

Értékünk AZ **EMBER**

Humánerőforrás-fejlesztési Operatív Program



Háromi Ferenc – Kovács Gáborné

GÉPSZERKEZETTAN I.

Műszaki ábrázolás



SZÉCHENYI ISTVÁN
EGYETEM
GYŐR

Magyarország célba ér



Készült a HEFOP 3.3.1-P.-2004-09-0102/1.0 pályázat támogatásával.

Szerzők: Háromi Ferenc
egyetemi adjunktus

Kovács Gáborné
egyetemi adjunktus

Lektor: Bándy Alajos

A dokumentum használata

Mozgás a dokumentumban

A dokumentumban való mozgáshoz a Windows és az Adobe Reader megszokott elemeit és módszereit használhatjuk.

Minden lap tetején és alján egy navigációs sor található, itt a megfelelő hivatkozásra kattintva ugorhatunk a használati útmutatóra, a tartalomjegyzékre, valamint a tárgymutatóra. A ◀ és a ▶ nyilakkal az előző és a következő oldalra léphetünk át, míg a Vissza mező az utoljára megnézett oldalra visz vissza bennünket.

Pozicionálás a könyvjelzőablak segítségével

A bal oldali könyvjelző ablakban tartalomjegyzékfa található, amelynek bejegyzéseire kattintva az adott fejezet/alfejezet első oldalára jutunk. Az aktuális pozícionkat a tartalomjegyzékfában kiemelt bejegyzés mutatja.

A tartalomjegyzék használata

Ugrás megadott helyre a tartalomjegyzék segítségével

Kattintsunk a tartalomjegyzék megfelelő pontjára, ezzel az adott fejezet első oldalára jutunk.

Keresés a szövegben

A dokumentumban való kereséshez használjuk megszokott módon a Szerkesztés menü Keresés parancsát. Az Adobe Reader az adott pozíciótól kezdve keres a szövegben.

Tartalomjegyzék

| | |
|--|-----------|
| Előszó..... | 6 |
| 1. A műszaki kommunikáció alapjai..... | 8 |
| 1.1. A szabványosítás szerepe..... | 8 |
| 1.2. Nemzetközi és európai szabványosítás..... | 9 |
| 1.3. Nemzeti szabványosítás..... | 9 |
| 1.4. A szabvány fogalma..... | 10 |
| 2. Térgeometria..... | 12 |
| 2.1. Térelemek..... | 12 |
| 2.2. Látás és ábrázolás..... | 13 |
| 2.3. Vetítési módok..... | 14 |
| 2.4. Térelemek ábrázolása képsíkokon..... | 15 |
| 2.5. Térelemek metszése..... | 31 |
| 2.6. Transzformáció és forgatás..... | 36 |
| 2.7. Testek ábrázolása..... | 45 |
| 2.8. Testek metszése..... | 49 |
| 2.9. Testek áthatása..... | 58 |
| 2.10. Ellenőrző kérdések és feladatok..... | 63 |
| 3. A műszaki rajzok alaki követelményei..... | 65 |
| 3.1. Rajzlapok kialakítása és méretei..... | 65 |
| 3.2. Feliratmező, darabjegyzék..... | 68 |
| 3.3. Tételszámok..... | 69 |
| 3.4. A műszaki rajzok vonalai..... | 70 |
| 3.5. A műszaki rajzok feliratai..... | 73 |
| 3.6. A műszaki rajzok méretaránya..... | 75 |
| 3.7. Műszaki rajzok módosítása..... | 76 |
| 3.8. Kérdések és ellenőrző feladatok..... | 80 |
| 4. Tárgyak műszaki ábrázolása..... | 81 |
| 4.1. Merőleges vetítés..... | 82 |
| 4.2. Képies ábrázolás..... | 87 |
| 4.3. Ábrázolás metszetekkel..... | 94 |
| 4.4. Géprajzi egyszerűsítések és különleges ábrázolások..... | 107 |
| 4.5. Kérdések és ellenőrző feladatok..... | 116 |

| | |
|---|------------|
| 5. Méretmegadás műszaki rajzokon | 120 |
| 5.1. A méretmegadás általános előírásai | 120 |
| 5.2. A méretmegadás elemei | 121 |
| 5.3. Különleges méretmegadások és egyszerűsítések | 128 |
| 5.4. Kúpos és lejtős tárgyrészek méretmegadása | 136 |
| 5.5. A méréthálózat felépítése..... | 138 |
| 5.6. Kérdések és ellenőrző feladatok | 147 |
| 6. Felületminőség | 149 |
| 6.1. A felületminőség alapfogalmai | 149 |
| 6.2. A felületi érdesség..... | 150 |
| 6.3. A felületi érdesség megadása | 154 |
| 6.4. Kérdések és ellenőrző feladatok | 168 |
| 7. Tűrések és illesztések..... | 170 |
| 7.1. A mérettűrések | 170 |
| 7.2. Alak- és helyzetűrések | 185 |
| 7.3. Illesztések | 205 |
| 7.4. Tűréstechnikai számítások..... | 213 |
| 7.5. Kérdések és ellenőrző feladatok | 218 |
| 8. Jelképes ábrázolási módok..... | 220 |
| 8.1. A csavarmenetek ábrázolása és jelölése | 220 |
| 8.2. A csavarmenetek rajzai..... | 224 |
| 8.3. Bordás tengelykötés ábrázolása..... | 233 |
| 8.4. Fogaskerekek ábrázolása..... | 239 |
| 8.5. Rugók egyszerűsített ábrázolása | 248 |
| 8.6. Hegesztett kötések..... | 253 |
| 8.7. Csavarkötések..... | 261 |
| 8.8. Rögzítő elemek..... | 269 |
| 8.9. Kérdések és ellenőrző feladatok | 276 |
| <i>Felhasznált irodalom</i> | <i>278</i> |

Előszó

Napjainkban a technikai jellegű ismeretek nemcsak az iparban, hanem az élet szinte minden területén (háztartás, közlekedés, egészségügy stb.) nélkülözhetetlenné váltak. Az ábrákat is tartalmazó műszaki tartalmú dokumentációk (prospektusok, kezelési útmutatók stb.) megértése minden ember számára fontos lett, a vizuális kommunikáció alapjai ma már az általános műveltség részét képezik.

A szakemberek számára a műszaki gondolatok közlésének és rögzítésének sajátos eszköze a rajz. A műszaki rajz hibát és félreértést nem tűrő okmány. Készítésének szabályait nemzetközileg rögzítették, ezért mondhatjuk, hogy a műszaki rajz világnyelvvé vált a szakemberek számára.

A műszaki rajz elvonatkoztat a valóságos látási módtól, és szabványokban rögzített szabályoknak megfelelően ún. vetületekben ábrázol. Ezek alapján kell a munkadarabot elképzelni, a méreteit és jellemzőit megállapítani, esetleg egyéb szakmai ismeretünkre támaszkodva az elkészítés műveleteit és a sorrendiségét is megtervezni. Mindez a rajz szakszerű elolvasását jelenti.

A szakszerű rajzolásához azonban nem elegendő a rajzi szabályok mechanikus elsajátítása, gazdag és egyben reális téralképzelő készségre, térszemléletre is szükségünk van.

Vizuális adottságaink születésünktől fogva meghatározottak, de intuitív térszemléletünk egzaktta fejlesztése életünk során folyamatos. Az ábrázoló geometriai ismeretek megszerzése segítségünkre van a fejlesztésben. Az ehhez kapcsolódó feladatok megoldása elengedhetetlen a megfelelő rajzolás, szerkesztési készség kialakulásához.

A jegyzet tartalmazza még a rajzok készítésének általános előírásait, a tárgyak alakjának egyértelmű elképzeléséhez szükséges térgeometriai alapismereteket, a tárgyak műszaki ábrázolásának lehetőségeit és a gépelemek valóságghű, egyszerűsített, ill. jelképes ábrázolásának módszereit.

A műszaki ábrázolás eredményes tanulása – a többi tárggyal egyetemben – fontos feltétele a szaktudás megszerzésének, amellyel, hogy egy nemzetközi kommunikációs lehetőség, amelynek segítségével kapcsolatot teremthetünk. Ehhez kíván segítséget nyújtani ez a jegyzet is.

A tananyag feldolgozásának módja

A jegyzet az adott anyagrészhöz szükséges összes információt tartalmazza. A megfelelő felkészüléshez elengedhetetlen az egyes részek ábráinak „megértése” majd ezen megértés kontrollálása. Javasoljuk, hogy az ábrákat szabad kézzel Ön is készítse el egy sima lapú füzetbe, majd ellenőrizze munkája eredményességét a jegyzet segítségével.

A leckék végén ellenőrző kérdések, és ahol lehet önálló rajzolási feladatok vannak, amelyek az önellenőrzést szolgálják. Ezek megoldására csak a teljes lecke anyagának megtanulása után vállalkozzon. A rajzos feladatokat mindenképpen célszerű rögzíteni, egyet-egyét szerkesztve is megoldani.

Már most szeretnénk azt a tévedést eloszlatni, amely szerint jó rajzolás és térszemléleti képességre szert lehet tenni úgy is, hogy csak vizsgáljuk a leckeközi ábrákat és úgymond „fejben” oldjuk meg a rajzi feladatokat.

A tananyag számonkérése során egyszerű rajzos feladatok megoldását is elvárjuk minden hallgatótól.

A különböző szakok eltérő mélységű műszaki ábrázolás ismeret igényének megfelelően, az Ön szakmai céljaihoz illeszkedő tanulási útmutatót a tantárgy oktatója készíthet Önnek.

Ez az útmutató speciális igényeket is támaszthat az Ön felkészülésével kapcsolatban, illetve olyan instrukciókat, további feladatokat tartalmazhat, amelyek nélkülözhetetlenek a sikeres felkészüléshez. Ezért javasoljuk, hogy feltétlenül vegye figyelembe ezen „kiegészítő” információkat is.

Munkájához sok sikert kívánunk!

A szerzők

1. A műszaki kommunikáció alapjai

A műszaki rajz információhordozón (papíron, mikrofilmen, mágneslemezen stb.) rögzített, egyezményes szabályoknak megfelelően, grafikusán ábrázolt műszaki információ, amely rendszerint méretarányos.

A műszaki rajzokkal kapcsolatos elnevezéseket, a rajzok alaki követelményeit (rajzlapméretek, vonalak stb.) szabványok tartalmazzák. Ugyancsak szabványok írják elő a tárgyak műszaki ábrázolásának és méretmegadásának szabályait is. A műszaki gondolatok egyértelmű közlésének és azok megértésének, vagyis a műszaki kommunikációnak alapfeltétele a vonatkozó szabványok alapos ismerete.

1.1. A szabványosítás szerepe

A szabványok a szabványosítás, mint folyamat termékei. A szabványosítás gyökereit már az ókorban fellelhetjük. Utak, építészeti elemek, vízvezeték-csővek mutatják az egységesítés jeleit. A mai értelemben vett tudatos szabványosítási tevékenység azonban csak a XIX. század végére tehető. Az ipari méretű szabványosítás az ipari méretű áruterelés hatására jött létre. Az intézményes szabványosítás még később, a XX. század elején kezdődött az iparilag fejlett európai országokban.

Magyarországon az első szabványosítási testület 1921-ben alakult. A szabványosítást mérnökegyletek és más hasonló szakmai tömörülések végezték. Munkájuk eredményeként közmegegyezésen alapuló, önkéntes műszaki megoldások születtek, amelyeket ki-kí a saját érdekében betartott, de alkalmazásuk nem volt kötelező.

A szabványok eleinte az ország határain belül eredményeztek hasznos egységesítést, ma pedig nemzetközi, egy-egy szakterületet, iparágat átfogó szabványok születtek, amelyek előírják a termékek rendeltetésszerű alkalmaságának feltételeit; gondoskodnak azok illeszthetőségéről, csereszabattosságáról; megállapítanak egy gazdaságos választékot; rögzítik a biztonságos használat, a termékvédelem követelményeit; rögzítik a megértést segítő szakkifejezések pontos meghatározását és leírják azokat a vizsgálati módszereket, amelyekkel a termékek egyes jellemzőit ellenőrizni lehet.

1.2. Nemzetközi és európai szabványosítás

A kereskedelem túllépte az országhatárokat, ami nemzetközi egységesítést sürgetett. Ezen célból jött létre:

- a Nemzetközi Szabványügyi Szervezet (ISO),
- a Nemzetközi Elektrotechnikai Bizottság (IEC) és
- a Nemzetközi Távközlési Unió (ITU).

Ma mindhárom nemzetközi szervezet szabványait világszerte elismerik, számos ország veszi át ezeket nemzeti szabványként.

A nemzetközi szabványosítás mellett egyes területeken felmerült az igény regionális szabványokra is, főleg ott, ahol a szabványra sürgősen volt szükség, nem lehetett kivárni a nemzetközi szabvány elkészülését.

Így jutott jelentős szerephez az Európai Közösség (EK) és az Európai Szabadkereskedelmi Társulás (EFTA) által létrehozott regionális szabványosítás, amelynek szervei:

- az Európai Szabványügyi Bizottság (CEN),
- az Európai Elektrotechnikai Szabványügyi Bizottság (CENELEC) és
- az Európai Távközlési Szabványügyi Intézet (ETSI).

Az európai szabványok, hasonlóan a nemzetközi szabványokhoz, nem kötelezőek, de az európai integrációs törekvések miatt az egyes tagországok vállalták, hogy ezeket a szabványokat változtatás nélkül vezetik be nemzeti szabványaikba.

A nemzetközi és regionális szabványosítási szervezetek nem egymás ellen, hanem együttműködve, egymás munkáját segítve végzik a szabványosítási tevékenységet.

1.3. Nemzeti szabványosítás

Magyarországon a szabványosítás eleinte párhuzamosan fejlődött Európával. A második világháború után azonban a szabványosítás szerepe megváltozott, és — szovjet mintára — az államigazgatás egyik eszközévé vált. A munkát a Magyar Szabványügyi Hivatal irányította, amely állami szerv volt, az általa kiadott szabványok, pedig kötelezőek voltak. Igaz, ettől előzetes megállapodás alapján el lehetett térni, de az alapállás a kötelezőség volt.

A rendszerváltással alapvető változások következtek be. A szabványosításról szóló 1995. évi XXVIII. törvény értelmében:

- a nemzeti szabványok ma már nem kötelező, hanem közmegegyezéssel létrehozott önkéntes dokumentumok és
- ezek kibocsátására egyedül a Magyar Szabványügyi Testület (MSZT) jogosult, amely nem államigazgatási szerv, hanem „köztestület”, amely közérdekű tevékenységet folytat.

Az MSZT által kibocsátott nemzeti szabványok kibocsátói jele az **MSZ**, amelyet az azonosító jelzet (szabványszám) követ a kibocsátás évével. Pl.: **MSZ 23003:1992**.

Az MSZT feladatai közé tartozik a nemzetközi szabványok átvétele, amelyek azonos megegyezősségi fokozattal (tartalmilag és szerkezetileg teljesen megegyeznek a nemzetközi szabványokkal) szintén nemzeti szabványok. Pl.: MSZ ISO 128.

Magyarország, mint az EU tagja, vállalta, hogy változtatás nélkül vezeti be az európai szabványokat, akárcsak a többi teljes jogú tag. Ez volt az egyik feltétele annak, hogy az európai szabványügyi szervezetekben, és az Európai Unióban is teljes jogú tagok lehessünk.

Az európai szabvány nemzeti szabványként az MSZ EN jelzetet kapja. Pl.: MSZ EN 45020. Ha olyan nemzetközi szabványt vezetünk be, amelyet már európai szabványként is közzétettek, a szabvány jelzete a következő: **MSZ EN ISO**. Pl.: **MSZ EN ISO 5457**.

Szeretnénk megjegyezni, hogy a szabványosítás olyan folyamat, amelyben nincs „állandóság”. A jegyzet is egy adott állapotot tükröz, a gyakorlatnak is az aktuális szabványt alkalmazását követi.

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 műszaki – gazdasági feladatok optimális megoldásának | mintája, amelyet | közmegegyezéssel hoztak létre, az arra illetékes szerv jóváhagyott 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.

2. Térgeometria

Egy adott ipari termék tervezési, szerkesztési, gyártási és felhasználási folyamatának szintjei időben és térben elhatárolódnak egymástól. Ezen szintek között az információcsere részben nonverbális kommunikáció formájában történik. Ennek eszközei a különböző műszaki rajzok, fotók, modellek, ill. a számjegyvezérlésű gépek egyre nagyobb elterjedésével, a gépet közvetlenül vezérlő számítástechnikai programok. Az eszközökkel szemben követelmény, hogy a rajtuk megjelenített információk alapján a tárgy egyértelműen reprodukálható legyen. Ehhez, mint már korábban is említettük szükséges, de nem elégséges feltétel, a műszaki rajz szabványokban rögzített szabályainak ismerete. Képesnek kell lennünk a tárgy képzeletbeli, háromdimenziós látására is. Ez a „látóképesség” szakmától függetlenül minden emberi konstrukciós tevékenység velejárója kell, hogy legyen.

Azokat az elveket és módszereket, amelyekkel egyértelműen tudunk térbeli testeket síkban ábrázolni az ábrázoló geometria tudománya dolgozta ki. A következőkben megismerkedünk e tudományág alapfogalmaival és alapvető műveleteivel.

2.1. Térelemek

A **pont** kiterjedés nélküli térelem. Az **egyenes**nek egy kiterjedése van, végtelen hosszú és két pont egyértelműen meghatározza. A **síknak** két kiterjedése van (hosszúság, szélesség) és végtelenség tekintjük.

A térelemeket az alábbiak szerint jelöljük:

- A pontokat az ábécé nagybetűivel: A, B, C, ... vagy arab számjegyekkel: 0, 1, 2, ...;
- Az egyeneseket kisbetűkkel: a, b, c, ...;
- A síkokat pedig: \underline{A} ; \underline{B} ; \underline{C} ; ... jelekkel.

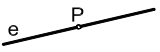


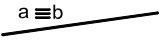
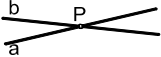
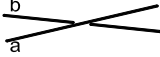
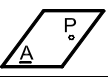


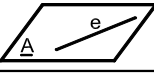
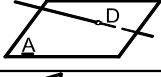

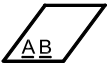
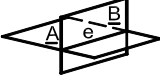

A képsíkok azonosítására a K betűt használjuk. Több képsík esetén a megkülönböztetés: K_1 , K_2 , K_3 , ... stb. jelöléssel történik.

A térelemek kölcsönös helyzete háromféle lehet:

- Illeszkedő
- Metsző
- Kitérő

Ezeket a viszonylagos helyzeteket a 2.1. táblázat szemlélteti.

2.1. táblázat. Térelemek kölcsönös helyzete

| Térelemek megnevezése | Illeszkedő | Metsző | Kitérő |
|-----------------------|---|---|--|
| Pont-egyenes |  |  |  |
| Egyenes-egyenes |  |  |  |
| Pont-sík |  |  |  |
| Egyenes-sík |  |  |  |
| Sík-sík |  |  |  |

2.2. Látás és ábrázolás

Az ember környezetéről több érzékszervének közvetítésével vesz tudomást. A nyert érzékletek sajátos módon integrálódva alakítják ki a bennünket körülvevő tér képzetét. A környező valóság megítéléséhez a legmértékadóbb információt a látás szolgáltatja. A látás legfontosabb teljesítménye az, hogy információnk van a valóság téri rendjéről, a tárgyak téri formai tulajdonságairól, és egymáshoz képesti téri viszonyairól is, annak ellenére, hogy a szemnek, mint látószervnek csak egy síkbeli kétdimenziós felületi kép áll rendelkezésére. Az optikai kép egy felületen, a retinán alakul ki. Ez a berendezkedés jelezni tudja az irányt, melyből a fényhullámok érkeznak, de nem képes minden további nélkül jelezni a tárgyak távolságát a szemtől, ill. egymástól. A harmadik dimenzió érzékelése a retinakép itt nem részletezett jellemzőiből közvetve valósul meg.

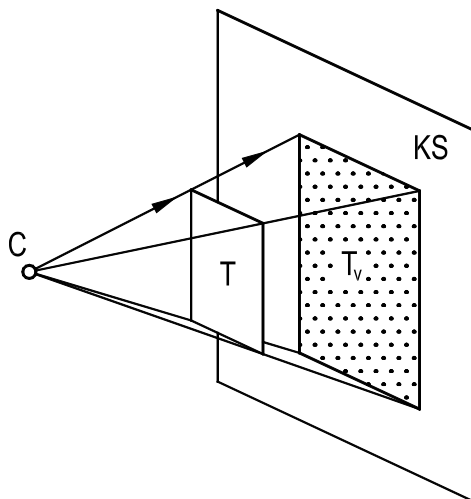
A térbeliség érzékelése az egészséges ember számára természetes. Egyrészt velünk született, másrészt tanult információ feldolgozó mechanizmusok integrálódásaként jön létre.

A mesterséges képalkotás, más néven ábrázolás, csak az emberre jellemző tudatos cselekvés. A téri helyzeteket és térbeli tárgyakat valamilyen módon síkban kell megjeleníteni. Az ábrázolástól megköveteljük, hogy olyan képet adjon, mely egyértelmű információt nyújt a térelemekből felépített tárgyak geometriai tulajdonságairól, méreteiről stb.

2.3. Vetítési módok

A térbeli alakzatok ábrázolása vetítéssel történik, vagyis **vetítő sugarakkal** (egyenesekkel) hozzuk létre az adott tárgy **vetületét**.

A vetületi képet egy síkra vetítjük. Ezt a síkot általában felfogósíknak, konkrét esetben pedig képsíknak nevezzük. A tárgy képét a vetítőegyenesek és az adott képsík metsződése adja (2.1. ábra).



2.1. ábra

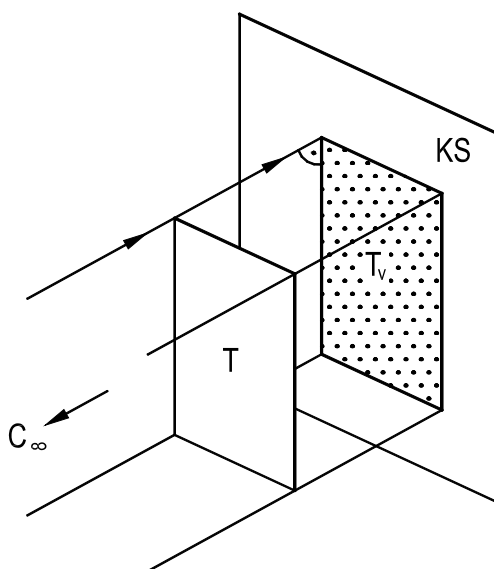
A vetületképzés elemei tehát: a tárgy, amelyet ábrázolni akarunk; a képsík, amelyen ábrázolni akarunk és a vetítő sugar, amellyel a tárgy elemeit (pont, egyenes, ...) a képsíkra vetítjük.

Abban az esetben, ha a vetítési középpont a végesben helyezkedik el, s ebből a pontból húzott vetítőegyenesekkel hozzuk létre a tárgy vetületét, akkor **centrális vetítésről** beszélünk (2.1. ábra).

Ez a vetítési mód nem alkalmas a tárgy valódi nagyságának érzékeltetésére, mert a felfogósík és a tárgy távolságától függ a kép nagysága.

A vetítési középpontot a végtelenbe képzelve a vetítőegyenesek párhuzamosak lesznek, ezért **párhuzamos vetítésről** beszélhetünk.

A műszaki gyakorlatban egymással párhuzamos és egyben a képsíkra merőleges vetítőegyeneseket használunk (2.2. ábra). Ezt a vetítési módot **merőleges vetítésnek** nevezzük. A merőleges vetítés eredményeként a tárgy és a képsík megfelelő elhelyezésével biztosítható a mérethelyes vetület előállítás.



2.2. ábra

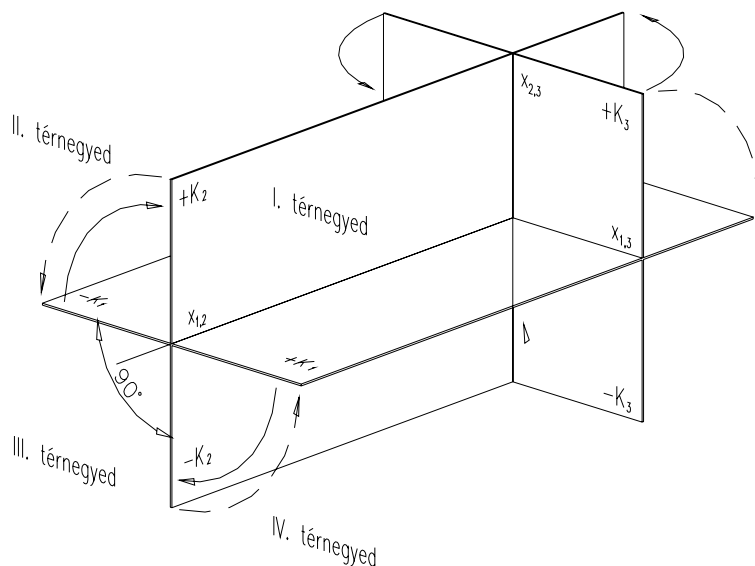
2.4. Térelemek ábrázolása képsíkokon

Egy vetület alapján nem dönthető el a térelemek helyzete és egymáshoz való viszonya a térben. Egyértelműbb képet kaphatunk, ha újabb képsíkot vezetünk be, két képsíkon elemezzük a kívánt jellemzőket.

A két képsíkos ábrázolás kidolgozása G. Monge francia tudós nevéhez fűződik, ezért Monge-féle ábrázolásnak is nevezzük.

A K_1 és K_2 képsík speciális helyzetben, egymásra merőlegesen helyezkedik el. Felvehetünk további K_3 képsíkot is, amely a K_1 és a K_2 képsíkokra egyaránt merőleges (2.3. ábra). A K_1 – első képsík vízszintes, a K_2 – második és K_3 – harmadik képsík pedig függőlegesen helyezkedik el.

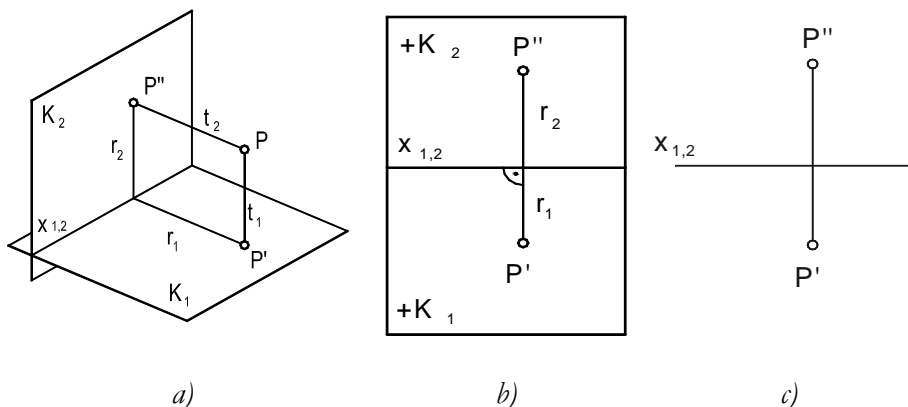
A három képsík a teret térnegyedekre osztja. A képsíkok metszésvonalai a képsíktengelyek ($x_{1,2}$, $x_{1,3}$, ...). Ezek az egyenesek a síkokat két-két félsíkra osztják, amelyeknek az ábra szerinti előjelet tulajdonítjuk. Az ábrázolás síkját úgy állítjuk elő, hogy egy pozitív és egy negatív félsíkot egyesítünk. A három képsík rajzsíkká való egyesítése a folyamatos ill. a szaggatott nyilak irányában történhet.



2.3. ábra

2.4.1. A pont ábrázolása

Egy első térnegyedben levő P pont ábrázolását mutatja a 2.4. ábra. A pont első képsíkra vetített képe P' (P vessző), első képsíktól mért távolsága pedig a t_1 . A K_2 -n keletkezett vetület a P'' (P két vessző) a pont K_2 -től mért távolsága pedig a t_2 . A képek távolságát az $x_{1,2}$ tengelytől rendezőknek nevezzük, amelyek a paralelogramma szabály szerint megegyeznek a P pont képsíktól mért távolságával. Az első rendező a rajzon tehát r_1 ($r_1=t_2$,



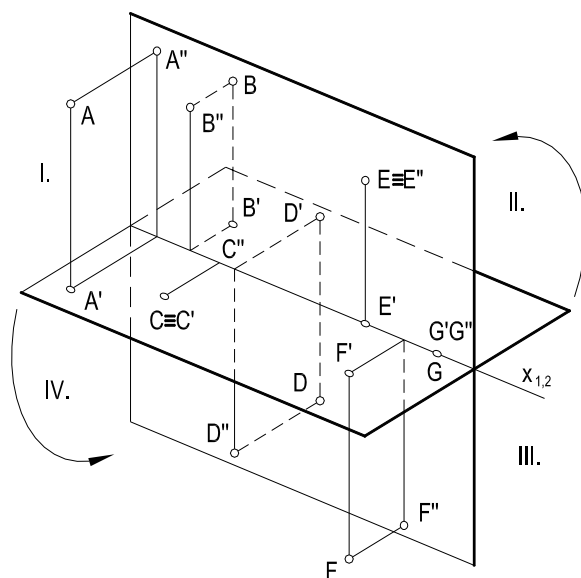
2.4. ábra

vagyis egyenlő a \mathbf{P} pont K_2 -től mért távolságával), a második rendező pedig r_2 (egyenlő a \mathbf{P} pont K_1 -től mért távolságával, vagyis $r_2=t_1$).

A 2.4. *a)* térhatású ábrán láthatjuk a pont ábrázolását. Megjegyezzük, hogy a műszaki gyakorlatban ilyen ábrákat csak a könnyebb megértés miatt mutatunk be. Az ábra *b)* részén már az egymásba forgatott képsíkokat látjuk úgy, hogy a síkok érzékeltetésére (bár azokat végtelennek tekintjük), a körvonalukat és a képsíktengelyt megrajzoltuk.

A *c)* ábrán már csak a képsíktengelyt és a rendezőket látjuk, a \mathbf{P} pont vetületeivel. Az eddigiekből nyilvánvaló, hogy a pont két képének rendezői egy egyenest jelentenek, vagyis a pont két képének egy, a képsíktengelyre merőleges egyenesen, egy rendezőn kell lennie.

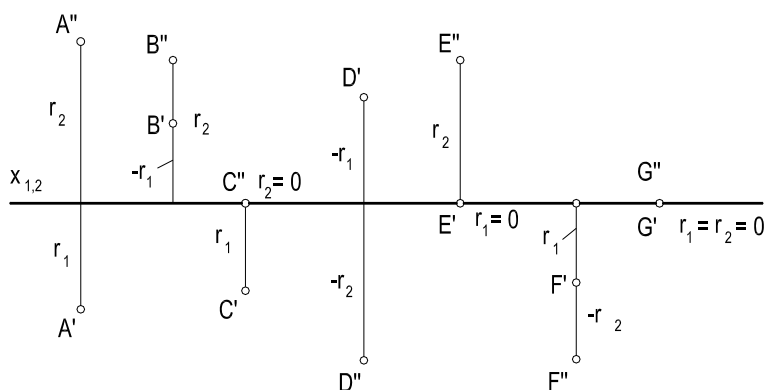
Miután a félképsíkoknak előjelet tulajdonítottunk, a rendezőket is értelmezhetjük előjellel, amely a képsíkokhoz (illetve a rajzon az x_{12} tengelyhez) viszonyított elhelyezkedésre jellemző. A különböző térnegyedekben levő pontok rendezőinek előjelei a 2.5. ábrán egyértelműen láthatók.



2.5. ábra

A – I. térnegyedben levő pont,
B – II. térnegyedben levő pont,
C – első képsíkban levő pont,
D – III. térnegyedben levő pont,

E – második képsíkban levő pont,
F – IV. térnegyedben levő pont,
G – x_{12} –n (K_1 és K_2 képsíkban) levő pont.



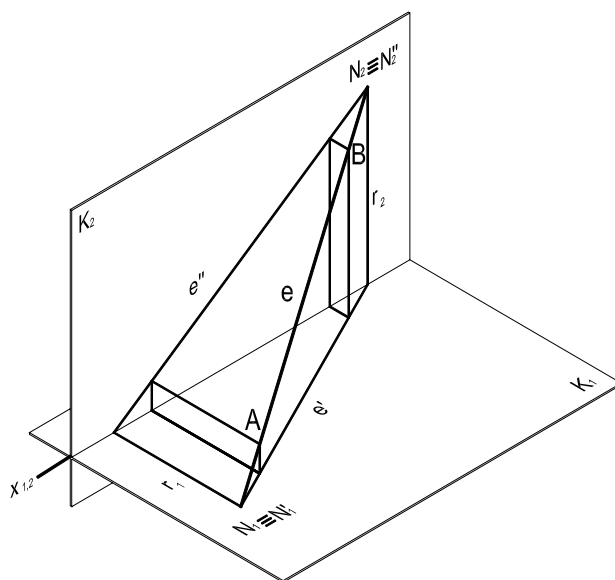
2.6. ábra

Ezeknek az előjeleknek a gyakorlatban nincs sok jelentőségük, mivel a műszaki rajzokon az ábrázolni kívánt pontokat mindig az első térnegyedbe képzeljük.

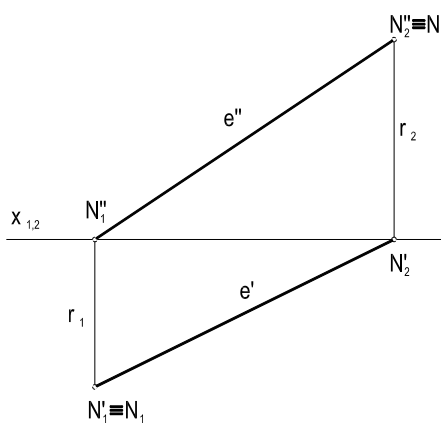
2.4.2. Az egyenes ábrázolása

Az egyenest az ábrázoló geometriában végtelen kiterjedésűnek tekintjük és ezt az ábrázolásnál is figyelembe kell vennünk. A gyakorlatban a végtelen hosszú egyenes egy darabjának, az egyenes szakasznak az ábrázolását kell megoldanunk. Az egyenes szakaszt két végpontjával szemléltetjük. (Ha a szakaszt a végpontjain túl meghosszabbítjuk, a végtelen egyeneshez jutunk.)

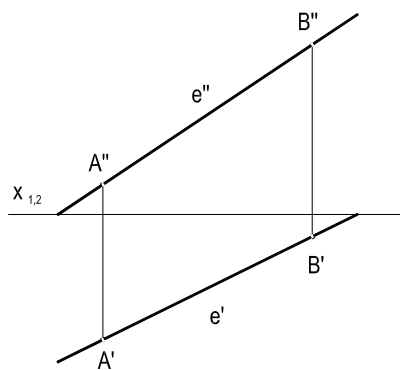
A képsíkokhoz képest általános helyzetű egyenesek ábrázolását szemlélteti a 2.7. és 2.8. ábra. A vetületek rajzolásához felvettük az **A** és **B** pontokat, illetve bejelöltük az egyenesek képsíkokkal közös pontjait: \mathbf{N}_1 és \mathbf{N}_2 . Ezeket a pontokat nyompontoknak nevezzük. Az egyenesek \mathbf{e}' és \mathbf{e}'' vetületei ezen pontok segítségével megrajzolhatók (2.7. *b*), *c*) és 2.8. *b*), *c*) ábra).



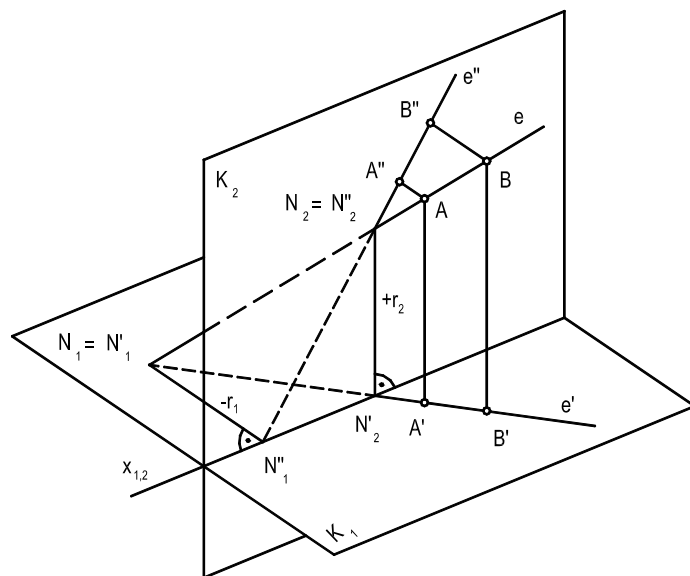
2.7. a) ábra



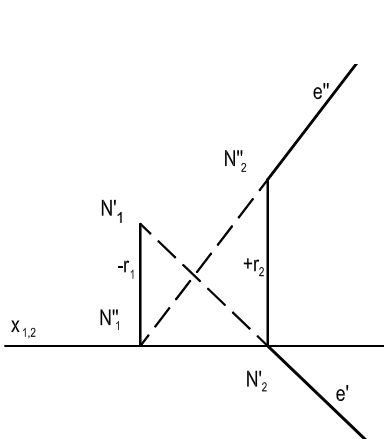
2.7. b) ábra



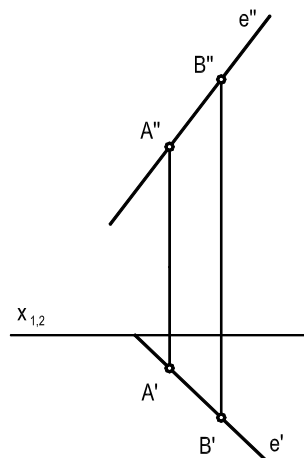
2.7. c) ábra



2.8. a) ábra



2.8. b) ábra



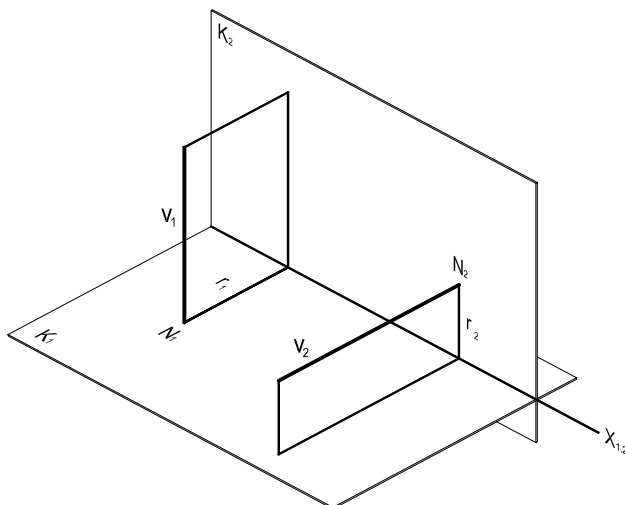
2.8. c) ábra

Az egyenesek a képsíkrendszerhez viszonyítva különleges helyzetűek (merőleges, párhuzamos) is lehetnek.

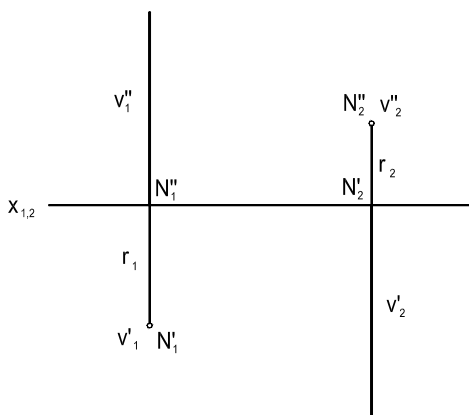
Ha az egyenes valamelyik képsíkra merőleges, akkor **vetítőegyenes**-nek nevezzük (2.9. ábra). Az első képsíkra merőleges egyenes neve első

(v_1), a második képsíkra merőleges egyenes neve pedig második (v_2) vetítő-egyenes.

A vetítőegyenesek egyik vetülete mindig egy pontnak látszik (2.9. *b*) és 2.10. ábra)

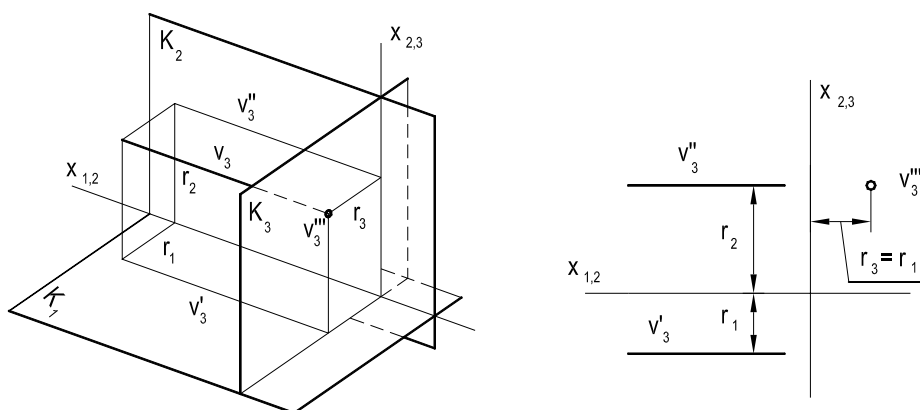


2.9. *a*) ábra



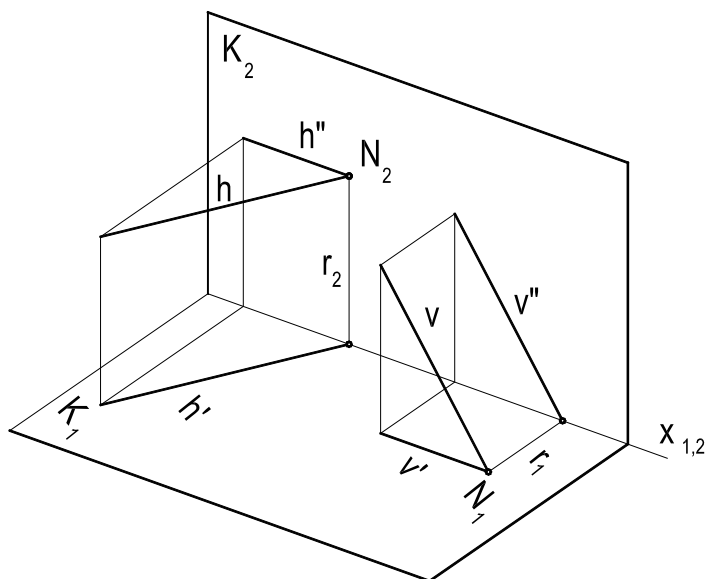
2.9. *b*) ábra

A 2.10. ábrán látható harmadik vetítőegyenes, amely a K_3 -ra merőleges, párhuzamos a K_1 és K_2 képsíkkal is.

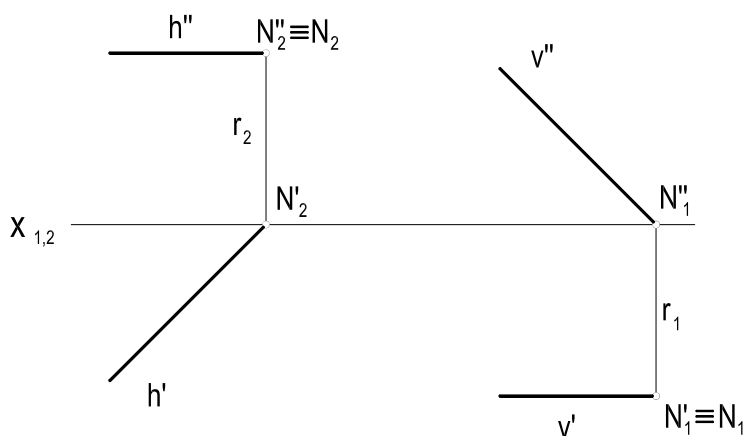


2.10. ábra

Főegyenesről beszélünk, ha egy egyenes valamely képsíkkal párhuzamos, a másik képsíkhöz viszonyítva pedig általános helyzetű (2.11. ábra).



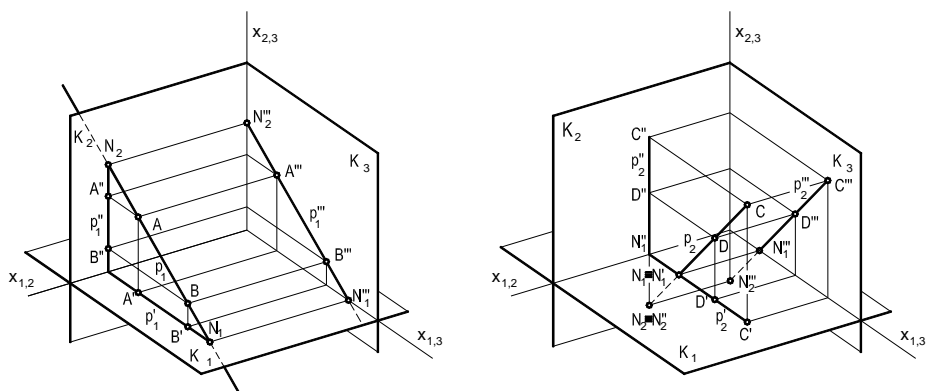
2.11. a) ábra



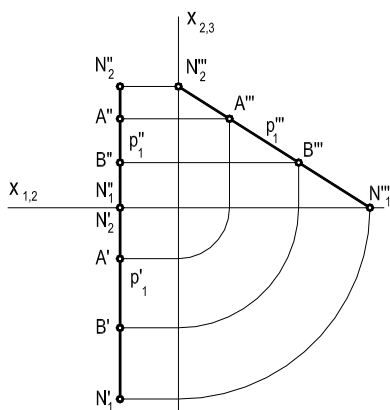
2.11. b) ábra

Az első képsíkkal párhuzamos egyenest **első főegyenesnek (h)** vagy **horizontálisnak**, a második képsíkkal párhuzamos egyenest pedig **második főegyenesnek (v)** vagy **vertikálisnak** nevezzük.

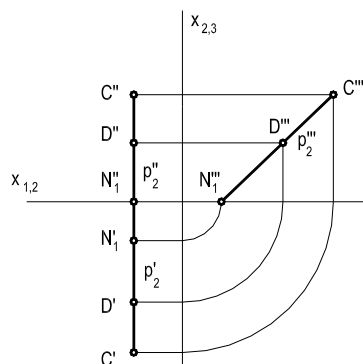
Profilegyenesnek nevezzük azt a speciális egyenest, amely két képsíkra merőleges síkban, ún. profilsíkban helyezkedik el. Az egyenes helyzetének meghatározásához ilyenkor vagy két pontjának megadására, vagy a harmadik vetületére van szükség. A 2.12. a) ábrán látható két profilegyenes. A p_1 egyenest **dőlt** helyzetű, míg a p_2 egyenest **feszített** helyzetű profilegyenesnek is szokás nevezni. Az egyenesek első és második vetülete értelemszerűen egybeesik, így a két kép egyértelműen nem határozza meg az egyeneseket. Az ismert két pontjokkal (A és B, illetve C és D) ugyan egyértelműen meghatározhatók a profilegyenesek, de az ábrázolást a harmadik képük teszi szemléletessé (2.12. b) és 2.12. c) ábra).



2.12. a) ábra



2.12. b) ábra

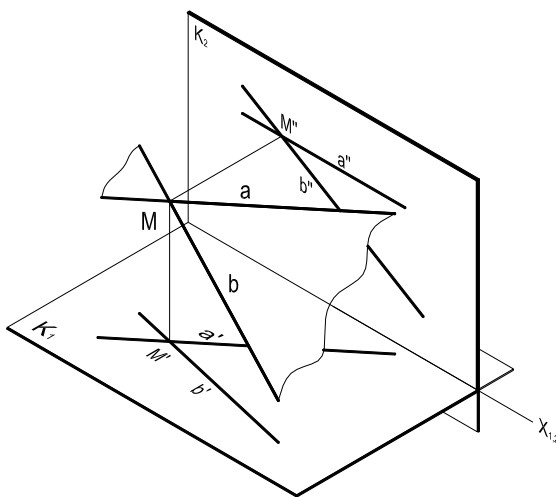


2.12. c) ábra

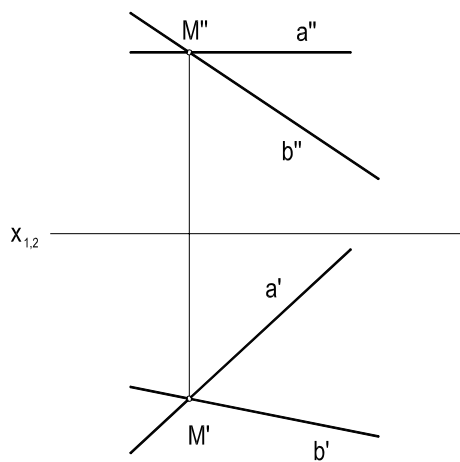
2.4.3. A sík ábrázolása

A sík térelemekkel határozható meg:

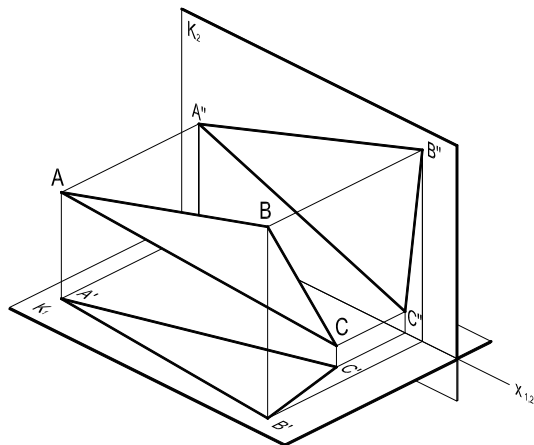
- Két egymást metsző egyenessel (2.13. ábra)
- Három, nem egy egyenesbe eső ponttal (melyeket összekötve körülhatárolt idomot kapunk) (2.14. ábra)
- Két különleges egyenesével (nyomvonalai: n_1 , n_2) (2.15. ábra).



