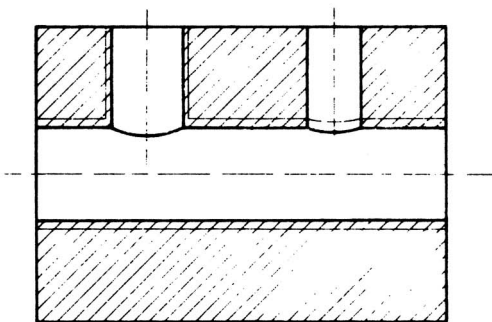
Egy csavarmenet áthatását csak akkor kell megrajzolni, ha a rajz érthetősége megkívánja. Ebben az esetben egyközűen rajzoljuk a külső és a maghenger áthatási vonalait (lásd az 5.17 ábra nem menetes furatánál). Ha menetek keresztezik egymást, akkor a menetes rész áthatását nem rajzoljuk meg (az 5.17 ábra menetes furatának az áthatása szerint).

Összetartozó orsó és anya menetárkai egymáshoz kapcsolódnak. Ezért a külső ill. a maghengerek azonos átmérőjűek. Abból az általános szabályból kiindulva, hogy tömör alkatrészeket nem metszünk,



5.16 ábra

menetes kötés ábrázolásánál az orsómenet eltakarja az anyamenetet (5.18 ábra). Ez a szabály akkor is érvényes, ha az orsómenet metszetben van (5.19 ábra).



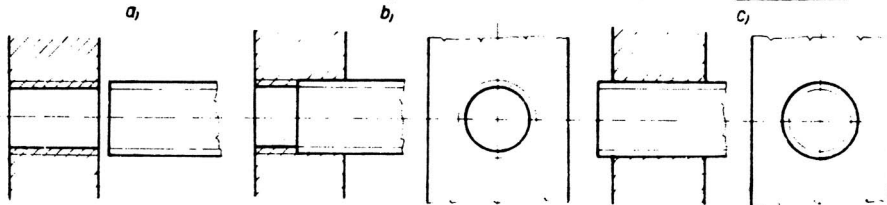
5.17 ábra

A balmenet jelölése (MSZ 782)

Balmenetű hatlapfejű csavart és anyát, valamint csavarorsót csekély méretű rovátkával, beszurással kell jelölni (5.20 ábra).

Ha ez a paláston nem helyezhető el, akkor az orsó vagy a fej homloklapjára készített egyenes rovátkával hívjuk fel rá a figyelmet (5.21 ábra).

A balmenetet a méretmegadásnál is feltüntetjük pl. Bal M 20 felirattal.

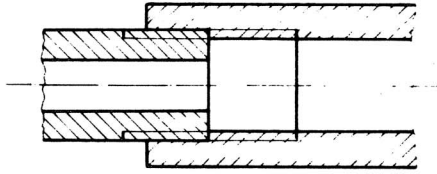


Orsó becsavarás előtt

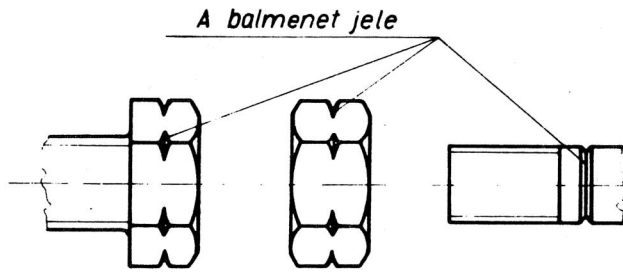
Félig becsavart

Teljesen becsavart

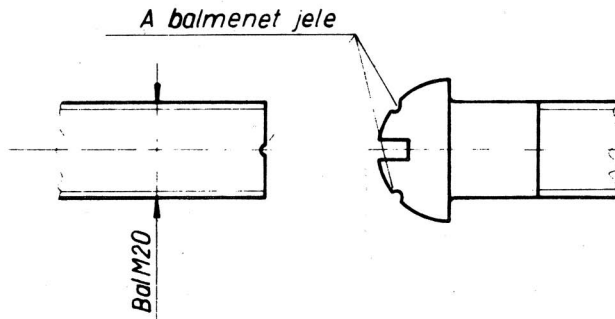
orsó  
5.18 ábra



5.19 ábra



5.20 ábra



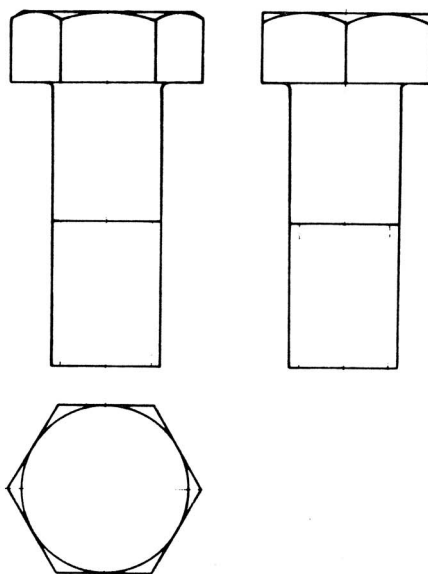
5.21 ábra

### 5.2.6 Csavar, mint kötő gépelem. Kötőcsavarok, anyafajták, csavarbiztosítások, beépítési példák

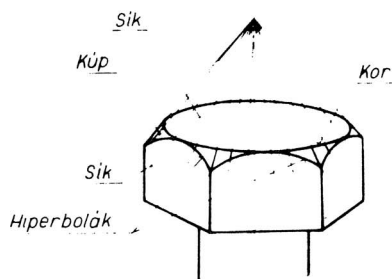
A kötőcsavaroknak nemcsak a menete, hanem az alakja is szabványos. A sokfajta kötőcsavar általában a fejalakja után kapta a nevét. Leggyakrabban előforduló változata a hatlapfejű csavar (5.22 ábra). Ennél a fej hatoldalú hasáb kiképzésű, melynek felső részén levő csúcsai helyén kúpos leélezést találunk. Megjegyezzük, hogy csak magyarázatképpen rajzoltunk



az elégséges előlnézet mellett még felül- és oldalnézetet is. Az 5.23 ábrán axonometrikus rajzban is bemutatjuk a csavarfej felületeit, és ezek áthatási görbéit. Ezek hiperbolák (mint az a 3.23 ábrán láttuk), mert a hasáb oldallapjai a kup tengelyével párhuzamosak. Rajzban ezeket az áthatásokat egyszerűsítve, körökkel helyettesítjük. A fej leélézései  $120^\circ$ -os kúpszögűek. Az áthatásokat közelítő sugarakat ( $R_1, R_2$  és  $R_3$ ) az 5.24 ábrán bejelöltük. Megjegyezzük, hogyha nem szabványos hatlapú kiképzésre kerül sor, akkor az 5.25 ábra szerinti méreteket kell megadni. A  $\phi$ -vel jelölt átmérő megadása akkor is indokolt, ha ez a lap-távval kb. megegyezik. Ha a kúpszög nem  $120^\circ$ -os, akkor a hiperbolákat helyettesítő köröket 3 ismert pontjukból kell megszerkeszteni az 5.25 ábra szerint.



5.22 ábra



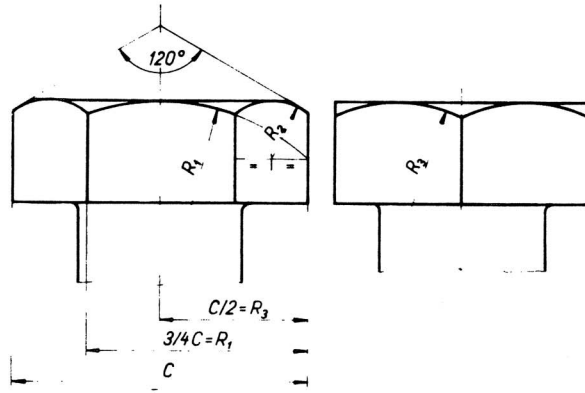
5.23 ábra

A hatlapfejű csavarok nagyság választékát és méreteit az I. és II. pontossági osztálynál az MSZ 2461, a III. osztálynál az MSZ 2360 tartalmazzák. Egy M16 menetű, 60 mm szárhosszuságú, II. pontossági osztályú, 6.8 anyagminőségű és olajráégetett felületű hatlapfejű csavar megnevezése:

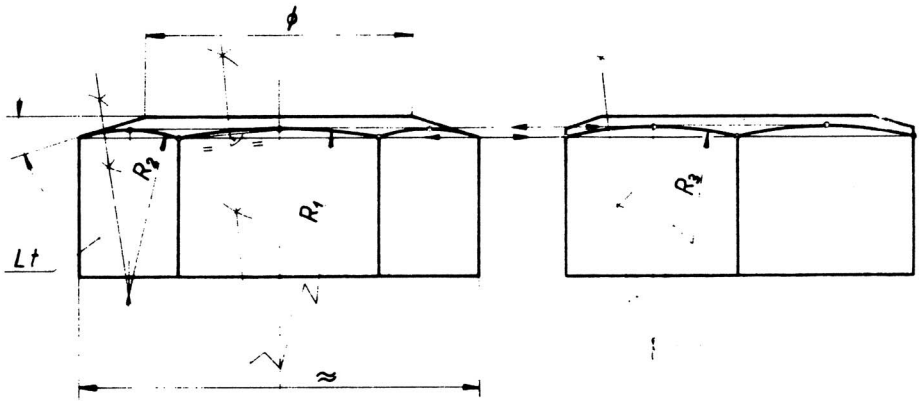
Hatlapfejű csavar: II. M16 x 60  
MSZ 2360-6.8 : o.

Minden egyéb adata, így a fej méretei és a menethossz szabvány szerintiék, tehát a megnevezésnél nem kell külön megadni. Megemlítjük, hogy a teljes szárhossz-

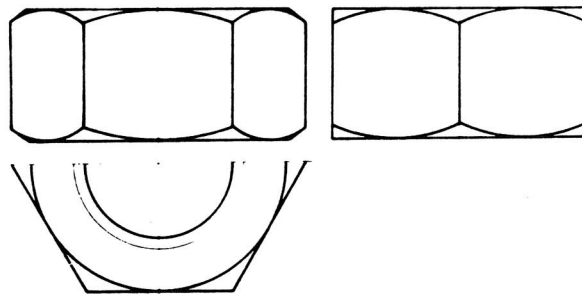
szon menetes (un. tövig menetes) hatlapfejű csavarok más szabványszámon szerepelnek (III. osztályú MSZ 2363, II. osztályú MSZ 2463). Ez egyéb csavaroknál is így van.



5.24 ábra



5.25 ábra



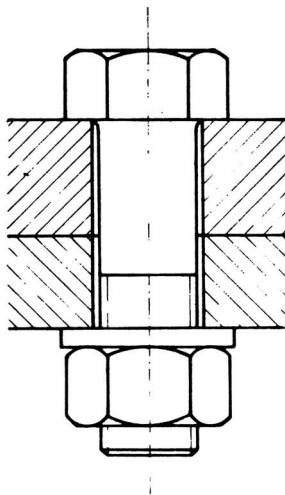
5.26 ábra

Miután a hatlapfejű csavarokra általában hatlapu anya (III. osztályu MSZ 2161, II. osztályu MSZ 2260) kerül, célszerű itt tárgyalni (5.26 ábra). A csucskok az anya mindkét oldalán 120°-os kup-szögű kuppal leélezettek.

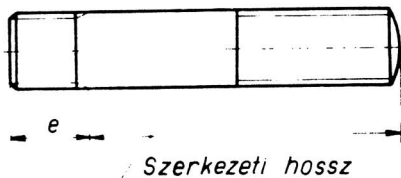
Az 5.27 ábrán a fenti elemeket két lemez összefogására használtuk. Ilyenkor a szabványos anyát rendszerint nézetben ábrázoljuk. Az anya alá alátét (MSZ 2200) kerül. Magyarázatképpen az 5.28 ábrán megrajzoltuk a csavarkötést szétbontott állapotban is. Az összerősítendő részekbe a csavarorsó átmérőjénél 1-2 mm-rel nagyobb furatot készítenek, hogy könnyebben lehessen szerelni. Ez utóbbi megjegyzés az illesztőcsavarokat kivéve minden csavarra vonatkozik.

Ha nincs elég hely a csavar fejének, akkor un. ászokcsavart alkalmazunk (5.29 ábra). Ennél a csavarnál a fej helyett is menet van, amit összeépítéskor beleszavarnak az egyik összefogandó anyagba vágott menetes furatba. A becsavarási hossz (e) függ ennek az anyagától.

Acélnál  $e = d$  (ahol d a csavar átmérője), öntöttvasnál  $e = 1,3 d$ , és könnyűfémnél  $e = 2 d$ . A kötés oldásakor nem kívánatos, hogy e rész



5.27 ábra



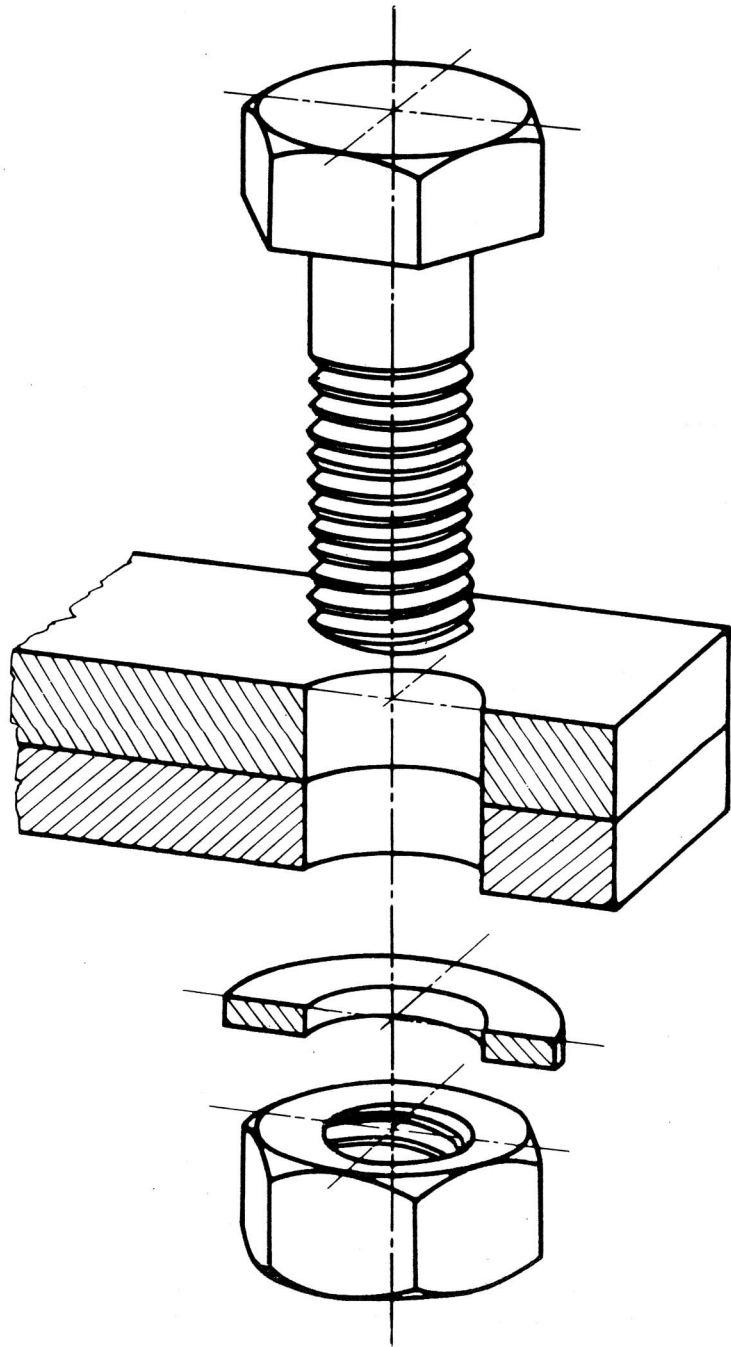
5.29 ábra

kicsavarodjon, ezért jó szorosan meghúzzák. Az ászokcsavarnak az a része, mely e becsavarás után rendelkezésre áll, és ugy szerepel, mint minden egyéb csavar szára, az ászokcsavar szerkezeti hossza. Az 5.30 és 5.31 ábrákon egy edény fedelét leszorító ászokcsavarok egyikét láthatjuk. Az

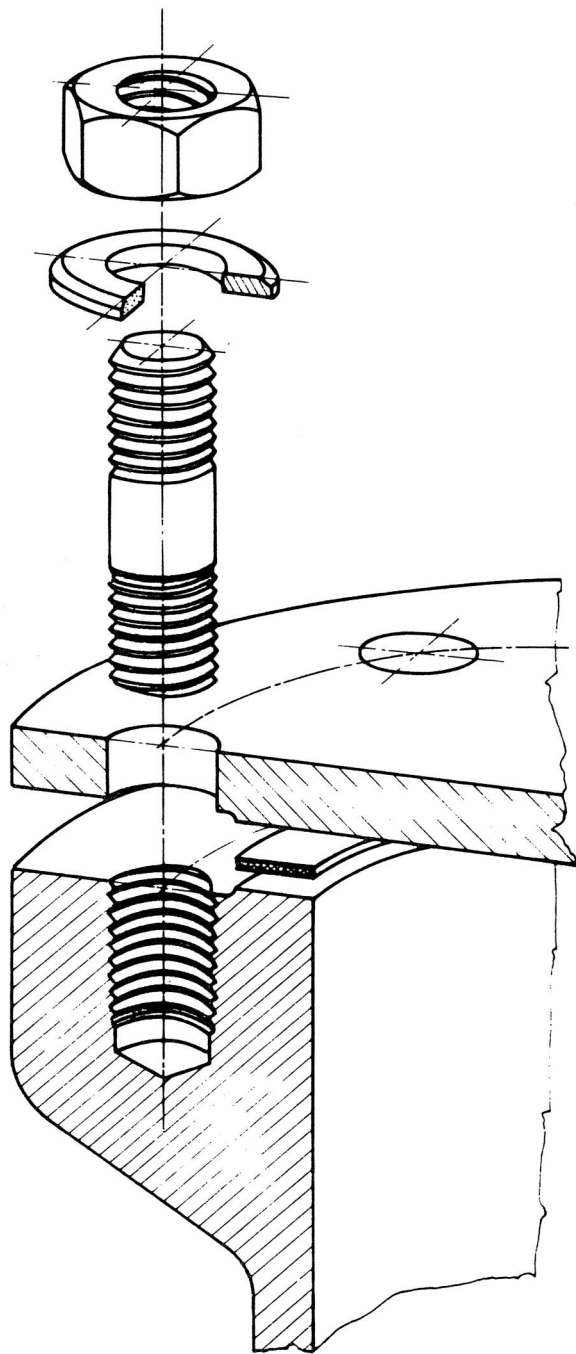
alkalmazott alátét MSZ 2201 szabvány szerinti kialakításu.

Néhány csavarfajta axonometrikus ill. vetületi képét az 5.32. ábrán közöljük. Ezek mindegyikének megvan a célszerű felhasználási területe. Pl. a kapupánt csavar nagy fejére azért van szükség, hogy fánál a terhelést nagy felületre ossza szét. Gyűrűs csavaroknak a gépek emelésénél van szerepük, a hornyolt fejű csavarokat csavarhúzóval húzzák meg stb.

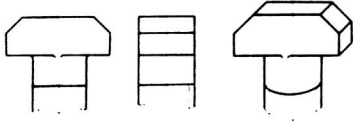
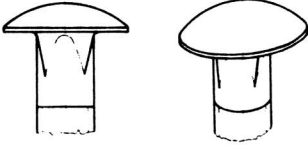
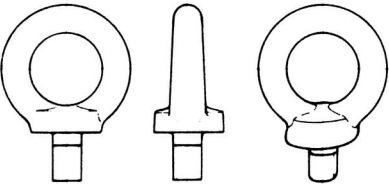
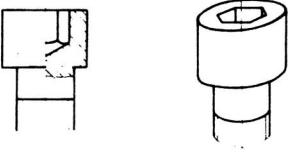
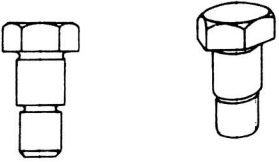
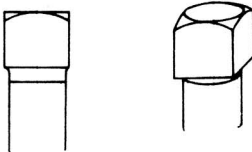
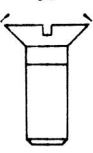
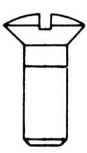
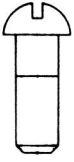
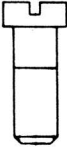

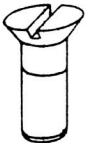
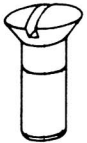
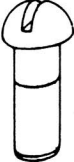
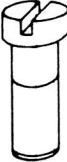
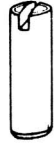
A gép rázkódása, mozgása következtében a csavarkötések meglazulhatnak, ill. konkrét beállítási helyzetükből elállíthatnak. Ha csak egyszerű, nyugvó kötés a feladat, az anyát jól meghúzzák, így a menetek között keletkező surlódás megakadályozza a meglazulást. Sokszor ez nem elegendő, hanem a csavarbiztosítások valamelyikét kell alkalmazni.



5.28 ábra



5.30 ábra

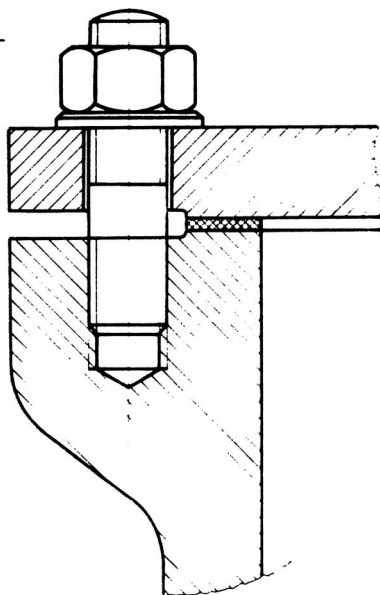
				
<p><i>Kalapácsfejű csavar MSZ 2327</i></p>		<p><i>Kapupánt csavar MSZ 2356</i></p>		
				
<p><i>Gyűrűs csavar MSZ 2381</i></p>		<p><i>Belső kulcsnyílású csavar MSZ 2472</i></p>		
				
<p><i>Illesztő csavar MSZ 2457</i></p>		<p><i>Négylapfejű rögzítőcsavar MSZ 2441</i></p>		
<p>90°</p> 				
				
<p><i>Süllyesztettfejű csavar MSZ 2430</i></p>	<p><i>Lencsefejű csavar MSZ 2436</i></p>	<p><i>Felgombfejű csavar MSZ 2450</i></p>	<p><i>Hengeresfejű csavar MSZ 2469</i></p>	<p><i>Hernyőcsavar MSZ 2422</i></p>

5. 32 ábra

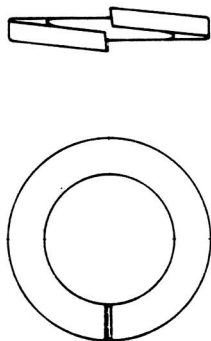
Ezek legegyszerűbbike a kétanyás biztosítás. Ezt akkor is használják, ha az összeszerítés csak kismértékben megengedett, mert ilyenkor az alsó anyát gyengébben, a felsőt pedig ehhez erősen húzzák meg. Különlegesen kiképezett anyáknál meghúzásukkor a bennük fellépő rugalmas deformáció is elvégezheti a biztosítást.

Olcsó biztosítás az, amikor az anya alá tett különféle alakú, rugalmasan deformálódó gyűrűk akadályozzák meg a meglazulást. Ilyen pl. a rugós alátét (5.33 ábra). Az anya meghúzásakor az alátétben levő ferde hasíték éle belenyomódik az anya homloklapjára és az alsó anyagba, és mivel a lazulási mozgással szemben áll, azt megakadályozza. (5.34 ábra).

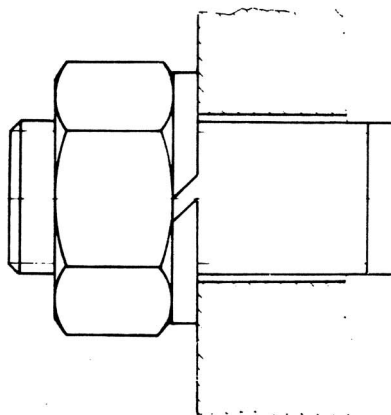
Sokszor előfordul a felhajlított lemezzel való biztosítás. Itt alátétként 0,5 - 1,5 mm vastag lemezeket használnak, melyet pl. az anya közelében levő sarokra és az anyára hajlítanak (5.35 ábra). Két anyánál mindkettőhöz felhajlítva jön létre a biztosítás (5.36 ábra).



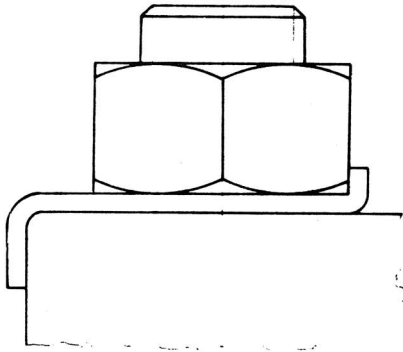
5.31 ábra



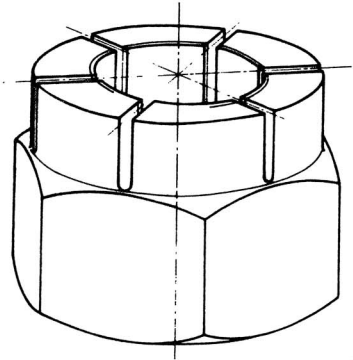
5.33 ábra



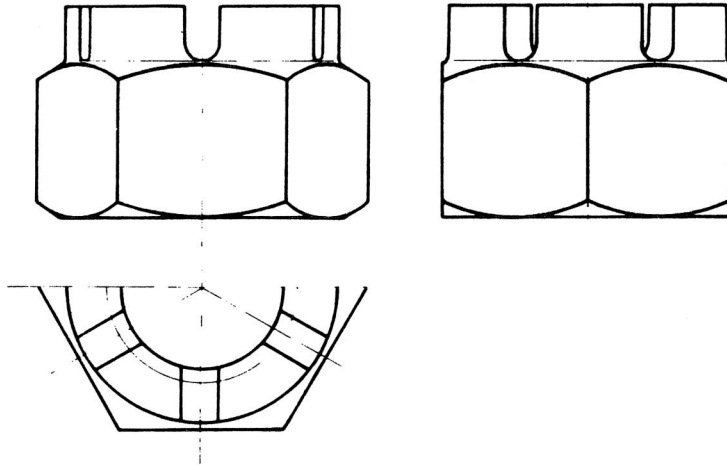
5.34 ábra



5.35 ábra

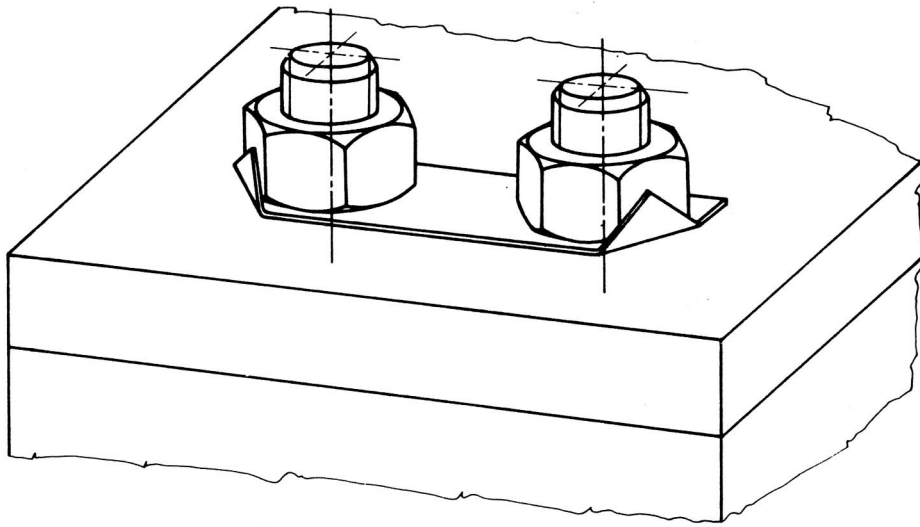


5.37 ábra



5.38 ábra

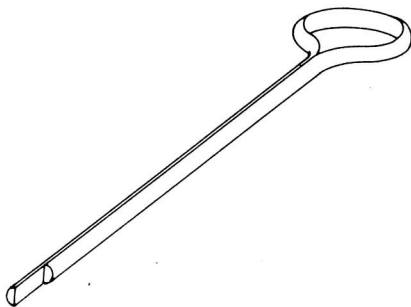
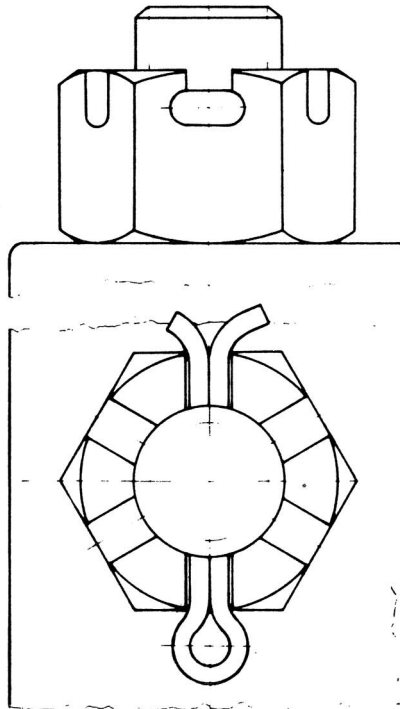




5.36 ábra

Ehhez hasonlóan, egymáshoz biztosíthatók a közel fekvő csavarfejek oly módon is, hogy a csavarfejeket átfurják, és fémhuzalt húznak át rajtuk. A huzal végeit összeszesodorják. Ügyelnek a csavar meglazulását akadályozó fűzési irányra.

A biztosítások egy része speciális anyákat követel. A koronás anya (5.37 ábra, és 5.38 ábra) alkalmazásával a biztosítás sasszeggel (5.39 ábra) történik.

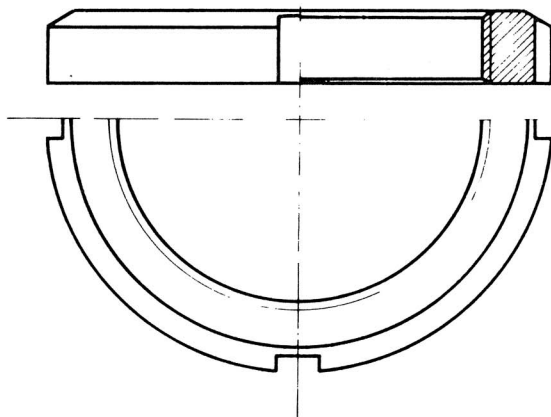


5.39 ábra

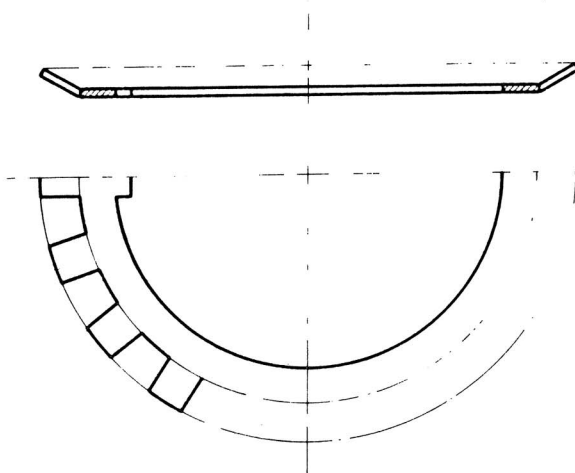
5.40 ábra

Mint látjuk, a koronás anyán levő hengeres toldaton sugárirányú hornyok vannak. A sasszeg félkör keresztmetszetű acélból készül.

