

## 1.4. A szabvány fogalma

Mint már említettük a szabványosítási tevékenység eredményei a különböző szintű szabványok. A szabvány nemzetközileg elfogadott meghatározásának összetevőit (ISO/IEC Guide 2, magyar megfelelője: MSZ EN 45020 : 1999) tartalmi és eljárásbeli követelményekre osztva, a következő könnyen áttekinthető szerkezetre jutunk:

| A szabvány                                                           |                            |                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ismétlődő<br>műszaki – gazdasági feladatok optimális<br>megoldásának | <b>mintája,</b><br>amelyet | közmegegyezéssel hoztak létre,<br>az arra illetékes szerv jóváhagyott<br>és (szabványként) közzétett. |

Az első tartalmi elem azt jelenti, hogy egyszeri feladat esetén nincs értelme szabvány kiadásának, hanem csak olyankor, ha a megoldás sok helyen, vagy ismételten alkalmazható.

A második tartalmi követelmény azt mutatja, hogy a szabvány fogalmát ne korlátozzák termékek körére.

A harmadik követelmény a szabványoknak azt a szerepét domborítja ki, hogy nem akármilyen megoldást rögzítenek, hanem egy optimumot adnak.

A meghatározás szerint a szabvány fogalmához tartozik az is, hogy azt közmegegyezéssel fogadták el és egy elismert szerv jóváhagyta. Ilyen szerv ma már minden iparilag fejlett országban működik. Ezeknek van joguk arra, hogy országos (nemzeti) szabványt bocsássanak ki.

## 1.5. Rajzfajták

A műszaki rajzok szakkifejezéseit és a rajzfajtaikat az MSZ ISO 10209-1 szabvány tartalmazza. A műszaki rajzok jellege és tartalma szakterületként változó. A gyakorlatban legtöbbször használt szakkifejezések és rajzfajták a következők:

A **diagram** olyan grafikus ábrázolás, amely két vagy több változó mennyiség közötti összefüggést fejezi ki, általában koordináta – rendszerben ábrázolva.

A **monogram** olyan diagram, amelyből számítás nélkül meghatározható egy vagy több mennyiség közelítő számértéke.

A **funkcionális vázlat** olyan rajz, amely grafikus jelekkel, jelképekkel mutatja be valamely rendszer

A **vázlat** általában szabadkézi, és nem feltétlen méretarányos rajz.

Az **alkatrészrajz** olyan, egyetlen alkatrészt ábrázoló rajz, amely tartalmazza az alkatrész azonosításához szükséges információkat.

A **munkadarabra** olyan egyetlen, tovább már nem bontható alkatrészt ábrázoló rajz, amely tartalmazza az alkatrész elkészítéséhez szükséges információkat.

A **rész-összeállítási rajz** csoportok vagy alkatrészek korlátozott számát alacsonyabb szerkezeti szinten ábrázoló összeállítási rajz.

A **gyártmány-összeállítási rajz** olyan összeállítási rajz, amely valamely termék összes szerkezeti egységét és alkatrészét ábrázolja.

## 2. Ábrázoló geometria

### 2.1. Síkgeometriai szerkesztések

#### 2.1.1. Körérintők, érintőkörök szerkesztése

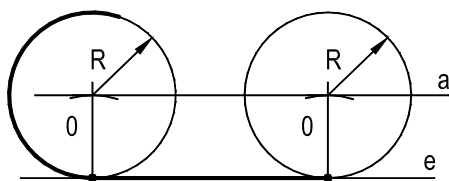
A gépészetben a munkadarabok általában lekerekítéssel készülnek, ezt főleg szilárdsági szempontok teszik szükségessé. A kialakítandó átmeneteket a rajzokon pontosan meg kell adni, ezek megszerkesztéséhez viszont ismerni kell a körérintők, érintőkörök szerkesztését. A leggyakrabban előforduló érintési esetek szerkesztését ábrákon foglaltuk össze.

Egy e egyenest érintő R sugarú körök a 2.1. ábrán láthatók.

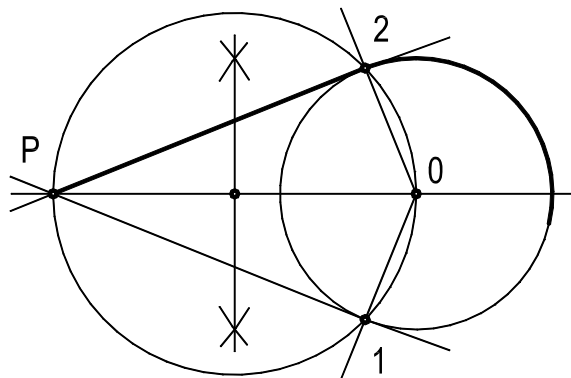
Körhöz külső P pontból húzott érintők szerkesztését a 2.2. ábra szemlélteti.

Két egymást metsző egyenes r sugarú lekerekítése a 2.3. ábrán látható.

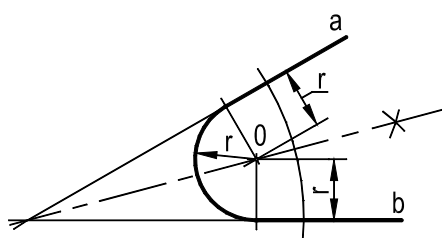
Két kör közös külső érintője a 2.4. ábra alapján szerkeszthető.



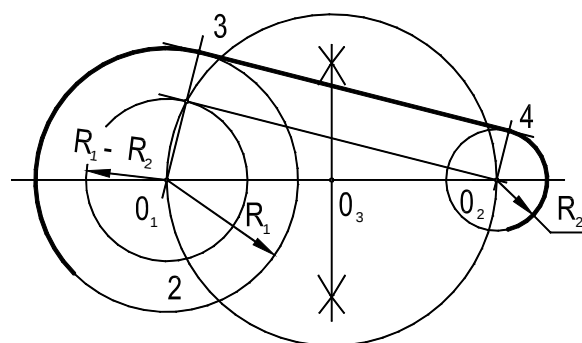
2.1. ábra



2.2. ábra



2.3. ábra



2.4. ábra

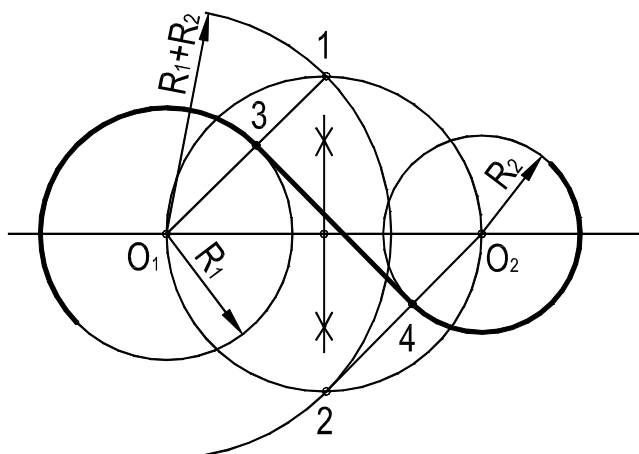
Két kör közös belső érintőjének szerkesztését a 2.5. ábra szemlélteti.

Kört kívül, vagy belülről érintő körök szerkesztése a 2.6. ábrán látható.

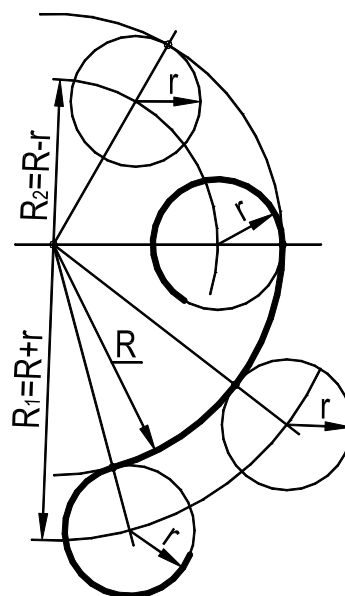
Két kört kívülről érintő kör szerkesztése a 2.7. ábrán látható

Két kört belülről érintő kör a 2.8. ábra alapján szerkeszthető.

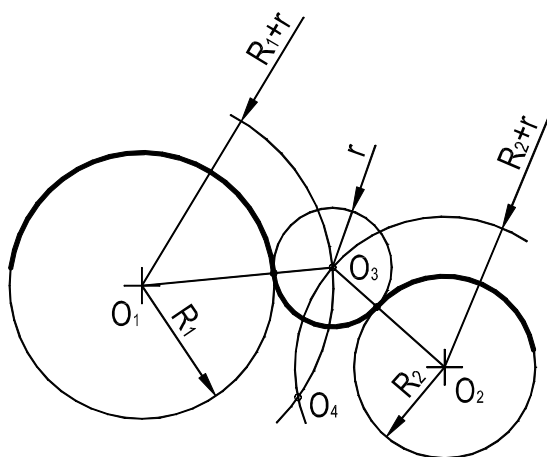
Két kört kívülről és belülről érintő kör szerkesztése a 2.9. ábrán látható.



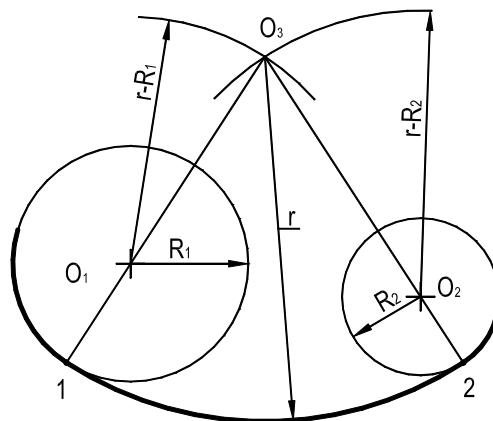
2.5. ábra



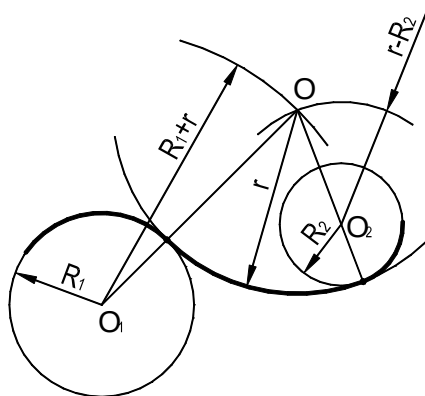
2.6. ábra



2.7. ábra



2.8. ábra



2.9. ábra

### 3. A műszaki rajzok alaki követelményei

A műszaki rajzok és egyéb műszaki dokumentációk formai követelményeit szabványok előírásai határozzák meg. Az alaki követelmények (rajzlapok méretei, műszaki rajzok vonalai, ...) betartása fontos a rajzok egységes és esztétikus megjelenítése szempontjából. A formai előírások a rajzon közölt információk azonos értelmezését is segítik.

#### 3.1. Rajzlapok kialakítása és méretei

A műszaki rajzokat szabványos méretű és kialakítású rajzlapokra kell készíteni. A rajzlapméretek megválasztásánál abból indulunk ki, hogy a kiinduló rajzlapméret  $1\text{m}^2$  legyen, (3.1. ábra) illetve, hogy a rajzlap olyan téglalap legyen, amelynek a hosszabb oldalát felezve a kisebb lap oldalai úgy aránylanak egymáshoz, mint az eredeti rajzlap megfelelő oldalai. A 3.1. ábra jelöléseit felhasználva tehát:

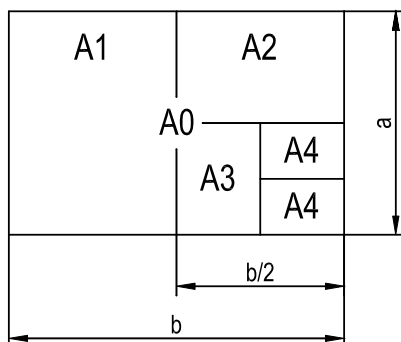
$$a \cdot b = 1\text{m}^2$$

$$a : b = \frac{b}{2} : a$$

Az így meghatározott rajzlap elnevezése A0, méretei pedig:

$$a=0,841\text{m}$$

$$b=1,189\text{m}$$



3.1. ábra

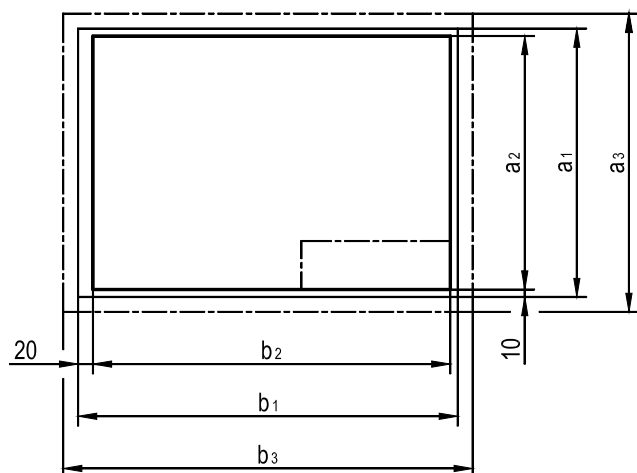
A sorozatos félbehajtással kapott többi rajzlap adja az előnyben részesített ISO-A sorozatot. Az ISO-A fősorozatából (lásd ISO 216) kiválasztott és előnyben részesített vágott és vágatlan lapok, valamint a rajzterületek méreteit az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat: Rajzlapok méretei

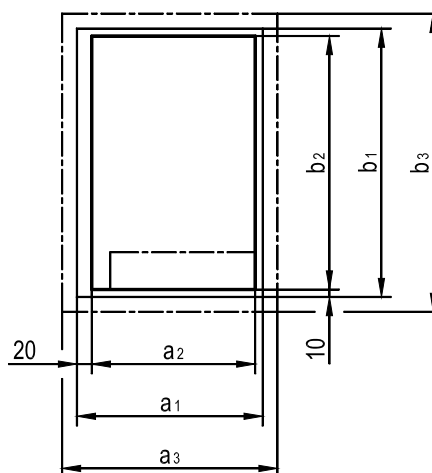
| Megnevezés | Ábra | Vágott(T)            |                      | Rajzterület            |                        | Vágatlan(U)          |                      |
|------------|------|----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|
|            |      | a <sub>1</sub><br>1) | b <sub>1</sub><br>1) | a <sub>2</sub><br>±0,5 | b <sub>2</sub><br>±0,5 | a <sub>3</sub><br>±2 | b <sub>3</sub><br>±2 |
| A0         | 1    | 841                  | 1189                 | 821                    | 1159                   | 880                  | 1230                 |
| A1         | 1    | 594                  | 841                  | 574                    | 811                    | 625                  | 880                  |
| A2         | 1    | 420                  | 594                  | 400                    | 564                    | 450                  | 625                  |
| A3         | 1    | 297                  | 420                  | 277                    | 390                    | 330                  | 450                  |
| A4         | 2    | 210                  | 297                  | 180                    | 277                    | 240                  | 330                  |

MEGJEGYZÉS: A0-nál nagyobb méretek esetén lásd az ISO 216-ot.  
1) A tűréseket lásd az ISO 216-ban

Az A0-A3 méretű rajzlapokat csak fekvő (3.2. ábra), az A4 méretűt pedig csak álló helyzetben szabad használni a 3.3. ábra szerint.



3.2. ábra



3.3. ábra

Más, ún. megnyújtott méretű rajzlapok használatát lehetőleg kerülni kell. Ha ez mégse lehetséges, akkor úgy lehet képezni, hogy valamely **A** méret (pl.:A3) rövid oldalának mérete tartozik valamely másik, nagyobb **A** méret (pl.:A1) hosszú oldalához. Az eredmény egy új méret, amelynek a rövid jele: A 3.1. Az alakrendszer felépítése a 3.4. ábra szerinti.

|     |     |     |      |      |      |
|-----|-----|-----|------|------|------|
| 841 | A0  |     |      |      |      |
| 594 | A1  |     |      | A1.0 |      |
| 420 | A2  |     |      | A2.1 | A2.0 |
| 297 | A4  | A3  | A3.2 | A3.1 | A3.0 |
| 0   | 210 | 420 | 594  | 841  | 1189 |

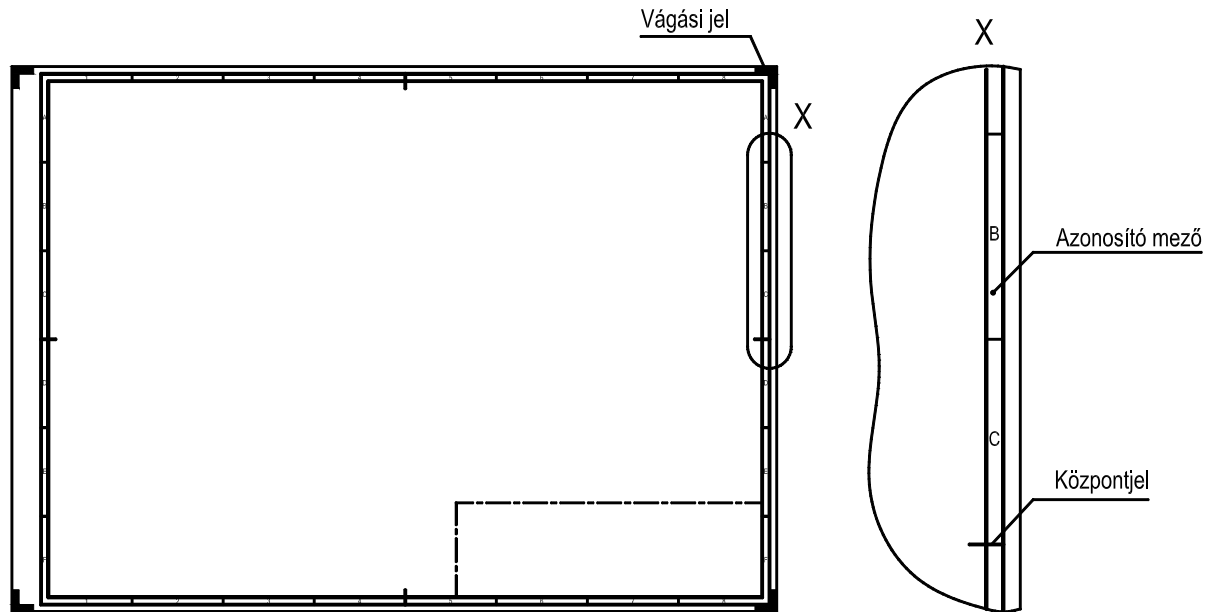
3.4. ábra

A méretek megválasztásánál általános szabály az, hogy az eredeti rajz a megértéshez és ábrázolásához szükséges legkisebb rajzlapra készüljön.