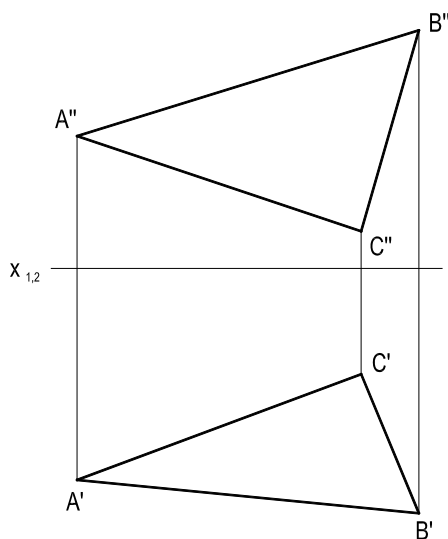
2.13. a) ábra



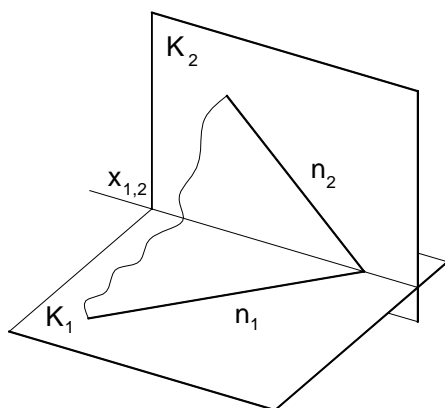
2.13. b) ábra



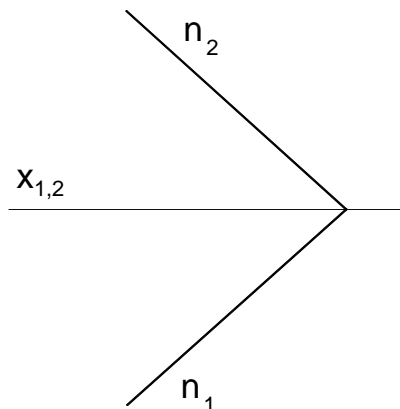
2.14. a) ábra



2.14. b) ábra



2.15. a) ábra

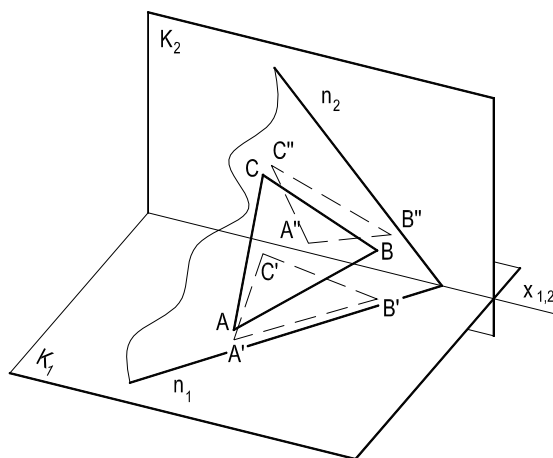


2.15. b) ábra

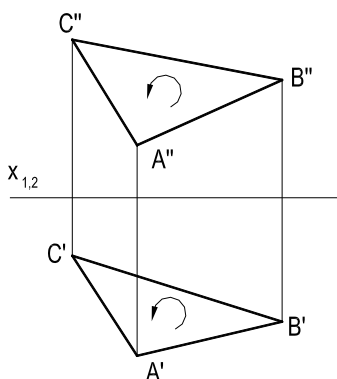
A **nyomvonalak** a sík és a képsíkok metszésvonalai. A nyomvonal egyik képe saját maga, míg másik képe az x_{12} tengelybe esik. A nyomvonalnak rendszerint nem a képeit nevezzük meg, hanem index mutatja, hogy melyik képsíkkal való metszéssel keletkezett (n_1, n_2).

A síkok a képsíkokhoz viszonyítva különböző helyzetűek lehetnek.

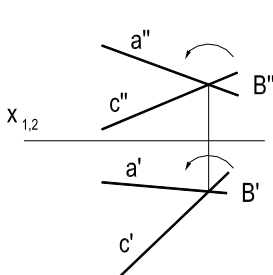
Dőlt helyzetű a sík, ha felülről (első képi vetület) és előlről (második képi vetület) nézve a síknak azonos felületét látjuk (2.16. ábra). A dőlt helyzetű sík ábrázolásánál (2.17. a), b) ábra) a betűzés „körüljárás” iránya azonos, nyomvonalai (n_1, n_2) az x_{12} tengellyel hegyesszöget zárnak be (2.17. c) ábra).



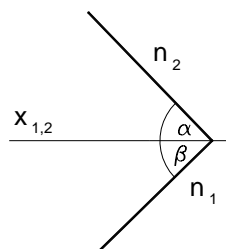
2.16. ábra



2.17. a) ábra

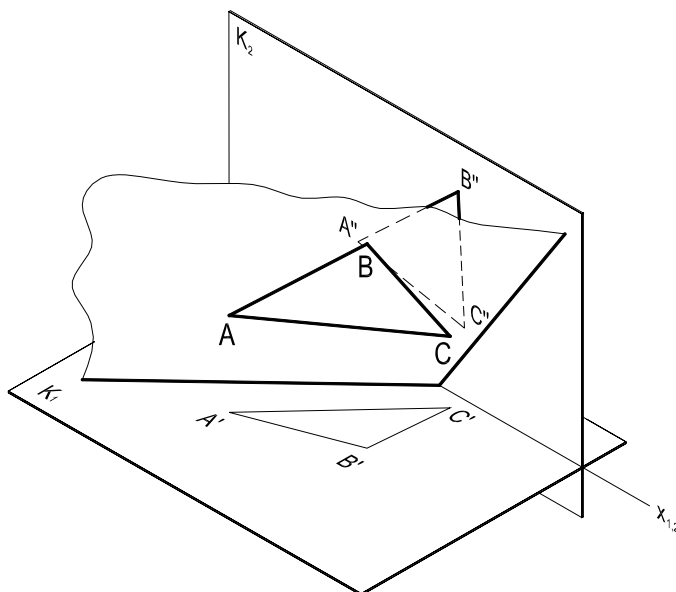


2.17. b) ábra

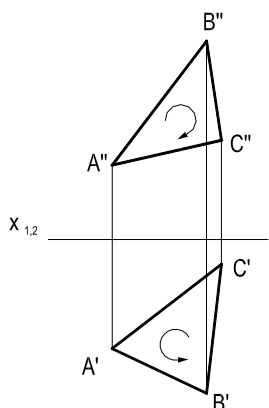


2.17. c) ábra

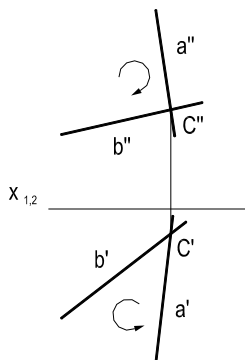
Feszített helyzetű a sík, ha felülről és előlről nézve nem ugyanazt a felületét látjuk (2.18. ábra). A feszített helyzetű sík ábrázolásánál (2.19 a), b) ábra) a körüljárás iránya ellenkező, nyomvonalai az $x_{1,2}$ tengellyel hegyes és tompa szöget (α , β) zárnak be (2.19. c) ábra).



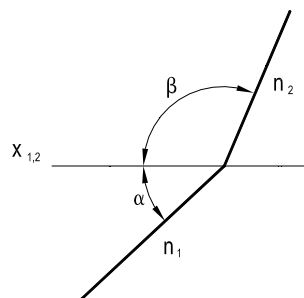
2.18. ábra



2.19. a) ábra

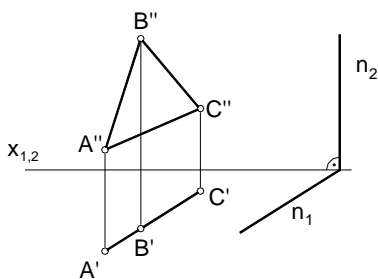


2.19. b) ábra

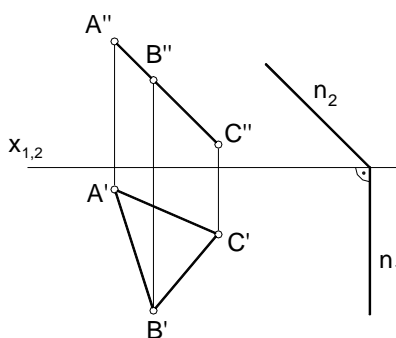


2.19. c) ábra

Vetítősíkról beszélünk, ha a sík valamelyik képsíkra merőleges. A 2.20. ábra **első vetítősík** (K_1 -re merőleges sík) a 2.21. ábra pedig **második vetítősík** (K_2 -re merőleges sík) ábrázolását mutatja.

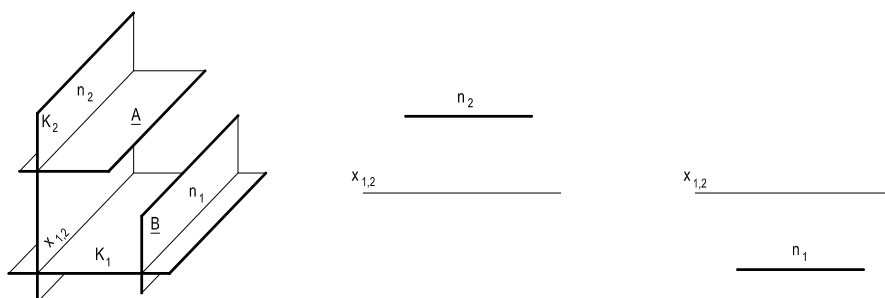


2.20. ábra



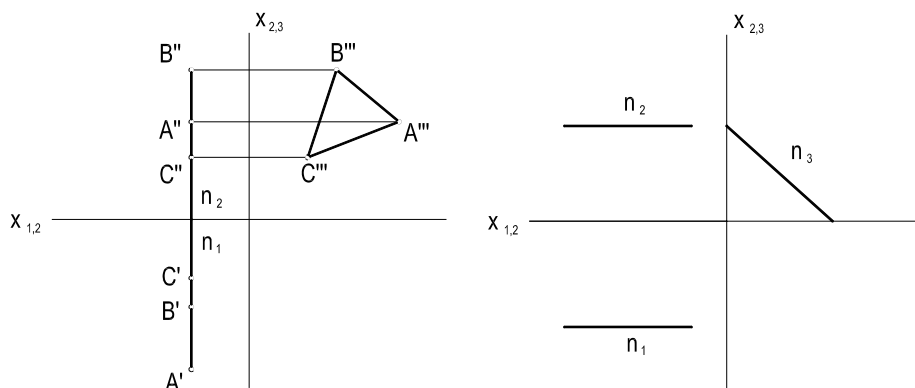
2.21. ábra

Fősíknak nevezzük a síkot, ha valamelyik képsíkkal párhuzamos (speciális vetítősík). Az első képsíkkal párhuzamos **A** első fősík, a második képsíkkal párhuzamos **B** pedig második fősík (2.22. ábra).



2.22. ábra

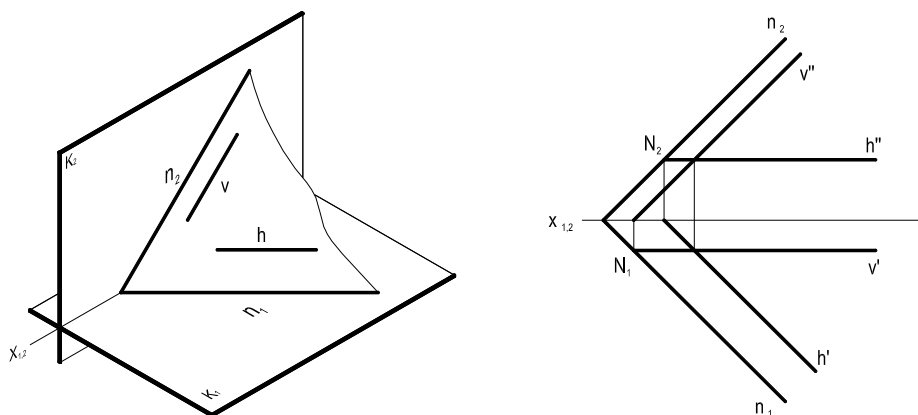
A **profilsík** két képsíkra merőleges, csak három vetületével határozható meg egyértelműen. Harmadik vetülete valódi nagyságú (2.23. ábra bal oldali kép). A 2.23. ábra jobb képe harmadik vetítősíkot ábrázol, amely párhuzamos az $x_{1,2}$ tengellyel, harmadik vetülete pedig egyenesnek (n_3 -harmadik nyomvonal) látszik.



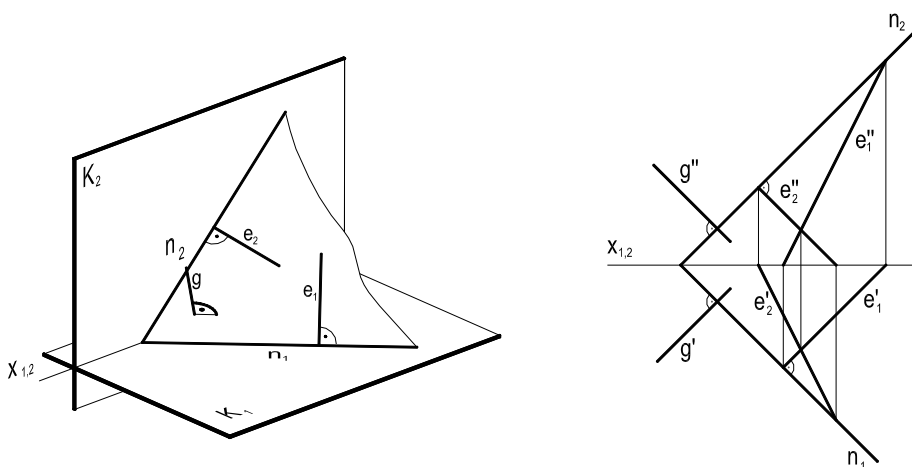
2.23. ábra

A síkok ábrázolásánál már említést tettünk a sík két különleges egyeneséről, a nyomvonalakról (n_1 , n_2). A sík nyomvonalakkal párhuzamos egyenesei a **fővonalak**. A 2.24. ábra a sík **első (h)** és **második (v)** főegenesét szemlélteti. Az **esésvonal** (e_1 – első, e_2 – második) a síknak az adott nyomvonalra merőleges egyenes, amely így az adott főegenesre is merőleges (2.25. ábra).

A sík **normálisa (g)** az adott síkra merőleges egyenes, melynek képei merőlegesek az adott főegenesre (2.25. ábra).



2.24. ábra



2.25. ábra

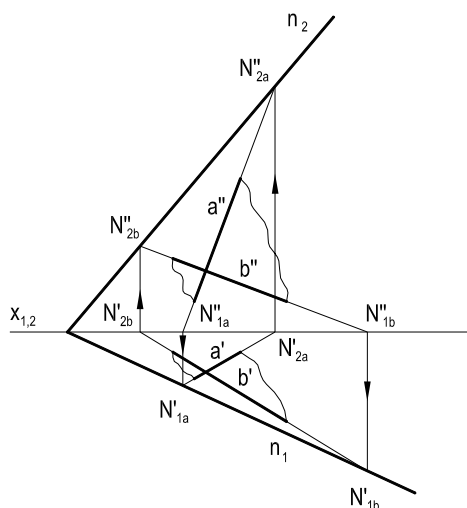
2.5. Térelemek metszése

2.5.1. Két sík metszésvonala

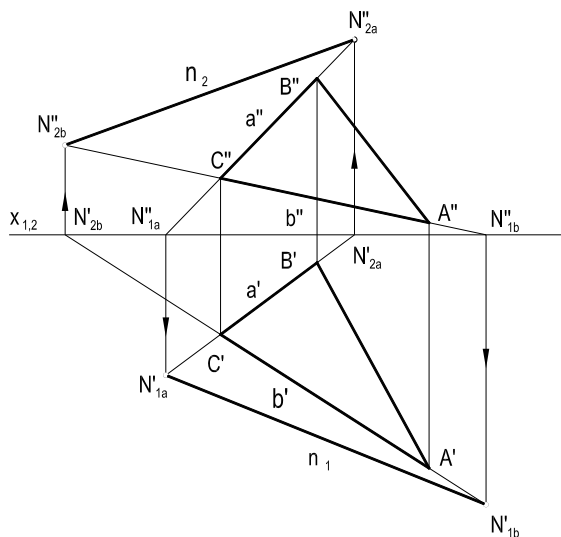
Két sík metszésvonalán a síkok közös egyenesét értjük. Sík és képsík metszésénél is metszésvonal alakul ki, amelyet nyomvonalnak nevezünk.

Nyomvonalaival ábrázolt síkokat láthatunk a 2.15., 2.16., 2.24. és 2.25. ábrákon, de megszerkesztésükről eddig nem esett szó. A 2.26. ábrán **a**, **b** tartóegyeneseivel adott sík (két egymást metsző egyenes meghatároz egy síkot), a 2.27. ábrán pedig **ABC** körülhatárolt idomként megadott sík (három, nem egy egyenesbe eső pont meghatároz egy síkot) nyomvonalainak

szerkesztése látható. Ahhoz, hogy a nyomvonalat megrajzolhassuk, legalább két pontját ismernünk kell. Esetünkben a sík két egyenesének a képsíkokkal alkotott metszéspontjait, nyompontjait kell megkeresnünk. Az **a** és **b** egyenesek nyompontjai a nyomvonalaknak is pontjai, tehát meghatározzák a keresett nyomvonalakat.



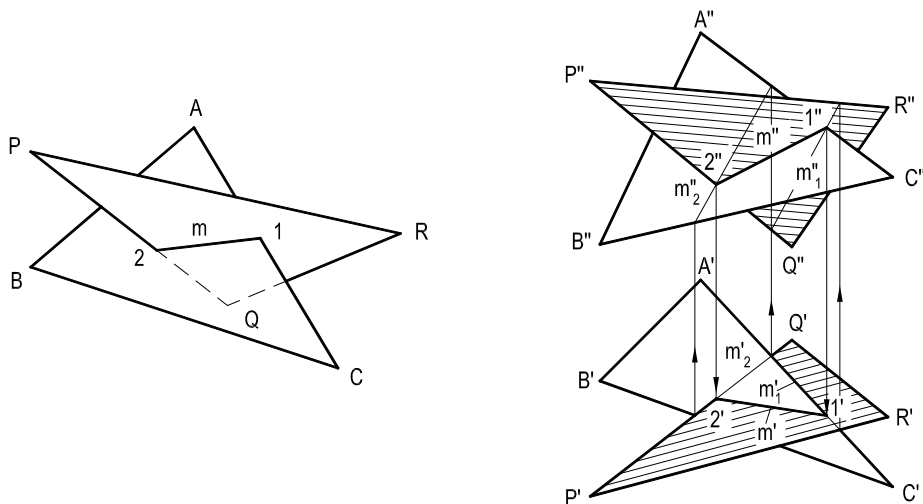
2.26. ábra



2.27. ábra

A 2.28. ábrán **ABC** dőlt, és **PQR** feszített helyzetű háromszög, a 2.29. ábrán pedig nyomvonalaival adott dőlt és feszített helyzetű sík metszésvonalának szerkesztését mutatjuk be. Itt találkozunk először azzal az ábrázolási módszerrel, ahol az $x_{1,2}$ tengelyt elhagyjuk. Ezt megtehetjük, mivel ha feltételezzük, hogy mindkét háromszög az I. ténnyedben van tulajdonképpen mindegy, hogy a háromszögek elemei mennyivel vannak a K_1 felett, illetve a K_2 előtt. Ugyanakkor vannak szerkesztések, amikor a képsíktengelyek alkalmazása megkönnyíti a szerkesztést. (A módszer tetszőlegesen választható.)

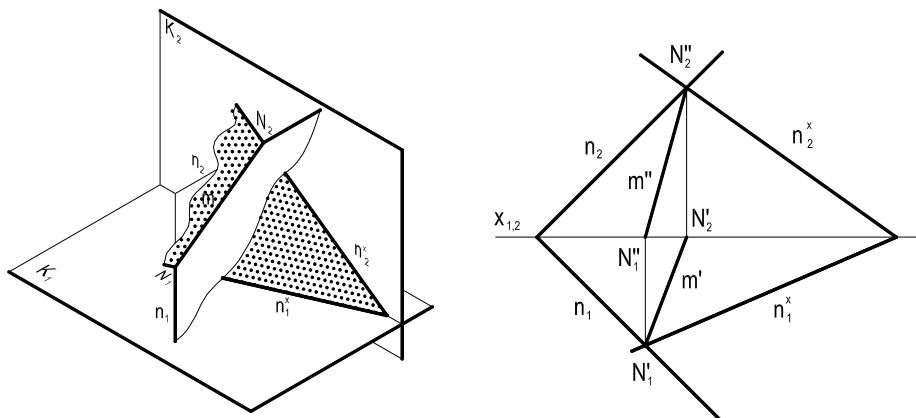
A 2.28. ábrán az ABC háromszög AC oldalán első vetítősíkot fektetünk, amely a PQR háromszöget m_1 -ben metszi. Az m_1 -nek és AC-nek közös pontja az **1**, amely közös pontja lesz a két háromszögnek is. Ezután a PQR háromszög PQ oldalán keresztül fektetünk egy újabb első vetítősíkot, amely az ABC háromszöget m_2 -ben metszi. Az m_2 és a PQ találkozási pontja a két háromszögnek egy másik közös pontja (**2**). Az **1** és **2** jelű pontok megfelelő képeinek összekötésével megkapjuk a két háromszög metszésvonalának két képét.



2.28. ábra

A 2.29. ábrán nyomvonalaival adott dőlt helyzetű síkok metszésvonalának megszerkesztését szemlélteti. Az ábrán jól látható, hogy a képsíkokon a nyomvonalak metszéspontja a metszésvonalak egy-egy pontját adja, N_1 -t

és N_2 -t. A nyompontok összetartozó képének megkeresése után (N_1'' és N_2' az $x_{1,2}$ -re esik) a metszésvonal két képét (m' , m'') megkapjuk.



2.29. ábra

2.5.2. Sík és egyenes metszéspontja (dőféspont)

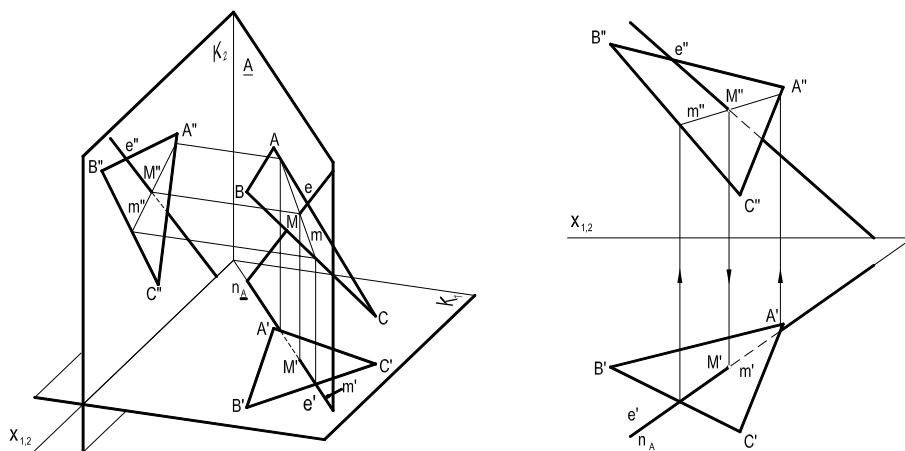
Képsík és egyenes speciális dőféspontja a **nyompont**. Metszési feladatokban gyakran szükségünk van a dőféspont megszerkesztésére általános esetben is.

A 2.30. ábrán dőlt helyzetű **ABC** háromszög és általános helyzetű **e** egyenes dőféspontjának, a 2.31. ábrán pedig egy nyomvonalával adott sík (n_1 , n_2) és általános helyzetű egyenes (**e**) dőféspontjának szerkesztése látható.

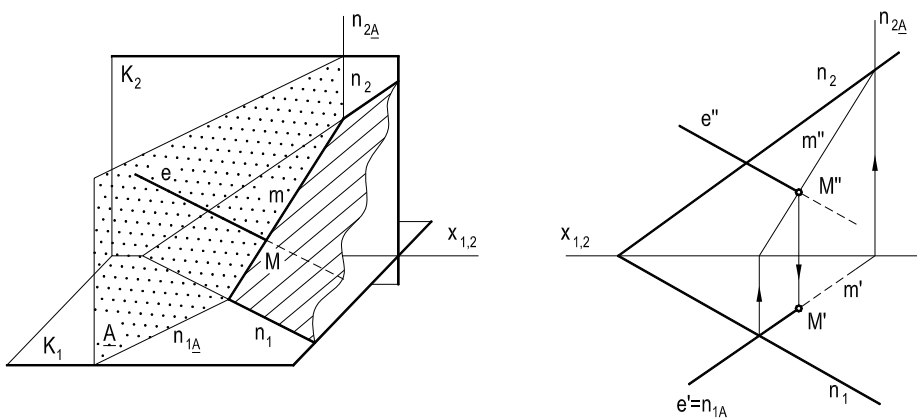
A dőféspont megszerkesztéséhez mindkét esetben első vetítősíkot vetünk fel (\underline{A}) az **e** egyenesen keresztül. Az adott sík és a vetítősík **m** vonalban metszik egymást. A metszésvonal második képe az **e** egyenesen egy pontot jelöl ki, amely az adott sík és az **e** egyenes dőféspontja (esetünkben: **M**).

A szerkesztés második vetítősík alkalmazásával is elvégezhető.

A dőféspont és metszésvonal szerkesztési feladatokban szükséges a láthatóság megrajzolása. Ha a szemlélet nem elég a láthatóság eldöntéséhez, akkor fedő térelemek segítségével végezzük a meghatározást.

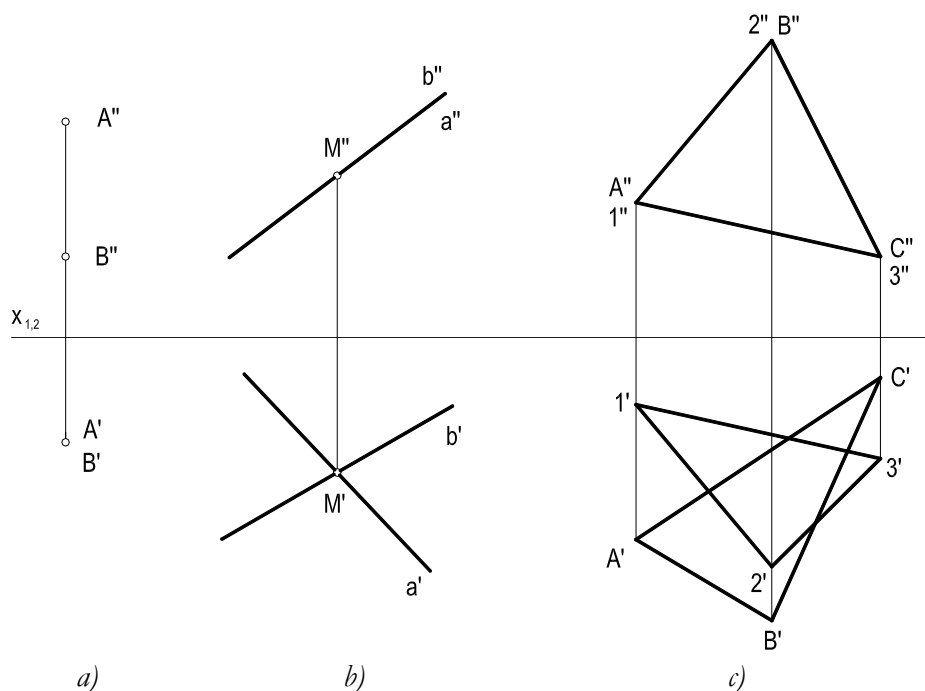


2.30. ábra



2.31. ábra

Azonos fajta térelemek fedik egymást, ha az egyik vetületükben azonosnak látszanak. A 2.32. ábra fedőpontokat, fedőegyeneseket és fedősíkokat szemléltet. Az **A** és **B** első fedőpontokról (2.32. a) ábra) könnyen belátható, hogy második képsíkbeli képük alkalmas az első képsíktól való távolság eldöntésére.



2.32. ábra

2.6. Transzformáció és forgatás

A K_1K_2 képsíkokból álló képsíkrendszer önállóan alkalmas ábrázolásra, de előfordul, hogy a rájuk merőleges K_3 képsíkra is szükség van. A három képsíkon kívül meghatározott céllal további képsíkokat is felvehetünk, amelyek különböző feladatok, távolság, szög, felület valódi nagyságának meghatározásához előnyösek.

A transzformáláshoz szükséges új képsík bevezetésénél szem előtt kell tartanunk, hogy ennek egy meglévő képsíkra merőlegesnek, a másik képsíkhöz képest pedig általános helyzetűnek kell lennie. Az új képsíkot K_4 -gyel, K_5 -tel, stb. jelöljük akkor is, ha nincs K_3 képsík, jelezve azt, hogy a $K_1K_2K_3$ képsíkrendszer egy speciális eset, amikor a képsíkok kölcsönösen merőlegesek egymásra.

A transzformációs műveletek magyarázatát és megértését a képsíktengelek megrajzolása elősegíti, ezért ezeken az ábrákon feltüntetjük azokat.

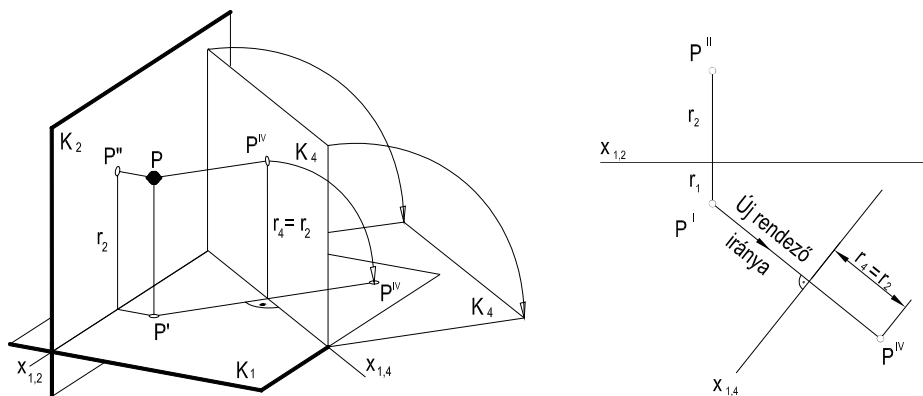
2.6.1. Pont transzformációja

Adott \mathbf{P} pont egyszeri transzformációját láthatjuk a 2.33. ábrán. Az új képsíkot (K_4) a meglevő K_1 -re merőlegesen vettük fel. Az új képsíktengely az új, K_4 és a meglevő képsíkról kapja a jelzését, példánkban x_{14} .

A képsíkok egyesítése úgy történik, hogy a K_4 síkot a K_1 síkjába forgatjuk. A beforgatás irányát jelöltük.

A térhatású ábrán megfigyelhető, hogy a negyedik képsíkon levő rendező azonos a nem határos képsíkon (K_2) levő rendezővel.

Szemlélet alapján levonhatjuk az általános következtetést: a \mathbf{P} pont negyedik képét (\mathbf{P}^{IV}) úgy kapjuk meg, hogy az új képsíktengelyre merőleges rendezőre az x_{14} tengelytől felmérjük az elmaradó kép, \mathbf{P}'' rendezőjét, r_2 -t. A kapott \mathbf{P}^{IV} a \mathbf{P} pont transzformált képe.



2.33. ábra

A transzformáció a térmértani problémák síkmértani feladatra való visszavezetésének egyik módszere. Az új képsíkok bevezetésével a térelemekről céljainknak megfelelő új képeket úgy tudunk előállítani, hogy a térbeli alakzat helyzetén nem változtatunk.

2.6.2. Szakasz transzformációja

Szakasz transzformációjával célunk lehet a valódi nagyság, valamely képsíkkal bezárt szög és a pontban látszó kép megszerkesztése. A feladatot minden esetben két pont transzformációjával oldhatjuk meg.

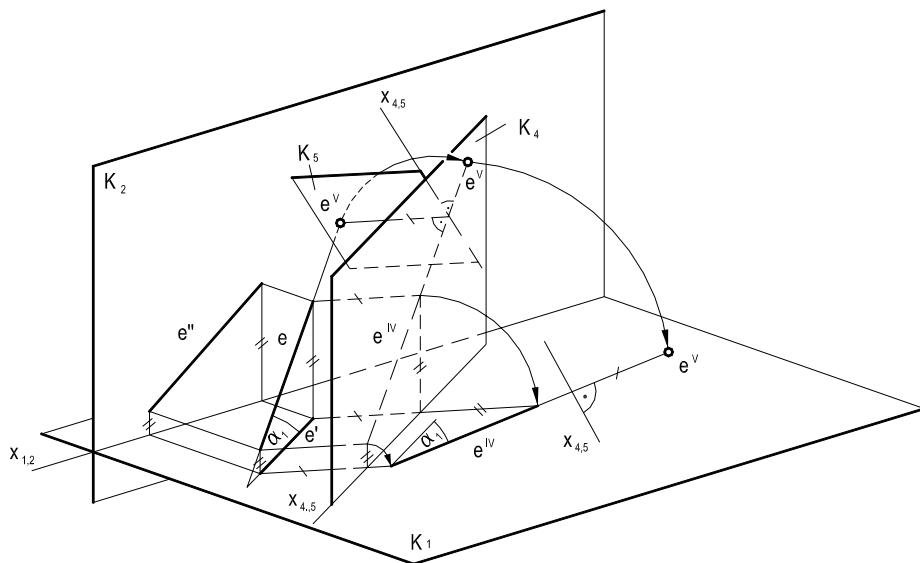
A 2.34. és 2.35. ábra adott e szakasz valódi nagyságának, első képsíkkal bezárt szögének és pontban látszó képének szerkesztését mutatja.

A szakasz transzformációját nem végezhetjük tetszőlegesen felvett képsíkra, hiszen célul tűztük ki a valódi nagyság megszerkesztését. Mivel a szakasz képe a vele párhuzamos síkon egyenlő a valódi hosszával, ezért a K_4 képsíkot (az x_{14} tengelyt) az e' -vel párhuzamosan vettük fel.

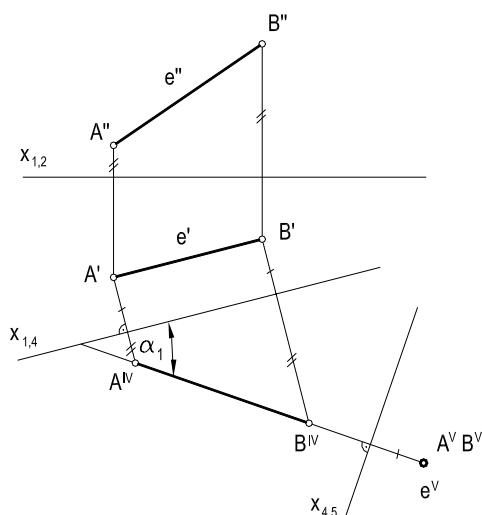
Így $A^{IV}B^{IV}$ a szakasz valódi nagysága lesz. Ugyanazon a képen a szakasz első képsíkkal bezárt szöge, α_1 is valódi nagyságú.

A szakasz pontban látszódo képének meghatározásához új, ötödik képsíkot kell felvennünk. K_5 -t a K_4 képsíkra, és célunknak megfelelően a szakasz negyedik képsíkbeli képére is merőlegesen vesszük fel (x_{45} merőleges $A^{IV}B^{IV}$ -re). Ekkor az egyenes e^V képe pontban látszik. (Ez nyilvánvaló abból, hogy az „elmaradó” rendezők – A' és B' x_{14} -től való távolsága – egyenlők.)

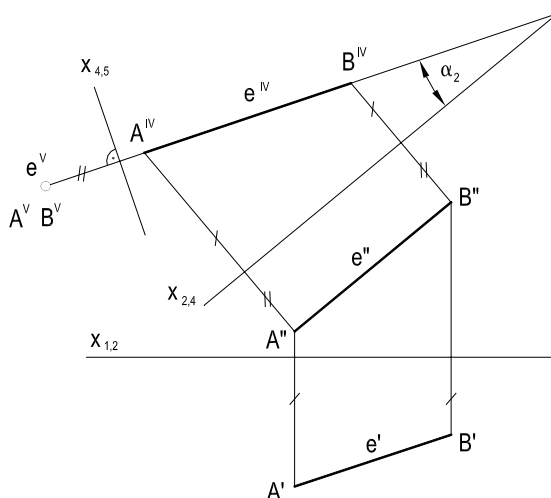
Ha az új K_4 képsíkot a K_2 -re merőlegesen, és a szakasszal párhuzamosan, majd a K_5 újabb képsíkot K_4 -re és az egyenes szakaszra is merőlegesen vesszük fel, akkor a negyedik képsíkon a szakasz valódi nagyságát, α_2 második képsíkkal bezárt szögét, az ötödik képsíkon pedig a pontban látszódo képét kapjuk (2.36. ábra).



2.34. ábra



2.35. ábra

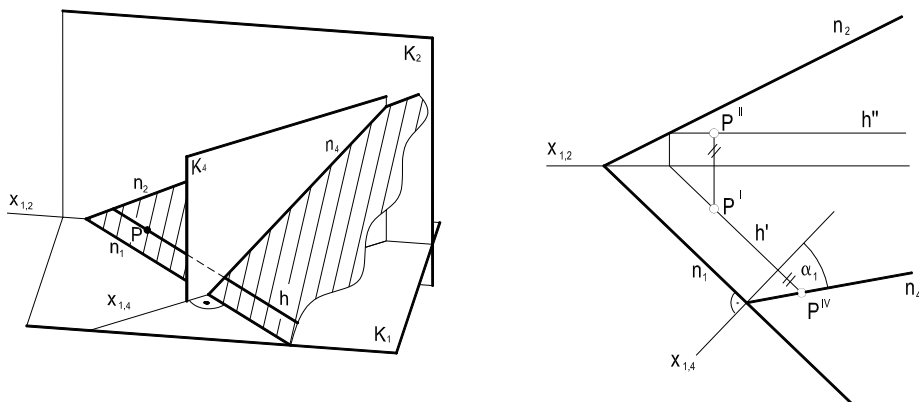


2.36. ábra

2.6.3. Sík transzformációja

Sík transzformálásával a sík élben látszódó képének, a síkon kijelölt alakzat valódi nagyságának és a sík képsíkkal bezárt szögének meghatározása lehet a célunk.

Nyomvonalaival megadott sík transzformációja azt jelenti, hogy a tetszőlegesen felvett K_4 képsíkon meg kell szerkeszteni a sík és a képsík metszévonalát (2.37. ábra). Az ábrán látható, hogy az új képsíkot, K_4 -et az adott síkra és az első képsíkra merőlegesen vettük fel ($x_{1,4}$ merőleges n_1 -re). A negyedik nyomvonal(n_4) a két sík metszévonalára. Megszerkesztéséhez az első nyomvonal és az $x_{1,4}$ tengely metszéspontját, illetve az adott sík egyik tetszőleges (P) pontját használtuk fel. (A P pontot egy első fővonal segítségével illesztettük a síkra.)



2.37. ábra

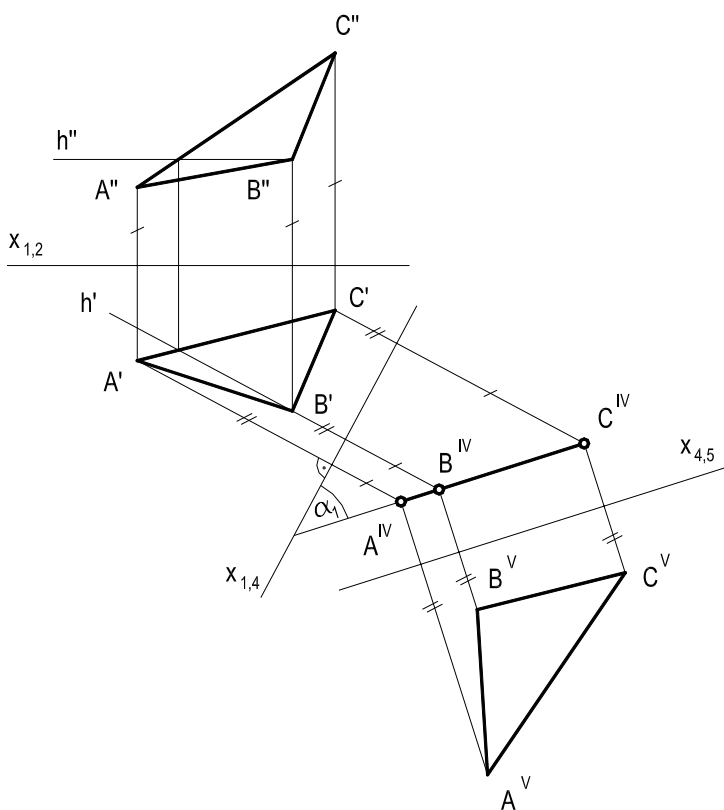
A 2.38. ábrán egy, a képsíkhöz képest általános helyzetű háromszög valódi nagyságának megszerkesztését mutatjuk be. Kiindulásként adott a háromszög első ($A'B'C'$) képsíkbeli képe.

A feladatot transzformációval, két lépésben oldhatjuk meg. Az első lépésben azt akarjuk, hogy a transzformációs művelet után a háromszög csúcspontjait egy egyenesen lássuk, ekkor ugyanis a háromszög síkja a negyedik vetítősík. Ezt úgy érhetjük el, hogy a háromszög síkjára merőleges síkra transzformáljuk az A, B, C pontokat. Ehhez tudnunk kell, hogy a háromszög síkjára merőleges sík, a háromszög síkjában levő bármely egyenesre is merőleges. Az ábrán látható, hogy mi a sík B pontján átmenő első főegyenest választottuk erre a célra. A K_4 -et a háromszög síkjára merőlegesen felvéve, az $x_{1,4}$ merőleges lesz az első főegyenest, h első képsíkbeli képére, h' -re. Megszerkesztve az A^{IV}, B^{IV}, C^{IV} pontokat (elmaradó rendező elv) látható, hogy ezek egy egyenesbe esnek.

A következő lépésben olyan K_5 síkot veszünk fel, amely a háromszög síkjával párhuzamos, így a háromszöget arra vetítve, annak valódi nagyságát látjuk ($A^V B^V C^V$).

Az ábrán bejelöltük a háromszög első képsíkkal bezárt szögét, α_1 -t is.

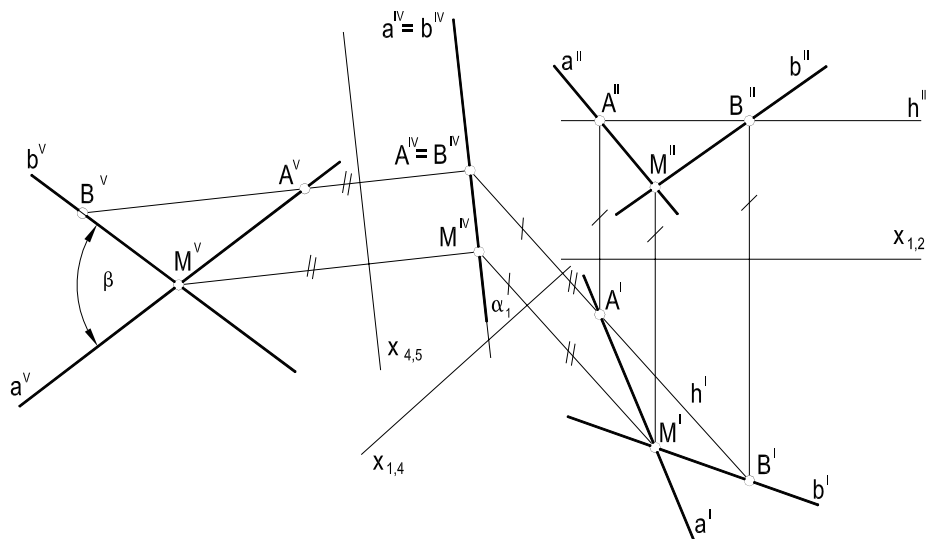
Ha második képsíkszöget (α_2) szeretnénk meghatározni, akkor az alkalmas új képsíkot (K_4) a háromszög síkjára és a második képsíkra kell merőlegesen felvenni. Ekkor az $x_{2,4}$ tengelyt a második főegyenes (\mathbf{v}) második képére merőlegesen kell felvenni, a szerkesztés többi lépését pedig az előző példa alapján végezzük el.



2.38. ábra

Tartóegyenesével adott sík kétszeres transzformációját láthatjuk a 2.39. ábrán. A szerkesztés menete megegyezik az előző feladatban ismertetett móddal. Végeredményül a sík egyenesének fedőegyenesként látható képét

$(a^{IV}=b^{IV})$, α_1 első képsíkkal bezárt szögét és a tartóegyenesek valódi hajlásszögét (β) kaptuk meg.



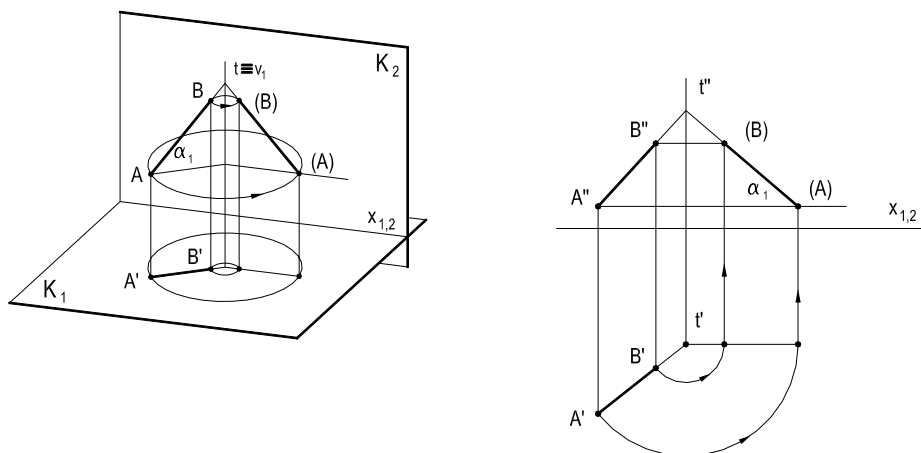
2.39. ábra

2.6.4. Egyenes forgatása

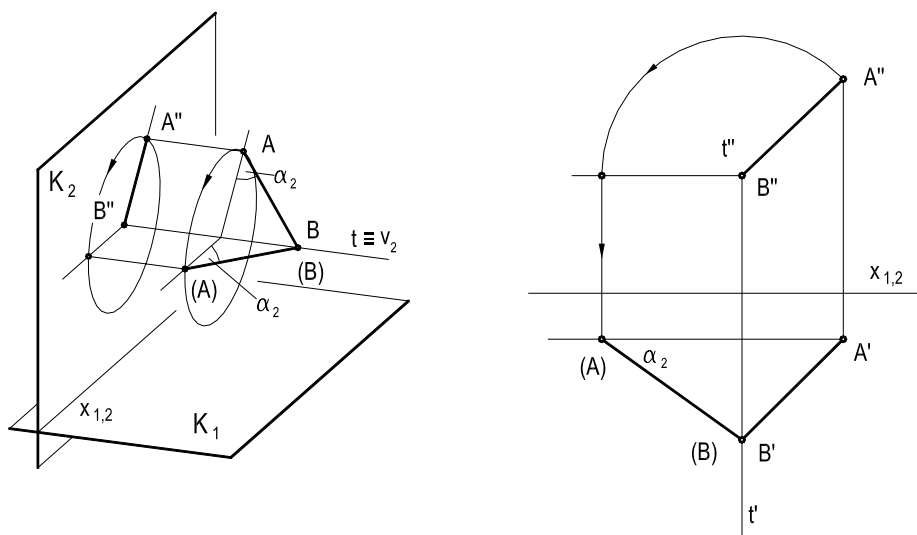
A transzformáció a térmértani problémák síkmértani feladatokra történő visszavezetésének csak egyik – nem is mindig a legegyszerűbb – módszere. A másik módszer a képsíkkal párhuzamos helyzetbe forgatás, amelyet sok esetben célszerűbben használhatunk bizonyos feladatok megoldására.

Egyenes szakasz képsíkkal párhuzamos helyzetbe forgatásához szükséges egy forgástengely, amely körül a szakasz minden pontja körpályát ír le.

A 2.40. ábrán az **AB** szakasz második képsíkkal, a 2.41. ábrán pedig az **AB** szakasz első képsíkkal párhuzamos helyzetbe forgatása látható. A forgatott helyzetbe került pontok jelölése (**A**) és (**B**). Az adott szakasz valódi nagyságát (A)(B)-t azon a képsíkon látjuk, amelyhez képest párhuzamos helyzetbe forgattuk a szakaszt. A szerkesztés során a szakasz képsíkkal bezárt szöge is kiadódik. A 2.40. ábrán AB első képsíkkal bezárt α_1 , a 2.41. ábrán pedig az AB második képsíkkal bezárt – α_2 szöge látható. Az ábrából látható az is, hogy az a pont, amelyen a forgatás tengelye átmegy, a leforgatás során helyben marad (2.41. ábra B pont).



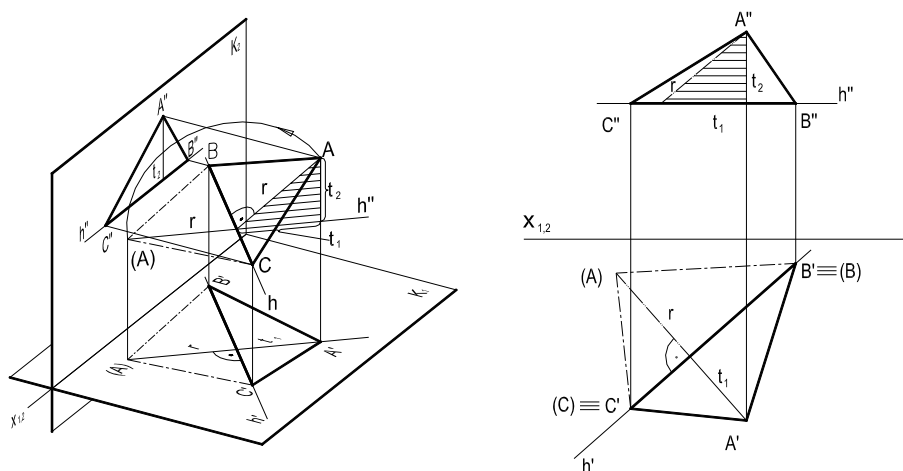
2.40. ábra



2.41. ábra

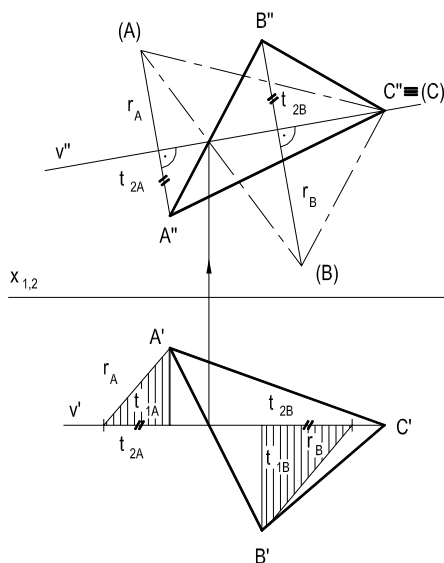
2.6.5. Sík forgatása

Adott háromszög képsíkkal párhuzamos helyzetbe forgatását a 2.42. ábrán mutatjuk be. A háromszög BC oldala párhuzamos a K_1 képsíkkal, tehát első fővonal. A forgatást e körül végezve a B és C pont helyben marad [$B'=(B)$ és $C'=(C)$], csak az **A** pont leforgatottját kell megszerkesztenünk ahhoz, hogy a háromszöget valódi nagyságban lássuk.