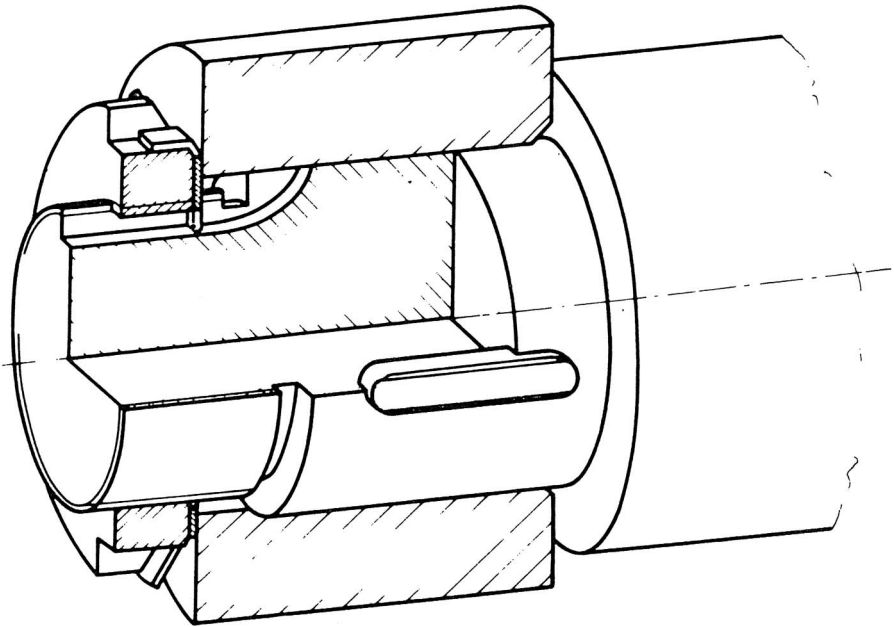
Szereléskor a koronás anyát meghuzva, valamelyik hornyon keresztül az orsót átfurják, sasszeget dugnak át rajta, majd annak szárait széthajlítják (5.40 ábra). Az ábrán kis méretű a koronás anya, amikor is a hengeres toldat elmarad. Ha csak az a feladat, hogy az anya elvesztését megakadályozzák, úgy a hatlapu anya fölött átfurt orsóba helyezik a sasszeget.



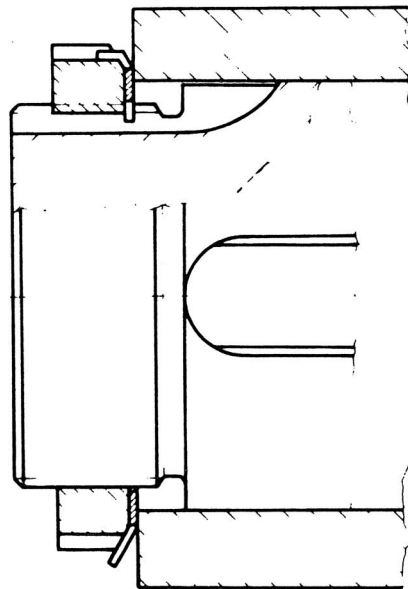
5.41 ábra



5.42 ábra



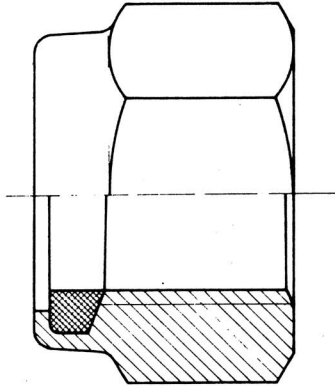
5. 43 ábra



5. 44 ábra

Tengelyeknél, és általában ahol nincs hely hatlapu anya elhelyezésére, ott a kerek anyákat alkalmazzák. Ezek közül legáltalánosabban a hornyos csapágyanya használatos (5.41 ábra).

Ennél az anyánál a palástfelületen négy tengelyirányu horony található. Mindig finommenete van, mert így a tengely menete nagyobb magátmérőjű. Ezáltal erősebb, ill. a tengely további kisebbedő lépcsőzése e nagyobb átmérőről indulhat. A szóban forgó anya biztosításához speciális alátét szükséges. Ez a körtarélys biztosító lemez (5.42 ábra). A biztosítás módját az 5.43 és az 5.44 ábrán láthatjuk. Eszerint a belső fog a tengelyen kiképzett horonyba kerül, míg a külső fogak közül azt, amelyik az anya valamelyik hornyával szemben fekszik, abba belehajlítják (rajzban ez a metszősíkra eső fognál jelölhető).



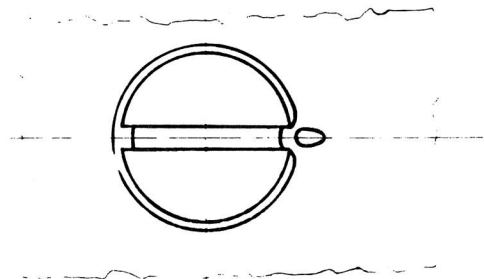
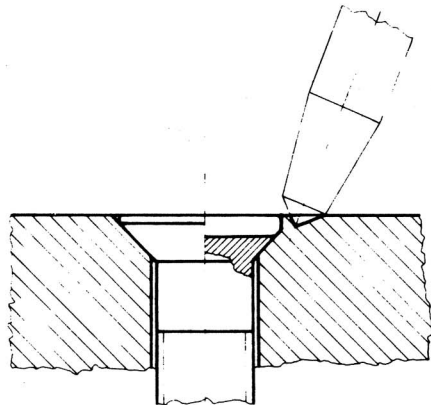
5.45 ábra

A csavarbiztosítások sok egyéb fajtája közül egyre elterjedtebb az a megoldás, amikor az anyában elkészített horonyba magfuratu műanyag gyűrűt helyeznek (5.45 ábra). Az orsómenetet behajtva ez magát ebbe belevágja. Ezáltal jelentős surlódás ébred, amígátolja a meglazulást.

Megemlítendő az a biztosítási mód is, amikor súllyesztettfejú csavarnál pontozóval a horonyba duzzasztják a fej melletti anyagrészt. Ez a bizonyos mértékű roncsolásos biztosítás látható az 5.46 ábrán.

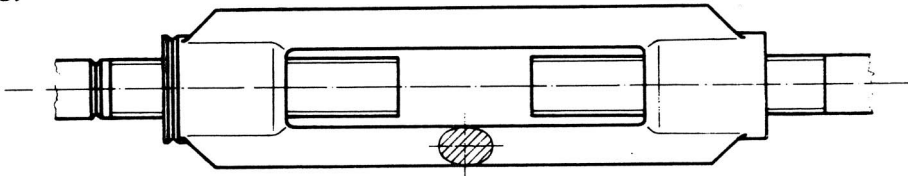
Néhány fentebb látott anya és alátétfajtán kívül megemlítendőek még az alábbi anyatípusok:

A szárnyas anya, melynek alkalmazását az 5.49 ábrán láthatjuk, a feszítőanya, melynek



5.46 ábra

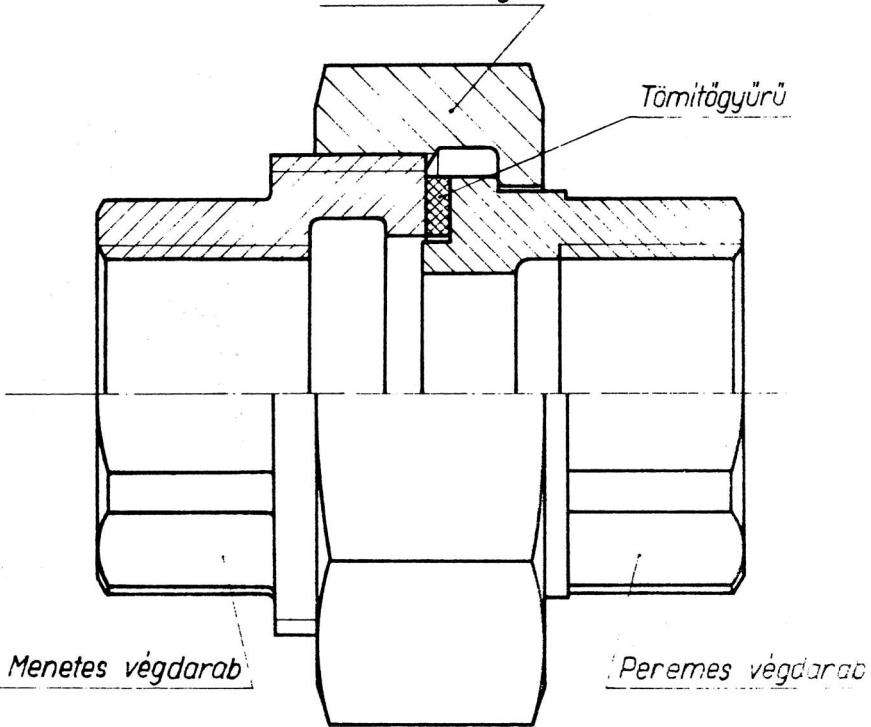
nyitott kivitelét az 5.47 ábra mutatja. Ennél az egyik oldala bal; a másik jobbmenetes, miáltal forgatás közben a két orsó közeledik vagy távolodik egymástól.



5.47 ábra

*Csatlakozóanya*

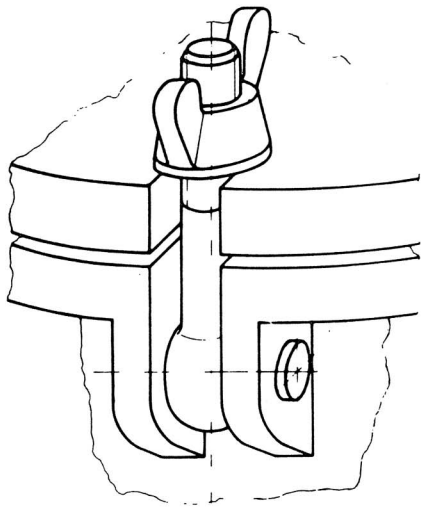
*Tömítőgyűrű*



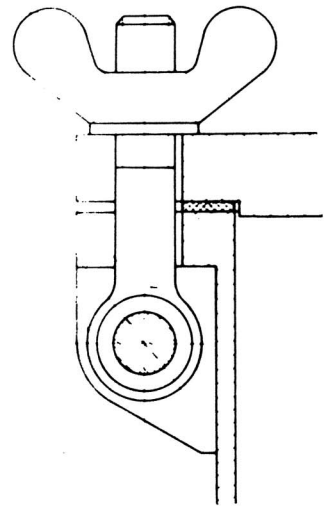
5.48 ábra

Különleges szerepkörtű any a csatlakozó anya v. hollandi anya. Ezt alkalmazzák pl. csövek oldható kötéseinél. Az 5.48 ábrán menetes acélcsövek összeerősítésére szolgáló "egyenes csavarzat" látható. A csővégeken a menetes és a peremes végdarab van. A csatlakozóanya a menetes végdarabra csavarható és a pereménél fogva felszorítja a peremes végdarabot a homlokoldalra helyezett tömítőgyűrűre.

Nem utolsó sorban rajzolvadási szempontból a kötőcsavarok alkalmazásának néhány további példáját mutatjuk be az 5. 49 - 5. 53 ábrákon.

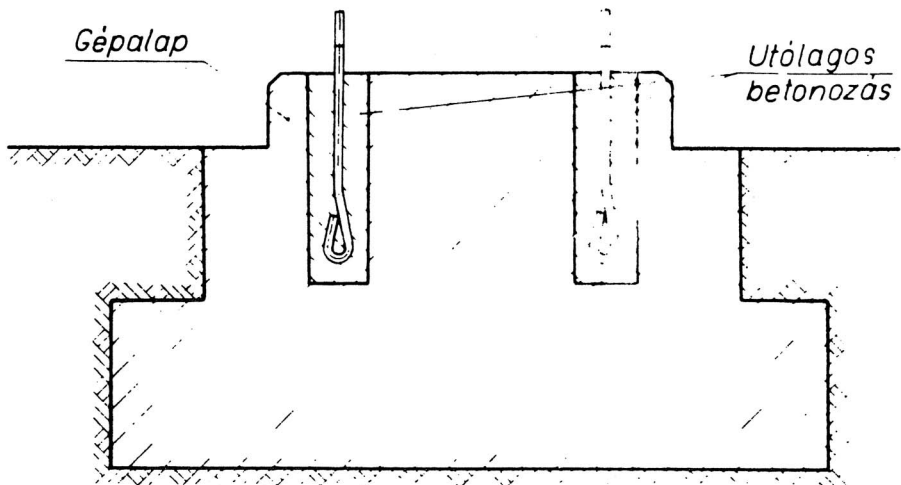


5. 49 ábra



5. 50 ábra

Az 5. 49 és 5. 50 ábrán szemes csavar és szárnyas anya fogja le egy edény fedelét. A kötés kézzel bontható. Az anyát kellően fellazítva a szemes csavar a hengeres csap körül a sugárirányu hasítékból kifordítható. E kötés tehát edényfedelek gyors nyitását-zárását teszi lehetővé.



*Gépalap*

*Utólagos  
betonozás*

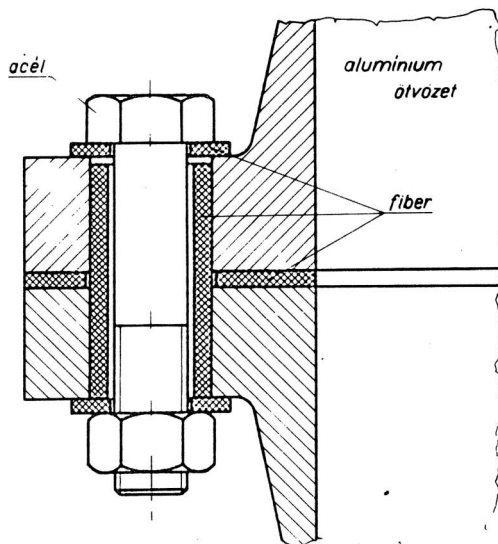
5. 51 ábra

Általában a helyhez kötött gépeket betonból készített gépalapra helyezik, és az ebbe bebetonozott alapcsavarokkal rögzítik le (5.51 ábra). Az alap lefelé szélesedik, hogy a gép súlyát és az üzemével járó egyéb erőhatásokat a mélyebben fekvő hordozó talajrétegre nagyobb felületen adja át. Az alapot rendszerint jóval a gép felállítása előtt elkészítik. Ehhez be kell szerezni a gép alpozási rajzát, melyen a lefogó csavarok elhelyezése fel van tüntetve. Az alptest elkészítésekor minden csavar helyénél 75-100 mm oldalméretű négyyszögletes fahasábot helyeznek a betonba, melyet néhány nap múlva eltávolítanak. Az alapcsavarok e lyukakba kerülnek, melyeket később, rendszerint a gép felállításakor, gyorsan kötő, hig betonnal töltenek ki.

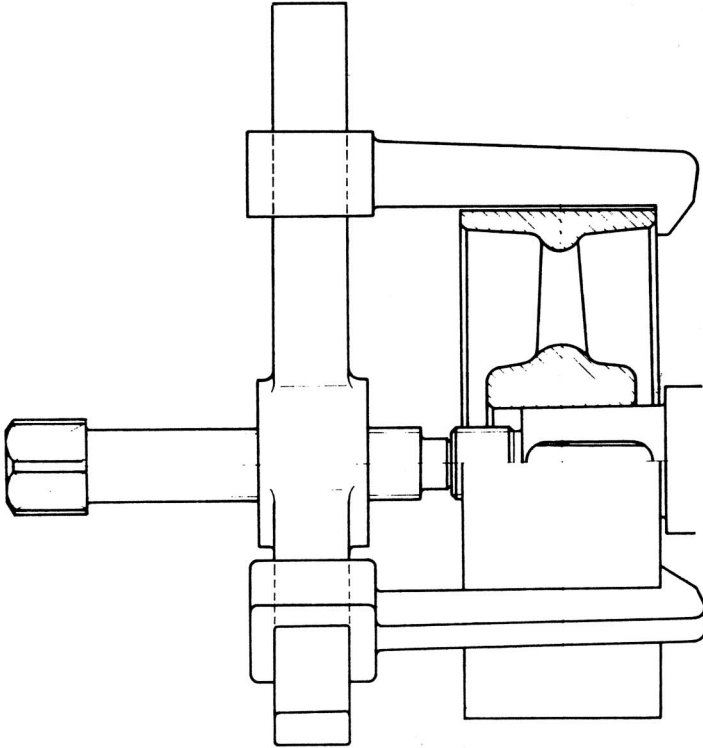
Mint ismeretes, elektrolitba merülő két különböző fémnek egymáshoz viszonyítva villamos potenciálkülönbsége van. Ez annál nagyobb, minél távolabb vannak a normálpotenciál sorban egymástól. Ilyen érintkező fémek - ha elektrolitként ható folyadék (pl. só vagy savtartalmu nedvesség) van jelen - galvánelemként viselkednek, és az egyik fém erősen korródik. Ez a kontakt korrózió lép fel, ha pl. alumínium vagy egyéb könnyűfém részeket acélcsavarokkal fognak össze. Ez esetben a különböző fémek elszigetelését is meg kell változtatni pl. festékbevonattal, műanyag stb. betétek alkalmazásával (5.52 ábra).

Sokszor a fejescsavarok anyamenete szerkezeti alkatrészben van. Ha a kötés ászokcsavarral nem helyettesíthető és gyakran bontandó, az anyamenet - különösen könnyűfémeknél - kikaphat. Ilyen esetben külön, kopásálló betétanyát alkalmazunk (5.53 ábra). Félíg az alaptömbben, félíg az anyában helyet foglaló hernyócsavar megakadályozza, hogy lazításnál a betétanya csavarodjon ki.

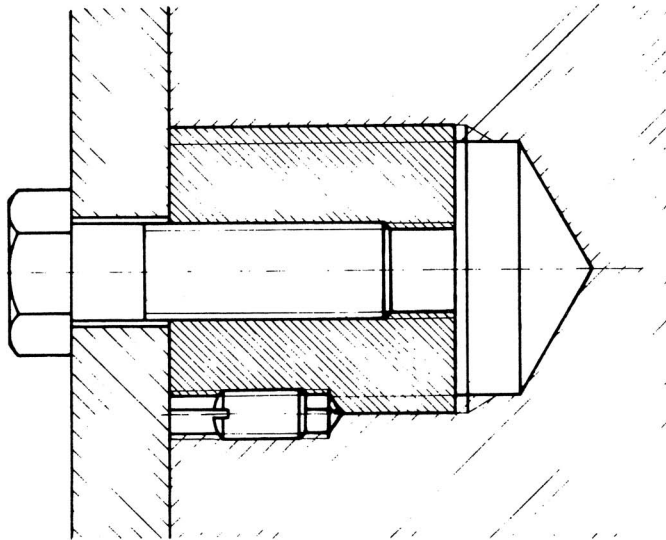
Végül az 5.54 ábrán látható ún. lehúzókészüléknél egy mozgatósi ill. erőátadási szerepet betöltő csavart mutatunk be.



5.52 ábra



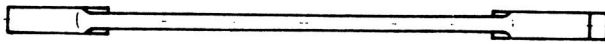
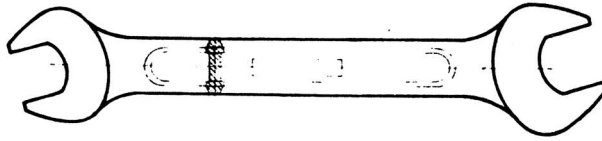
5.54 ábra



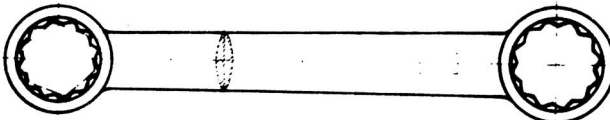
5.53 ábra



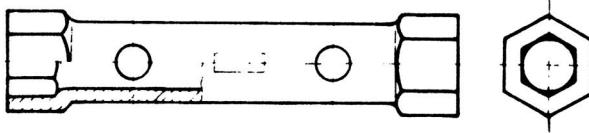
Mint fentebb láttuk, mind a csavarfejek, mind az anyák sokfélék. Kialakításuk a feladatukhoz, továbbá ahhoz igazodik, hogy ezeket milyen módon lehet csavarni és felszorítani, mint mondják "meghuzni". Bár a szárnyas anya kézzel is csavarható, az anyákat általában "kulcsokkal" huzzák meg.



*Villáskulcs*



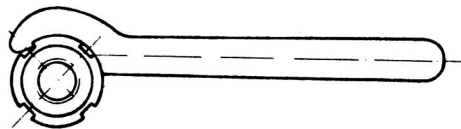
*Csillagkulcs*



*Csőkulcs*

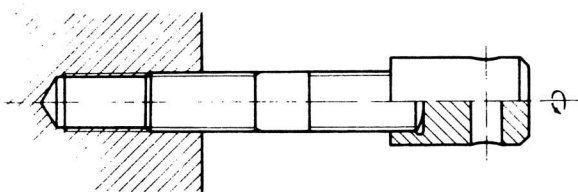
5.55 ábra

A hatlapú anyához a laptávjával egyező közti villás-, csillag- és csőkulcsot használunk (5.55 ábra). Előnyös, ha a villáskulcs szája a szárral  $15^\circ$ -os szöget zár be, mert akkor az anya meghuzásánál - közben a kulcsot átfordítva - elegendő, ha  $30^\circ$ -os szabad szegmens áll rendelkezésre. Még kisebb helynél használják a csillag-, valamint a csőkulcsot. A hornyos csapágyanyát orros kulccsal (5.56 ábra), az ászokcsavart is külön kulccsal (5.57 ábra), a belső kulcsnyílású csavart hatszögle-



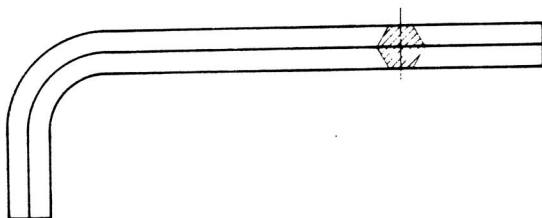
5.56 ábra

tes rudból L alakúra hajlitott kulccsal húzzák meg (5.58 ábra). Többféle állítható száju kulcs is van.



5.57 ábra

A csavarorsó túlzott meghúzásnál elszakadhat. Elégtelen meghúzás esetén pedig a kötés kilazul és pl. az összefogott részek közötti tömítés



5.58 ábra

átereszt. Ezek elkerülése érdekében igényesebb szereléseknél használják a különböző nyomatékjelző kulcsokat. Ezek egy részénél le lehet olvasni a meghúzási nyomatékot, de lehet olyan szerkezetű is, hogy az előre beállított nyomatéknál automatikusan kikapcsol, így túlulás nem állhat elő.

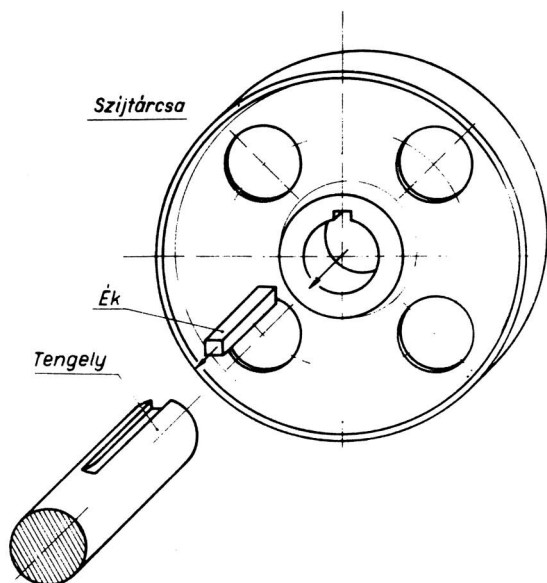
Általában több, azonos méretű csavart használnak egy-egy alkatrész lefogására. Ilyen esetekben a csavar meghúzása több fokozatban történik, és olyan sorrendben, hogy mindig az egymáshoz átlósan elhelyezkedő csavarok: kell meghúzni.

### 5.3 Ékek, reteszek (MSZ 301, 308, 311, 2303, 2305)

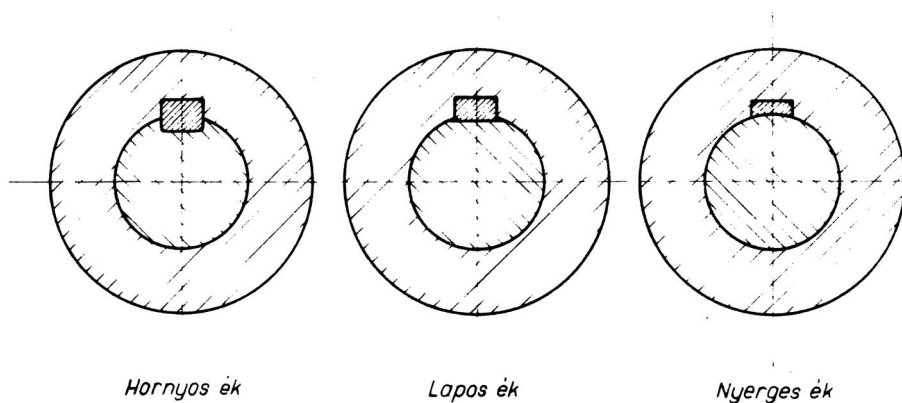
Tengely és a rajta levő, azzal együtt forgó tárcsák, kerek között legtöbbször ék vagy retesz viszi át a nyomatékot. Ezek ugyanis beszerelve olyan helyzetben vannak, hogy az ékek beszorulásukkor a tengely palástján fellépő surlódóerővel, a reteszek pedig az alakjukkal akadályozzák meg a relatív elfordulást (5.59 ábra).

Az ék mivel sugárirányban is beszorul a kerék és a tengely közé, a hosszirányú rögzítést is elvégzi. Az ékeknek e feszítésre felhasznált felületei egymáshoz képest 1%-os lejtéssel készülnek.

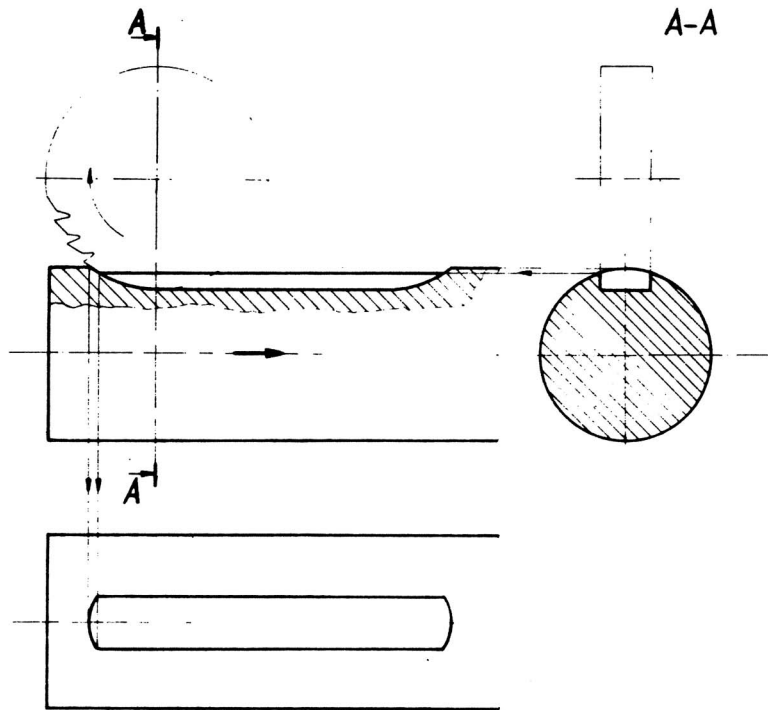
Az ékek lehetnek hornyos, lapos vagy nyerges kivitelűek (5.60 ábra). Mindhárom esetben az ék felső fele a kerék agyrészén hosszában végigfutó árokban az ún. agyhoronyban van. A megkülönböztetés az alsó részének kialakításában, ill. helyének a tengelyben való kiképzésében van. Szabványosítva csak azok az ékek vannak, amelyeknél horony van a tengelyben is. E horony kétfajta lehet: tárcsa maróval kialakított (5.61 ábra), valamint az ujjmaróval készült ún. fészekhorony (5.62 ábra). (Lásd a 7.3.1 fejezetet is).



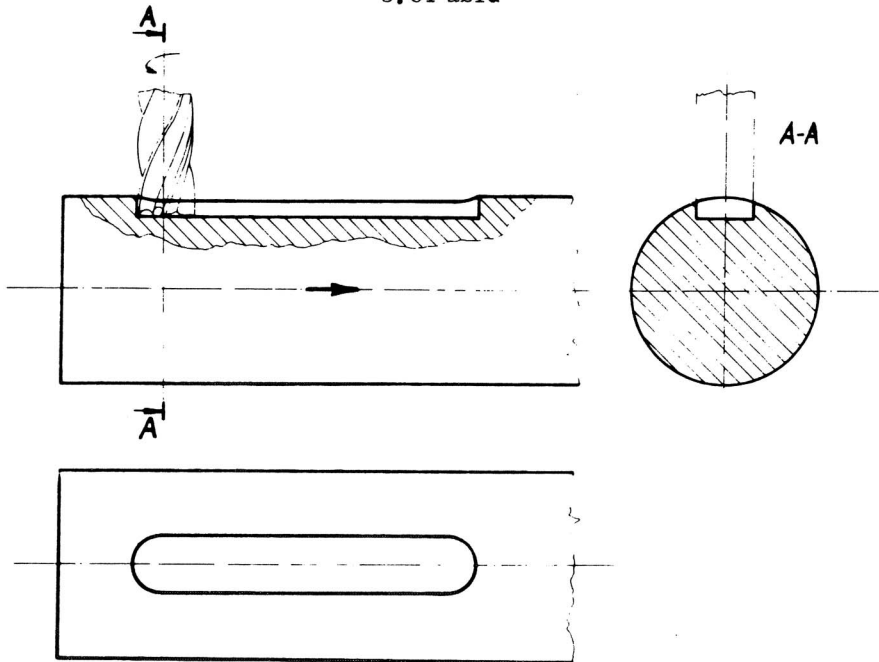
5.59 ábra



5.60 ábra

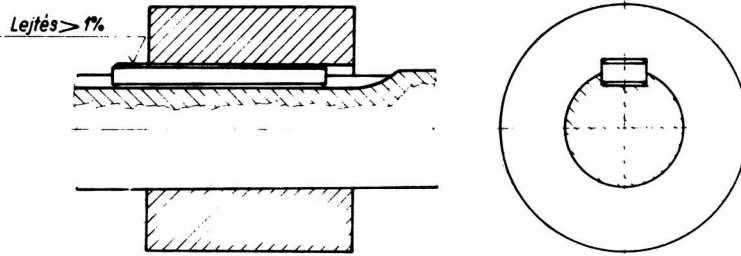


5.61 ábra

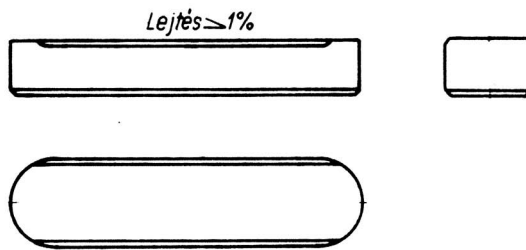


5.62 ábra

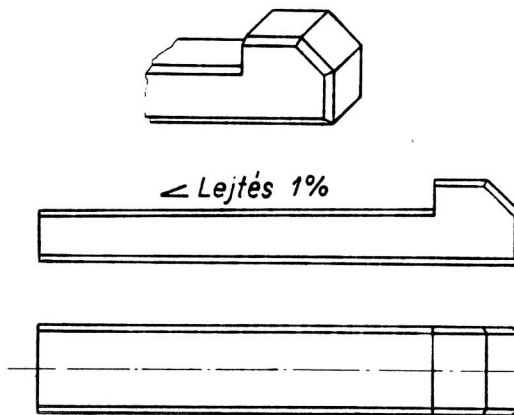
Az előbbibe a hornyos ék (5.63 ábra), a fészekhoronyba pedig az egész árkot kitöltő fészkes ék (5.64 ábra) kerül. A hornyos ék a könnyebb szerelés miatt orral is készülhet. Az orros éket lásd az 5.65 ábrán.