Minden méret esetén be kell tartani a rajzlap határoló élei (vágott lap széle) és a rajzterület kerete közötti széleket. A szél a keret bal oldalán 20mm, mindenütt máshol pedig 10mm legyen. (3.2. és 3.3. ábra).

A rajzterületet határoló keretet 0,7 mm vastag folytonos vonallal kell készíteni.

Rajzaikon, itt nem részletezett szabályok szerint, központjeleket, azonosító mezőt és vágási jeleket is célszerű elhelyezni. A központjelek a rajz beállítását könnyítik meg sokszorosítás vagy mikrofilmezés esetén; az azonosító mező rajzolásának az a célja, hogy a részletek, a kiegészítések, a változtatások, stb. könnyen megtalálhatók legyenek; a vágási jelek pedig a lapok automatikus vagy kézi vágásának megkönnyítésére szolgálnak (3.5. ábra).



3.5. ábra

### 3.2. Feliratmező, darabjegyzék

A műszaki rajzokat és a hozzájuk kapcsolódó műszaki dokumentumokat minden rajzlapméret esetén az azonosítás, az adminisztráció és az értelmezés céljából **feliratmező**vel látjuk el. A feliratmezőt a rajzterületen belül, annak jobb alsó sarkában helyezük el, határoló vonalát vastag folytonos vonallal rajzoljuk.

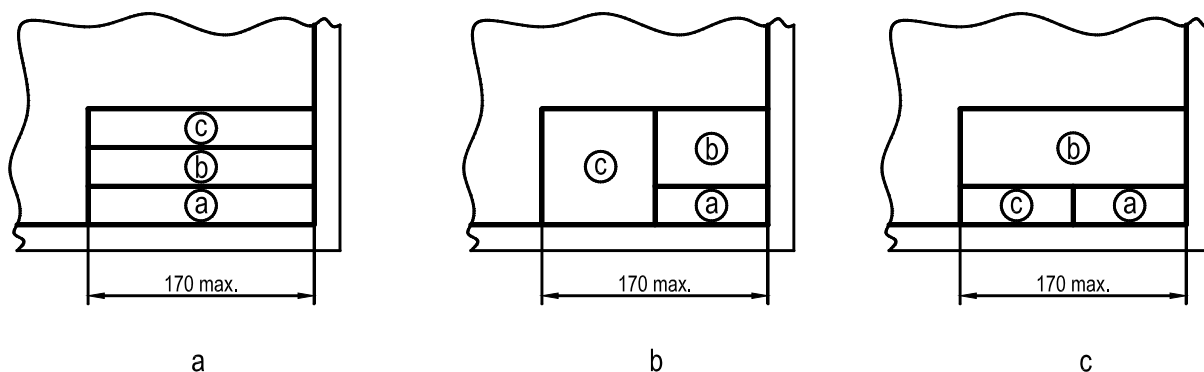
A feliratmező általában egy vagy több, egymáshoz csatlakozó téglalap alakú mezőt tartalmaz. Ezek további mezőkre oszthatók a szükséges információk elhelyezésére. A szükséges információkat az egymáshoz csatlakozó mezőkben kell csoportosítani a következők szerint (MSZ ISO 7200) :

- azonosító mező,
- kiegészítő információk megadására szolgáló mezők.

Az azonosító mezőben a következőket kell megadni:

- a) nyilvántartási vagy azonosítási szám (rajzszám),
- b) a rajz címe (megnevezés),
- c) a rajz törvényes tulajdonosának neve.

Az azonosító mezőt az olvasási irányból nézve a feliratmező jobb alsó sarkában kell elhelyezni. Ezt a mezőt a rajzterületet keretező vonallal azonos vonalvastagságú folytonos vonallal kell bekeretezni (MSZ EN ISO 5457). Elhelyezési példákat a 3.6. ábrán láthatunk.



3.6.a, b, c ábra

A kiegészítő információkat az adott mezőn belül a következők szerint különböztetjük meg:

1. jelek (vetítési módra utaló jelkép, fő méretarány, ...),
2. műszaki információk (a felületkikészítés módja, az alak- és helyzettűrések jelölése, ...),
3. adminisztrációs információk (rajzlap mérete, módosítási jel, ...).

A kiegészítő információkat az azonosító mező felett és/vagy attól balra kell elhelyezni.

A feliratmező maximális szélessége 170mm lehet, olvasási iránya pedig meg kell egyezzen a rajz olvasási irányával.

Az eredeti rajzokat nem hajtogatják. A másolatokat úgy hajtogatják össze (nem részletezett szabályok szerint) harmonikaszerűen A4 nagyságúra, hogy a feliratmező a legfelső oldal alsó részére kerüljön.

A **darabjegyzék** a műszaki rajzon ábrázolt szerkezeti egységek, részegységek és alkatrészek – mint alkotórészek – teljes jegyzéke, amely megadja a szükséges információt azok gyártásához vagy beszerzéséhez (MSZ ISO 7573).

A darabjegyzék általános esetben a műszaki rajz része, de külön lap is lehet. Ha a műszaki rajz tartalmazza, akkor a rajz olvasási irányában helyezkedjen el és a feliratmezőhöz csatlakozzon. Határoló vonalát folytonos vastag vonallal kell megrajzolni. Külalakját tekintve oszlopos kialakítású. Az információkat a következő csoportosításban kell megadni, a sorrend tetszés szerinti lehet:

- tételszám (a darab tételszáma),
- megnevezés (a darab elnevezése),
- mennyiség (a megnevezés oszlopban szereplő alkatrész darabszáma),
- hivatkozás (a rajzdokumentációban meg nem határozott alkotó részek azonosítása, pl.: szabványszám),
- anyag (a felhasznált anyagfajta és minőség).

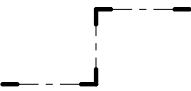
A darabjegyzéket ki lehet egészíteni egyéb információval is, amely a késztermék szempontjából szükséges: méret, raktári szám, tömeg, szállítási állapot, megjegyzés.

Az adatok sorrendje lentől felfelé haladjon, az oszlopok fejléce pedig közvetlenül alattuk legyen. Különálló darabjegyzék esetén az adatok sorrendje felülről lefelé haladjon, a fejléc pedig felül legyen.

### 3.4. A műszaki rajzok vonalai

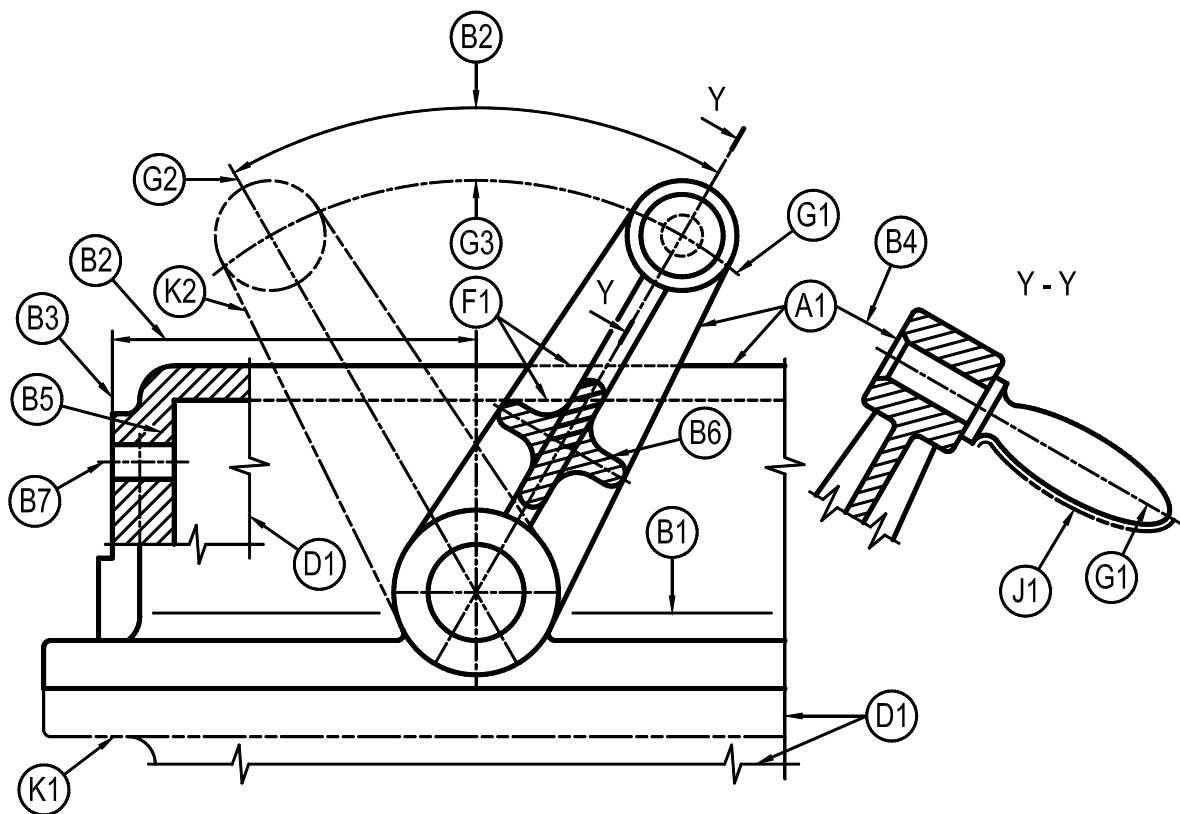
A műszaki rajzokon csak a 2. táblázatban megadott típusú és vastagságú vonalak alkalmazhatók (MSZ ISO 128). Ha különleges esetekben ezektől eltérő típusú és vastagságú vonalra van szükség (villamos vagy csővezetékek ábráin), akkor az alkalmazott eljárást vagy a szabványt a rajzon fel kell tüntetni.

2. táblázat

| Vonalfajta                                                                                        | Megnevezés                                                       | Általános alkalmazás<br>(3.9. ábra)                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A                | Folytonos, vastag                                                | A1 Látható körvonalak (kontúrvonalak)<br>A2 Látható élek                                                                                                                                                                              |
| B                | Folytonos, vékony (egyeses vagy görbe)                           | B1 Elméleti áthatási vonal (tagolóvonal)<br>B2 Méretvonalak<br>B3 Méretsegédvonalak (szerkesztési vonalak)<br>B4 Mutatóvonalak<br>B5 Vonalkázás (sraffozás)<br>B6 Befordított metszet körvonala<br>B7 Rövid középvonalak              |
| C                | Folytonos, szabadkézi törésvonal, vékony <sup>2)</sup>           | C1 Részletek, megszakított nézetek és metszetek határolóvonala, ha a határoló nem vékony pontvonal                                                                                                                                    |
| D <sup>1)</sup>  | Folytonos, egyenes törésvonal, vékony                            | D1 ua. mint C1 (pl. 4.53. b ábra)                                                                                                                                                                                                     |
| E              | Szaggatott, vastag <sup>2)</sup>                                 | E1 Nem látható körvonalak<br>E2 Nem látható élek                                                                                                                                                                                      |
| F              | Szaggatott, vékony                                               | F1 Nem látható körvonalak<br>F2 Nem látható élek                                                                                                                                                                                      |
| G              | Pontvonal, vékony                                                | G1 Középvonalak<br>G2 Szimmetriatengelyek<br>G3 Adott pont által leírt görbe, például osztókör (trajektoriák)                                                                                                                         |
| H              | Pontvonal, vékony, a végződéseknél és az irányváltásoknál vastag | H1 Metszősíkok nyomvonala                                                                                                                                                                                                             |
| J              | Pontvonal, vastag                                                | J1 Speciális megmunkálású felületek vagy élek jelölése (például hőkezelés vagy felületkikészítés)                                                                                                                                     |
| K              | Kétpontvonal, vékony                                             | K1 Csatlakozó alkatrészek körvonala<br>K2 Mozgó alkatrészek szélső vagy váltakozó helyzetei<br>K3 Súlyvonalak<br>K4 Kiindulási, alakítás előtti körvonal (pl. 4.63. ábra)<br>K5 A metszősík előtti részek körvonalai (pl. 4.61. ábra) |

1) Gépi rajzoláshoz alkalmas vonaltípus  
2) A két változatból egy rajzon belül csak egyféle vonaltípust ajánlatos használni

A különböző típusú vonalak jellemző alkalmazási eseteit a 3.9. ábra szemlélteti.



3.9. ábra

### 3.4.1. Rajzolási szabályok

Rajzainkon kétféle vonalvastagságot kell alkalmazni úgy, hogy a vastag és vékony vonal aránya 2:1-nél kisebb ne legyen.

A vonalvastagságokat a rajz mérete és fajtája szerint kell kiválasztani, a következő sorozatból:

0,18; 0,25; 0,35; 0,5; 0,7; 1,0; 1,4; 2,0 mm.

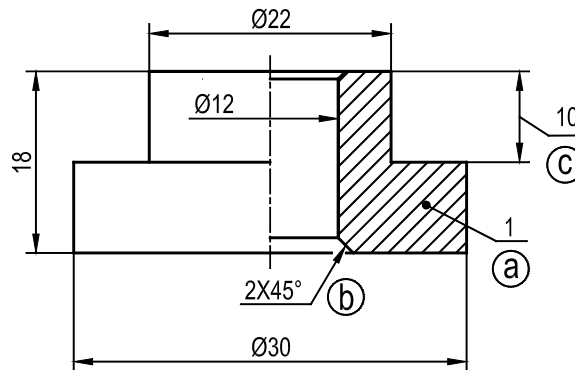
Ügyeljünk rá, hogy a párhuzamos vonalak közötti legkisebb távolság ne legyen kisebb, mint az ábra vastag vonalának a kétszerese. A 0,7 mm-nél kisebb távolság azonban nem javasolt.

Ha két vagy több vonal egybeesik, akkor a következők szerint kell az elsőbbséget megállapítani (3.10. ábra):

- 1) látható körvonalak és élek (folytonos vastag vonal, **A** típusú);
- 2) nem látható körvonalak és élek (szaggatott vonal, **E** vagy **F** típusú);
- 3) metszősíkok (pontvonal, a végeknél és a metszősík irányváltásainál vastag, **H** típusú);
- 4) középvonalak és szimmetriatengelyek (pontvonal, vékony, **G** típusú);
- 5) súlyvonalak, gyökvonalak (kétpont-vonal, **K** típusú);
- 6) méretsegédvonalak, mutató- (vetítő-) vonalak (folytonos vékony vonal, **B** típusú).

Műszaki rajzainkon valamely jellemzőhöz (méret, tárgy, körvonal, ...) mutatóvonal csatlakoztatható. A mutatóvonal csatlakozásait a 3.14. ábra szerint kell megadni:

- ponttal, ha a tárgy körvonalán belül végződik;
- nyílhegygel, ha a tárgy körvonalára mutat;
- pont vagy nyílhegy nélkül, ha méretvonalon végződik.



3.14. ábra

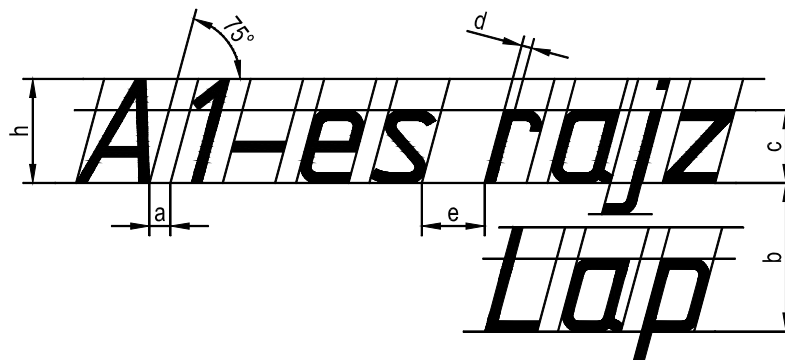
### 3.5. A műszaki rajzok feliratai

A műszaki rajzok és műszaki dokumentációk feliratainak követelményeit is szabványok (MSZ EN ISO 3098 sorozat) adják meg. Ezek alapvetően a betűsablonnal készített feliratokra vonatkoznak, de érvényesek a szabadkézzel készített feliratokra is.

A feliratoknak ki kell elégíteni a következő igényeket:

- olvashatóság,
- egységesség,
- alkalmasság mikrofilmezésre és egyéb reprodukálásra.

A feliratok betűket, számokat és írásjeleket (továbbiakban: jelek) egyaránt tartalmaznak. A szabvány **alpméret**nek a nagybetűk **h** magasságát (3.15. ábra és 3. táblázat) tekinti. Ezt az alpméretet **írásnagyság**nak is nevezzük.



3.15. ábra

3.táblázat: A B típusú írás arányai és méretválasztéka

| Megnevezés                                               | Jel | Arány    | Méret |      |     |     |    |     |    |
|----------------------------------------------------------|-----|----------|-------|------|-----|-----|----|-----|----|
| Írásnagyság (írásmagasság)<br>Nagybetűk magassága        | h   | (10/10)h | 2,5   | 3,5  | 5   | 7   | 10 | 14  | 20 |
| Kisbetűk magassága túlnyúlás<br>és kinyúlás nélkül       | c   | (7/10)h  | -     | 2,5  | 3,5 | 5   | 7  | 10  | 14 |
| A jelek közötti távolság. Betűköz                        | a   | (2/10)h  | 0,5   | 0,7  | 1   | 1,4 | 2  | 2,8 | 4  |
| Az alapvonalak legkisebb<br>távolsága. Legkisebb sorköz. | b   | (14/10)h | 3,5   | 5    | 7   | 10  | 14 | 20  | 28 |
| A szavak közötti legkisebb<br>távolság. Szóköz           | e   | (6/10)h  | 1,5   | 2,1  | 3   | 4,2 | 6  | 8,4 | 12 |
| Vonalvastagságok                                         | d   | (1/10)h  | 0,25  | 0,35 | 0,5 | 0,7 | 1  | 1,4 | 2  |

Megjegyzés: A jelek közötti távolság (betűköz) a felére csökkenthető a jobb folthatás érdekében (pl.: az LA vagy az LV esetében, amikor a távolság a d vonalvastagsággal egyenlő).