2.42. ábra

Az **A** pont r távolságra van a forgatás tengelyétől, h -tól, tehát r sugarú körpályán mozog. Ez a sugár egy derékszögű háromszög átfogója, melynek befogói az **A** pont távolsága a forgatás tengelyétől az első képsíkon – t_1 , a második képsíkon – t_2 . Mivel t_1 és t_2 ismert, a forgatás sugara – r , megszerkeszthető. A sugár ismeretében az **A** pont leforgatottja (**A**) is ismertté válik, tehát a háromszög valódi nagysága az első képen (**A**)(**B**)(**C**).



2.43. ábra

Olyan háromszög valódi nagyságának szerkesztését mutatja a 2.43. ábra, amely általános helyzetű és egyik oldala sem fővonal. A forgatást most a második fővonal (\mathbf{v}) körül végezzük, amely átmege a \mathbf{C} csúcsponton.

A forgatáshoz az \mathbf{A} és \mathbf{B} pont a \mathbf{v} -re merőlegesen egy-egy vetítősíkon mozog, az \mathbf{r}_A és \mathbf{r}_B az előző feladatnál ismertetett módon szerkeszthető.

2.7. Testek ábrázolása

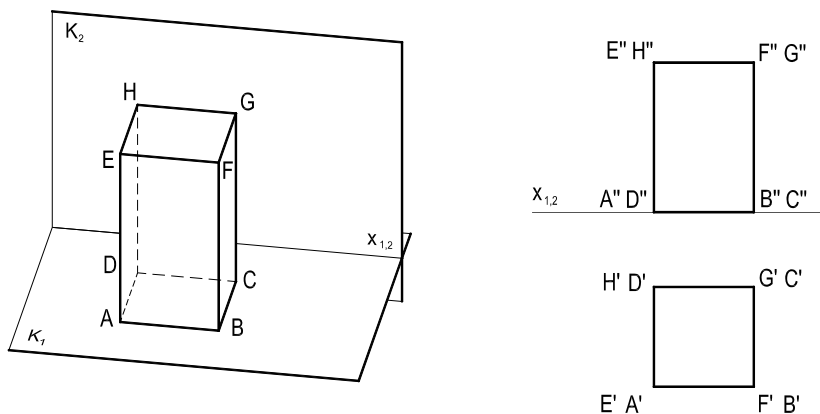
Ábrázoló geometriai ismereteinket a műszaki gyakorlatban úgy tudjuk hasznosítani, hogy az eddig megismert térelemek, a pont, az egyenes és a sík, a továbbiakban, mint a háromdimenziós testek építőelemei jelennek meg számunkra.

A géprajzi ábrázolás célja mindig valamilyen test bemutatása. Ez térhatású ábra vagy vetületek segítségével történhet. A térhatású (képés) ábrák készítését és a vetületi ábrázolást, mint a műszaki rajzok készítésének lehetséges módszereit, a későbbiekben részletesen tárgyaljuk. Ebben a pontban szeretnénk bemutatni, és az eddigi ismereteket felhasználva ábrázolni azokat az elemi geometriai testeket, amelyekből a műszaki élet és környezetünk bonyolult alakzatai felépülnek.

2.7.1. Síklapú testek

Síklapú testeknek nevezzük a térnek síklapokkal határolt részeit. A határoló síkok metszésvonalai a test élei, az élek metszéspontjai a test csúcspontjai.

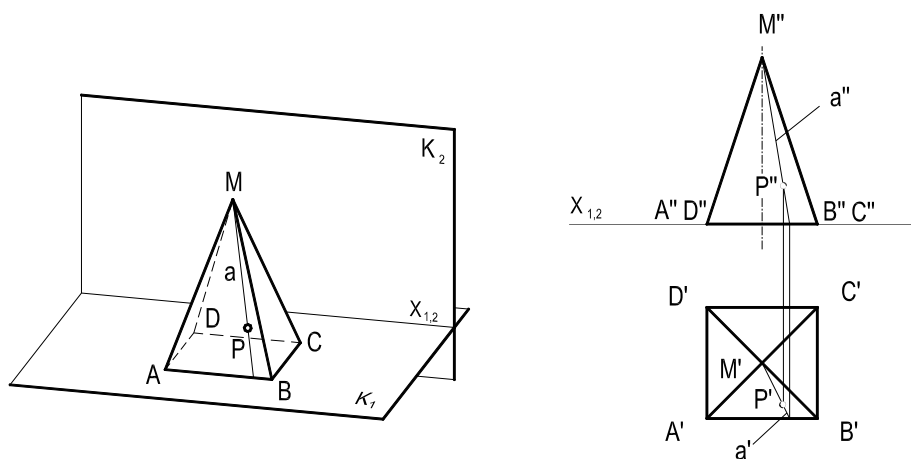
A síklapú testek két csoportjával – hasábokkal és gúlákkal – foglalkozunk; bár léteznek más síklapú testek is.



2.44. ábra

A hasáb olyan síklapú test, amelynek alapja valamilyen sokszög (szabályos vagy szabálytalan), oldalélei, fedőlapjai párhuzamosak egymással, oldallapjai pedig négyszögek (2.44. ábra).

A gúla olyan szabályos vagy szabálytalan sokszög alapú síklapú test, amelynek oldalélei egy pontban, a csúcspontban találkoznak. A gúla oldallapjai háromszögek. Ha az alap szabályos sokszög és csúcspontja (**M**) az alap középpontjára állított merőlegesen van, akkor szabályos egyenes gúláról beszélünk (2.45. ábra). A gúla felületén felvett tetszőleges **P** pont vetületei a ponton átmenő alkotó segítségével rajzolhatók meg (2.45. ábra jobb oldala).

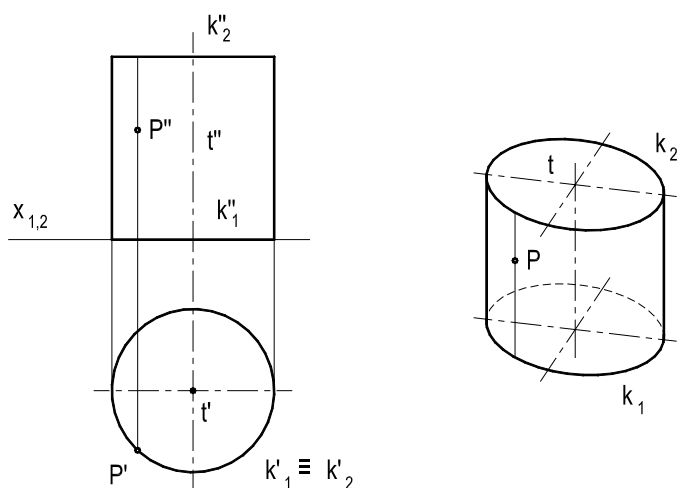


2.45. ábra

2.7.2. Görbe felületű testek

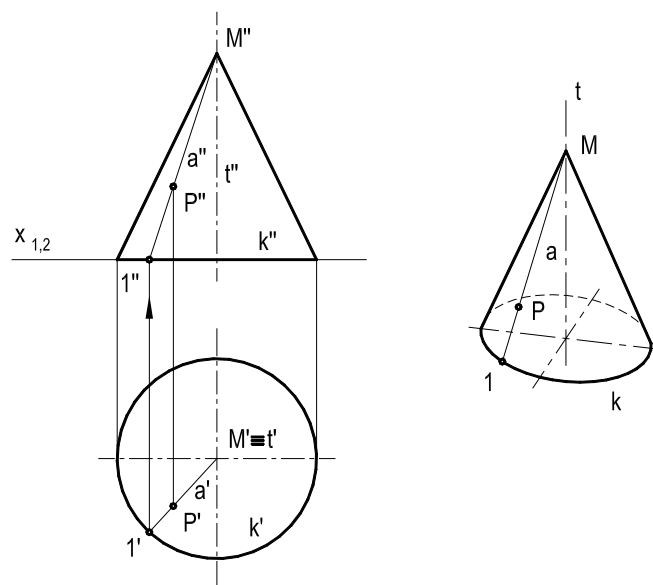
Görbe felületű test, vagy forgástest akkor keletkezik, ha egy tengely körül egy egyenest vagy egy görbe vonalat megforgatunk. Az egyenes vagy görbe vonal pontjai körpályán mozognak, ennek síkjai merőlegesek a tengelyre, párhuzamosak egymással és középpontjuk a tengelyen van.

A forgáshenger vagy körhenger úgy jön létre, hogy egy szakaszt vele párhuzamos tengely (t) körül forgatunk. A hengert leíró szakasz a henger alkotója, az alkotók párhuzamosak egymással, az alap- és fedőlapjai körök (k_1, k_2). A paláston felvett tetszőleges **P** pontot alkotóval jelölhetjük ki (2.46. ábra).



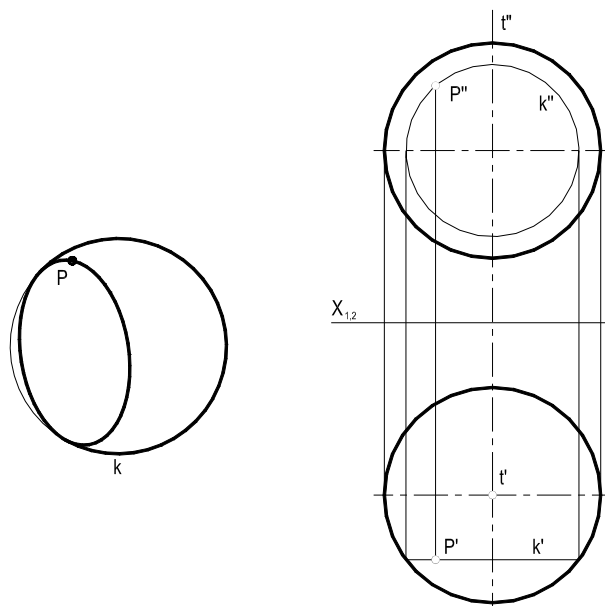
2.46. ábra

A kúp olyan forgástest, amelyet a forgástengelyt metsző egyenes tengely körüli forgatásával kapunk. Alaplapja kör, alkotói egy pontban, a kúp csúcspontjában (\mathbf{M}) metszik egymást. A kúp palástján tetszőlegesen felvett \mathbf{P} pontot a ponton átmenő alkotó megrajzolása után rendezővel lehet kijelölni (2.47. ábra).



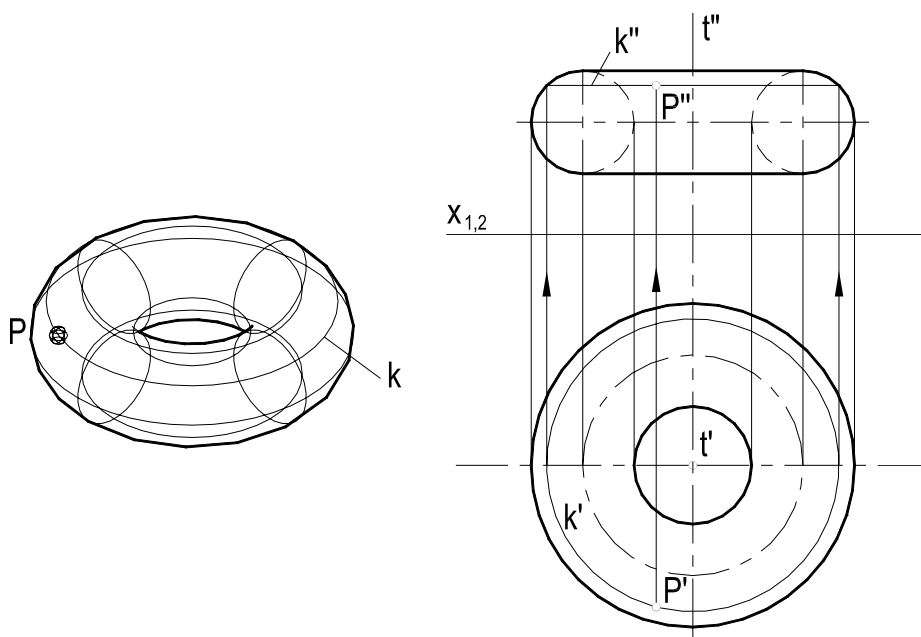
2.47. ábra

A gömböt, egy körnek a középvonala (tengelyvonala) körüli forgatásával kapjuk. A megforgatott kör középpontja egyúttal középpontja a gömbnek is, és egyenlő távolságra van a gömbfelület minden pontjától. Ez a távolság a gömb sugara. A gömb minden vetülete és síkmetszete kör. A felületén tetszőlegesen felvett **P** pont ábrázolását a ponton átmenő paralelkör (a tengellyel párhuzamos kör) felvételével tudjuk megoldani (2.48. ábra).



2.48. ábra

A körgyűrűfelület, vagy tórusz, olyan forgásfelület, amelyet egy körnek a kör síkjában fekvő, de a középpontján át nem haladó tengely körüli forgatással kapunk. A körgyűrűfelületen tetszőlegesen felvett **P** pont ábrázolása – a gömbhöz hasonlóan – a ponton átmenő paralelkör segítségével oldható meg (2.49. ábra).



2.49. ábra

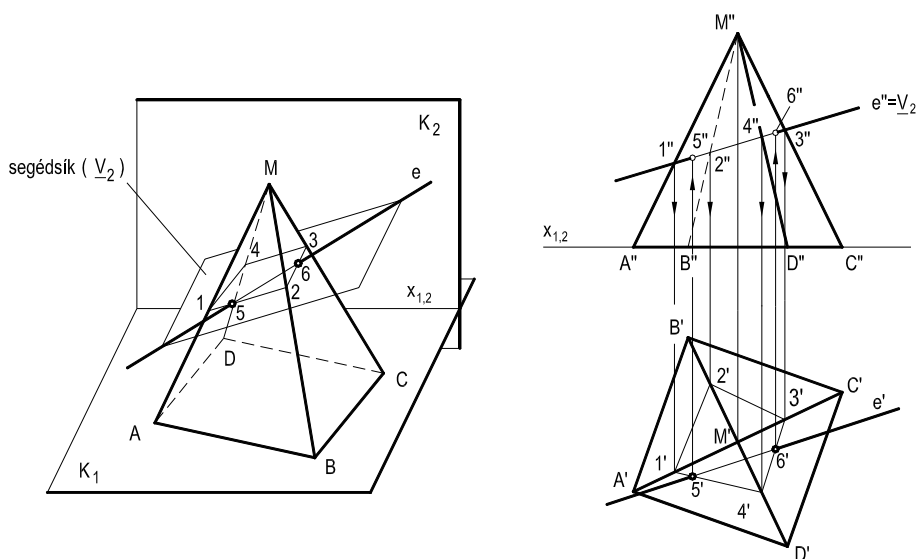
2.8. Testek metszése

Testek metszésekor a test és a metsző terelem közös pontjait keressük. Ezeket rendszerint nem kapjuk meg közvetlenül, ezért a szerkesztéshez alkalmasan választott segédsíkokat, segédfelületeket veszünk fel.

2.8.1. Testek metszése egyenessel

A gúlát és a hasábot az egyenes általában két pontban metszi. A metszéspontokat (dőféspontokat) az egyenesen át fektetett segédsík felhasználásával lehet megszerkeszteni.

Egy első képsíkon álló négyzet alapú egyenes gúla és egy általános helyzetű egyenes metszéspontjainak szerkesztését a 2.50. ábrán követhetjük. A dőféspontokat a K_2 -re merőleges, e -re illeszkedő második vetítősíkkal szerkesztjük meg.



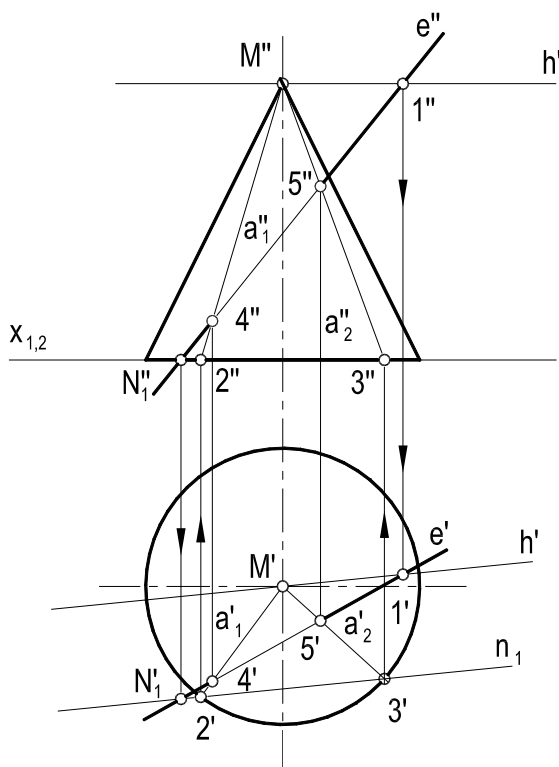
2.50. ábra

Miután a segédsík vetítősík, második nyomvonala egybeesik e -vel ($e''=V_2$). A gúla vetítősíkkal való metszésének második képe élben látszik, a metszet első képét a pontoknak a megfelelő élre történő levetítésével kapjuk. Az így kapott négyszög-metszet és az e egyenes benne van a segédsíkban, tehát a metszéspontok első képét megkaptuk. A metszéspontok második képeit az e'' -re való vetítéssel nyerjük.

Henger és egyenes metszéspontjainak szerkesztésénél a segédsíkot úgy célszerű felvenni, hogy az, az alkotókkal párhuzamos legyen és tartalmazza a metsző egyenest. A szerkesztés, álló henger és általános helyzetű egyenes esetére a 2.51. ábrán látható.

Amennyiben a henger általános helyzetű, a henger tengelyére merőleges síkra transzformálva előállítható az ábrán látható helyzet, és a dőféspontok helye adódik (2.52. ábra).

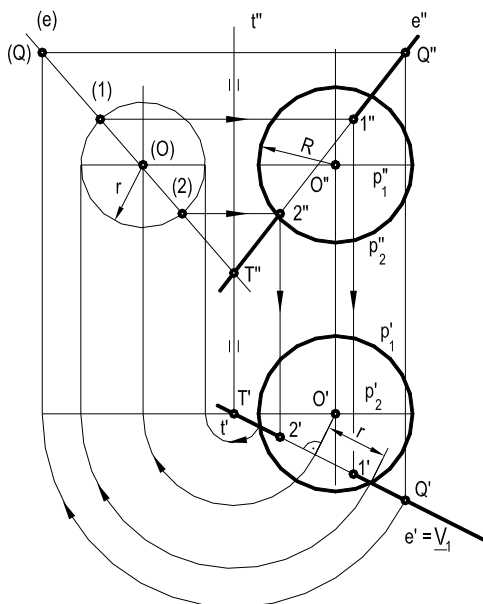
Általános helyzetű egyenes és kúp metszésénél a szerkesztést olyan segédsíkkal végezzük, amely illeszkedik az egyenesre, és átmegy a kúp csúcsán (2.53. ábra). Ez a segédsík a megadott e egyenes és egy, a kúp csúcsán átmenő, első főegyenes (h) által meghatározott sík. A segédsík első nyompontja (N_1) és első főegyense segítségével a sík első nyomvonala megrajzolható ($n_1 \parallel h'$). A nyomvonal a segédsík és a kúp alapkörének metszészvonala, amely kijelöli az alapkörből azt a két alkotót (a_1 és a_2) amelyeket a segédsík metsz ki a kúpból. Az alkotók és az e egyenes közös pontjai (4, 5) a kúp és az egyenes dőféspontjai.



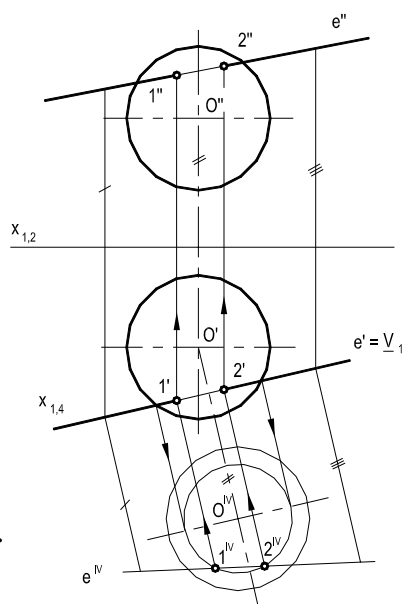
2.53. ábra

Gömb és egyenes metszését az egyenesre fektetett vetítősík segítségével lehet megszerkeszteni. A 2.54. ábrán a szerkesztéshez első vetítősíkot (V_1) használtunk. A vetítősík és a gömb metszete kör, amely az első képsíkon egyenesnek, a másodikikon pedig ellipszisnek látszana. Azért, hogy az ellipszist ne kelljen megszerkeszteni, a metszetet és az e egyenest a t tengelyt

körül a második képsíkkal párhuzamos helyzetbe forgatjuk. A forgatott képen a kör és az egyenes metszéséből az (1) és (2) pont kiadódik, amelyeket visszavetítve a gömb és az egyenes dőfélpontjait ($1'$, $2'$ és $1''$, $2''$) megkapjuk.



2.54. ábra

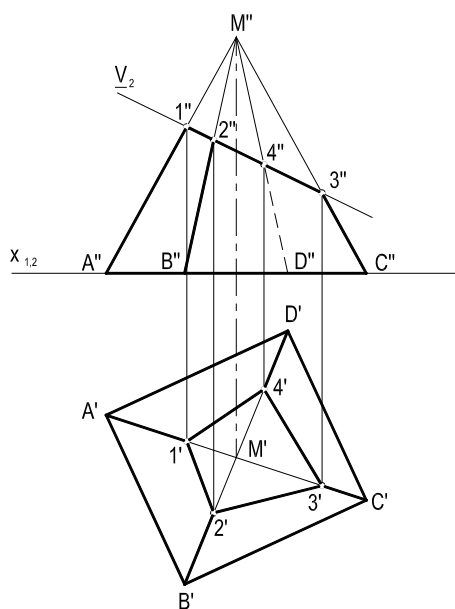


2.55. ábra

A metszéspontok megszerkesztéséhez a vetítősíkot új, K_4 képsíknak is tekinthetjük (2.55. ábra). Ilyenkor transzformációval megszerkesztjük a gömb metszett felületének és az egyenesnek a negyedik képét. Ezen a képen az 1^{IV} és 2^{IV} metszéspontok adódnak, amelyeket aztán az első és második képre vissza kell vetítenünk.

2.8.2. Testek metszése síkkal

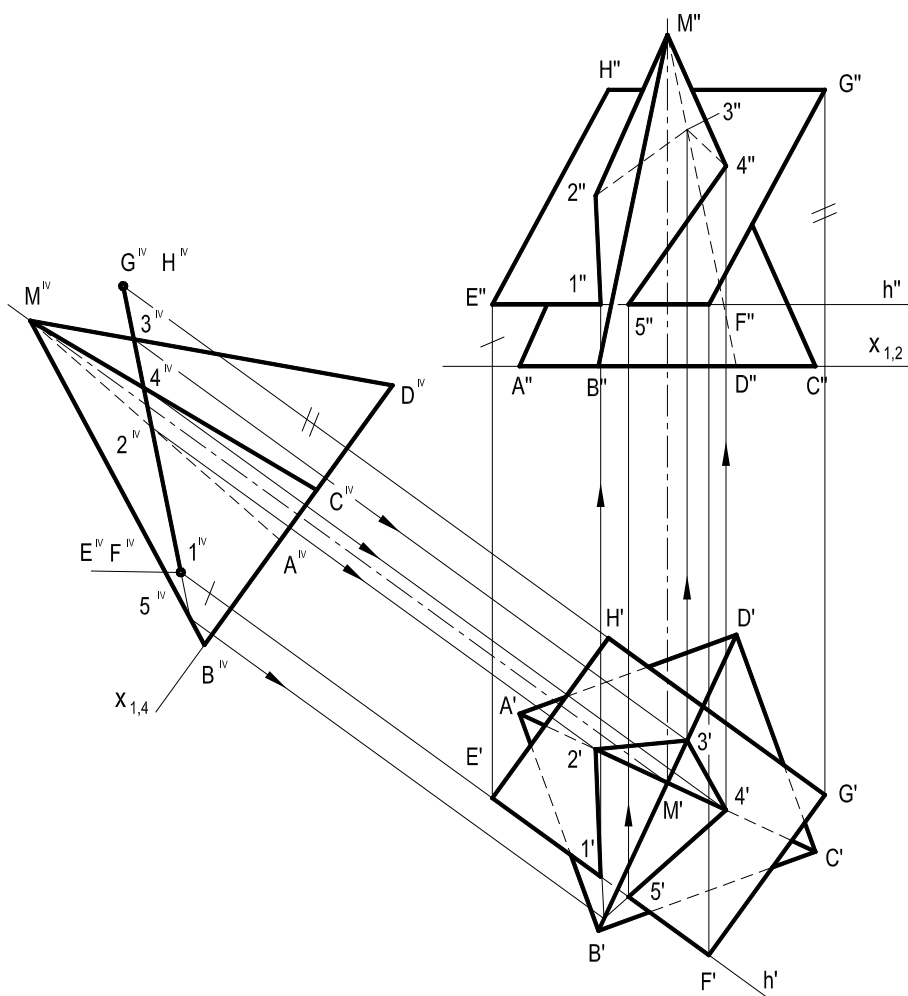
Síklapú testek síkmetszése esetén a test élének metszéspontjait kell megkeresnünk az adott síkkal, majd a pontokat összekötni, hogy a metszett felületet megkapjuk. Ha a metszősík vetítősík, akkor a sík az egyik vetületen egyenesnek látszik, ezért a metszéspontok azonnal adódnak (2.56. ábra). (A testnek csak a metszősík alatti részét ábrázoltuk.)



2.56. ábra

Ha a metszősík általános helyzetű, célszerű új képsíkon végezni a szerkesztést, ahol a sík vetítősíkká válik (transzformáció).

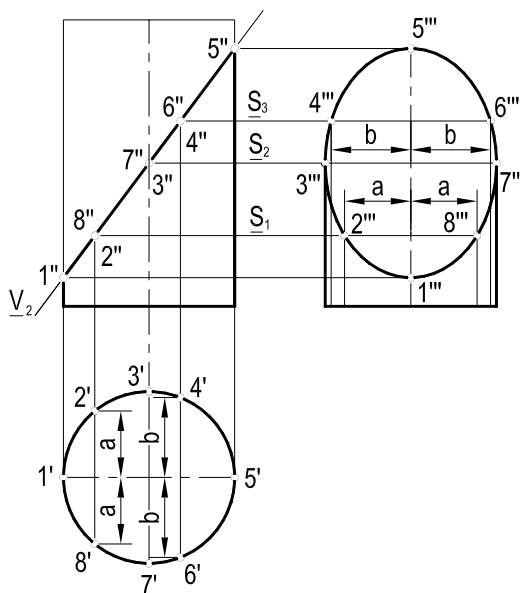
A 2.57. ábrán a metszősík általános helyzetű. A gúla és a sík negyedik képét a sík h főegyenese irányában, transzformációval szerkesztettük meg. A negyedik képen a sík (E, F, G, H) vetítősíkká válik és így a metszett felület élben látszódo képe (1^{IV} , 2^{IV} , 3^{IV} , 4^{IV}) azonnal adódik. A pontokat visszavetítjük az első és második képre, majd a metszék megrajzolható.



2.57. ábra

A görbe felületű testek síkkal alkotott síkmetszete általában görbe vonal, amelynek csak néhány jellegzetes pontját kell megszerkeszteni. A szerkesztéshez célszerűen felvett segédsíkokat használunk.

Henger síkmetszését második vetítősíkkal a 2.58. ábra mutatja. A metszeti idom ellipszis, amelynek felülnézete megegyezik az alaplap vetületével. A metszett felület általános pontjainak megszerkesztéséhez az \underline{S}_1 és \underline{S}_3 segédsíkokat használtuk.



2.58. ábra

Az ellipszis nagytengelyét a henger második képi szélső alkotói, a kistengelyét pedig a henger második képi középső alkotói és a metszősík (V_2) metszéspontjai adják. A láthatóság szerinti kihúzáskor a hengernek csak a metszősík alatti részeit vettük figyelembe.

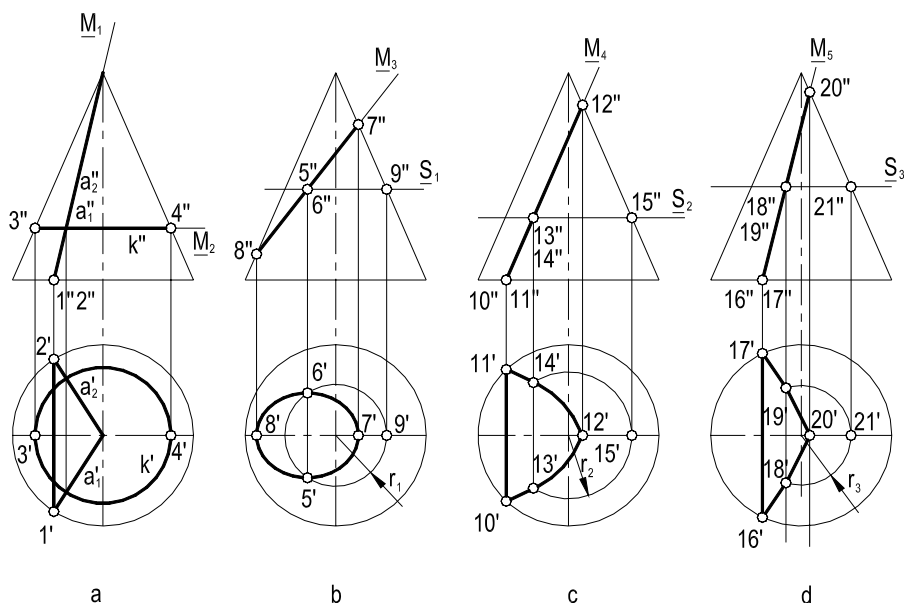
Kúp síkmetszésekor, a metszősík helyzete szerint, különféle szabályos görbékkel határolt síkidomokat kapunk, amelyeket kúpszeleteknek nevezünk.

A 2. 59. ábrán a kúp síkmetszéséből származó jellegzetes kúpszeleteket láthatjuk:

- A kúp csúcán átmenő metszősík, amely a kúp két alkotóján is keresztülmegy, háromszöget metsz ki a kúpból (2.59. a);
- Ha a kúpot a tengelyére merőlegesen szeleteljük, akkor a metszéspont kör (2.59. a);
- Ha a kúpot a tengelyéhez viszonyítva ferdén metsszük, és a metszősík a kúp valamennyi alkotóját elvágta, ellipszist kapunk (2.59. b);
- Ha a metszősík a kúpnak egy alkotójával párhuzamos, akkor parabola metszetet kapunk (2.59. c);
- Két alkotóval párhuzamos metszősík esetén a metszéspont hiperbola (2.59. d).

A szerkesztések menete az ábrákon jól követhető. Az adott \underline{M}_1 metszősík a kúpot két alkotóban (a_1 , a_2) és 1-2 szakaszban, míg az \underline{M}_2 metszősík a \mathbf{k} körben metszi. Ezek a metszősíkok egyszerű metszket adnak, ezért a továbbiakban segédsíkként felhasználhatók (pl.: \underline{S}_1 , \underline{S}_2 és \underline{S}_3 segédsíkok azonos állásúak \underline{M}_2 -vel).

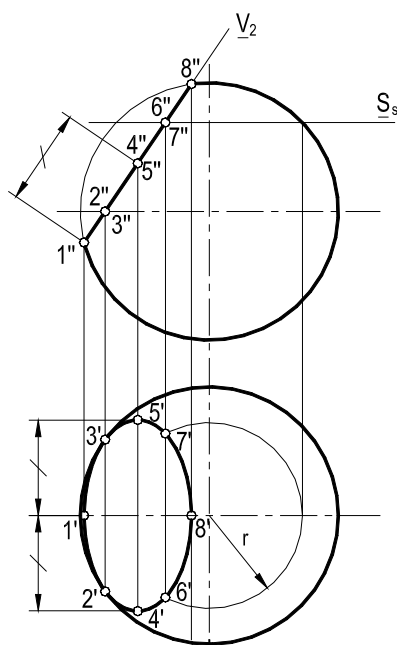
Az ábrákon csak a metszett idomot jelöltük vastag vonallal.



2.59. ábra

A gömbnek minden síkmetszete kör. Amennyiben a sík vetítősík, a metszet képe egyenes, kör vagy ellipszis, amelynek nevezetes pontjai könnyen megállapíthatók.

A 2.60. ábrán a \underline{V}_2 második vetítősíkkal elmetezett gömb metszete a második képen egyenesnek, az első képen ellipszisnek látszik. A nagytengely helyét a második képi metszet felezési pontja, nagyságát a hossza adja meg. A kistengelyt a metszősík és a gömb második képi képhatárcörének a metszéspontja jelöli ki. További pontok szerkesztése segédsíkok (\underline{S}_3) felvételével lehetséges.



2.60. ábra

2.9. Testek áthatása

A geometriai felületek által határolt mértani testek metsződését áthatásnak nevezzük.

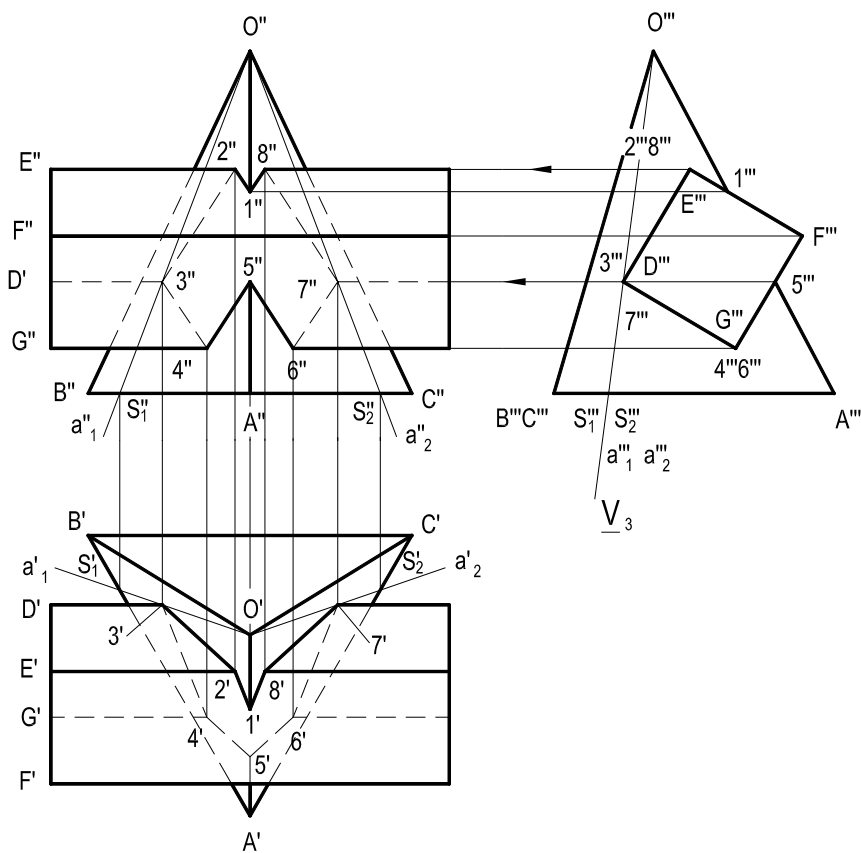
Síklapú testek áthatásának élei a két test síklapjainak metszésvonalai, az áthatás csúcsai pedig az egyik test élének a másik test lapjaival való dőféspontjai. A síklapú testek áthatási vonala egyenes szakaszokból álló, zárt térbeli sokszög.

Általános esetben a szerkesztés úgy történik, hogy meghatározzuk a síklapú testek élének és felületeinek dőféspontjait, és azokat megfelelő sorrendben összekötjük, majd az ábrát a láthatóság szerint értelemszerűen kihúzzuk. Az összekötés megkönnyítésére az egyes pontokat célszerűen betűzzük, vagy a szomszédosság figyelembevételével számozzuk.

A 2.61. ábrán három képével adott hasáb és gúla áthatása látható. Az áthatási pontokat a gúla lapjainak a hasáb élével létrejött dőféspontjai, illetve a hasáb lapjainak és a gúla OA oldalélének dőféspontjai adják.

A hasáb D pontjából kiinduló oldalél áthatási pontjának szerkesztéséhez harmadik vetítősíkot (V_3) használtunk. A vetítősík harmadik képe átmegy az O''' , D''' pontokon és kimetszi az a_1''' és a_2''' egyeneseket. Az a_1

egyenes az AB oldalt az S_1 pontban, az a_2 egyenes az AC oldalt az S_2 pontban metszi. Az S_1 és S_2 pontok első képét rendezőkülönbég módszerével szerkesztettük meg. Az egyenesek első és második képét megszerkesztve a $3', 7'$ és $3'', 7''$ pontok adódtak. Az áthatás többi pontját (2–8, 4–6) is hasonló módon szerkesztettük.



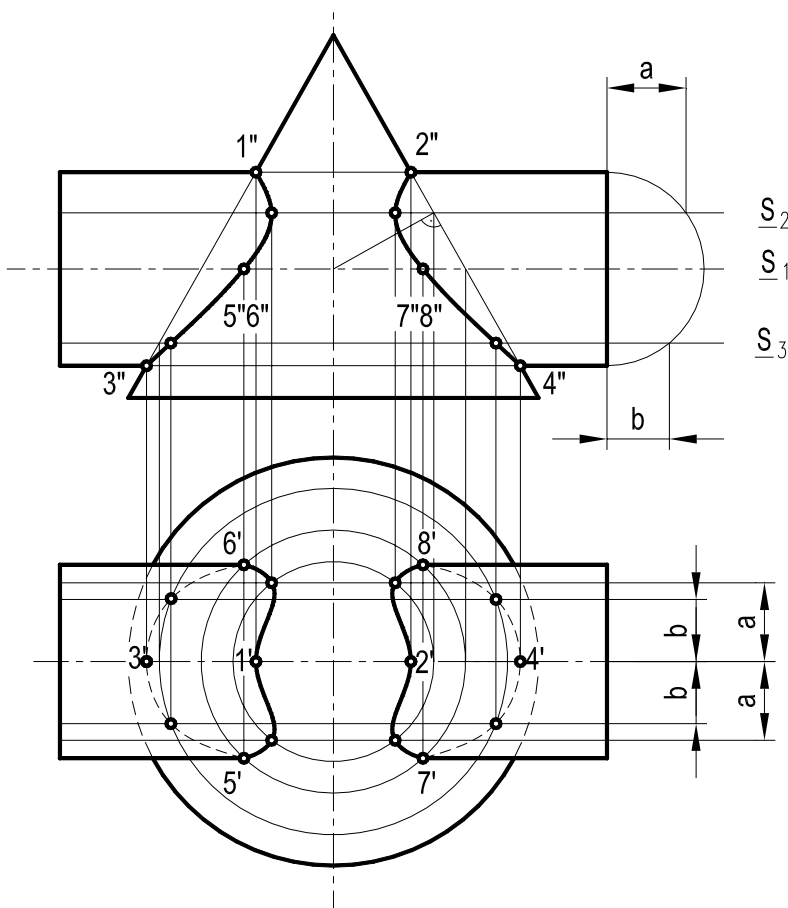
2.61. ábra

Görbe felületek áthatásai általában bonyolult térgörbéknek adnak. Szerkesztésük szeletelő módszerrel történhet, ahol célszerűen megválasztott segédfelületeket (síkok, gömbök) használunk. A segédfelületek egyszerű vonalakban metszik a testeket, a közös pontok az áthatás pontjai lesznek.

Közös síkban fekvő tengelyű kúp és henger áthatását szemlélteti a 2.62. ábra. A szerkesztéshez segédsíkokat alkalmaztunk (S_1, S_2, \dots), amelyek a kúp tengelyére merőleges második vetítősíkok. Az ábrán látható

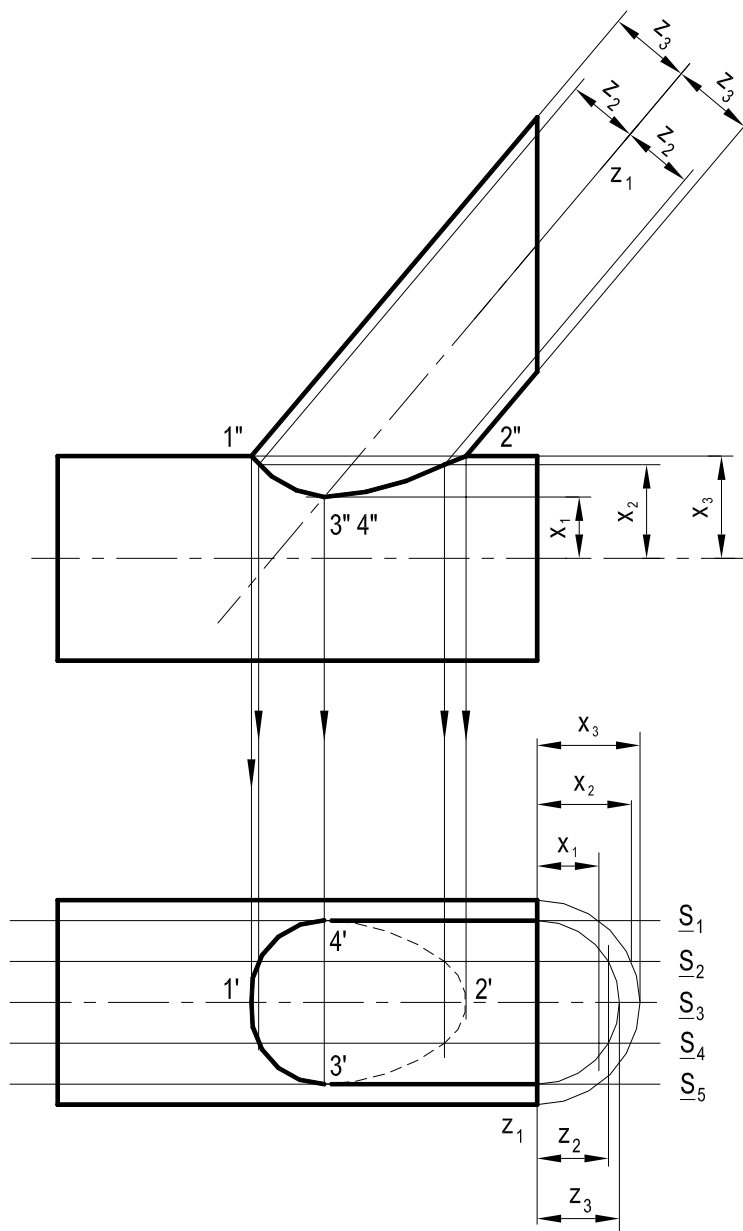
beforgatott alap félkör a harmadik képet helyettesíti. Az S síkok a kúpot körökben, a hengert alkotókban metszik. Ugyanazon sík által kimetszett kör és alkotó metszéspontja áthatási pont. (A pontok első képét kapjuk meg, ezeket lehet a második képre felvetíteni.)

A szerkesztést a „nevezetes pontok” helyének megállapításával kezdetjük. Adott esetben ilyenek a második képen legfelső és legalsó hengeralkotó áthatási pontjainak levetítései ($1'' \rightarrow 1'$, $2'' \rightarrow 2'$, $3'' \rightarrow 3'$, $4'' \rightarrow 4'$). Az S_1 segédsík segítségével az 5, 6, 7, 8 pontok első képét, majd ezekből a második vetületét szerkeszthetjük meg. Az S_2 sík felhasználásával az áthatási görbe újabb jellegzetes pontjait határozhatjuk meg (az első képekből a másodikat). Az általános pontok szerkesztéséhez az S_3 segédsík mutat példát.



2.62. ábra

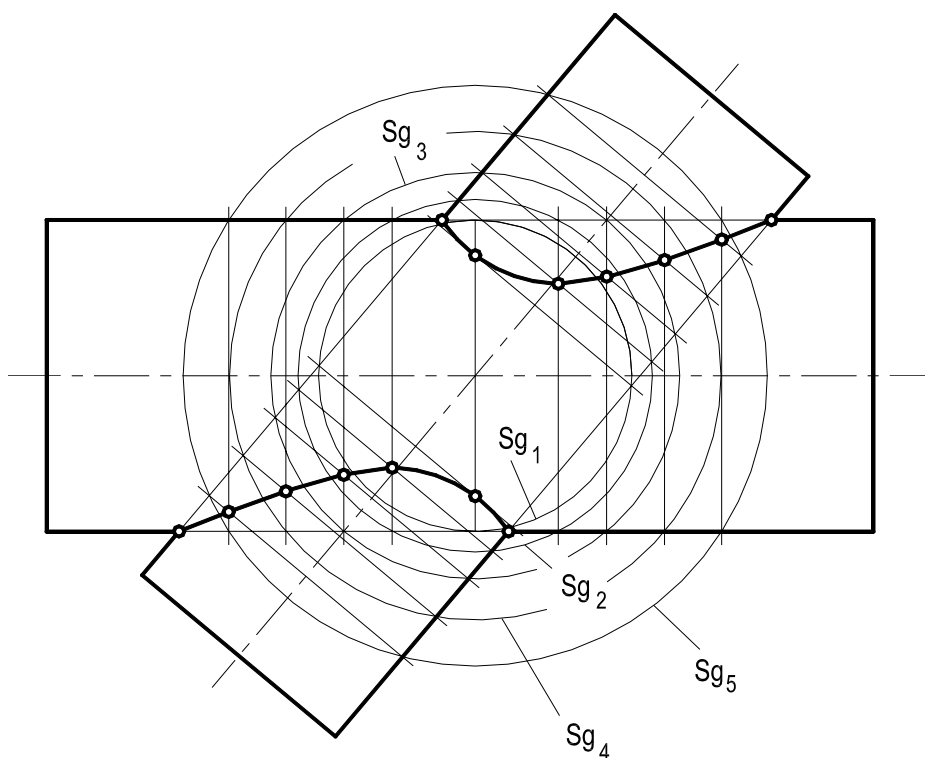
Két különböző átmérőjű, egymást nem derékszögben metsző tengelyű henger áthatása látható a 2.63. ábrán. A hengerek alapkörének beforgatása a harmadik kép elhagyhatósága miatt szükséges.



2.63. ábra

Az áthatás megszerkesztéséhez felhasznált segédsíkok (alkotóirányú első vetítésű síkok, S_1, \dots), mindkét hengert az alkotóikban metszik. Ugyanazon síkkal kimetszett kis és nagyhenger alkotók metszéspontjai megadják az áthatási pontokat. Az áthatási görbe szélső pontjait az S_3 (1 és 2 pont), valamint az S_1 és S_5 segédsíkok (4 és 3 pontok) metszésével kapjuk.

Két henger áthatását segédgömbök alkalmazásával a 2.64. ábra szerint lehet megszerkeszteni. A gömbök (Sg_1, Sg_2, \dots) mindkét hengerből köröket metszenek ki, amelyek a hengerek tengelyeire merőlegesek és így élben látszódnak. Az összetartozó körmetszések adják a két henger áthatási pontjait.



2.64. ábra

Az említett módszerekkel tetszőleges pontossággal határozhatjuk meg két görbefelületű test áthatási görbét. Szeretnénk megjegyezni, hogy a műszaki gyakorlatban, kevés kivételtől eltekintve, az áthatási vonal precíz megszerkesztésére nincs szükség. A gyakorlat megelégszik a jellegzetes

pontok megszerkesztésével (kijelölésével), és az áthatási görbe jellegének ismeretében annak hozzávetőleges megrajzolásával. Különösen igaz ez akkor, ha az alkatrész felületei nem élben metszik egymást, hanem lekerekítéssel csatlakoznak. Ilyenkor áthatási vonal nem látszik, a helyére a képiesség elősegítésére ún. tagolóvonalat (ld. később) rajzolunk.

2.10. Ellenőrző kérdések és feladatok

1. Milyen térelemeket ismer? Hogyan jelöli azokat?
2. Milyen lehet a térelemek kölcsönös helyzete? Szemléltesse ábrával!
3. Mik a vetületképzés elemei?
4. Mi a centrális vetítés?
5. Milyen vetítési módot használunk a műszaki gyakorlatban?
6. Mi a Monge-féle ábrázolás alapja?
7. Határozza meg adott első, második, harmadik, illetve negyedik térnegyedbeli pont vetületeit!
8. Rajzoljon első térnegyedbeli, általános helyzetű szakaszt két vetületével!
9. Mi a nyompont?
10. Rajzoljon első, második és harmadik vetítőegyenest!
11. Rajzoljon első és második fővonalat!
12. Rajzoljon profilegyenest!
13. Rajzoljon két metsződő egyenesével adott dőlt és feszített helyzetű síkot!
14. Rajzoljon három, nem egy egyenesre eső ponttal adott dőlt és feszített helyzetű síkot!
15. Rajzoljon nyomvonalával adott dőlt és feszített helyzetű síkot!
16. Rajzoljon első, második és harmadik vetítősíkot!
17. Rajzoljon fősíkokat és profilsíkot!
18. Rajzolja meg adott sík fővonalait és esésvonalait!
19. Rajzolja meg adott síkok metszésvonalát!
20. Rajzolja meg adott sík és egyenes dőléspontját!
21. Rajzolj meg adott szakasz valódi nagyságát, első és második képsíkkal bezárt szögét, valamint pontban látszódó képét transzformációval!
22. Rajzolja meg adott síkidom élben látszódó képét első és második képsíkkal bezárt szögét, valódi nagyságát transzformációval!
23. Rajzolja meg adott szakasz valódi nagyságát, első és második képsíkkal bezárt szögét forgatással!

24. Rajzolja meg adott sík élben látszódo képét első és második képsíkkal bezárt szögét, valódi nagyságát forgatással!
25. Rajzolja meg adott hasáb és gúla vetületeit!
26. Rajzolja meg adott henger, kúp és gömb vetületeit!
27. Rajzolja meg adott gúla és egyenes dőféspontjait!
28. Rajzolja meg adott henger és egyenes dőféspontjait!
29. Rajzolja meg adott hasáb és adott sík metszését!
30. Rajzolja meg adott henger adott sík metszését!
31. Rajzolja meg adott hengerek áthatását!
32. Rajzolja meg adott henger és kúp áthatását!