5.63 ábra

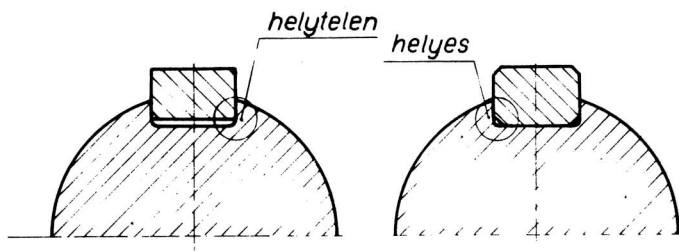


5.64 ábra



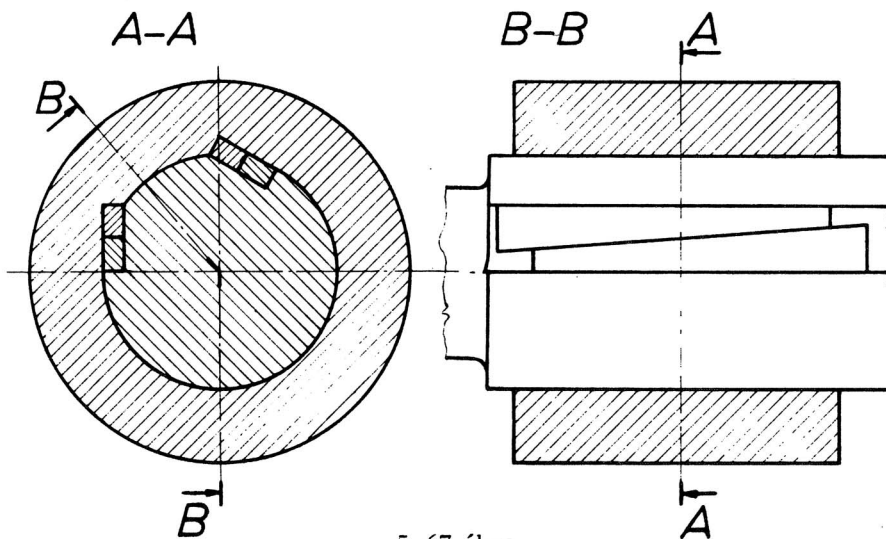
5.65 ábra

Az 5.66 ábra mutatja, hogy miért élezik le az ék széleit. Enélkül az ék nem érne le a horony aljáig, mivel a marószerszám kopása a horony fenekének szélein átmásolódik, vagyis azok (bár általában nem hangsúlyozzuk rajzban) egy kicsit mindig lekerekítettek. Ez egyébként is kedvező, mert az éles sarok esetleges repedések kiindulási helye lehet. Ezért a szerkezetek egyéb belső éleit is szándékosan lekerekítik.



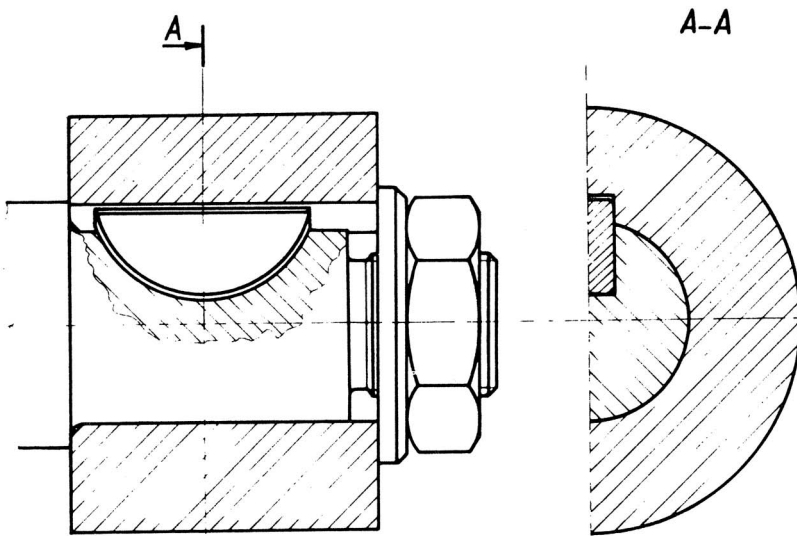
5.66 ábra

Az ék hátránya, hogy felszorulásakor a kereket a tengelyre merőleges helyzetből kissé kibillenti. Ezt kettős ékkel, az un. érintős ékkötéssel (MSZ 308) lehet kiküszöbölni. Ennél a két ék érintkező felületei lejtnek, de a másik két feszítő oldaluk párhuzamos. Beépítésnél ez a kettős ék a tengelyhez érintőirányban helyezkedik el (5.67 ábra), és kettőt alkalmaznak, ha kétirányú a nyomatékátvitel.

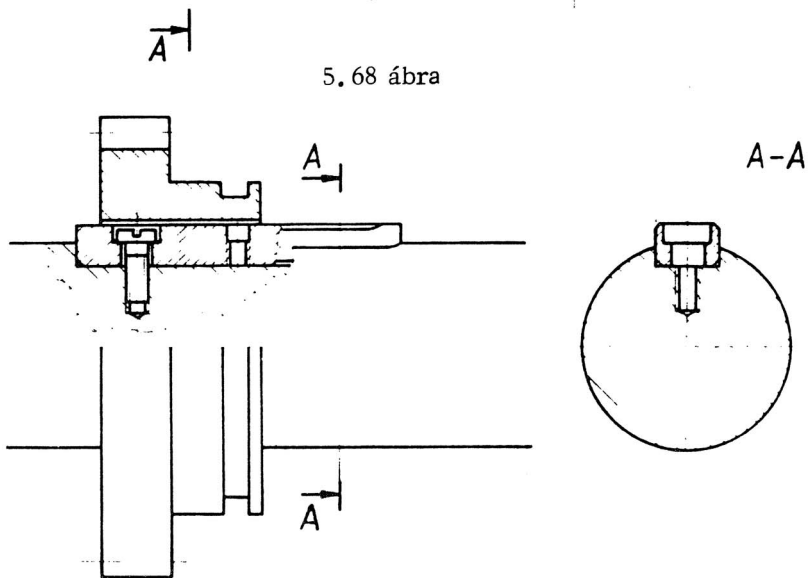


5.67 ábra

A reteszek is hornyos és fészkes reteszek lehetnek. Alakjuk a lejtéstől eltekintve az ékekhez hasonló. A reteszek a beépítésnél sugárirányban nem szorulnak meg, így az axiális rögzítést más elemek pl. tengelyváll és csavaranya biztosítják (5. 68 ábra).



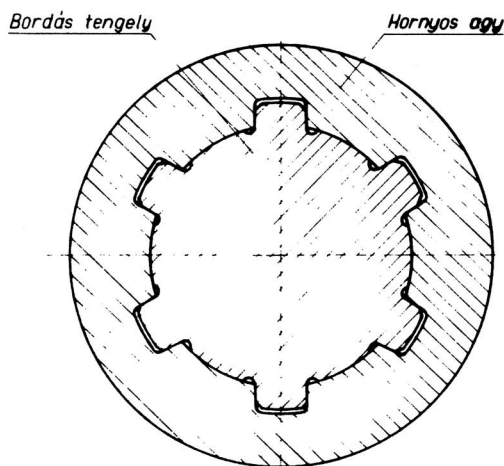
5. 68 ábra



5. 69 ábra

A példában az un. ives retesz (MSZ 311) van beépítve, mely a hengerpalást fenekü tengelyhoronyban helyezkedik el.

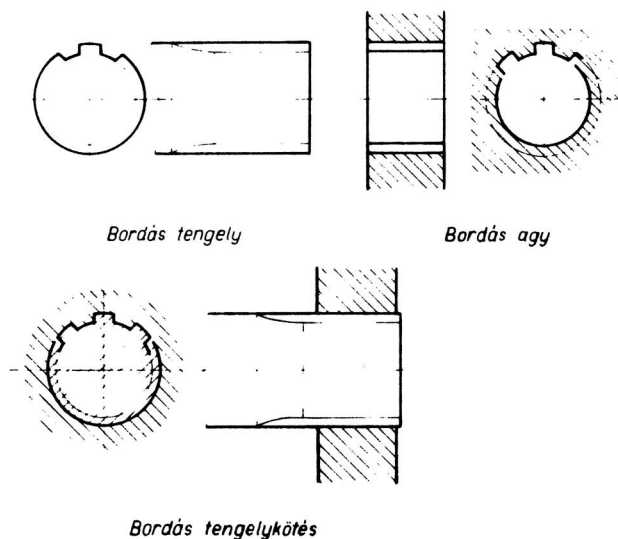
A siklóreteszt (5.69 ábra) akkor alkalmazzák, ha a kereket axiális irányban mozgatni kell tudni. A fészkes reteszhez hasonlít, csak külön furatai vannak, hogy hengeres fejű csavarokkal a tengelyhez lehessen rögzíteni. Szemléltetés érdekében az egyik csavart nem rajzoltuk be. A közzépső, menettel ellátott furat szerepe a retesz kiemelésénél van.



5.70 ábra

Az ék- ill. retesz kötéseknél az 5.54 ábrán már látott lehúzószerszámmal a kerék kiméletesen lehúzható a tengelyről.

Nagy terhelések mellett több retesz helyett pl. az 5.70 ábra szerinti bordástengelyt alkalmazzák. Ennek géprajzi megadását (MSZ 7843) az 5.71 ábra mutatja.

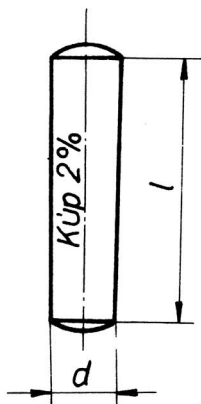


5.71 ábra

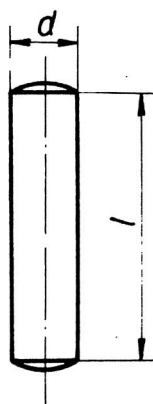


## 5.4 Egyéb rögzítőelemek

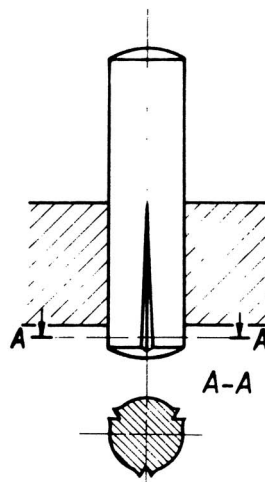
Alkatrészek rögzítésére és ismételt összeszereléskor az előző helyzet pontos beállítására alkalmazzák a kuposzeget (5.72 ábra) és a különféle hengeres szegeket, pl. az illesztőszeget (5.73 ábra). Ha a kötést nem bontják, a hasított szegeket (pl. az 5.74 ábra szerinti) használhatják.



5.72 ábra



5.73 ábra



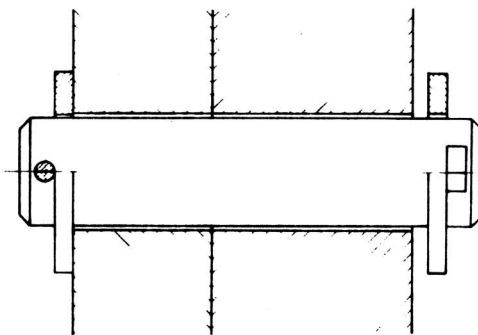
5.74 ábra

Ha az alkatrészeket lazán kell egymáshoz kötni, csapszeget alkalmaznak. Az 5.75 ábrán látható fajtájú csapszegeknél az axiális irányú határolást az alátéteken kívül elhelyezett sasszegek biztosítják. Van fejjel ellátott és menetes végződésű csapszeg is.

A kupos szorítógyűrűs kötés külön elem nélkül ön-záró kötést ad.

A hengeres szorítógyűrűs kötésnél a két félből álló, vagy felhasított gyűrű - csavarokkal összehuzva - rászorul a tengelyre.

A sajtott- és a zsgor- kötésnél a gyűrű a tengelyre szorosan illeszkedik (lásd a 7.5 fejezetet). Zsugorkötés-



5.75 ábra

nél a gyúrtú a könnyű felhuzás érdekében felmelegítéssel átmenetileg kitégítik.

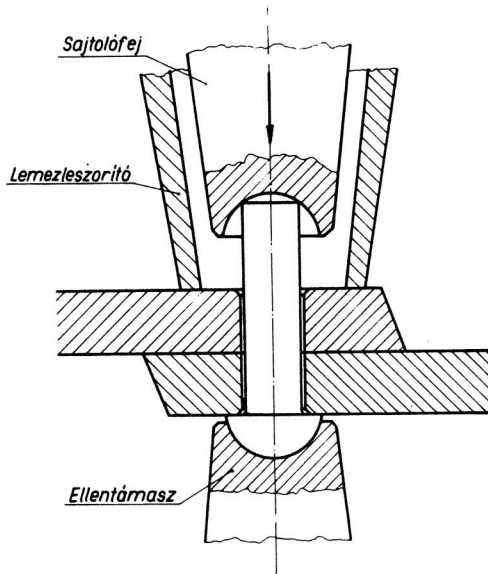
## 5.5 Nem oldható kötések

A nem oldható kötések az összefogást végző vagy az összefogott elemek roncsolása nélkül nem bonthatók szét.

### 5.5.1 Szegecselés

A szegecselés volt néhány évtizeddel ezelőtt a legáltalánosabb nem oldható kötésfajta.

Vasszerkezeteknél (állványzat, hidak, tetőszerkezetek) csak erőátadás, tartályoknál pedig a tömör zárás is feladatuk.



5.76 ábra

A 3.50 és 3.51 ábrákon már láttunk félgömbfejú szegeccsel készített átlapolt szegecskötést.

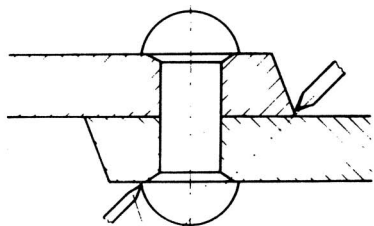
A szegecskötés készítésénél a két alkatrészt együtt kifurják, a furat széleire kupos kisüllyesztést készítenek, a szegeccset a lyukba helyezik, és a fej alá ellenszerszámot tesznek. A lemezleszorító csővel összeszorítják a lemezeket, majd kialakítják a zárófejet (5.76 ábra). A szegecsszár ekkor a furatot teljesen kitölti. Kis szegeccset (6-8 mm-ig) hidegen alakítanak, nagyobbakat izzó állapotban. A szegecs kihűléskor összehúzódik. Az így keletkező erőhatás összeszorítja a lemezeket.

Tömítéshez a fej és a lemez

szélét külön is tömörítik (5.57 ábra).

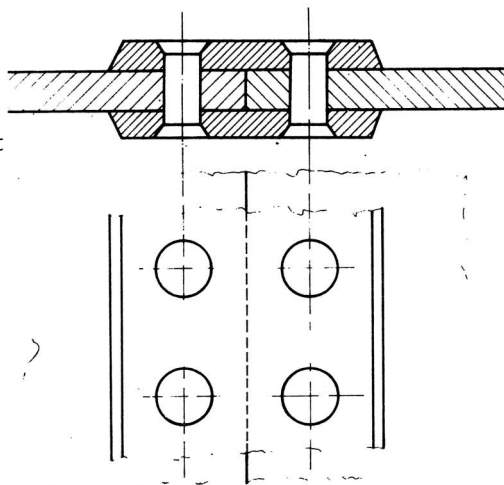
Az 5.78 ábrán kéthevederes szegecskötés látható, melyet a többfajta szegecsfej kialakítás közül itt süllyesztettfejú szegeccsel készítettek.

Az 5.79 ábrán érdekességként bemutatjuk, hogyan lehet szegecskötést készíteni ott, ahol nem lehet a zárófej kialakításához hozzáférni. A szegecs furatába betített hengeres szerszám a felhasított kupos alsó részt széthajlítja.

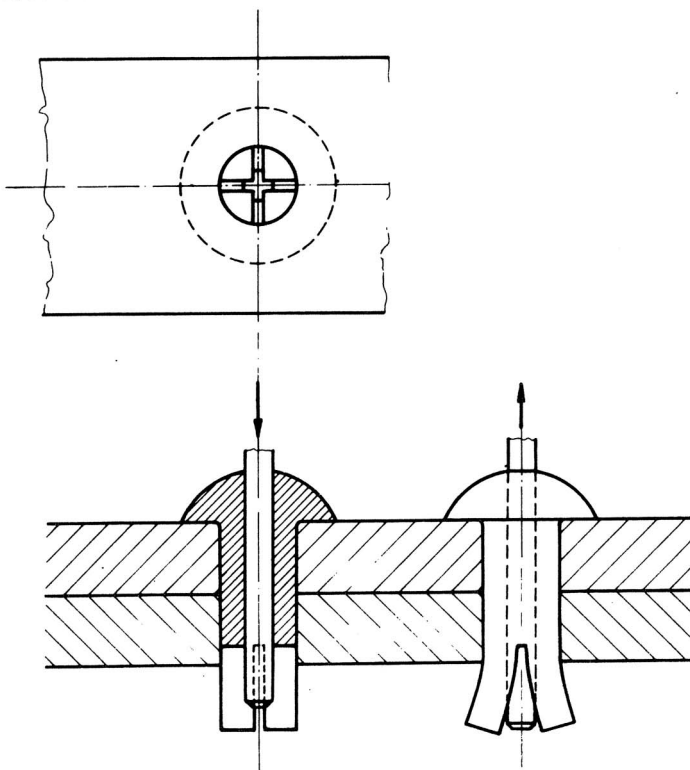


*Tornarítás*

5.77 ábra



5.78 ábra



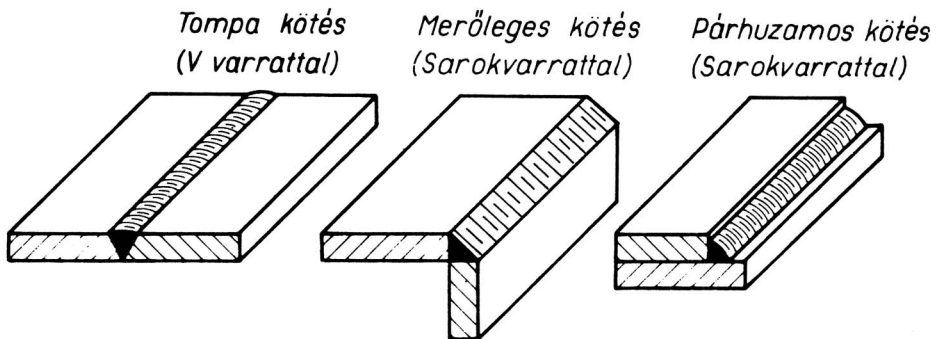
5.79 ábra

## 5.5.2 Hegesztés, hegesztési eljárások

Az oldhatatlan kötések legáltalánosabb módja a századforduló óta kifejlesztett hegesztés.

Ömlesztő hegesztésnél az összekötendő szerkezeti elemeket az egyesítés helyénél vékony rétegben egymással vagy az alapanyaghoz hasonló összetételű fém hozaganyaggal összeolvasztják.

Az így létrejött hegesztett kötéseket tompa és merőleges, ritkábban párhuzamos kötéseket lehetnek (5.80 ábra). A kötés helyét hegesztési varratnak nevezik.



5.80 ábra

Hegesztéssel az alkatrészek között kohéziós kapcsolat jön létre. Megemlítendő, hogy molekuláris kötést pusztán erőhatással is létre lehet hozni anélkül, hogy a részeket megolvasztanák. Ez utóbbi a sajtoló hegesztés.

Az ömlesztő hegesztéseket a használt hőforrások szerint csoportosíthatjuk. Ezek:

- a) lánghegesztő eljárások, amelyek égő gáz levegővel való elégetésén,
- b) villamos eljárások, mégpedig az ivhegesztés, amely a villamos iv hőhatásán, és az ellenálláshegesztés, mely a Joule-hő felhasználásán alapulnak.

### Lánghegesztés

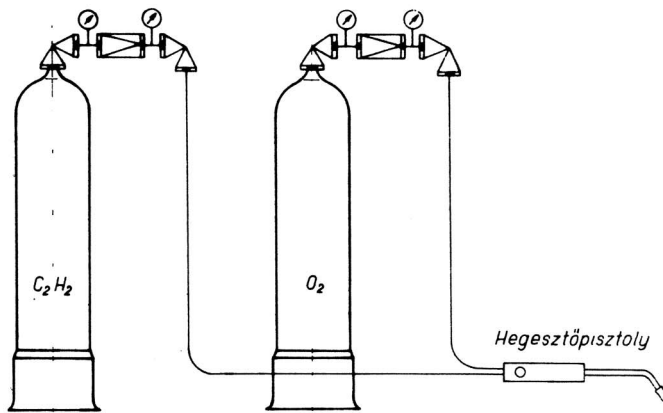
Az alapanyag, ill. a hozaganyag megolvasztásához a lángnak kellően magas hőmérsékletűnek és koncentráltnak kell lennie. Az égő gázok közül erre az acetilén a legalkalmasabb. Az égését közvetlenül tiszta oxigénnel táplálják, melyet palackból vesznek. Az acetilént vagy a helyszínen kalciumkarbidból fejlesztik, vagy pedig palackból használják un. dissous gáz formájában.

Nagy mennyiség tárolása érdekében az oxigénpalackba nagy nyomású (150 bar) gázt töltenek. Az acetilén tárolása közvetett. Mivel a nyomás

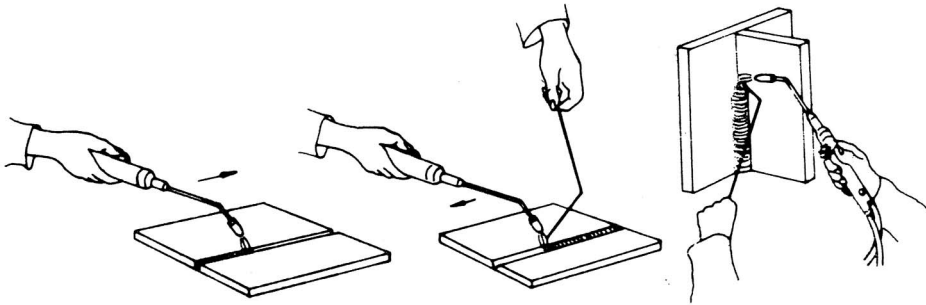
fokozásával az acetilén robbanásra hajlamos, ezért acetonban elnyeletik. Ezt azután kb. 15 bar nyomással besajtolják a palackot kitöltő porózus anyagba. Így egy 40 literes dissous-gáz palackba kerekén 5700 liter gáz fér.

A két gázt a palackokból nyomáscsökkentő szelepeken keresztül külön-külön vezetjük a hegesztőpisztolyba, mely egyrészt a jó keveredést, másrészt a koncentrált égést biztosítja (5.81 ábra). A cserélhető keverőszáregőfejrészt a hegesztendő lemez vastagságához (a gázfogyasztáshoz) kell megválasztani. Az égéshez az oxigén nyomását a légkörnél 1-2,5 bar -ral, az acetilénét pedig általában 0,2-1,8 bar -ral nagyobb értékre csökkentik. A két gáz mennyisége arányát a hegesztendő anyag szabja meg.

A tényleges hegesztést az 5.82 ábra képei mutatják.



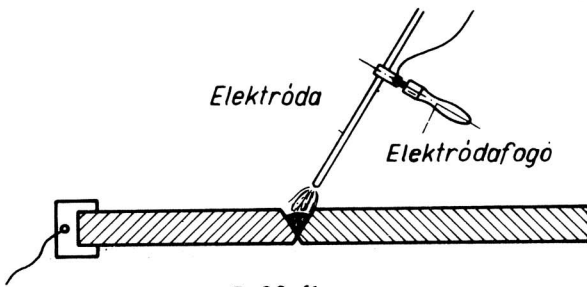
5.81 ábra



5.82 ábra

## Ivhegesztés

Itt a hálózati váltóáramot transzformátorral kis feszültségű és nagy áramerősségű árammá alakítják vagy pl. hegesztő dinamóval egyenáramot fejlesztenek. Ezután az egyik pólust a hegesztendő alkatrészhez a másikat pedig ahhoz a fogóhoz erősítik, amelyet a hegesztő tart a kezében (5.83 ábra). E fogóban van a hegesztőpálca, ami mint elektróda szerepel. Ezt a varrat helyénél a hegesztendő géprészhez érintve, utána kissé eltávolítva ivfény keletkezik, amelynek magas hőmérséklete a pálca végét és helyileg az alkatrészt is megolvasztja. A pálca anyaga a varrat árkába csöpög és azt kitölti.



5.83 ábra

Ivhegesztésnél a bevonatos pálcákat alkalmaz-  
zák. A bevonat stabilá teszi az ivet, mert olyan anyagokat tartalmaz, amelyek az ivtér ionizációját fokozzák. Ez főleg váltóáramu hegesztésnél fontos. A bevonat további feladata az, hogy az olvadt réteget az oxidációtól megóvja, ill. a megszáradulás előtt a salakot a felszínre hozza.

Ugyanis az anyaga a fénoxidokkal könnyű fajsúlyú salakká egyesül, ami a felolvadt rész tetején helyezkedik el, és védi a varratot a körülötte levő levegő oxidáló hatásától.

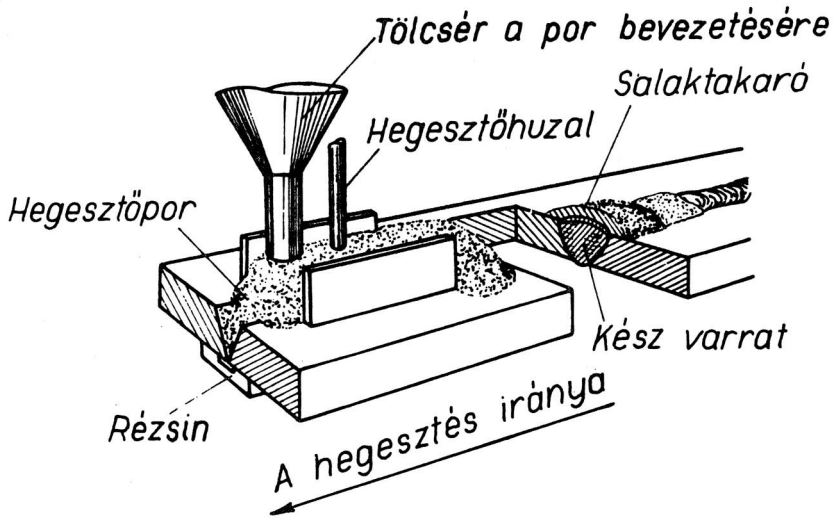
Ez a védelem még tökéletesebb a védőgázos ivhegesztésnél. Itt külön vezetéken argont, héliumot vagy széndioxidot vezetnek a hegesztési helyhez, amelynek semleges védőgázfelhője megakadályozza az ömledék oxidációját. Az iv az alapanyag és a wolframpálca között van. A hozaganyagot külön pálcából nyerik. E módszerrel hegeszthetők pl. a rozsdamentes acélok (mert az ötvözőelemek nem tudnak kiégni) és az alumínium is.

A fedettív hegesztésnél más módon akadályozzák meg az oxidációt. Itt a fenti célú bevonóanyagot por alakjában külön juttatják a hegesztés helyére (5.84 ábra). Az iv hatására a fedőpor részben megolvad és ez a salakréteg a varratot elzárja a levegőtől. E hegesztést főleg hosszú, egyenes varratok automatikus hegesztésére használják. Az elektróda huzalt dobról csévélik le. Ez is, és a port lerakó valamint a megmaradt részt visszaszívó berendezés a varrat hossza mentén haladó kocsihoz van szerelve.

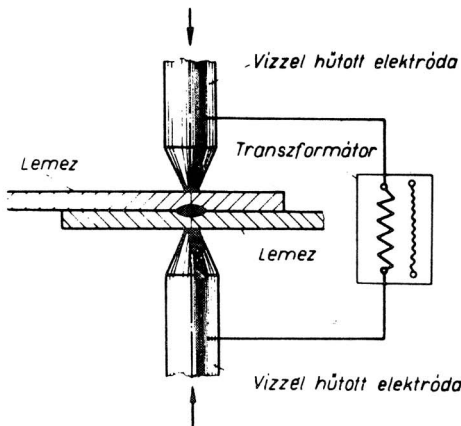
## Ellenálláshegesztés

A villamos áram Joule-hőjét is fel lehet hegesztési célra használni. Például, ha rudanyagokat a végeiknél kell összehegesztetni, a két alkatrész-

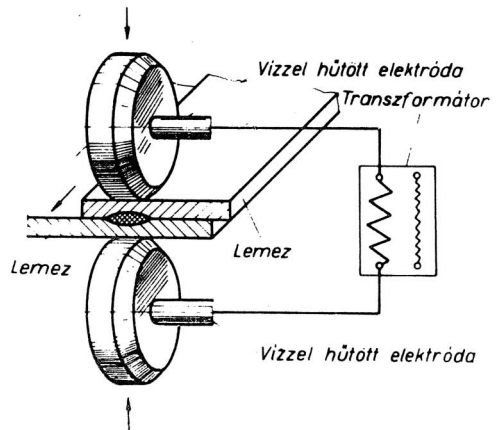
re vezetik a nagy áramerősségű áramot. A két darabot lazán összeérintve, az itt adódó jelentős átmeneti ellenállás következtében azok felmelegsznek egészen pépes állapotig. Utána a részeket összeszorítják, melyek összehegednek. Ez a zömítő tompa hegesztés. Ennél célszerűbb, ha az összeérettés után széthúzzák az alkatrészeket, hogy iv keletkezzen (miáltal az anyag megolvad), majd útesszerűen összesajtolják. Ez az ömlesztő tompa hegesztés, mely a megolvadás miatt az előzőnél kedvezőbb kötést ad.



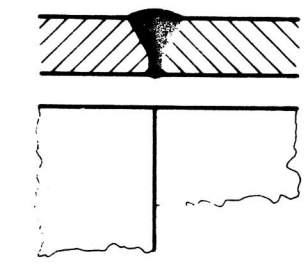
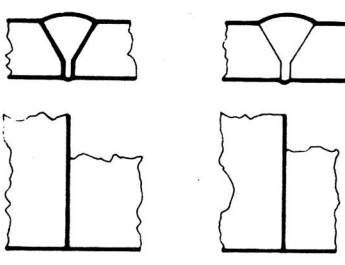
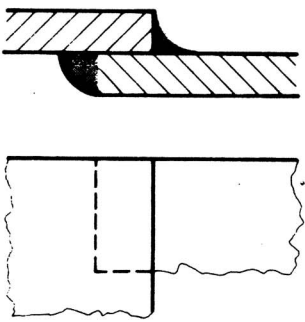
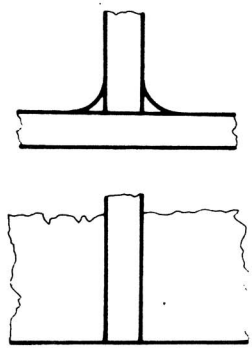
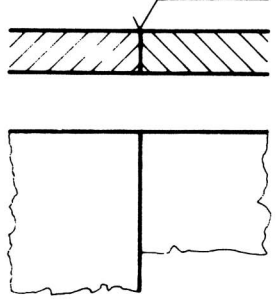
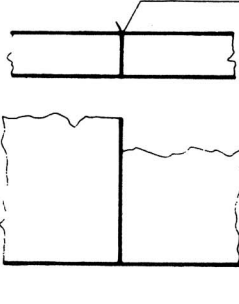
5.84 ábra



5.85 ábra



5.86 ábra

Ábrázolás	Metszet	Nézet
<p style="text-align: center;"><i>Élkiképzést, ill. varratokat megmutató részlet</i></p>		
		
<p style="text-align: center;"><i>Egyszerűsített</i></p>		

5.87 ábra



A ponthegesztést vékony lemezek kötésére használják (5.85 ábra). Az átlapolt lemezeket az áramot bevezető, két hűtött elektrodával összeszorítják. A két lemez a nagy átmeneti ellenállás okozta hő és az erőt hatás következtében összeheged.

A vonalphegesztés hasonlít a ponthegesztéshez (5.86 ábra). A hegesztés folyamatossá tételéhez a hegesztendő vonal mentén két görgő halad. Ezek vezetik be az áramot és végzik az összeszorítást.

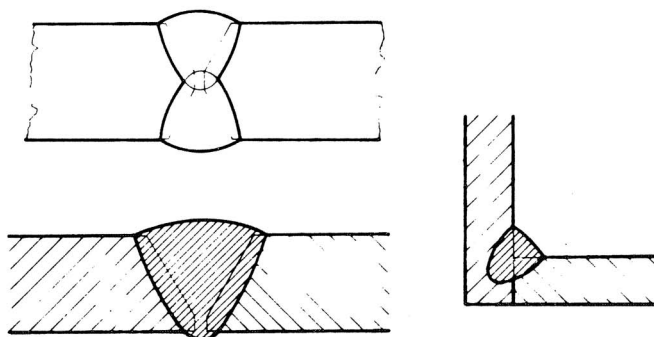
### Lángvágás

Ha hegesztőlángot fém alkatrészre irányítunk, az helyileg felolvad. Egy fuvókán nagy nyomású oxigént külön ide vezetve az olvadt fém oxidálódik, és a képződött higfolyós salakot a sugár nyomása a vágási helyről kifújja. Ez a lángvágás lényege, melyet általában kerekeken gurított vágópisztollyal végeznek.