A szabvány megengedi a függőleges (álló) és a 15°-kal jobbra dőlt jelek használatát is. Ezen túlmenően mindkét változatban „A” és „B” típusú írást is rögzít. A gépészeti rajzokon hagyományosan a „B” típusú jelek használatosak, amelyek pontos alakját és arányait a 3.16. és a 3.17. ábra tartalmazza.

**A B C D E F G H I J K L M N O P**

**Q R S T U V W X Y Z**

**a b c d e f g h i j k l m n o p q**

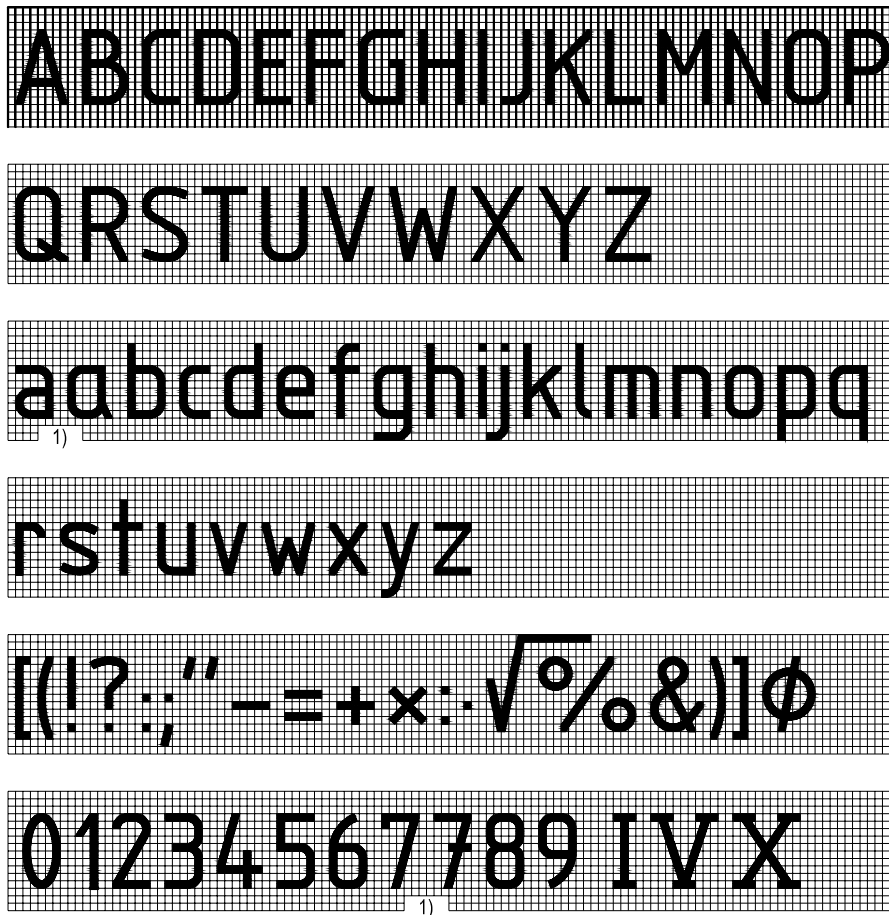
**r s t u v w x y z**

**[ (! ? , ; ' " - = + x : √ ° % & ) ] ∅**

**0 1 2 3 4 5 6 7 7 8 9 I V X**

1) Hazai gyakorlatban a kis "a" betű második, a 7-es számnak pedig az első változatát ajánljatos alkalmazni.

3.16. ábra



1) Hazai gyakorlatban a kis "a" betű második, a 7-es számnak pedig az első változatát ajánljatos alkalmazni.

3.17. ábra

Egy termékről készített összes rajzon az írás típusa („A” vagy „B”) és helyzete (álló vagy 15°-kal jobbra dőlt) azonos legyen.

### 3.6. A műszaki rajzok méretaránya

A műszaki gyakorlatban nem tudjuk az alkatrészeket mindig természetes nagyságukban ábrázolni. Ilyenkor célszerűen megválasztott méretarányban dolgozunk, nagyítunk vagy kicsinyítünk.

**Méretarány**nak a rajzon mérhető teljes (törés nélküli) hossz méret és a valóságos tárgy ugyanezen hossz méretének arányát nevezzük.

**Valóságos nagyság**ban dolgozunk, ha méreteink 1:1 méretarányúak.

**Kicsinyítünk**, ha a méretarány 1:1-nél kisebb, tehát az ábrázolt tárgy rajza kisebb, mint a valóságos méret.

**Nagyítunk**, ha a méretarány 1:1-nél nagyobb, tehát az ábrázolt tárgy rajza nagyobb, mint a valóságos méret.

A műszaki rajzok javasolt méretarányait a következő táblázat tartalmazza:

4. táblázat: Javasolt méretarányok

| Elnevezés         | Javasolt méretarányok          |                                |                                    |
|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| Nagyítás          | 50:1<br>5:1                    | 20:1<br>2:1                    | 10:1                               |
| Valóságos nagyság | 1:1                            |                                |                                    |
| Kicsinyítés       | 1:2<br>1:20<br>1:200<br>1:2000 | 1:5<br>1:50<br>1:500<br>1:5000 | 1:10<br>1:100<br>1:1000<br>1:10000 |

A rajzon alkalmazott méretarányt a feliratmezőben kell megadni. A „Méretarány” szó elhagyható, ha az nem okoz félreértést.

A méretmegadáshoz túl kis részleteket a fő szerkezeti egység ábrázolása mellett kell bemutatni külön résznézetben (vagy metszetben) és nagyobb méretarányban.

### 3.7. Műszaki rajzok módosítása

**Rajzmódosítás**on minden olyan, az eredeti rajzon átvezetett változtatást, javítást, törlést vagy kiegészítést értünk, amely nem jár a rajz azonosító adatainak (rajzsám, megnevezés) változtatásával (MSZ 23003).

Rajzot módosítani csak akkor szabad, ha a módosítás nem befolyásolja a korábbi rajz szerinti termék (alkatrész, szerelvény, egység) csereszabotosságát.

Az eredeti rajzot lehetőleg úgy kell módosítani, hogy a módosítás előtti állapot is látható maradjon. Ha a rajz módosítása szükségessé teszi más rajzok változtatását is, akkor egyidejűleg a kapcsolódó rajzokat is módosítani kell.

Kétféle rajzmódosítást különböztetünk meg:

- közvetlen módosítás (az érvénytelen adatok vagy ábrarészletek áthúzása);
- közvetett módosítás (a rajz érvénytelen részeinek teljes törlése).

## 4. Tárgyak műszaki ábrázolása

A műszaki rajzok a műszaki kommunikáció eszközei. A műszaki dokumentáció céljának, felhasználásának megfelelően (munkadarabrajz, használati útmutató ábrái, prospektusok, ...) a műszaki rajz más-más ábrázolási módszer alkalmazásával készülhet.

Maga az **ábrázolás** a szabvány (MSZ ISO 10209-2) meghatározása szerint, a műszaki rajz bármely típusára vonatkozó információ rajzon való megadása.

A műszaki ábrázolásban egy megfelelő vetítési módszer megválasztásával a háromdimenziós tárgyról kétdimenziós képet nyerünk.

Nem mindig elegendő azonban egyetlen kép, műszaki rajzainkon a tárgyat általában több nézetből ábrázoljuk. Ezeknek a gondosan megválasztott nézeteknek a segítségével a tárgy teljesen és azonosíthatóan leírható.

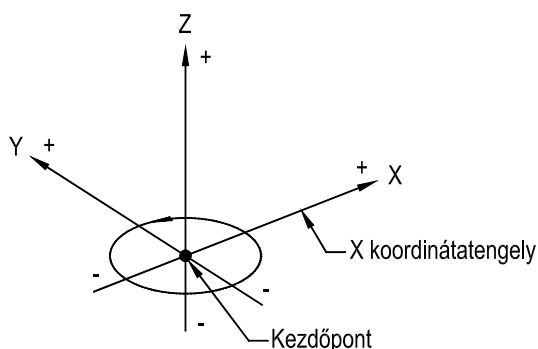
Az ilyen kétdimenziós ábrázolások kivitelezése azonban megköveteli a vetítési módszerek megértését és értelmezését úgy, hogy a szemlélő képes legyen a háromdimenziós tárgy egyes nézeteinek összerendezésére.

A műszaki kommunikáció kiszélesedése miatt a szemlélő számára könnyebben érthető ábrázolási mód alkalmazása is szükséges. Az ilyen módon, képies ábrázolással készült ábra, a tárgy háromdimenziós képének benyomását kelti úgy, ahogy az a szemlélőnek megjelenne. A képies ábrázolás olvasásához nem szükséges különleges műszaki gyakorlat.

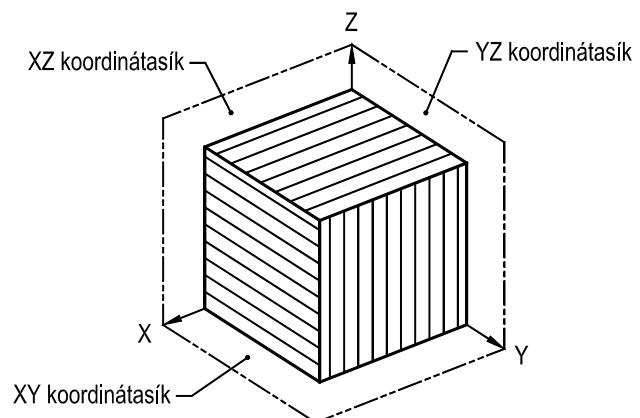
Mindegyik ábrázolási módra igaz, hogy az ábrázolandó tárgy térben való geometriai tájolása koordinátatengelyekkel és koordinátasíkokkal, valamint ezeknek a „jobbkezzszabálynak” megfelelő elrendezésével van megadva.

A **koordinátatengelyek** olyan képzeletbeli vonalak a térben, amelyek egymást derékszögben metszik. Három koordinátatengely van: X, Y és Z (4.1. ábra).

A három képzeletbeli tengely határozza meg a **koordinátasíkokat**, amelyek egymást derékszögben metszik. A három koordinátasík mindegyike két koordinátatengelyt, valamint a koordináták kezdőpontját tartalmazza. A koordinátasíkokat XY, YZ és XZ nagybetűkkel kell jelölni (4.2. ábra).



4.1. ábra



4.2. ábra

A vetítési módszereket a következők határozzák meg:

- a vetítővonalak fajtája (a vonalak párhuzamosak vagy konvergálóak lehetnek);
- a képsík helyzete a vetítővonalakhoz viszonyítva (merőleges vagy ferde);

- a tárgy helyzete (amely a képsíkhöz képest lehet párhuzamos, merőleges vagy ferde).

A különböző lehetőségek áttekintését és az egymással való kapcsolatukat az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat: Vetítési módszerek

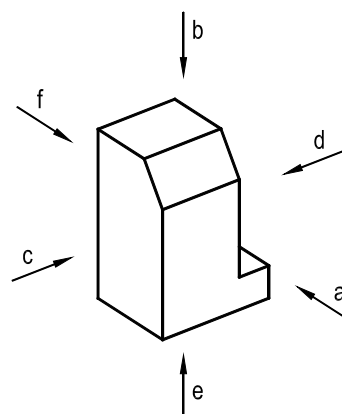
| Vetítési középpont                       | A képsík helyzete a vetítővonalak-hoz képest | A tárgy fő jellemzői, a képsíkra vonatkoztatva | A képsíkok száma | A nézet fajtája | Vetítésfajta       |
|------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------|-----------------|--------------------|
| A végtelenben (párhuzamos vetítővonalak) | merőleges                                    | párhuzamos/merőleges                           | egy vagy több    | két dimenziós   | merőleges          |
|                                          |                                              | ferde                                          | egy              | három-dimenziós | axonometri-<br>kus |
|                                          | ferde                                        | párhuzamos/merőleges                           | egy              | három-dimenziós |                    |
|                                          |                                              | ferde                                          | egy              | három-dimenziós |                    |
| A végesben (összetartó vetítővonalak)    | ferde                                        | ferde                                          | egy              | három-dimenziós | középpontos        |

## 4.1. Merőleges vetítés

A merőleges vetítési módszer különböző fajtái a műszaki rajzok valamennyi területén a tárgyak ábrázolásának leggyakrabban alkalmazott módszerei, ezért a technika nyelvének tekinthetők.

A merőleges vetítés olyan vetítési módszer, amelyben a képsíkra merőleges és így egymással párhuzamos vetítővonalakkal történik a tárgy leképezése.

A tárgy ábrázolása síkbeli, kétdimenziós nézetekkel történik, amelyek egymáshoz viszonyított rendszer szerinti. A tárgy ábrázolásakor a fontossági sorrendnek megfelelően a következő hat nézet lehet szükséges (4.3. ábra és 2. táblázat).



4.3. ábra

2. táblázat: A nézetek jelölése

| Nézési irány  |          | A nézet jelölése |
|---------------|----------|------------------|
| Nézetirányban | Nézet    |                  |
| a             | előlről  | A                |
| b             | felülről | B                |
| c             | balról   | C                |
| d             | jobbról  | D                |
| e             | alulról  | E                |
| f             | hátulról | F                |

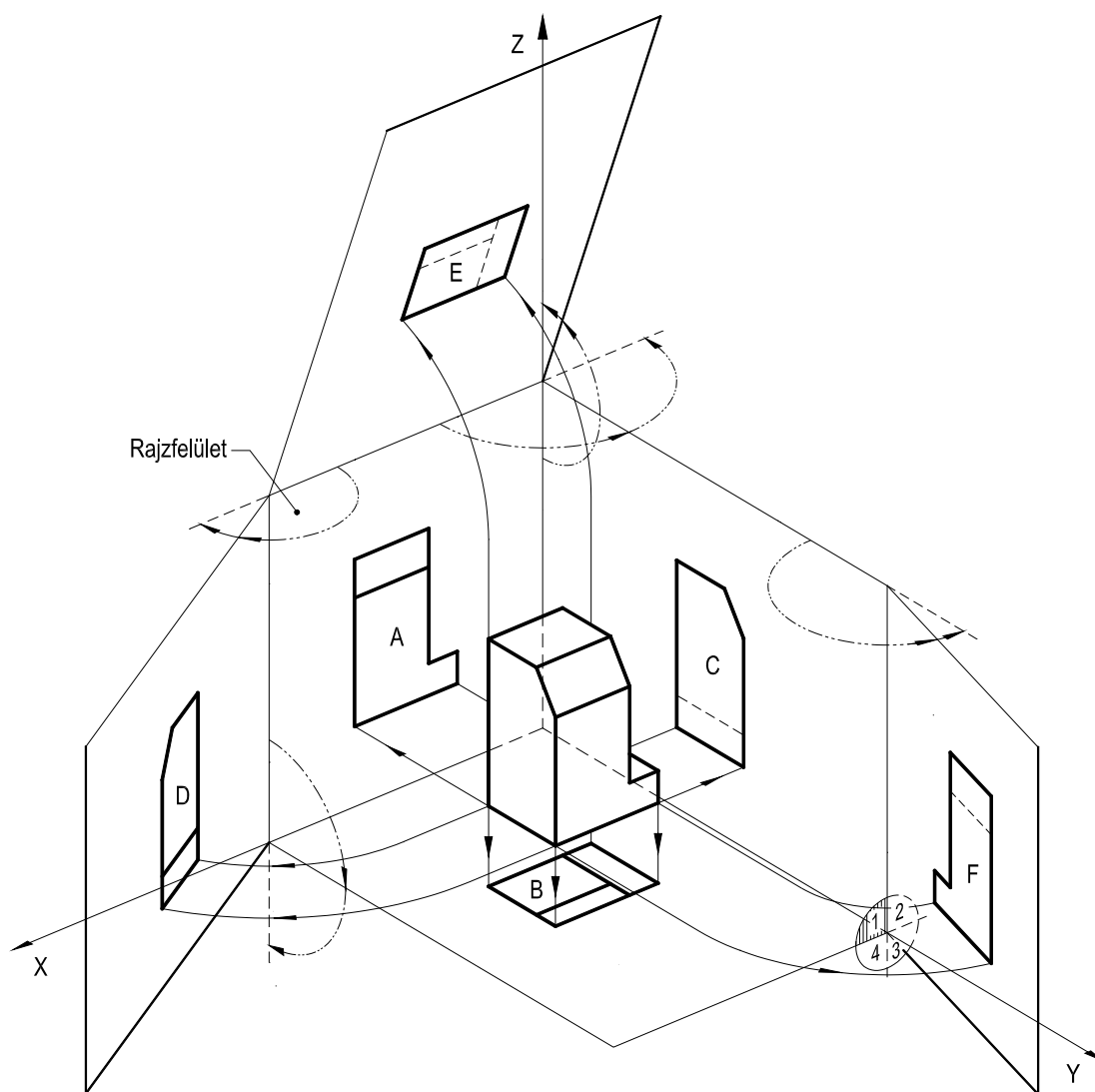
Az ábrázolandó tárgynak az a nézete, amely a tárgy leglényegesebb jellemzőit mutatja, a legtöbb információt tartalmazza, a főnézet, amely rendszerint az előlnézet. A nézési irány figyelembevételével ez az „A” nézet, amely a tárgyat működési, gyártási vagy szerelési helyzetében ábrázolja. A többi nézet relatív helyzete a főnézethez viszonyítva a rajzon a választott vetítési módszertől függ (első térszögbeli vetítési mód, harmadik térszögbeli vetítési mód, nézési irányt mutató nyíl módszere).