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 stb.) 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

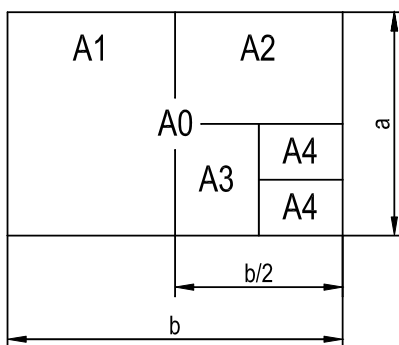
A műszaki rajzokat szabványos méretű és kialakítású rajzlapokra kell készíteni. A rajzlapméretek megválasztásánál abból indulunk ki, hogy a kiinduló rajzlapméret 1 m^2 legyen, (3.1. ábra) illetve, hogy a rajzlap olyan téglalap legyen, amelynek a hosszabb oldalát felezve a kisebb lap oldalai úgy aránylanak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

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

Az így meghatározott rajzlap elnevezése A0, méretei pedig:

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

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



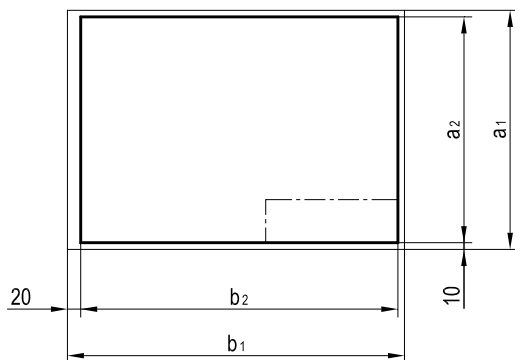
3.1. ábra

A sorozatos félbehajtással kapott többi rajzlap adja az előnyben részesített ISO-A sorozatot. A sorozat leggyakrabban használt elemeinek méretre vágott adatait a 3.1. táblázat tartalmazza.

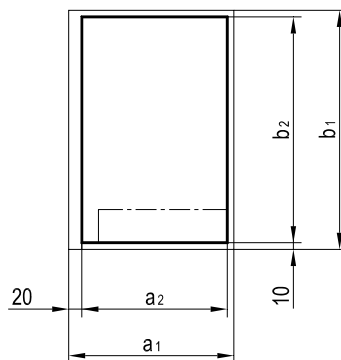
3.1. táblázat. Rajzlapok méretei

| Megnevezés | Vágott (I) | | Rajzterület | |
|------------|-------------|-------------|--------------------|--------------------|
| | a_1 1) | b_1 1) | a_2 $\pm 0,5$ | b_2 $\pm 0,5$ |
| A0 | 841 | 1189 | 821 | 1159 |
| A1 | 594 | 841 | 574 | 811 |
| A2 | 420 | 594 | 400 | 564 |
| A3 | 297 | 420 | 277 | 390 |
| A4 | 210 | 297 | 180 | 277 |

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

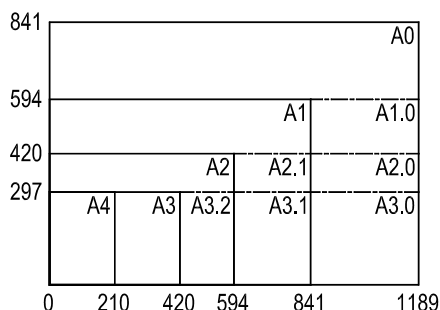


3.2. ábra



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.: A2) hosszú oldalához. Az eredmény egy új méret, amelynek a rövid jele: A 3.2. Az alakrendszer felépítése a 3.4. ábra szerinti.

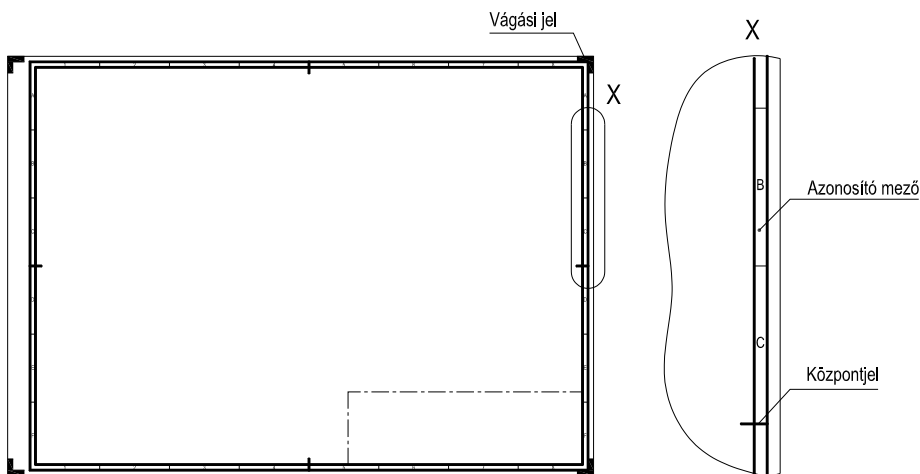


3.4. ábra

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 20 mm, a többi helyen 10 mm. (3.2. és 3.3. ábra).

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 20 mm, a többi helyen 10 mm legyen. (3.2. és 3.3. ábra). A rajzterületet határoló keretet 0,7 mm vastag folytonos vonallal rajzoljuk.

Rajzainkon, itt nem részletezett szabályok szerint, központjeleket, azonosító mezőt és vágási jeleket is célszerű elhelyezni. A központjelek a rajz beállítását könnyítik meg sokszorosítás vagy mikrofilmzés esetén. Az azonosító mező rajzolásának az a célja, hogy a részletek, a kiegészítések, a változtatások, stb. könnyen megtalálhatók legyenek. A vágási jelek 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 helyezzük 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 a következők szerint lehet csoportosítani (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.

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

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

A feliratmező maximális szélessége 170mm, olvasási iránya pedig megegyezik 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** az összeállítási 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 helyezkedik el, és a feliratmezőhöz csatlakozik. Határoló vonalát folytonos

vastag vonallal rajzoljuk. Külalakját tekintve oszlopos kialakítású. Az információkat a következő csoportosításban lehet 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).

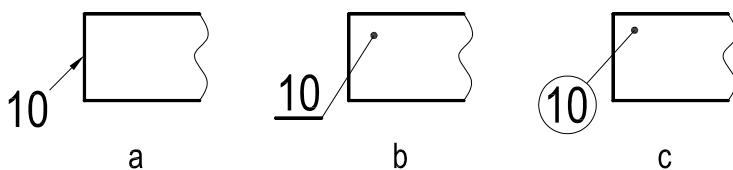
A darabjegyzéket ki lehet egészíteni egyéb információval is, amely a késztermék szempontjából szükséges: méret, raktári szám, tömeg, szállítási állapot, megjegyzés.

3.3. Tételszámok

Az egy rajzon belül ábrázolt szerkezeti (szerelt) egységeket, alkotó részeket és/vagy alkatrészeket **tételszámokkal** azonosítjuk.

A tételszámozást lehetőség szerint egymást követő sorrendben végezzük, és egy szerkezeti egységen belül az azonos alkatrészeknek azonos tételszámot adjunk.

A rajzon levő összes tételszámot azonos típusban a méretszám kétszeresére kell készíteni, és a munkadarab körvonalán kívül kell elhelyezni. A tételszámokat a munkadarabhoz mutatóvonallal kell kapcsolni a következők szerint (3.7. ábra):

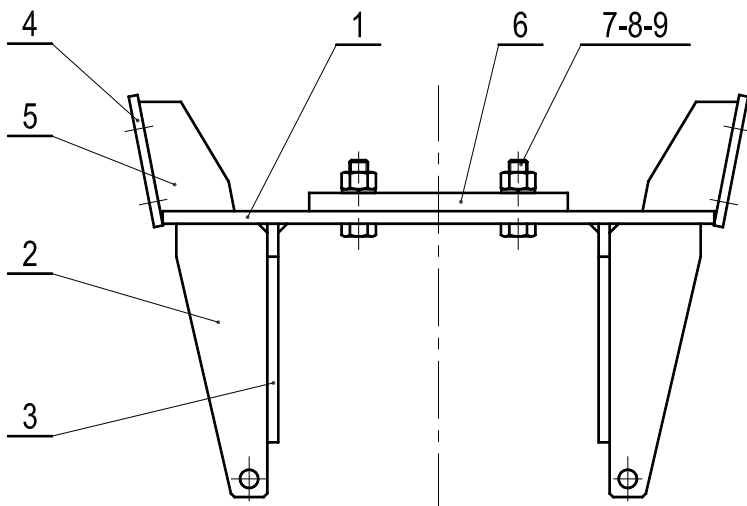


3.6. ábra

Ügyeljünk rá, hogy a mutatóvonalak lehetőleg ne keresztezzék egymást, rövidiek legyenek és általában szögben csatlakozzanak a tételszámhoz. A rajz áttekinthetősége és olvashatósága érdekében a tételszámok lehetőleg függőleges oszlopokban és/vagy vízszintes sorokban helyezkedjenek el (3.7. ábra).

Az azonos munkadarabok tételszámait elég egyszer megadni. A tételszámok sorrendjét:

- a lehetséges szerelési sorrend,
- az alkotóelemek jelentősége,
- vagy egyéb logikai sorrend szerint lehet megtervezni.



3.7. ábra

3.4. A műszaki rajzok vonalai

A műszaki rajzokon csak a 3.2. táblázatban megadott típusú és vastagságú vonalakat alkalmazzuk (MSZ ISO 128). Ha különleges esetekben ezektől eltérő típusú és vastagságú vonalra van szükség (villamos vagy csővezetékek ábráin), akkor azt a rajzon jelmagyarázatban kell értelmezni.

3.4.1. Rajzadási szabályok

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

A vonalvastagságokat a rajz mérete és fajtája szerint választjuk, az alábbi sorozatból:

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

Az ajánlott vonalcsoportok a következők:

0,18 — 0,35; 0,25 — 0,5; 0,35 — 0,7; 0,5 — 1,0.











Ügyeljünk arra, 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.

Rajzaink akkor lesznek szépek és áttekinthetőek, ha a vonalakkal kapcsolatban a következő rajzadási követelmények is érvényesülnek:

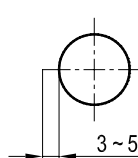
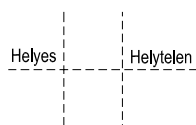
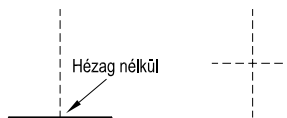
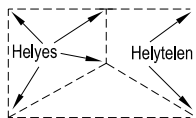
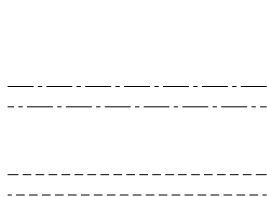
A párhuzamos pont- és szaggatott vonalakat egymáshoz képest elcsúsztatva kell megrajzolni (3.8. ábra).

Ügyeljünk rá, hogy a szaggatott és pontvonalak csak vonalszakaszokon kereszteződjenek (3.9. ábra).

3.2. táblázat. Vonalfajták

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

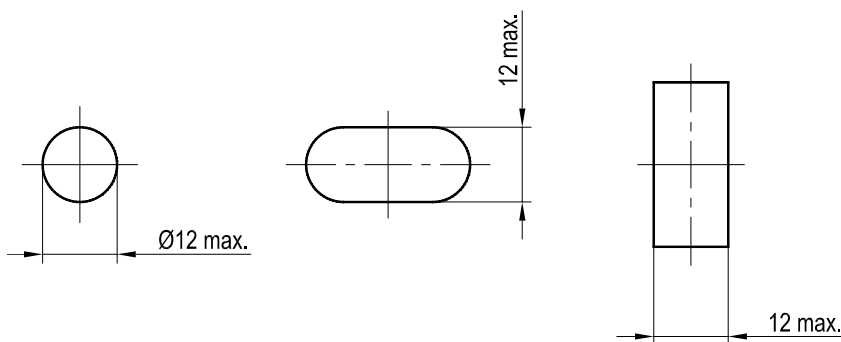
1) Gépi rajzoláshoz alkalmas vonaltípus
2) A két változatból egy rajzon belül csak egyféle vonaltípust ajánlatos használni



3.8. ábra

3.9. ábra

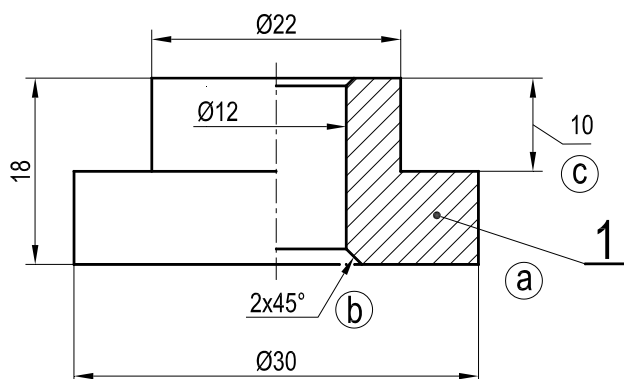
Rajzainkon a 12 mm-nél kisebb elemek szimmetria tengelyét vékony folytonos vonallal rajzolhatjuk (3.10. ábra).



3.10. ábra

Műszaki rajzainkon valamely jellemzőhöz (méret, tárgy, körvonal stb.) mutatóvonal csatlakoztatható. A mutatóvonal csatlakozásait a 3.11. ábra szerint kell megadni:

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



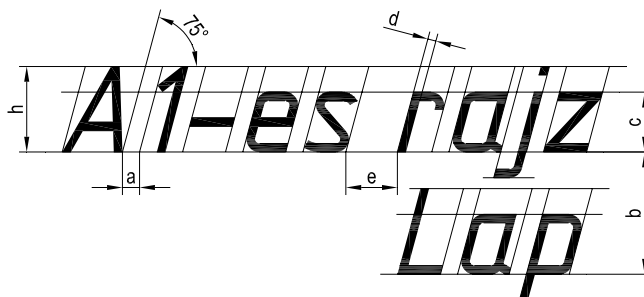
3.11. ábra

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 a szabadkézzel készített feliratokra is.

A feliratoknak egységesnek, olvashatónak és mikrofilmezésre, illetve egyéb reprodukálásra is alkalmasnak kell lenni. A feliratok betűket, számokat és írásjeleket (továbbiakban: jelek) egyaránt tartalmaznak. A szabvány **alappméretnek** a nagybetűk **h** magasságát (3.12. ábra és 3.3. táblázat) tekinti. Ezt az alappméretet **írásnagyságnak** is nevezzük.

A szabvány megengedi a függőleges (álló) és a 75° -ban jobbra dőlő 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 3.13. és a 3.14. ábra tartalmazza.



3.12. ábra

3.3. táblázat. A B típusú írás arányai és méretválasztéka

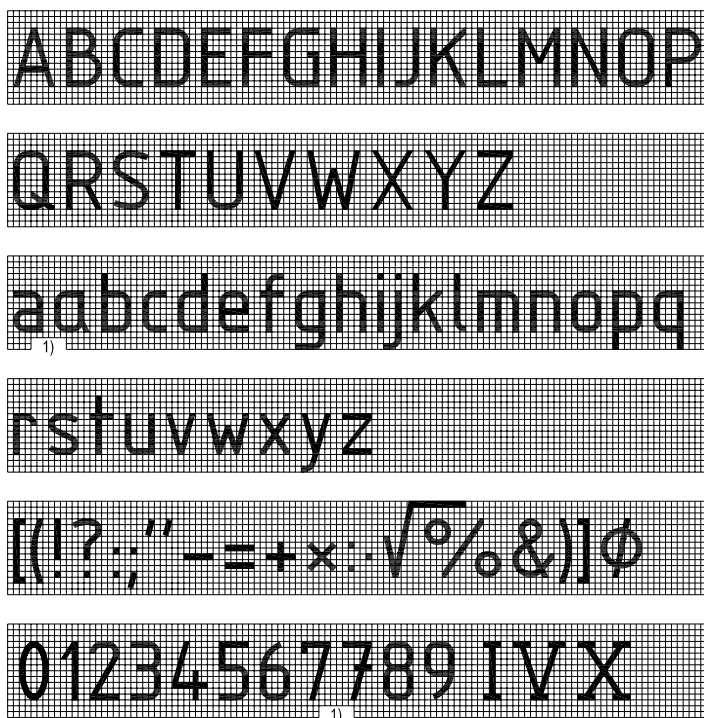
| Megnevezés | Jel | Arány | Méretetek | | | | | | |
|---|-----|----------|-----------|------|-----|-----|----|-----|----|
| | | | 2,5 | 3,5 | 5 | 7 | 10 | 14 | 20 |
| Írásnagyság (írasmagasság) Nagybetűk magassága | h | (10/10)h | 2,5 | 3,5 | 5 | 7 | 10 | 14 | 20 |
| Kisbetűk magassága túlnyúlás és 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 távolsága. Legkisebb sorköz. | b | (14/10)h | 3,5 | 5 | 7 | 10 | 14 | 20 | 28 |
| A szavak közötti legkisebb 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).



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

3.13. ábra



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

3.14. ábra

Egy termékről készített összes rajzon az írás típusa („A” vagy „B”) és helyzete (álló vagy 75°-ban 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.

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

Valóságos nagyságban 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:

3.4. táblázat. Javasolt méretarányok

| Elnevezés | Javasolt méretarányok |
|-------------------|---|
| Nagyítás | 50:1 20:1 10:1 5:1 2:1 |
| Valóságos nagyság | 1:1 |
| Kicsinyítés | 1:2 1:5 1:10 1:20 1:50 1:100 ... |

A rajzon alkalmazott méretarányt a feliratmezőben kell megadni. A rajzon 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

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

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

Az eredeti rajzot lehetőleg úgy kell módosítani, hogy a módosítás előtti állapot is látható maradjon. A módosítást az eredeti rajzon a rajzváltozási mezőben is jelölni kell (módosítás jele, dátum, módosítást végző személy neve és aláírása). Ha a rajz módosítása szükségessé teszi más rajzok változtatását is, akkor egyidejűleg a kapcsolódó rajzokat is módosítani kell.

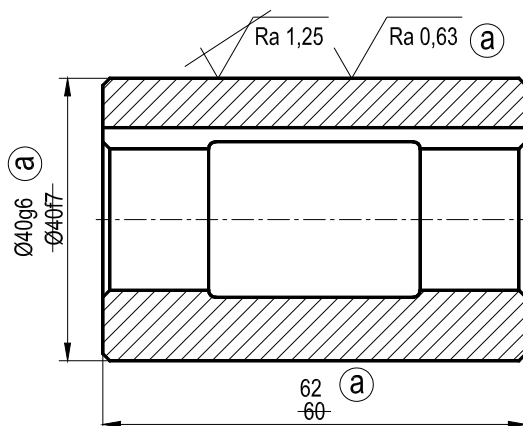
Kétféle rajzmódosítást különböztetünk meg:

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

3.7.1. Közvetlen rajzmódosítás

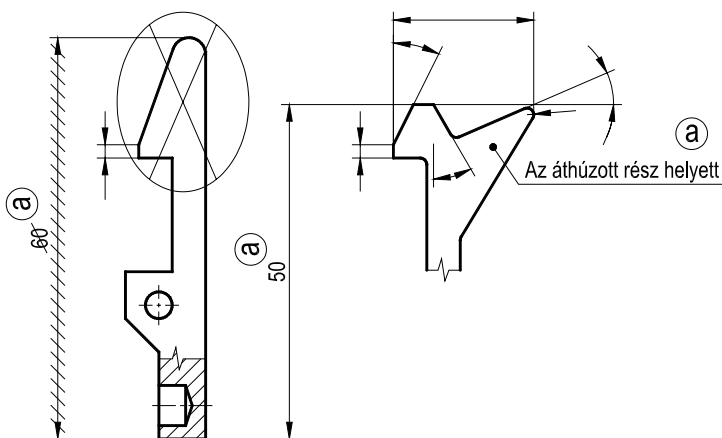
A közvetlen módosítás a gyakorlatban a következőképpen történhet:

A megváltozott méretet, jelet, feliratot vékony folytonos vonallal áthúzzuk, és az új adatot az áthúzott rész közvetlen közelében helyezük el a módosítás jelével együtt (3.15. ábra).



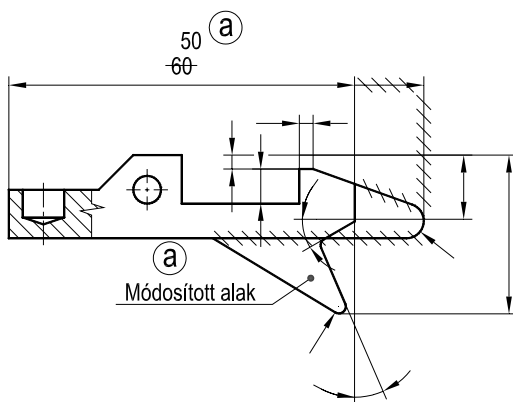
3.15. ábra

Az érvénytelen részt vékony folytonos vonallal körülhatároljuk és két, egymást keresztező vonallal áthúzzuk. Az új részt az érvénytelen ábrarész közelében, elfordítás nélkül kell elhelyezni a módosításra utaló felirattal együtt (3.16. ábra).



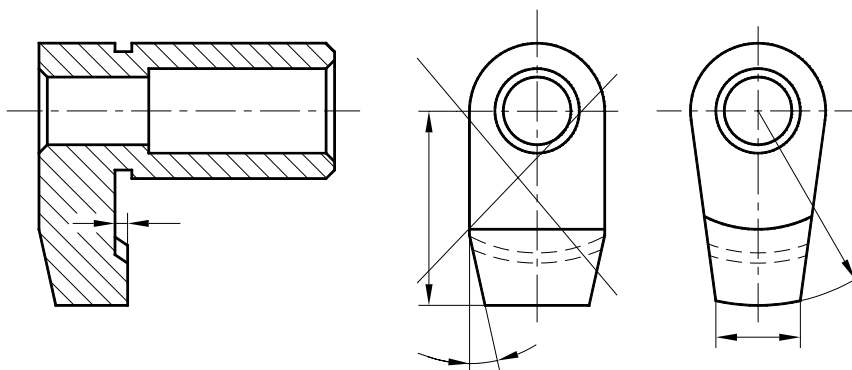
3.16. ábra

Ha az értelmezéshez elegendő, akkor az érvénytelen ábrarész áthúzható vékony vonalakkal, és az új rész közvetlenül az ábrába rajzolható (3.17. ábra).



3.17. ábra

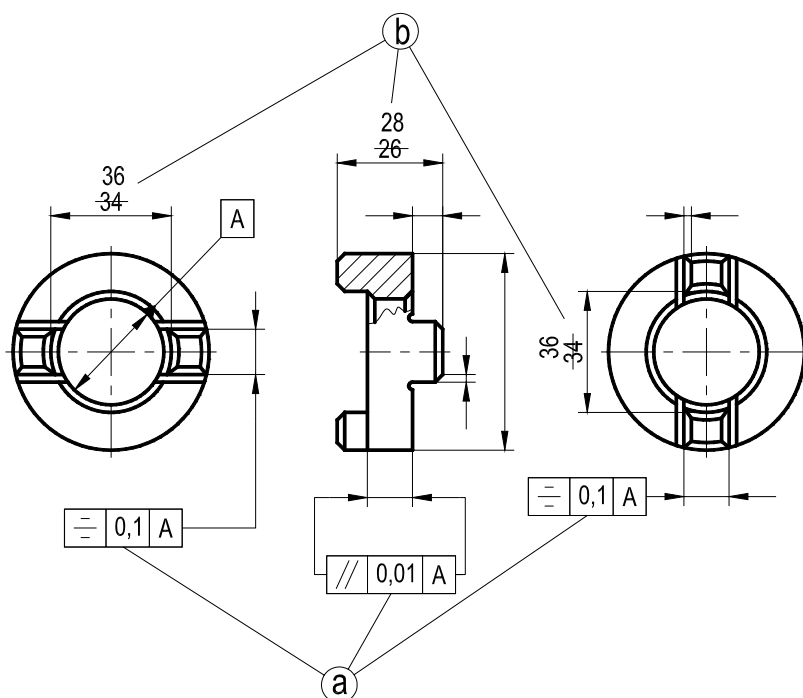
Ha egy ábra, vagy annak valamelyik vetülete teljes egészében megváltozik, akkor az érvénytelen ábrát vagy vetületet át kell húzni és mellette az új ábrát megrajzolni (3.18. ábra).



3.18. ábra

A közvetlen rajzmódosítás jelölése körben elhelyezett betűvel vagy számmal történik a következő módon:

- a betű sorrendben egymást követő, ékezet nélküli (latin) kisbetű vagy arab sorszám,
- az egyidejű módosításokat azonos betűvel vagy számmal jelöljük (3.15. ábra),
- a kör vékony vonallal húzott 6-12 mm átmérőjű, amelyet az áthúzott (érvénytelen) adat mellett helyezünk el, (3.15., 3.16. és 3.17. ábra) vagy ahhoz vékony folytonos vonallal kapcsolunk (3.19. ábra).



3.19. ábra

3.7.2. Közvetett rajzmódosítás

Közvetett módosításnak kell tekinteni és új, eredeti rajzot kell készíteni abban az esetben, ha a változtatások átvezetéséhez nincs elegendő hely, vagy a módosított rajz – a változtatások nagy száma miatt – nehezen lenne áttekinthető.

3.8. Kérdések és ellenőrző feladatok

1. Adja meg az A4-es rajzlap vágott méretét!
2. Milyen állásban használhatjuk az A4-es rajzlapot?
3. Milyen helyzetben használhatjuk az A3-as, A2-es, A1-es és A0-ás rajzlapot?
4. Mekkora az A0-ás rajzlap vágott mérete és területe?
5. Hogyan származtatjuk az A1-es rajzlapot? Mekkora a mérete?
6. Hogyan származtatjuk az A2-es rajzlapot? Mekkora a mérete?
7. Hogyan származtatjuk az A3-as rajzlapot? Mekkora a mérete?
8. Készítsen keretet adott méretű (A4–A0) rajzlapra!
9. Mire szolgál a darabjegyzék? Mikor használjuk?
10. Milyen vonalfajta használunk egy tárgy kontúrvonalának rajzolásához?
11. Hol használjuk a vékony folytonos vonalat?
12. Milyen vonalfajta szolgál a takart élék jelölésére?
13. Adja meg a nyomvonal szabványos jelölését!
14. Milyen vonalfajta használhatunk egy mozgó gépelem szélső helyzeteinek megrajzolásához?
15. Milyen vonalfajta alkalmazunk metszet határoló vonalának rajzolásához?
16. Mire szolgál a vékony pontvonal?
17. Adja meg az alábbi vonalcsoportok hiányzó tagjait!
 - 0,18 – ?
 - 0,25 – ?
 - ? – 1,0
18. Mi jellemzi a műszaki rajzok feliratait?
19. Adjon meg legalább 3–3 különböző kicsinyítési és nagyítási arányt!
20. Milyen rajzmódosítási eljárásokat ismer? Jellemezze az eljárásokat!

4. Tárgyak műszaki ábrázolása

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

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 vetülettel ábrázoljuk. Ezeknek a gondosan megválasztott vetületeknek a segítségével a tárgy teljesen és azonosíthatóan ábrázolható.

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 képzeletbeli képsíkokkal (más néven koordinátasíkokkal) történik.

A képsíkok a képsíktengelyekben metszik egymást. A képsíktengelyek egymásra merőleges képzeletbeli egyenesek, amelyeket a koordinátasíkoszóhasználat esetén koordinátatengelyeknek nevezünk.

Az ábrázolási (vetítési) módszereket a következők határozzák meg:

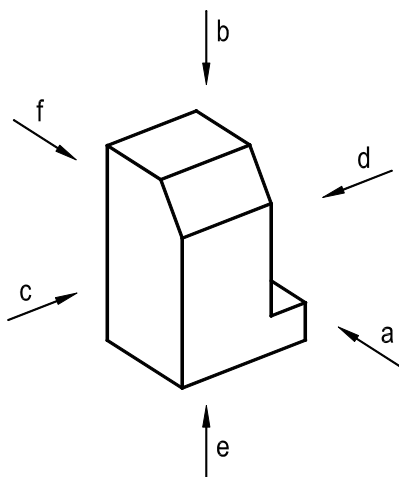
- a vetítővonalak fajtája (a vonalak párhuzamosak vagy konvergálóak lehetnek);
- a képsík helyzete a vetítővonalakhoz viszonyítva (merőleges vagy ferde);
- a tárgy helyzete (amely a képsíkhöz képest lehet párhuzamos, merőleges vagy ferde).

4.1. Merőleges vetítés

A merőleges vetítési módszer különböző fajtái a műszaki rajzok valamennyi területén a tárgyak ábrázolásának leggyakrabban alkalmazott módszerei.

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

Az ábrázolás síkbeli, kétdimenziós nézetekkel történik, amelyek egymáshoz viszonyított rendszer szerinti. Adott tárgy ábrázolásakor elsődlegesen a 6, betűvel jelzett vetületet szokás ábrázolni az egyértelműséghez szükséges számban. Bizonyos esetekben ezeken az irányokon túlmenően más, ferde vetítési irányú vetületre is szükségünk lehet (4.1.ábra és 4.1. táblázat).



4.1. ábra.

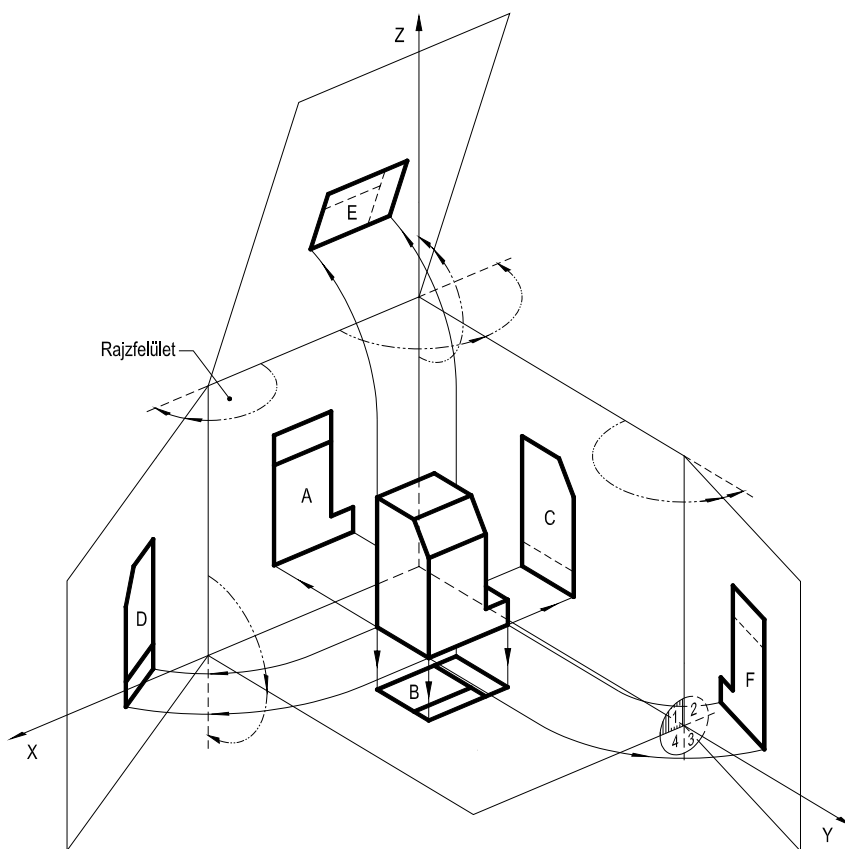
4.1. táblázat. A nézetek jelölése

| Nézési irány | Nézet neve | A nézet jelölése |
|--------------|------------------|------------------|
| a | előlnézet | A |
| b | felülnézet | B |
| c | baloldali nézet | C |
| d | jobboldali nézet | D |
| e | alulnézet | E |
| f | hátnézet | F |

Az ábrázolandó tárgynak az a nézete, amely a tárgy leglényegesebb jellemzőit mutatja, a legtöbb információt tartalmazza, a főnézet, amely rendszerint az előlnézet. Ez az a nézet, amely a tárgyat (rendszerint) használati helyzetében ábrázolja. A többi nézet relatív helyzete a főnézethez viszonyítva a rajzon a választott vetítési módszertől függ, amely általában az első térnegyedbeli vetítési mód (európai vetítés), vagy harmadik térnegyedbeli vetítési mód (amerikai vetítés).

4.1.1. Első térnegyedbeli vetítési mód

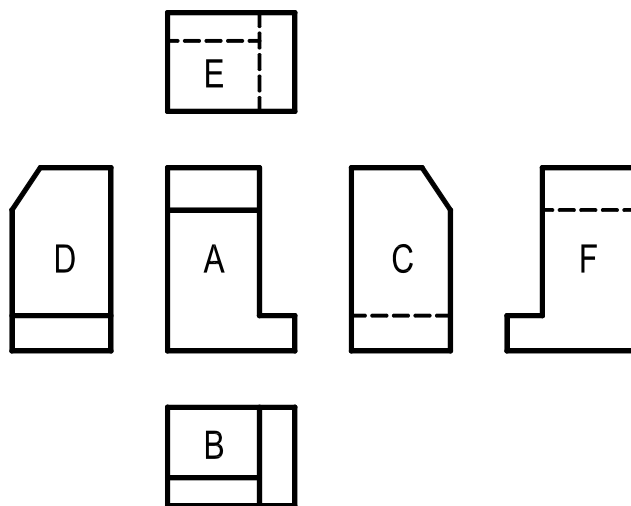
Az első térnegyedbeli (európai) vetítési mód, olyan merőleges ábrázolás, amelyben az ábrázolandó tárgy elméletileg a szemlélő és a megfelelő képsíkok között helyezkedik el. Ezek a képsíkok a térben egy képzeletbeli hasáb lapjainak tekinthetők. A tárgy nézeti ábrái a képsíkokon merőleges vetítéssel képződnek (4.2. ábra).



4.2. ábra

A különböző nézetek helyzetét a főnézethez viszonyítva, képsíkjaiknak tengelyek körül való forgatása határozza meg. A 4.2. ábra jelöléseivel az „A” főnézethez (előlnézethez) viszonyítva a többi nézet a következők szerint helyezkedik el (4.3. ábra):

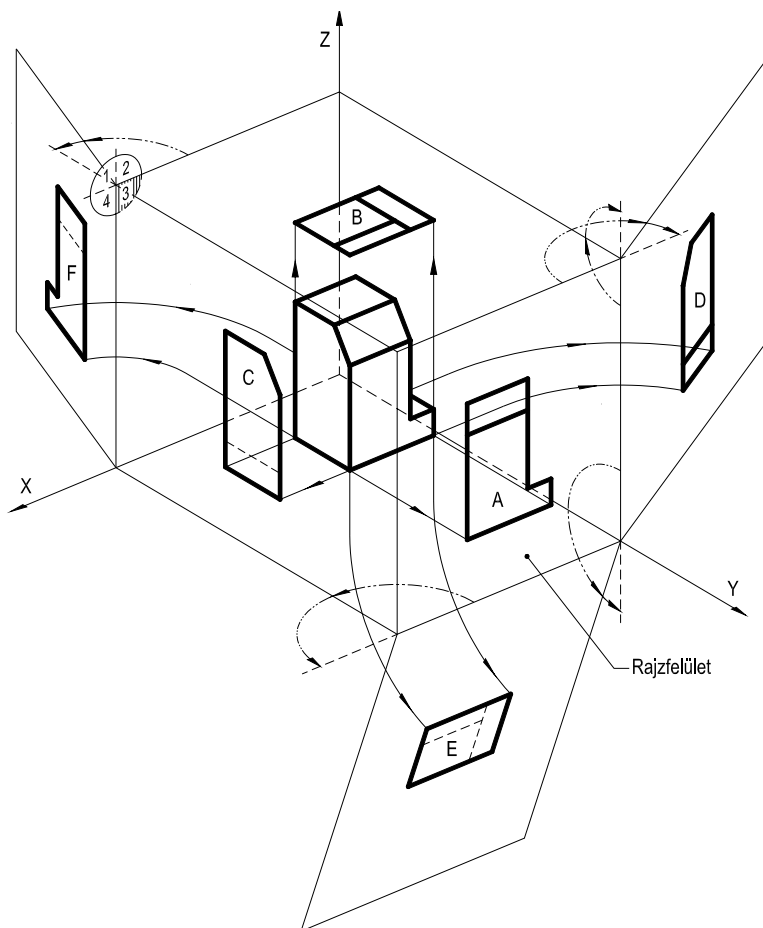
- B nézet: felülnézet, alul;
- C nézet: bal oldali nézet, jobbra;
- D nézet: jobb oldali nézet, balra;
- E nézet: alulnézet, felül;
- F nézet: hátulnézet, lehet jobbra vagy balra.



4.3. ábra

4.1.2. Harmadik térnegyedbeli vetítési mód

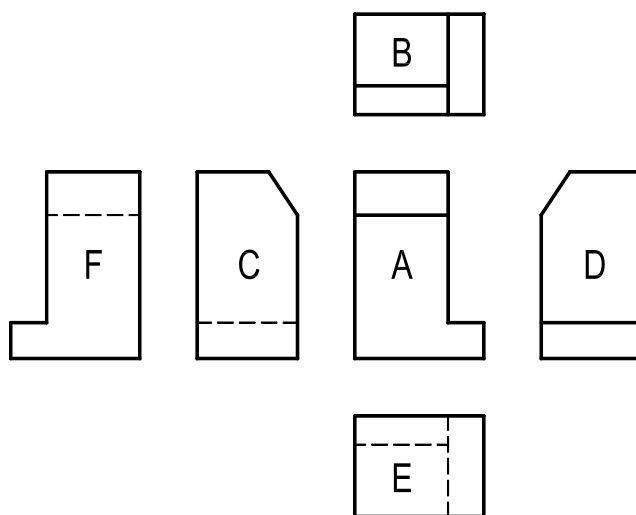
A harmadik térnegyedbeli (amerikai) vetítési mód olyan merőleges ábrázolás, amelyben az ábrázolandó tárgy elméletileg a szemlélő és a megfelelő képsíkok mögött helyezkedik el (4.4. ábra).



4.4. ábra

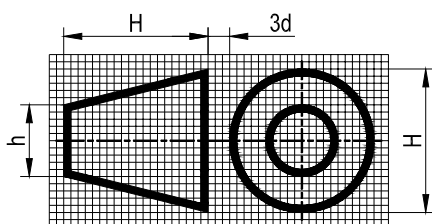
A rajzon, a „A” főnézethez (előlnézethez) viszonyítva a többi nézet a következők szerint helyezkedik el (4.5. ábra):

- 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.

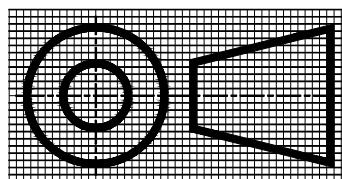


4.5. ábra

A szabvány (MSZ EN ISO 5456-2) előírásai szerint az adott rajzon alkalmazott vetítési mód megkülönböztető jelképét (4.6. és 4.7. ábra) a feliratmezőben az erre a célra fenntartott helyen meg kell adni.



4.6. ábra



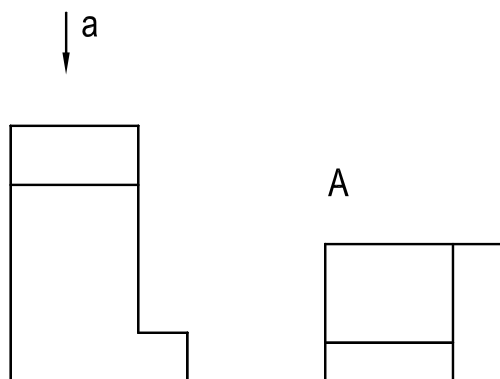
4.7. ábra

A jelképet a rajzon alkalmazott vonalvastagság (d) függvényében, $h=10d$ és $H=20d$ méretekkel készítjük.

4.1.3. A nézési irányt mutató nyíl módszere

Ha az első vagy a harmadik térnegyedbeli 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 4.1. 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 helyezkedjenek el. Az így azonosított nézeteket a főnézettől függetlenül lehet elhelyezni (4.8. ábra). Azokat a nagybetűket, amelyek a nézeteket azonosítják, a nézési iránytól függetlenül, minden esetben a rajz olvasási irányában helyezük el. A módszer megadásához külön rajzjelre nincs szükség.



4.8. ábra

4.2. Képies ábrázolás

A tárgyak műszaki vagy művészi kétdimenziós, térhatású (szemléltető) 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:

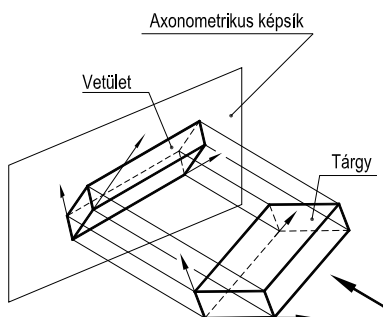
- axonometrikus ábrázolás,
- perspektivikus ábrázolás,
- átlátszó nézet,
- robbantott ábra.

4.2.1. Axonometrikus ábrázolás

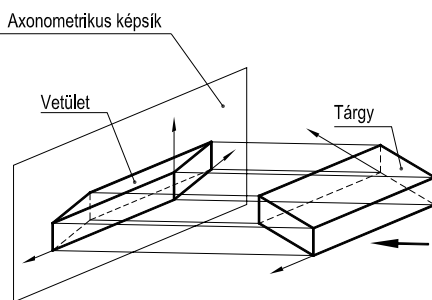
Az axonometrikus ábrázolás egyszerű képies ábrázolás.

Az axonometrikus ábrázolás során keletkező vetület 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 (4.9. ábra). Így képezhetők az ún. egyméretű és kétméretű axonometriák.



4.9. ábra



4.10. ábra

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

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 műszaki rajzokon ajánlott axonometriák:

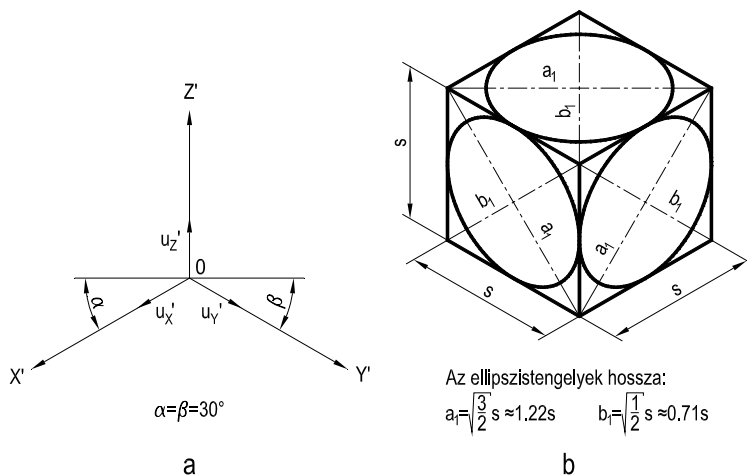
- izometrikus vetítés — egyméretű axonometria (4.2.1.1. szakasz),
- dimetrikus vetítés — kétméretű axonometria (4.2.1.2. szakasz),
- ferde vetítés — frontális vagy kavalier axonometria (4.2.1.3. szakasz).

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 lévő \mathbf{u}_x , \mathbf{u}_y és \mathbf{u}_z azonos hossz-szakaszokat merőlegesen a képsíkra vetítve három azonos \mathbf{u}'_x , \mathbf{u}'_y és \mathbf{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.



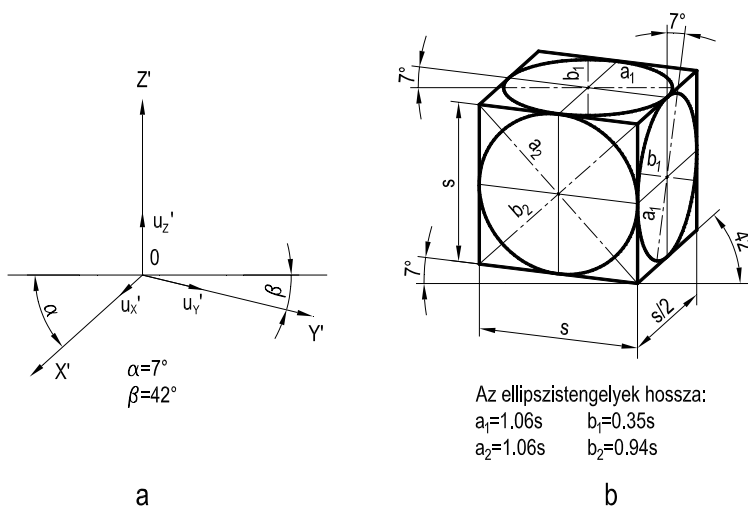
4.11. ábra

A rajzgyakorlatban az X', Y' és Z' tengelyre vetített azonos 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. (A körök képei ellipszisek, amelyek kis és nagy tengelye a lapátlókon van.)

Dimetrikus (kétméretű) vetítés

A három koordinátatengely itt is X, Y és Z, vetítésük X', Y' és Z' a 4.12. a) ábra szerinti. A három méretarány viszonya $u'_x : u'_y : u'_z = 1/2 : 1 : 1$. A körábrázolásokat tartalmazó kocka kétméretű vetítését ábrázolja a 4.12. b) ábra úgy, hogy a körök a látható oldalakra vannak rajzolva.



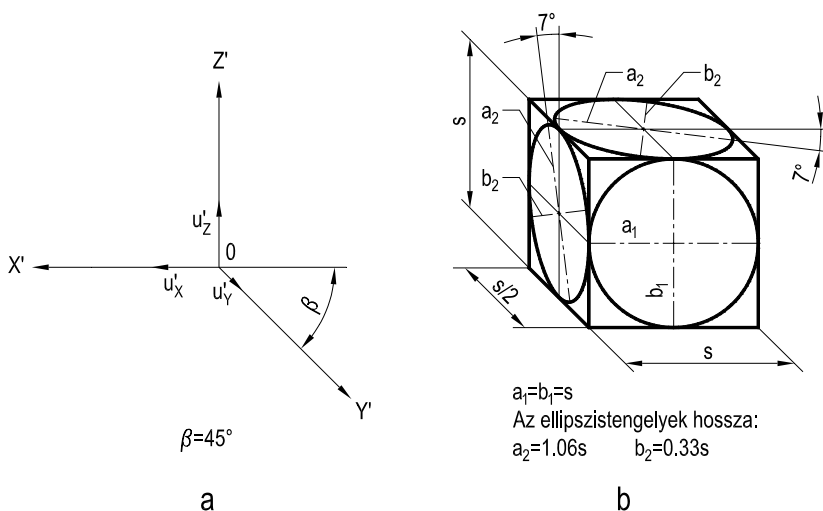
4.12. ábra

Ferde vetítés

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.

A) Kavalier vetítés

Ebben a ferde axonometriában a képsík rendszerint merőleges a fő vetítési tengelyre, a harmadik koordinátatengely pedig megállapodás szerint 45° -ban halad. A méretarány a koordinátatengelyeken: $u'_x : u'_y : u'_z = 1 : \frac{1}{2} : 1$ (4.13. a) ábra). A körábrázolásokat tartalmazó kocka kavalier vetítését ábrázolja a 4.13. b) ábra úgy, hogy a körök a látható oldalakon vannak



4.13. ábra

B) Kabinetvetítés

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

4.2.2. Perspektivikus ábrázolás

A látható térbeli képet jobban megközelítő távlati vagy perspektivikus ábrázolást az axonometrikus vetítéshez hasonlóan prospektusokban, építészeti tervekben és más műszaki dokumentációkban alkalmazzák (ISO 5456-4).

A perspektivikus ábrázolás valamely tárgy középpontos vetítése (általában függőleges) képsíkra. Az ábrázolandó tárgy képsíkhöz viszonyított helyzete szerint a perspektivikus ábrázolás lehet:

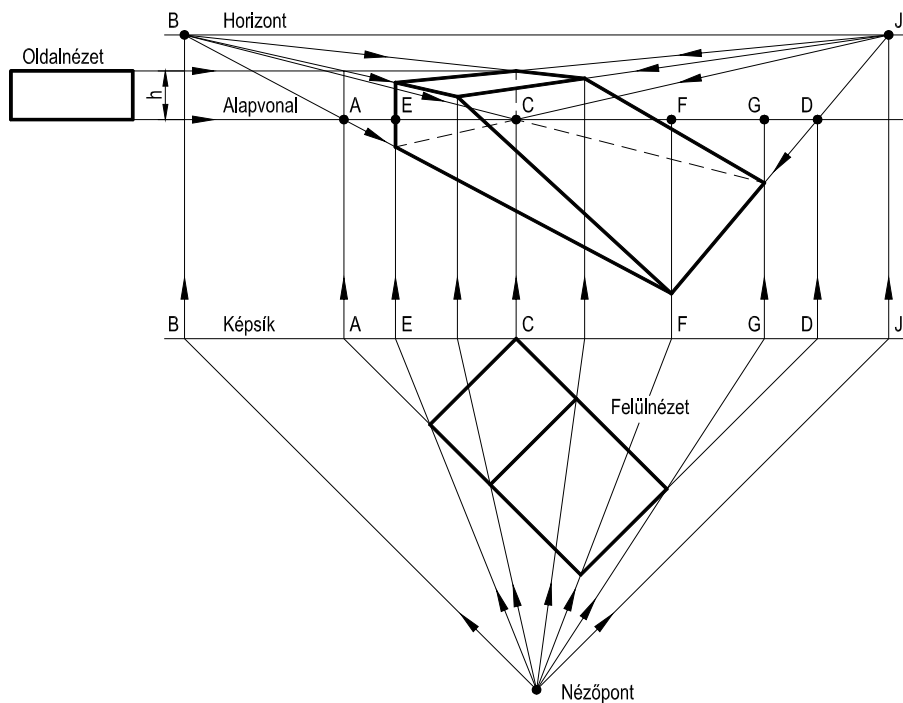
- egypontú perspektíva: madárperspektíva, békaperspektíva;
- kétpontú perspektíva;
- hárompontú perspektíva.

Egypontú perspektívában az ábrázolandó tárgyat egyik homlokfelületével a képsíkkal párhuzamosan helyezük el. Ha a tárgy felülről látható, vagyis a nézőpont a vízszintes képsík felett van, madárperspektíváról; ha alulról látható, vagyis a nézőpont a vízszintes képsík alatt van, békaperspektíváról beszélünk.

A gyakorlatban leginkább megfelelő ábrázolási mód a kétpontú perspektíva, amelynél a tárgyat úgy helyezük el a képsíkhöz képest, hogy függőleges homloklapfelületei hajlanak a függőleges képsík felé, vízszintes homloklapfelületei pedig merőlegesek arra. (A tárgy függőleges élei párhuzamosak a képsíkkal.)

Kétpontú perspektíva szerkesztését mutatja a 4.14. ábra.