### 5.5.3 Hegesztések géprajzi megadása (MSZ 694, 4302, 4291)

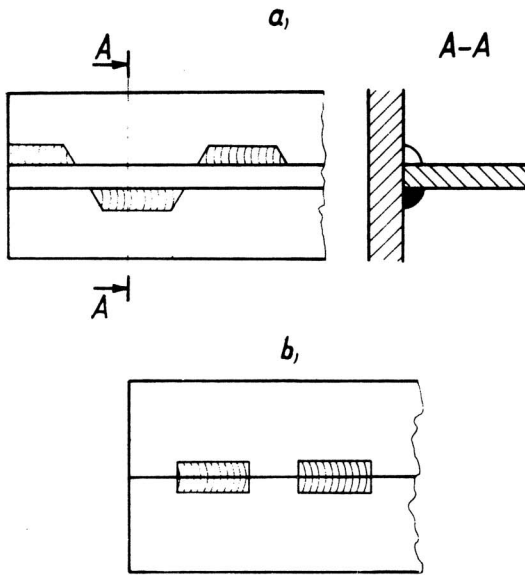
A varratokat az 5.87 ábra szerint ábrázoljuk. Eszerint a varratok hosszirányban metszetben és nézetben is megrajzolhatók. E képen a hegesztés előtti lemezszélek vonala szerint van a varrat alakja feltüntetve. A varratszelvény befekettített, esetleg sraffozott. A varrat vonalának a képét a névleges helyén egyetlen vastag vonallal jelöljük. A szabvány megengedi a varratok egyszerűsített, a varratalak megrajzolása nélküli ábrázolását is.

A kötés a beolvadási zóna feltüntetésével is megrajzolható (5.88 ábra). Itt a lemezek élkiképzését vékony vonallal be kell jelölni.



5.88 ábra

Szakaszonként ismétlődő varratok képiesebbé ítéltére használható az 5.89 ábra szerinti jelölés. Eszerint a varratok helyét közepes vastagságu



5.89 ábra

vonallal határoljuk, és benne szabadkézzel rajzolt vékony, jellegzetes (pl. ívelt) hegesztési vonalkázással hangsúlyozzuk.

A hegesztési varratokra vonatkozó adatok (alak, méret stb.) megadása általában rajzjelekkel (MSZ 4302, MSZ 4291), ritkábban a varratokról készített beméretezett részletrajzokkal történik. Alábbiakban csak az ömlesztő hegesztések megadásával foglalkozunk. A varrat elnevezése és a jelképe is annak alakját követi. Néhány varrat jelölését az 5. I. táblázat mutatja. E rajzjeleket mutatóvonalon adjuk meg (lásd az 5.90 ábra példáit). Itt írjuk elő a varrat alakjára utaló


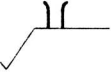
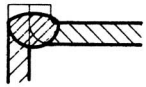
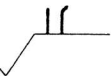
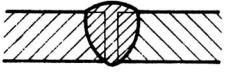
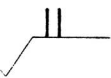

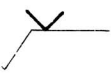

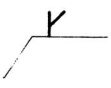

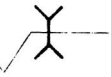
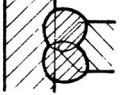
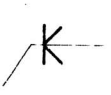
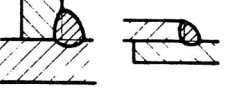
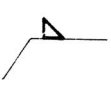
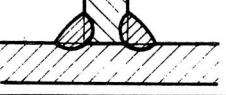
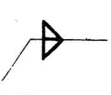
jelképet, a varrat keresztmetszetét jellemző adatokat, a kiegészítő jelképeket és egyéb előírásokat. Ezeket a varrathoz huzott mutatóvonalhoz, az előírt helyre tesszük.

Önálló jelképe csak az egy oldalról készített hegesztett kötésnek van. Az elkészítés irányából látott varrat jelképét a mutatóvonalra felülről kell ráhelyezni. Ha a varrat a nézetiránnyal ellentétes oldalról készül, a jelkép a mutatóvonalhoz alulról csatlakozik. Kétoldalas kötés az egyoldalas jelképnek megfelelő oldalon történő ismétlésével jelöljük.

A jelkép mellett a varrat elkészítéséhez szükséges minden adatot feltüntetünk. Ezek: a varrat előírt vastagsága ( $a$ ), a varrat hossza ( $l$ ), a szakaszos varrat hossza ( $l'$ ) osztástávolsága ( $t$ ), a szakaszok száma ( $N$ ) stb. A kiegészítő jelképek a gyökhegesztésre, a helyszini szerelésre stb. vonatkoznak. Egyoldalas tompavarratoknál (pl. V varrat) a hegesztéssel ellentétes oldalon bizonytalan az összeolvadás, mely a varrat szilárdságát csökkenti. Ezért ezt az árokszerű részt éles szerszámmal végigvésve kiigazítják, és mint egy kis V varratot utánhegesztik. Ezt nevezik gyökhegesztésnek. Egyéb előírásokat (amelyek a hegesztő eljárásra, a hegesztés megkövetelt minőségére, a varrat azonosítására stb. vonatkoznak), csak szükség esetén alkalmaznak. Amennyiben a varratokat csak a fenti rajzjelekkel adják

meg, és a lemezek élkiképzésének méreteit külön ábrán nem írják elő,  
 (pl. a megrendelő nem kéri, mert ezt a gyártás előkészítésekor végzi el),  
 ugy ezt a szövegmező közelébe irt "élkiképzés az MSZ 4304 szerint" utalás  
 helyettesíti.

5. I. táblázat

A varrat neve	A varrat	
	metszete	jelképe
Szimmetrikus peremvarrat		
Aszimmetrikus peremvarrat		
I-varrat		
V varrat		
$\frac{1}{2}V$ varrat		
Kettős V (X) varrat		
Kettős $\frac{1}{2}V$ (K) varrat		
Sarokvarrat		
Kettős sarokvarrat		

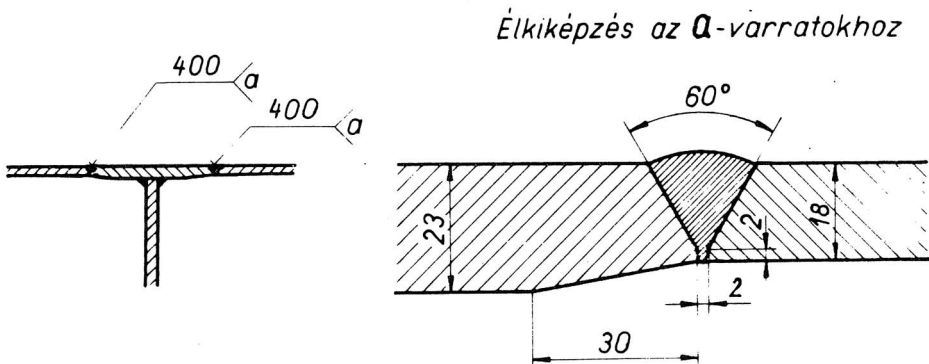
<p>Példák hegesztett kötések megadására (Csak a különböző vetületek egyikén adjuk meg!)</p>	
<p>V varrat gyökhegesztve (<math>\ominus</math>), gázhegesztéssel (G)</p>	
<p>Kettős sarokvarrat domború felülettel (<math>\sim</math>), ívhegesztéssel (E)</p>	
<p>Szakaszos sarokvarrat homorú felülettel (<math>\smile</math>) helyszínen készítve <math>\uparrow</math></p>	
<p><math>N</math> a szakaszok száma</p>	

5.90 ábra

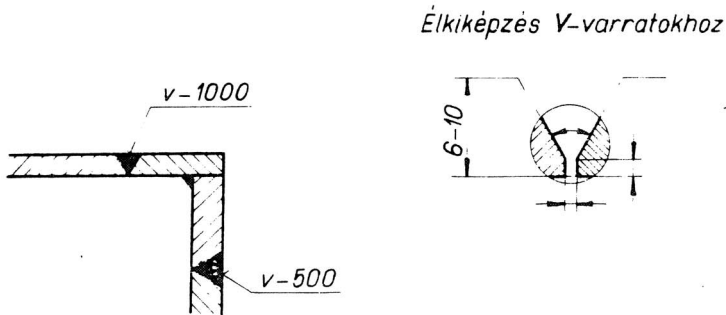
Egyszerűbb esetben esetleg elegendő a varratokra egyenként előírt rajzjelek helyett a szövegmező fölötti kiemelt szöveges előírás is, pl.:

"Varratok ivhegesztéssel V 3 - 1000 összhosszban  
 $\Delta$  2 - 1500 összhosszban."

Ha a lemezek élkiképzését be kívánjuk méretezni, úgy ehhez rendszerint külön, megfelelő nagyságú részletrajzot készítünk (5.91 ábra). Azonos típusu varratok egyenkénti megrajzolása helyett megengedett csak egy részlet készítése. Ez esetben a jelképes megadás az 5.92 ábra szerinti, amikor is a varratoknál csak az azonosítást adó varratjelképet (vagy mint előbb egy utaló betűt) és a varrathosszakot adjuk meg, az elkészítés méretei pedig a speciálisan megrajzolt részletre kerülnek.

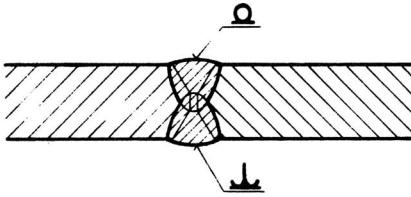


5.91 ábra



5.92 ábra

A hegesztett kötés megmunkálásának a jelzésére két jel utal. Az 5.93 ábra szerinti felső jel azt jelenti, hogy csak a varrat dudort a lemez síkjáig, az alsónál pedig a hegesztés melletti lemezrészeket is, simára kell munkálni.



5.93 ábra

#### 5.5.4 Hegesztések alkalmazása

A hegesztés a szegecselést nagy mértékben kiszorította. A hegesztéseket általában az alábbi helyeken alkalmazzák:

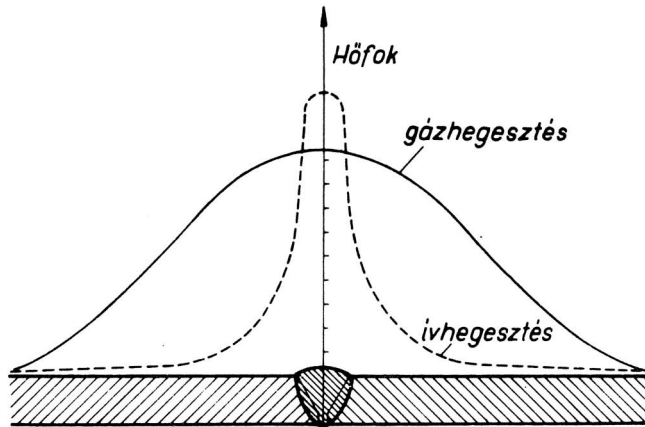
1. kazánépítésben és különféle készülékek (tartályok, autoklávok stb.) készítésénél, ahol ezzel a tömör zárás is megoldott, és a szegecslyukakból adódó keresztmetszet gyengítést sem kell figyelembe venni,
2. vasszerkezetek építésénél, ahol a hegesztés a szegecseléssel szemben kb. 20% anyagmegtakarítást ad,
3. egyedi gépépítésnél, ahol öntött alkatrészekkel szemben gyorsabban elkészíthető könnyebb és olcsóbb megoldást nyertünk.

Hegesztéssel készülnek a különböző lemezcsövek, szekrények, gépházak, gépkeretek, állványok stb. Megjegyezzük, hogy tömeggyártás esetén az öntött alkatrészek olcsóbbak a hegesztett szerkezeteknél.

Fontos tudni, hogy az egyes szerkezeti anyagok nem egyformán hegeszthetők. Az ötvözetlen acélok kb. 0,2% C-tartalomig jól, ezen túl egyre rosszabbul hegeszthetők. Az ötvözött acélok (egy részüket kivéve) - és más fémek is - csak speciális módon (pl. védőgázos hegesztéssel), esetleg egyáltalán nem hegeszthetők.

A hegesztési varratok mellett kellően felmelegedett anyagrészt a környező hidegen maradt fémrészek gyorsan lehűtik, miáltal átdezódik (lásd a 6.3.1 fejezetet), ami e rész szivósságának csökkenését, rideggé válását eredményezheti. Mivel a gázhegesztés hőhatás övezete az ivhegesztésénél szélesebb (5.94 ábra), így lassabb a lehülése. Ezért az átdeződés veszélye gázhegesztésnél kisebb, vagyis ezzel a nagyobb széntartalmu szerkezeti acélok az ivhegesztésnél jobban hegeszthetők. Az ötvözött acéloknál az a lapanyaggal egyező hegesztőpálcát és olyan hegesztési módot kell választani, mely az ötvözők kiegészét megakadályozza.

Az 5.94 ábrához kapcsolódnak az alábbi szabályok is: Az azonos idejű felmelegedés érdekében az összekötendő alkatrészeknek közel azonos vastagságúaknak kell lenniük. Ha esetleg kissé eltérőek, úgy jobb az ivhegesztés. Vékony lemezeket kb. 3 mm-ig peremvarratokkal, 4 - 20 mm-ig féloldalas, ennél vastagabb lemezeket kettős varratokkal kötik össze.



5.94 ábra

A hegesztett varratok szilárdsága, terhelhetősége az alapanyagét soha nem éri el. Ugyanis pusztán a varrat körüli részek egyenlőtlen lehűléséből (és az ebből eredő elhuzódásokat megakadályozva) már belső feszültségek maradnak az anyagban, melyek nehezen számbavehetők de hozzáadódnak a külső terhelések okozta igénybevételhez. Ha még egyéb, a varratot gyengítő okokat is figyelembe veszünk (pl. salak zárvány marad a varratban, vagy ha nincs gyökhegesztés), ez még nyilvánvalóbb.

Ezért van az, hogy hidaknál a hegesztés még mindig nem tudott széles körben elterjedni. A szegecselés terhelhetősége ugyanis megbízhatóbban számolható. A hegesztési varratra megadható fajlagos (a keresztmetszete egységére jutó) igénybevétel (az ún. megengedhető feszültséget) ezért nem az alapanyag, hanem a varratok tulajdonságai határozzák meg. A hegesztés jóságfoka ( $v$ ) a hegesztésre megengedhető, valamint az alapanyagra megengedett (és ismert) feszültség viszonyát mutatja. Ez az érték gondos készítés és ellenőrzés esetén egyre jobban megközelíti az egyet. A jóságfok nagysága függ az anyag hegeszthetőségétől, a varrat alakjától, az utólagos hőkezeléstől, a mechanikai és röntgenvizsgálat részletességétől. Általában

$v \cong 0,5$

ha nincs gyökhegesztés és semmi-féle utólagos vizsgálat.

$0,5 < v < 0,7$

ha van gyökhegesztés.

$v > 0,7$

esetén a varratokat röntgenvizsgálatnak és egyéb (pl. próbapálcákon végrehajtott roncsolásos) vizsgálatnak kell alávetni.

A hegesztés tökéletessége erősen függ a munkás gondosságától és begyakorlottságától is. Ezért a hegesztőknek időszakonként minősítővizsgát kell tenniük.

Nemcsak kötés lehet a hegesztés feladata. Az un. felrakó hegesztést ellásználódott alkatrészek lekopott részeinek javítására lehet alkalmazni. Például egy tengelyt- az elkopott felületét hegesztés útján fémmel feltöltve, majd hengeresre munkálva - újra fel lehet használni.

A fentiekben fémek, elsősorban csak acélok hegesztésével foglalkoztunk. Megjegyezzük, hogy pl. PVC gyártmányoknál is használják a hegesztést, a megfelelő alacsonyabb (250 - 280°) olvadáspont figyelembevételével.

#### 5.5.5 Forrasztás

A forrasztásnál az alkatrészeket olvadáspontjuknál alacsonyabb hőfokon olvadó fémmel, az un. forrasztóanyaggal kötik össze. Forrasztásnál csak ez olvad meg, mely azután adhéziós kötést hoz létre az alkatrészek között. A kapcsolatban a mélyebben ható diffúziós jelenségek ugyan szerepet játszanak, de lényegileg határfelületi a kötés. A jó forrasztás fontos feltétele a felület tisztasága és az, hogy ennek jelentős túlhevítése nélkül is, rajta a megolvasztott forrasztóanyag könnyen szétterüljön. E kettős célt a folyatószerek töltik be (pl. gyanta, szalmiák, réznél a bórax stb.).

A forrasztóanyagok lehetnek kemények és lágyak. Lágy forrasztóanyag (pl. ón, cink, ólom ötvözet) olvadáspontja 400° alatti.

A kemény forrasztók 400° felett olvadnak, és erősebb kötést adnak. Rendszerint réz vagy ezüst ötvözetek.

#### 5.5.6 Ragasztás

A ragasztás filmrétege is adhézióval biztosítja a molekuláris kötést. Míg régebben csak nem fémes anyagoknál (fa, bőr stb.), ujabban fémek kötésénél is elterjedően van. Nap mint nap újabb ragasztóanyagok látnak napvilágot a vegyészek ezirányú munkásságának eredményeképpen.

Fémragasztáshoz általában műanyag alapu ragasztókat használnak, melyekhez a fémfelületet le kell tisztítani. Ragasztásnál - a kellően nagy felület érdekében - az alkatrészeket átlapoltan vagy hevederes megoldással kötik. Megjegyezzük, hogy a kötések csak a ragasztási felület irányában terhelhetők.



## 6. Anyagi tulajdonságok megadása

### 6.1 Gépszerkezeti anyagok

A gépszerkezetek anyagait elsősorban az üzemi követelmények határozzák meg. Így a gépelem szerepe, a terhelésekkel szembeni kellő szilárdsága és a kémiai hatásokkal kapcsolatos viselkedése. Fontos anyagválasztási szempont az alkatrész célszerű elkészítési technológiája és a gazdaságosság (beszerezhetőség, ár) is.

A gépszerkezeti anyagok választékát szabványok írják elő, melyek közlik azok tulajdonságait (összetétel, szilárdsági jellemzők stb.).

Egy alkatrész elkészítéséhez a geometriai alak megadásán kívül nyilván az anyag előírása is hozzátartozik. Az anyagokat szabványos anyagjelölésekkel adjuk meg, melyek a szövegmezőbe ill. a darabjegyzékbe kerülnek. Így az elkészítője és a felhasználó is előre számba tudja venni az alkatrész tulajdonságait.

A szerkezeti anyagokat vasfémek és nem vasfémek csoportjára, valamint nem fémes anyagokra oszthatjuk. Ezek részletes tárgyalása előtt azonban az anyagvizsgálatokat ismertetjük.

### 6.2 Anyagvizsgálatok

Egy anyag felhasználásához számos anyagjellemző ismerete szükséges. Ezek meghatározásához, valamint a már legyártott, vagy hosszabb ideje üzemelő alkatrész tulajdonságai ellenőrzéséhez anyagvizsgálatokat végzünk.

Ezek:

1. mechanikai vizsgálatok az anyagnak az igénybevételekkel kapcsolatos tulajdonságait,

2. technológiai próbák, melyek az alkatrész legyártása közbeni viselkedését,

3. hibakereső vizsgálatok az alkatrész hibáit,

4. kémiai vizsgálatok amelyek az anyag összetételét,
5. korrózióvizsgálatok a vegyi hatásokkal szembeni ellenállást vizsgálják.

### 6.2.1 Mechanikai vizsgálatok

A mechanikai vizsgálatok az alkatrészek anyagainak a szerkezetet ért erőhatásokkal szembeni jellemzőit határozzák meg, vagyis szoros kapcsolatban vannak a gépalkatrészek méretei megválasztásával. Ezek a jellemzők elsősorban az igénybevétel fajtájától függenek. Így annyiféle vizsgálatról beszélhetünk, ahány fajta igénybevétel van (huzó, nyomó, nyíró, hajlító, csavaró).

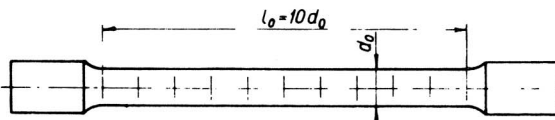
E kísérleteknél az anyagból előírt alakkal és mérettel készített ún. próbatestet vizsgálunk. Jellemzőit - ahogy az a valóságos alkatrészeknél is van - 3 fajta terhelési mód mellett lehet meghatározni.

A statikus vizsgálatokból választ kapunk az anyagnak állandó, vagy lassan változó terhelésekkel szembeni viselkedésére. A dinamikus anyagvizsgálatoknál a lökésszerű, a fárasztó vizsgálatoknál pedig a változó terhelésekkel kapcsolatos anyagjellemzőket határozzák meg.

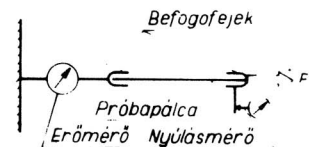
#### Statikus anyagvizsgálatok

##### a) Szakitóvizsgálat

Elsősorban a szakitóvizsgálatot (más néven huzópróbát) emeljük ki, mint a leggyakoribb statikus anyagvizsgálatot. A vizsgált anyagból készült próbapálcát (6.1 ábra) két végét szakitógépbe fogják és lassan növekvő huzóerővel terhelik (6.2 ábra). Eközben mérik az erőt ( $F$ ) és a hozzá tartozó, a pálcán vizsgálat előtt bejelölt 5 vagy 10-szeres átmérőnyi hosszának (az  $l_0$  jelűnek) a tényleges értékeit ( $l$ ).



6.1 ábra



6.2 ábra

A terhelő  $F$  erő hatására a pálcában belső erők keletkeznek. Ezeket a terheletlen keresztmetszet egységére eső erővel jellemzik. E fajlagos erő neve: feszültség. Esetünkben ez húzásból származik, ezért húzófeszültség a neve. A jele  $\sigma$  (szigma), mint általában a felületre merőleges feszültségeknek. A húzópróbánál

$$\sigma = \frac{F}{\frac{d_o^2 \pi}{4}}$$

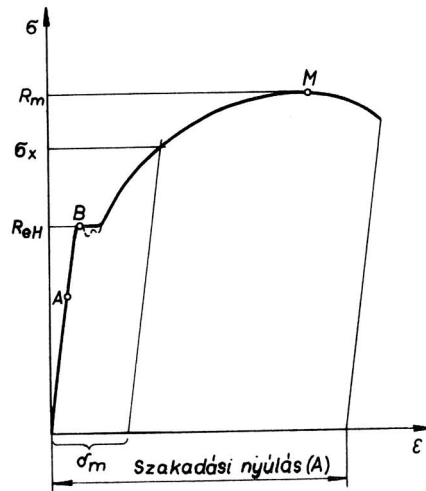
Az erő hatására létrejövő megnyulások helyett is ezek fajlagos (az eredeti mérőhosszhoz viszonyított) értékét az ún. teljes nyulást vizsgálják. A %-ban megadott teljes nyulásokat és a hozzátartozó feszültségeket koordináta-rendszerben ábrázolva a szakítódiagramot nyerjük, ami az anyagterhelésekkel szembeni viselkedését jól mutatja.

A leggyakoribb szerkezeti anyag a lágycél szakítódiagramja a 6.3 ábra szerinti.

A feszültség kezdetben lineárisan emelkedik, majd a B-vel jelölt pontnál nagymértékű alakváltozás történik. Ezt nevezzük folyáshatárnak. Lágycél szakítódiagramjánál a folyás kezdete sokszor nem vízszintes, hanem pl. a diagramon szaggatottan bejelölt vonalként adódik. Más a fémeknél nem is jelentkezik a folyáshatárt megadó törés, mert e részen a szakítódiagramjuk folyamatosan emelkedő jellegű. Ekkor az előre megállapított nagyságú (pl. 0,2%) alakváltozást adó feszültséget tekintik folyáshatárnak melyet a terhelés közbeni, vagy még gyakrabban a terhelés megszűnte után maradt állapotra értenek.

Az utóbbit terheletlen állapotban mért egyezményes folyáshatárnak nevezik (jele  $R_{0,2}$ ). A pontos mérések azt mutatják, hogy az acél rugalmas vi-

selkedés már a B pont előtt, a rugalmassági határnál (A) befejeződik. Eddig terhelte pálcát az igénybevétel után visszanyeri eredeti hosszát. Nem így gyakorlatilag a B ponton túl, mert ilyen terhelés megszűntével - mivel a rugalmas szakasszal párhuzamosan esik vissza a megnyulás - a test



6.3 ábra

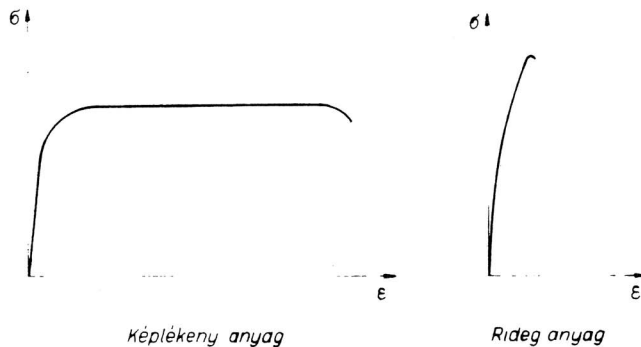
az eredeti alakjánál megnyultabb marad. (A diagramban feltüntetett  $\sigma_x$  igénybevétel megszűntével  $\delta_m$  alakváltozás maradt a próbapálcánál).

A gépszerkezeteknél ezért a feszültségeknek kellő biztonsággal a folyáshatár alatt kell maradniuk, hogy az anyagban maradó alakváltozás ne jöjjön létre.

Lágyacéloknál a folyáshatár után a feszültség kissé stagnál, majd enyhébben emelkedik, miközben a pálcá teljes hosszában erőteljesen megnyúlik. Az M pont elérése után a próbatest egy vagy több keresztmetszete helyileg elvékonyodik un. kontrakció kezdődik, majd a pálcá e keresztmetszetben elszakad. Az M ponthoz tartozó feszültséget szakítószilárdságnak nevezzük és  $R_m$ -mel jelöljük. A szerkezeti anyagok legfontosabb szilárdsági jellemzői az  $R_{eH}$  folyáshatár és az  $R_m$  szakítószilárdság. Az elsónél kezdődik számottevően a maradó alakváltozás, a másodikat elérve pedig elszakad az anyag.

Ugyancsak fontos anyagjellemző az elszakadás pontjához tartozó szakadási nyulás is. Az anyagjellemzők táblázataiban általában ezt is közlik. Jelölése pl.  $A_5$  (az index a pálcá hossz és az átmérő aránya).

A bemutatott szakítódiagramon az M pont után un. képlékeny alakváltozás játszódott le. Itt az erőt csökkentve is folytatódott az alakváltozás. Tehát a lágyacél korlátoltan szivós anyag. Vannak olyan anyagok (pl. edzett acél) amelyek tisztán szivós jellegűek, vagyis a maximális erő elérésekor elszakadnak. A képlékeny anyagok (pl. műanyag, ólom) valamint a rideg anyagok (pl. öntöttvas, tüveg) szakítódiagramjának jellegét a 6.4 ábra mutatja.



6.4 ábra

A lágyacél folyáshatára kb.  $200^{\circ}\text{C}$ -tól a hőfok függvényében erősen csökken majd nem is jelentkezik, így értékét az  $R_{0,2}$  adja, mint a folyáshatárral nem rendelkező fémeknél.

400 °C fölött már ez sem megfelelő anyagjellemző, mert a lágyacélnál kezd fellépni a kuszás (vagy tartósfolyás) jelensége vagyis az, hogy egyre képlékenyebb tulajdonságait a terhelés időtartama is befolyásolja. Ez az állandó terhelés mellett is folytatódó vagyis képlékeny alakváltozás a különböző fémeknél eltérő hőfoknál jelentkezik. Így pl. a lágy alumíniumhuzal szobahőfokon elszakad bizonyos idő után akkor is ha az  $R_m$ -nél valamivel kisebb a benne ébredő feszültség. A kuszás jelenségét az első, magas hőfoknak kitett gépszerkezeteknél (kazánok, vegyipari készülékek) észlelték, amelyek a helyes méretezés dacára hamar tönkrementek.

Mivel a szerkezetek élettartama nem végtelen, főleg magas hőfokoknál megengedhető bizonyos mérvű kuszás. Például erőművek gőzvezetékei-nél megengedett az, ha  $10^5$  óra után 1%-nál kisebb a maradó alakváltozás. Ezért e szerkezeteknél azt a feszültséget kell ismerni mely  $10^5$  óra alatt legfeljebb 1% maradó alakváltozást hoz létre. E kuszási viszonyokra jellemző feszültség neve kuszáshatár. A hőálló anyagoknál megadhatják pl. az 1000 óra alatt 1% alakváltozást adó kuszáshatárt is.

#### b) Keménységmérés

A statikus anyagvizsgálatok egyik legfontosabbja az anyagok keménységének mérése, mely általában azon alapszik, hogy az anyag milyen ellenállást tanúsít egy beléje nyomott tárggyal szemben.

A Brinell keménységvizsgálatnál meghatározott átmérőjű golyót nyomnak előírt erővel és ideig a vizsgált felületbe. A Brinell keménység (HB) jellemzésére az erő és a lenyomatként adódott gömbstüveg felületének viszonyát használják.

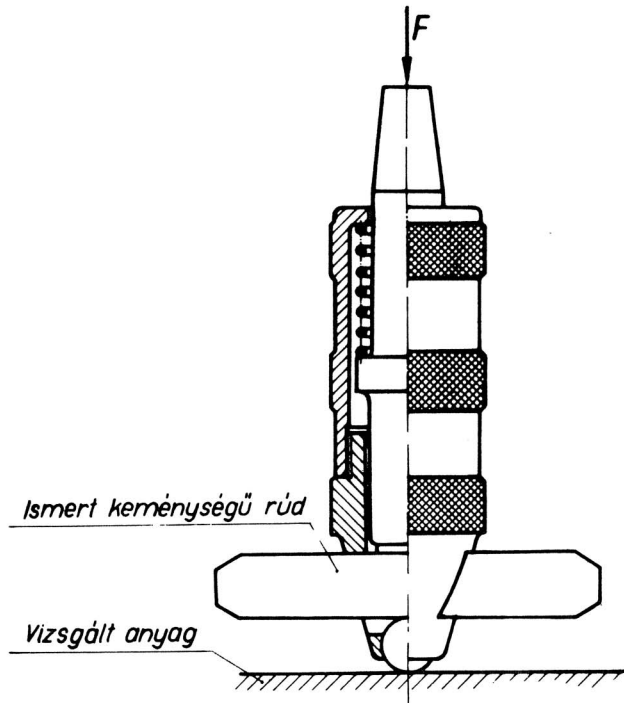
Ha nem próbadarabot, hanem tényleges nagy szerkezetet vizsgálnak, úgy az összehasonlító mérést végző "Poldi kalapácsot" alkalmazzák (6.5 ábra). Rátűtve a végére, a golyó a mérendő tárgyba és a kalapácsba helyezett ismert keménységű ( $HB_n$ ) anyagba is belenyomódik. Az ütés nagyságától függetlenül a keresett

$$HB_x = HB_n \left( \frac{d_n}{d_x} \right)^2,$$

ahol  $d_x$  a vizsgált  $d_n$  pedig az ismert anyagban levő benyomódás átmérője.

Szivós anyagok  $R_m$ -je és a HB-je között közelítőleg egyenes arány áll fenn, amelyet a kézikönyvek közölnek. Ezért meglevő szerkezetnél,

ha próbapálcát nem vehetnek belőle, keménységméréssel következtetnek az acél  $R_m$ -jére (pl. tartószerkezeteknél).



6. 5 ábra

Kisebb alkatrészeknél, ill. vékony felületi réteg keménységméréséhez a Vickers (HV) vagy a nyomótesttől függő fajtájú Rockwell (HR) keménységek valamelyikét használják. Az elsőnél gyémánt gúlat nyomnak a felületbe, és az előírt erőt viszonyítják a nyom felületéhez; az utóbbiaknál pedig golyót vagy kupot, melyeknél az előírt erőket a benyomódás mélységére vonatkoztatják.

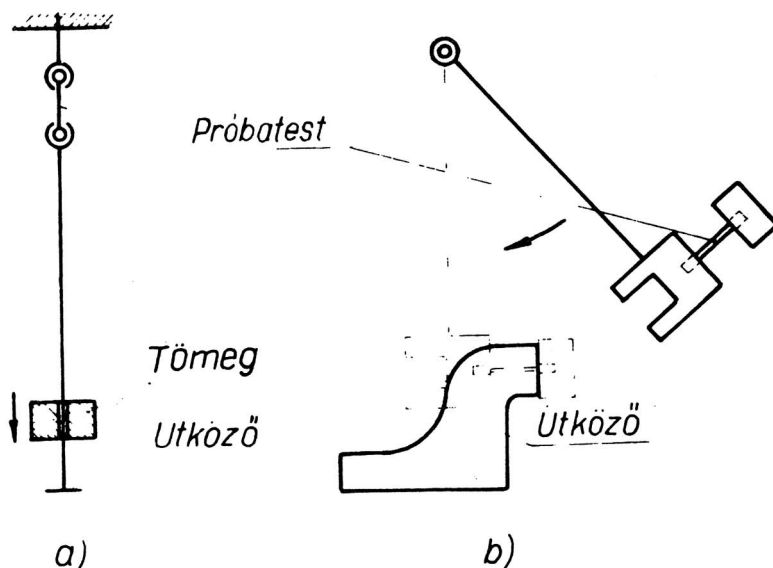
### Dinamikus vizsgálatok

Lökésszerű erőhatás esetén az anyag másképpen viselkedik, mint a statikus terhelésnél. Ezt az igénybevétel gyorsasága, a próbapálcá hőmérséklete és kialakítása is befolyásolja. Minden adott sebességű igénybevétel mellett van egy hőfok, mely alatt az acél képlékeny szakadását rideg törés váltja fel, amit elősegít az, ha a próbapálcán bemetszés van. Hasonló elridegedés léphet fel pl. az acélok hőkezelésénél (lásd a 6.3.1 fejezetben) és az anyag öregedése következtében is. Ez utóbbi jelenség az, hogy a fé-

mek bizonyos idő után tulajdonságaikat megváltoztatják, nyúlóképességük csökken, vagyis ridegebbekké válnak. Jelentősen elősegíti ennek létrejöttét a húzamos ideig magas hőfokon tartás, valamint a hidegen történt alakítás.