A gyakorlatban általában nincs szükség mind a hat nézetre. Alapelveként fogadjuk el, hogy csak és kizárólag annyi nézetet rajzolunk, amennyi szükséges és elegendő a tárgy teljes, félreértést kizáró ábrázolásához.

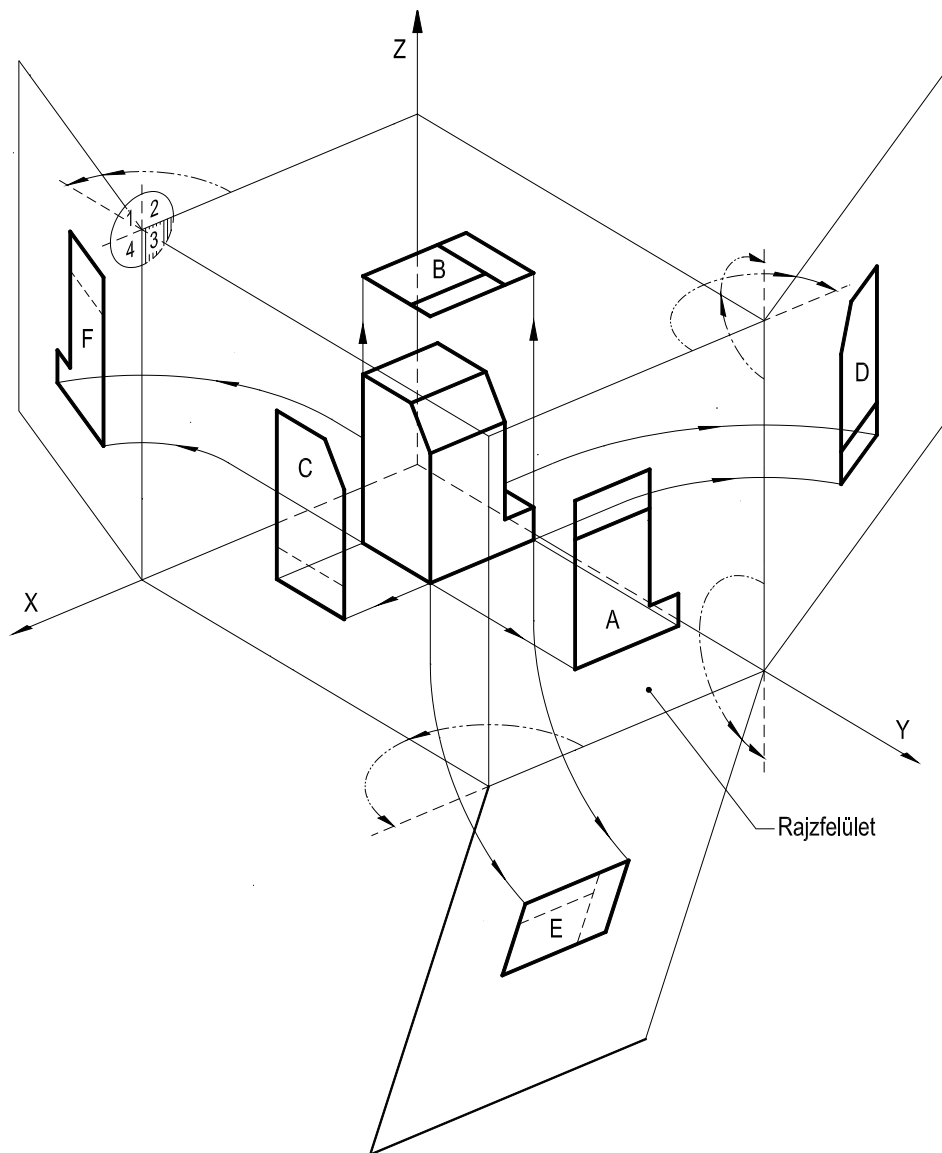
#### 4.1.1. Első térszögbeli vetítési mód

Az első térszögbeli (európai) vetítési mód, olyan merőleges ábrázolás, amelyben az ábrázolandó tárgy elméletileg a szemlélő és a megfelelő koordinátasíkok között helyezkedik el. A tárgy nézeti ábrái a koordinátasíkokon merőleges vetítéssel képződnek (4.4. ábra).

(Ezek a képsíkok a térben egy képzeletbeli hasáb lapjainak tekinthetők.)



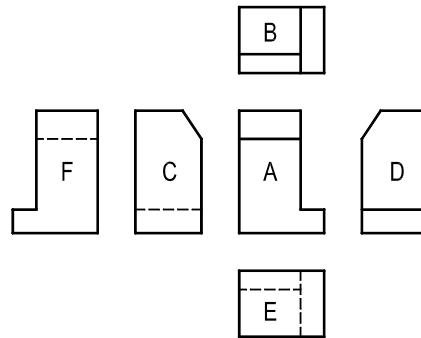
4.4. ábra



4.6. ábra

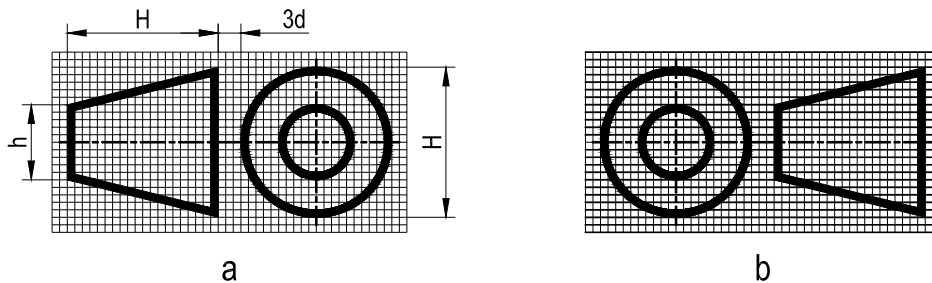
A különböző nézetek helyzetét a főnézethez viszonyítva, ennél az ábrázolási módnál is, képsíkjaiknak tengelyek körül való forgatása határozza meg. A rajzon, a „A” főnézethez (előlnézethez) viszonyítva a többi nézet a következők szerint helyezkedik el (4.7. ábra):

- B nézet: felülnézet, felül;
- C nézet: bal oldali nézet, balra;
- D nézet: jobb oldali nézet, jobbra;
- E nézet: alulnézet: alul;
- F nézet: hátulnézet, lehet jobbra vagy balra.



4.7. ábra

A szabvány (MSZ EN ISO 5456-2) előírásai szerint az adott rajzon alkalmazott vetítési mód megkülönböztető jelképét (4.8. ábra) a feliratmezőben az erre a célra fenntartott helyen meg kell adni. (Hazai gyakorlatban az európai vetítési mód jelképét általában elhagyjuk, de az amerikai vetítési módhoz tartozó jelképet megrajzoljuk.)



4.8. ábra

A rajzjelekhez alkalmazható méretsorozatok a 3. táblázat tartalmazza.

3. táblázat: A vetítési módok megkülönböztető jeleinek méretsora

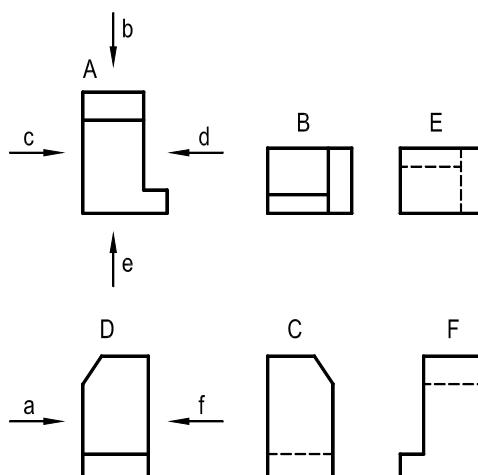
|                                                                                                        |      |     |     |    |     |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----|-----|----|-----|----|
| A számok és a nagybetűk (és/vagy kisbetűk) magassága és a kúp kisebb átmérőjű végének az átmérője, $h$ | 3,5  | 5   | 7   | 10 | 14  | 20 |
| A rajzjel vonalvastagsága, $d$                                                                         | 0,35 | 0,5 | 0,7 | 1  | 1,4 | 2  |
| A felirat vonalvastagsága, $d$                                                                         |      |     |     |    |     |    |
| A kúp hossza és nagyobb átmérőjű végének átmérője, $H$                                                 | 7    | 10  | 14  | 20 | 28  | 40 |

#### 4.1.3. A nézési irányt mutató nyíl módszere

Ha az első vagy a harmadik ténegyedbeli vetítési módszer szigorú betartása nem lehetséges vagy nem előnyös, akkor alkalmazható a nézési irányt mutató nyíl módszere, amely szerint a különböző nézeteket egymástól függetlenül lehet elrendezni.

Ebben az esetben a főnézet kivételével minden nézetet betűkkel kell azonosítani a 4.3. ábra szerint. A főnézeten kisbetű adja meg a többi nézet nézési irányát, a nézeteket pedig a megfelelő nagybetűkkel azonosítjuk úgy, hogy a betűk az ábra bal oldalán, a nézet fölött helyezkednek el. Az így azonosított nézeteket a főnézettől függetlenül lehet elhelyezni (4.9. ábra). Azokat a nagybetűket, amelyek a nézeteket azonosítják, a nézési iránytól függetlenül, minden esetben a rajz olvasási irányában kell elhelyezni.

A módszer megadásához külön rajzjelre nincs szükség.



4.9. ábra

## 4.2. Képies ábrázolás

A tárgyak műszaki vagy művészi kétdimenziós, szemléltető (térhatású) bemutatását képies ábrázolásnak nevezzük. A műszaki dokumentációk egyes fajtáiban (műszaki leírásokban, használati útmutatókban, prospektusokban) találkozunk ilyen ábrákkal.

A szabvány (MSZ ISO 10209-2) meghatározása szerint a képies ábrázolási módok a következők:

- axonometrikus ábrázolás,
- perspektivikus ábrázolás,
- átlátszó nézet,
- robbantott ábra.

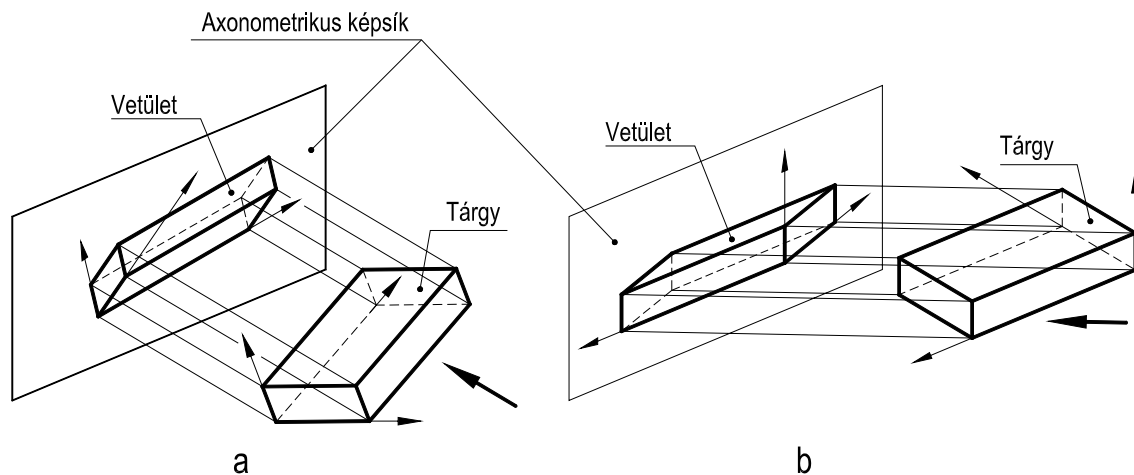
### 4.2.1. Axonometrikus ábrázolás

Az axonometrikus ábrázolás egyszerű képies ábrázolás. Az axonometrikus kép az ábrázolandó tárgynak egy, a végtelenben levő pontból (vetítési középpontból) egyetlen képsíkra (rendszerint rajzfelületre) való vetítése révén keletkezik (MSZ EN ISO 5456-3).

A párhuzamos vetítésnek ez a fajtája a nézetek megfelelő megközelítését adja, a mindenkori nézési pontra vonatkoztatva.

Az axonometrikus ábrázolás során keletkező kép függ a tárgy alakjától, valamint a vetítési középpont, a képsík és a tárgy relatív helyzetétől.

A tárgy elhelyezése a képsíkhöz képest lehet ferde, - ilyenkor merőleges vetítéssel hozható létre az axonometrikus kép (4.10.a) ábra). Így képezhetők az ún. egyméretű és kétméretű axonometriák.



4.10.a, b ábra

Elhelyezhetjük a tárgyat a képsíkkal párhuzamosan is, - ilyenkor a vetületét ferde vetítéssel hozzuk létre. Így képezhetők az ún. kavalier, kabinet és planometrikus axonometriák (4.10.b) ábra).

Az ábrázolandó tárgy helyzetét úgy válasszuk meg, hogy a főnézet és egyéb nézetek, amelyek a tárgynak a merőleges vetítésben való előnyben részesített ábrázolásai, világosan felismerhetők legyenek.

A koordinátatengelyek helyzetét megegyezés szerint kell megválasztani úgy, hogy közülük az egyik (a Z tengely) függőleges legyen.

A műszaki rajzokon ajánlott axonometriák:

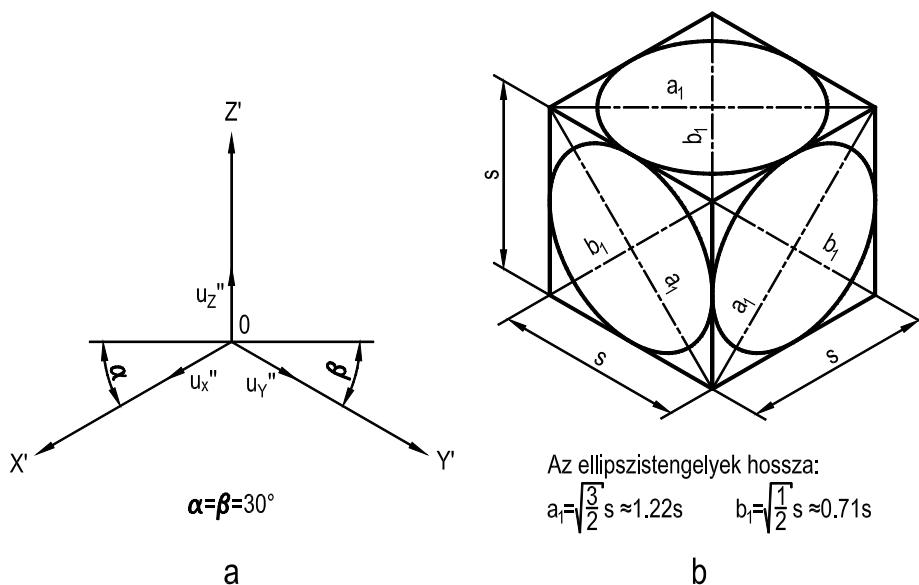
- izometrikus vetítés (4.2.1.1. szakasz),
- kétméretű vetítés (4.2.1.2. szakasz),
- ferde vetítés (4.2.1.3. szakasz).

#### 4.2.1.1. Izometrikus vetítés

Az izometrikus vetítés olyan derékszögű axonometria, amelyben a képsík három azonos szöget zár be az X, az Y és a Z koordinátatengelyekkel. (Ez megfelel annak az ábrázolásnak, amely egy kocka fő nézetének derékszögű vetítése révén keletkezik, amelyben minden látható oldal azonos szögben hajlik a képsíkhöz.)

A három, X, Y és Z koordinátatengelyen levő  $u_x$ ,  $u_y$  és  $u_z$  egységes hossz-szakaszokat merőlegesen a képsíkra vetítve három azonos  $u_x'$ ,  $u_y'$  és  $u_z'$  szakasz lesz a vetített X', Y' és Z' tengelyeken, amelyeknek a hossza,  $u_x' = u_y' = u_z' = (2/3)^{1/2} = 0,816$ .

A három, X, Y és Z koordinátatengely vetítését a képsíkra (rajzfelületre) a 4.11.a) ábra tartalmazza.



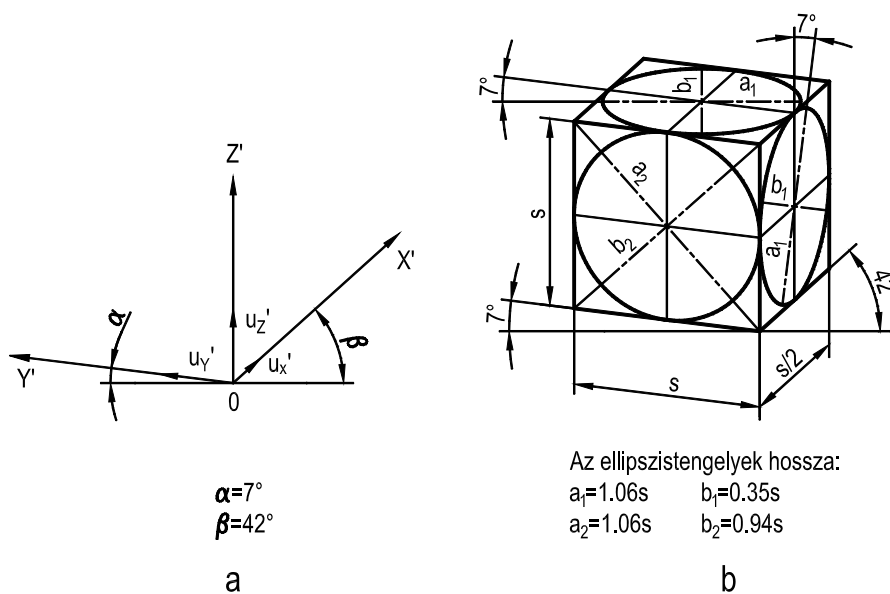
4.11.a, b ábra

A rajzgyakorlatban az  $X'$ ,  $Y'$  és  $Z'$  tengelyre vetített egységes hossz-szakaszok  $u_{X''}=u_{Y''}=u_{Z''}=1$ -ként értelmezhetők.