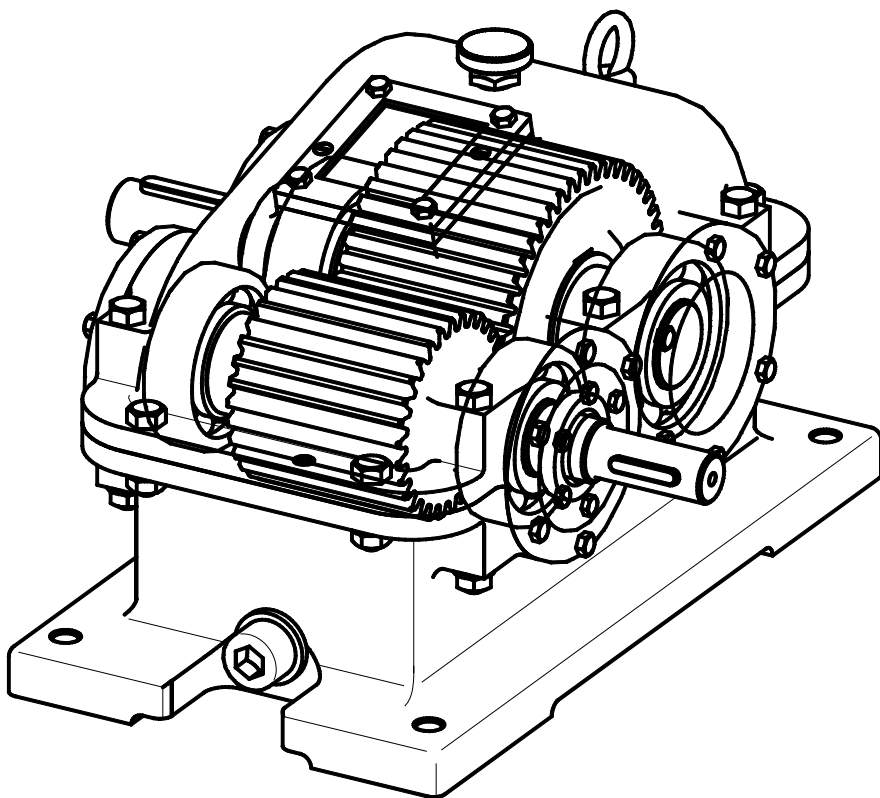
Műszaki rajzokon ritka a hárompontú perspektíva, amelynél a tárgy beállítása olyan, hogy minden homloklapfelülete hajlik a képsík felé.



4.14. ábra

4.2.3. Átlátszó nézet

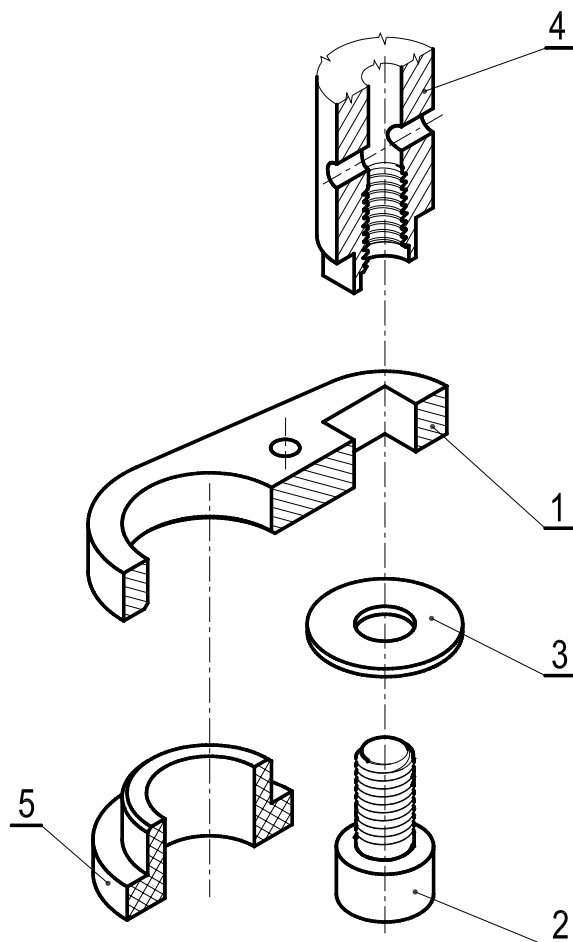
Prospektusokban, szerelési és használati útmutatókban találkozunk az átlátszó nézettel. Ez olyan, képies ábrázolás, amely a bonyolult tárgyakat a fő részek bemutatása érdekében úgy ábrázol, mintha azok részben átlátszóak lennének (4.15. ábra).



4.15. ábra

4.2.4. Robbantott ábra

A robbantott ábra valamely szerkezet olyan képies ábrázolása, rendszerint egyméretű (izometrikus) axonometriában vagy perspektivikus ábrázolásban, amelyben az alkatrészek azonos méretarányban és egymáshoz képest eltoltan, kapcsolódásuk sorrendjében vannak megrajzolva (4.16. ábra).

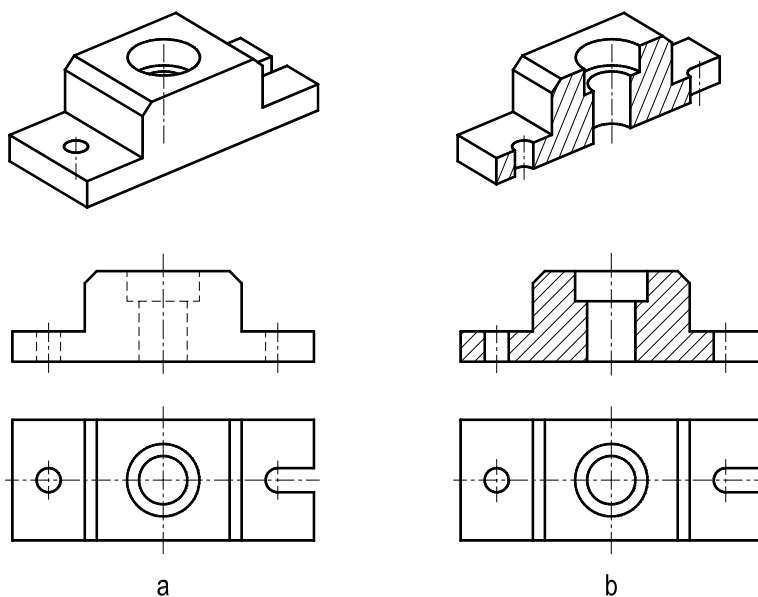


4.16. ábra

Ezt az ábrázolási módot főként műszaki leírásokban, üzembe helyezési és használati útmutatókban, termékkatalógusokban használjuk.

4.3. Ábrázolás metszetekkel

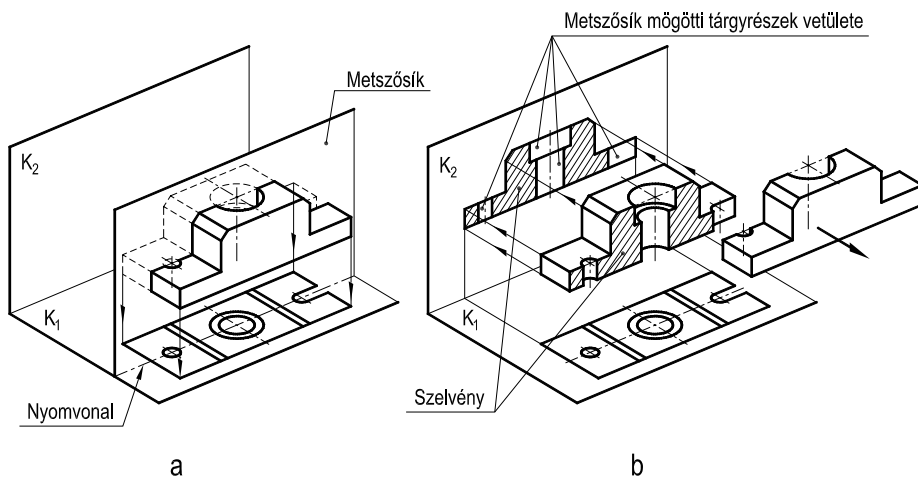
Ha egy üreges tárgy a vetületi ábrázolás eddig tanult szabályai szerint ábrázolt, akkor a tárgy belső részleteit (furatok, hornyok) szaggatott vékony vonallal rajzoljuk. A szaggatott vonalak megnehezítik a rajz értelmezését, ezért ilyen esetekben nem célszerű a nézeti vetület alkalmazása (4.17. ábra). A belső üregek, furatok, stb. szemléletes bemutatására a metszeti ábrázolás szolgál (MSZ ISO 128).



4.17. ábra

4.3.1. A metszeti ábrázolás elve

A metszeti ábrázolás lényege az, hogy az üreges tárgyat egy **képzelt** metszősíkkal (síkokkal) elvágjuk, majd a metszősík(ok) és a képsík közé eső részt ábrázoljuk a vetületi ábrázolás szabályai szerint (4.17. *b*) és 4.18. ábra).

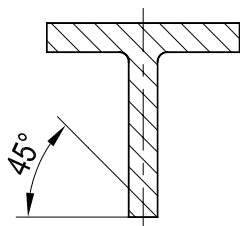


4.18. ábra

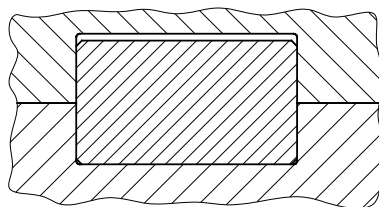
Ezzel a vetület fogalma kibővül, vagyis a vetületet nézeti és/vagy metszeti vetületként értelmezhetjük. (Röviden **nézetnek**, **metszetnek** nevezzük.)

A metszeti képen a metszett felületet vonalkázással jelöljük. A vonalkázás a metszet körvonalához vagy szimmetriavonalaihoz viszonyított 45° -os szögben dőlt, folytonos vékony vonallal történik (4.19. ábra). Ugyanazon alkatrész metszett felületeit az összes metszeten azonos módon kell jelölni. A csatlakozó alkatrészek vonalkázása különböző irányú, és ha több ilyen van, akkor különböző távolságú (sűrűségű) is kell legyen (4.20. ábra).

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

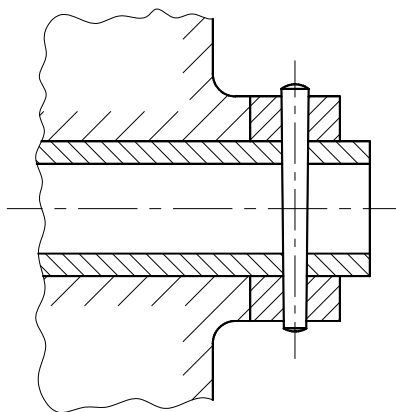


4.19. ábra



4.20. ábra

Nagy felületeket elegendő csak a metszet körvonala mentén vonalkázni (4.21. ábra).



4.21. ábra



4.22. ábra

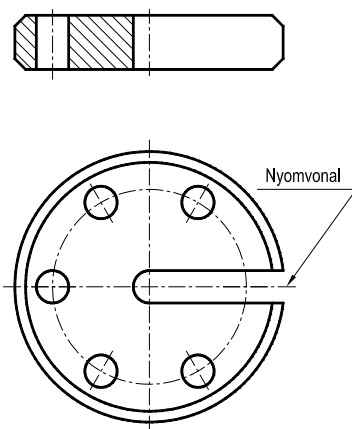
Vékony keresztmetszetet teljesen be lehet feketíteni (4.22. ábra). Ebben az esetben a szomszédos keresztmetszetek között legalább 0,7mm-es hézagot kell hagyni.

4.3.2. A metszetek jelölése

A metszősík és képsík metszésvonalát nyomvonalnak nevezzük (4.18. ábra). A metszeti kép csak akkor egyértelmű, ha pontosan látjuk, hogy hol metszettük el a tárgyat. Ezt a metszősík nyomvonala mutatja. Ezért fontos, hogy a nyomvonal helye a rajzról egyértelműen megállapítható legyen.

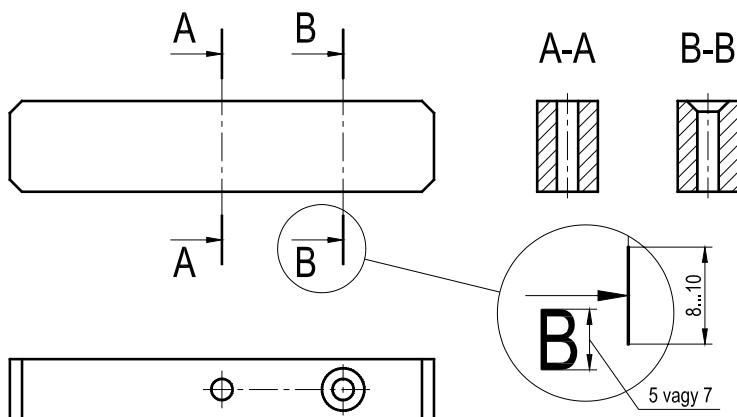
A nyomvonal jelölésének szabályai:

- a) 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 helyezük el (4.23. ábra).



4.23. ábra

- b) jelölni kell a nyomvonalat, ha a metszősík helye nem egyértelmű, ha több metszősík van, vagy a metszet nem a vetületi rend szerint ábrázolt:
- az irányváltásoknál és a végeknél vastag pontvonalal kell rajzolni,
 - a vetítés irányát vékonyzárú nyíllal meg kell jelölni, és
 - a metszetet azonosító jelöléssel (az ABC nagy betűivel) kell pontosítani (4.24. ábra). Az azonosító jelölés elhagyható, ha csak egy metszősíkot használunk és a metszeti képet a vetületi ábrázolás szabályai szerint a „helyére” rajzoljuk (4.26. ábra).



4.24. ábra

4.3.3. A metszetek fajtái

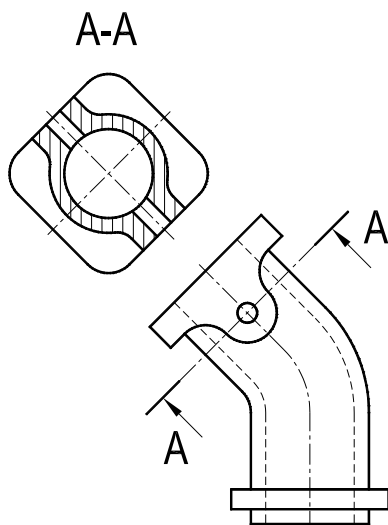
A különböző kialakítású alkatrészek metszeti ábrázolására több lehetőségünk is van. Mindig nekünk kell megállapítani azt, hogy az adott tárgy esetén melyik a legkedvezőbb megoldás. Az ábrázolási mód megválasztásakor – hasonlóan a nézeti vetületekhez – két szempontot figyelembe kell venni:

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

Egyszerű metszet

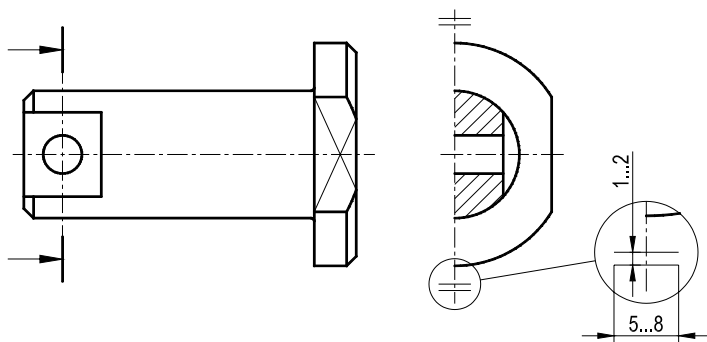
Az egyetlen metszősíkkal képzett metszetet nevezzük egyszerű metszetnek. A gyakorlatban az egyszerű metszetek különféle megoldásait alkalmazzuk:

- Teljes metszet:** a metszősík nyomvonala egyenes, a sík az alkatrészt teljesen egészében átmetszi (4.23. és 4.24. ábra). A teljes metszet készülhet olyan metszősíkkal is, a mely egyik képsíkkal sem párhuzamos. Ebben az esetben a metszetet a vetítés irányában helyezük el, de el is csúsztatható (4.25. ábra).



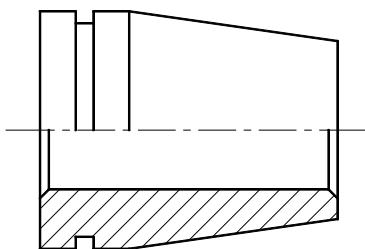
4.25. ábra

Szimmetrikus tárgyak esetén megtehetjük, hogy a metszeti képnek csak a felét rajzoljuk meg (4.26. ábra). Ezáltal rajzi munkát takarítunk meg és a rajz is kisebb helyet foglal. A félmetszet alkalmazására a szimmetria-tengely végein elhelyezett merőleges vonalpárral hívjuk fel a figyelmet.



4.26. ábra

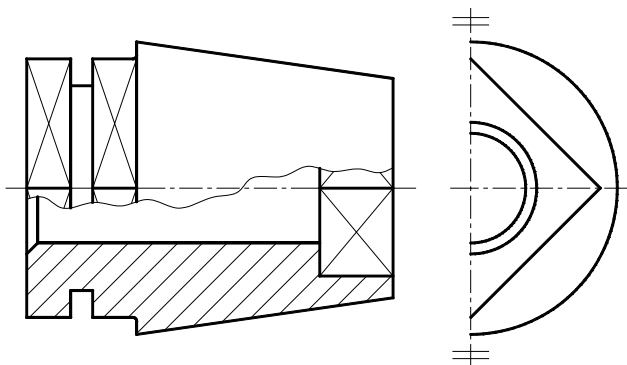
- b) **Félnézet-félmetszet:** olyan tárgyak esetén alkalmazzuk, amelyeknek nézeti és metszeti képe egyaránt szimmetrikus. Szemléletes ábrázolási megoldás, hiszen egyidejűleg mutatja a tárgy külső és belső formáját. Azt, hogy a vetület melyik fele legyen a nézet és melyik a metszet, magunk dönthetjük el (4.27. ábra).



4.27. ábra

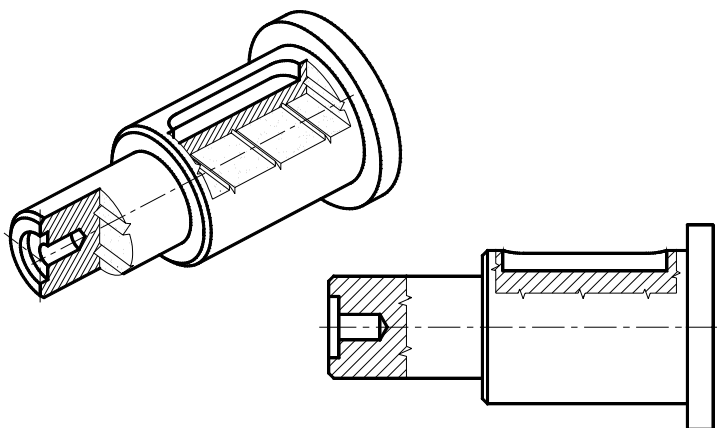
A félmetszet és félnézet-félmetszet alkalmazása esetén tartsuk be a következő két fontos szabályt!

- 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 (4.28. ábra).



4.28. ábra

- c) **Kitöréses metszet:** a tömör tárgyakban levő kisebb furatok, hornyok stb. bemutatására alkalmazzuk, külön vetület rajzolása nélkül (4.29. ábra). A tárgyat csak a bemutatni kívánt részlet közvetlen környezetében metszi a képzeletbeli metszősík. Elsősorban olyan tárgyak részleteinek a bemutatására szolgál, amelynek a metszését kerülni kell (4.3.5. pont). A metszés határát vékony, egyenes vagy szabadkézi törésvonallal rajzoljuk. A határvonal nem lehet méretvonal.

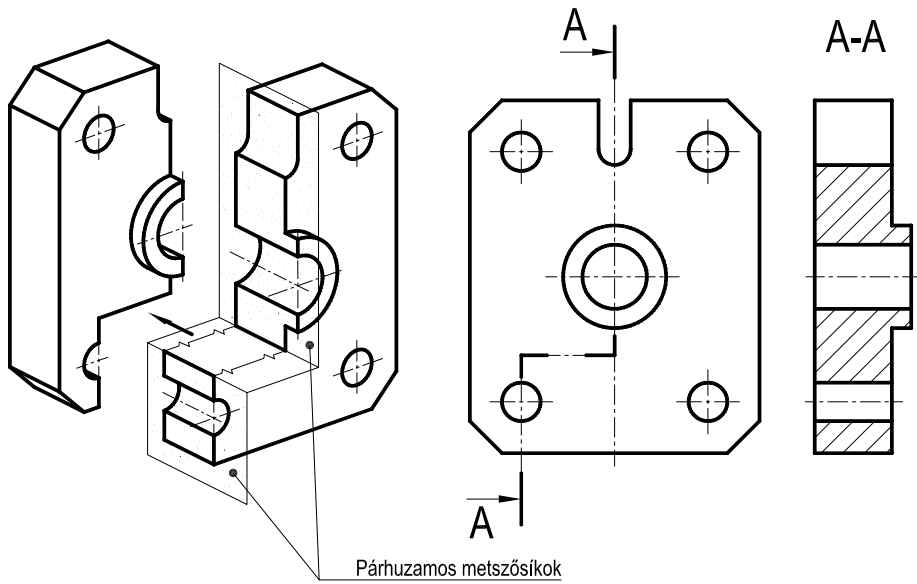


4.29. ábra

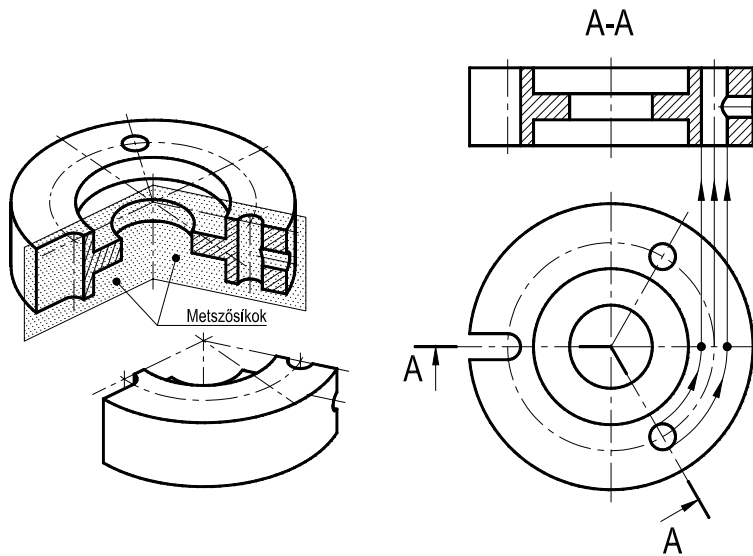
Összetett metszet

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.

- a) **Lépcsős metszet:** két vagy több párhuzamos síkkal való metszés (4.30. ábra) eredményeképpen jön létre. A lépcsős metszetet párhuzamos metszősíkokkal létrehozott metszetek részei egyesítésének tekinthetjük. A metszeti képen a részmetsetek határvonalát nem szükséges jelölni, mert a metszősíkok nyomvonalára alapján egyértelműen megállapítható.
- b) **Befordított metszet:** egymást metsző – szögben csatlakozó – síkokkal létrehozott részmetsetekből álló metszet (4.34. ábra). A befordított metszet rajzoláskor a képsíkhöz 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, szögemelők, stb. furatainak, hornyainak ábrázolására.



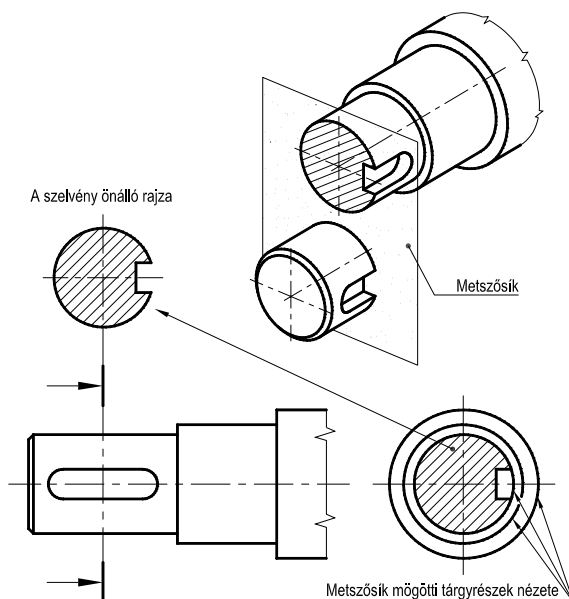
4.30. ábra



4.31. ábra

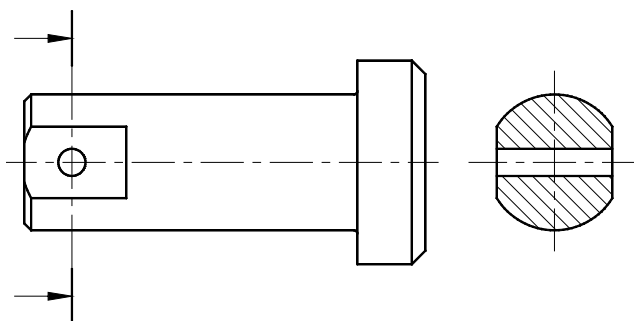
4.3.4. Szelvények rajzolása

Ábrázolási egyszerűsítést jelenthet, és sok esetben célszerű csak a metszősíkba eső felület (keresztmetszet), a *szelvény* önálló ábraként történő meg-rajzolása, amely rendszerint csak egy-egy részlet kialakításának, ill. egy-két méretnek a megmutatására szolgál (4.32. 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.



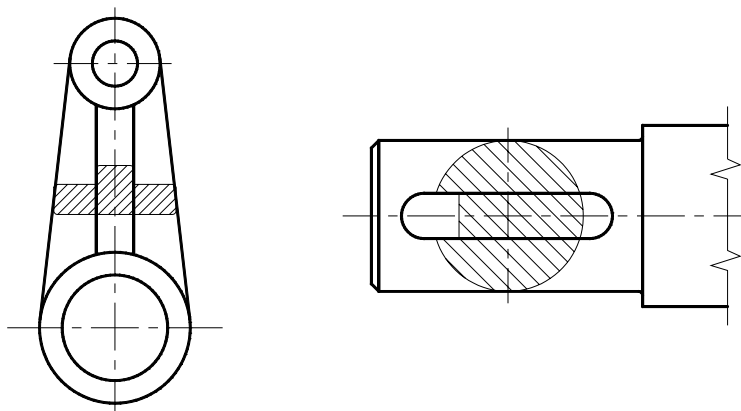
4.32. ábra

Ha a szelvénykép (a metszősík mögötti részek elhagyása miatt) több darabra „esne szét”, akkor az egyes részeket a metszősík mögötti élk vonalával össze kell kötni (4.33. ábra).



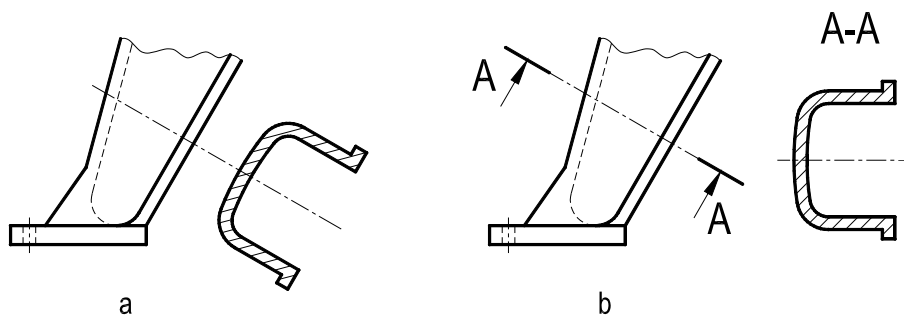
4.33. ábra

A szelvény rajza elhelyezhető a vetületi képen belül vagy azon kívül. A vetületen belül rajzolt szelvényt a metszősík nem ábrázolt nyomvonala körül 90° -kal elforgatjuk, vékony folytonos vonallal rajzoljuk és bevonalkázzuk (4.34. ábra). Mivel a metszősík helyzete egyértelmű, azonosításra nincs szükség.



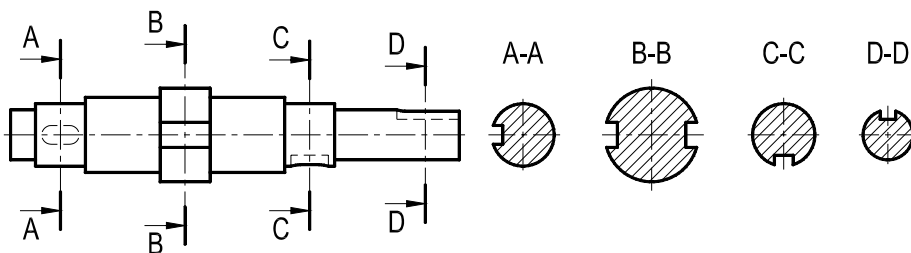
4.34. ábra

A vetületen kívül elhelyezett szelvény körvonalát folytonos vastag vonallal rajzoljuk. A nézeteken kívül rajzolt szelvény ábrázolható a nézet közelében, amelyhez pontvonallal kapcsolódik (4.35. *a*) ábra), vagy más helyzetben a 4.3.2. szakasz szerinti azonosítással (4.35. *b*) ábra).

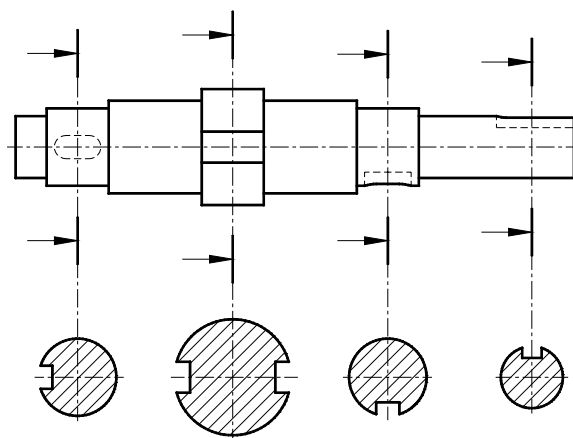


4.35. ábra

Keresztmetszetek és szelvények sorozatát a 4.36. és 4.37. ábra szerint lehet ábrázolni a rajz érthetőségét figyelembe véve.



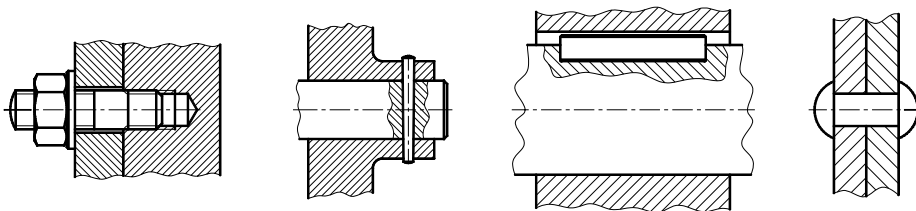
4.36. ábra



4.37. ábra

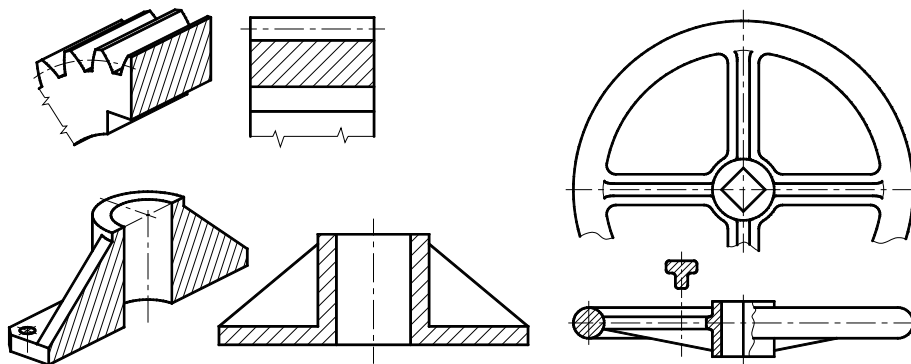
4.3.5. Metszet kerülése

Ne rajzoljunk metszetben olyan alkatrészeket vagy részletet, amelynek metszete nem mond többet a nézeténél. Ennek megfelelően nem szabad hosszirányukban metszeni az olyan tömör alkatrészeket, mint pl. a csavarok, szegek, csapszegek, szegecsek, ékek, reteszek (4.38. ábra). Szintén nézetben hagyjuk a gördülőcsapágyak golyóit és görgőit.



4.38. ábra

Vannak olyan tárgyrészek, amelyek nézetben hagyása metszeti ábrázolás esetén szemléletesebb vetületet eredményez. Ha pl. a metszősík merevítő bordát, küllőt vagy fogaskerékfogat hosszirányú kiterjedésben metsz el, akkor ezeket nem szabad metszetben ábrázolni. Ezért a felsorolt tárgyrészek szelvényét a metszeti képen nem vonalkázzuk be (4.39. ábra).



4.39. ábra

Gyakran előfordul, hogy a tömör alkatrészekben is van furat, horony vagy más belső üreg, amelyet metszetben kell bemutatni. Ilyenkor alkalmazzuk célszerűen az előzőekben megismert kitörést (4.29. ábra).

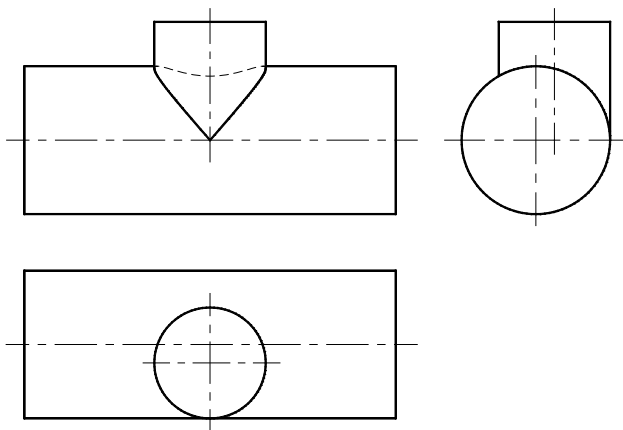
4.4. Géprajzi egyszerűsítések és különleges ábrázolások

A műszaki ábrázolás előírásai című szabvány (MSZ ISO 128) lehetőséget ad az eddigiektől eltérő ábrázolási megoldásokra is. Ezen ábrázolási módok célja, hogy a rajzi munkát egyszerűsítsük, egy-egy tárgy részletet kedvezőbben mutassunk be, és a tárggyal kapcsolatban további információkat közöljünk.

4.4.1. Áthatások egyszerűsített ábrázolása

Az alkatrészeket általában elemi geometriai felületek (síkok, hengerek, kúpok stb.) határolják. Ezek egymást metszve áthatásba kerülnek. Különböző felületek áthatásainak megszerkesztését részletesen megismerhettük a 2. fejezetben. Most bemutatjuk, hogy mikor mikor elégséges ezek egyszerűsített ábrázolása.

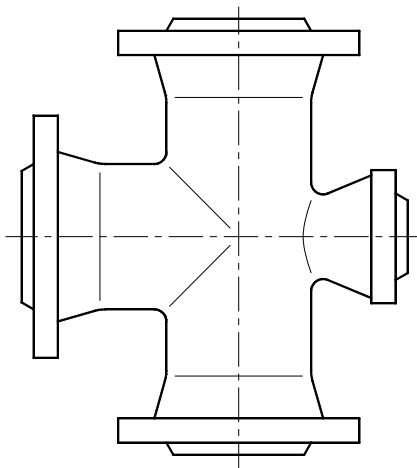
Két geometriai felület találkozása valóságos és elméleti lehet. A valóságos áthatás esetén a testek felületei határozott élből metszik egymást. Ezt az áthatást folytonos vastag vonallal kell ábrázolni ha látható, szaggatott vonallal, ha takart (4.40. ábra).



4.40. ábra

Elméleti áthatások akkor keletkeznek, ha a felületek nem határozott élből, hanem lekerekítéssel találkoznak (öntvények, kovácsolt alkatrészek). Az elméleti áthatásokat nézetben folytonos vékony vonallal ún. tagoló vonallal kell ábrázolni. A tagoló vonal helyét a burkolófelületek képzelte találko-

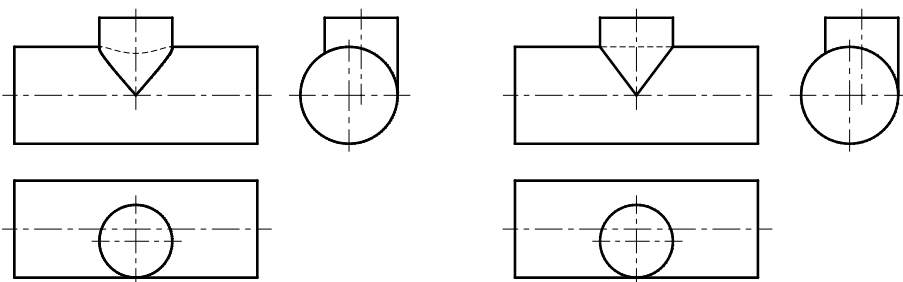
zási éle határozza meg. Ábrázolási szabály, hogy az áthatás vonala ne érjen a tárgy körvonaláig (4.41. ábra).



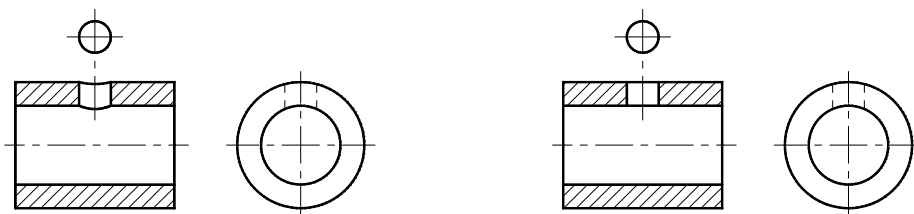
4.41. ábra

Az áthatások egyszerűsített ábrázolása valóságos és elméleti áthatások esetén is megengedett, ha az nem megy az érthetőség rovására. Az egyszerűsített ábrázoláshoz a következő vonalakat lehet alkalmazni:

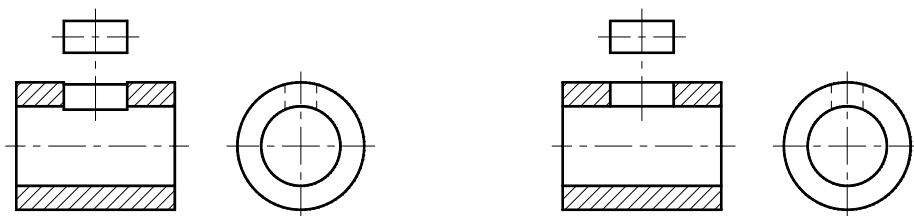
- két henger között az áthatás görbe vonala egyenes vonalakkal helyettesíthető (4.42., és 4.43. ábra);
- henger és derékszögű hasáb között az áthatás egyenes vonalát el lehet hagyni (4.44. ábra).



4.42. ábra



4.43. ábra

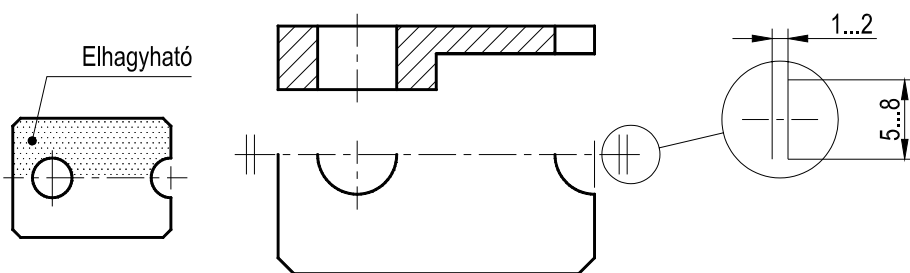


4.44. ábra

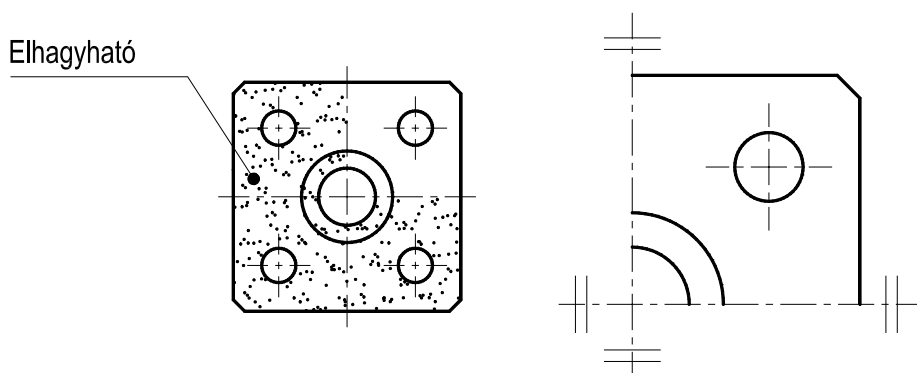
4.4.2. Részvetületek alkalmazása

Szimmetrikus tárgyak ábrázolása

Szimmetrikus tárgyakkal – mint azt már az előző fejezetben láttuk, idő- és helymegtakarítás érdekében, szabad csak egy részét, a felét (vagy negyedét) ábrázolni (4.45. és 4.46. ábra).



4.45. ábra

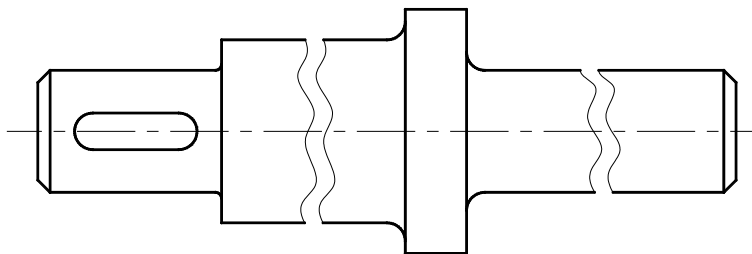


4.46. ábra

Ebben az esetben a szimmetriavonalat a két végén rá merőleges irányú, két-két rövid párhuzamos vékony vonallal kell jelölni.

Törésvonallal megszakított ábrázolás

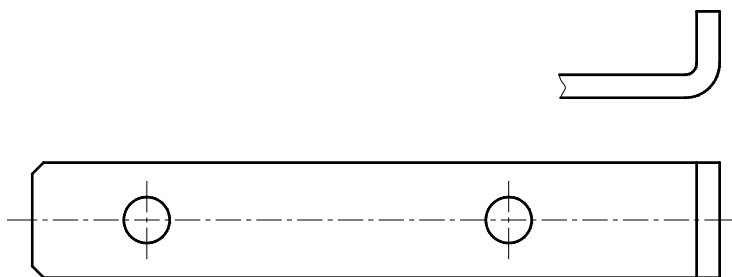
Hosszú tárgy esetén elegendő a tárgynak csak azokat a részeit megrajzolni, amelyek az alakjának egyértelmű meghatározásához szükségesek. A tárgy hosszú, jellegtelen részeit meg lehet szakítani úgy, hogy a kitért részt elhagyva a részeket szorosan egymás mellett ábrázoljuk (4.47. ábra).



4.47. ábra

Résznézet

Ha a teljes nézeti kép nem ad több információt a tárgyról, akkor elég csak azt a részét ábrázolni, ami a megértéshez szükséges (4.48. ábra). Ha ezt a részt a nézetrendnek megfelelően helyezzük el, akkor azonosítani nem kell. A résznézetet vékony törésvonallal határoljuk.

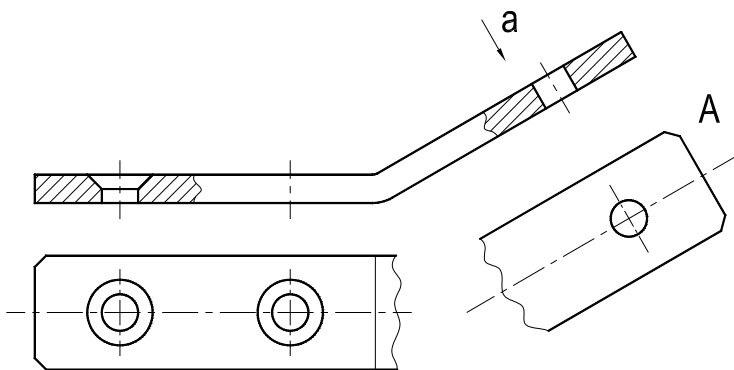


4.48. ábra

Ferde részletű tárgy ábrázolása résznézettel

Ha a tárgyfelület egy része nem párhuzamos a vetítési alapsíkokkal, akkor ez a rész olyan vetítési segédsíkon ábrázolható, amely az ábrázolandó felülettel párhuzamos. Erre képezzük az ábrázolandó tárgy rész torzulásmentes részvetületét (4.49. ábra).

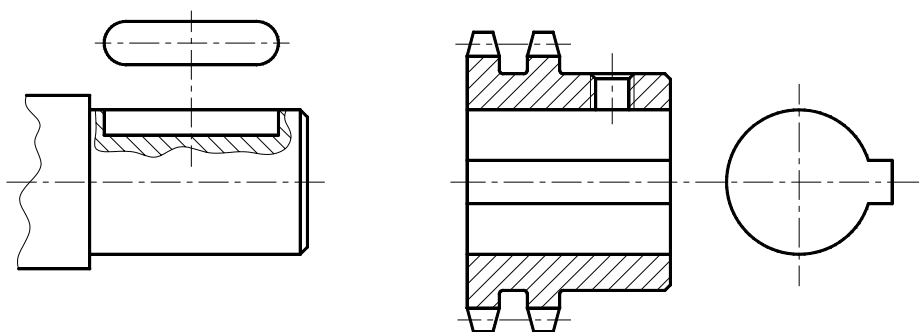
A nézési irányt vékonyyszárú nyíllal jelöljük, és nagybetűvel azonosítjuk a résznézettel.



4.49. ábra

Helyi nézet

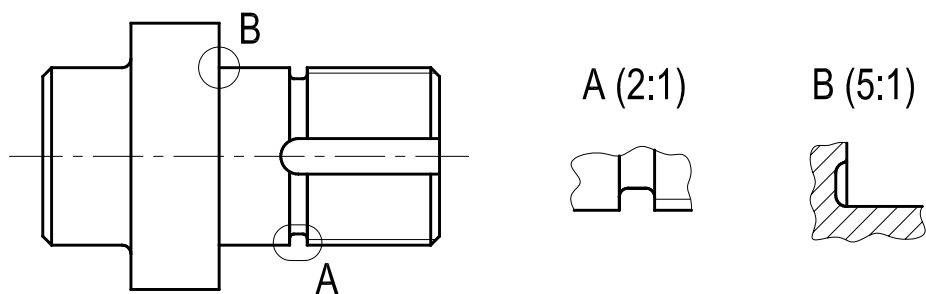
Tengelyben levő ék- és reteszhornyokat, valamint tárcsák hornyos furatait ábrázolhatjuk a teljes vetület helyett annak csak egy részével, ún. helyi nézettel. A helyi nézetet az adott rajz vetítési módjától függetlenül amerikai vetítési mód szerint, folytonos vastag vonallal rajzoljuk és a főnézethez vékony pontvonallal kapcsoljuk (4.50. ábra).



4.50. ábra

Nagyobb méretarányú (kiemelt) részlet

Ha az ábrázolandó tárgy részleteit nem lehet a rajzon alkalmazott méretarányban megfelelően ábrázolni vagy méretezni, akkor ezt a részt (részletet) az ábra közelében nagyobb léptékben is megrajzolhatjuk. A kiemelő részt folytonos vékony vonallal körül határoljuk és nagybetűvel azonosítjuk a 4.51. ábra szerint.

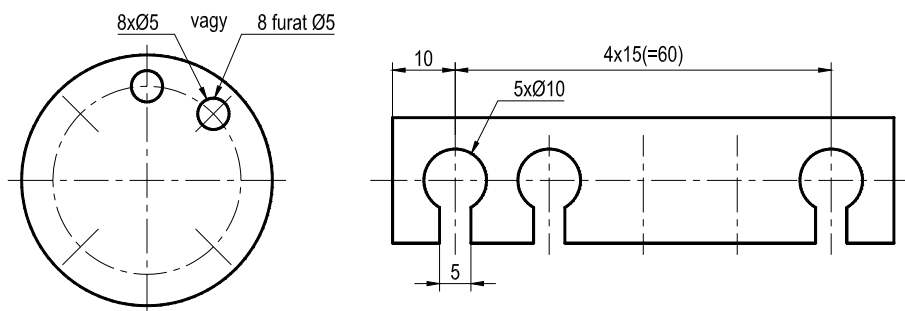


4.51. ábra

A kiemelt részletet úgy is rajzolhatjuk, hogy az többet mutat be, mint azon a vetületen látunk, amelyen a részletet bejelöltük (4.51. ábra – B részlet).

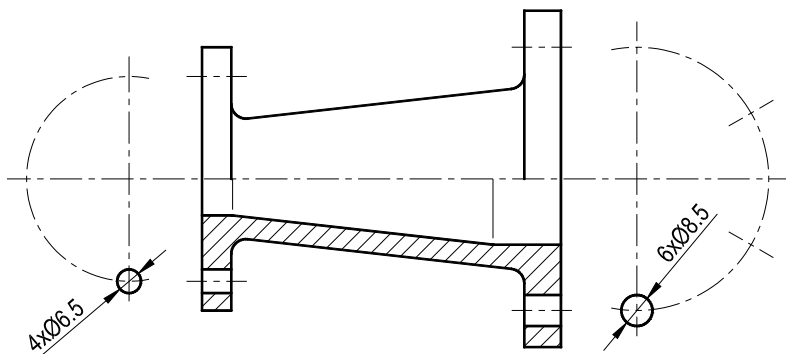
Ismétlődő alkatok egyszerűsített ábrázolása

Ismétlődő alkatokat úgy lehet egyszerűsítve ábrázolni, hogy az ismétlődő alkatok számát és fajtáját mérettel vagy szöveggel adjuk meg (4.52. ábra). (Bővebben a következő fejezetben.)



4.52. ábra

Az egyenlő osztásban elhelyezkedő furatok vagy ismétlődő elemek tengelyeivel jelölt osztókörök a 4.53. ábra szerint beforgatott lyukkörön is ábrázolhatók. (További egyszerűsítésként elegendő egy furatot ábrázolni, a többinek pedig csak a helyét jelölni.)