Az ún. ütővizsgálatokat rendszerint olyan anyagokon végzik, amelyek az üzemben is lökésszerű terhelésnek vannak kitéve. A kísérletek célja tehát annak megállapítása, hogy az üzemi hőfokon és igénybevételi sebességnél az anyag nem mutat-e rideg törést.

Az ütővizsgálat számos acélgyártási hibát egyszerű eszközökkel és gyorsan kimutat, alkalmazása ezért is van terjedőben.



6.6 ábra

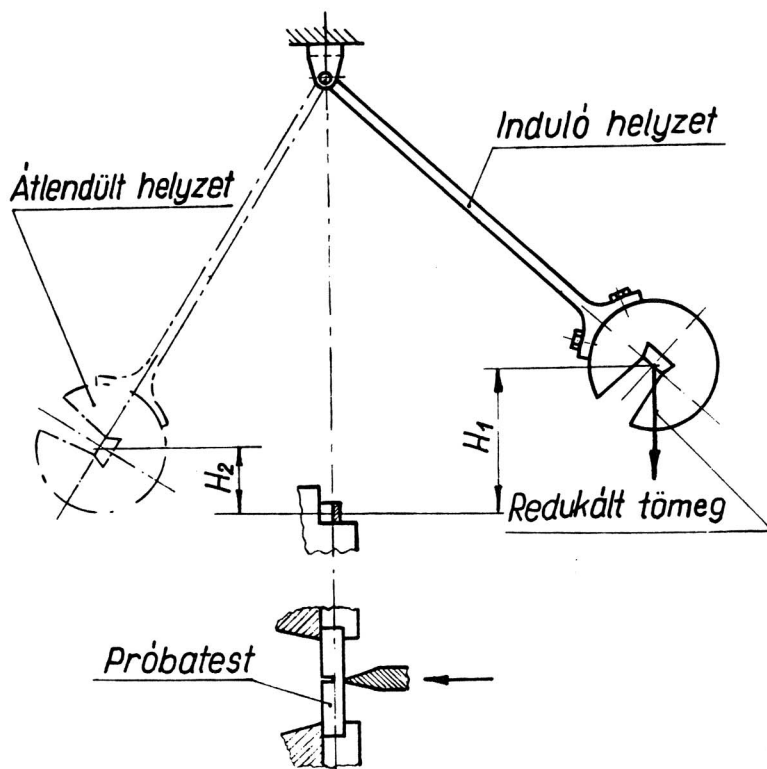
a) Az ütve szakítás sullyal, vagy ingás ütőkészülékkel történhet (6.6 ábra). Ezeknél a szakítás energiaigényét azaz az elütéshez szükséges munkát a próbadarab alakváltozásban résztvevő térfogatához viszonyítják. Ez az ún. fajlagos ütőmunka.

b) Az ütve hajlítás még gyakoribb dinamikus vizsgálat. Ez az ún. Charpy-féle ütőpróba (6.7 ábra). Itt a bemetszett próbatest eltörési munkáját a keresztmetszetére vonatkoztatják.

#### Fárasztó vizsgálatok

A gépelemek egy része váltakozó terheléseknek van kitéve. A gyakorlat azt mutatta, hogy ismétlődő igénybevétel hatására a törések alacsonyabb feszültségek mellett következnek be, mint statikus terheléseknél. Válta-

kozó terhelések következtében az anyag kifárad, és ekkor a szakítószilárdság szerepét az un. kifáradási határ veszi át, mellyel később, a szilárdságtanban bővebben foglalkozunk.



6.7 ábra

### 6.2.2 Technológiai próbák

E vizsgálatokból az anyag feldolgozhatóságára lehet következtetni. Ezek általában csak tényeket közölnek, vagyis, hogy a fém megfelel-e bizonyos gyártási követelményeknek. Sok fajtája (forgácsolhatósági-, hegeszthetőségi- stb.) közül megemlítjük pl. a hajlító vizsgálatot. Ennél a gyártás során hajlítandó anyag próbadarabját bizonyos (pl.  $180^\circ$ ) szögben ráhajtják egy adott sugaru hengerre, miközben az anyagban repedésnek nem szabad mutatkoznia.



### 6.2.3 Hibakereső anyagvizsgálatok

Belső anyagszerkezeti hibák feltárására szolgálnak. Ezek a röntgen-, ultrahangos-, mágneses- és induktív repedésvizsgálatok. Ezeket nem részletezzük, csak megemlítjük, hogy pl. igényesebb helyek hegesztési hibáinak felderítésére a röntgenvizsgálatot használják. Az így megvizsgált hegesztésre nagyobb hegesztési jóságfok engedhető meg.

### 6.2.4 A Korrózió és kémiai vizsgálatok

Ezekkel más tantárgyak keretében foglalkoznak.

## 6.3 Vasfémek

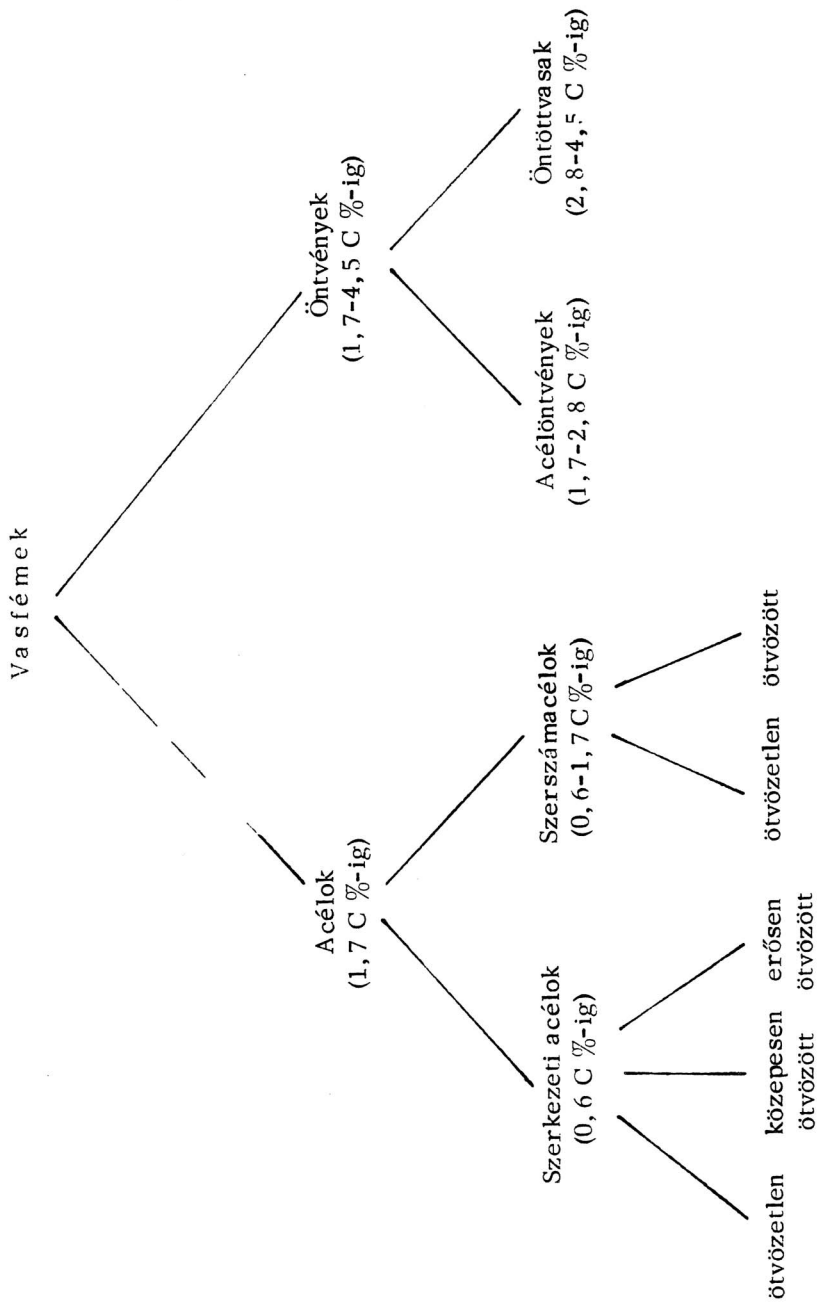
A gépszerkezetek többségénél a vasfémek valamelyikével találkozunk. Közös jellemzőjük, hogy a vas mellett mindig van bennük szén is. Ennek mennyisége szerint változnak a vasfajta fizikai, szilárdsági tulajdonságai és elnevezésük is. Sokszor más elemekkel is ötvözik, hogy egyes tulajdonságait megjavítsák. A vasfémek csoportjait a 6. I. táblázat mutatja, feltüntetve a szén megközelítő %-os értékeit is.

### 6.3.1 Az acélok hőkezelése

Mielőtt a vasfémeket részleteznénk az acélok hőkezelésével ismerkedünk meg.

Az acéloknak az egyébként kedvező mechanikai jellemzőin túl egyik legfontosabb tulajdonságuk, hogy ezeket hőkezelésekkel befolyásolni lehet. Minden hőkezelés olyan eljárás, melynek műveletei során az acél kristályszerkezetét (szövetszerkezetét) céljainknak megfelelően megváltoztatjuk. Ugyanazon acélnál különböző szövetszerkezeteket tudunk előállítani, és ennek megfelelően az acél tulajdonságai is megváltoznak (lágy, kemény vagy szivós lesz stb.) Minden hőkezelés az olvadáspontot el nem érő felhevítésből, majd az azt követő lehűtésből áll. A hőkezelés kiterjedhet az anyag egészére, vagy csak egy részére.

Lágyítás. Célja lehet feszültségmentesítés, amikor az anyagban pl. alakítás, hegesztés stb. miatt megmaradt feszültségeket eltávolítják, és mindentűt egyenletes feszültségi állapotot hoznak létre. Lágyító izzításnál az acélt azért lágyítják meg, hogy könnyen lehessen megmunkálni.



6. I. táblázat

Lágyításnál az alkatrészt az acél szénttartalmától függően 600 - 700 °C-ra hevitik, míg teljes keresztmetszetében át nem melegedett, és utána a kemencében hagyva lassan lehűtik.

Normalizálás a lágyításhoz hasonló hőkezelés. Valamivel gyorsabb a lehűlés, mert ennél az alkatrészt kiteszik a szabadba. Az eredmény a belső feszültségek megszűnése és kellő szilárdságu szívós szövetszerkezet.

Edzés. Célja az acél keménységének növelése. Ezt az acél C %-ától függően 800 - 1000 °C-ra melegítéssel és igen gyors hűtéssel érik el. A hűtés sebességének egy, az acéltól függő sebességhatárnál nagyobbak kell lennie. Ezt az értéket a C tartalom jelentősen befolyásolja. A gyakorlatban csak 0,2% szénttartalom feletti szénacélokhöz lehet kellő hűtési sebességet találni (vizben, olajban stb.). 0,2% C felett sem lehet minden alkatrészt teljes keresztmetszetében átédzeni. A mérettől függően ugyanis a belső részek a közvetett hőelvonás miatt esetleg nem hűlnek az igényelt mértékben.

Edzés következtében az acél kemény szövetszerkezetű lesz, rideggé, törékennyé válik, szívóssága csökken (nagyobb  $R_m$  és kisebb A).

Kopásálló tulajdonságai viszont kedvezőek.

#### Felületi edzési eljárások

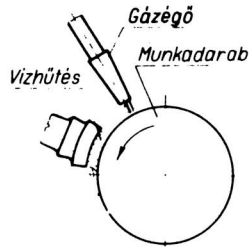
Ha az a cél, hogy a felület kopásálló legyen, de a belső rész ne edződjön (szívós maradjon), a felületi edzések valamelyikét alkalmazzák.

Ez kétféleképpen érhető el:

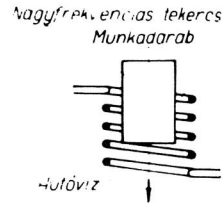
Betétedzésnél csak a felületen hoznak létre 0,2%-nál nagyobb széntartalmat, így csak azt a részt lehet megedzeni. Ezért az ennél kisebb széntartalmu acélból a köszörülési ráhagyással elkészített alkatrészt a cementálási művelet során szénben dusicják. Szenet leadó közeg és katalizátor keverékébe ágyazzák, és agyaggal légmentesen körbezárják. 850 - 900°C-on izzítva, a felülete szénben feldusul. Lehűlés után második műveletként az alkatrészt megedzik, ami a fentiek szerint csak a kellő széntartalmu, 1 - 2 mm vastag felületi rétegre fog kiterjedni, vagyis a belső rész nem válik rideggé.

Lángedzésnél és a nagyfrekvenciás edzésnél az acél az edzéshez szükséges széntartalmu (C % > 0,2%). Csak a felszínre kiterjedő edzést azzal érik el, hogy a felmelegítés igen rövid ideig tart, és azonnal elvégzik a gyors lehűtést is. Ezáltal a belső szövetrészek nem tudnak az edzéshez szükséges hőfokra melegedni, így meg sem edződnek. A gyors felmelegítéshez különleges égőkben acetilén-oxigén gázkeveréket használnak (6.8 ábra). Itt a láng a forgó tárgy kis felületét éri, melyet a mellette levő vizsugár rögtön lehűt. Kihasználható a nagyfrekvenciás áramnak az a tulajdonsága is, hogy az áram sűrűsége a vezető felületén lényegesen nagyobb, mint a belsejében. Például az alkatrészhez igazodó alaku nagyfrekvenciás tekercsben (6.9 ábra) folyó áram a tekercsen keresztülhaladó alkatrésznek főleg a felületén kelt örvényáramot. Ennek a Joule-hője, továbbá a mágneses hiszte-

rézis veszteségei melegítik fel az anyag felületét. Az alkatrész ezután be-  
leesik a hűtőfolyadékba. E módszerrel az átedzés vastagsága is kellőképpen  
beállítható.



6.8 ábra



6.9 ábra

Vannak egyéb, a felületi keménységet növelő ún. termokémiai eljárások is. Ilyen a nitrálás, amikor 500 - 600 °C-on nitrogént diffundáltatnak a felületbe. Előnye a vékony, igen kemény réteg, és az, hogy az elég alacsony hőmérséklet miatt a deformációk (elhuzódások) melyek az edzésnél mindig fellépnek, itt kis mértékűek.

### Nemesítés

Célja az edzési ridegséget, és túl nagy keménységet valamelyest csökkenteni, miáltal az anyag bizonyos fokig visszanyeri nyúlóképességét, vagyis szívósság válik. Így kellően kemény, de hajlékony lesz az acél. (Gondoljunk pl. a borotvapengére.) Ezt az edzést követő ún. megeresztés sel érik el. Ezért az edzés után lehűlt anyagot újra felmelegítik de csak 500 - 650 °C-ra, és lassan hagyják lehűlni.

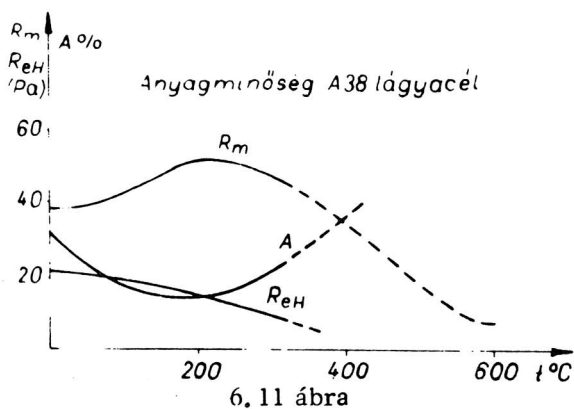
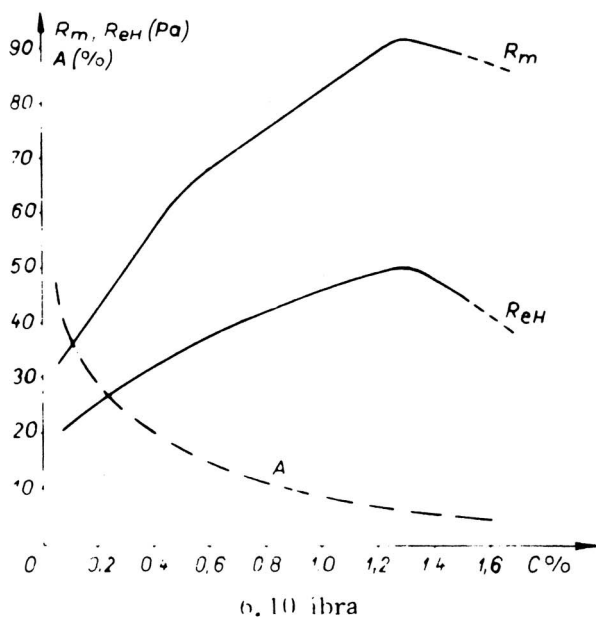
### 6.3.2 Acélok

A vasfémek táblázata szerint az acélokat szerkezeti és szerszámacélokra, valamint ezek ötvöztelen és ötvözött csoportjaira oszthatjuk.

A szerkezetépitéshez használt szerkezeti szénacélok széntartalma kicsi. A széntartalom ugyanis jelentősen befolyásolja az acél szilárdsági tulajdonságait (6.10 ábra).

A szerkezeteknél nem elsősorban a nagy  $R_m$  és  $R_{eH}$ , hanem a kellően rugalmas, szívós anyagszerkezet a megfelelő. Ennek a max. 0,6% szén tartalmú acélok felelnek meg. A szénacélok felhasználását elsősorban hőfokfüggő tulajdonságai (6.11 ábra) határozzák. 350 °C táján a folyási határa már olyan alacsony, hogy a gépszerkezetekhez nem használják. A korrózióállósága is kedvezőtlen.

Ila az acél alkatrész hőkezelést is kap, úgy a benne levő szén pontos mennyiségét is ismerni kell.



Ötvözött acéloknál a szénacél egyes tulajdonságait, (szilárdság, nyulás, kopásállóság, korrózióállóság, hőállóság, átvezetőség stb.) javítják meg a kis %-ban bejuttatott ötvözőanyagokkal.

Ilyen ötvözőelemek: a Mn, Cr, Mo, Ni, V, Si, Ti, és a szerszámacéloknál a W és a Co.

Az ötvözőanyagok mindegyike az acél bizonyos jellemzőit javítja, bár egyikét-másikat esetleg kedvezőtlenebbé is teheti.

Az egyes acélfajták tulajdonságait szabványok írják elő. Magyarországon az alábbi acélfajtákkal találkozunk:

### I. Szerkezeti acélok

#### A) Ötvözetlen szerkezeti acélok

##### a) Általános rendeltetésű ötvözetlen szerkezeti acél (MSZ 500).

Felhasználásánál szilárdsági tulajdonságai a döntőek. Ezért a megnevezésében az A betű mellett az  $R_m$  értékét adják meg kp/mm<sup>2</sup> mértékegységben. Anyagminőségei: A 0 ( $R_m$ -je nem szavatolt). A 34; A 38; A 44; A 50; A 60; A 70 (6. II. táblázat). Egyéb fajtái ismertetését mellőzzük. Legfeljebb 200 °C-ig használható.

6. II. táblázat

Általános rendeltetésű ötvözetlen szerkezeti acél MSZ 500-74							
Az acélminőség jele		A34	A38	A44	A50	A60	A70
Szakítószilárdság ( $R_m$ )MPa legalább		333	373	431	490	588	686
Folyáshatár ( $R_{eH}$ )MPa legalább	20°	196	216	256	275	314	-
	100°	-	235	275	-	-	-
	200°	-	196	216	-	-	-
	250°	-	177	186	-	-	-
Szakadási nyulás $A_5$ % legalább		32	26	24	21	16	10

##### b) Betétben edzhető és nemesíthető ötvözetlen acél (MSZ 61).

Ezeket az acélokat elektromos kemencében állítják elő. Ezáltal a széntartalom pontosan beállítható (mert nem ég ki), és így hőkezelésekhez használhatók. Ezért a megnevezése nem az egyébként előírt szilárdsági értékeit, hanem a %-ban megadott széntartalmat mutatja. (Ezt, hogy ne legyen tizedsvessző, a széntartalom %-a 100-szorosával jelölik).

Anyagminőségeinek választéka:

betétedzésre (C % < 0,2) C 10; C 15;

nemesítésre (C % > 0,25) C 25; C 30; C 35; C 40; C 45;  
C 50; C 55; C 60.

c) Acélok kazánokhoz és nyomástartó edényekhez (MSZ 1741).

A magas hőfokon használt lemezeket készítik belőlük. A folyáshatár és a kuszáshatár értékei részletesen szavatoltak (lásd a 6. III. táblázatot.)

6. III táblázat

Acélok kazánokhoz és nyomástartó edényekhez MSZ 1741-69												
Az acél minőség-jele	Szakítószilárdság (R <sub>m</sub> ) MPa legalább	20	200	250	300	350	400	450	500	550	Szakadási nyulás A <sub>5</sub> %	
		°C Hőmérsékleten										
		Folyáshatár/kuszáshatár* MPa legalább										
KL0	324	177	157	137	118	-	-	-	-	-	24	
KL1	353	206	177	167	137	118	98/98	78/54	-/23	-	24	
KL2	402	235	206	186	157	137	118/98	98/54	-/23	-	22	
KL3	432	255	226	206	177	157	137/98	118/54	-/23	-	20	
KL7	510	314	245	235	226	206	196/118	177/59	-/29	-	19	
KL8	432	255	245	227	196	177	167	157/167	137/74	-	20	
KL9	432	275	265	255	245	226	206	186/191	162/98	-/36	20	
KL10	471	275	275	265	255	245	226	196	181	-	16	

\* 1%-os kuszáshatár 100 000 óránál

A teljesség kedvéért csak felsoroljuk a további ötvözetlen szerkezeti acélfajtákat:

d) Szerkezeti acél fokozott követelményű hegesztett szerkezetekhez (MSZ 6280).

e) Automataacél (MSZ 4339). Ezek rudanyagok, és jól forgácsolhatók.

f) Szegecsacél (MSZ 113).

g) Mágneses lágú anyagok (MSZ 8628/1).

B) Ötvözött szerkezeti acélok

1. Gyengén és közepesen ötvözött szerkezeti acélok

a) Krómnikkel acélok. Csaknem minden tulajdonságuk kedvező, kivéve az árukat. Igen jó korrózióállóak. Lehetnek betétben edzhetők (MSZ 68); jelük BNC 1-6-ig, és nemesíthetők (MSZ 69); jelük NC 1-6-ig és NC Mo 1, MCMo 2.

b) Krómmolibdén acélok. Mivel a nikkelt drága, itt a molibdénnel helyettesítették. A molibdén egyébként jelentősen növeli a melegszilárdsági tulajdonságokat. Betétben edzhetők (MSZ 2644) a BCMo 1 és BCMo 2, a nemesíthetők (MSZ 2655) CMo 1-4-ig.

c) Krómacélok. A nikkelt hiánya miatt a krómnikkel acéloknál valamivel kedvezőtlenebbek a tulajdonságaik (pl. érzékenység a hőkezelésekre). Áruk azonban alacsonyabb. A Mo hiánya miatt alacsonyabb hőmérsékleten használhatók. A betétben edzhetők (MSZ 2664) választéka: BC 1-4-ig, a nemesíthetők (MSZ 2665): Cr 1, Cr 2 és Cr 3.

d) Melegszilárd acéli csavarokhoz és anyákhoz (MSZ 1745). A krómmolibdén acélokhoz hasonló az összetétele. 350 - 550 °C hőfoknak kitett csavarok anyaga, mert a Mo miatt igen jók a melegszilárdsági tulajdonságai (lásd a 6. IV. táblázatot).

6. IV. táblázat

Melegszilárd acél csavarokhoz és anyákhoz MSZ 1745-68												
Az acél minőség-jele	Szakítószilárdság (R <sub>m</sub> ) MPa legalább	20	200	250	300	350	400	450	500	550	Szakadási nyulás A <sub>5</sub> %	
		°C Hőmérsékleten										
		Folyáshatár/kuszáshatár* MPa legalább										
MC	491	275	216	206	186	167/151	147/98	/49	-/22	-	22	
MCrMO	589	441	412	392	363	334	304	275/171	235/98	-/25	18	
MCrMOV1	687	540	491	471	451	432	402	373/239	343/129	-/55	17	
MCrMOV2	687	540	510	500	481	461	432	402/277	373/166	-/65	17	

\* 1%-os kuszáshatár 100 000 óránál

e) Hidrogén nyomásálló acél (MSZ 2295). Közepes és nagy nyomásu, valamint hidrogén korróziójának kitett készülékek anyaga. Kedvező a hőfokállósága (6. V. táblázat). (Lásd a következő oldalon.)

f) Nemesíthető krómvanádium acél (MSZ 5780).  
Választék: CrV 1; CrV 2; CrV 3.

g) Nemesíthető mangánacél (MSZ 2658). Az eddig felsorolt ötvözött acélok közül a legolcsóbb.

Választéka: Mn 1-4-ig.

h) Nemesíthető mangánszilícium acél (MSZ 2669).  
Választéka: MnS 1- és 2, valamint MnSC 1-3-ig.



i) Melegen alakított rugóacél (MSZ 2666).

j) Nitrídálható szerkezeti acél (MSZ 17779).

6. V. táblázat

Hidrogénnyomásálló acélok MSZ 2295-69												
Acél minőségi jele	Szakítószilárdság (R <sub>m</sub> ) MPa legalább	20	200	250	300	350	400	450	500	550	Szakadási nyúlás A <sub>5</sub> %	
		°C Hőmérséklet										
		Folyáshatár/kuszáshatár <sup>*)</sup> MPa										
HCM1	441	294	275	255	245	226	206	186/196	177/118	-/34	21	
HCM2	441	265	245	235	216	206	196	186	186/103	-/54	20	
HCM3	540	343	314	304	294	255	226	-/172	-/113	-/29	18	
HCM4	638	441	-	-	343	314	294	-/157	-/67	-	15	
HCM5	589	392	-	-	275	245	216	-/147	-/88	-/34	17	
HCMV1	638	441	-	-	392	363	334	-/167	-/88	-	16	
HCMV2	785	540	-	-	510	481	441	-/206	-/108	-/39	14	
HCMV3	785	540	-	-	510	491	451	-	-/108	-/49	14	

<sup>\*)</sup> 1%-os kuszáshatár 100 000 óránál

## 2. Erősen ötvözött acélok

a) Hőálló rudacél (MSZ 4359). Általában 500- 900°C-u üzemre alkalmas. Szabványos acélfajtáink közül ez rendelkezik a legnagyobb kuszáshatárral.

Választéka: H8-tól H17-ig.

b) Korrózióálló rudacél (MSZ 4360). Ezek az acélok az ötvözőelemek (Cr, Ni, Mn, Si, Mo) következtében elektrokémiai folyamatoknak, savaknak, lugoknak jól ellenállnak. A szabvány felsorolja korrózióállósági mértéküket az egyes vegyi anyagokkal szemben. Egyes csoportjainak szövetszerkezetei egymástól különböznek, mely a tulajdonságaikat is befolyásolja. Anyagminőségei az alábbiak:

KO1-től KO6-ig megnevezésű fajtái gyenge maróhatású közegekkel szemben ellenálló. KO11-17-ig változatainál a melegszilárdsági tulajdonságok nem szavatoltak. A KO21 és KO31-44 anyagoknak a Cr mellett jelentős a Ni-tartalmuk is, így a legjobb korrózióálló acélfajták. A 18% Cr és 8% Ni-tartalom körüli értékkel rendelkező KO32-KO36 anyagok a legjáratosabb fajtái. Néhány minőségük szilárdsági jellemzőit a 6. VI. táblázatban külön kiemeltük.

Mint az a), mind a b) anyagfajtával készült lemezeknek külön szabványuk van: (MSZ 4368).

Mielőtt a szerszámacélok tárgyalásával folytatnánk, kitérünk a csavaranyagok megadására (MSZ 229/2; /4)

6.VI. táblázat

Korrózióálló acél <sup>*</sup> MSZ 4360-72														
Acél minőségjele	Hőkezelés	Szakítószilárdság (R <sub>m</sub> ) MPa	20	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	Szakadási nyulás A <sub>5</sub> %
			°C hőmérsékleten											
			Folyáshatár MPa legalább											
KO2	Norm.	588	412	392	382	373	353	343	-	-	-	-	-	18
KO11	Norm.	637	441	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
KO33	Edzett	490	196	167	152	137	127	118	108	-	-	-	-	4 J
KO35	Edzett	490	216	186	177	167	157	147	142	137	132	127	127	40
KO36	Edzett	490	206	177	167	157	147	137	132	127	123	118	118	40

<sup>\*</sup> Néhány kiemelt acélminőség

Az acél csavaranyagok jelölése szorzóponttal elválasztott két számjegyből áll. Például az 5.6 (öttször hat) anyagminőségi csavarnál az első betű az R<sub>m</sub> tizedrészét jelöli, vagyis minimum R<sub>m</sub> = 50 kp/mm<sup>2</sup> értéket ír elő. A második szám az elsővel szorozva az R<sub>eH</sub>-t adja, vagyis R<sub>eH</sub> = 30 kp/mm<sup>2</sup>. Ezek az értékek nem próbapálcával, hanem magának a csavarnak a szakítóvizsgálatával kapott jellemzők. A például említett anyagminőségnek az A 50, a C 25, vagy a C 35 acélok egyaránt megfelelnek és a gyártó cég választja ki ezek valamelyikét.

Az acél csavaranya anyagminőség jele csak a szakítószilárdságra utal. Pl. a 6. anyagminőségnél az R<sub>m</sub> = 60 kp/mm<sup>2</sup>. Ez az érték nemcsak a ténylegesen kialakított anya meneteinek a kiszakadási terhelésére vonatkozik, hanem - mivel egy csavarkötés mindkét elemének azonos terhelésnél célszerű elszakadnia - annak a csavarorsónak a szakítószilárdságot jelenti, amellyel az anya egyenlő szilárdságu kapcsolatot hoz létre.

Az anyagminőség jeleket a 6.VII. táblázat tartalmazza.

6.VII. táblázat

Acélcsavarak és csavaranyák anyagminőségi jelei MSZ 229/10												
Orsó	3,6	4,6	4,8	5,6	5,8	6,6	6,8	6,9	8,8	10,9	12,9	14,9
Anyá		4.		5.		6.			8.	10.	12.	14.

## II. Szerszámacélok

### 1. Ötvözetlen szerszámacélok (MSZ 4354)

Széntartalmuk a szerkezeti acélénál nagyobb, hogy kemény szövet-szerkezetük legyen (0,6 - 1,7%).

### 2. Ötvözött szerszámacélok (MSZ 4351, 4352, 4353)

A fentebb említett ötvözők mellett elsősorban a W és Co elemeket tartalmazzák. Ezekből készült fémforgácsoló kések nagy hőfok mellett is - ami a nagy forgácsolási sebesség következménye - megtartják az élességüket. Itt említjük meg a kemény szerszámfémeket, amelyek (pl. az un. vidia) keménységüket még vörösszáson sem veszítik el. Ezek fémkarbidokból előállított, vasat alig tartalmazó ötvözetek.

## 6.3.3 Öntvények

Az öntvényeknek két nagy csoportja van: az acélöntvények és az öntöttvasak. Mindkettőre a viszonylag nagy széntartalomból következő tulajdonságok jellemzők.

### I. Öntöttvasak

Ezekben a szén 2,8 - 4,5% közötti. Rideg szövetszerkezetük van, de jól önthetők, kis zsugorodásuak. Ezért tagolt kialakításu, nyomásra igénybevett szerkezetek készülnek belőlük. A szénen kívül rendszerint még más elemeket is tartalmaznak.