A körábrázolásokat tartalmazó kocka izometrikus vetítését a 4.11.b) ábra mutatja úgy, hogy a körök a látható oldalakon vannak.

#### 4.2.1.2. Kétméretű vetítés

A kétméretű vetítést akkor alkalmazzuk, ha az ábrázolandó tárgy egy nézete különösen fontos. A három koordinátatengely  $X$ ,  $Y$  és  $Z$  vetítése,  $X'$ ,  $Y'$  és  $Z'$  a 4.12.a) ábra szerinti. A három méretarány viszonya  $u_{X'}:u_{Y'}:u_{Z'}=1/2:1:1$ .



4.12.a, b ábra

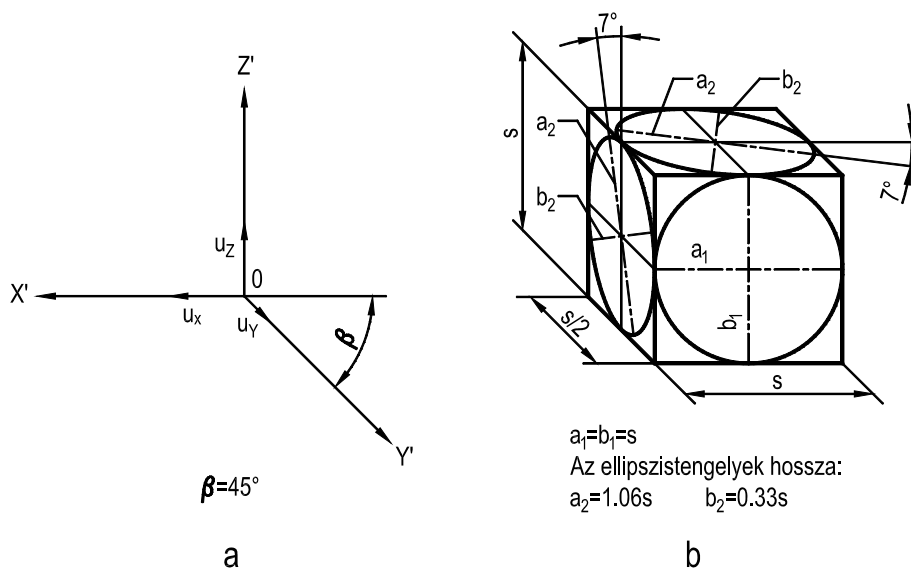
A körábrázolásokat tartalmazó kocka kétméretű vetítését ábrázolja a 4.12.b) ábra úgy, hogy a körök a látható oldalakra vannak rajzolva.

#### 4.2.1.3. Ferde axonometria

Ferde axonometriában a képsík párhuzamos az egyik koordinátasíkkal és az ábrázolandó tárgy főnézetével. Két vetített koordinátatengely egymásra merőleges. A harmadik koordinátatengely és annak méretaránya tetszőleges. A rajzolás megkönnyítése érdekében a ferde axonometria különböző fajtái alkalmazhatók.

##### 1. Kavalier vetítés

Ebben a ferde axonometriában a képsík rendszerint merőleges a fő vetítési tengelyre, a harmadik koordinátatengely pedig megállapodás szerint  $45^\circ$ -ban halad. A méretarány a koordinátatengelyeken:  $u_x:u_y:u_z=1:1/2:1$  (4.13.a) ábra).



4.13.a, b ábra

A körábrázolásokat tartalmazó kocka kavalier vetítését ábrázolja a 4.13.b) ábra úgy, hogy a körök a látható oldalakon vannak.

##### 2. Kabinetvetítés

A kabinetvetítés hasonló a Kavalier vetítéshez, a különbség az, hogy a harmadik vetítési tengelyen is ugyanaz a méretarány.

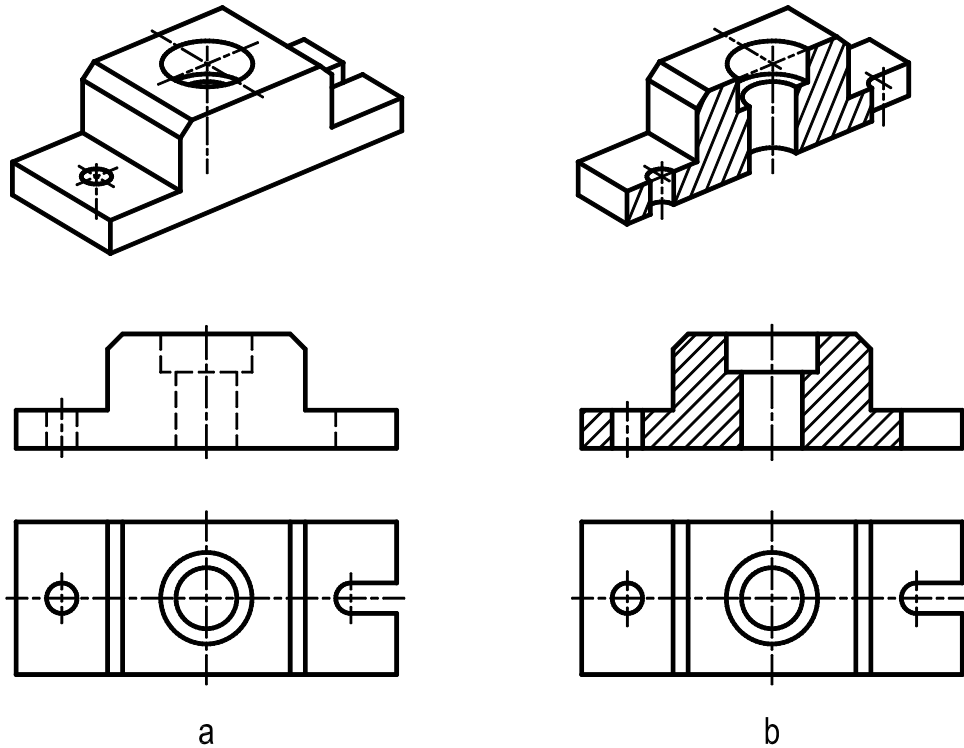
##### 3. Planometrikus vetítés

Ennél az ábrázolási módnál a képsík párhuzamos a vízszintes koordinátasíkkal. Két fajtáját használjuk:

- **normális planometrikus vetítés:** a méretarány a koordinátatengelyeken :  $u_x:u_y:u_z=1:1:1$ . A koordinátatengelyek lehetséges vetítéseit a 4.14. ábra tartalmazza. (A ferde szögű axonometriának ez a fajtája különösen a várostervezés rajzaihoz alkalmas).
- **rövidített planometrikus vetítés:** a méretarány a koordinátatengelyeken.  $u_x:u_y:u_z=1:1:2/3$ .

### 4.3. Ábrázolás metszetekkel

Ha egy üreges tárgy a vetületi ábrázolás eddig tanult szabályai szerint ábrázolt, akkor a tárgy belső részleteit (furatok, hornyok) szaggatott vékony vonallal rajzoljuk. A szaggatott vonalak megnehezítik a rajz értelmezését, ezért ilyen esetekben nem célszerű a nézeti vetület alkalmazása (4.18. ábra).



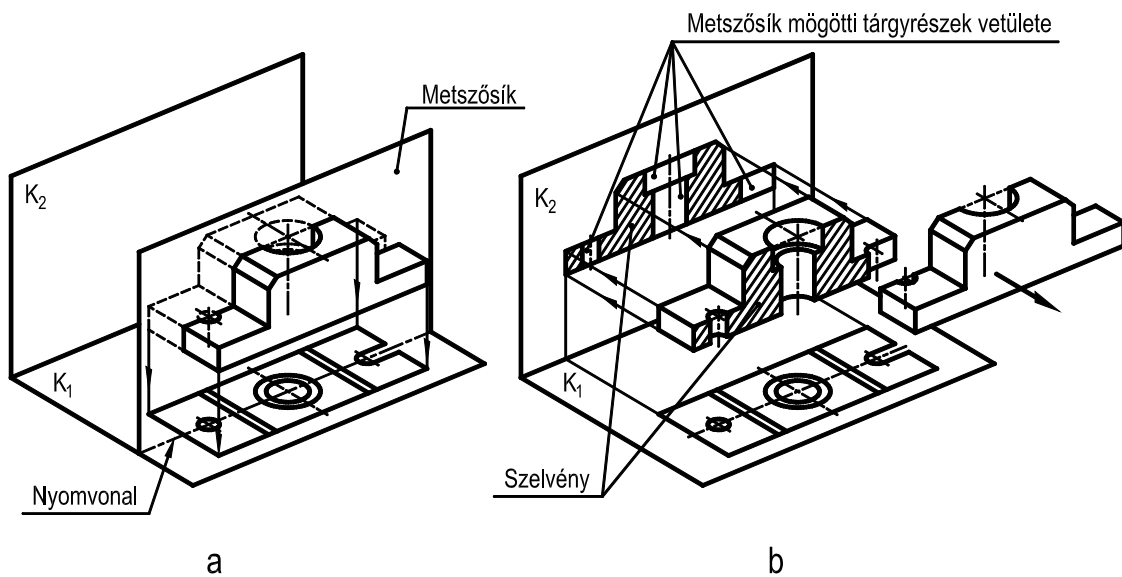
4.18. ábra

A belső üregek, furatok, stb. szemléletes bemutatására a metszeti ábrázolás szolgál (MSZ ISO 128).

#### 4.3.1. A metszeti ábrázolás elve

A metszeti ábrázolás lényege az, hogy az üreges tárgyat egy képzeletbeli metszősíkkal (síkokkal) elvágjuk, majd a metszősík(ok) és a képsík közé eső részt ábrázoljuk a vetületi ábrázolás szabályai szerint (4.18.b és 4.19. ábra).

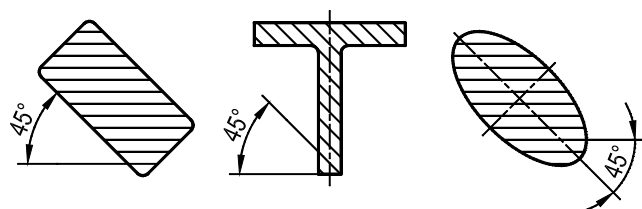
Ezzel a vetület fogalma kibővül, vagyis a vetületet nézeti és/vagy metszeti vetületként értelmezhetjük.



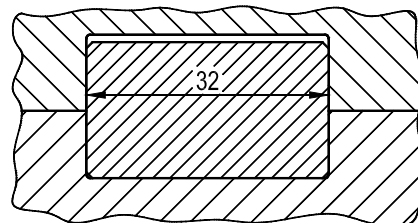
4.19. ábra

A metszeti képen a metszett felületet vonalkázással jelöljük. A legegyszerűbb vonalkázási mód a metszet körvonalához vagy szimmetriavonalaihoz viszonyított  $45^\circ$ -os szögben dőlt, folytonos vékony vonal (B típus) (4.20. ábra). Ugyanazon alkatrész metszett felületeit azonos módon kell jelölni. A csatlakozó alkatrészek vonalkázása különböző irányú, és ha több ilyen van, akkor különböző távolságú (sűrűségű) is kell legyen (4.21. ábra).

A vonalkázás (sraffozás) sűrűsége a metszett felület nagyságától függően 1-10 mm, a minimális távolság a kontúrvonal vastagságának kétszerese lehet.

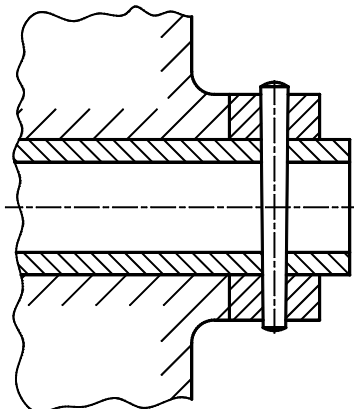


4.20. ábra

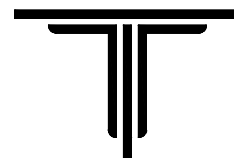


4.21. ábra

Nagy felületeket elegendő csak a metszet körvonala mentén vonalkázni (4.22. ábra).



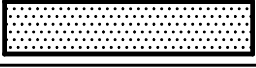
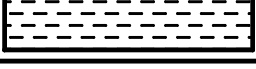
4.22. ábra



4.23. ábra

Vékony keresztmetszetet teljesen be lehet feketíteni (4.23. ábra). Ebben az esetben a szomszédos keresztmetszetek között legalább 0,7mm-es hézagot kell hagyni.

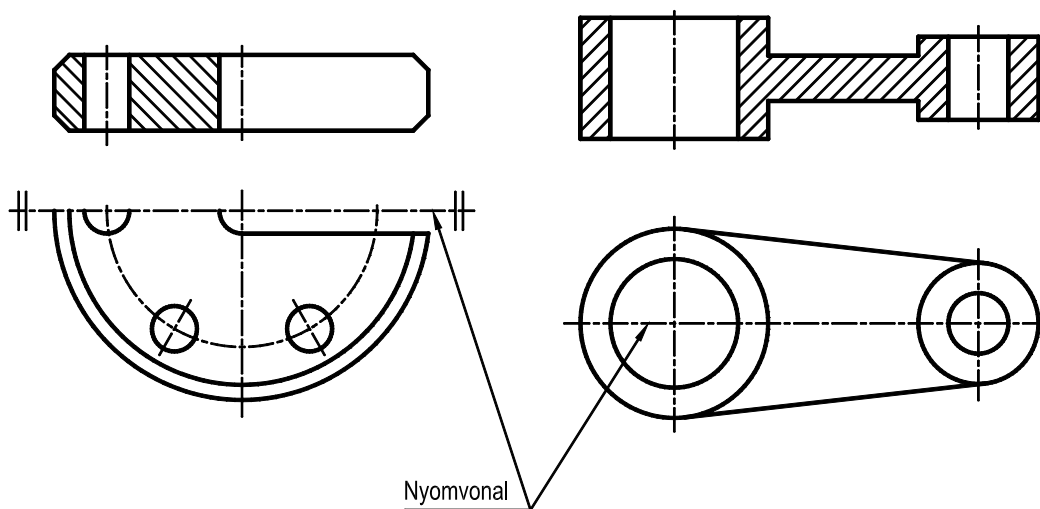
Az anyagfajtától független általános metszeti jelölésen kívül az anyagfajtát is meg lehet különböztetni metszeti jelöléssel (4.24. ábra). Azonosításhoz az anyagjelölés szabványra kell hivatkozni, illetve nem szabványos jelölés esetén a különböző anyagjelölések jelentését a műszaki követelményekben meg kell adni.

|                             |                                                                                   |                           |                                                                                     |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Fémes anyag                 |  | Műanyag, gumi             |  |
| Üveg, plexi, átlátszó anyag |  | Fa keresztmetszete (bűtü) |  |
| Szemcsés anyag              |  | Fa hosszmeteszete         |  |
| Folyadék                    |  | Beton                     |  |

4.24. ábra

### 4.3.2. A metszetek jelölése

A metszősík és képsík metszészvonalát nyomvonalnak nevezzük (4.19. ábra). A metszeti kép csak akkor egyértelmű, ha pontosan látjuk, hogy hol metsztük el a tárgyat. Ezt a metszősík nyomvonala mutatja. Ezért fontos, hogy a nyomvonal helye a rajzról egyértelműen megállapítható legyen.



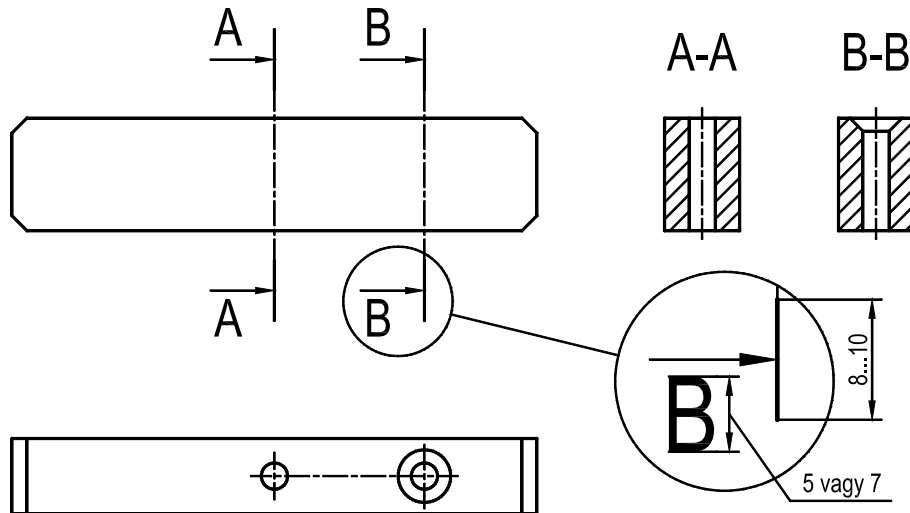
4.25. ábra

A nyomvonal jelölésének szabályai:

- nem kell jelölni a nyomvonalat, ha egyértelmű a metszősík helyzete, azaz:
  - a metszősík a tárgy szimmetriasíkjával egybeesik,
  - a tárgyról csak egyetlen metszetet készítünk és
  - a metszeti képet a vetületrendnek megfelelően helyezzük el (4.25. ábra).

b) jelölni kell a nyomvonalat, ha a metszősík helye nem egyértelmű vagy ha több metszősík van:

- az irányváltásoknál és a végeknél vastag pontvonallal (H típus) kell rajzolni,
- a vetítés irányát vékony szárú nyíllal meg kell jelölni, és
- a metszetet azonosító jelöléssel (az ABC nagy betűivel) kell pontosítani (4.26. ábra).