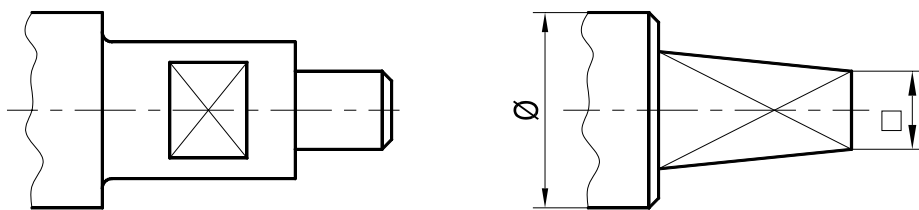


4.53. ábra

4.4.3. Különleges ábrázolási módok

Sík felület

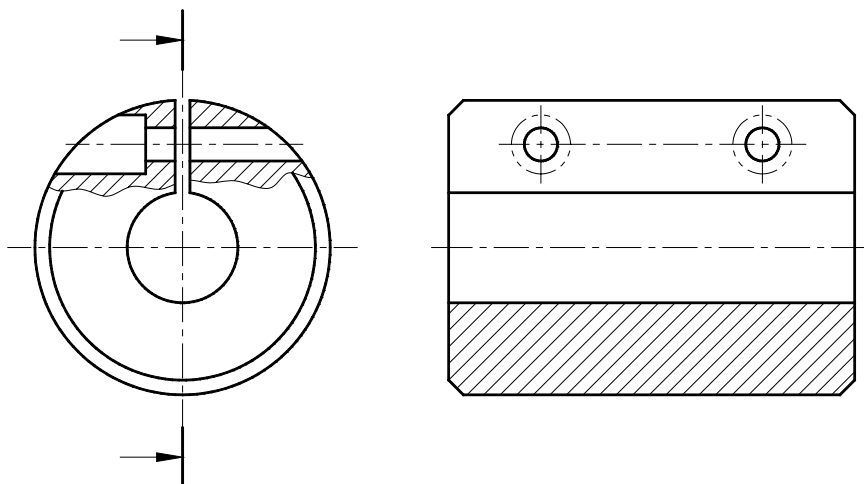
További nézetek vagy metszetek készítésének elkerülése érdekében a négyszögletes vagy szűkülő négyszögletes végződéseket ill. felületeket folytonos vékony vonallal rajzolt átlókkal lehet jelölni (4.54. ábra).



4.54. ábra

Metszősík előtti részek

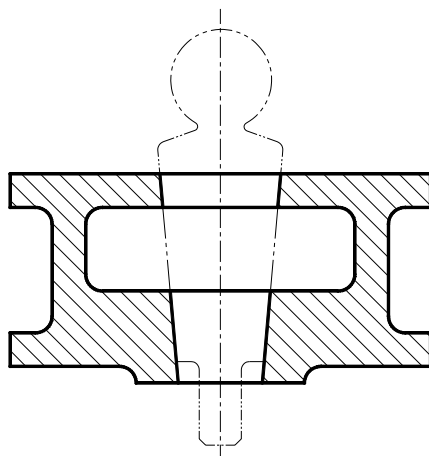
Ha szükséges a metszősík előtti részek jelölése, akkor azokat vékony kétpont-vonallal jelöljük (4.55. ábra).



4.55. ábra

Csatlakozó alkatrészek

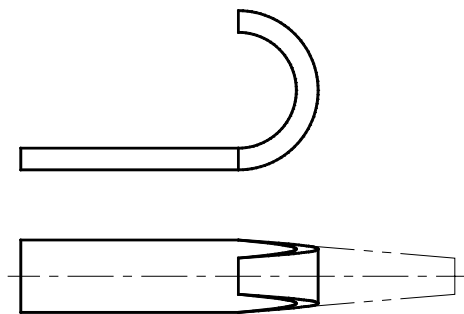
Egyes esetekben célszerű a tárgyhoz csatlakozó alkatrészek kontúrvonalainak megrajzolása magyarázatként. A csatlakozó alkatrészt vékony kétpont-vonallal rajzoljuk úgy, hogy ne takarja a tárgy körvonalait (4.56. ábra).



4.56. ábra

Eredeti (alakítás előtti) körvonal

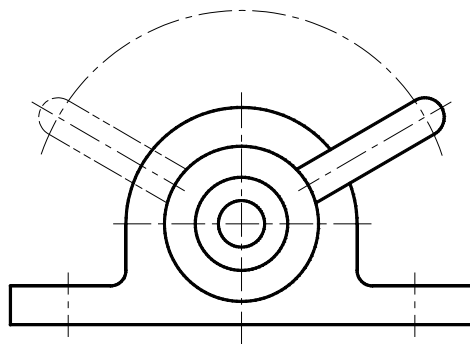
Ha a tárgy eredeti alakját is szükséges megadni (pl. méretmegadáshoz), akkor azt vékony kétpont-vonallal lehet ábrázolni (4.63. ábra).



4.57. ábra

Mozgó alkatrészek szélső helyzete

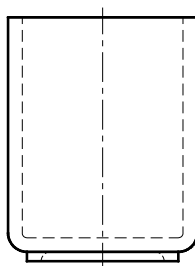
Összeállítási rajzokon, pl. a helyszükséglet meghatározásához, szükség lehet a mozgó alkatrészek szélső állásának ábrázolására. Szélső állásokban ábrázolt mozgó alkatrész egyik körvonalát vékony kétpont-vonallal kell rajzolni (4.58. ábra).



4.58. ábra

Áttetsző vagy átlátszó tárgyak ábrázolása

Minden áttetsző vagy átlátszó tárgyat átlátszatlanként kell ábrázolni (4.59. ábra).



4.59. ábra

4.5. Kérdések és ellenőrző feladatok

1. Mit jelent az ábrázolás a műszaki gyakorlatban?
2. Milyen jellemzők alapján tehetünk különbséget az egyes vetítési módok között?
3. Milyen vetítési módszereket ismer?
4. Jellemezze a merőleges vetítést!
5. Hány fő nézeti képet készíthetünk egy adott tárgyról?
6. Hogyan nevezzük egy tárgy nézeti képeit?
7. Mi az előlnézet másik neve?
8. Mit jelent az „Első ténnyedbeli vetítési mód” kifejezés?

9. Mutassa be tetszőleges tárgy ábrázolásával az első térnegyedbeli vetítést! Nevezze meg a nézeti képeket!
10. Mit jelent a „Harmadik térnegyedbeli vetítési mód” kifejezés?
11. Mutassa be tetszőleges tárgy ábrázolásával a harmadik térnegyedbeli vetítést! Nevezze meg a nézeti képeket!
12. Hogyan nevezhetjük másképp a két különböző vetítési módot?
13. Hogyan jelöljük az európai vetítési módot?
14. Hogyan jelöljük az amerikai vetítési módot?
15. Milyen más merőleges vetítési módszert ismer?
16. Hogyan jelöljük a vetítési irányokat az erre alapuló vetítési módszernél?
17. Hogyan azonosítjuk az egyes nézeteket a nézési irányt mutató nyíl módszerének alkalmazásakor?
18. Tetszőleges tárgy ábrázolásával mutassa be a nézési irányt mutató nyíl szerinti vetítési módot!
19. Mit jelent a képies ábrázolás?
20. Nevezze meg a képies ábrázolási módokat!
21. Milyen ábrázolási mód az axonometrikus ábrázolás?
22. Hogyan keletkezik az axonometrikus kép?
23. Mitől függ az axonometrikus ábrázolás során keletkező kép?
24. Hogyan helyezhetjük el az ábrázolandó tárgyat az axonometrikus képsíkhöz képest?
25. Milyen vetítést alkalmazunk, ha az ábrázolandó tárgyat ferdén helyezük el az axonometrikus képsíkhöz képest?
26. Milyen vetítést használunk, ha az ábrázolandó tárgyat ferdén helyezük el az axonometrikus képsíkhöz képest?
27. Milyen axonometrikus ábrázolási módokat használunk a műszaki rajzokon?
28. Melyek az egyméretű axonometria tengelyeinek jellemzői?
29. Milyen méretarányokat alkalmazunk az egyméretű axonometria tengelyein?
30. Melyek a kétméretű axonometria tengelyeinek jellemzői?
31. Milyen méretarányokat alkalmazunk a kétméretű axonometria tengelyein?
32. Melyek a frontális vagy kavalier axonometria jellemzői?
33. Milyen méretarányokat alkalmazunk a frontális axonometria tengelyein?
34. Milyen ferde vetítést használó axonometrikus ábrázolási módokat ismer a frontális axonometrián kívül?
35. Mi jellemzi a ferde vetítést használó ábrázolási módokat?

36. Milyen ábrázolási mód a perspektívikus ábrázolás?
37. Milyen perspektívikus ábrázolási módokat ismer?
38. Mi jellemzi az átlátszó nézetet, mint képies ábrázolási módot?
39. Mi jellemzi a robbantott ábrát, mint képies ábrázolási módot?
40. Mi a metszeti ábrázolás lényege?
41. Hogyan nevezzük a metszeti ábrázolás „eredményét”?
42. Hogyan jelöljük a metszett felületet?
43. Milyen típusú vonallal készítjük a sraffozást?
44. Hogyan vonalkázzuk a csatlakozó alkatrészeket?
45. Hogyan jelöljük metszetben a vékony keresztmetszetet?
46. Hogyan különböztetjük meg metszetben az anyagfajtákat?
47. Hogy nevezzük a metszősík és képsík metszévonalát?
48. Mely esetben nem jelöljük a metszősík nyomvonalát?
49. Mely esetben jelöljük a metszősík nyomvonalát?
50. Hogyan rajzoljuk a nyomvonalat?
51. Hogyan jelöljük a vetítés irányát?
52. Hogyan azonosítjuk a metszeteket?
53. Mit jelent az egyszerű metszet?
54. Melyek az egyszerű metszetek?
55. Mi a teljes metszet? Rajzoljon rá példát!
56. Mi a félmetszet? Rajzoljon rá példát!
57. Mely esetben használhatunk félmetszetet?
58. Mi a félnézet-félmetszet? Rajzoljon rá példát!
59. Mely esetben használhatunk félnézet-félmetszetet?
60. Hogyan rajzoljuk a félnézet-félmetszet határára eső külső vagy belső éleket?
61. Mely esetben alkalmazunk kitöréses metszetet?
62. Mik a kitöréses metszet készítésének szabályai? Szemléltesse rajzban!
63. Mit jelent az összetett metszet fogalma? Mikor használunk összetett metszetet?
64. Milyen összetett metszetet ismer?
65. Mi a lépcsős metszet? Szemléltesse rajzban!
66. Mi a befordított metszet? Szemléltesse rajzban!
67. Mi a szelvény? Mikor alkalmazzuk?
68. Ismertesse rajzban a szelvényábrázolás szabályait!
69. Mely esetekben nem javasolt a metszeti ábrázolás?
70. Mi a különbség a valóságos és elméleti áthatás között?
71. Milyen vonal a tagoló vonal?

72. Mely esetekben megengedett az áthatások egyszerűsített ábrázolása?
73. Hogyan ábrázolhatjuk a szimmetrikus tárgyakat? Szemléltesse rajzban!
74. Mely esetben használhatjuk a törésvonallal megszakított ábrázolást?
Rajzoljon példát a törésvonallal megszakított ábrázolásra!
75. Hogyan ábrázolhatjuk a ferde részletű tárgyakat? Szemléltesse rajzban!
76. Mi jellemzi a helyi nézetet? Rajzoljon rá példát!
77. Mi a kiemelt részlet? Mikor alkalmazzuk?
78. Rajzoljon példát a kiemelt részlet alkalmazására!
79. Hogyan ábrázolhatjuk az ismétlődő alakzatokat? Illusztrálja példával!
80. Hogyan jelöljük a hengeres alkatrészek négyszögletes részeit? Mutassa be egy példán!
81. Milyen vonalfajtát használunk a metszősík előtti részek rajzolásához?
82. Mutassa be egy példán a csatlakozó alkatrészek ábrázolását!
83. Hogyan rajzolhatjuk meg egy tárgy alakítás előtti, eredeti alakját?
84. Mutassa be példán egy mozgó kar szélső helyzeteinek ábrázolását!
85. Hogyan ábrázoljuk az áttetsző vagy átlátszó tárgyakat?

Javasoljuk, hogy „4.3. Ábrázolás metszetekkel” című fejezet anyagának begyakorlására az „5. Méretmegadás műszaki rajzokon” című fejezet áttanulmányozása után fogjon hozzá!

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. (Ez a jegyzet – az alaki előírásoktól eltekintve – elsősorban a gépészeti vonatkozású rajzokkal foglalkozik.)

A szabvány meghatározása szerint a **méret**: mértékegységgel, számszerűen megadott érték, amit vonalakkal, jelekkel, megjegyzésekkel lehet kiegészíteni. Rajzainkon a tervezési követelményeknek megfelelően az összes méretet meg kell adni. Ezekről eltérni, esetlegesen hiányzó méretet a rajzról lemérni nem szabad.

5.1. A méretmegadás általános előírásai

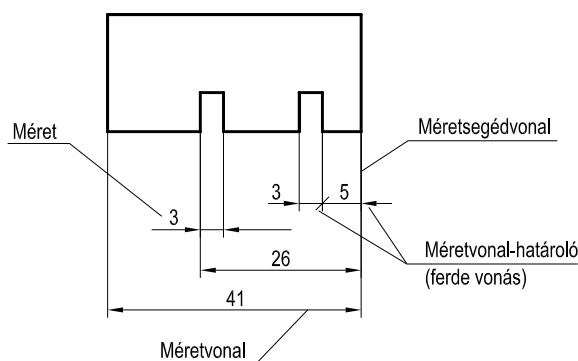
A méretek helyes megadásához a rajzok egyértelműségének biztosításához be kell tartani a következő fő szempontokat:

- 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 célszerű megadni, amely a legjellemzőbb az alakzatra.
- Azonos dokumentáció rajzai egyféle mértékegységgel készüljenek. A mértékegységet (pl.: mm) ebben az esetben nem kell feltüntetni. Ha más mértékegység is van a rajzon (pl.: Nm), akkor azt fel kell tüntetni a méret mellett.
- 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.

5.2. A méretmegadás elemei

A méretmegadás elemei a következők (5.1. ábra):

- méretvonal,
- méretsegédvonal,
- méretvonal-határolók: méretnyíl, ferde vonás,
- méret: méretszám,
- mutatóvonal
- több méret kiindulási helye.

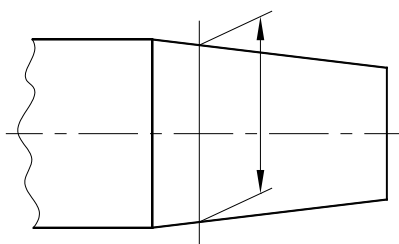


5.1. ábra

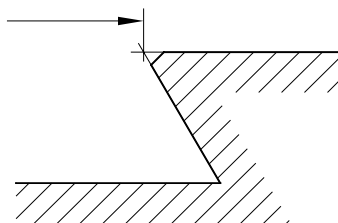
5.2.1. Méretsegédvonalak, méretvonalak és mutatóvonalak

A méretvonalakat, méretsegédvonalakat és a mutatóvonalakat folytonos vékony vonallal kell rajzolni.

A méretsegédvonalakat úgy rajzoljuk, hogy kissé nyúljanak túl a méretvonalon (5.1. ábra). A méretsegédvonalakat a méretvonalra merőlegesen kell elhelyezni. Kivételesen el lehet helyezni ferdén is, de ebben az esetben is párhuzamosak legyenek egymással (5.2. ábra):



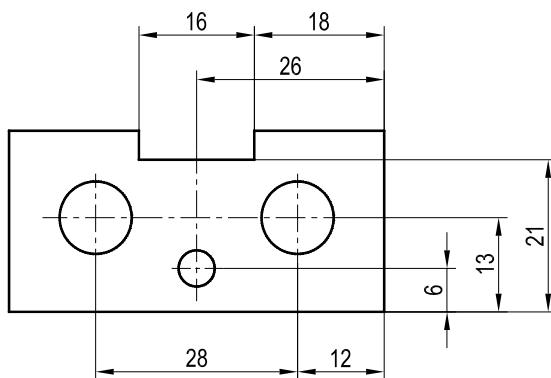
5.2. ábra



5.3. ábra

Metsződésnél a méretsegédvonalak egy kissé túlnyúlnak a metsződési ponton az 5.3. ábra szerint.

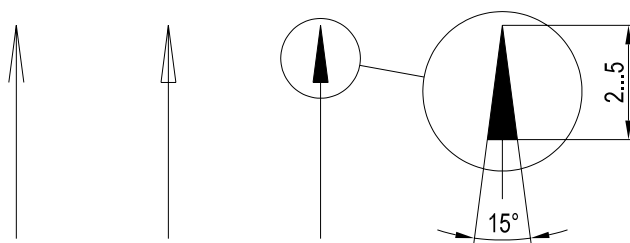
A méretsegédvonalak és méretvonalak általában ne messék egymást és más vonalakat. Ha ez mégsem kerülhető el, akkor egyik vonal se legyen megszakítva. (5.4. ábra)



5.4. ábra

5.2.2. Méretvonal-határoló, végpont és kiindulási pont ábrázolása

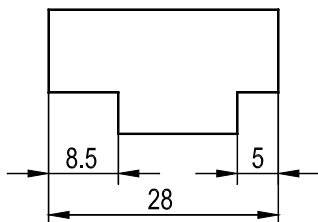
A méretvonal végződéseit jól láthatóan meg kell jelölni nyílhegygel vagy ferde vonással. A nyílhegy gépészeti rajzokon $\approx 15^\circ$ -os szöveget bezáró rövid vonalakkból áll. A nyílhegy lehet nyitott, zárt és feketített az 5.5. ábra szerint. Hossza a rajzon alkalmazott vonalvastagság 6-8-szorosa, de legalább 2 mm legyen.



5.5. ábra

Ha van elegendő hely, nyílhegyvégződést kell alkalmazni méretvonal-határolóként. Ha a hely korlátozott, akkor a nyílhegyet a méretvonal vég-

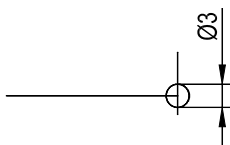
ződésén kívül kell elhelyezni a méretvonal meghosszabbításán az 5.6. ábra szerint:



5.6. ábra

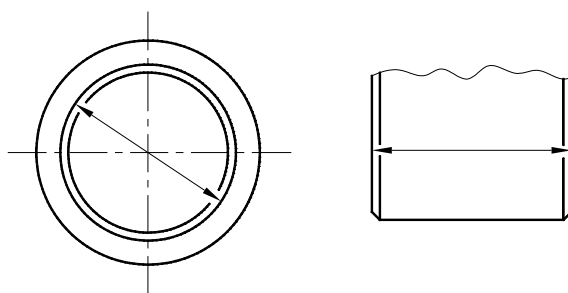
Ha kevés a hely a nyílhegy számára, akkor azt ferde vonás helyettesítheti. A ferde vonás a méretsegédvonalakkal 45° -os szöget bezáró rövid vonal (5.1. ábra):

Közös bázistól induló méretek esetében a kiindulási pontot kb. 3mm átmérőjű, üres körrel jelöljük (5.7. és 5.8. ábra).



5.7. ábra

Kontúrvonal és méretnyíl találkozásánál a kontúrvonalat meg kell szakítani (5.9. ábra).



5.8. ábra

5.2.3. Méretek jelölése a rajzon

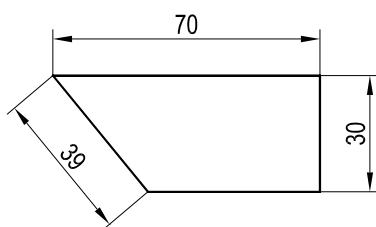
A méreteket a rajzokon olyan nagyságú számokkal kell megadni, amelyek jól olvashatók akár az eredeti rajzon, akár a mikrofilmes másolaton.

A méretszámok szabvány szerintiek (3.6. pont), 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.

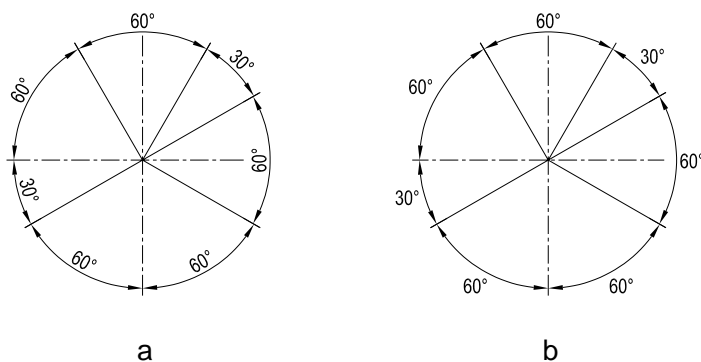
1. módszer: A méretvonallal párhuzamos méretelhelyezés

Ennél a megoldásnál a méret a méretvonallal párhuzamosan, a méretvonal felett, attól kis távolságra és lehetőleg középen helyezkedjen el. A méretet alulról, vagy (általában) jobbról olvashatóan kell elhelyezni a rajzon (5.9. ábra):



5.9. ábra

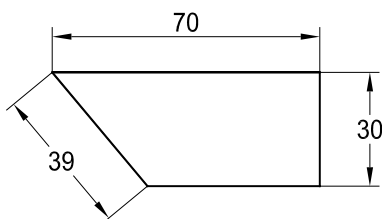
A különböző dőlésű méretvonalhoz tartozó méreteket az 5.9. ábra szerint, a szögméretek az 5.10. ábra szerint (a vagy b módszer) kell megadni. (Ajánlott az a ábra szerinti megadás.)



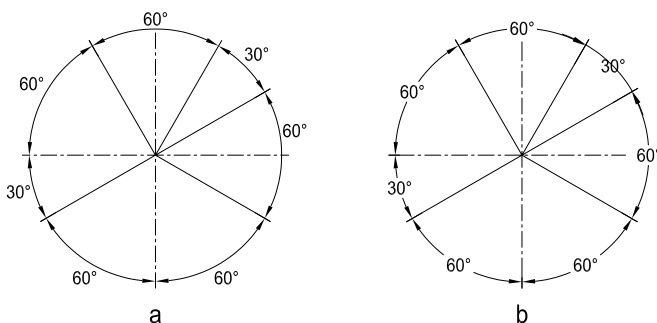
5.10. ábra

2. módszer: Vízszintes méretelhelyezés

Ennél a módszernél a méreteket (alulról olvashatóan) 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). A szögértékeket ennél a módszernél az 5.14. ábra szerint kell elhelyezni.

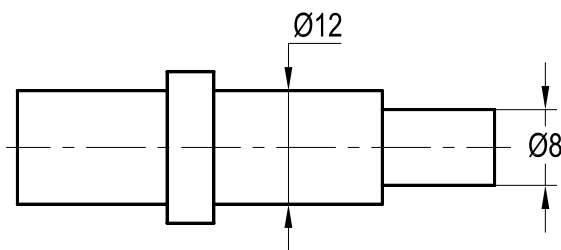


5.11. ábra



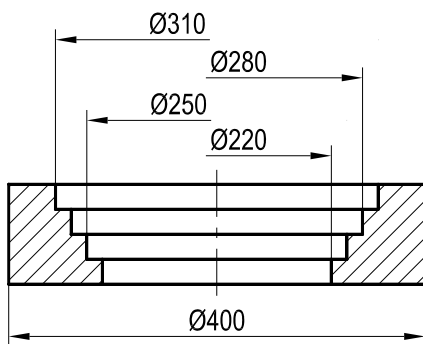
5.12. ábra

Ha a nem vízszintes méretvonal megszakításában nem helyezhető el a méret, akkor a méretvonal vízszintes irányú meghosszabbítása fölé rajzoljuk (5.13. ábra).



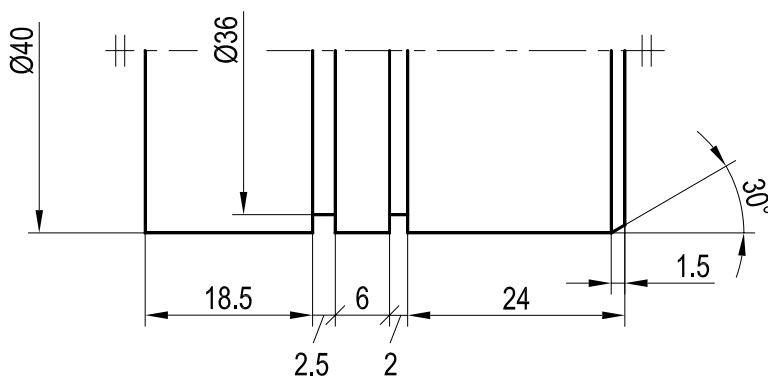
5.13. ábra

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 (5.14. ábra). Ezt a megoldást elsősorban ott célszerű alkalmazni, ahol a méretnek csak egyik felét ábrázoltuk (pl.: félnézet-félmetszet, félnézet 5.15. ábra).



5.14. ábra

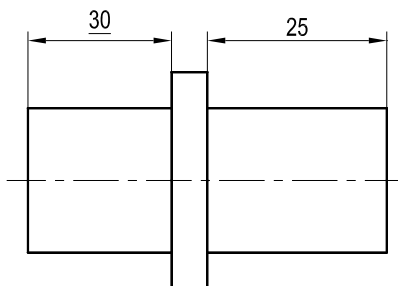
Kevés hely esetén a méretvonal meghosszabbított végződése fölött célszerű a méretet elhelyezni (5.15. ábra – 1,5mm-es méret).



5.15. ábra

Ha a méret számára a méretvonal fölött túl kevés a hely, akkor a méretvonalhoz csatlakozó mutatóvonal végénél adjuk meg a méretet (5.15. ábra, 2.5 és 2 méretek).

A nem méretarányosan rajzolt részek méretét (kivéve a töréssel való ábrázolást) egyenes vastag vonallal alá kell húzni (5.16.ábra).



5.16. ábra

5.2.4. Alakhoz kapcsolódó méretek

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

∅ : Átmérő

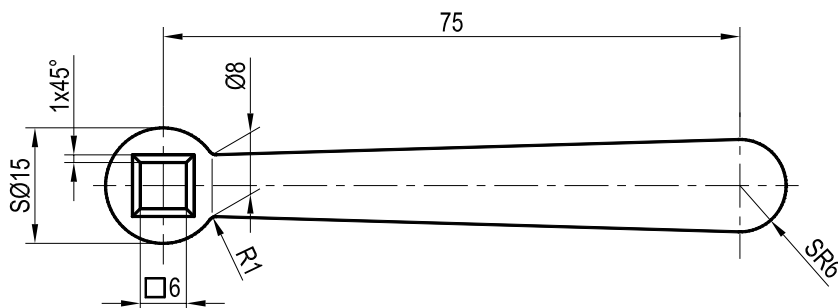
SR: Gömbsugár

R : Sugár

S∅: Gömbátmérő

□ : Négyzet

A jel a méret előtt az 5.17. ábrán láthatóan helyezhető el.



5.17. ábra

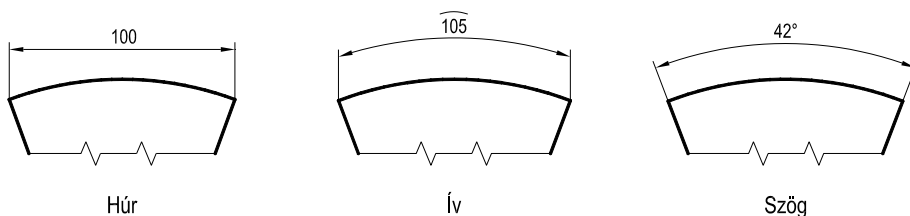
5.3. Különleges méretmegadások és egyszerűsítések

Húrok, ívek és szögek méretét az 5.18. ábra szerint adhatjuk meg.

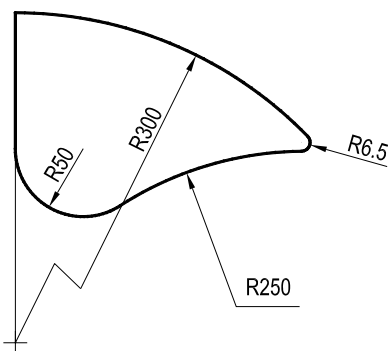
Ha az ív középpontja kívül esik a rendelkezésre álló helyen, akkor a sugár méretvonalát meg kell törni vagy meg kell szakítani a középpont érzékeltetése miatt (5.19. ábra).

Ha a sugár mérete más méretekből számítható, akkor elegendő csak az R jelképpel ellátott nyilazott sugarat feltüntetni, méret nélkül (5.20. ábra).

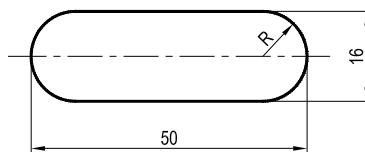
Szabálytalan görbe felülettel határolt alkatrész méreteit a görbe kontúrvonal koordináta- méreteivel adjuk meg (5.21. ábra)



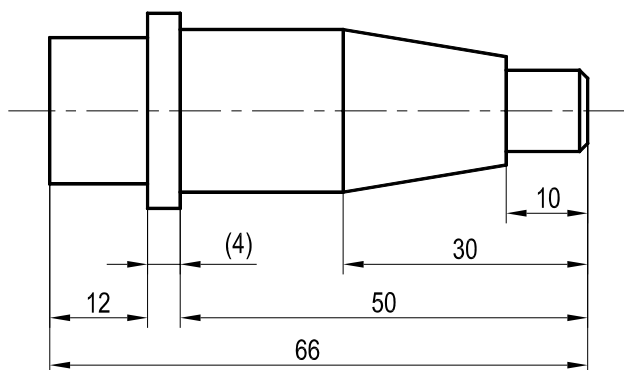
5.18. ábra



5.19. ábra

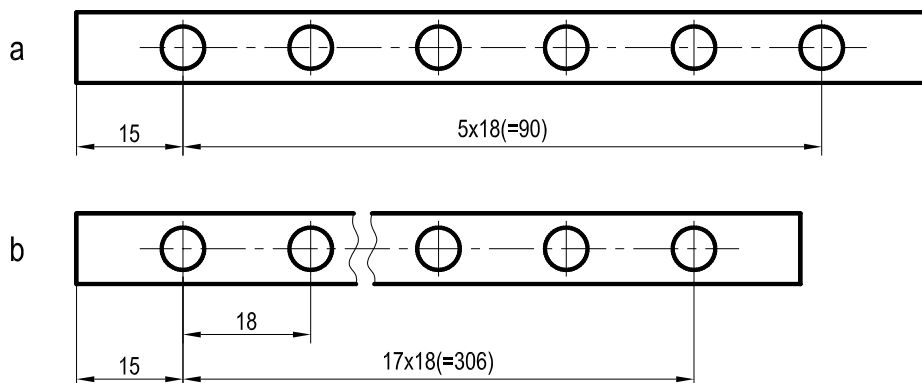


5.20. ábra



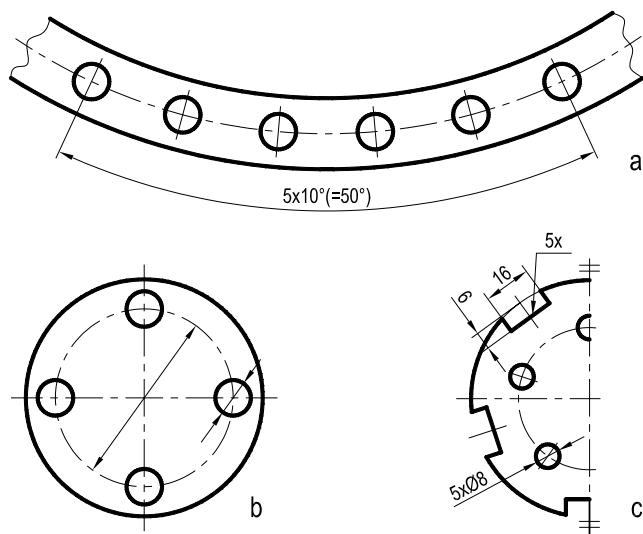
5.23. ábra

Egyenlő távolságra levő alakzatok, vagy azonosan elhelyezett elemek esetén a méretezést egyszerűsíteni lehet (5.24.a ábra). Ha a távolságok hossza és az osztások száma nem egyértelmű, akkor az egyik ismétlődő távolságot méretezni kell az 5.24.b ábra szerint.



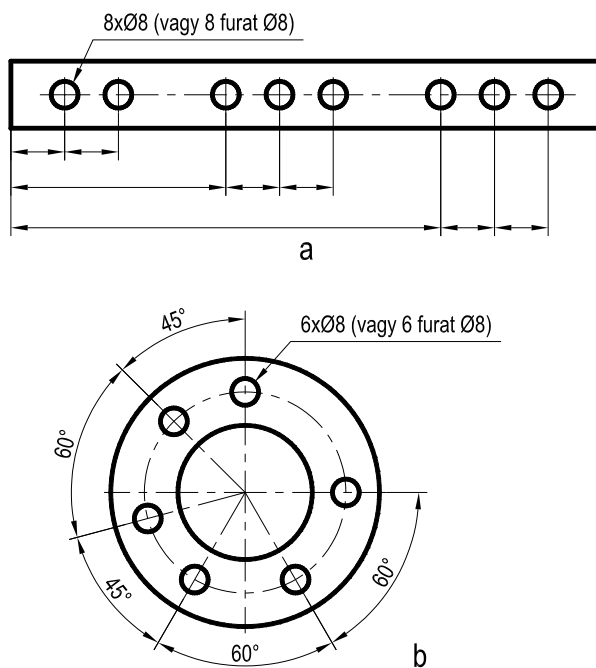
5.24. ábra

Egyenlő osztásra levő furatok vagy más alakzatok szöggel megadott elhelyezésére az 5.25. a) ábrán láthatunk példát. Az osztások szögértékeit elhagyhatjuk, ha az a rajzon egyértelmű (5.25. b) ábra). Kör, szokásos elnevezéssel: lyukkör mentén elhelyezkedő alakzatok méretezését közvetve kell megadni az elemek számának feltüntetésével (5.25. c) ábra).



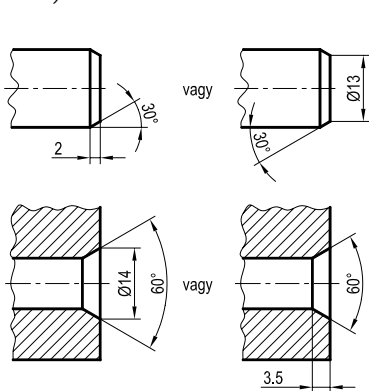
5.25. ábra

Ismétlődő alakzatok, azonos méretű és alakú elemek méretezhetők az azonos méretek ismétlése nélkül az 5.26. ábra szerint.

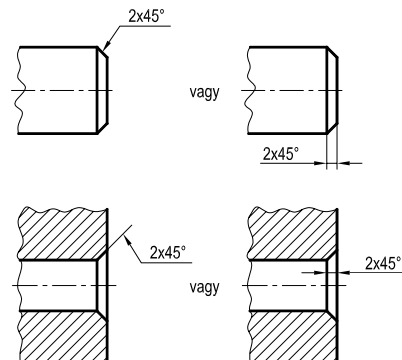


5.26. ábra

A külső és belső élettöréseket az 5.27. ábra szerint kell méretezni. Ha az élettörés szöge 45° -os, akkor a méretmegadást egyszerűsíteni lehet (5.28. ábra).



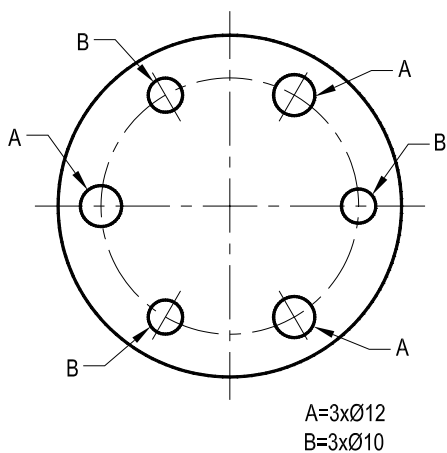
5.27. ábra



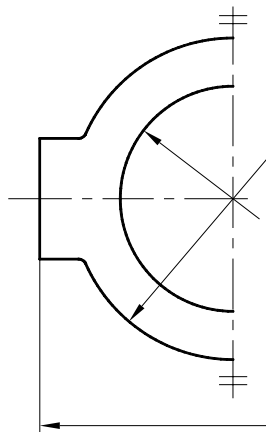
5.28. ábra

Az azonos méretek ismétlése vagy a hosszú mutatóvonalak elkerülése érdekében – ahol szükséges – azonosító betűket lehet alkalmazni, amelyeket magyarázó táblázatban vagy megjegyzésben pontosítani kell (5.29. 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 (5.30. ábra).

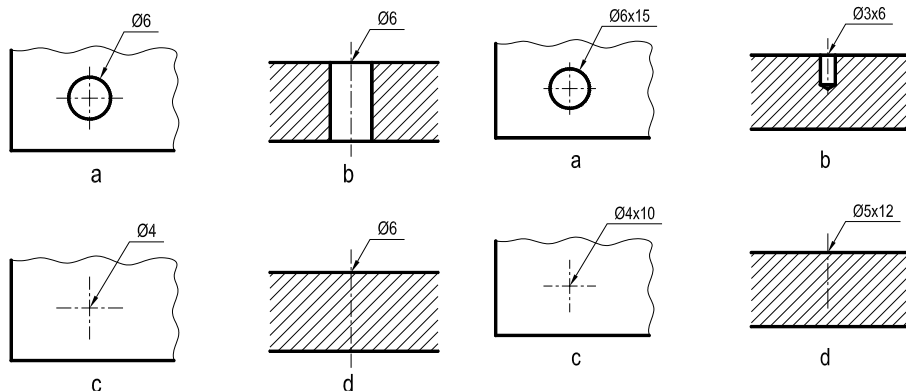


5.29. ábra



5.30. ábra

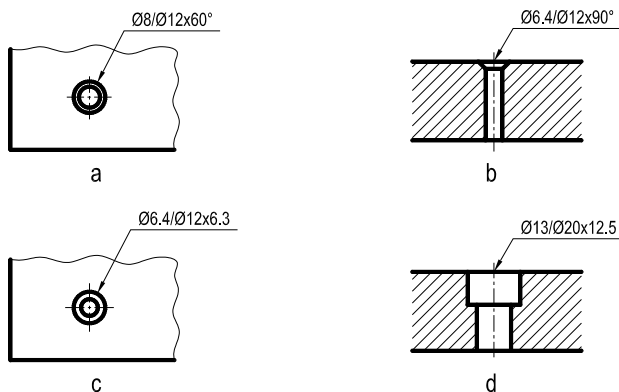
A furatméret egyszerűsítve is megadható, ha annak mérete a rajzon kicsi, kb. $d \leq 6$, vagy ha a furatot egyszerűsítve ábrázoljuk (5.31., 5.32. ábra). (Egyszerűsített furatábrázolás esetén a furat tengelyét, felülnézet esetén csak a két szimmetriavonalát ábrázoljuk.) Ezáltal elkerülhetjük a rajz mérethálózatának zsúfoltságát, és esetleg kevesebb méret is elegendő.



5.31. ábra

5.32. ábra

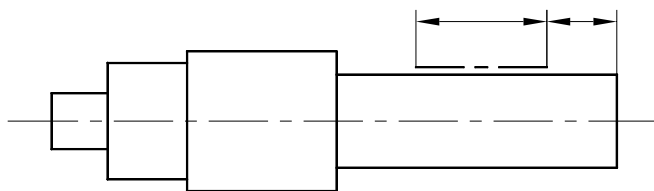
Az 5.33. ábrán sülyesztett furatok méretének egyszerűsített megadása látható. Ilyen esetben első helyen az átmenő furat mérete, a / jel után a sülyesztés mérete (átmérő és mélység vagy átmérő és kúpszög) szerepel.



5.33. ábra

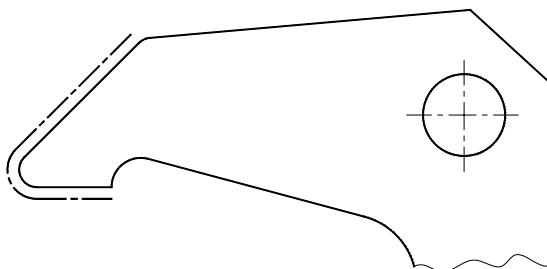
Ha az alkatrésznek valamilyen különleges állapotát is jelölni kell, például a felületkikészítés és hőkezelés területének és hosszának méretezése, akkor a területet vagy hosszúságot és a helyet, a felülettől kis távolságra (kb. a kontúrvonal vastagságának kétszeresére, de min. 0,7 mm-re), és azzal párhuzamosan feltüntetett vastag pontvonallal kell jelölni.

Ha a különleges követelmény forgásfelületre vonatkozik, akkor a jelölést elegendő csak az egyik oldalon megadni (5.34. ábra).



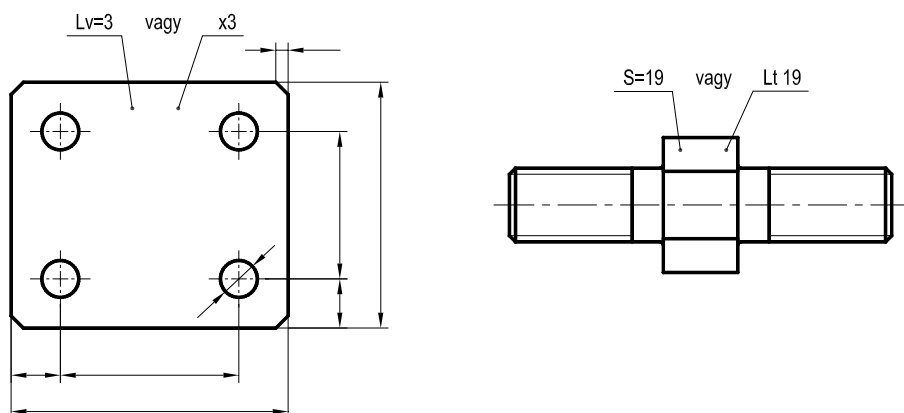
5.34. ábra

Ha a különleges követelmény méretét és helyzetét egyértelműen meg kell adni, akkor azt a méretezési szabályok szerint tegyük (5.34. ábra). Ha a rajz egyértelműen ábrázolja a jelölés helyét, akkor azt nem szükséges méretezni (5.35. ábra)



5.35. ábra

Bemutatunk még két egyszerűsített méretmegadási módot, amelyeket az ISO szabvány ugyan nem említ, de régebbi rajzokon találkozhatunk velük. Lemezről készült alkatrész vastagsági mérete, illetve a hatszög laptávolsága az 5.36. ábrán látható módon volt megadható.

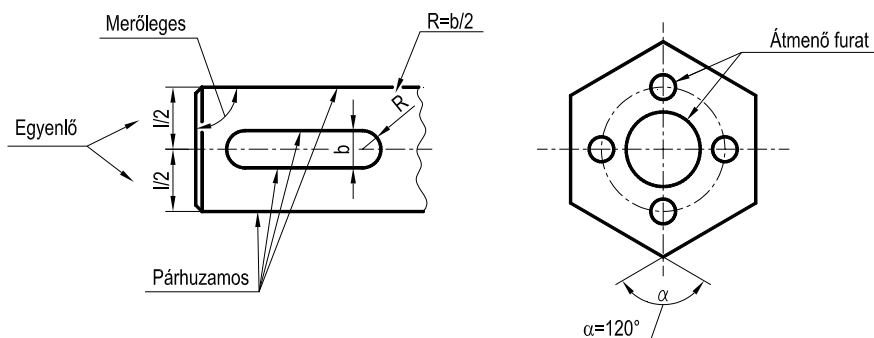


5.36. ábra

Magától értetődő méretet, amely az ábrázolásból egyértelműen kiadódik, nem kell a rajzon megadni, hacsak nincs erre különleges ok, pl. tűrésezés (5.37. ábra).

Magától értetődő méretek:

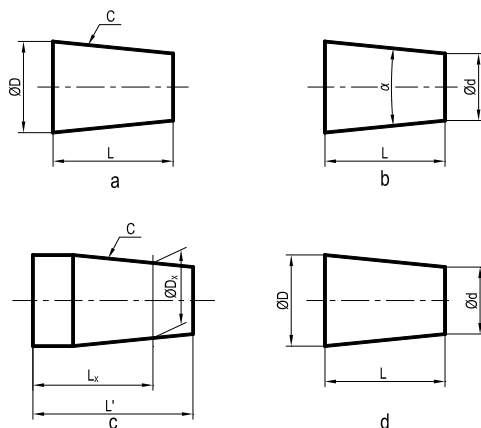
- a merőlegesnek rajzolt élék vagy felületek merőlegessége;
- a párhuzamosan rajzolt élék, középvonalak vagy felületek párhuzamossága;
- az adott távolságú, párhuzamos egyeneseket összekötő félkör sugara,
- a középvonallal felezett méretek névleges félméretének egyenlősége;
- a szabályos hatszög szögei;
- a furat átmenő jellege, ha a rajzon a mélysége nincs beméretezve;
- a szimmetrikus alkatrészek egyik félvetületén megadott méreteinek a másik félvetülettel való azonossága.



5.37. ábra

5.4. Kúpos és lejtős tárgyrészek méretmegadása

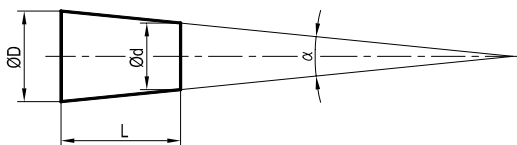
A kúpok meghatározásához csak annyi méretet kell megadni, amennyi az egyértelműséghez szükséges. Tájékoztatásul zárójelben kiegészítő méretek (pl. a félkúpszög) is megadhatók. Néhány megoldást szemléltet az 5.38. ábra:



5.38. ábra

A kúposág mérőszáma a kúp két keresztmetszetében az átmérők különbségének és a közöttük levő távolságnak a hányadosa (5.39. ábra). A kúposág a következő képlettel fejezhető ki:

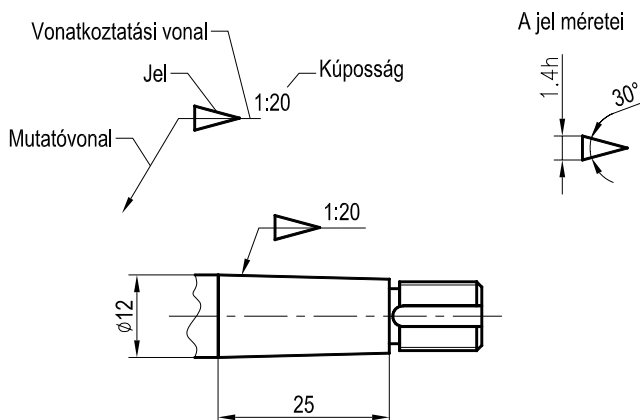
$$C = \frac{D - d}{L} = 2 \tan \frac{\alpha}{2}$$



5.39. ábra

Előnyben kell részesíteni a kúposág 1:x aránnyal (pl. 1:5), törtalakban (pl. 1/5) vagy kúpszöggel (pl. 35°) megadott méretezését. Megengedett a kúposág előírása a viszonzyszám fordítottjával (pl. 0,2:1), százalékos formában (pl. 20%) és a kúpszög radiánban való megadásával is (pl. 0,6 rad).

A kúposágot az 5.40. ábra szerint, mutatóvonalra (vonatközi vonalra) helyezett jellel kell megadni (MSZ ISO 3461-2).

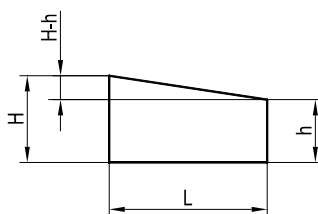


5.40. ábra

A kúp jelét és a kúposágot a kúpfelület közelében adjuk meg. A vonatkozó vonalat mutatóvonalal a kúp körvonalával kötjük össze. A vonatkozó vonal a kúp középvonalával párhuzamos legyen. A jel iránya megegyezik a kúp csúcsának irányával.

Ha a jelölendő kúp a szabványos kúpsorozatnak egyike (Morse vagy metrikus kúp), akkor a kúpos elem a szabványos kúpsorozat megadásával (MSZ ISO 1119) és a megfelelő számmal jelölhető.

A **lejtés** egy sík felület ferdeségét jellemzi valamely alapsíkhoz (vagy tengelyvonalhoz) viszonyítva (5.41. ábra).



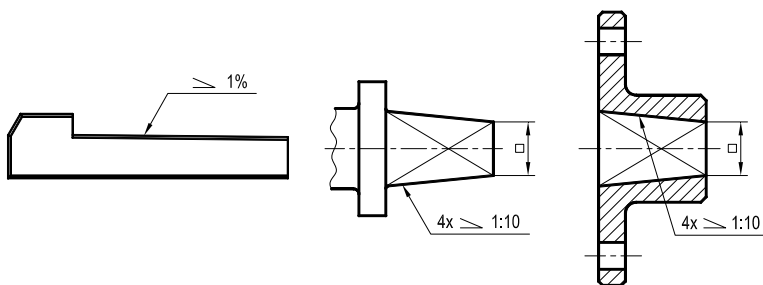
5.41. ábra

A lejtés mérőszáma a lejtő két keresztmetszetében a magasságok különbségének és a köztük levő távolságnak a hányadosa:

$$L_{\text{ejtés}} = \frac{H - h}{L}$$

A lejtés méretmegadása a méretszám vonalvastagságával rajzolt jellel (nyitott derékszögű háromszög alak), a kúposágnál leírtakkal egyező (5.42. ábra).

Megjegyezzük, hogy a lejtés méretmegadását az érvényben levő szabványok nem tárgyalják. Ezért a kúposág fogalmának és megadási módjának figyelembevételével határoztuk meg.



5.42. ábra

5.5. A mérethálózat felépítése

A **mérethálózat** valamely alkatrész rajzon megadott méreteinek összessége. A mérethálózatnak tükröznie kell az alkatrész egyes felületeinek feladatát és fontosságát a működés szempontjából.

A mérethálózat méretei a kész alkatrészen vagy közvetlenül mérhetők, vagy olyan helyzetmeghatározó méretek, amelyek a kész darabon ugyan közvetlenül már nem mérhetők, de a szerkesztéshez és gyártáshoz nélkülözhetetlenek. Betartandó szabály, hogy az alkatrész meghatározásához szükséges minden méret a rajzon csak egyszer szerepeljen. Ezzel elkerülhetjük az esetleges ellentmondásokat, amelyek főleg az alkatrész egyes méreteinek utólag történő megváltoztatásakor adódhatnak. (Ez alól az előírás alól kivételt csak a nagyméretű vagy nagyon bonyolult alkatrészek több lapból álló rajzai képeznek, amelyeken az azonosítás megkönnyítése céljából a jellegzetes méretek tájékoztató méretként, a főábrán kívül más lapokon rajzolt vetületen is megadhatók.)