Tulajdonságai két uton javíthatók: mivel a megdermedéskor kiváló elemi szén (grafit) alakja, nagysága és eloszlása szabja meg jellemzőit így ezt befolyásolják, vagy pedig magát a széntartalmat módosítják.

a) A lemezgrafitos vasöntvények (MSZ 8280) a legáltalánosabban elterjedt öntöttvasak. Megnevezésüknél az  $R_m$  értékét tüntetik fel. Változatok: Öv.10; Öv.15; ... Öv.40. Itt a gyors lehülésnél a grafit lemezek alakjában épül be a szövetszerkezetbe. Ez azonban a fémes részek összefüggését lerontja, és így a szilárdságot csökkenti. Növelhető a szilárdság, ha a grafiteloszlást finomabbá tesszük. Ez elérhető egyszerűen a vas töltevével vagy célszerű anyagok bejuttatásával. Így nyerik a finomabb grafiteloszlásu modifikált öntöttvasakat, ill. a gömbgrafitos vasöntvényt.

b) Gömbgrafitos vasöntvények (MSZ 8277) a legkedvezőbb szemcseszerkezetűek. Itt a grafit gömbök alakjában oszlik el, ezáltal az öntöttvas szilárdsága igen kedvező.

c) Temperöntvények (MSZ 8282) Ezeknél szénelvonással csökkentik a vas ridegségét. Ennek érdekében az öntöttvas munkadarabokat izzítják. Ha ez oxidáló közegben történik, mely a szén redukálja, ún. fehér temperöntvény keletkezik. Előnye, hogy a kis széntartalma miatt hegeszthető. Ha nem oxidáló közegben izzítják, úgy - bár a szénmenyiség megmarad - de finomabb grafiteloszlás jön létre. Ez a fekete temperöntvény.

Fehér tempervas anyagok: Tö.35; Tö.40.

Fekete tempervas anyagok: pl. Tö.fk.30-06; Tö.fk. 32-08.  
Tö.fk 35-10 (ahol az  $R_m$  mellett az  $A\%$ -os értékét is előírják).

További tempervasak: Tö.p. 45, 50, 55, 65 és 70, amelyek a kedvezőbb szövetszerkezetük miatt még nagyobb szilárdságúak.

Részletezés nélkül megemlítjük még az alábbi öntvényeket:

d) Korrozíóálló vasöntvények (MSZ 8274),

e) Hőálló vasöntvények (MSZ 8278),

f) Kéregvasöntvények (MSZ 8279).

## II. Acélöntvények

Mint ahogy a széntartalmuk, úgy a tulajdonságaik is az acélok és az öntöttvasak között foglalnak helyet. Vagyis elég nagy szilárdságúak és kellően rugalmasak, ezért nyomáson kívül bizonyos mértékű húzásnak és hajlításnak is kitétt szerkezetek készülnek belőlük. Mivel önthetők, így tagoltabb alkatrészek olcsóbban előállíthatók acélöntvényekből, mint ha acélból készítenék. Az 1,7 - 2,8% C tartalom mellett egyéb ötvözőelemeket is tartalmaznak.

Fajtái:

a) Ötvözetlen acélöntvények (MSZ 8270) a legáltalánosabbak. Megnevezésénél az  $R_m$ -et adják meg, illetőleg F betűvel jelölik ha az  $R_{eH}$  és  $F_k$ -val ha a keresztmetszetszökkenés is szavatolt. Anyagfajtái: Aö.40; Aö.45; ... Aö.60 illetőleg Aö.40F; Aö.40Fk; stb).

Vannak még:

b) gyengén ötvözött szerkezeti acélöntvények (MSZ 8272),

c) korrozíóálló acélöntvények (MSZ 21053),

d) melegszilárd acélöntvények (MSZ 1749),

e) nagy Mn tartalmu acélöntvények (MSZ 17742).

## 6.4 Nem vasfém szerkezeti anyagok

Szines és könnyűfémekre oszthatók.

I. Szinecfemek és ötvözeteik közül az alábbiak a jelentősebbek:

a) Vörösréz (MSZ 64). Lágú, szívós anyag. Jól alakítható, és nem érzékeny a hőmérsékletingadozásokra. Jó korrózióállóságát a felületén keletkező rézoxidul ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) rétegnek köszönheti. Amíg a saválló acélok és az alumínium sok helyről ki nem szorították, talán a legfontosabb vegyipari és élelmiszeripari fémanyag volt. Hátránya, hogy minél erősebben oxidál egy sav, annál kevésbé ellenálló vele szemben, mert az a védőréteget vízben oldódó  $\text{CuO}$ -vá oxidálja. Másik hátránya, hogy ha rézoxidul szennyezés van az anyag belsejében, és ide hidrogén diffundál, úgy a keletkező víz nagyobb molekulája révén megrepesztí az anyagot (hidrogénbetegség).

Ma főleg az oxigén és nemesgáziparban, valamint az élelmiszeripar néhány ágában (pl. sörgyártás) alkalmazzák 250 °C hőmérsékletetárig.

Mechanikai tulajdonságait a hideg alakítás erősen befolyásolja. Ezért a lágú mellett félkemény és kemény, nagyobb szilárdságú minőségei is vannak.

b) Sárgaréz. Vörösréz és horgany (Zn) ötvözete. Szilárdsági tulajdonságai és vízzel, vízgőzzel szembeni korrózióállósága miatt főleg szerelvények (pl. szelepek) anyagaként alkalmazzák. Öntésre ill. alakításra alkalmas anyagfajtái vannak. Ezek:

sárgaréz alakítás céljára (MSZ 770/1), így pl. Sr 60; Sr 63; SrA 58,

sárgaréz öntvények (MSZ 8579-69), pl. Srö 60, Srö 63.

c) Bronz. Eredetileg az ónbronzt értették alatta, mely a vörösréz és az ón (Sn) ötvözete.

Alakítható fajtái (MSZ 710) a Bz 2, 4, 6, 8.

Önthetők (MSZ 8579) pl. Bzö 12 és Vöt 5 (utóbbi horganyt is tartalmazó ún. vörösötvözetek csoportjába tartozik).

A drága ónt más fémekkel igyekeztek legalább részben helyettesíteni. Ezek közül vegyipari jelentőséggel bírnak a különböző saválló alumínium-, mangán-, ólom- és kobaltbronzok. A bronz jó síklási tulajdonságát kihasználva, a síklócsapágyak perselyeit általában ebből készítik. Itt említjük meg, hogy sokszor a perselyek tengellyel érintkező részét külön is kibélelik az ón vagy ólom alapanyagu ún. csapágybélés ötvözetek (MSZ 712, 713) valamelyikével (pl. ólombronzsal).

d) Az ólom (MSZ 830) vegyipari jelentősége néhány savval (sósav és különösen a kénsav) szembeni ellenállóságában van. Képlékenysége miatt elsősorban bevonatként használják.

e) Nikkel (MSZ 65). Önmagában drága, alapfémként főleg Ni-Cu, Ni-Mo, Ni-Cr ötvözetekben találjuk, melyek bizonyos savaknak jól ellenálló szerkezeti anyagok.

## II. Könnyűfémek

Az ide sorolható fémek közül szerkezeti anyagként főleg az alumíniumot használják. Alkalmazása a hazai gyakorlatban nagy jelentőségű, mert egyetlen szerkezeti anyag, amely belföldön kellő mennyiségben és minőségben rendelkezésre áll.

Az alumíniumot ötvözetlen formájában (MSZ 3747) elektromos berendezésekhez és szerves savakkal szembeni korrózióállósága, valamint könnyű alakíthatósága miatt az élelmiszeriparban használják (fólia, tejeskanna stb.).

Hidegalakítással szilárdsága növelhető (így van lágy, félkemény és kemény változat), de ezt jelentősen csak ötvözéssel lehet megnövelni.

Egy ötvözőt tartalmaznak az Al-Si, Al-Mg, Al-Cu ötvözetek, bár ezekből az ötvözőanyagokból rendszerint többet is használnak egyszerre.

Az Al ötvözetek lehetnek:

önthetők (MSZ 3713): pl.  $\text{öAlSi12}$ ;  $\text{öAlSi12Cu}$ ;  $\text{öAlSi12Mg}$ ,  
alakíthatók (MSZ 3714): pl.  $\text{AlMg5}$ ;  $\text{AlMgSi}$ ;  $\text{AlCu2Mg}$ .

A fémek megadásánál külön kiemeljük, hogy a bizonyos anyagminőségű fémek mindig valamilyen szabványos termék formájában (pl. az acélok különböző rudanyagok, cső vagy lemezek alakjában) kerülnek a kereskedelembe. A feldolgozáshoz az anyagminőségen túl ezek gyártott méretei is fontosak. Ezért sokszor nemcsak magát az anyagminőséget írjuk elő, hanem a felhasználandó kereskedelmi áru szabványos megadását is (MSZ 2500).

### 6.5 Nem fémes szerkezeti anyagok

Rendkívül sokfajta anyag sorolható ide, amelyek a gépszerkezeteknél, ipari létesítményeknél legkülönbözőbb szerepeket töltenek be. Megkíséreljük ezeket az alábbiak szerint csoportosítani, kitérve a leggyakoribb felhasználási területeikre is.

#### A) Szervetlen nem fémes szerkezeti anyagok

1. Természetes saválló kőzetek, melyek kifaragva mint falazóanyag szerepelnek (pl. gránit), más részüket formába öntik (bazalt).

2. Üvegféleségek, melyeknek - ridegségüket leszámítva - egy sor rendkívüli előnyük van a fémekkel szemben. A töltet nem kap fémes szennyeződést, áramlása, elszíneződése, tisztasága látható; rossz hővezetése miatt esetleg nem kell szigetelni stb. A laboratóriumi eszközöket leszámítva

mitva általában a kisméretű készülékeket használó iparágakban (szerves vegyipar) és az élelmiszeriparban terjedtek el legjobban. Burkolólap, csövek, csőidomok, savszivattyú alkatrészek készülnek belőle.

3. Kerámiák. Ezeket őrölt ásványi anyagok keverékének formába préselésével, majd kiégetésével állítják elő. Lehetnek mázasok (kőagyag, porcelán) és mázatlanok, melyek rendszerint saválló és tűzálló téglák (klinker-, samott-, szilikatégla stb.).

Külön említjük meg az építkezések közönséges égetett agyag elemeit, elsősorban a tömör, égetett agyagtéglát (mérete 6 x 12 x 25 cm), a lyuggatott téglákat, fedőcserepet stb.

4. Beton. Épületszerkezetek, gépalapok, állványok, tárolótartályok stb. készülnek belőle. Cementből és különböző szemcsenagyságu adalékanyagokból (kavics, sóder stb.) készül. Szilárdságát a cement minősége, az adalékanyagok szemnagysága, a víz mennyisége és a bedöngölés mértéke szabja meg. Általában "betonvasakat" (hengeres rudak) is ágyaznak bele. Így nyerik a vasbetont, mely nemcsak nyomásra, hanem húzásra, hajlításra is terhelhető.

5. Azbesztcement termékek. Szálas azbesztből, cementből és töltőanyagokból állnak. Burkolólemezek és különböző terheletlen vagy kis terhelésű (max. 10 bar-ig) csövek, lefolyócső, szellőzőcső stb. készülnek belőle.

## B) Szerves szerkezeti anyagok

Természetes és mesterséges fajtákra oszthatók.

1. Természetes szerves szerkezeti anyagok a fa, természetes gumi, bőr, papír és textilárúk, szén, grafit, és a természetes alapú műanyagok.

A fa a butorok, építkezések, szerelések (ácsolat) ideiglenes vagy végleges szerkezeti anyaga, de kád, hordó stb. is készülhet belőle, mert a fa fajtájától függő savállósággal is rendelkezik.

A gumi csak erősen oxidáló savak támadják meg, de nem áll ellen olajnak, a benzin és benzol pedig oldják. Lágy gumiból hajlékony csövek, bélések, tömitések készülnek. A keménygumit csövek, csőszerelvények készítésére használják. Textilszálakkal megerősített gumiból (valamint bőrből) készülnek a gépek hajtószíjai. A gumi ezenkívül rezgés csillapító, ezért a gépek alapozásánál is felhasználják. Ez a gépjárművek abroncsainak is az anyaga.

A textilárúk szálas anyagokból (pamut, len, kender, gyapju, selyem, juta) készülnek. Egyre terjednek a mesterséges szálasanyagok is. A szálakból fonal, zsineg, kötél ill. szövetek (különböző szűrőanyagok) és hevederek (pl. gépek hajtásához) készülnek.

A szén és grafit porózus, ezért műgyantákkal impregnálják. Csövet, szerelvényeket, edényeket készítenek belőlük.

## 2. Mesterséges szerves szerkezeti anyagok

Ezek olyan műanyagok, melyeknek az alapvegyülete is mesterséges uton készül. Az utóbbi évtizedekben kifejlesztett szerkezeti anyagok, sok változattal. E gyors fejlődés, tökéletesítés napjainkban is egyre tart.

Fizikai szempontból hőre lágyuló és hőre keményedő fajtái vannak. Általában mindegyik jó saválló.

A hőre lágyuló műanyagok terhelést hordozó önálló szerkezeti anyagként nem nagyon terjedtek még el, tekintettel a plasztikus tulajdonságaikra ill. a kis szilárdságra, melyet már elég alacsony hőfok (PVC-nél 60-70 °C) is erősen befolyásol. Előnyös viszont, hogy könnyen forgácsolhatók, és olvadáspontjuknál 100 °C-kal magasabb hőfoku forró levegővel könnyen hegeszthetők. Leginkább bélések, tárolókannák, szőnyegek, fóliák, tokok, fogantyúk, ujabban már kis terhelésű csövek és csőszerelvények is készülnek belőlük.

Néhány ismertebb fajtája: polietilén, polistírol, PVC, poliakrilnitril (fonalából szűrőszövet készül), poliamid és az epoxigyanták (ezek némelyikét ragasztásra használják, pl. az araldit fémragasztót).

A hőre keményedő műanyagok rendszerint vázanyagra (papír, textil, üvegszövet) juttatva, rétegezve kerülnek felhasználásra. A bakelitfajták közül a textilbakelit (pl. Novotex) vászonnal erősített, melyből csapágypersey és fogaskerekek készíthetők. Poliészterekből bélések, de üvegszálal rétegezéssel nagyméretű tárolótestek, silók, csövek, valamint autó és csónaktestek is készülnek.

A műanyagokon kívül megemlítendő még a természetes gumit pótló múkaucsuk ill. mógumi.

Az alábbiakban felsorolunk még néhány, a vegyiparban előforduló nem fémes szerkezeti anyagot:

A saválló kötőanyagokat bélések rögzítésére (ragasztás, ágyazás hézagolás) használják, a hőszigetelő anyagokból (kovaföld, azbeszt, salakgyapot, üvegyapot, parafa stb.) csövek, készülékek hőszigetelése készül.

Megemlítjük a gépek csapágyazásánál használt különböző kenőanyagokat, melyeknek célja az egymáson elmozduló gépelemek közötti surlódás és kopás csökkentése. A kenőolajok mindegyikét (pl. orsóolaj, gépolaj, motorolaj stb.) más-más folyékonyság (viszkózitás) és egyéb tulajdonságok jellemzik, és eszerint változik a felhasználásuk. Ugyancz vonatkozik a különböző kenőzsirokra is.

A nem fémes szerkezeti anyagok megadása általában a gyártó márkanevével történik (pl. a "duroplast" egy hőre keményedő magyar bakelitféleséget jelent).



## 6.6 Felületvédő anyagok

Itt térünk ki a felületvédelem fontosságára, mert a vegyipari készülékek rendszerint kettős szerepet töltenek be: viselik a különböző erőhatások szilárdsági igénybevételeit és a korróziós hatásokat. Ha a szerkezeti anyag az utóbbira nem alkalmas (vagy az együttes szerepkört betöltő anyag drága lenne), a készülékek falát béléssel, borítással vagy bevonattal védik meg a korróziótól.

Bélésnél a helyenként felerősített védőanyag fém, hőálló falazóanyag, műanyaglemez stb. lehet.

Borításnál a védőanyag az alapfémmel a teljes felületen szilárd kapcsolatban van. Ide tartoznak a kettős anyagu összehengerelt un. plattirozott lemezek, a ráolvasztott ólmozás, zománcozás, vulkanizált vagy ragasztott gumi, valamint a műanyag borítások.

A bevonatok vékony réteget alkotnak, melyeket olvasztással (pl. hornganyzás), galvanikus uton (pl. nikkelezés) vagy különböző fémeknek magas hőfokon való bediffundáltatásával hoznak létre.

Bevonatok lehetnek a különböző fénoxidok (ilyen pl. az acél kékitése, mikor olajfürdőből oxidáló hatású szénvegyületet égetünk rá), fémsók, műanyagok és a bitumenmáz is.

Végül ide sorolandók az alap és fedőrétegből álló különböző lakk- és festékbevonatok is.

## 7. Gyártmányok készítésénél előállított felületi érdességek és megengedett pontatlanságok megadása

Mielőtt ezek tárgyalását elkezdenénk, ki kell térnünk az előgyártmányok ill. a kész alkatrészek előállítás módjaira.

Egy alkatrész kialakítása a szerepén túl függ az elkészítése módjától is. Ehhez mindig a felhasznált szerkezeti anyagtól függő, a legolcsóbban megvalósítható gyártástechnológiát kell megválasztani.

Csak az alkalmazott technológiát, annak lehetőségeit és igényeit betartva lehet az alkatrészeket megfelelően kialakítani, ill. az ezt megadó rajzot elkészíteni, vagyis a rajznak és a technológiának összhangban kell lennie.

### 7.1 Gyártástechnológiák

Az általános előgyártmányok (lemezek, csövek, idomacélok, huzalok), valamint az egyes a gépalkatrészekhez kapcsolódó előgyártmányok készítésénél, továbbá azok végleges kialakításánál a legkülönbözőbb gyártási módokkal találkozunk.

Ezek főbb csoportjai:

- a) öntés,
- b) képlékeny alakítások (forgács nélküli) és
- c) forgácsoló megmunkálások lehetnek.

#### 7.1.1 Öntés

Ekkor az önthető fémet (önthető vasfém, sárgaréz, alumínium stb.) megolvasztják, és a rendszerint homokból készített öntőformába öntik. Ehhez előzőleg fából vagy fémből elkészítik az öntött alkatrész hű mását, mely azonban az utólagos megmunkálási helyeken nagyobb mérettel, ráhagyással van elkészítve. E mintát megfelelő kötőanyaggal kevert homokkal két vagy több rétegben osztottan körülformázzák. A homokot, mely a dörgölés következtében kellő szilárdsággal összeáll, ezen osztásrészek között az ún. formakeretek fogják körül. Ezek a homokkal töltött keretek egymásról,

valamint a mintáról leemelhetők, így a minta a formából kivehető. Eközben a homokba nyomódott üregnek megsérülnie nem szabad. E kiemelhetőség miatt osztottak (rétegeltek) a homokformák, és ezért készülnek a faminták és ezzel az öntött alkatrészek felületei is mindig a megfelelő ferdeséggel. Rendszerint a minta is osztott. A minta eltávolítása után ismét összerakott keretek homokjában az alkatrész alakját adó üreg marad. Két vagy több tölcséres bevezetést kell még ehhez az üreghöz kialakítani egyrészt a fém beöntésére, másrészt a gázok eltávolításához. Üreges öntvényeknél a benne levő üreg méretével egyező, a homokformában megfelelő helyen rögzített ún. magot készítenek, hogy e részt ne lehessen fémmel kiönteni. A kiszáradt formába öntik az anyagot, majd lehülés után a homokot körülötte kiverik. A kapott öntvényről levágnak a be- és elvezető nyílásokból adódó felesleges fémrészeket. Fentieket a 7.1 ábra érzékelteti. Ezután az öntvény néhány felületét forgácsolással munkálják véglegesre.

A homokformázásnál a felületek pontatlanok. Egészen pontos méretű és sima öntvények nyerhetők precíziós öntéssel. Ennél a minta viaszból készül, amire kerámiai anyagot visznek, amit kiégetnek. Közben a viasz a mintatüregből kifolyik. Ennek a helyére öntik a fémeket.

Néha a teljes formát, vagy annak egyes részeit fémből készítik, mely gyorsabb hőelvonásával keményebb kéréget ad az öntvény evvel érintkező részének. Ez az ún. kéregöntés.

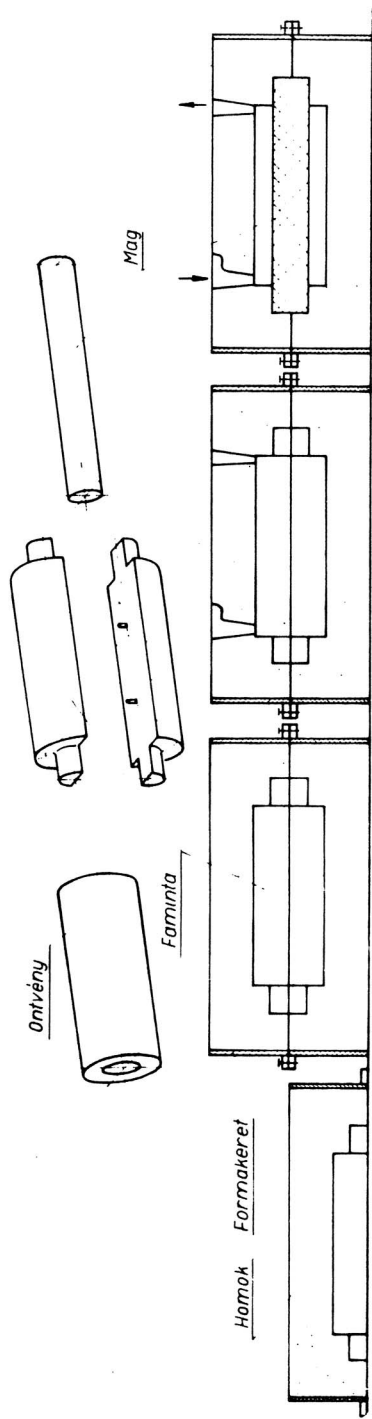
Öntött alkatrészekre a fent említett lejtések, számottevő pontatlanságok (3 - 10 mm), elég durva felületek, nagyjából azonos falvastagságok (homoköntéssel minimum 5-6 mm), fokozatos átmenetek és lekerekített élek jellemzők. Nagy alkatrészeknél (gépvázak), igen tagolt vagy szabálytalan felületű termékeknel és nagy darabszámoknál alkalmazzák.

### 7.1.2 Képlékeny alakítások

Ennél a kiinduló anyag térfogata nagyjából egyezik a kész munkadarabéval, melyet képlékeny állapotban alakítanak végleges formájúra. Ehhez a fémnek számottevő nyúlással kell rendelkeznie. Ez vagy megvan már a hideg fémnél is, vagy csak felizzított állapotában. Eszerint hideg és meleg alakításról beszélünk.

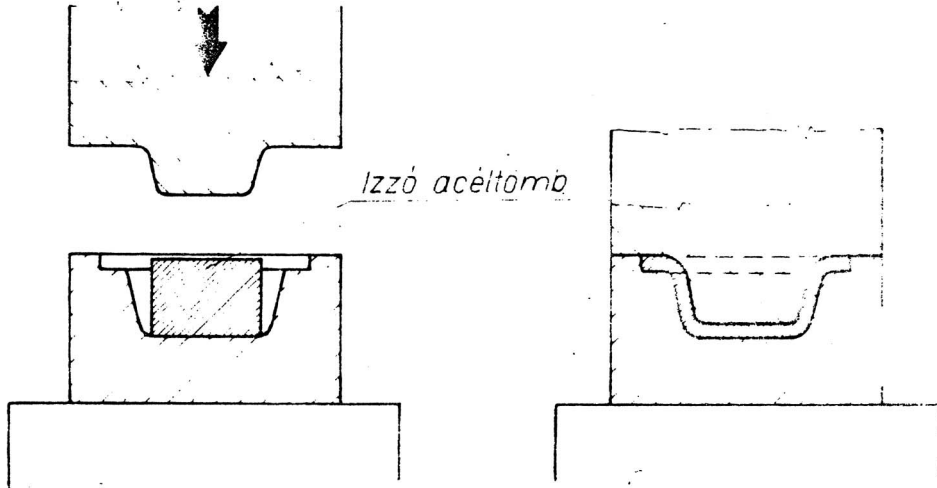
A legfontosabb képlékeny alakítások:

- a) kovácsolás,
- b) sajtolás,
- c) huzás és
- d) hengerlés.



7.1 ábra

a) Kovácsolásnál a felhevített fémdarabot ütésekkel hozzák a kívánt, rendszerint egyszerű alakra. Ez történhet kézi kovácsolással kalapács-ütésekkel, de pontosabb kialakítás nyerhető, ha a fémet megfelelő acélformába verik bele. (7.2 ábra) Ezt nevezik süllyesztékes kovácsolásnak. Mindkét kovácsolás gépekkel is végezhető. A kovácsolás igen fontos eredménye, hogy általa homogén, szivós, kedvező szövetszerkezetű gyártmányhoz jutnak. Kovácsolással rendszerint nyers kovácsdarabot állítanak elő, amelyet az alkatrész végső alakadásához további műveletek, - általában forgácsolás - követnek.



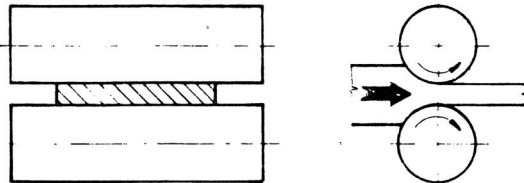
7.2 ábra

b) A sajtolás teljesen hasonló elven alapul, csak ekkor ütések helyett egyenletesen kifejtett erővel nyomják a fémet a formába.

c) Huzás. Általában 6 mm-nél kisebb átmérőjű hengeres áruk (a huzalok) gyártási eljárása, de így készülnek az igen nagy méretpontosságú, jó felületi minőségű rudak is.

Huzásnál, amely rendszerint hidegen történik, a tárgyat megfelelő alakú furaton (huzóüreg) kényszerítik keresztül, így az anyag felveszi a furat keresztmetszetét.

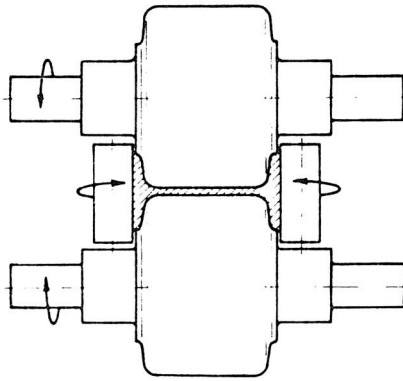
Ezt több lépcsőben ismétlik, és mivel a jelentős hidegalakítás keménység-növeléssel jár, ezért a gyártmányt a huzási fokozatok között megfelelően hőkezelik (patentirozás).



7.3 ábra

d) Hengerlésnél (meleg vagy hideg hengerlés) a fém képlékeny alakítása forgó hengerek között, folyamatosan történik (7.3 ábra).

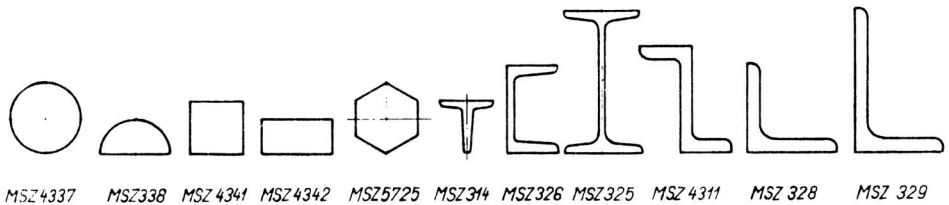
Az anyagot egymással szemben forgó hengerek között átvezetve elvékonyítják. Több ilyen lépcsőn (hengersor) átjutva nyerik a végleges alakot.



7.4 ábra

Hengerléssel az általában nagy szerkezeti hosszúságu, nem nagyon bonyolult keresztmetszetű előgyártmányok készülnek. A lemezek, szalagok és az idomacélok, valamint a csövek egy része készül ilyen technológiával.

Megfelelő árkokkal ellátott, a tárgy tényleges alakját közrefogó hengerek között alakulnak ki a különféle idomacélok (lásd pl. a 7.4 ábrát). A legfontosabb melegen hengerelt idomacélok a kör, félkör-, négyszög-, lapos-, hatszög-, T-, U-, I-, Z-, egyenlő és egyenlőtlen szárú L acélok. (7.5 ábra).



MSZ 4337 MSZ 338 MSZ 4341 MSZ 4342 MSZ 5725 MSZ 314 MSZ 326 MSZ 325 MSZ 4311 MSZ 328 MSZ 329

7.5 ábra

### 7.1.3 Forgácsoló megmunkálások

Az idomacélok, a nyers öntvények, nyers kovácsdarabok, vagy egyéb előgyártmányok rendszerint további, forgácsoló megmunkálásokkal nyerik el végső alakjukat. Ezek mindegyikénél a felesleges anyagrészeket megfelelő szerszámokkal, forgács alakjában távolítják el.

Forgácsolás végezhető kézi szerszámokkal, vagy különböző számszámokkal.

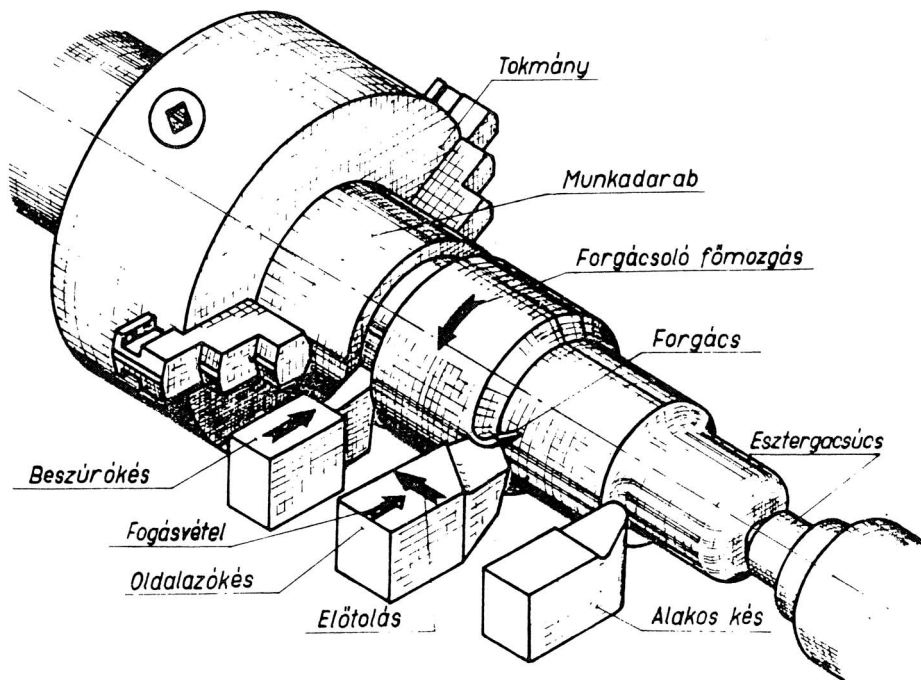
Kézi forgácsolás a reszelés, hántolás stb. Ez utóbbinál az egymáshoz finoman illeszkedő sík vagy hengerfelületeknek az előzetes forgá-

csolásokból maradt kisebb anyagfeleslegeit kaparják le éles hántoló-késsel.

A legfontosabb gépi megmunkálási módok az alábbiak:

### 1. Esztergálás

Forgástestek kialakításának legelterjedtebb módszere. Mivel a leggyakoribb szerszámgépi megmunkálás, kissé jobban részletezzük. A munkadarab a befogófejhez (a tokmányhoz) erősítve forog (7.6 ábra).



7.6 ábra

Ez a szerszámgép főmozgása. A forgácsolást végző esztergakés a munkadarab felületén végighaladó mellékmozgása, az un. előtolás során a beállított vastagságú réteget leforgácsolja. A szükséges átmérő eléréséig ez megismételhető, a kés kiinduló helyzetébe való visszaállításával, továbbá egy, a munkadarabhoz közelebbi helyzetbe való állításával (ezt nevezik fogásvételnek). A leírt módszer a hosszesztergálás.

Síkeshesztérgálással munkálják meg az alkatrész homlokoldalát, amikor is a kés mellékmozgás nélkül folyamatos fogásvétellel forgácsol. Hasonló módon, az un. beszurókésekkel készülnek a körkörös hornyok, ill. az alkatrészeknek a levágása a tokmányba fogott részről (ez az un. beszurás, ill. leszurás).

Az esztergagépeken a kés kombinált mozgásával esetleg alakos késekkel egyéb forgástestek is készíthetők.

Hosszu munkadaraboknál a tárgy másik végét is kitémasztják. Ehhez az alkatrész végén szabványos központosító furatot készítenek. A 7.6 ábrán - bár ezek külön munkafolyamatok - egy ábrába rajzoltuk az említett esztergálási műveleteket.