4.26. ábra

#### 4.3.3. A metszetek fajtái

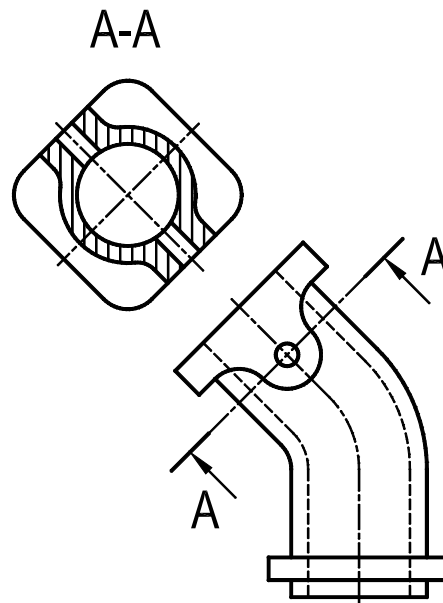
A különböző kialakítású alkatrészek metszeti ábrázolására több lehetőségünk is van. Mindig nekünk kell megállapítani azt, hogy az adott tárgy esetén melyik a legkedvezőbb megoldás. Az ábrázolási mód megválasztásakor – hasonlóan a nézeti vetületekhez –, két szempontot figyelembe kell venni:

- az alkatrész alakjának bemutatása egyértelmű legyen (minden méret megadható legyen), és
- ezt a lehető legkevesebb rajzmunkával tudjuk megvalósítani.

#### 4.3.3.1. Egyszerű metszet

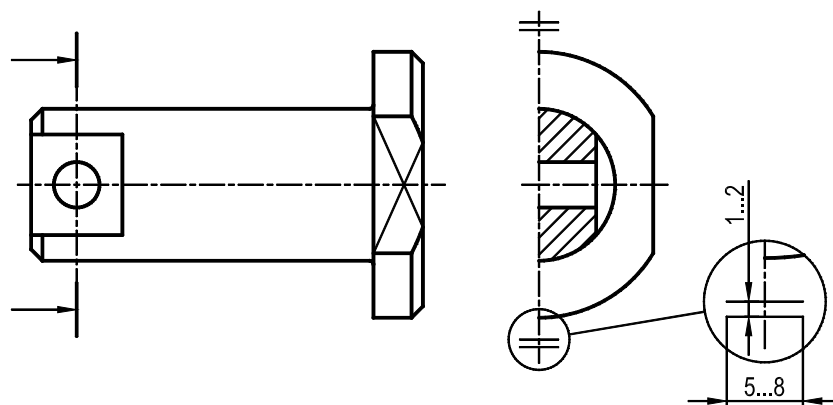
Az egyetlen metszősíkkal képzett metszetet nevezzük egyszerű metszetnek. A gyakorlatban az egyszerű metszetek különféle megoldásait alkalmazzuk:

- *Teljes metszet:* a metszősík nyomvonala egyenes, a sík az alkatrészt teljesen egészében átmetszi (4.25. és 4.26. ábra). A teljes metszet készülhet olyan metszősíkkal is, a mely egyik képsíkkal sem párhuzamos. Ebben az esetben a metszetet a vetítés irányában helyezzük el, de el is csúsztatható (4.27. ábra).



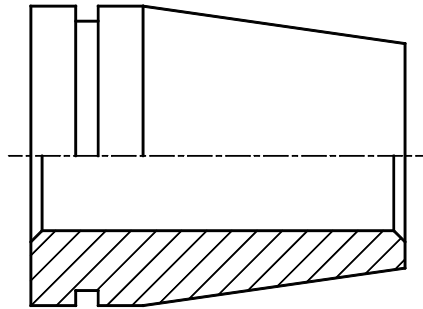
4.27. ábra

- *Félmetszet:* szimmetrikus tárgyak esetén megtehetjük, hogy a metszeti képnek csak a felét rajzoljuk meg (4.28. ábra). Ezáltal rajzi munkát takarítunk meg és a rajz kisebb helyet is foglal. A félmetszet alkalmazására a szimmetriatengely végein elhelyezett merőleges vonalpárral hívjuk fel a figyelmet.



4.28. ábra

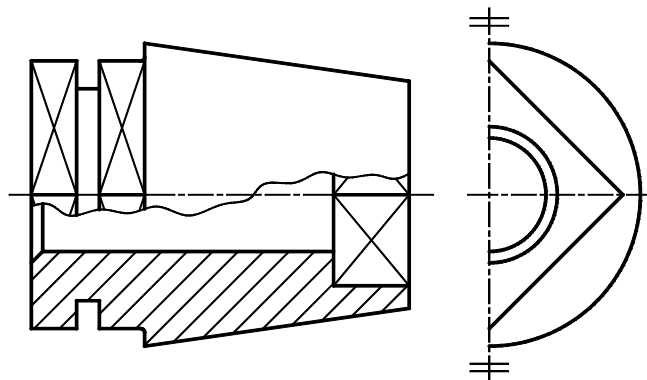
- *Félnézet-félmetszet*: olyan tárgyak esetén alkalmazzuk, amelyeknek nézeti és metszeti képe egyaránt szimmetrikus. Szemléletes ábrázolási megoldás, hiszen egyidejűleg mutatja a tárgy külső és belső formáját. Azt, hogy a vetület melyik fele legyen a nézet és melyik a metszet, magunk dönthetjük el (4.29. ábra).



4. 29. ábra

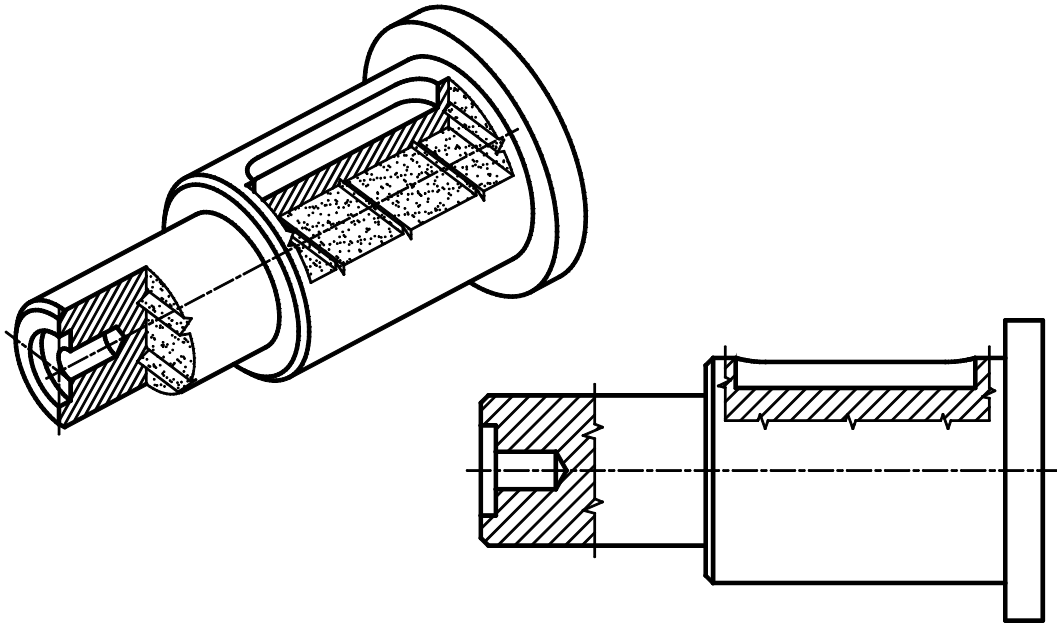
A félmetszet és félnézet-félmetszet alkalmazása estén tartsuk be a következő két fontos szabályt!

- A félnézeti részen a takart részek szaggatott vonalas ábrázolása szükségtelen.
- Nem eshet látható él a szimmetriatengelyre. Ha mégis van a félnézet-félmetszet határán kisebb külső vagy belső él, akkor ún. túltörést kell alkalmazni (4.30. ábra).



4.30. ábra

- *Kitöréses metszet:* a tömör tárgyakban levő kisebb furatok, hornyok, stb. bemutatására alkalmazzuk, külön vetület rajzolása nélkül (4.31. ábra). A tárgyat csak a bemutatni kívánt részlet közvetlen környezetében metszi a képzeletbeli metszősík. A metszés határát vékony, egyenes vagy szabadkézi törésvonallal (C vagy D típus) rajzoljuk. A határvonal nem lehet méretvonal.

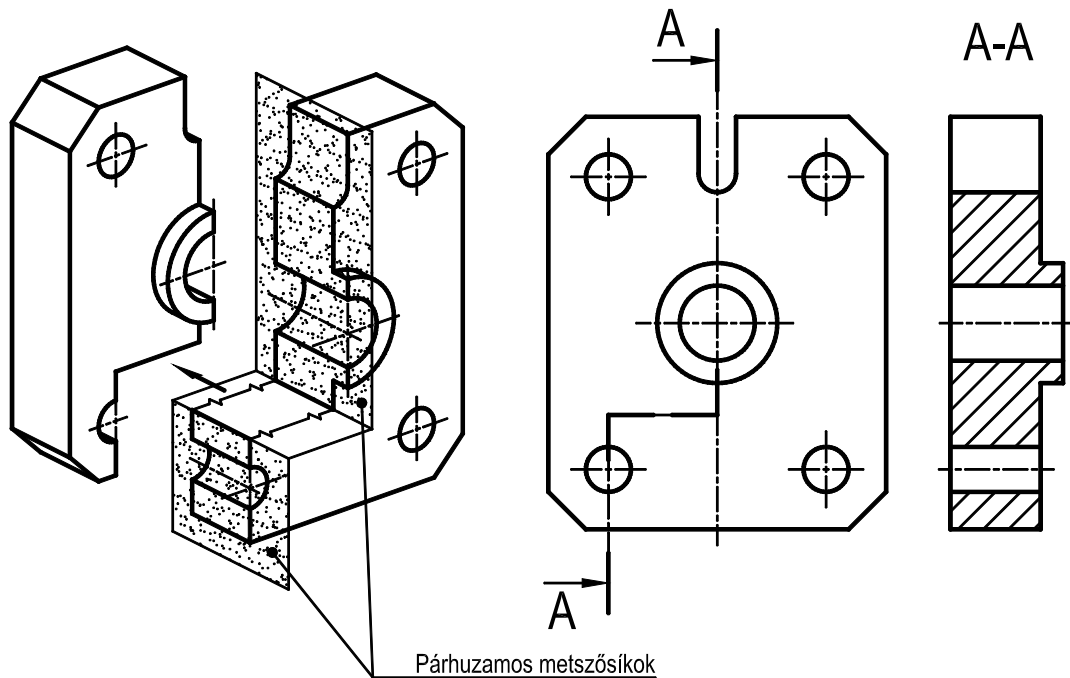


4.31. ábra

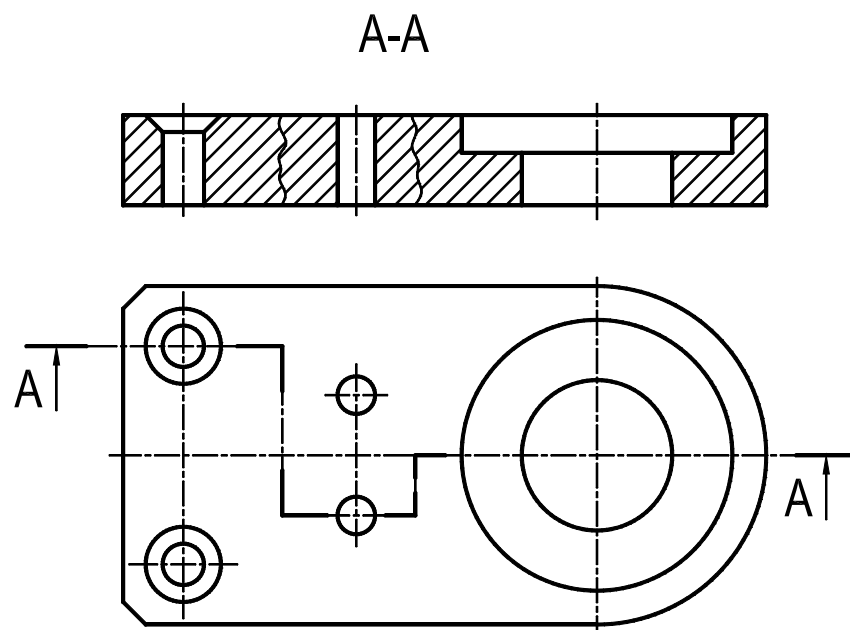
#### 4.3.3.2. Összetett metszet

Az alkatrészek belső üregei nem mindig helyezkednek el egy síkban. Ilyenkor csak több egyszerű metszet alkalmazásával tudnánk a tárgyat egyértelműen bemutatni. A sok metszeti kép sok felesleges részletet is tartalmazhat és helyigénye miatt sem ajánlatos. Ebben az esetben célszerűbb ha valamelyik összetett metszetet alkalmazzuk.

- Lépcsős metszet:* két vagy több párhuzamos sikkal való metszés (4.32. ábra) eredményeképpen jön létre. A lépcsős metszetet párhuzamos metszősíkokkal létrehozott részmetszetek sorának is tekinthetjük. A metszeti képen a részmetszetek határvonalát nem szükséges jelölni, mert a metszősíkok nyomvonala alapján egyértelműen megállapítható. Ha mégis szeretnénk az összetett metszetre felhívni a figyelmet, akkor a 4.33. ábra szerint törésvonallal jelöljük a metszetrészek határát, a vonalzatokat pedig egymáshoz képest eltoljuk.

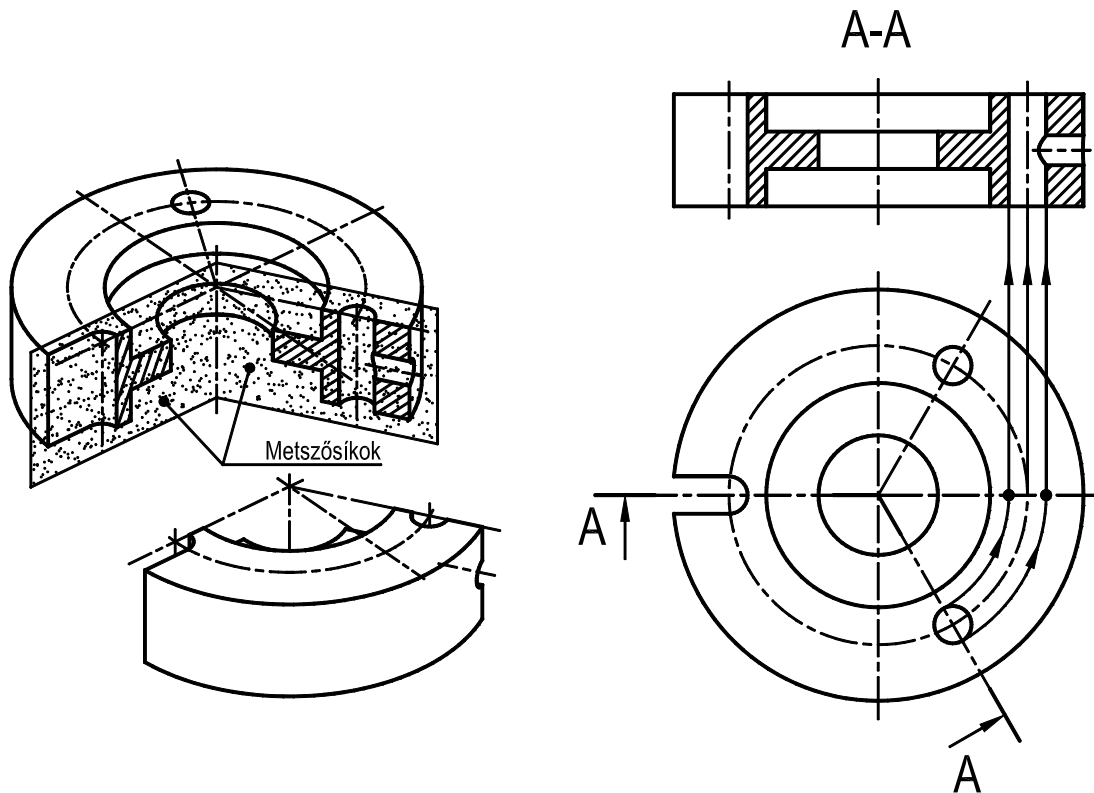


4.32. ábra



4.33. ábra

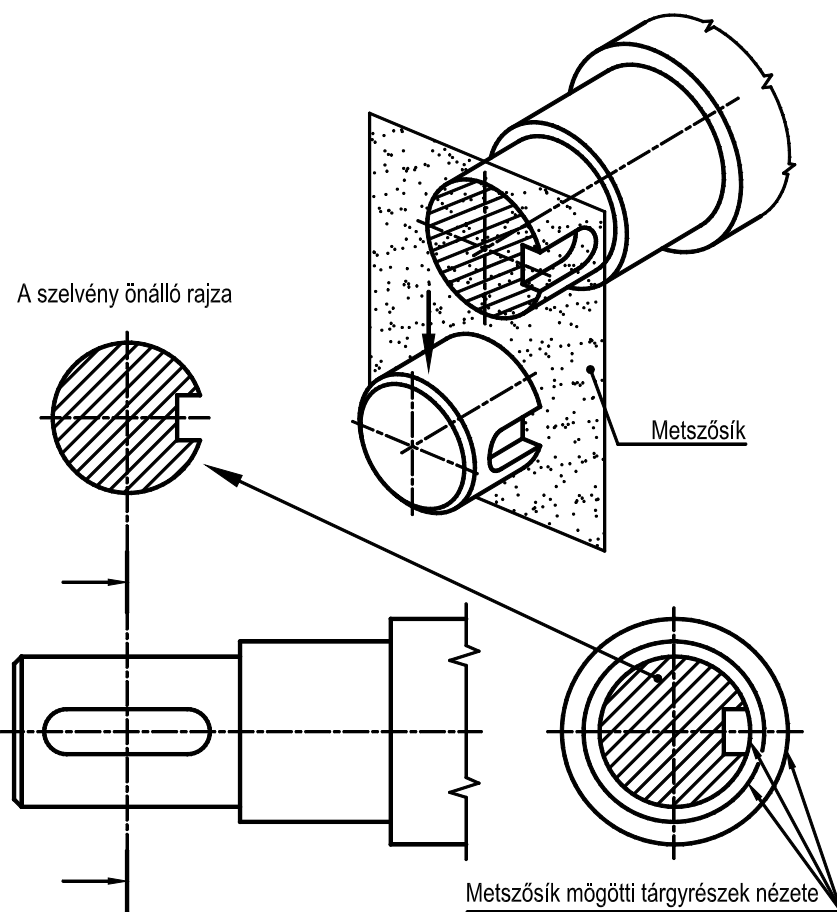
- *Befordított metszet:* egymást metsző – szögben csatlakozó – síkokkal létrehozott részmetsetekből álló metszet (4.34. ábra). A befordított metszet rajzolásakor a képsíkhoz képest ferde helyzetű metszősíkkal képzett részmetset minden elemét a képsíkkal párhuzamos helyzetbe forgatjuk, majd innen vetítve szerkesztjük meg a vetületi képet. A befordított metszetet gyakran alkalmazzuk tárcsák, fedelek, karimák, szögemelő, stb. furatainak, hornyainak ábrázolására.