Fontos, hogy a méretek elhelyezkedése világosan fejezze ki a terv célját. A méretek elhelyezése általában a különböző tervezési követelmények

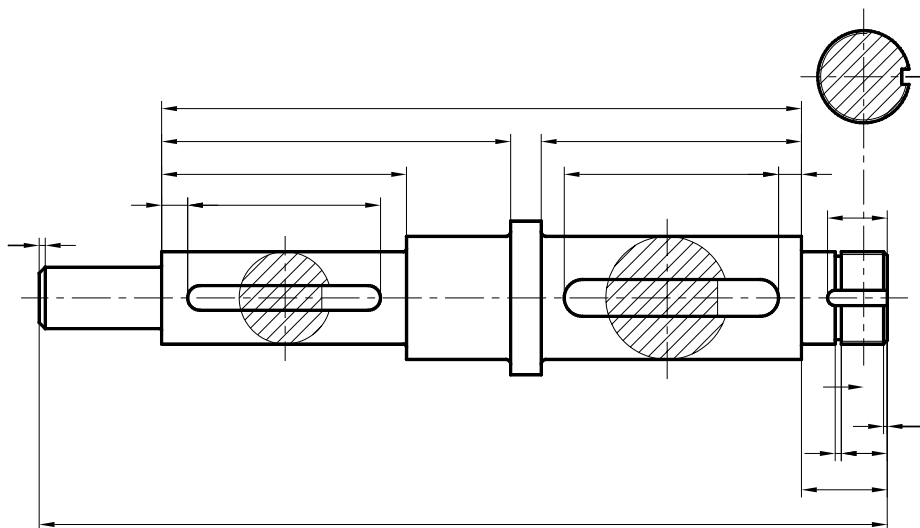
kombinációjának következménye, amit a következők szerint lehet megvalósítani.

5.5.1. Bázistól induló méretezés

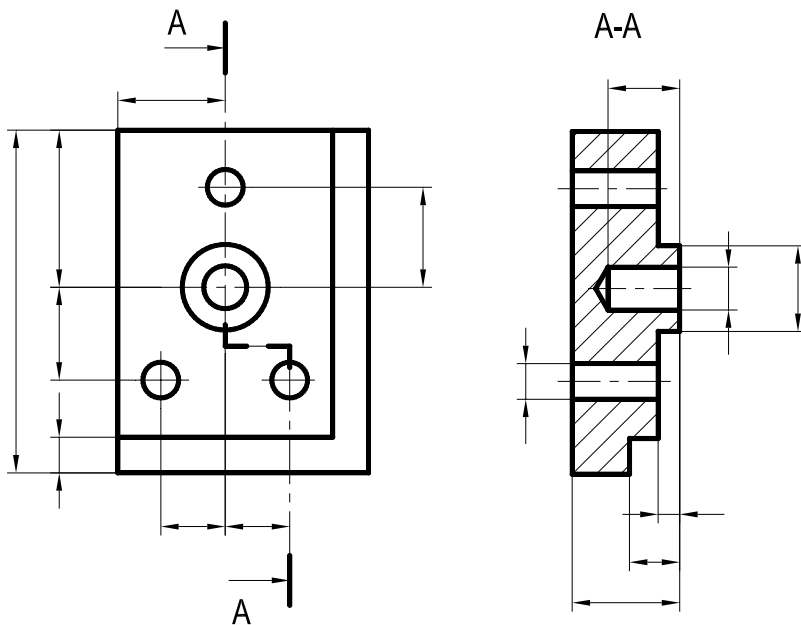
Ez a méretezési mód ott alkalmazható, ahol az azonos irányú méretek közös alaptól (bázistól) indulnak. A bázisfelület kiválasztható szerkesztési, gyártási vagy ellenőrzési szempontok alapján. A szerkesztési bázist úgy kell kiválasztani, hogy az alkatrész részleteinek távolságát könnyen lehessen attól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

A méretmegadás bázisvonala lehet:

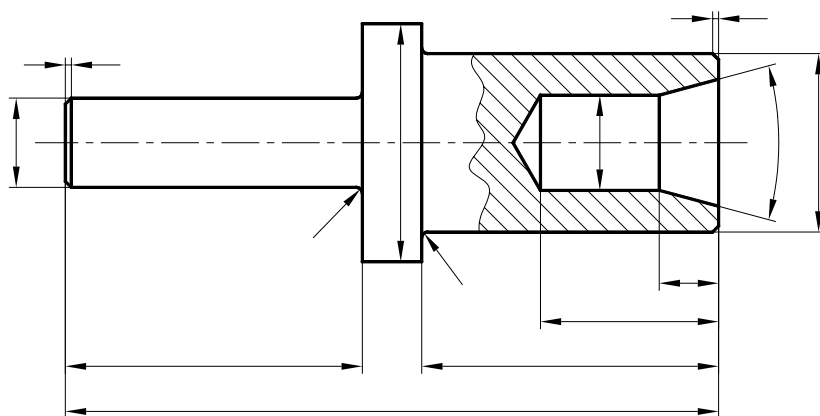
- a működés szempontjából fontos méret határvonala (5.43. ábra);
- a működés szempontjából fontos szimmetriatengely (5.44. ábra);
- a főméret valamelyik határoló vonala (5.45. ábra);
- egy adott távolságra levő sík nyomvonala (5.46. ábra).



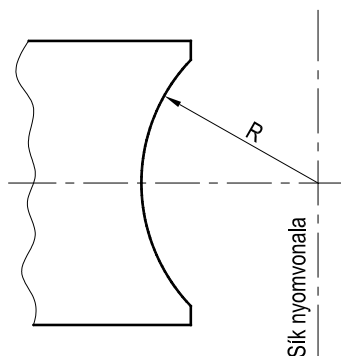
5.43. ábra



5.44. ábra



5.45. ábra

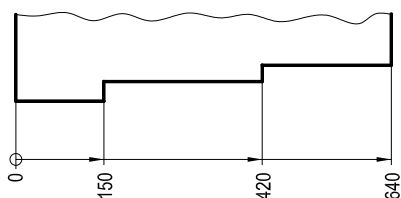


5.46. ábra

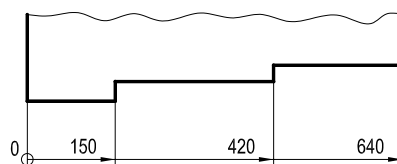
A bázistól induló mérethálózat elhelyezése szerint lehet:

- párhuzamos méretmegadás, amelynél az egyes méretvonalakat egymással párhuzamosan rajzoljuk, egymástól olyan távolságra, hogy a méreteket jól el lehessen helyezni (5.44. és 5.45. ábra).
- összevont (halmozott) méretmegadás, amely a párhuzamos méretmegadás egyszerűsítése.

A közös kiindulási ponttal megadott méretet az 5.47. és az 5.48. ábra szerint kell megrajzolni. A méretvonalnak az ezzel szemkötti vége nyílhegyben végződjék. A méreteket vagy a nyílhegy közelében a megfelelő méretsegédvonalal egyvonalban (5.47. ábra), vagy a nyílhegy közelében a méretvonal felett, attól kis távolságra (5.54. ábra) adjuk meg.



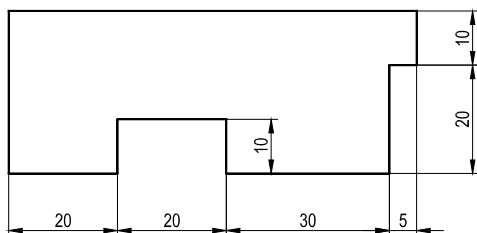
5.47. ábra



5.48. ábra

5.5.2. Láncszerű méretmegadás

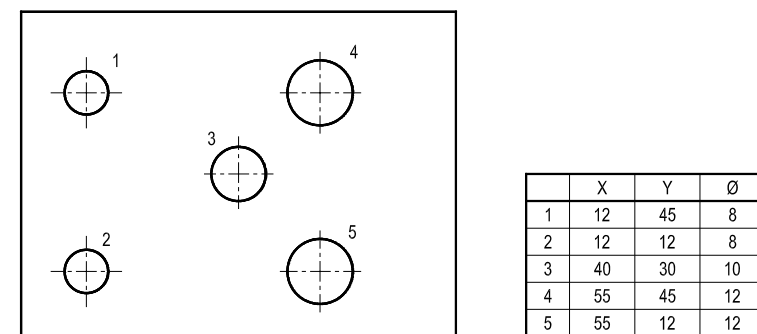
Láncszerű méretmegadást mutat az 5.49. ábra. Csak ott alkalmazható, ahol az eredő méret tűrése nem okozza az alkatrész működésképtelenségét (lásd: 9. fejezet).



5.49. ábra

5.5.3. Méretezés koordinátákkal

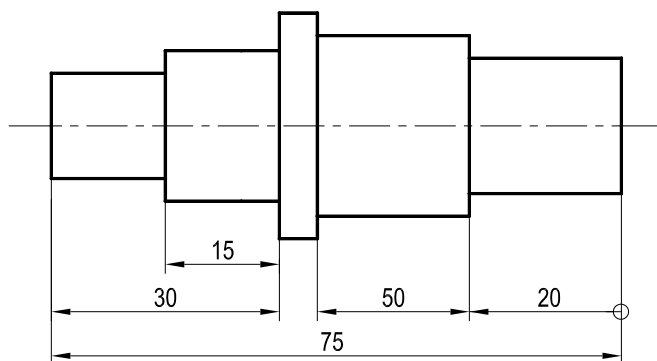
A két irányban összevont méretezés helyett a méreteket koordinátákkal is megadhatjuk. Ilyenkor a méreteket összesítő táblázatba foglaljuk (5.56. ábra).



5.50. ábra

5.5.4. Kombinált méretmegadás

Az alkatrészek mérethálózatának kialakításakor törekedni kell a méretek áttekinthető elrendezésére. Ezért ha szükséges, a méretek egyenkénti megadásával való méretmegadást, a láncszerű méretmegadást és az összevont (közös pontból induló) méretmegadást kombinálni lehet a rajzon (5.51. ábra). Nem ajánlott megoldás!

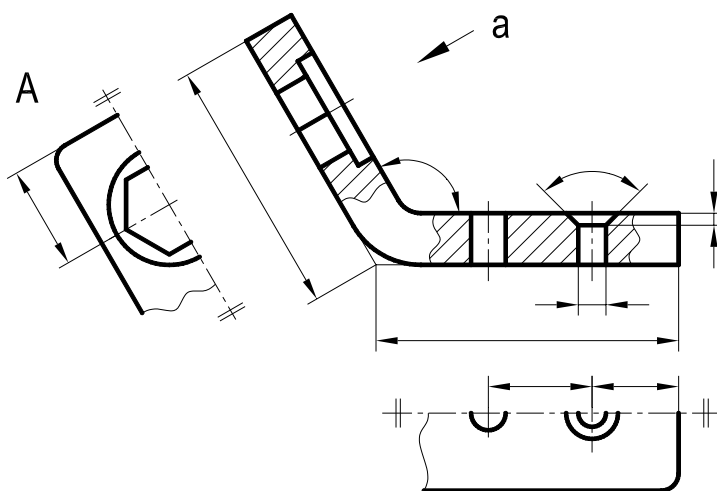


5.51. ábra

5.5.5. Gyakorlati szempontok

A mérethálózat felépítésének és a méretek elhelyezésének vannak olyan szabványban nem említett gyakorlati szempontjai, melyeket röviden a következőkben mutatunk be.

Az alkatrész fő irányához képest ferdén álló részek tagozódását olyan bázisfelülettől kell megadni, amelyhez képest az egyes részletek párhuzamos, illetve merőleges méretekkel meghatározhatók. A bázisfelület helyét és helyzetét (szögét) külön meg kell adni (5.52. ábra).

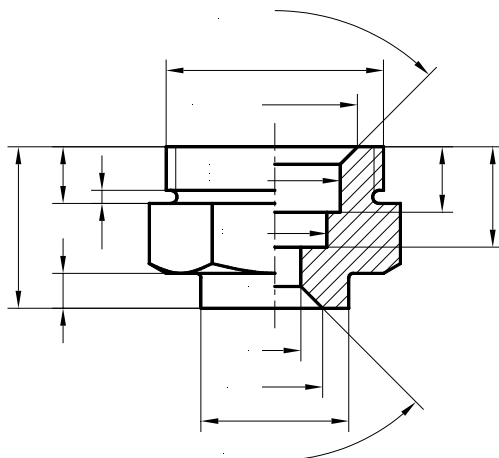


5.52. ábra

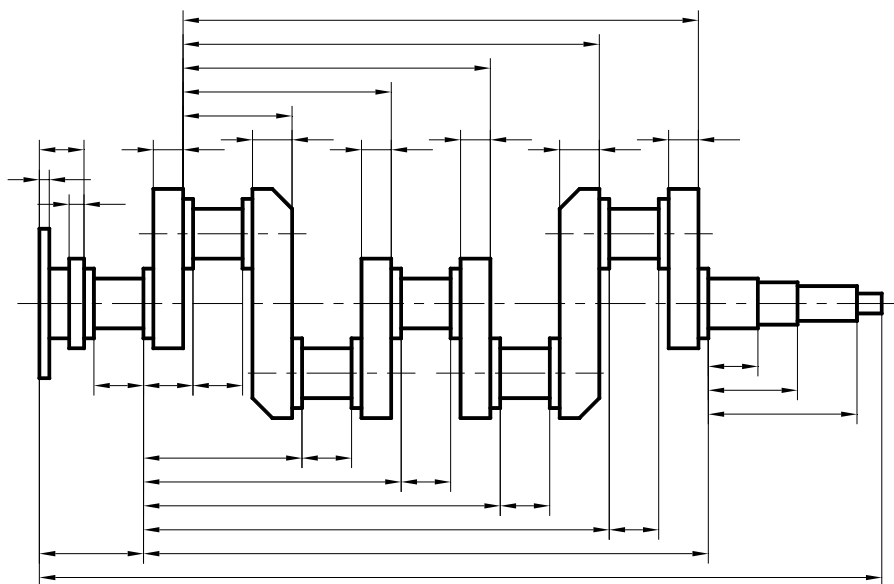
Az egy vetületen elhelyezett méreteket az áttekinthetőség érdekében csoportosítani kell:

- a külső felületeket meghatározó és a belső felületeket meghatározó (5.53. ábra),
- a nyersen maradó és megmunkált felületeket meghatározó méretek szerint (5.54. ábra).

Az ilyen méretcsoportok mindegyike célszerűen felvett önálló bázisvonalra támaszkodik, és csak a bázisvonalak távolságát meghatározó méretekkel kapcsolódik egymáshoz. A bázisvonalak azonban egybe is eshetnek. Megmunkált felület bázisfelülete csak megmunkált felület, nyersen maradó felület bázisfelülete pedig csak nyers felület lehet.

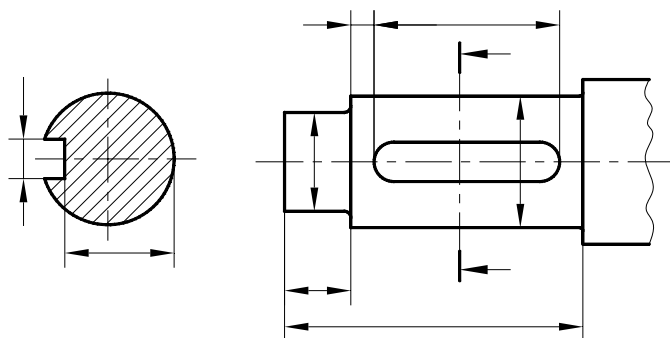


5.53. ábra



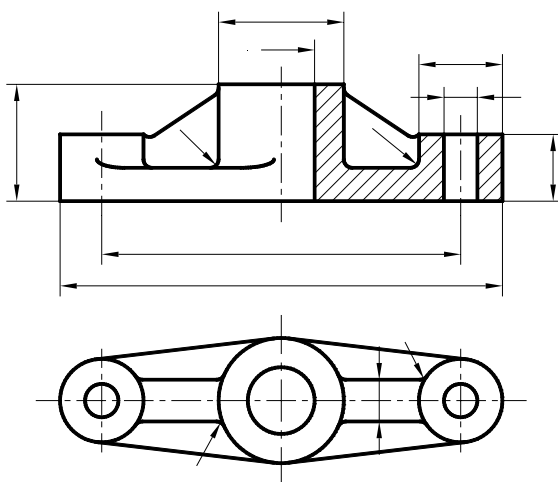
5.54. ábra

A geometriai alakot meghatározó méreteket – mint összetartozó méretcsoportot – lehetőleg ugyanazon a vetületen kell megadni. Ilyen összetartozó méret az 5.55. ábrán a reteszhorony szelvényrajzán megadott két méret. A harmadikat, a horony hossz méretét csak a másik vetületen lehet megadni. Ugyancsak összetartozónak tekintjük a zsákfurat átmérőjét és mélység méretét, a lyukkör átmérőjét és a rajta elhelyezkedő furatok méretét stb.



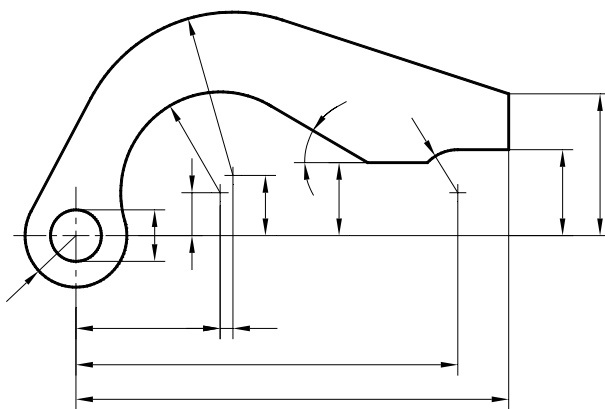
5.55. ábra

Csak egy helyen kell méretekkel illetve mérethálózattal ellátni a szimmetrikus alkatrészen tükörképként elhelyezkedő, vagy a munkadarabon ismételt előforduló és többször kirajzolt elemeket (furatokat, szemeket, bordákat, hornyokat), ha ezek azonossága a rajz alapján félreérthetetlenül felismerhető, valamint más hasonló elemtől megkülönböztethető (5.56. ábra).



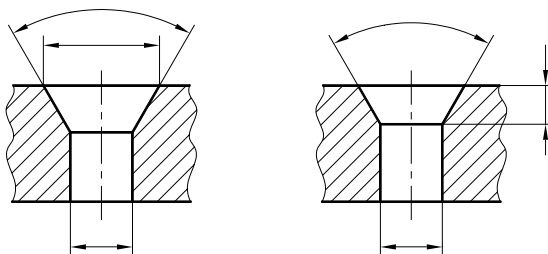
5.56. ábra

Mérethálózattal kell meghatározni azokat a méreteket is (furatok, körívek középpontjának helyét), amelyek az alkatrészen nem ellenőrizhetők, de szükségesek a méretek előrajzolásához, a gyártóeszköz elkészítéséhez vagy a szerszámgép beállításához (5.57. ábra).



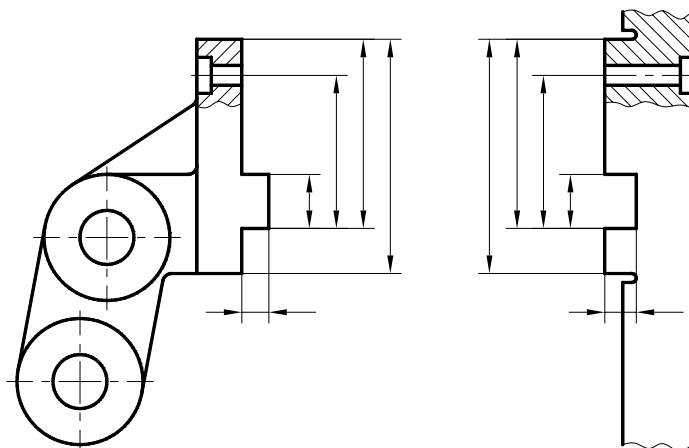
5.57. ábra

Furatsüllyesztés mérethálózatában a süllyesztő szerszám kúpszögét és a legnagyobb átmérőt vagy tengelyirányú méretét szokás megadni (5.58. ábra).



5.58. ábra

Egymáshoz csatlakozó két alkatrész egymásba illő és geometriailag hasonló kialakítású felületeit, azonos bázisvonalra támaszkodó, azonos felépítésű mérethálózattal kell meghatározni (5.59. ábra).



5.59. ábra

5.6. Kérdések és ellenőrző feladatok

1. Mi a méret?
2. Milyen elveket kell betartanunk egy adott alkatrész méreteinek helyes megadásához?
3. Szemléltesse rajzban a méretmegadás elemeit!

4. Hogyan rajzoljuk a méretvonalat és a méretsegédvonalat? Ábrával szemléltesse!
5. Melyek a méretezésnél használható nyílfajták?
6. Mikor használjuk a ferde vonást méretvonal-határolóként?
7. Hogyan jelöljük a közös bázistól induló méretek kiindulási pontját?
8. Mi a rajzolási szabály kontúrvonal és méretnyíl metsződésénél?
9. Milyen méret-elhelyezési lehetőségeket ismer? Szemléltesse rajzban!
10. Mi a szerepe a mutatóvonalnak a méretek megadásában? Szemléltesse!
11. Milyen célt szolgálnak az alakra utaló jelek?
12. Milyen, a méreteket kiegészítő alakhoz kapcsolódó jeleket ismer? Mutassa be rajzban ezeket a jeleket!
13. Rajzoljon példát húr, ív és szög méretezésére!
14. Hogyan ábrázoljuk adott ív lekerekítését, ha az ív középpontja a rendelkezésre álló helyen (rajzlapon) kívül esik?
15. Rajzoljon szabálytalan görbét és méretezze be!
16. Hogyan ábrázolható egy adott alkatrész méretsorozata?
17. Mi célt szolgál a zárójeles méret?
18. Hogyan méretezhetjük egyszerűsítve az egymástól azonos távolságra lévő, illetve ismétlődő alakzatokat? Rajzoljon rá példát!
19. Mutassa meg rajzban az élettörések méretmegadását!
20. Ábrázoljon és méretezzon egyszerűsítve rajzolt kis méretű furatokat!
21. Milyen vonalfajtát használhatunk különleges követelmény (pl. felületkikészítés) megadására?
22. Mit nevezünk magától értetődő méretnek?
23. Mit jelent a kúposág mérőszáma? Hogyan számítható?
24. Hogyan méretezzük a kúpokat a műszaki gyakorlatban? Rajzoljon példákat!
25. Mi a lejtés? Hogyan számítható?
26. Szemléltesse rajzban egy lejtős felület méretezését!
27. Mi a mérethálózat? Mit közvetít számunkra?
28. Mi a jellemzője a láncszerű méretmegadásnak?
29. Mit jelent a bázis (-vonal, -felület) fogalma?
30. Szemléltesse rajzban a bázisválasztás lehetséges eseteit!
31. Milyen lehet a bázistól induló mérethálózat elhelyezése?
32. Rajzoljon példát a koordinátákkal történő méretezésre!
33. Rajzoljon példát kombinált méretmegadásra!

6. Felületminőség

6.1. A felületminőség alapfogalmai

Az alkatrészek felületei a leggondosabb megmunkálással sem készíthetők el tökéletesen simára. Ennek oka a megmunkáló szerszámok élének pontatlansága, a munka közben bekövetkező kopása, a munkagép, munkadarab lengése, forgácsolási jellemzők (pl. előtolás), stb. Ezek a megmunkált felületeken egyenetlenségeket okoznak.

A különféle egyenetlenségek leírásához néhány fogalmat meg kell határozni.

Mértani felületnek nevezzük a munkadarab rajzán az ábrával és méretekkel meghatározott felületet.

A valóságos felület az elkészült munkadarabot határoló felület, amely az anyagot a környezetéből elválasztja. A valóságos felület a mértani felület megközelítése, ettől való eltérése a helytől függően különböző. Az eltérések nagyságát a munkadarab, a készülék, a szerszámgép és a szerszám, illetve ezek kölcsönhatása szabja meg.

A különféle mérőeszközökkel a valóságos felületet csak bizonyos közelítéssel tudják érzékelni. A mérés eredménye az **észlelt felület**.

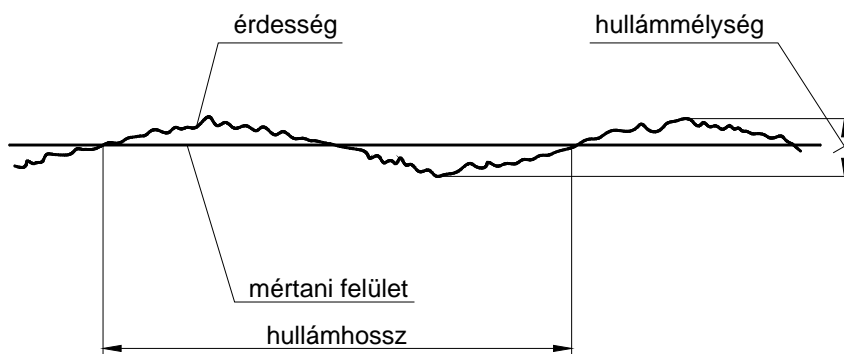
Az **egyenetlenség** a tényleges felületnek egy célszerűen választott, a ráfekvő felülettel egyenközű mértani felülethez viszonyított kiugrásai és bemélyedései. (Ráfekvő felület: a névleges felület alakjával azonos alakú felület, amely a valóságos felülettel érintkezik és a test anyagán kívül úgy helyezkedik el, hogy a vonatkoztatási hossz határain belül közte és a valóságos felület legtávolabbi pontja között az eltérés a legkisebb legyen.)

A munkadarab felületének eltérése a mértani felülettől többféle lehet, ezek közül itt csak a következőkkel foglalkozunk:

- alak makro hibája,
- hullámosság,
- érdesség.

Alak makro hibája: a valóságos felület eltérése a mértani felület (névleges felület) alakjától (pl.: köralakhiba), ezzel 7.2. pontban foglalkozunk.

Hullámosság: a felületnek viszonylag nagy térközű, ismétlődő felületi egyenetlensége, amelynek hullámmélysége a hullámhosszhoz viszonyítva kicsi (6.1. ábra).



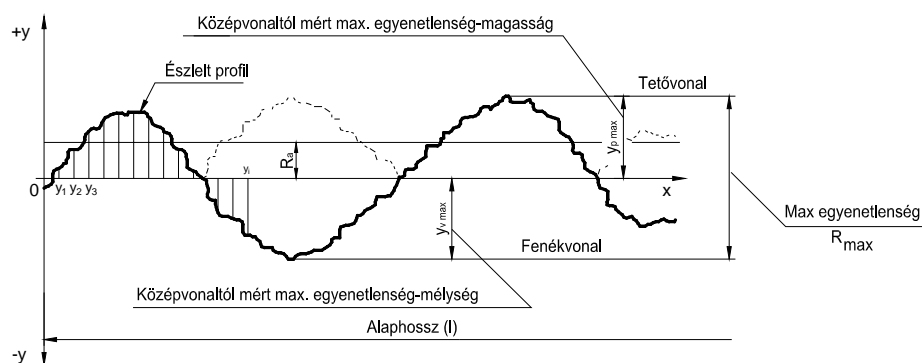
6.1. ábra

Érdesség: a munkadarab valóságos felületén tapasztalható viszonylag kis térközű, különféle jellegzetes mintázatú ismétlődő egyenetlenség.

A felületminőség a felület jellemzőinek az összessége. A felületminőség jelölésével részletesen az MSZ EN ISO 1302 szabvány foglalkozik. A legfontosabb jellemző a felületi érdesség, ezért ennek a vizsgálatával foglalkozunk részletesebben. (Az alakeltéréseket a 7. fejezetben tárgyaljuk.)

6.2. A felületi érdesség

Az érdesség jellemzésére az átlagos érdességet vagy az egyenetlenség magasságot használjuk. Mindkét jellemzőt a felületre merőleges sík és az adott felület metszévonalaként adódó profil megfelelő értékelésével kapjuk (6.2. ábra).



6.2. ábra

Az értékeléshez az észlelt profilt két részre osztjuk a mértani profillal párhuzamos középvonallal úgy, hogy a középvonal feletti és alatti területek egymást közel kiegyenlítsék.

Az érdesség meghatározásához használt vonalak:

- alapvonal, amelyre a profil egy bizonyos paraméterét (pl. az érdesség-mélységet) vonatkoztatjuk;
- alaphossz (l), az alapvonalnak az a szakasza, amelyen belül a jellegzetes felületi egyenetlenségeket meg akarjuk határozni. Az alaphossz nagyságát a várható átlagos érdesség nagyságától függően határozzuk meg. A mérés technikailag szükséges minimális felületszakasz-hossz – a mérési hossz – egy vagy több alaphosszat foglal magába.
- tetővonal, az észlelt profil alaphosszon belüli legmagasabb pontján átmenő, az alapvonallal egyközű vonal ($y_{p\max}$);
- fenékvonal, az észlelt profil alaphosszon belüli legmélyebb pontján átmenő, az alapvonallal egyközű vonal ($y_{v\max}$);

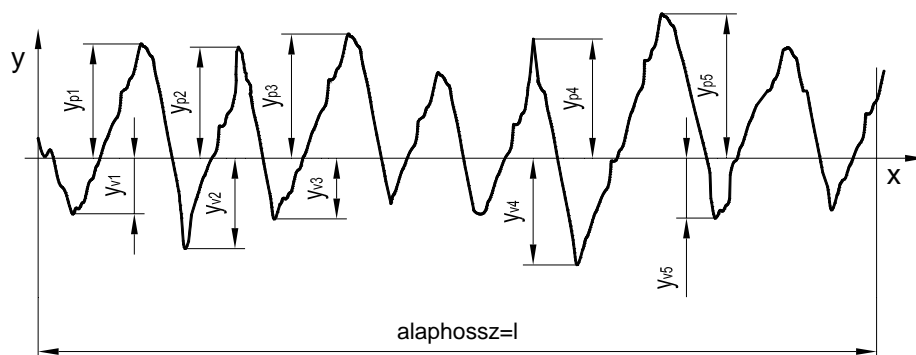
Az átlagos érdesség (R_a) az észlelt profil pontjainak átlagtávolsága a középvonaltól az alaphosszon. Az átlagos érdesség mérőszáma a következő összefüggés alapján határozható meg:

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y| dx, \text{ vagy közelítően } R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|,$$

ahol y_i az egyes ordináták hossza a középvonaltól mérve,
 n az ordináták száma.

Az érdességi mérőszámot mikrométerben (μm) kell megadni.

Az egyenetlenség magasság (R_z) a felületi érdesség másik mérőszáma. Az egyenetlenség magasság az alaphosszon belül észlelt profil öt legkiállóbb csúcsának és az öt legmélyebb gödrének, az alábbi képlet szerinti átlaga (6.3. ábra).



6.3. ábra

$$Rz = \frac{(y_{p1} + y_{p2} + y_{p3} + y_{p4} + y_{p5}) + (y_{v1} + y_{v2} + y_{v3} + y_{v4} + y_{v5})}{5}$$

Az egyenetlenség magasságot szintén μm -ben kell megadni.

Néha szükség van a felületi egyenetlenségek maximális értékére (R_{\max}), amely a tetővonal és a fenékvonal egymástól való távolsága:

$R_{\max} = y_{p\max} + y_{v\max}$. A rajzon általában nem adjuk meg.

Az átlagos érdesség számértékeit a 6.1. táblázat, az egyenetlenség magasság és a maximális egyenetlenség számértékeit a 6.2. táblázat adataiból választhatjuk. Elsősorban a kiemelt vonalvastagságú adatokat használjuk. A számérték megadása azt jelenti, hogy az R_a vagy R_z a megadottnál nagyobb nem lehet.

6.1. táblázat. Az átlagos érdesség számértékei

| Ra, μm | | | | | |
|-------------------|-------------|------------|-------------|--------------|-------|
| | 100 | 10.0 | 1.00 | 0.100 | 0.010 |
| | 80 | 8.0 | 0.80 | 0.080 | 0.008 |
| | 63 | 6.3 | 0.63 | 0.063 | |
| | 50 | 5.0 | 0.50 | 0.050 | |
| 400 | 40 | 4.0 | 0.40 | 0.040 | |
| 320 | 32 | 3.2 | 0.32 | 0.032 | |
| 250 | 25 | 2.5 | 0.25 | 0.025 | |
| 200 | 20 | 2.0 | 0.20 | 0.020 | |
| 160 | 16 | 1.6 | 0.16 | 0.016 | |
| 125 | 12.5 | 1.25 | 0.125 | 0.012 | |

6.2. táblázat. Az egyenetlenség magasság számértékei

| Rz, μm | | | | | |
|-------------------|------|------|------|-------|-------|
| | 1000 | 100 | 10.0 | 1.00 | 0.100 |
| | 800 | 80 | 8.0 | 0.80 | 0.080 |
| | 630 | 63 | 6.3 | 0.63 | 0.063 |
| | 500 | 50 | 5.0 | 0.50 | 0.050 |
| | 400 | 40 | 4.0 | 0.40 | 0.040 |
| | 320 | 32 | 3.2 | 0.32 | 0.032 |
| | 250 | 25 | 2.5 | 0.25 | 0.025 |
| | 200 | 20 | 2.0 | 0.20 | |
| 1600 | 160 | 16 | 1.6 | 0.016 | |
| 1250 | 125 | 12.5 | 1.25 | 0.125 | |

Azokon a rajzokon, amelyeken a hossz méret hüvelykben szerepel, az érdesség jellemzők mérőszámait mikrométer helyett mikrohüvelykben adják meg. Az átlagos érdesség megadható az MSZ EN ISO 1302 szabvány érdességi fokozat számaival is (6.3. táblázat).

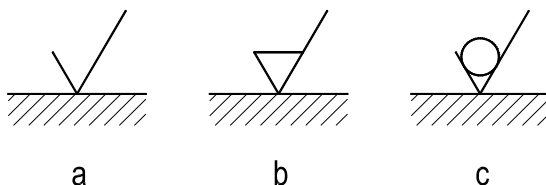
6.3. táblázat. Érdességi fokozatok számai

| Ra érdességi értékek | | Az érdességi fokozatok száma |
|----------------------|----------------|------------------------------|
| μm | μin | |
| 50 | 2000 | N12 |
| 25 | 1000 | N11 |
| 12,5 | 500 | N10 |
| 6,3 | 250 | N9 |
| 3,2 | 125 | N8 |
| 1,6 | 63 | N7 |
| 0,8 | 32 | N6 |
| 0,4 | 16 | N5 |
| 0,2 | 8 | N4 |
| 0,1 | 4 | N3 |
| 0,05 | 2 | N2 |
| 0,025 | 1 | N1 |

6.3. A felületi érdesség megadása

6.3.1. Az érdesség jelölése

Egy rajzon az összes felület érdességét meg kell adni. A felületminőség rajzjeleit és kiegészítő jelöléseit a műszaki rajzokon az MSZ EN ISO 1302 szabvány tartalmazza. A felület érdességét rajzon az érdesség alapjelével, az érdesség számértékével és – esetenként – a felület érdességének egyéb kiegészítő adataival határozzuk meg.



6.4. ábra

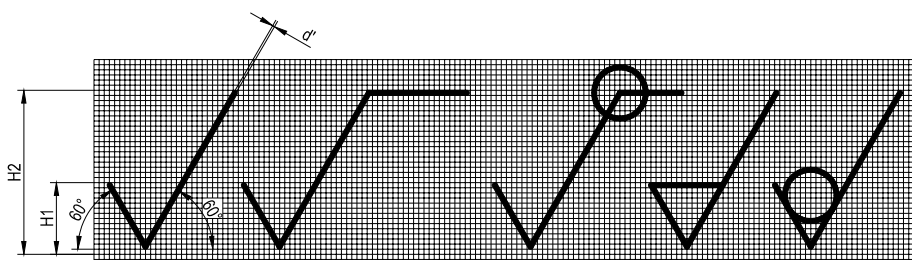
Az érdesség alapjele két, nem egyenlő hosszúságú egyenes vonalból áll, amelyek 60° -os szöget zárnak be a felületet ábrázoló vonallal (6.4. a) ábra). Ez a jel önmagában „vizsgált felületet” jelent, és nem ír elő követelményeket a felületi érdesség nagyságára.

Ha a megmunkálás anyageltávolítással (pl. forgácsolással) történik, az alapjelet a 6.4. b) ábra szerint kell rajzolni. Ez a rajzjel önmagában „megmunkálható felület”-et jelent, és nem ír elő követelményeket a felületi érdességre.

A 6.4. c) ábrán látható rajzjelet akkor kell használni, ha az anyageltávolítás nincs megengedve (forgács nélküli megmunkálás). Ez a jel alkalmazható a gyártási folyamatra vonatkozóan annak jelölésére is, hogy a felületet az előző gyártási eljárásból eredő állapotában kell hagyni, függetlenül attól, hogy milyen gyártási eljárással keletkezett ez a felület.

A felületminőségi jellemzők megadásához a rajzjel hosszabbik ágát egy vonallal kell kiegészíteni. Ha ugyanazt a felületminőséget kell megadni egy alkatrész összetartozó rész felületein, akkor ezt a jelet még egy körrel kell kiegészíteni.

Az alapjelet és a kiegészítő jeleket a 6.5. ábra szerint kell rajzolni. Méretek a 6.4. táblázat szerint.



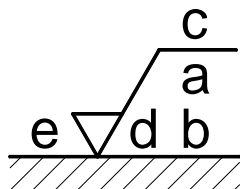
6.5. ábra

6.4. táblázat. Rajzjelek és kiegészítő jelek méretei

| | | | |
|------------------------------|------|------|-----|
| Számok és betűk magassága, h | 2.5 | 3.5 | 5 |
| Jelek vonalvastagsága, d' | 0.25 | 0.35 | 0.5 |
| Betűk vonalvastagsága, d | | | |
| Magasság, H1 | 3.5 | 5 | 7 |
| Magasság, H2 (minimum) | 7.5 | 10.5 | 15 |

6.3.2. A rajzjelet kiegészítő előírások

A felületminőség egyes előírásait a rajzjelen a 6.6. ábra szerint kell elhelyezni.



6.6. ábra

Az **a** helyen adjuk meg az átlagos érdesség vagy az egyenetlenség magasság számértékét mikrométerben. A számértéket megelőzi a paraméter jele (R_a , R_z).

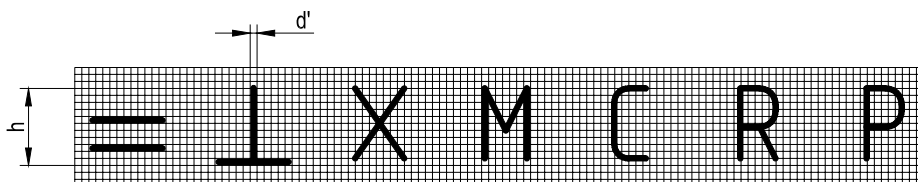
Az **a** és **b** helyen adhatjuk meg a felületi érdességi paraméter alsó és felső határát abban az esetben, ha az alsó határt is szabályozni kell.

A **c** helyen adhatjuk meg a gyártási eljárás módját, kezeléseket (pl. hőkezelés), bevonatokat vagy más gyártási eljárási követelményeket.

A **d** helyen lehet megadni a megmunkálással kialakított felületi mintázatot (például szerszámnyomokat), megadva az elhelyezkedés irányát. Az általános felületi mintázatok jele és magyarázata a 6.5. táblázat szerint. Ha olyan felületi mintázatot kell megadni, amely nem határozható meg a táblázat jeleivel, akkor azt a rajzon kiegészítő megjegyzéssel meg kell adni.

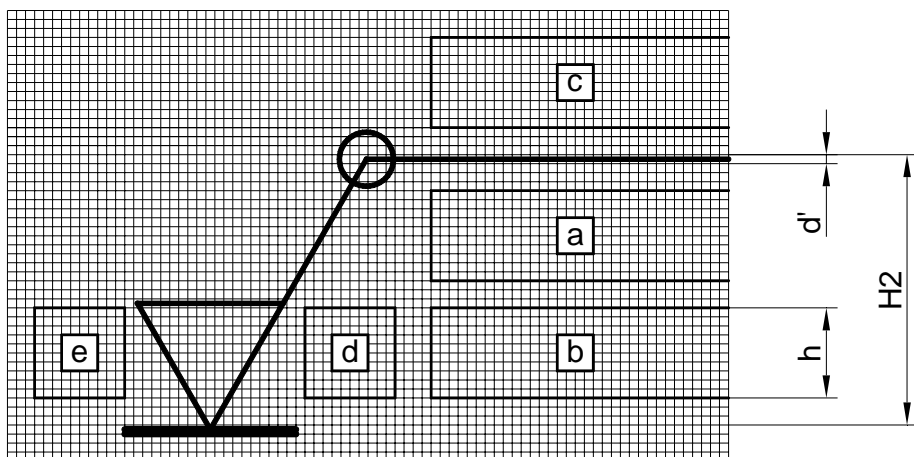
Az **e** helyen a megmunkálási ráhagyás értékét lehet megadni milliméterben.

A 6.7.ábrán a megmunkálással kialakított felületi mintázat jeleinek alakja látható. (Méretek a 6.4. táblázat szerint.)



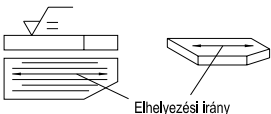
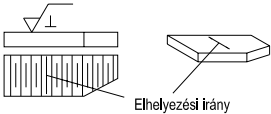
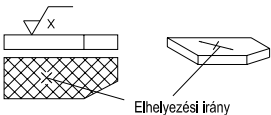
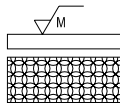
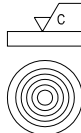
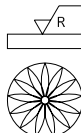

6.7. ábra

A 6.8. ábrán a rajzjel kiegészítő előírások méretei láthatók.



6.8. ábra

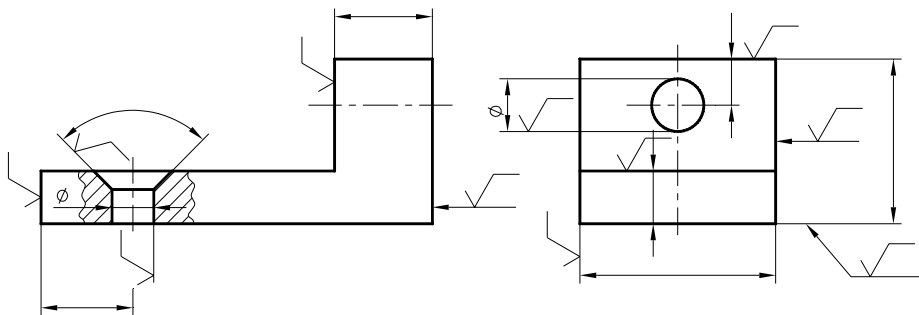
6.5. táblázat. A megmunkálási nyomok irányának rajzjelei

| Rajzjel | Értelmezés és példa |
|---------|---|
| = | A barázdairány annak a nézetnek a vetítési síkjával párhuzamos, amelyben a jel van  |
| ⊥ | A barázdairány annak a nézetnek a vetítési síkjára vonatkoztatva merőleges, amelyben a jel van  |
| X | A mintázat annak a nézetnek a vetítési síkjára ferde irányban keresztezve, amelyben a jel van  |
| M | Többirányú mintázat  |
| C | A mintázat megközelítően kör alakú annak a felületnek a középpontjához viszonyítva, amelyben a jel van  |
| R | A mintázat megközelítően sugárirányú annak a felületnek a középpontjához viszonyítva, amelyben a jel van  |
| P | Szemcsés, nem irányított vagy rendezetlen mintázat  |

6.3.3. Az érdesség jelének és számértékének elhelyezése a rajzon

Az érdesség jelét arra a felületre kell rajzolni, amelyre vonatkozik. Rajzolható kontúrvonalra, nézetvonalra vagy méretsegédvonalra úgy, hogy a csúcsa a felületre mutasson (6.9. ábra).

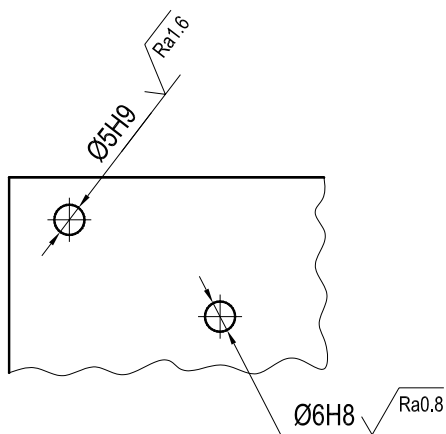
Az érdesség számértékét úgy kell felírni, hogy a rajz többi méretszámával, illetve feliratával azonos irányból legyen olvasható. Az érdesség jele a felülethez nyíllal kapcsolt mutatóvonal vízszintes szakaszán is elhelyezhető.



6.9. ábra

Az érdesség számértékét úgy kell felírni, hogy a rajz többi méretszámával, illetve feliratával azonos irányból legyen olvasható. Az érdesség jele a felülethez nyíllal kapcsolt mutatóvonal vízszintes szakaszán is elhelyezhető.

Kis méretben rajzolt felületek érdességi jele a méretvonalon is elhelyezhető, ha nem okoz félreértést, vagy a méretezéshez méretsegédvonalra nincs szükség. Ilyenkor az érdesség jelét a méretszám után kell feltüntetni a méretvonalon, vagy az ahhoz csatlakozó vízszintes vonalszakaszon (6.10. ábra).



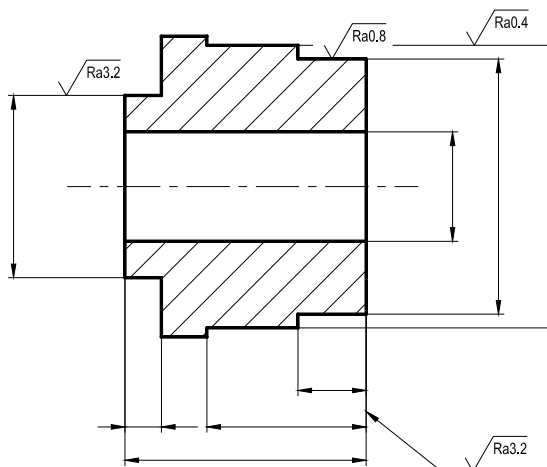
6.10. ábra

Eltakart felületet ábrázoló szaggatott vonalra csak akkor szabad érdességi jelet rajzolni, ha a méret is kivételesen ettől a vonaltól van megadva.

Az érdesség számértéke a 6.6. ábra szerint helyezkedik el, a vonatkoztatott felülettel párhuzamosan. A mérőszám általában 2,5mm magas, de legfeljebb akkora, mint a méretszám.

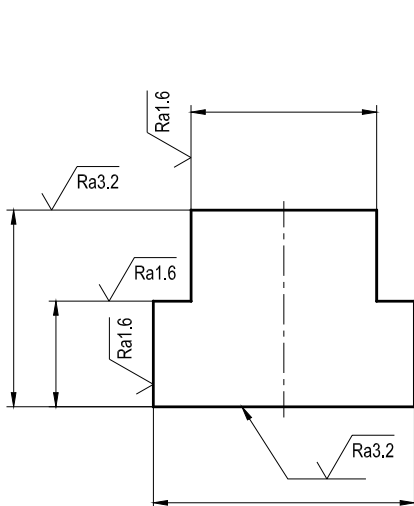
Az alkatrész minden egyes felületének érdességét csak egyszer kell meghatározni, függetlenül a vetületek számától és attól, hogy az ábrázolt felületet törés szakítja meg. Az érdesség jelét azon a felületen kell elhelyezni, amelyen a felület mérete is meg van adva, lehetőleg a méret közelében.

Az érdesség jelét és a hozzá tartozó számértéket semmilyen vonal nem keresztezheti, szükség esetén a vonalat meg kell szakítani. Forgásfelületeken elég az egyik alkotón megadni a felületi érdességet (6.11. ábra).

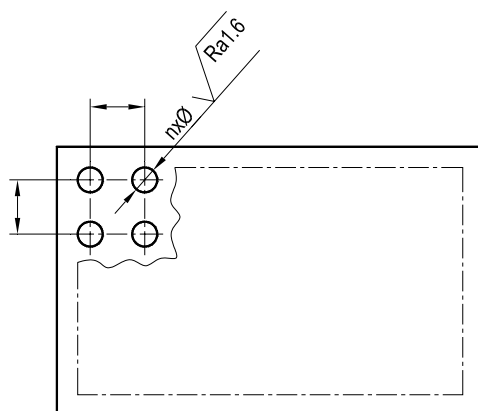


6.11. ábra

Az azonos érdességű, szimmetrikusan elhelyezkedő felületeken elegendő az érdesség jelét csak az egyik oldalon feltüntetni (6.12. ábra). A 6.13. ábrán pontvonallal határolt terület a kirajzolt részlet szerinti mintázattal készül. Ebben az esetben az érdesség jelét azon a részleten adjuk meg, ahol a méretek is megtalálhatók (6.13. ábra).

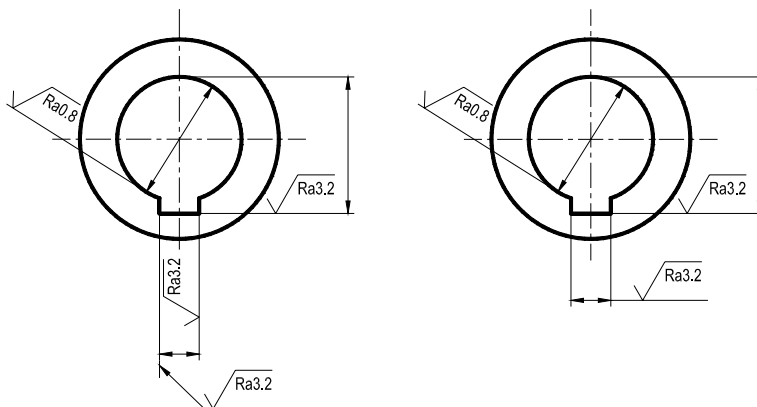


6.12. ábra



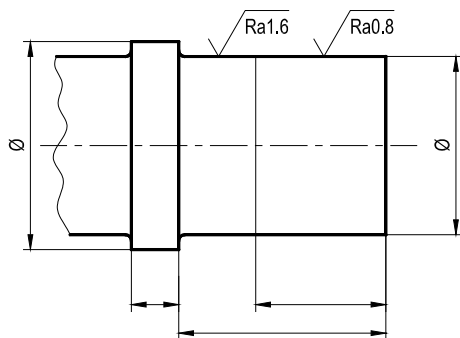
6.13. ábra

Az együtt megmunkálható, összetartozó felületeket (pl. reteszhorony oldalfelületei) is külön-külön kell ellátni érdességi jellel, illetve megadható a már említett egyszerűsített módon (6.14. ábra).