Belső forgásfelületrészeket a munkadarabba benyúló késekkel esztergálnak. Esztergapadon elvégezhető a menetvágás, felületek recézése, valamint az alább taglalt furás is.

A nyert felületi simaság függ attól, hogy nagyoló, általános, vagy finomesztergálással (utóbbinál kis előtolás, nagy forgácsolási sebességgel) állították-e elő.

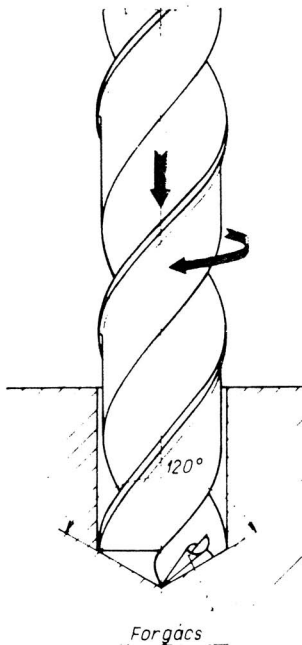
2. Furás. Itt a főmozgást is a furó végzi, és a bemélyítése a mellékmozgás.

Leggyakoribb szerszáma a csigafuró (7.7 ábra), melynek a végén levő 2 forgácsolóél kb.  $120^\circ$ -os kupot hagy a furat fenekén. Ezt a méretet a rajzon külön nem kell előírni.

Igen pontos méretű furatokat végleges méretre a több forgácsolóélű ún. dörzsárral (3.28 ábra) készítik.

3. Gyalulással sík felületeket állítanak elő, a 7.8 ábra szerinti mozgásokkal. A főmozgást kis gyalugépeknél a kés, nagyobbaknál a tárgyasztal végzi.

4. Vésés a gyaluláshoz hasonlítható (7.9 ábra). A szerszám függőlegesen lefelé mozogva végzi a forgácsolást, felfelé menete az üresjárás. Minden lépés után az asztalon állítják a fogásvételt. Így készülnek a tengellyel együtt



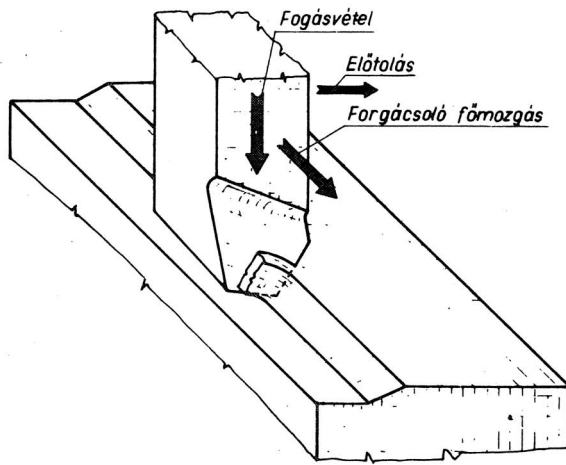
7. 7 ábra

forgo tárcsák agyának hornyai (agyhorony).

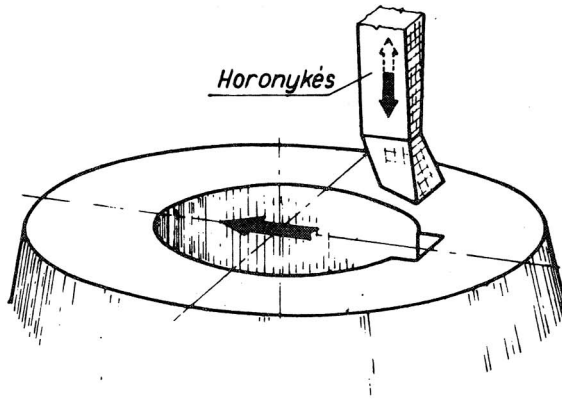
5. Marás az esztergályozáson kívül a leggyakoribb forgácsolási eljárás. Marásnál az egy helyben forgó fogazott marószerszám végzi a főmozgást (7.10 ábra). Általában sík felületek, de megfelelő marókkal menetek, fogaskerekek fogai stb. is előállíthatók. Másoló marógépekkel a legbonyolultabb alaku felületek is kialakíthatók, átmásolhatók egy alkatrésze-re.

Marással készülnek a tengelyeknek az 5.3 fejezetben ismertetett ék ill. reteshornyai is. Ennél a szerszámok a tárcsa-és az ujjmaró (7.11 ábra).

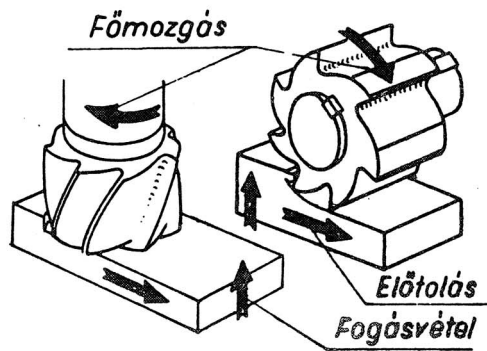




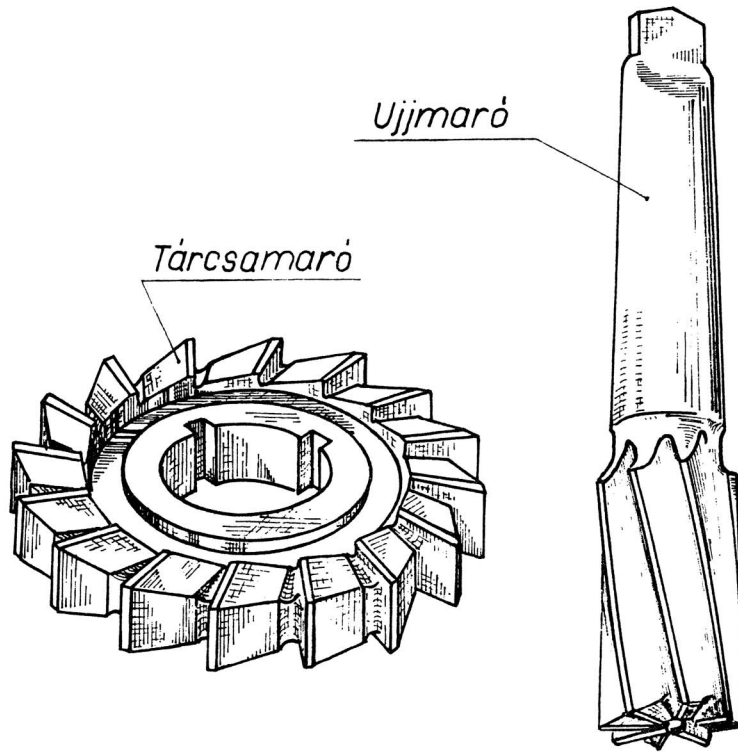
7.8 ábra



7.9 ábra



7.10 ábra



7.11 ábra

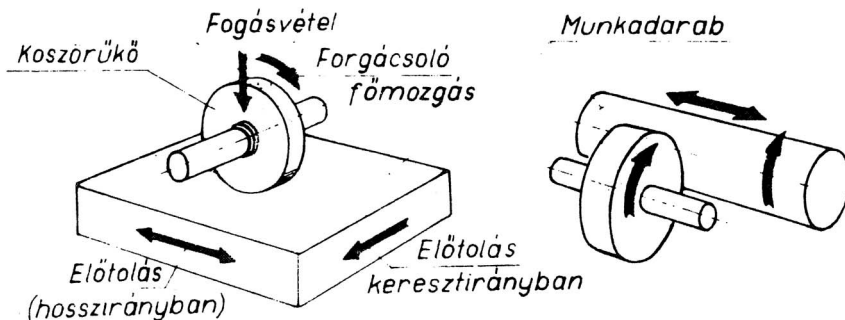
6. Köszörüléssel finom felület állítható elő. A szerszám gyorsan forgó, kemény, korund köszörűkő. Köszörülhetők sík- és hengerfelületek (7.12 ábra), de csavarmenetek és fogaskerekek fogai is.

7. Tükörsimitásnál a köszörűkőnek még külön oszcilláló, rezgő mozgása is van, és a munkadarabot is mozgatják, hogy még finomabb felületet nyerjenek.

8. Tükrösítés a legfinomabb felületet adja, amelynél az olajjal, zsirral kevert laza csiszolóport lágy anyagba ágyazzák. Ez sokszor kézi művelet.

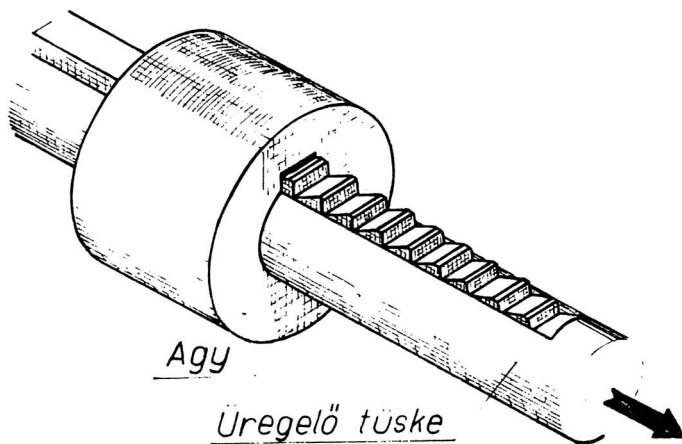
9. Üregelésnél a több vágóéllel ellátott üregelő tuskét az agyba furt lyukon huzzák keresztül (7.13 ábra). Nagy darabszámok mellett vésés

helyett így állítják elő a szíjtárcsák ékhornyaít, de így készíthetők a négy-  
szöglyukak, bordásagyak stb. is.



7.12 ábra

10. Fűrészelés. Kézzel és géppel is végezhető darabolási eljárás.



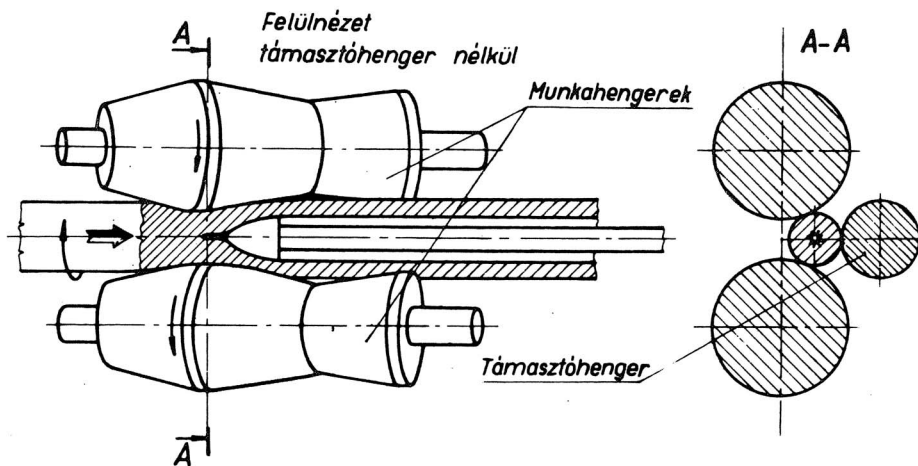
7.13 ábra

#### 7.1.4 Csőgyártás

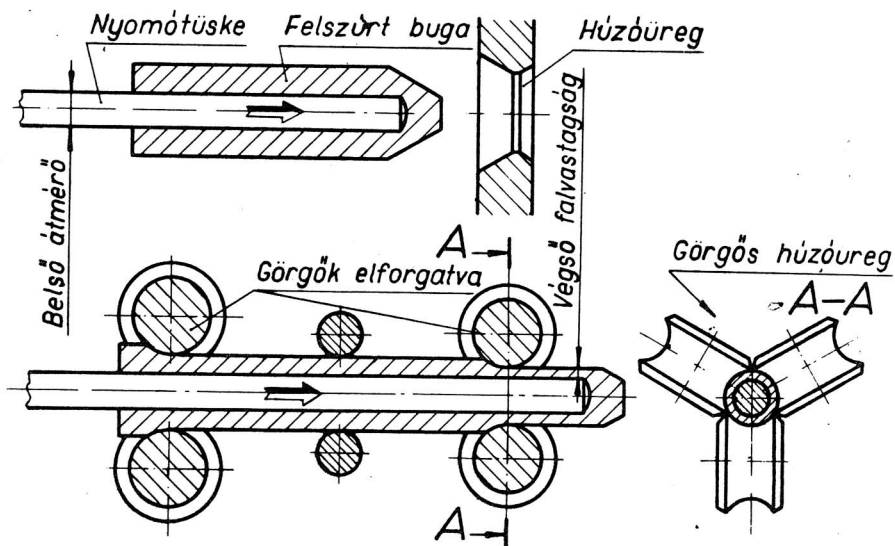
Külön fejezetként tárgyaljuk, mely igen elterjedt termékfajtához, a csövekhez kapcsolódik. Fém csövet - anyagától is függően - többféleképpen készíthetnek.

Az öntöttvas csövekhez öntéssel jutnak.

A hegesztett cső gyártása acélszalagból indul ki, mely megfelelően kiképezett hajlítógengereken és hajlító tölcseren átjutva folyamatosan csőalakúra hajlik, melyet azután hosszában automatikus hegesztéssel összekötnék. Nagyobb méreteknél a csövet nem hosszában, hanem csavarvonal mentén hegesztik, mely a lemez ilyen értelmű hajlításához igazodik.



7.14 ábra



7.15 ábra

Varratnélküli acélcsövek készíthetők hengerléssel, pl. az un. Mannesmann-féle csőgyártással (7.14 ábra). Itt a két munkahenger és egy támasztóhenger közé a forogva bejutó tömör rudanyag olyan terheléseket kap, melynek következtében a belseje először megreped, majd többékevésbé szabályos lyukká tágul, amit egy kupos dugó tovább bővit és simít. Ezt követően csőnyújtó hengerek sorokon alakítják a végleges méretűre.

Készíthetők csövek huzással (7.15 ábra) is. Ennél az eljárásnál egy nyomótűskére helyezett tömböt egymást követő üregeken tolják át, lépésenként hozva a csövet végleges méretűre. A hideg állapotban huzott un. hidegen vont csöveknél igen nagy méretpontosságok érhetőek el.

Sajtolással legtöbbször ólom és műanyagcsöveket készítenek. A cső-sajtoló berendezéseknél az anyag körgyűrű keresztmetszeten halad át, így tetszőleges hossz érhető el.

#### 7.1.5 Porkeházasítás

Az eljárás fémporból (vas, bronz, wolfram) kiindulva állít elő rendszerint közvetlenül készterméket. A fémport formába sajtolják, és az ösz-szesajtoló testet huzamos ideig izzítják. Ily módon porózus, de kellőképpen szilárd testek állíthatók elő olvasztás nélkül. Ilyen eljárással készülnek az önkendő csapágyak, melyeknél a lukacsos porfém testet olajjal telítik, és így állítják elő a keményfém (vidia) szerszámokat is.

### 7.2 Felületi érdesség (MSZ 4721, 4722)

Megismerve a különböző gyártási módokat nyilvánvaló, hogy a kivitelezett gépelemek felületei minden esetben eltérnek a rajzméreteikkel meghatározott ideális mértani felülettől. A valóságos felület ehhez képest bizonyos eltéréseket mutat. Mivel mérőeszközeinkkel minden kis egyenetlenséget nem tudunk lemérni, ezért a tényleges felületet csak megközelítő a lemért, azaz az észlelt felület.

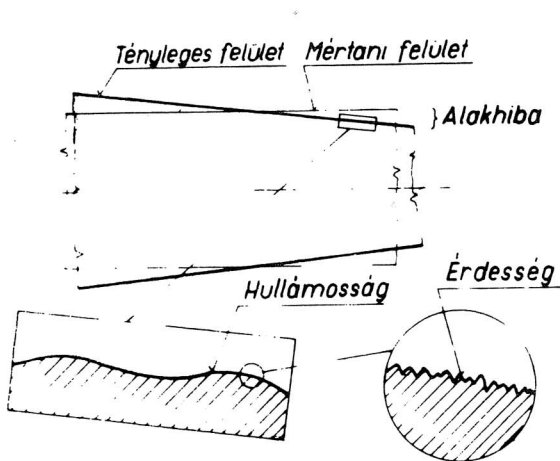
A felületek hibái alakítók, (pl. siktól való eltérés, ovalitás stb.) és felületminőségi hibák lehetnek.

Megvizsgálva egy munkadarab felületét, közelebről egy rá merőleges sikkal nyert szelvényét az un. felületprofil, annak a határvonalán kétféle hiba mutatkozik. Ezek a hullámosság és az érdesség.

A hullámosság viszonylag nagy térközű ismétlődő felületi egyenetlenség. Okozója lehet pl. a munkadarab vagy a szerszám lengése, excentrikus felfogása stb.

Az érdesség a felületen található kis térközű, jellegzetes mintázatot adó egyenetlenség. Csak felületvizsgáló műszerekkel mérhető.

A két szabálytalanság közül a felület minősége szempontjából az érdességnek van döntő jelentősége.



7.16 ábra

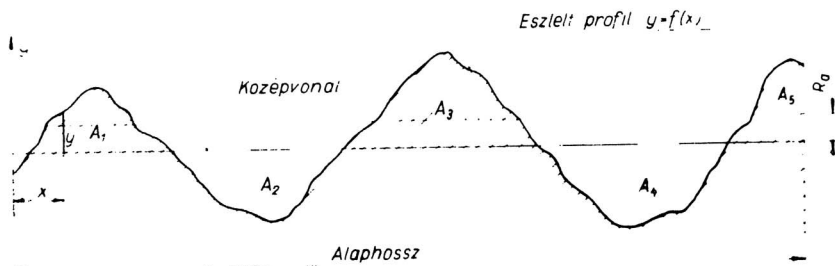
A fenti fogalmak értelmezését 7.16 ábra mutatja. Az érdesség függ az anyagminőségtől, a technológia jellemzőitől stb. Például forgácsolt felületen a szerszám nyoma határozottan felismerhető ismétlődő, az előtolásnak megfelelő egyenetlenségeket mutat. Erre halmozódik a kés vágóélének kitöredezéséből, rezgéséből stb. adódó kis térközű további szabálytalanság.

A felületi érdességi hibák tehát az előállítás hibái, a gyártás velejárói.

Ezeket csökkenteni lehet (pl. más technológia választásával, ami finomabb felületet eredményez), de teljesen meg nem szüntethetők. A finomabb érdességi felület drágább, ezért a még megfelelő legdurvább érdességi követelményeket írjuk mindig elő. A következőkben az érdesség számszerű értelmezésével foglalkozunk.

Egy felületről az érdességet legjobban jellemző, azaz az érdességi barázdákra merőleges szelvényben észlelt profilt kell vizsgálni. Az érdességre jellemző számértékek többféleképpen nyerhetők.

Leggyakoribb az átlagos érdesség (jele  $R_a$ ) megadása:



7.17 ábra

Ennél, az észlelt profil pontjainak a középvonaltól mért előjel nélküli eltéréseit az érdesség értékelésére kijelölt un. alaphosszon ( $l$ ) belül átlagolják (lásd a 7.17 ábrát). Vagyis az

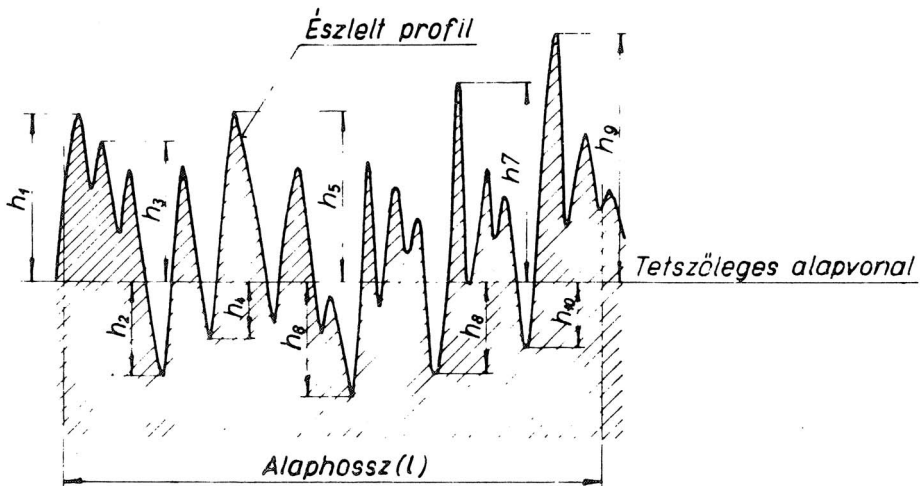
$$R_a \cdot l = \int_0^l |y| dx \text{-ből}$$

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y| dx \quad \text{az átlagos érdesség.}$$

Az integrálás értelme nem más, mint a felületprofil és a középvo-  
nal között adódó területek ( $A_1, A_2 \dots A_n$ ) összege, azaz

$$\int_0^l |y| dx = \sum_{i=1}^n A_i$$

A középvonala csak egy elméleti vonal, melyre nézve az alaphossz szakaszában a profil felette és alatta levő egyenetlenségeinek a területe egyenlő. A másik, a felület érdességére jellemző mérőszám az egyenetlenség magasság (jele  $R_z$ ). Ez az alaphosszon belül észlelt profil 5 leg-  
kiemelkedőbb csúcsának és legmélyebb gödreinek az alábbi átlaga (7.18 ábra):



7.18 ábra

$$R_z = \frac{(h_1 + h_3 + h_5 + h_7 + h_9) - (h_2 + h_4 + h_6 + h_8 + h_{10})}{5}$$

ahol  $h_1, h_3 \dots h_9$  a csucok magassága,

$h_2, h_4 \dots h_{10}$  a gödrök mélysége egy tetszőleges alapvonalról.

Más mérőszámok hazánkban nem használatosak. Rajzokon az érdeségi mérőszámokat mikrométerben ( $1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{m} = 10^{-3} \text{mm}$ ) írjuk elő.

Az előírható  $R_a$  és  $R_z$  értékeket a 7.1. táblázat tartalmazza, amelyek közül elsősorban a vastagon keretezetteket kell használni.

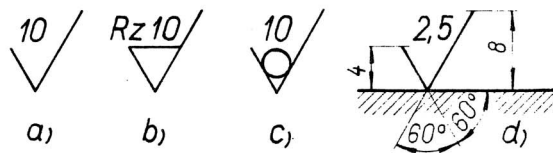
7.1. táblázat

Erdességi osztály	Átlagos érdeség $R_a \mu\text{m}$	Egyenetlenség magasság $R_z \mu\text{m}$	Alaphossz $l \text{mm}$
1	80	320	8
2	40	160	
3	20	80	
4	10	40	2,5
5	5	20	
6	25	10	0,8
7	1,25	6,3	
8	0,63	3,2	
9	0,32	1,6	0,25
10	0,16	0,8	
11	0,08	0,4	
12	0,04	0,2	
13	0,02	0,1	0,08
14	0,01	0,05	



### 7.2.1 Felületi érdesség géprajzi megadása (MSZ 15)

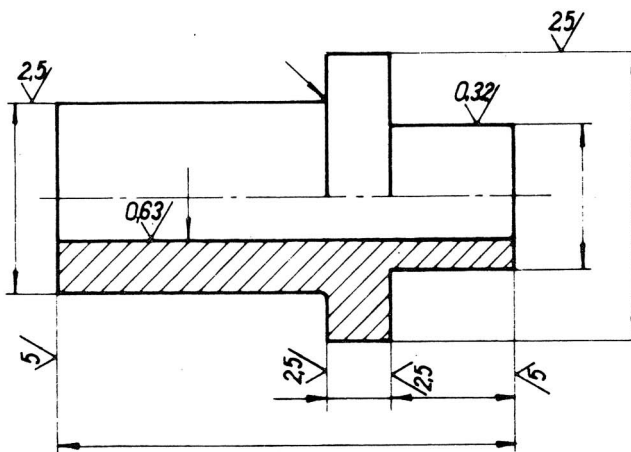
Az érdességi jel jelképből és az érdességi mérőszámból áll. Háromféle jelkép van, melyeket a 7.19 ábra mutatja. Az a) alatti jel nem köti meg a gyártás technológiáját, a b) forgácsolással előállított felületre utal, a c) pedig forgács nélküli alakítást ill. az előző gyártás adta felület változatlanul hagyását írja elő.



7.19 ábra

A d) résznél a jel nagyságát tüntettük fel. Az érdesség mérőszámát az érdességi jelben mindig meg kell adni. Az átlagos érdességnél a mérőszámot, egyenetlenség magasságnál az  $R_z$  jelet is fel kell tüntetni.

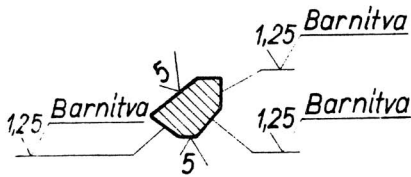
Az érdességi jel csucsának a felület képkonturjához, a felületet is ábrázoló él képéhez (vagy az ezekhez tartozó méretsegédvonalhoz) kell érnie úgy, hogy a hegye a felületre mutasson (7.20 ábra), vagy helyszüke esetén a 7.21 ábra szerint mutatóvonalon kell elhelyezni. Érdességi jelet minden felületnél csak egyetlen vetületen és egyszer szabad megadni, lehetőleg a felület méretmegadása közelében. Az érdességi jelet semmilyen vonal nem metszheti. Az érdességi mérőszámokat a rajz olvasási



7.20 ábra

iránya szerint kell elhelyezni. Szimmetrikusan elhelyezkedő részeknél csak egyik oldalon, ismétlődő részleteknél csak egyszer kell az érdességet meg-

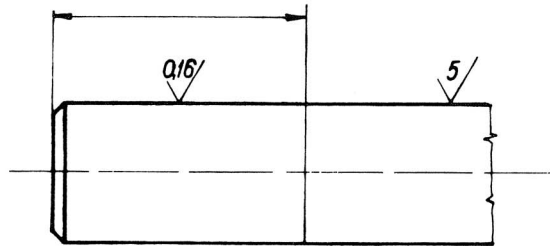
adni. Illeszkedő felületek mindegyikére elő kell írni. Egy felület különböző érdességi szakaszait vékony vonallal választjuk el (7.22 ábra). Fogaskerek-nél a fogfelület érdességi jele az osztó-körre mutat.



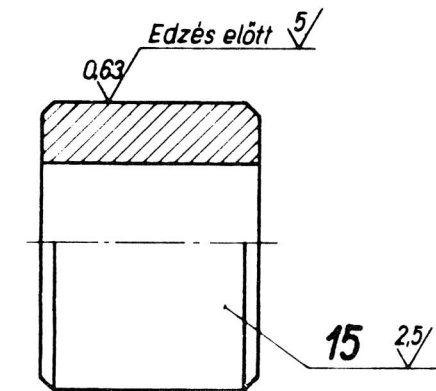
7. 21 ábra

Felületek átmeneteit képező körgyűrű és hengerfelületű lekerekítések-re a durvább felület érdessége vonatkozik. Festés-nél az előtte levő, fémes bevonatnál a bevont hely-zetre utal az érdességi jel.

Ha az alkatrész minden felülete azonos érdességű, ez a jel az alkatrész-rajz szövegmezője fölött kiemelve jelölhető (kétszeres nagyságban). Ez megtehető a leggyakrabban előforduló jellel is, de az ettől eltérő érté-keket a felületeken be kell jelölni. Vegyes összeállítási rajzoknál a kieme-lés a tételszám mellé kerül (7.23 ábra). Itt a szöveges utalás és az érdes-ségi jel kombinációjára is látunk pél-dát.



7. 22 ábra



7.23 ábra

A felületi érdesség mérése tör-ténhet a különféle érdességi osztályok-nak megfelelő felületmintákkal (eta-lon) való összehasonlítással vagy pon-tosabban, az érdességmérő műszerek-vel. Ezek mechanikus, optikai vagy villamos elven működnek. Az utóbbi-nál gyémánt tühegy követi - többé -ke-vésbé - a felület profilját, és a moz-gást a műszer közvetlenül kiértékeli (villamos uton végezve el az átlago-lást), melyet mutatóval jelez, vagy diagramon regisztrál.

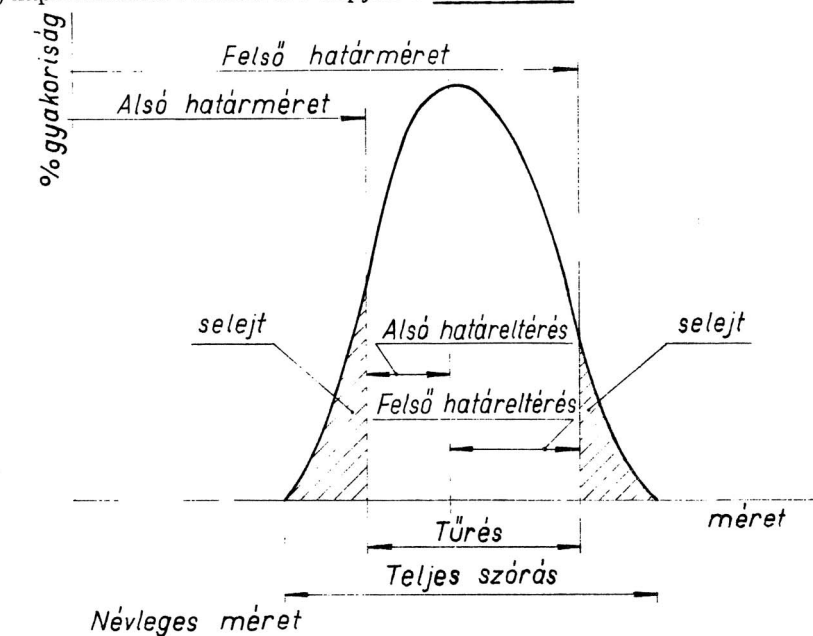
### 7.3 Gyártási pontatlanságok

Az eddigiekben sorra vettük az alkatrészek megadásának a módjait. Ezek csak abszolút értelemben adták meg a kívánt alakot, méretet és helyzetet. Mivel azonban gyártási és egyéb okokból az elkészült alkatrész adatai csak többé-kevésbé közelítik meg az előírt értékeket, ki kell térnünk a gyártás során megtört hibák előírására is. Ezek méréthűségre, aiakhűségre és helyzetpontosságra vonatkoznak.

#### 7.3.1 Méretszóródás; mérettűrések megadása (MSZ 14)

Először a méretek betartásában mutatkozó hibákkal és azok határainak megadásával foglalkozunk.

Ha egy munkadarabból sokat legyártunk, és egy kijelölt méretét mindegyiknél lemérjük, a kapott értékek a megadott mérettől általában eltérnek. Ez a méretszóródás a legtöbbjüknél kicsi, nagyobb hibák kisebb gyakorisággal jelentkeznek. A legyártott méretekkel a %-osan adódott darabszámokat függvénykapcsolatban feltüntetve kapjuk a 7.24 ábrát.

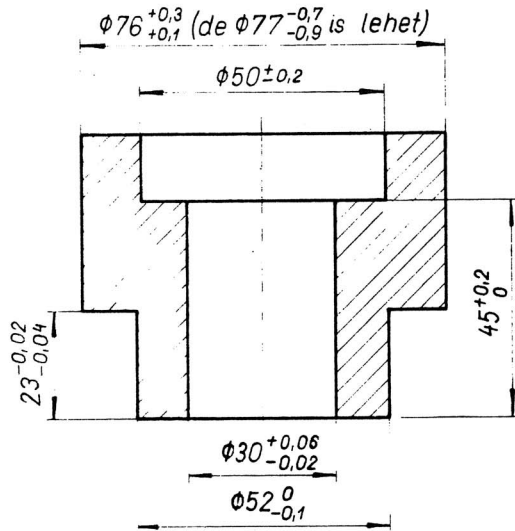


7.24 ábra

Ez az ún. gyakorisági görbe. Ezen bejelöltük az elfogadható méretek határait is, valamint az egyéb elnevezéseket. Tűrésnek nevezzük a méretszóró-

ródás megengedett nagyságát és határainak a névleges mérethez viszonyított elhelyezkedését. Selejt az alkatrész, ha a szóbanforgó mérete az alsó határméretnél kisebbre vagy a felsőnél nagyobbra készült.

A méretszóródás nagysága függ a gyártás minőségétől. Kösörüléssel pl. néhány ezred mm értékű tűrés megvalósítható. Esztergálással ennél nagyobb, kovácsolással, öntéssel pedig még jelentősebb a méretszóródás. Nyilvánvaló az is, hogy egy szűkebb tűrésnagyságu méret elkészítése igényesebb, és így drágább gyártást jelent.