4.34. ábra

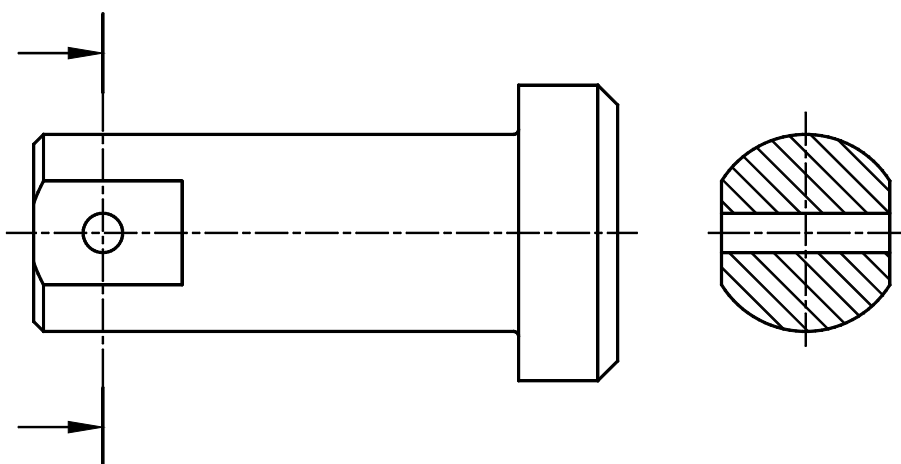
#### 4.3.4. Szelvények rajzolása

Ábrázolási egyszerűsítést jelenthet, és sok esetben célszerű csak a metszősíkba eső felület (keresztmetszet), a *szelvény* önálló ábraként történő megrajzolása, amely rendszerint csak egy-egy részlet kialakításának, ill. egy-két méretnek a megmutatására szolgál (4.35. ábra). Tehát minden esetben -ha a tárgy ábrázolása egyértelmű-, a keresztmetszetből elhagyhatjuk a metszősík mögötti tárgyrészek nézetét, és önálló képként csak a szelvényt rajzoljuk meg.



4.35. ábra

Ha a szelvénykép -a metszősík mögötti részek elhagyása miatt-, több darabra „esne szét”, akkor az egyes részeket a metszősík mögötti élek vonalával össze kell kötni (4.36. ábra).



4.36. ábra

## 5. Méretmegadás műszaki rajzokon

Az alkatrész egyértelmű meghatározásához nem elég az alak bemutatása, a rajzon a méreteket és az előállításához szükséges egyéb előírásokat is meg kell adni. A méretmegadás általános előírásait a műszaki rajz összes fajtájára az MSZ ISO 129:1992 szabvány tartalmazza.

A szabvány meghatározása szerint a **méret**: mértékegységgel, számszerűen megadott érték, amit vonalakkal, jelekkel, megjegyzésekkel lehet kiegészíteni (pl.:  $\varnothing$  20; R10;  $12 \pm 0,1$ ;  $60^\circ$ ). Rajzainkon a tervezési követelményeknek megfelelően az összes méretet meg kell adni. Ezeket megváltoztatni, hiányzó méretet – még ha a rajzról lemérhető is –, megállapítani és pótolni nem szabad.

### 5.1. A méretmegadás általános előírásai

A méretek helyes megadásához a rajzok egyértelműségének biztosításához be kell tartani a következőket:

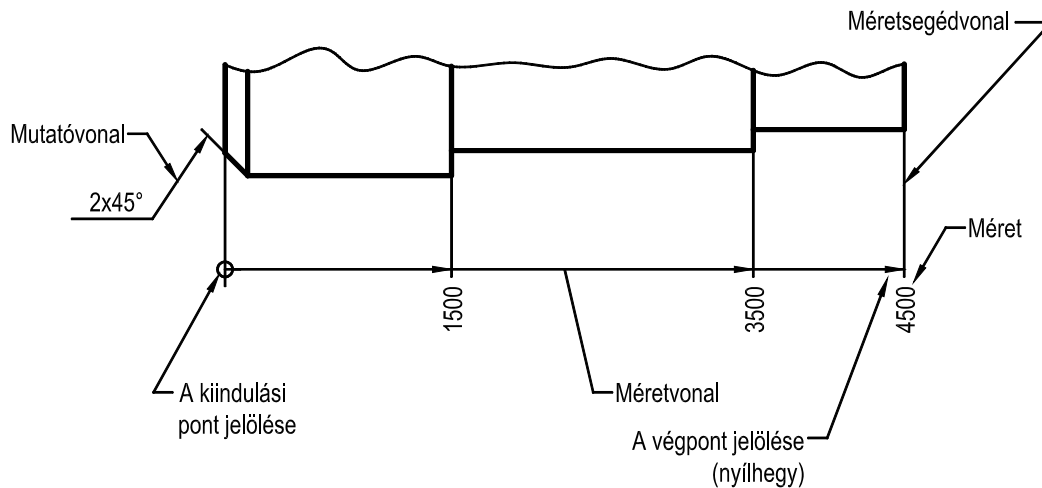
- Az alkatrész vagy szerkezeti egység meghatározásához szükséges összes méretet meg kell adni a rajzon.
- Minden méretet csak egyszer kell feltüntetni.
- A méreteket azon a nézeten vagy metszeten kell megadni, amely a legjellemzőbben ábrázolja az alakzatot.
- Azonos dokumentáció rajzai egyféle mértékegységgel készüljenek. A mértékegységet (pl.: mm) ebben az esetben nem kell feltüntetni. Ha ez nem egyértelmű, akkor a mértékegységet a rajzon megjegyzésben kell megadni.
- Ha más mértékegység is van a rajzon (pl.: Nm), akkor azt fel kell tüntetni a méret mellett.
- A rajzon csak az alkatrész vagy a végtermék meghatározásához szükséges méreteket kell megadni.
- Általában csak egy méret határozza meg az alkatrész alakzatait. Kivételt lehet tenni ott, ahol szükséges kiegészítő méreteket megadni a gyártás közbeni fázisaiban, vagy ahol tájékoztató méret megadása előnyös.
- A gyártási folyamatot vagy az ellenőrzési módszert nem kell előírni, csak ha az a megfelelő működés vagy a cserélhetőség szempontjából szükséges.
- A működés szempontjából fontos méreteket, ahol lehetséges közvetlenül kell megadni.
- A működés és elhelyezkedés szempontjából nem lényeges méreteket a gyártás és ellenőrzés szempontjából a legmegfelelőbb módon kell elhelyezni.

### 5.2. A méretmegadás elemei

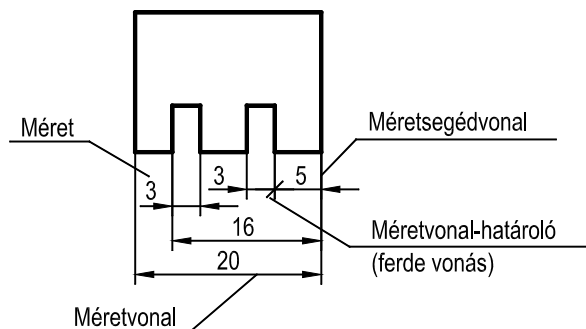
A méretmegadás elemei a következők (5.1., 5.2. ábra):

- méretsegédvonal,
- méretvonal,
- méretvonal-határoló: méretnyíl,  
ferde vonás,

- a méretvonal kiindulási pontja,
- a méretvonal végpontja (nyílhegy),
- méret: méretszám,  
méretjel,
- mutatóvonal.



5.1. ábra

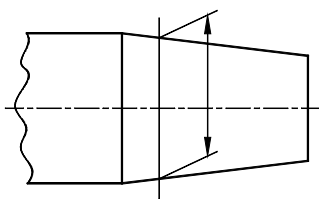


5.2. ábra

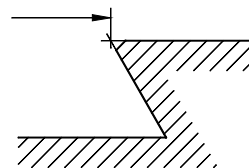
### 5.2.1. Mértsegédvonalak, mértvonalak és mutatóvonalak

A mértsegédvonalakat, a mértvonalakat és a mutatóvonalakat folytonos vékony vonallal kell rajzolni az MSZ ISO 128 szabvány szerint.

A mértsegédvonalakat úgy rajzoljuk, hogy kissé nyúljanak túl a mértvonalon (5.1., 5.2. ábra). A mértsegédvonalakat a megadni kívánt részre merőlegesen kell elhelyezni. Szükség esetén el lehet helyezni ferdén is, de ebben az esetben is párhuzamosak legyenek egymással (5.3. ábra):



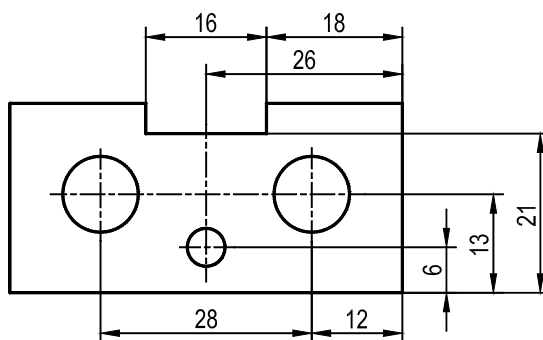
5.3. ábra



5.4. ábra

Metsződésnél a méretsegédvonalak egy kissé túlnyúlnak a metsződési ponton az 5.4. ábra szerint.

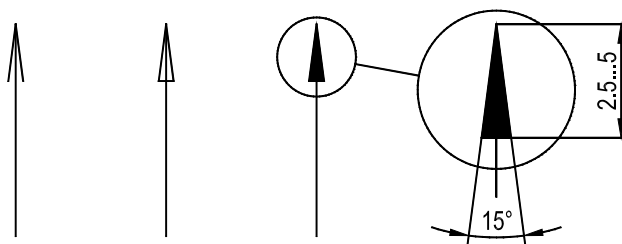
A méretsegédvonalak és méretvonalak általában ne messék egymást és más vonalakat. Ha ez mégsem kerülhető el, akkor egyik vonal se legyen megszakítva. (5.5. ábra)



5.5. ábra

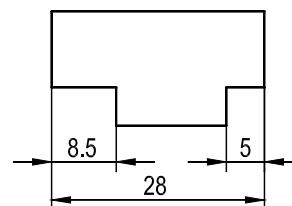
## 5.2.2. Méretvonal-határoló, végpont és kiindulási pont ábrázolása

A méretvonal végződéseit jól láthatóan meg kell jelölni nyílhegygel vagy ferde vonással. A nyílhegy gépészeti rajzokon  $15^\circ$ -os szöget bezáró rövid vonalakkból áll. A nyílhegy lehet nyitott, zárt és feketített az 5.6. ábra szerint. Hossza a rajzon alkalmazott vonalvastagság 6-8-szorosa, de legalább 2 mm legyen.



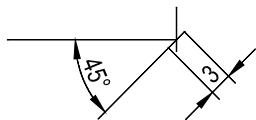
5.6. ábra

Ha van elegendő hely, nyílhegyvégződést kell alkalmazni méretvonal-határolóként. Ha a hely korlátozott, akkor a nyílhegyet a méretvonal végződésén kívül kell elhelyezni a méretvonal meghosszabbításán az 5.7. ábra szerint:

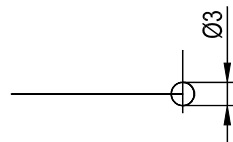


5.7. ábra

Ha kevés a hely a nyílhegy számára, akkor azt ferde vonás helyettesítheti. A ferde vonás a méretsegédvonalakkal  $45^\circ$ -os szöget bezáró rövid vonal (5.8. ábra):



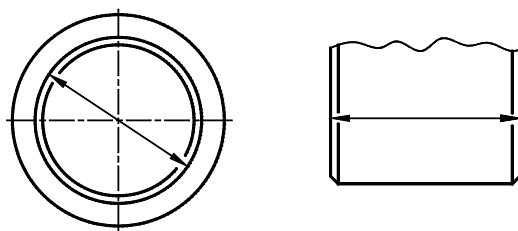
5.8. ábra



5.9. ábra

Közös bázistól induló méretek esetében a kiindulási pontot kb. 3mm átmérőjű kis üres körrel jelöljük (5.9. ábra).

Méretezéskor általánosan betartandó szabály, hogy a méretnyíl semmilyen vonal nem metszheti. Kontúrvonal és méretnyíl találkozásánál a kontúrvonalat meg kell szakítani (5.10. ábra).



5.10. ábra

### 5.2.3. Méretek jelölése a rajzon

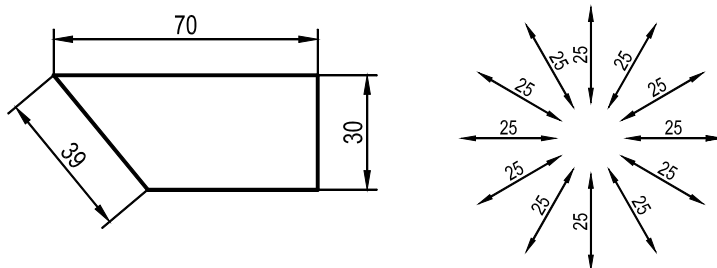
A méreteket a rajzokon olyan nagyságú felirattal kell megadni, amelyek jól olvashatók akár az eredeti rajzon, akár a mikrofilmes másolaton.

A méretszámok szabvány szerintiek (MSZ EN ISO 3098 sorozat), általában 3,5 mm nagyságúak, a tűrések 2,5 mm magasak.

A méretet a rajzon vonalak ne keresztezzék, ne válasszák szét. A méretek elhelyezésére két lehetőség van. Egy rajzon belül azonban csak egyféle módszert szabad alkalmazni.

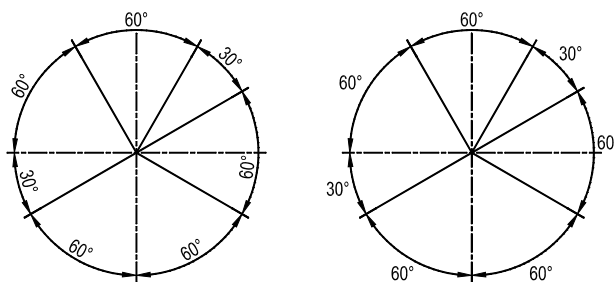
#### 1. módszer: A méretvonallal párhuzamos méretelhelyezés

Ennél a megoldásnál a méret a méretvonallal párhuzamosan, a méretvonal felett, attól kis távolságra és lehetőleg középen helyezkedjen el. A méretet alulról, vagy jobbról olvashatóan kell elhelyezni a rajzon (5.11.a ábra):



5.11.a, b ábra

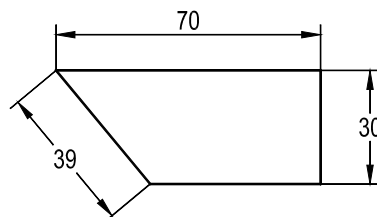
A különböző dőlésű méretvonallal tartozó méreteket az 5.11.b ábra szerint, a szögek méreteit pedig az 5.12.a és b ábra szerint kell elhelyezni.



5.12.a, b ábra

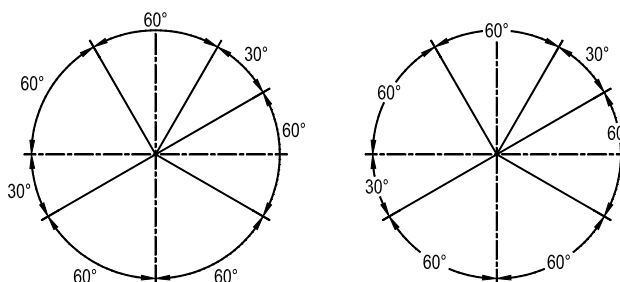
## 2. módszer: Vízszintes méretelhelyezés

Ennél a módszernél a méreteket (alulról olvashatóan) lehetőleg vízszintesen kell elhelyezni. A nem vízszintes vonalakhoz is lehet így megadni méretet, ebben az esetben azonban a méretvonalat középen meg kell szakítani (5.13. ábra).



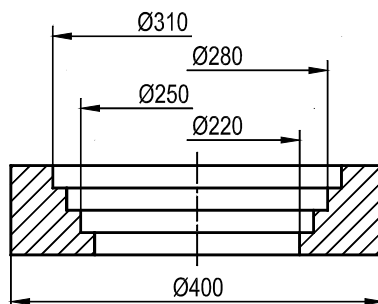
5.13. ábra

A szögértékeket ennél a módszernél az 5.14.a) és b) ábra szerint kell elhelyezni.



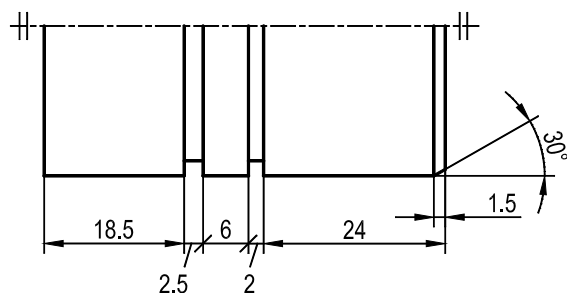
5.14.a, b ábra

A méreteket szükség esetén elhelyezhetjük más módon is. Ahol a méretvonalnak csak egy része is elegendő, ott a méretvonal végéhez közel rajzolhatjuk a méretet. Így elkerülhető a hosszú méretvonal alkalmazása (5.15. ábra).



5.15. ábra

Kevés hely esetén a méretvonal meghosszabbított végződése fölélt célszerű a méretet elhelyezni (5.16. ábra – 1,5mm-es méret).

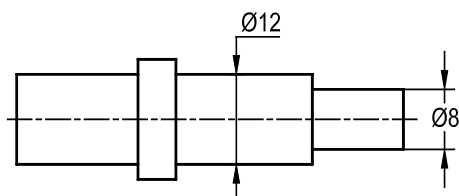


5.16. ábra

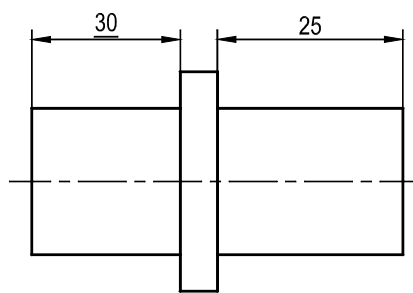
Ha a méret számára a méretvonal fölött túl kevés a hely, a méretvonalat lezáró mutatóvonal végénél adjuk meg a méretet (5.16. ábra).

Ha a nem vízszintes méretvonal megszakításában nem helyezhető el a méret, akkor a méretvonal vízszintes irányú meghosszabbítása fölé rajzoljuk (5.17. ábra).

A nem méretarányos részek méretét (kivéve a töréssel való ábrázolást) egyenes vastag vonallal alá kell húzni (5.18. ábra).



5.17. ábra



5.18. ábra

## 5.2.4. Alakhoz kapcsolódó méretek

A rajz egyszerűsítése és egyértelműségének biztosítása érdekében az alakhoz kapcsolódó méreteket a következők szerint kell jelölni:

Ø : Átmérő

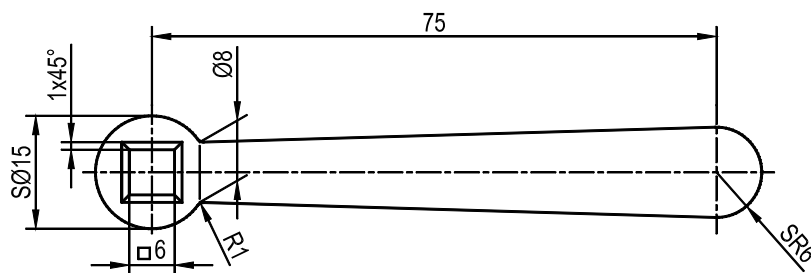
R : Sugár

□ : Négyzet

SR: Gömbsugár

SØ: Gömbátmérő

A jel a méret előtt az 5.19. ábrán láthatóan helyezhető el.



5.19. ábra

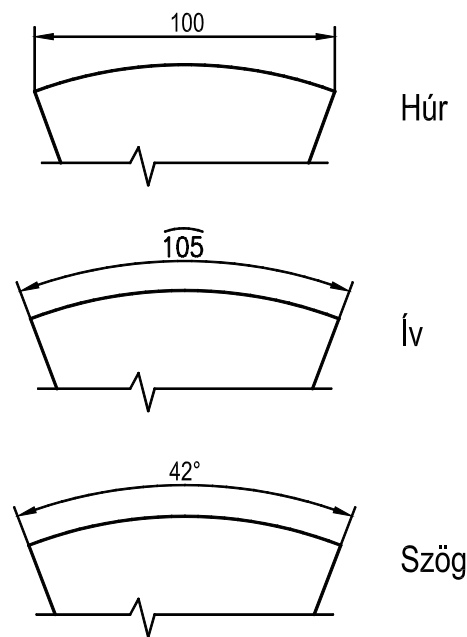
### 5.3. Különleges méretmegadások és egyszerűsítések

Húrok, ívek és szögek méretét az 5.20. ábra szerint adhatjuk meg.

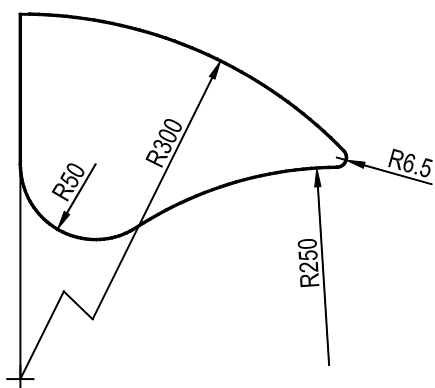
Ha az ív középpontja kívül esik a rendelkezésre álló helyen, akkor a sugár méretvonalát meg kell törni vagy meg kell szakítani a középpont érzékelte miatt (5.21. ábra).

Ha a sugár mérete más méretekből számítható, akkor elegendő csak az R jelképpel ellátott nyílazott sugarat feltüntetni, méret nélkül (5.22. ábra).

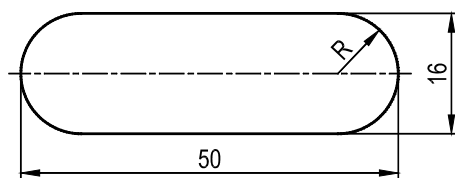
Szabálytalan görbe felülettel határolt alkatrész méreteit a görbe kontúrvonal koordináta-méreteivel adjuk meg (5.23. ábra)



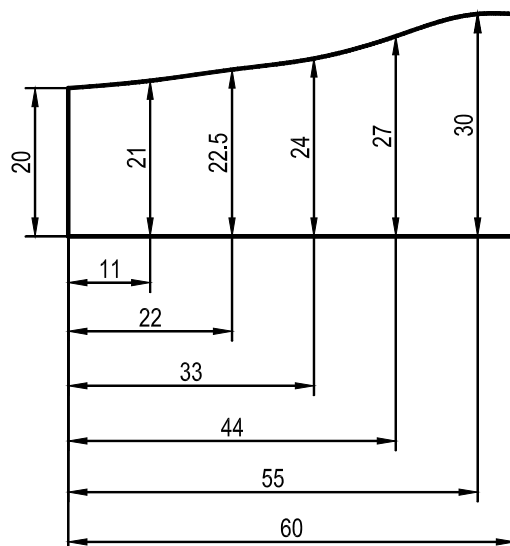
5.20. ábra



5.21. ábra

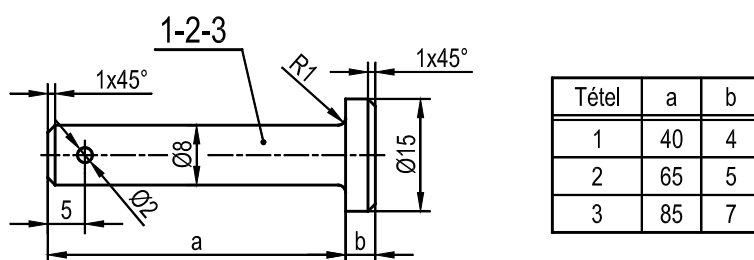


5.22. ábra



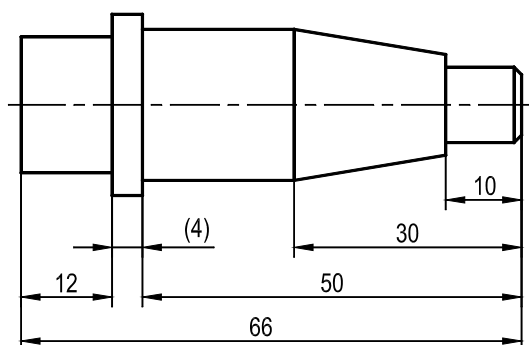
5.23. ábra

Alkatrészek méretsorozata ábrázolható egy rajzon is úgy, hogy a változó méreteket a rajzon betűvel jelöljük, a megfelelő számértékeket pedig az ábra mellett elhelyezett táblázatban adjuk meg (5.24. ábra).



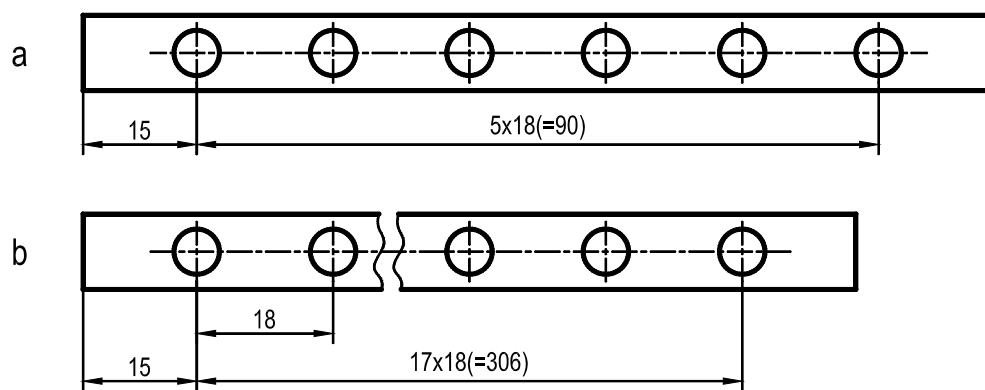
5.24. ábra

Szükség esetén a rajzon megadhatók olyan kiegészítő ill. tájékoztató méretek is, amelyek a rajz értelmezését megkönnyítik, de az alkatrész elkészítéséhez és ellenőrzéséhez nem használhatók. Az ilyen méretet - ha megadjuk -, zárójelben kell elhelyezni. (5.25. ábra)



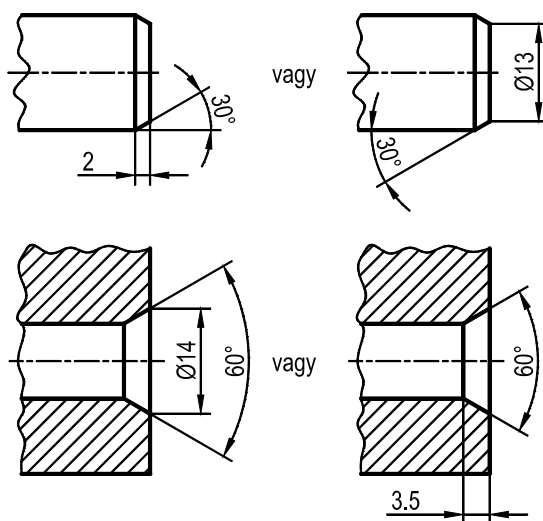
5.25. ábra

Egyenlő távolságra levő alakzatok, vagy azonosan elhelyezett elemek esetén a méretezést egyszerűsíteni lehet (5.26.a ábra). Ha a távolságok hossza és az osztások száma nem egyértelmű, akkor az egyik távolságot méretezni kell az 5.26.b ábra szerint.

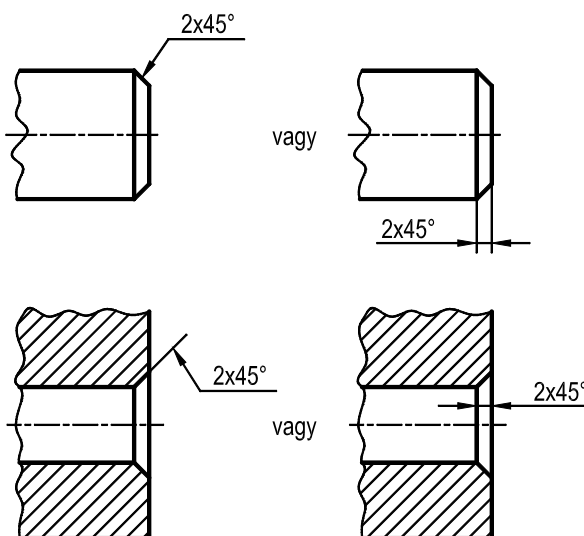


5.26.a, b ábra

A külső és belső élettöréseket az 5.29. ábra szerint kell méretezni. Ha az élettörés szöge  $45^\circ$ -os, akkor a méretmegadást egyszerűsíteni lehet (5.30. ábra).



5.29. ábra



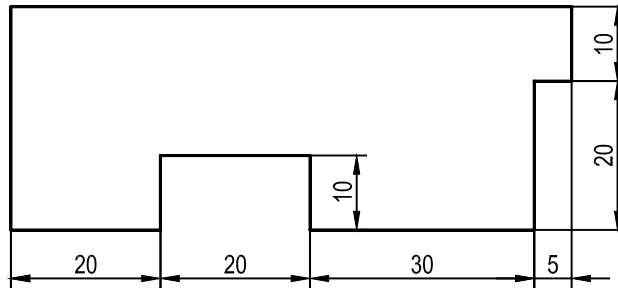
5.30. ábra

Az azonos méretek ismétlése vagy a hosszú mutatóvonalak elkerülése érdekében – ahol szükséges –, azonosító betűket lehet alkalmazni, amelyeket magyarázó táblázatban vagy megjegyzésben pontosítani kell (5.31. ábra).

Szimmetrikus alkatrészek résznézetei és –metszetei esetén a szimmetriatengelyt metsző méretvonalak egy kissé nyúljanak túl a szimmetriatengelyen. A méretvonal másik végződését ebben az esetben el kell hagyni (5.32. ábra).

### 5.5.1. Láncszerű méretmegadás

Méreteket láncszerűen (5.48. ábra) csak ott lehet megadni, ahol a tűrések lehetséges összeadódása nem ütközik az alkatrész funkcionális követelményeivel, nem eredményezi az alkatrész működésképtelenségét.



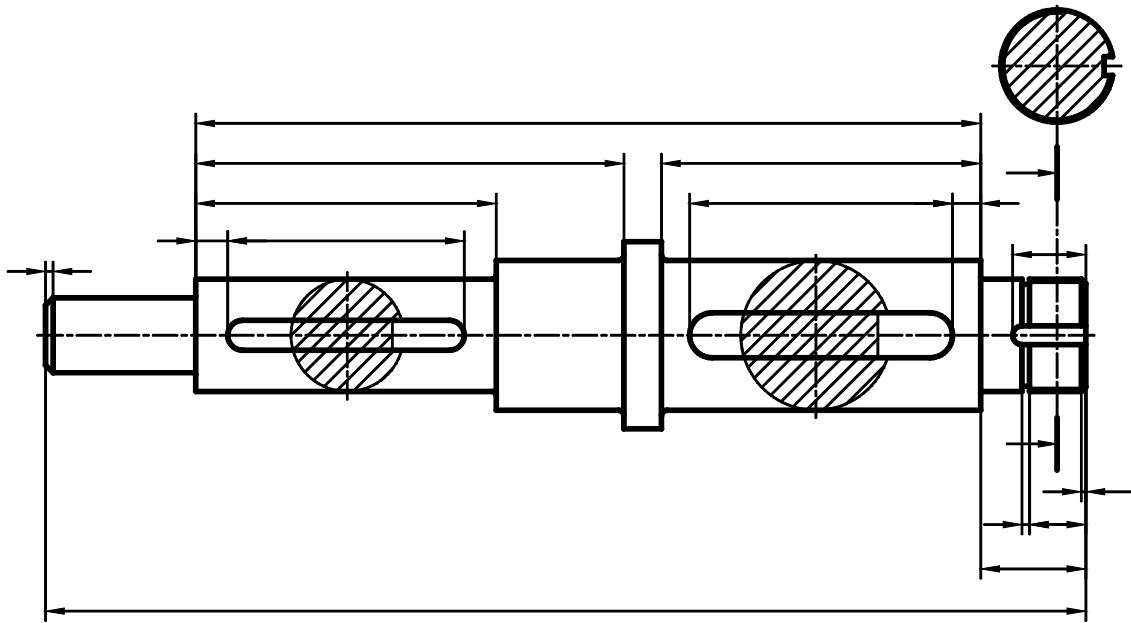
5.48. ábra

### 5.5.2. Bázistól induló méretezés

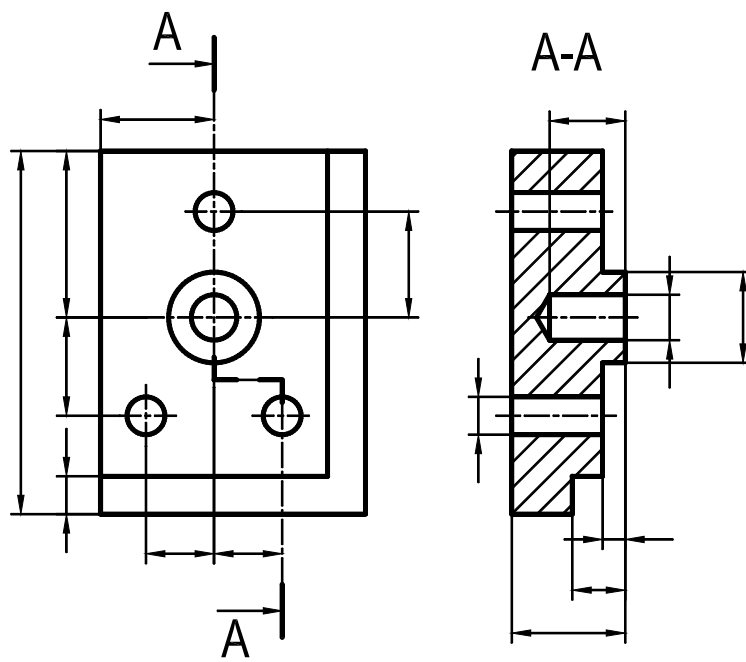
Ez a méretezési mód ott alkalmazható, ahol az azonos irányú méretek közös alaptól (bázistól) indulnak. A bázisfelület kiválasztható szerkesztési, gyártási vagy ellenőrzési szempontok alapján. A szerkesztési bázist úgy kell kiválasztani, hogy az alkatrész részleteinek távolságát könnyen lehessen attól megadni. Célszerű, ha ez a bázis egybeesik a gyártási (technológiai) és az ellenőrzési bázisokkal.

A méretmegadás bázisvonala lehet:

- a működés szempontjából fontos méret határvonala (5.49. ábra);
- a működés szempontjából fontos szimmetriatengely (5.50. ábra);
- a főméret valamelyik határoló vonala (5.51. ábra);
- egy adott távolságra levő sík nyomvonala (5.52. ábra).



5.49. ábra



5.50. ábra