7.25 ábra

A legyártandó méret felső és alsó határméretét közvetve, a méretszám mutatta névleges értéktől való eltéréseinek az un. határeltérések megadásával írjuk elő. Ezeket az előjeles értékeket valamivel kisebb nagyságu számokkal a névleges méret után írjuk úgy, hogy a méret számjegyének képzeletbeli középvonalához viszonyítva szimmetrikusan helyezkedjenek el (7.25 ábra).

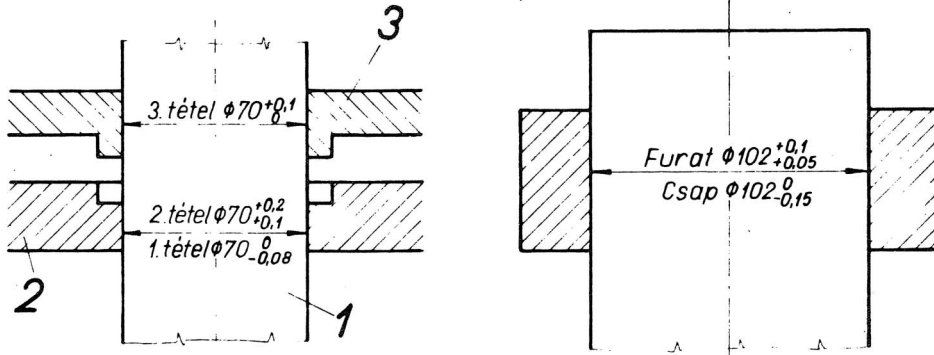
Ha forgácsolással készített felületnek csak a névleges mérete van megadva (tűrésezetlen méret), akkor a 7. II. táblázat szerinti határeltérések érvényesek (MSZ 6300).

7. II. táblázat

Névleges méret	1 – 6	6 – 18	18 – 50	50 – 120	120 – 315	315 – 800	800 – 1250	1250 – 2000	2000 – 3150	3150 – 5000	5000 – 8000	8000 – 12500
Tűréshatárok	±0,1	±0,2	±0,3	±0,4	±0,5	±0,8	±1	±1,5	±2	±3	±4	±6

Ha az alkatrészek egy felületükön egymáshoz illeszkednek, vagyis e méretük névleges értéke egyezik, csak a határeltéréseik mások (a kivánt illeszkedésnek megfelelően), úgy összeszerelt állapotban ezeket a 7.26 áb-

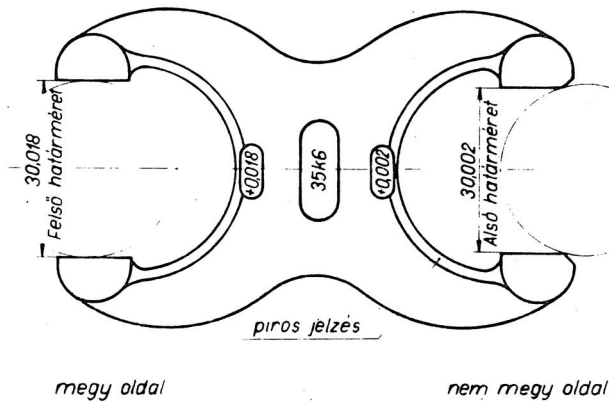
ra szerinti felirattal kiegészítve lehet megadni. Az illesztett alkatrészek határeltéréseinek másfajta megadásával később, a 7.5 fejezetben találkozunk.



7.26 ábra

Nagy darabszámok esetén kifizetődő az ún. idomszer készítése, hogy egy-egy méret határait gyorsan ellenőrizzék.

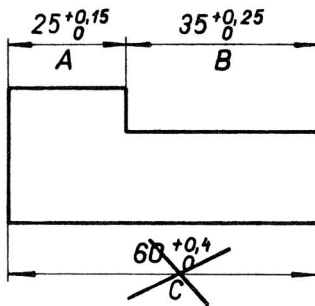
A villás idomszer (7.27 ábra) két pofája igen pontosan a felső ill. az alsó határmérettel van elkészítve. Ha a lemért csap az alsó határméretű villába (ez az ún. "nem megy" oldal) belemegy, akkor javíthatatlanul rossz a méret, selejt az alkatrész. Hasonló elv szerint készül a hengeres idomszer is furat ellenőrzésére.



7.27 ábra

### 7.3.2 Kiadódó méret fogalma

A méreteket mindig a tűréseikkel együtt kell érteni. Ennek ismeretében lehet visszatérni arra a mérethálózat elkészítésénél tett kijelentésre,



7.28 ábra

hogy zárt méretláncot nem szabad alkalmazni, hanem egy méretnek ki kell adódnia eredményül a megmunkálási lépések végén. Ezt megadva ugyanis nincs kiemelve, hogy melyik tűrésezett méretet kívánjuk megvalósítani. A 7.28 ábrán megadott alkatrésznél pl. az alkatrész feladatához az szükséges, hogy az A és B-vel jelölt méretek készüljenek el a megadott határokkal. Ekkor a C méretet megadni nem szabad, az az A és a B elkészítésével kiadódik. Ha ugyanis valaki jóindulatból az A és B-t

összeadva a  $C = 60^{+0,4}_0$  méretet is megad-

ná, a munkás nem tudná, hogy a három méret közül melyik a betartandó kettő, és melyik a kiadódó méret. Így kiindulhat-

na pl. a  $C = 60^{+0,4}_0$ , valamint az  $A = 25^{+0,15}_0$  méretekből. Ha ekkor

C-t 60,4 mm-re, A-t pedig 25 mm-re készíti (ami a méretek tűréséből lehetséges), úgy a B méretre 35,4 mm-t kapna eredményül. Márpedig a feladat  $35^{+0,25}_0$  betartását követeli meg.

A kiadódó méretet tehát megadni nem szabad, vagy ami ugyanazt jelent, a méretlánc nem záródhat. A kiadódó méret nemcsak két méretből és nemcsak a megvalósítandó méretek összegeként (mint a példában), hanem különbségeként vagy ezekből összetett lépésekkel is adódhat.

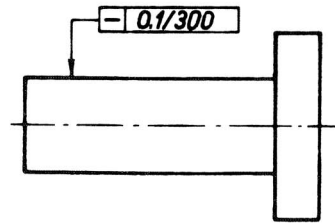
### 7.4 Alakhűség; helyzetpontosság (MSZ 14001) és megadásuk (MSZ 14)

A testek egyes felületeinek (síknak, hengernek) önmagában és az egymáshoz viszonyított helyzetüknek a pontosságát az elkészítési technológia szabja meg. Ennek pontosságát elfogadva a megengedett határokat külön nem írjuk elő. Ezt csak akkor tesszük, ha az alkatrész működése a nagyobb pontosságot megkívánja.

Alaktűrésekkel: az egyenesség, síklapúság, köralakúság, hengeresség stb. eltűrt hibái,

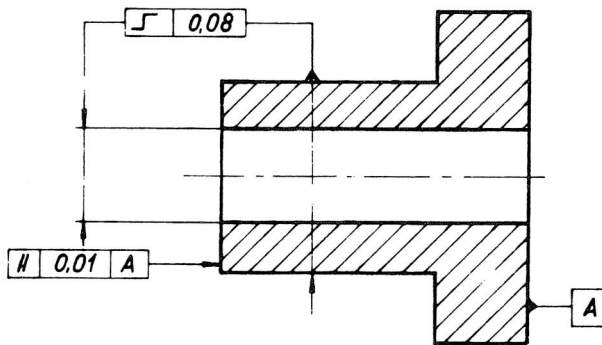
helyezettűrésekkel: párhuzamosság, merőlegesség, központosság, szimmetria stb. megkívánt pontossága adható meg.

Ezeket nem részletezzük, csak példaként adunk meg egy-egy alak-  
ill. helyzetűt. A 7.29 ábrán jelölt alak-  
tűrés azt jelenti, hogy a nyíllal jelölt egész fe-  
lületre vonatkozóan, 300 mm hosszon legfel-  
jebb 0,1 mm eltérés lehet egy ráfektetett  
egyenestől (egyenesség tűrés).



7.29 ábra

A 7.30 ábrán kétféle helyzetűt is  
feltűntettünk. A méretvonalakhoz csatlakozó  
egyik helyzetűt azt szabja meg, hogy a  
furat tengelye a csap rész tengelyéhez viszonyított  
egytengelyűségtől max. 0,08 mm-t  
térhet el, a másik pedig azt írja elő, hogy a  
teljes bal oldali homlokfelületen legfeljebb 0,01 mm párhuzamossági hiba  
lehet, az A-val jelölt felületre helyezett bázissikhoz viszonyítva (egytengelyűség és párhuzamosság tűrés).



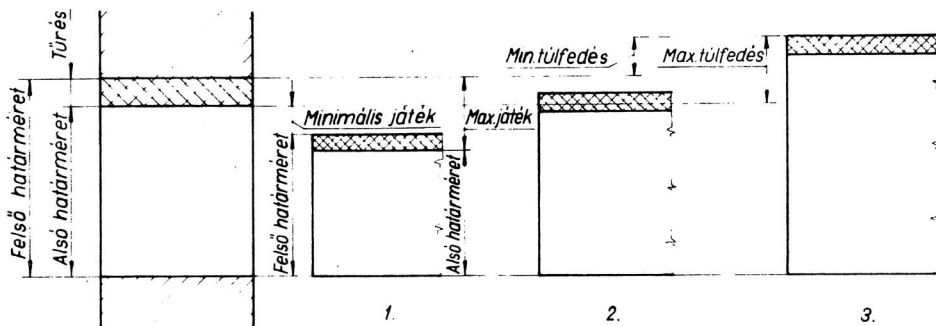
7.30 ábra

### 7.5 Alkatrészek illeszkedése

A tűrések előírásával elsősorban az összeszerelt, együtt dolgozó  
alkatrészek megfelelő egymáshoz illeszkedését kívánjuk biztosítani. Erre  
nemzetközileg is kidolgoztak egy illesztési rendszert, melyet a legtöbb  
ország beépített saját szabványába. Az alábbiakban ezt ismertetjük.  
Ezt alkalmazva a külön-külön megmunkált, de összetartó darabok utólagos  
igazítás nélkül egymásba szerelhetők, cserélhetők.

Két azonos névleges méretű alkatrész egymásba illeszkedésének le-  
hetőségeit egy furatba dugott csap esetében vizsgáljuk. A 7.31 ábrából  
látható, hogy a tűréseket ábrázoló tűrésmezők (keresztbe sraffozva) rela-  
tív elhelyezkedésétől függően három fajta minőségű illeszkedésről beszél-  
hetünk. Az összehasonlítás érdekében a tűrésmezőket nemlépték helyesen, és  
egy oldalra rajzoltuk. Eszerint az 1. jelzésű csap mérethatárai kisebbek,

mint a lyuké, ezért ez mindenképpen játékkal illeszkedik a furathoz. Vagyis, ha a furat alsó mérethatáron, a csap pedig a legnagyobb mérettel készül el, akkor is van játék a két alkatrész között. Ugy mondjuk, hogy ez laza illeszkedés. A 3. csapot elkészítve méretei mindenképpen nagyobbak a furatnál, vagyis az alkatrészek tulfedéssel illeszkednek. Ez esetben csak több-kevesebb erővel lehet a csapot a furatba beszerezni. Ez a kapcsolat a szilárd illeszkedés. A 2. esetenél a két alkatrész elkészített méretétől függően kiadódhat játék, de tulfedés is, mert a tűrésmezők egymást átfedik. Ilyen tűrésezett méretek előírása az átmeneti illesztés.

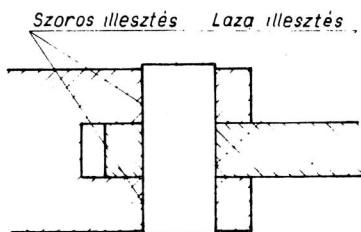


7.31 ábra

### 7.5.1 Alkatrészek illesztési rendszere, illesztések, mérettűrések kiválasztása és megadása

Hazánkban is a nemzetközi, ISO illesztési rendszer van szabványosítva.

A 7.31 ábránál bemutatott háromfajta illesztésnek az volt a módja hogy a furat kötött mérettűrésehez a megkívánt illeszkedést a csap határai változtatásával hoztuk létre. Ez az un. alplyuk rendszer szerinti illesztés. Lehet fordítva is, amikor a csaphoz viszonyítva a furat mérethatárait állítjuk be az igényelt illeszkedésnek megfelelően. Ez az alapcsap rendszer lényege. Mivel a csapot mindig könnyebb megmunkálni mint a



7.32 ábra

furatot, ezért legtöbbször az alaplyuk rendszert használjuk. A 7.32 ábra szerinti esetben azonban alapcsap rendszerben célszerű illeszteni, mert a kötött csaphatárok mellett a kívánt kétféle illeszkedést a furatok mérethatárainak beállítással lehet egyszerűen megvalósítani.

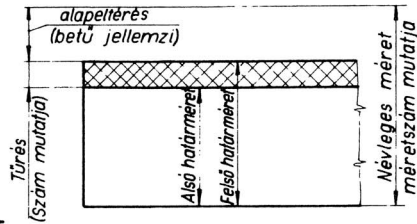
A fentiekből az is nyilvánvaló, hogy az illesztések három fajtáján belül is le-



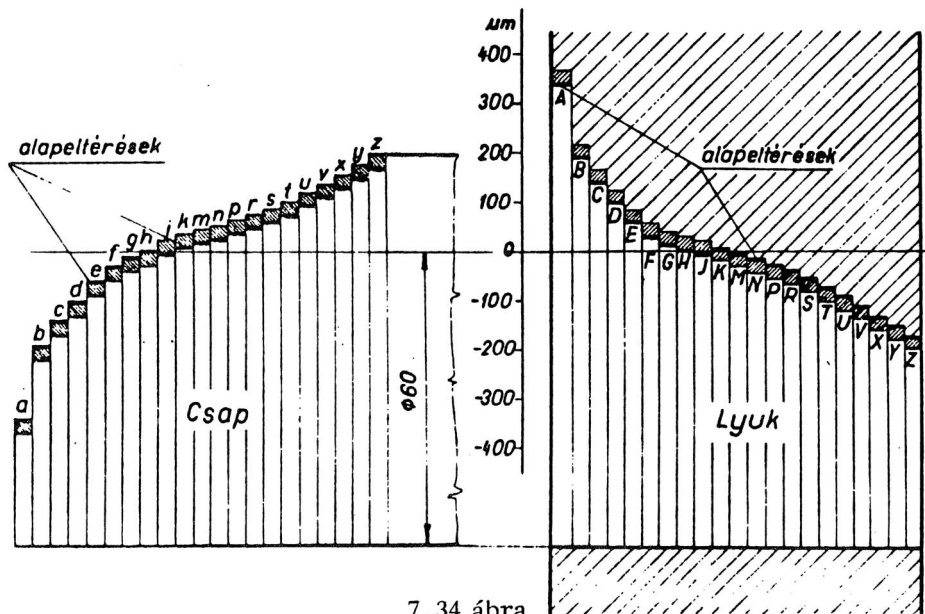
hetnek különböző minőségek a két tőrés viszonylagos helyzetétől függően. Vagyis a laza illeszkedésnél lehet kis vagy nagy játék, a szilárdnál kisebb vagy nagyobb túlfedés stb. A csap és a furat határeltérései számértékkel való megadásából az illeszkedés lazaságának vagy a szorosságának a mértéke közvetlenül nem érzékelhető. E tekintetben célszerű, ha olyan szimbólumokkal írjuk elő mind a csap mind a furat tőrését, melyek egymással a mérettől függetlenül is összehasonlíthatók. E jelölés két részből áll. Egyike a tőrés szélének (közelebbi határának) a névleges mérettől való távolságára, a másik a tőrés szélességére utal (MSZ 1854). Az előbbit, amit alapeltérésnek neveznek betűvel, mégpedig lyuknál nagy, csapnál kis betűvel, az utóbbit pedig mindkét alkatrésznél számmal jelöljük (7.33 ábra).

A 7.34 ábra az alapeltérések értelmezését mutatja ( $\phi 60$  méret esetében).

Kiemeljük, hogy a H alsó és h felső határmérete a névleges mérettel egybeesik (alapeltérés 0). A tőrés nagyságát, azaz a tőrés minőségét a gépszerkezeteknél - részletesebb magyarázat nélkül közölve - az 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 és 12 számok valamelyikével adjuk meg.



7.33 ábra



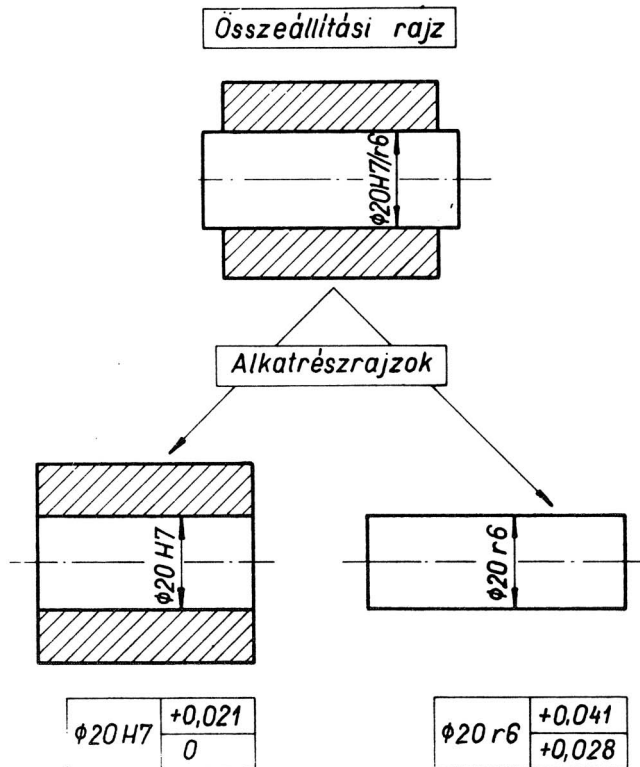
7.34 ábra



Alaplyuk rendszerénél a lyuk mindig H tűréshelyezkedésű. E mellé vesszük a megfelelő betűjelzésű csapot, mely a kívánt illeszkedést biztosítja. Az a-h csap valamelyikét véve egyre kisebbedő játéku laza, j-n közöttit választva átmeneti, p-z valamelyikével pedig szilárd illesztést írunk elő.

A szám megválasztásánál az illesztés finomságához ill. a gép pontosságához igazodunk. A felesleges sok variáció miatt csak a 7.III. táblázat szerinti kapcsolatok használatosak (MSZ 1869 és MSZ 4725). Ugyanitt közöltük az alapcsap rendszer (itt a csap h tűréshelyezkedésű) illesztés választékát is. Mint látjuk, a két alkatrésznél a tűrés szélességét adó számok általában egyformák.

A választott illesztést az alkatrészek összeállítási rajzán (pl.  $\phi 20$  H7/r6; mindig a lyuk tűrése van elől), a csap és a furat tűréseit pedig az alkatrészrajzaikon adjuk meg (7.36 ábra). Utóbbiaknál, hogy elkészíthetők legyenek, a tűrésszimbólumhoz tartozó tényleges mérethatárokat megadó határeltéréseket is meg kell adni (MSZ 1865, 1866). Ezt a rajznál rendszerint kis táblázatokban közöljük, melyek a vonatkozó szabványokból ill. kézikönyvekből is kivehetők. Összeállítási rajzokon is feltüntethető számértékekkel a két illeszkedő alkatrész tűrése a 7.26 ábra szerint. Ilyenkor a furat mérete kerül felülre.



7.36 ábra  
- 203 -

Példák illesztésekre:

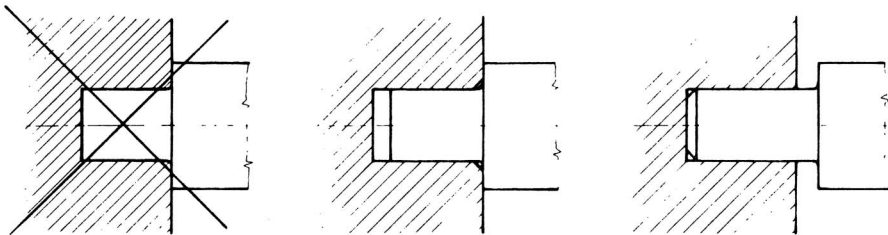
Egy  $\phi 100$  méretű csapot nagy játékkal kell a furatba illeszteni. Ha a gép durva felépítésű, akkor pl. a H 11/d11 illesztés választható. A furat mérete  $\phi 100$  H11, a csapé  $\phi 100$  d11. Általános gépszerkezeteknél ehelyett pl. a H7/e8-at lehetne venni. H6/k5 finom, átmeneti illesztést jelent. A H7/s7 szorosabb illesztés, mint a H7/r6 stb.

A célszerű illesztéseket kézikönyvek tartalmazzák. Minden tőrésrel ellátott felület érdességét - mivel az a tőrés nagyságával kapcsolatban van - külön szabvány, az MSZ 9655 szerint kell megválasztani. Eszerint az általános gépiparban az  $R_a \approx 0,05 T^{0,8}$ , ahol T a tőrés nagysága  $\mu$  m-ben.

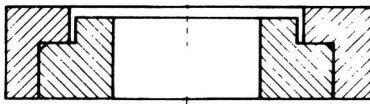
Végül megemlítjük, hogy a fenti illesztések általánosak, azaz nemcsak illeszkedő hengerekre vonatkoznak, hanem pl. illeszkedő síkfelületekre is. Ugyanígy írjuk elő pl. a retesz- reteszhorony illesztését is (MSZ 2318).

## 7.6 Alkatrészek csatlakozása

Egymásba szerelt két alkatrésznél egy bizonyos irányban csak egy felületük lehet érintkezésben (7.37 ábra). Több felület egyszerre történő felfekvését csak igen drága munkával lehetne - többé-kevésbé - beállítani.



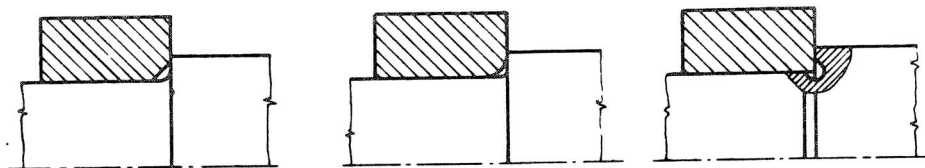
7.37 ábra



7.38 ábra

Ilyen példák az alábbiak: a 7.38 ábrán csak a két hengerfelület egyikén illeszkedhet a két alkatrész. Egymáshoz csatlakozó daraboknál a sarok lekerekítésének helyet kell biztosítani. Mint már érintettük, a tengelyeknél a horonyfenék a szélein nem sarkos, ezért az ide illeszkedő ék vagy retesz sarkai  $45^\circ$  alatt vannak élezve. Minden ehhez hasonló

"belső saroknál" történő illeszkedésnél hasonló a helyzet, vagyis az egyik alkatrésztől el kell távolítani azt az anyagrészt, mely a másik helyét elfoglalná (7.39 ábra).



7.39 ábra

## AJÁNLOTT IRODALOM

- Dr. Vörös Imre: Géprajz. 7. kiadás. Bp. Tankönyvkiadó, 1968.
- Ordódy János: Géprajzolás. 2. kiadás. Bp. Műszaki Könyvkiadó, 1964.
- Buócz Gyula-Dr. Magyar József: Műszaki rajz. Egyetemi jegyzet.  
Bp. Tankönyvkiadó, 1972.
- Buócz Gyula-Lebovits Imre-Wittine László: Segédlet a Műszaki rajz c.  
tárgyhoz. Egyetemi jegyzet. Bp. Tankönyvkiadó, 1972.
- Horváth Ferenc: Műhelyrajz és munkadarab. Bp. Táncsics Könyvkiadó, 1967.
- Walter Bartsch: Esztergálás. 2. kiadás. Bp. Műszaki Könyvkiadó, 1972.
- Dr. Gillemot László: Anyagszerkezettan és anyagvizsgálat. Bp. Tankönyvkiadó, 1967.
- Dr. Gillemot László: Szerkezeti anyagok technológiája I. kötet. 4. kiadás.  
Bp. Tankönyvkiadó, 1965.
- Dr. Gillemot László: Szerkezeti anyagok technológiája II. kötet. 3. kiadás.  
Bp. Tankönyvkiadó, 1965.
- Gépszerkesztési rajzok szabványainak gyűjteménye. Bp. Közgazdasági és  
és Jogi Könyvkiadó, 1971.
- Gépészeti alapszabványok gyűjteménye. 5. átdolgozott kiadás. Bp. Közgaz-  
dasági és Jogi Könyvkiadó, 1970.
- Acélszabványok gyűjteménye I. és II. kötet 5. átdolgozott kiadás. Bp. Közgaz-  
dasági és Jogi Könyvkiadó, 1970.

# TARTALOMJEGYZEK

Előszó .....	3
A műszaki rajzról általában .....	5
A szabványok .....	6
1. A műszaki rajz alaki előírásai .....	9
1.1 A műszaki rajz fogalma, fajtái .....	9
1.2 A géprajzok felépítése, alakja, méretei .....	11
1.3 Géprajzok feliratmezői és azok részei .....	13
1.4 Géprajzok rajzolási rendszerei .....	17
1.5 Rajzszámozási rendszerek .....	17
1.6 Az alkalmazott betűk, számok és vonalak .....	18
1.7 Műszaki rajzok méretarányai .....	21
2. A geometriai alak megadása .....	23
2.1 Az ábrázolásról általában .....	23
2.2 A térelemek és kölcsönös helyzeteik .....	23
2.3 A síkbeli ábrázolások fajtái .....	34
2.4 A középponti-, párhuzamos- és merőleges- párhuzamos vetítés .....	37
2.5 Axonometrikus ábrázolás .....	40
2.6 Ábrázolás több képsíkon .....	43
3. Műszaki rajzok (géprajzok) ábrázolási szabályai .....	44
3.1 Nézetekkel kapcsolatos ábrázolási szabályok .....	44
Nézetrend .....	44
Szükséges vetületek száma .....	47
Vetületeken megrajzolt vonalak .....	47
Szimmetrikus testek ábrázolása .....	48
Forgástestek ábrázolása .....	51
Tagolóvonal .....	52
Áthatási vonal .....	53
Ferde képsíkhelyzet .....	55

Rendezetlen vetületelhelyezés .....	57
Törésvonal alkalmazása .....	58
Nem teljes nézet (kiemelt vonal, lyukkör) .....	58
Részlet rajzolása .....	60
Legegyszerűbb lehetőség feltételezése elve .....	61
3.2 A metszet fogalma és rajzadási szabályai .....	61
Szimmetrikus testek metszete .....	62
Metszősik jelölése, metszet azonosítása .....	64
Fél- és részmetset rajzolása .....	64
Félnézet - félmetszet .....	66
Összetett metszetek .....	66
Befordított metset .....	67
Speciális metsetek .....	69
Metszetrajzolás alkalmazási szabályai .....	69
Szelvény rajzolása .....	73
Beforgatott szelvény .....	73
Szelvényvonalkázás szabályai .....	74
Szelvény anyagtól függő jelölése .....	76
3.3 Vetületi ábrázolás speciális szabályai .....	76
Gyártás közbeni alak megadáása .....	76
Ismétlődő mintázat rajzolása .....	76
Csatlakozó alkatrészek rajza .....	76
Mozgó alkatrészek szélső helyzetének megadáása .....	77
Sikra figyelmeztető átló rajzolása .....	77
Metszősik előtti részlet megadáása .....	77
Rugó ábrázolása .....	78
Csövek, csőszerelvények jelképes megadáása .....	78
4. A méretmegadás szabályai .....	81
Méretvonalak elhelyezési szabályai .....	81
Méretszámok elhelyezési szabályai .....	85
Méretszámok előtt szereplő jelek .....	85
Szög és ív megadáása .....	87
Lejtés és kuposság megadáása .....	87
Egyszerűsített méretmegadások .....	88
Épületek szintjeinek jelzése .....	92
Félnézetek és részletek beméretezése .....	92
Helytelenül rajzolt méretszakasz megadáása .....	93
A mérethálózat felépítésének, a méretek megadásának szempontjai .....	93
Furatok egyszerűsített megadáása és jelölése .....	96
Felfekvő felületek egyszerűsített megadáása .....	97
Szövegmegadás rajzon .....	97



5. Gépelemek kötése és géprajzi ábrázolásuk .....	99
5.1 Oldható és oldhatatlan kötések.....	99
5.2 Csavarok .....	100
5.2.1 Csavarmenet származtatása .....	100
5.2.2 Csavarmenetek fajtái .....	102
5.2.3 Orsó és anyamenet mint gépelempár, a csavarok feladatai .....	104
5.2.4 Csavarmenetek gyártása .....	105
5.2.5 Csavarmenetek géprajzi megadása .....	108
5.2.6 Csavar mint kötő gépelem. Kötőcsavarok, anyagfajták, csavarbiztosítások, beépítési példák .....	112
5.3 Ékek, reteszek .....	130
5.4 Egyéb rögzítőelemek .....	137
5.5 Nem oldható kötések .....	138
5.5.1 Szegecselés .....	138
5.5.2 Hegesztés, hegesztési eljárások .....	140
5.5.3 Hegesztések géprajzi megadása .....	145
5.5.4 Hegesztések alkalmazása .....	150
5.5.5 Forrasztás .....	152
5.5.6 Ragasztás .....	152
6. Anyagi tulajdonságok megadása .....	153
6.1 Gépszerkezeti anyagok .....	153
6.2 Anyagvizsgálatok .....	153
6.2.1 Mechanikai vizsgálatok .....	154
6.2.2 Technológiai próbák .....	160
6.2.3 Hibakereső vizsgálatok .....	161
6.2.4 Korrózió és kémiai vizsgálatok .....	161
6.3 Vasfémek .....	161
6.3.1 Acélok hőkezelése .....	161
6.3.2 Acélok .....	164
6.3.3 Öntvények .....	171
6.4 Nem vasfém szerkezeti anyagok .....	173
6.5 Nem fémes szerkezeti anyagok .....	174
6.6 Felületvédő anyagok .....	177

7. Gyártmányok készítésénél előállított felületi érdességek és megengedett pontatlanságok megadása . . . . .	178
7.1 Gyártástechnológiák . . . . .	178
7.1.1 Öntés . . . . .	178
7.1.2 Képlékeny alakítások . . . . .	179
7.1.3 Forgácsoló megmunkálások . . . . .	182
7.1.4 Csőgyártás . . . . .	187
7.1.5 Porkohászat . . . . .	189
7.2 Felületi érdesség . . . . .	189
7.2.1 Felületi érdesség géprajzi megadása . . . . .	193
7.3 Gyártási pontatlanságok . . . . .	195
7.3.1 Méretszóródás; mérettűrések megadása . . . . .	195
7.3.2 Kiadódó méret fogalma . . . . .	198
7.4 Alakhűség; helyzetpontosság és megadásuk . . . . .	198
7.5 Alkatrészek illeszkedése . . . . .	199
7.5.1 Alkatrészek illesztési rendszere, illesztések, mérettűrések kiválasztása és megadása . . . . .	200
7.6 Alkatrészek csatlakozása . . . . .	204
Ajánlott irodalom . . . . .	206
Tartalomjegyzék . . . . .	207

### ***Kedves Jegyzetfelhasználó!***

A jó jegyzet nagyon hatékony segítség a tanulásban. A legjobb jegyzeteket pedig még aktív mérnökként is használni lehet. Egyetemi tanulmányai alatt valószínűleg különböző színvonalú jegyzetekkel találkozott eddig, és fog találkozni ezután. ***Kérjük, hogy ennek a kérdőívnek a kitöltésével segítse alábbi törekvéseinket:***

- ennek a jegyzetnek a következő kiadásában kevesebb sajtóhiba legyen és indokolt esetben készüljön el az átdolgozott kiadása,
- a jegyzeteket értékelni lehessen, amelynek eredményeként a legjobb jegyzetek szerzői nívódíjat kaphatnak.

Kérjük, hogy a kiküldött kérdőívet a Jegyzetbolt bejárata (V2 földszint) mellett elhelyezett gyűjtőládába dobja be.

Fáradozását köszöni az *Egyetemi Jegyzetbizottság*.

---

A jegyzet címe: **GÉPELEMEK GÉPTAN I.**

A jegyzet szerzője: **Mihályi János**

A jegyzet azonosítója: **60683**

Melyik tárgyhoz használta a jegyzetet:

Kar:

Félév:

Tárgy neve:

A jegyzet hány százalékát tudta használni (pl. 75%):

A jegyzet a tárgy anyagának hány százalékát fedte le (pl. 50%):

A jegyzet minősítése:

(0: használhatatlan, 1: nagyon rossz, 2: rossz, 3: tűrhető, 4: jó, 5: nagyon jó)

Javaslat átdolgozásra:

A megtalált sajtóhibák:

(A túloldalon folytatható)