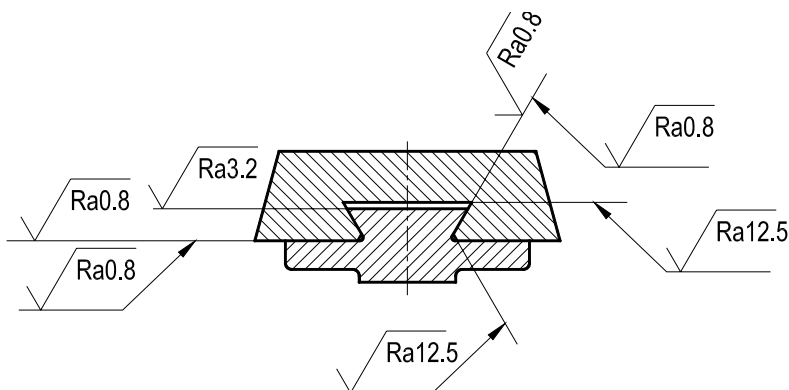
6.14. ábra

Az azonos névleges méretű, de különböző érdességű felületszakaszok érdességét külön-külön kell megadni, egymástól vékony vonallal elválasztani és helyzetét beméretezni. A választó-vonalat csak látható felületen kell megrajzolni (6.15. ábra).



6.15. ábra

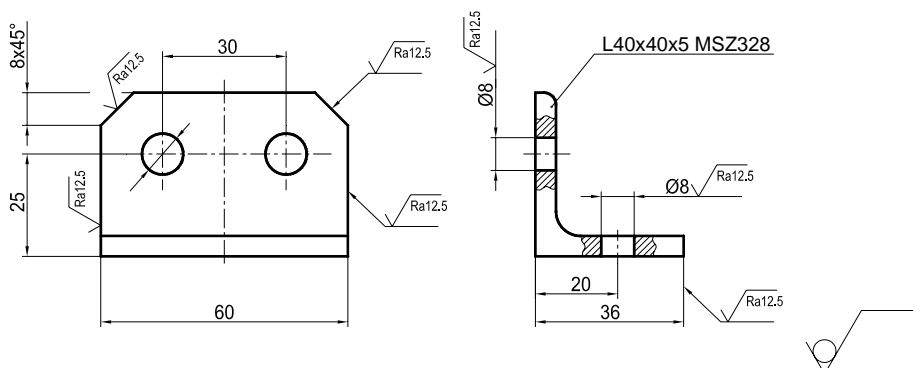
Méretezett összeállítási rajzon az alkatrészek illeszkedő felületén az érdességi jelet mindkét felületre külön-külön fel kell rajzolni, még akkor is, ha érdességük azonos (6.16. ábra).



6.16. ábra

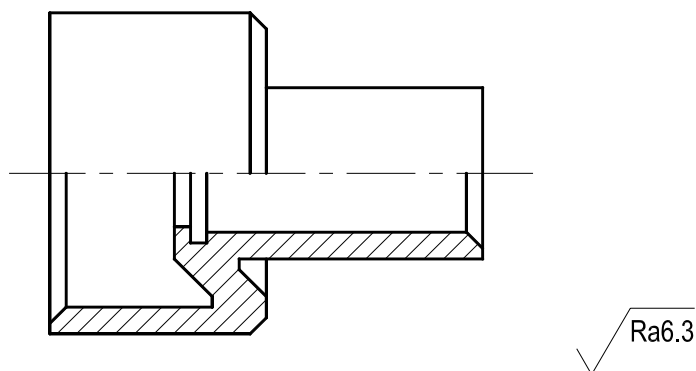
6.3.4. Egyszerűsítések az érdesség megadásában

Az érdességet nem kell azokra a felületekre megadni, amelyeknek az érdességet olyan szabvány vagy rajz írja elő, amelyekre az adott rajzon utalás van. A szabványos előgyártmányból készítendő alkatrésznek csak az utólag megmunkálendő felületein kell az érdességet megadni (6.17. ábra).



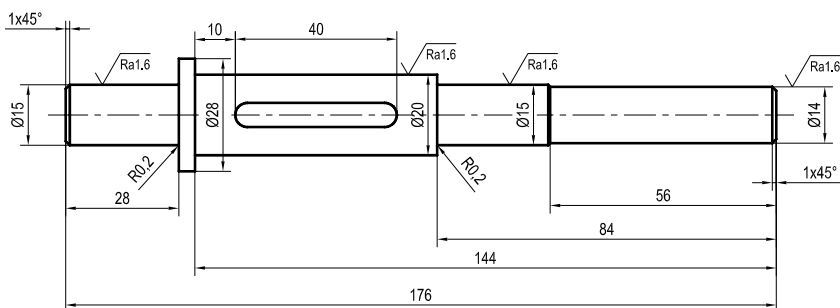
6.17. ábra

Ha az alkatrész összes felületét azonos érdességűre kell készíteni, a felületi érdesség jele kiemelve adható meg (6.18. ábra). A kiemelt érdességi jel helye a szövegmező felett van.



6.18. ábra

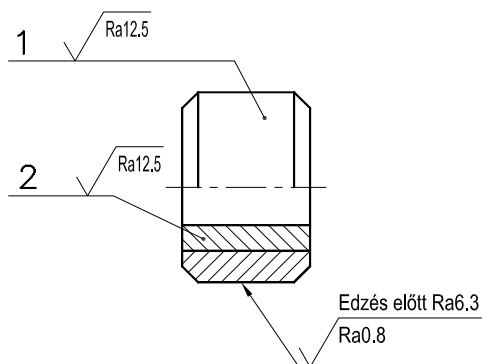
Kiemelhető a leggyakrabban előforduló érdesség jele akkor is, ha az alkatrészeken különböző érdességű felületek vannak. (Rendszerint a legdurvább felület jelképét emelik ki.) A kiemelt jel mindazon felületekre vonatkozik, amelyekre külön előírás nincs. A zárójelben megadott érdességi alapjel a kiemelt érdességen kívüli más érték(ek)re utal (6.19. ábra). A zárójelben megadhatók a kiemelt érdességtől eltérő érdességek számértékei is.



$\sqrt{Ra12.5}$ (✓)

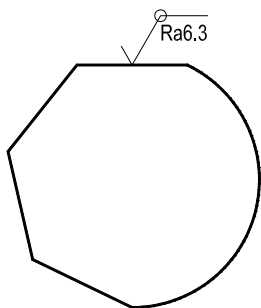
6.19. ábra

Több alkatrészt tartalmazó rajzon a kiemelt érdességi jelet a tételszám mellé kell rajzolni (6.20. ábra).

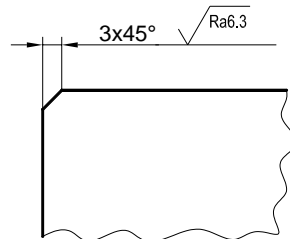


6.20. ábra

Egymáshoz csatlakozó, azonos érdességű felületek esetén az érdességet a 6.21. ábra szerint adjuk meg. Élek 45° -os tompításának érdességét a méretszám után adjuk meg (6.22. ábra).

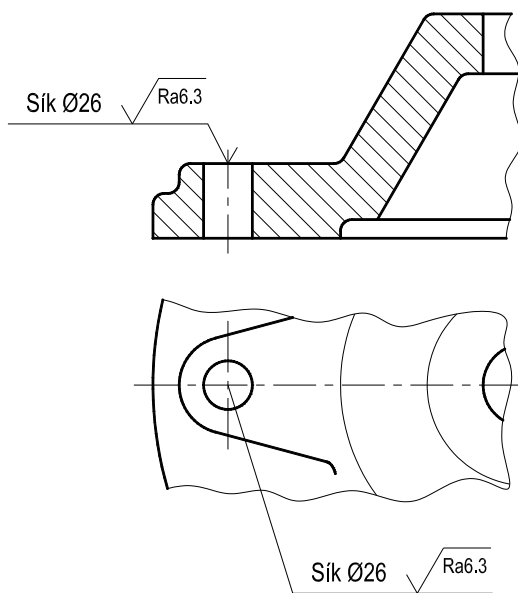


6.21. ábra



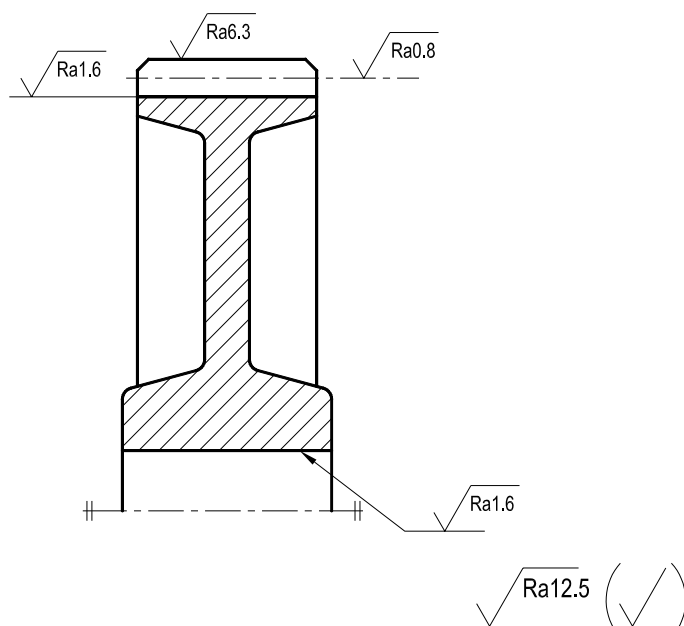
6.22. ábra

Kötőelemek felfekvő felületének érdességét a méret után kell megadni (6.23. ábra).



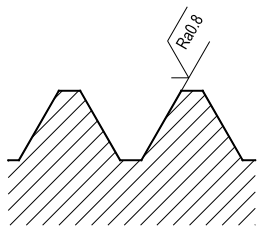
6.23. ábra

Fogazat működő felületének (fogfelület) érdességét az osztókörön (osztóhenger alkotón), a fenékszalagot a lábkört jelentő vonalon kell megadni, ha eltér a fog felületétől. A fejhenger érdességét a fejhenger alkotón vagy a fejkörön adjuk meg (6.24. ábra).

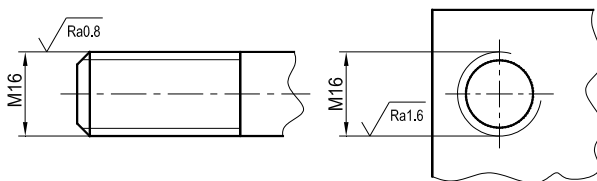


6.24. ábra

A csavarmenetek érdességét általában nem kell megadni, mivel előállításuk módja megszabja azt. Szükség esetén (pl. menetfúrón) a szelvény rajzán (6.25. ábra) vagy a menetátmérő méreténél kell megadni a menetfelület érdességét (6.26. ábra).



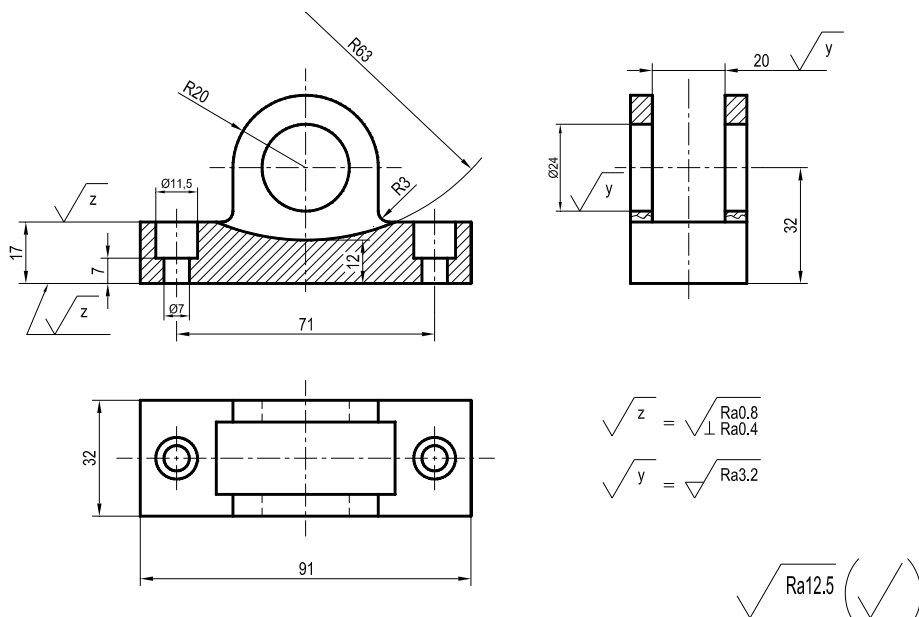
6.25. ábra



6.26. ábra

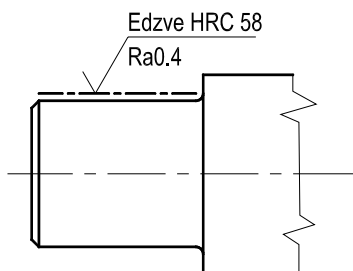
A fémes bevonatú (pl. galvanizált) vagy festett, mázolt, lakkozott, zománcozott stb. alkatrészekre előírt felületi érdesség – más előírás hiányában – a bevonás előtti állapotra vonatkozik.

Az adatokkal kiegészített, többször ismétlődő érdességi jel azonosító jellel is megadható, amelynek értelmezését a szövegmező felett meg kell magyarázni (6.27.ábra).



6.27. ábra

A 6.28. ábra felületkezelésre vonatkozó jelölést mutat.



6.28. ábra

6.6. táblázat. Különféle gyártási eljárásokkal elérhető felületminőségek

| Mégmunkálási eljárás | Érdességi fokozatszám | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|
| | N1 | N2 | N3 | N4 | N5 | N6 | N7 | N8 | N9 | N10 | N11 | N12 |
| | Átlagos felületi érdesség Ra μm | | | | | | | | | | | |
| | 0,025 | 0,050 | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,8 | 1,6 | 3,2 | 6,3 | 12,5 | 25 | 50 |
| Öntés homokformában | | | | | | | | | | | | |
| Kokillaöntés | | | | | | | | | | | | |
| Kovácsolás | | | | | | | | | | | | |
| Húzás | | | | | | | | | | | | |
| Hosszsztergálás | | | | | | | | | | | | |
| Síkesztergálás | | | | | | | | | | | | |
| Gyalulás | | | | | | | | | | | | |
| Vésés | | | | | | | | | | | | |
| Hántolás | | | | | | | | | | | | |
| Fúrás | | | | | | | | | | | | |
| Süllyesztés | | | | | | | | | | | | |
| Dörzsárazás | | | | | | | | | | | | |
| Marás | | | | | | | | | | | | |
| Úregelés | | | | | | | | | | | | |
| Reszelés | | | | | | | | | | | | |
| Féyesítés (polírozás) | | | | | | | | | | | | |
| Dörzsköszörülés (hónolás) | | | | | | | | | | | | |
| Tükrösítés | | | | | | | | | | | | |

6.4. Kérdések és ellenőrző feladatok

1. Mi okozza az alkatrészek felületi egyenetlenségeit?
2. Ismertesse a mértani felület, a valóságos felület, az észlelt felület és az egyenetlenség fogalmát!
3. Milyen eltérései lehetnek adott felületnek a mértani felülethez? Mutassa be vázlaton keresztül ezeket az eltéréseket!
4. Mi az átlagos felületi érdesség, hogyan számítjuk ki és mi a mértékegysége?
5. Mit értünk egyenetlenség magasság alatt, mi a jele, hogyan számítjuk ki és mi a mértékegysége?
6. Milyen összefüggés van az átlagos érdesség és az egyenetlenség magasság között?
7. Hogyan értelmezzük a maximális felületi egyenetlenséget, mi a jele és hogyan határozható meg?
8. Célszerűen milyen értékeket adjunk Ra-nak és Rz-nek műszaki rajzainkon?
9. Milyen érdességi alapjeleket használhatunk a felületminőség előírásakor?
10. Milyen információkat tartalmaznak a különböző alapjelek?
11. Ismertesse az érdességi alapjel és a kiegészítő jelek vonalvastagságait és méreteit!
12. Ismertesse a rajzjelhez csatlakoztatható adatok elhelyezési sorrendjét!
13. Melyek a megmunkálási nyomok rajz-és betűjelei? Értelmezze a különböző jeleket!
14. Ismertesse az érdességi jel elhelyezésének szabályait!
15. Rajzoljon példát az érdesség számértékének felírására!
16. Milyen szabályt követünk az érdességi jel elhelyezésében
 - szimmetrikus vagy ismétlődő részletek esetén?
 - összetartozó felületeknél?
 - azonos névleges méretű, de különböző érdességű felületszakaszoknál?
 - illeszkedő felületek esetén?
17. Mit jelent a kiemelt érdességi jel és melyek az alkalmazására vonatkozó szabályok?
18. Milyen érdességi jelet használ egymáshoz csatlakozó, azonos érdességű felületek esetén?

19. Hol helyezkedik el az érdességi jel
 - élek tompításánál?
 - kötőelemek felfekvő felületénél?
20. Szemléltesse rajzban egy fogaskerék alkatrészarajzán kívánatos felületi érdességek elhelyezését és értékeit!
21. Milyen szabályt követünk csavarmenetek felületi érdességének megadásakor?
22. Hogyan helyettesíthetjük az adatokkal kiegészített, többször ismétlődő érdességi jelet?
23. Milyen felületminőséget érhetünk el az alábbi gyártási eljárásokkal?
 - kokillaöntés,
 - esztergálás,
 - marás,
 - köszörülés,
 - tükrösítés.

7. Tűrések és illesztések

A kész munkadarabok többé-kevésbé eltérnek a rajzon ábrázolt munkadaraboktól. Az eltérés háromféle lehet:

- méreteltérés
- alakeltérés
- helyzeteltérés

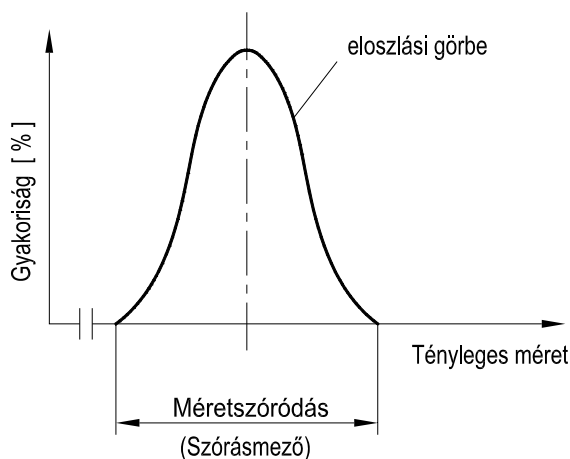
Az eltérések megengedhető mértékét a rajzon elő kell írni. A megengedhető eltéréseket nevezzük tűréseknek.

7.1. A mérettűrések

7.1.1. A tűrésmező

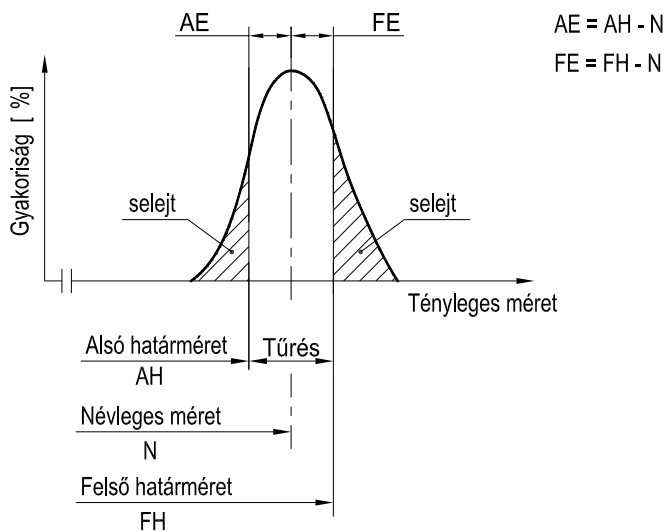
Az azonos gépbeállítással készült alkatrészek tényleges (méréssel megállapított) méretei szóródást mutatnak, vagyis a névleges méret (a tervezéskor megadott geometriai méret) és a tényleges méret nem egyezik meg. A továbbiakban a méret észlelt és valóságos nagyságát, amelyek alig térnek el egymástól, tényleges méretnek fogjuk nevezni. A teljes intervallum, amelyben adott számú alkatrész tényleges méretei elhelyezkednek, a méretszóródás (szórásmező). A megmunkálásnál ennek a szórásmezőnek a csökkentésére kell törekedni.

Sok azonos méretű alkatrész méretének ellenőrzésekor az tapasztalható, hogy a tényleges méretek nagy része megközelíti a szórásmező középértékét (7.1. ábra). Minél nagyobb a méretnek a középértéktől való eltérése, annál kisebb a gyakorisága.



7.1. ábra

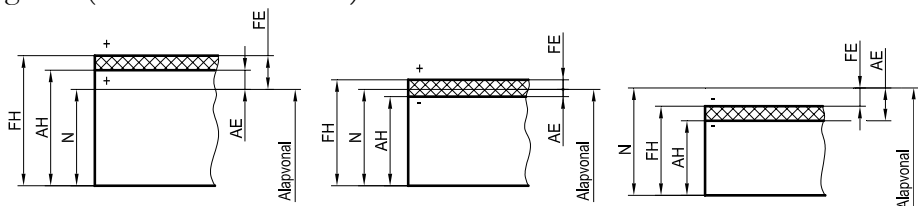
A teljes szórásmezőbe tartozó értékek nem minden esetben építhetők be a szerkezetbe. A körülmények megfelelő mérlegelésével ki lehet jelölni azt a két határt, amelyen belül a tényleges méretértékek még megfelelnek, vagyis az alsó határméretet (AH) és a felső határméretet (FH). Ez a két határméret határozza meg a megengedett méretszóródást, a tűrésmezőt, amit egyszerűen tűrésnek is nevezünk (7.2. ábra).



7.2. ábra

A magyar szóhasználat a tűrés fogalmában nem csak a méretszóródás nagyságát, hanem a tűréshatárok elhelyezkedését is érti. A 7.2. ábrán a névleges méretet és a szórásmező középértékét azonosnak vettük, ez az alpméret, amelyre az eltérést vonatkoztatjuk. Az alsó határméret és az alpméret közötti különbség az alsó eltérés (AE). A felső határméret és az alpméret közötti különbség a felső eltérés (FE). A szabványos tűrésmegadásnál az alpméret mindig azonos a névleges mérettel.

A tűrésmező elhelyezkedése a névleges mérethez viszonyítva sokféle lehet. A három alaptípus a 7.3. ábrán látható. A névleges méretnak (alpméretnek) megfelelő vonalat alapvonalnak is nevezik. A 7.3. ábrán és a későbbi ábrákon a tűréshatárokat erős torzítással ábrázoljuk, és a tűrésmezőt vonalkázzuk (szokás feketíteni is). Ezek az ábrák nem géprajzi, hanem magyarázó ábrák. Az ábrázolás azt jelenti, hogy az alkatrész elkészülése után minden olyan méret, amely az alsó és a felső határméret között van, megfelelő. Nagyon lényeges annak a megértése, hogy a tűrés előírása méretlehetőségeket jelent a megvalósulás előtt. Az elkészült alkatrésznek nincs tűrése, hanem mérete van, és ennek kell a megadott méretlehetőségeken (tehát tűréshatárokon) belül lennie.



7.3. ábra

A méret lehet kívülről vagy belülről mérhető. Alaktól függetlenül a tűrések és illesztések tárgyalásakor a külső méretet, mint csapot, a belső méretet, mint lyukat fogjuk említeni. (Itt jegyezzük meg, hogy a felső eltérés jelölésére lyuk esetén **ES**, csap esetén pedig **es**, míg az alsó eltérés jelölésére lyuk esetén **EI**, csap esetén pedig **ei** jel szolgál.)

Az eddigiekből látható, hogy egy méret tűrésére két adat jellemző:

- a tűrésmező nagysága ($T = FH - AH$),
- a tűrésmező elhelyezkedése az alapvonalhoz viszonyítva, ezt az alapeltéréssel jellemezzük, amely az alapvonal és a tűrésmező alapvonalhoz közelebb eső határának távolsága.

7.1.2. A tűrés nagysága

Esetenként szabadon választott tűrések szerinti gyártás és mérés is lehetséges, de nem lenne gazdaságos. Ezért kívánatosnak látszott a megfelelőnek bizonyult tűrések rendszerbe foglalása. Ez megkönnyítette a tűrések egységes és rövid előírását, gyors és szabatos mérését.

Az így kidolgozott rendszer, a tűrések és illesztések ISO-rendszere.

A tűrésnagyságot két tényező határozza meg:

- a névleges méret és
- a tűrésfokozat.

A névleges méretek ún. átmérőcsoportokba vannak sorolva – a szabványos tűrések számának csökkentése céljából – vagyis bizonyos mérethatárok között azonos a tűrés. Nagyobb mérethez – ugyanolyan tűrésfokozat esetén – nagyobb tűrés tartozik.

A tűrésfokozat olyan tűréscsoportot jelent, amely minden névleges mérethez azonos pontossági szintet rendel.

A névleges méret a tűrés nagyságát a tűrés-tűrésegységen keresztül határozza meg. Az 1-500mm-ig terjedő névleges méretekre a tűrésegység:

$$i = 0,45\sqrt[3]{D} + 0,001D$$

Ha a D értékét mm-ben helyettesítjük be, az i értéke μm -ben adódik.

A tűrésegységet egy-egy átmérőcsoportban a tartományhatárok mérteni középárayosára számítják, és ez az érték – mint azt már előbb említettük – az egész tartományra érvényes.

Az ISO rendszer valamennyi mérettartomány számára 20 fokozatot rendszeresít. A fokozatokat (tűrés minőség elnevezés is használatos) a következő számok jelölik:

$$01, 0, 1, 2, \dots 18.$$

A tűrésnagyság – a tűrésfokozatnak megfelelően – 01-18-ig növekszik. Az azonos minőségekhez tartozó tűrésnagyságok sorozata tűrés-alapsorozatot alkot, amelynek jele az IT betűjelből és a tűrésfokozatot jelentő számjegyből áll.

A tűrésnagyság (T) a tűrésegység (i) értékének és a minőségi tényezőnek (q) a sorozata.

$$T = qi .$$

A q tényező, ha a tűrésfokozatot jelentő szám n ,

$$q_n = (\sqrt[n]{10})^{n-1}$$

Ez az összefüggés az 5–18 fokozat és 1–500 mm névleges méretek között igaz. Az IT5-nél alacsonyabb fokozatokat az általános gépépítésben nem használják, ezért az ezekhez tartozó összefüggéseket nem ismertetjük. Az 500–3150 mm közé eső tűrésnagyságokat hasonló módon, de más képletekkel számítják, ezeknek a számítási módjával itt szintén nem foglalkozunk.

Az IT szabványos tűrésnagyságok számértékeit az 5000 mm-ig terjedő névleges méretekre a 7.1. táblázat tartalmazza. (A vonatkozó szabvány a táblázat adatain túlmenő értékeket is tartalmaz.)

7.1. táblázat. Tűrésfokozatok és tűrésnagyságok

| Névleges méret, mm | | Tűrésfokozatok | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-----|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| | | IT1 | IT2 | IT3 | IT4 | IT5 | IT6 | IT7 | IT8 | IT9 | IT10 | IT11 | IT12 |
| felett | -ig | Szabványos tűrésnagyságok m μ | | | | | | | | | | | |
| | | - | 3 | 0,8 | 1,2 | 2 | 3 | 4 | 6 | 10 | 14 | 25 | 40 |
| 3 | 6 | 1 | 1,5 | 2,5 | 4 | 5 | 8 | 12 | 18 | 30 | 48 | 75 | 120 |
| 6 | 10 | 1 | 1,5 | 2,5 | 4 | 6 | 9 | 15 | 22 | 36 | 58 | 90 | 150 |
| 10 | 18 | 1,2 | 2 | 3 | 5 | 8 | 11 | 18 | 27 | 43 | 70 | 110 | 180 |
| 18 | 30 | 1,5 | 2,5 | 4 | 6 | 9 | 13 | 21 | 33 | 52 | 84 | 130 | 210 |
| 30 | 50 | 1,5 | 2,5 | 4 | 7 | 11 | 16 | 25 | 39 | 62 | 100 | 160 | 250 |
| 50 | 80 | 2 | 3 | 5 | 8 | 13 | 19 | 30 | 46 | 74 | 120 | 190 | 300 |
| 80 | 120 | 2,5 | 4 | 6 | 10 | 15 | 22 | 35 | 54 | 87 | 140 | 220 | 360 |
| 120 | 180 | 3,5 | 5 | 8 | 12 | 18 | 25 | 40 | 63 | 100 | 160 | 250 | 400 |
| 180 | 250 | 4,5 | 7 | 10 | 14 | 20 | 29 | 46 | 72 | 115 | 185 | 290 | 460 |
| 250 | 315 | 6 | 8 | 12 | 16 | 23 | 32 | 52 | 81 | 130 | 210 | 320 | 520 |
| 315 | 400 | 7 | 9 | 13 | 18 | 25 | 36 | 57 | 89 | 140 | 230 | 360 | 570 |
| 400 | 500 | 8 | 10 | 15 | 20 | 27 | 40 | 63 | 97 | 155 | 250 | 400 | 630 |

7.1.3. A tűrésmező elhelyezkedése

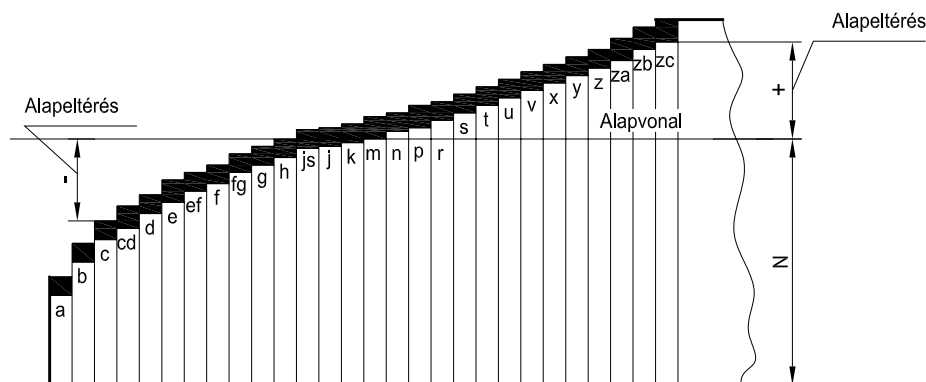
A tűrésnagyság egymagában még nem határozza meg a tűrést. Lényeges még a tűrésmező elhelyezkedése az alapvonalhoz (névleges mérethez) viszonyítva. A tűrésmező elhelyezkedésére jellemző az alapeltérés, amely, mint már korábban látható volt, a tűrésmező alapvonalhoz közelebb eső határvonala és az alapvonal között mérhető távolság. Nagysága tapasztalati képletek segítségével számítható. Az alapeltérés előjeles szám, attól függő-

en, hogy a névleges méret felett (+) vagy alatt (-) helyezkedik el a számításba veendő méret (7.4 és 7.5.ábra).

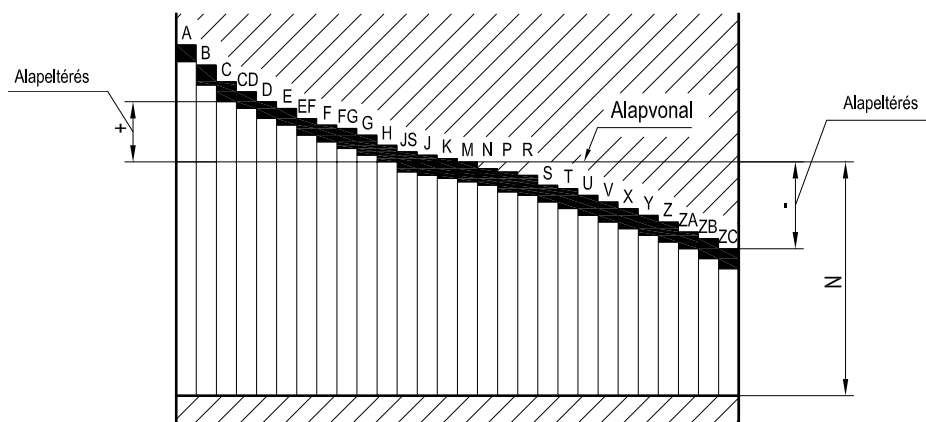
A névleges méretek függvényében megállapított alapeltéréseket betűk jelölik, mégpedig a csapokhoz tartozókat kisbetűk, a lyukakhoz tartozókat pedig nagybetűk. A 28 fajta alapeltérést a következő betűkkel jelölik:

- csapnál: a, b, c, cd, d, e, ef, f, fg, g, h, js, j, k, m, n, p, r, s, t, u, v, x, y, z, za, zb, zc;
- lyuknál: A, B, C, CD, D, E, EF, F, FG, G, H, JS, J, K, M, N, P, R, S, T, U, V, X, Y, Z, ZA, ZB, ZC

A 7.4. ábra a csapok, a 7.5. ábra a lyukak alapeltéréseit szemlélteti. (A feketített tűrésmezők egy bizonyos tűrésfokozatra vonatkoznak.)



7.4. ábra



7.5. ábra

Az a...g jelű alapeltérésnek megfelelő csapok mérete a névleges méretnél csak kisebb lehet, az A...G jelű lyukaké pedig csak nagyobb. Jellegetes a nulla alapeltérésű h, illetve H tűrés. A h alulról, a H pedig felülről érinti az alapvonalat.

A j és J jelű csapok, ill. lyukak az alapvonalhoz képest közel szimmetrikusak, a js és JS jelűek pedig szimmetrikusak (az „s” utal a szimetriára). Ajánlott az utóbbi használata.

A k jelű csapok és a K, M, N jelű lyukak alapeltérése egyes minőségek esetén nulla.

A p...zc jelű alapeltéréseknek megfelelő csapok mérete a névleges méretnél csak nagyobb, a P...ZC jelű lyukaké pedig csak kisebb lehet.

Az alapeltérésekkel kapcsolatban jegyezzük meg:

- a csapok különböző alapeltérései – a js, j és k jelű alapeltérés kivételével – ugyanarra az átmérőcsoportra vonatkozóan azonos értékűek;
- a lyukak alapeltéréseire ugyanez elmondható A...H-ig minden minőségre, P...ZC-ig az IT8, ill. annál durvább minőségre.

Összefoglalva az eddigieket megállapíthatjuk, hogy egy tűrésezett méretet három adat határoz meg:

- a névleges méret,
- a tűrésmező alapeltérése (a tűrésmező elhelyezkedésére jellemző),
- a tűrés minősége (a tűrésmező szélességére jellemző).

Pl. egy 40 mm névleges átmérőjű, g-vel jelzett alapeltérésű IT6 tűrés-alapsorozatnak megfelelő csapot a következőképpen lehet jelölni:

Ø 40 g6

A tűréshatárokat kétféleképpen lehet meghatározni:

- Az alapeltérés betűjele és a minőségjel ismeretében a vonatkozó táblázatból a szokásos tűrésekre közvetlenül, mindkét határérték kiolvasható.
- A táblázatokban így meg nem található kevésbé gyakori tűrések az alapeltérésből és a tűrés alapsorozatból határozhatók meg. Pl. 25 D7, alapeltérés: +65µm; IT7=21µm, vagyis az alsó határérték +65µm, a felső határérték +86µm.

7.1.4. A tűrésetlen méretek pontossága

Gazdasági szempontból csak azokat a méreteket tűrésezik, amelyek szóródása bizonyos határokon túl a munkadarab működőképességét, a szerelhetőségét vagy cserélhetőségét károsan befolyásolják, továbbá ha a gyárthatóság feltétlen megköveteli. Egyéb esetekben a méretet nem látják el tűréssel, tehát tűrésetlen méret keletkezik. (A tűrésetlen méretek megadásával részletesen az MSZ ISO 2768 szabvány foglalkozik.)

A tűrésetlen méretek határeltéréseit pontossági osztályokkal adhatjuk meg. A szabvány négy pontossági osztályt határoz meg: finom (f), közepes (m), durva (c) és nagyon durva (v).

A tűrésetlen méretek alkalmazásakor a fokozat betűjelét a szabvány-számhoz kötőjellel kapcsolva kell feltüntetni a szövegmezőben vagy a szövegmező mellett. Pl.: MSZ ISO 2768-f. Ha ilyen hivatkozás nincs a rajzon, akkor a közepes fokozat előírásai érvényesek

A tűrésetlen méretek tűrései a zárójelben feltüntetett kiegészítő méretekre, a négyzetben feltüntetett, elméletileg pontos méretekre, valamint a tűrésszabványokban előírt hossz- és szögméretekre nem vonatkoznak (7.2.6. fejezet).

Az alkatrészek tűrésetlen hosszméreteinek, tűrésetlen hosszméreteinek tűréseit a 7.2. táblázat tartalmazza.

7.2. táblázat. A tűrésetlen hosszméretek határeltérései

| A pontossági osztály | | Névleges méretsorozat és annak határeltérései | | | | | | | |
|----------------------|--------------|---|---------------|---------------|------------------|-------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| jele | megnevezése | 0,5-től 3-ig | 3 felett 6-ig | 6felett 30-ig | 30 felett 120-ig | 120 felett 400-ig | 400 felett 1000-ig | 1000 felett 2000-ig | 2000 felett 4000-ig |
| f | finom | ±0,05 | ±0,05 | ±0,1 | ±0,15 | ±0,2 | ±0,3 | ±0,5 | - |
| m | közepes | ±0,1 | ±0,1 | ±0,2 | ±0,3 | ±0,5 | ±0,8 | ±1,2 | ±2 |
| c | durva | ±0,2 | ±0,3 | ±0,5 | ±0,8 | ±1,2 | ±2 | ±3 | ±4 |
| v | nagyon durva | - | ±0,5 | ±1 | ±1,5 | ±2,5 | ±4 | ±6 | ±8 |

A 0,5 mm-nél kisebb névleges méretek határeltéréseit az adott méret(ek)nél kell megadni.

7.1.5. A felületi érdesség és a tűrés összefüggése

A működés szempontjából szükséges tűrésnagyság és a megmunkált felület átlagos érdessége nem választható meg egymástól függetlenül. Bár egzakt kapcsolat nincs a két tényező között, a gyakorlat számára jó tájékoztatást ad a következő összefüggés:

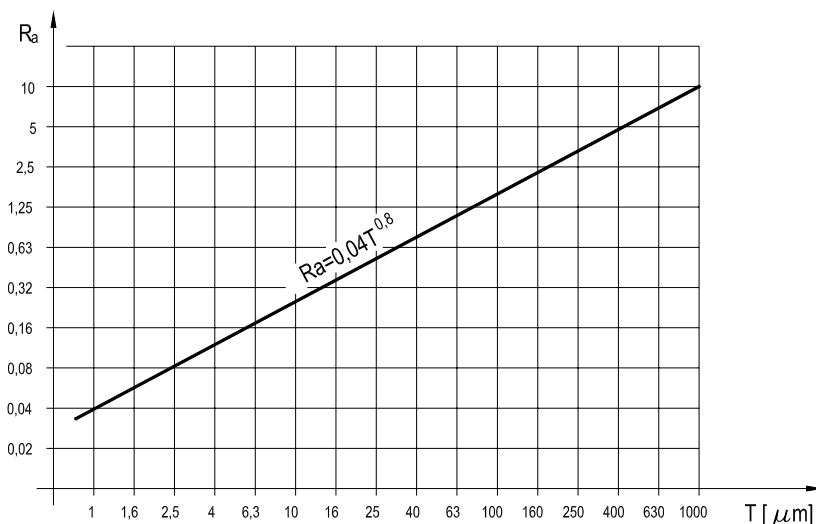
$$Ra = kT^n$$

ahol: Ra átlagos érdesség μm -ben
 T a tűrésnagyság μm -ben
 k a fokozattól függő állandó
 n állandó

A gyakorlati működési követelményekhez való alkalmazkodást az átlagos érdesség és tűrésnagyság összefüggésének három fokozata: finom, közepes és durva teszi lehetővé. Ezekhez gyakorlati tapasztalatok alapján a következő állandók tartoznak:

k=0,02 finom fokozat esetén
 k=0,04 közepes fokozat esetén
 k=0,08 durva fokozat esetén
 n=0,8 mindhárom fokozatra

Az összefüggést a 7.6. ábra szemlélteti (közepes fokozatra).



7.6. ábra

A 7.3. táblázat a tűrésfokokozatok és a névleges méret függvényében adja meg az átlagos érdesség nagyságát közepes fokozatra.

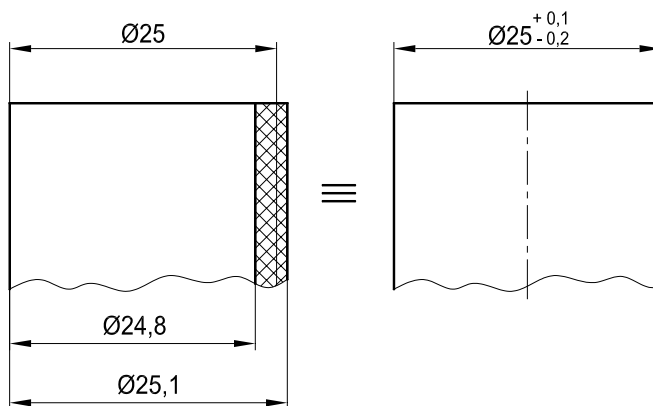
7.3. táblázat. A felületi érdesség és a tűrés összefüggése

| Méretcsoport | | Tűrésfokozat | | | | | | | |
|--------------|-----|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | IT5 | IT6 | IT7 | IT8 | IT9 | IT10 | IT11 | IT12 |
| felett | -ig | Átlagos érdesség Ra (μm) | | | | | | | |
| 1 | 3 | 0.2 | 0.4 | 0.4 | 0.8 | 1.6 | 3.2 | 6.3 | 12.5 |
| 3 | 6 | | | 0.8 | | | | | |
| 6 | 10 | 0.4 | 0.8 | 1.6 | 3.2 | 6.3 | 12.5 | 25 | 50 |
| 10 | 18 | | | | | | | | |
| 18 | 30 | 0.8 | 1.6 | 3.2 | 6.3 | 12.5 | 25 | 50 | 100 |
| 30 | 50 | | | | | | | | |
| 50 | 80 | 1.6 | 3.2 | 6.3 | 12.5 | 25 | 50 | 100 | 200 |
| 80 | 120 | | | | | | | | |
| 120 | 180 | 3.2 | 6.3 | 12.5 | 25 | 50 | 100 | 200 | 400 |
| 180 | 250 | | | | | | | | |
| 250 | 315 | 6.3 | 12.5 | 25 | 50 | 100 | 200 | 400 | 800 |
| 315 | 400 | | | | | | | | |
| 400 | 500 | 12.5 | 25 | 50 | 100 | 200 | 400 | 800 | 1600 |

7.1.6. A mérettűrések megadása

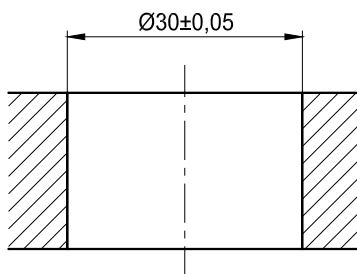
A mérettűrést a következőképpen lehet megadni:

- a) A megengedett határeltérek számszerű értékével történő megadásnál a névleges méret után kell feltüntetni a tűrés határértékeit a méretszámnál egy betűnagysággal kisebb nagyságú számokkal a 7.7. ábra szerint. A megadott értékek mindig mm-t jelentenek. A határeltéréseket előjelükkel kell feltüntetni, az alsó eltérést a névleges mérettel egy sorba írjuk (7.7. ábra).

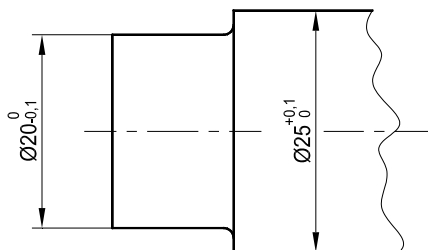


7.7. ábra

Ha az eltérés az alapvonalhoz képest mindkét irányban azonos, akkor csak egyszer kell \pm előjellel leírni (7.8. ábra). A 0 méreteltérést is ki kell írni előjel nélkül (7.9. ábra).

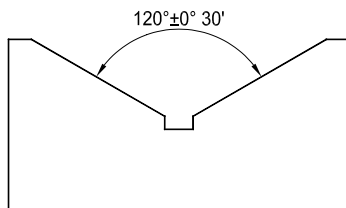


7.8. ábra



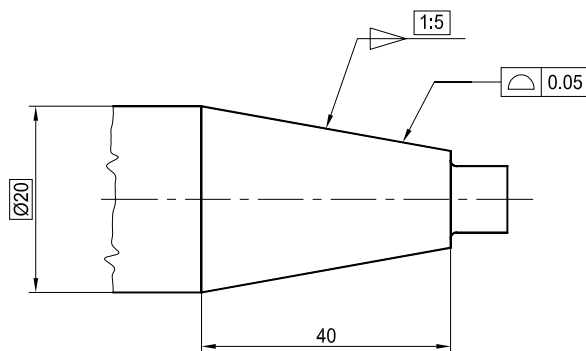
7.9. ábra

A szögek határeltéréseit fokban, percben és másodpercben kell megadni. A fok és a perc csak egész szám lehet (7.10. ábra).



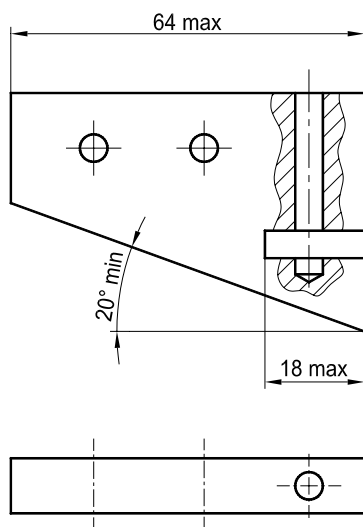
7.10. ábra

A 7.11.. ábrán kúp tűrésmegadása látható (MSZ ISO 3040). A kúpot meghatározó elméletileg pontos méreteket be kell keretezni.



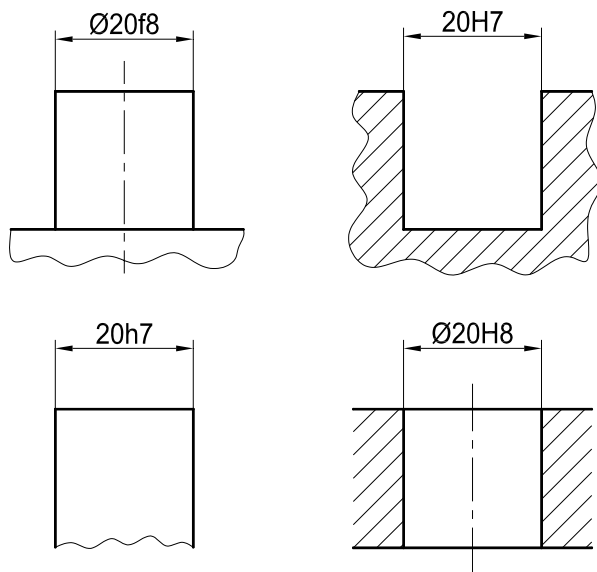
7.11. ábra

Az egy irányban határolt méretet vagy csak a felső, vagy csak az alsó határméretével kell előírni. Felső határméret esetén a névleges méret után írt max jellel, alsó határméret esetén min jellel (7.12. ábra).



7.12. ábra

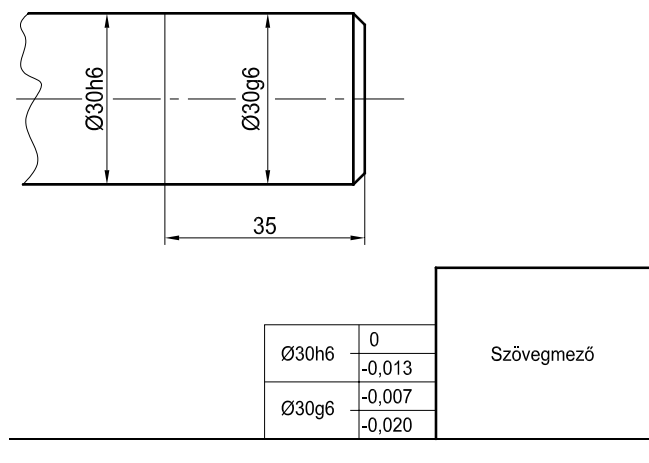
- b) A szabványos ISO-tűrést az alapeltérésre és tűrésnagyságra utaló betűből és számból álló jellel kell megadni. A jelet a névleges méret után kell írni (egy számjegy nagyságú hely kihagyható) és a méretszámmal megegyező nagyságban (7.13. ábra).



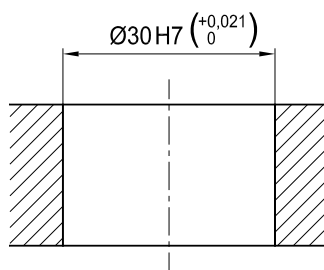
7.13. ábra

Az azonos névleges méretű, de különböző tűrésű felületeket folytonos vékony vonallal kell elválasztani egymástól, és a névleges méretet a megfelelő tűréssel együtt, külön-külön meg kell adni mindegyik szakaszra.

A szabványos tűrésekkel megadott méretek számszerű eltéréseit a szövegmező mellett vagy felett táblázatban kell megadni (7.14. ábra), vagy a 7.15. ábra szerint, a szabványos tűrésjel után zárójelben megadott értékkel, pl.: $\varnothing 30 \text{ H7} \left(\begin{smallmatrix} +0,021 \\ 0 \end{smallmatrix} \right)$ (ritkábban alkalmazott megoldás, számítógéppel történő rajzolás esetén nehézkes, technikailag nem korrekt megadási mód).



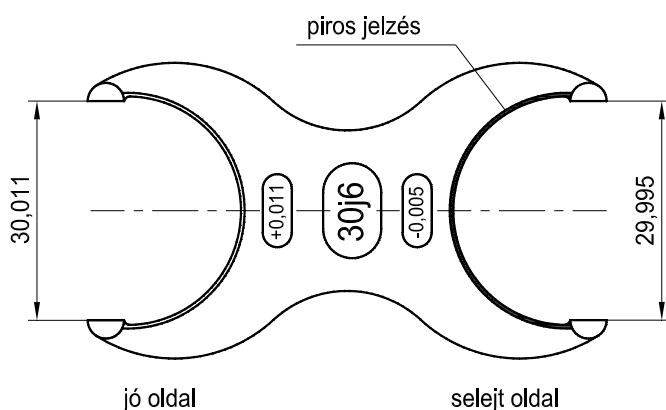
7.14. ábra



7.15. ábra

7.1.7. A mérettűrések mérése

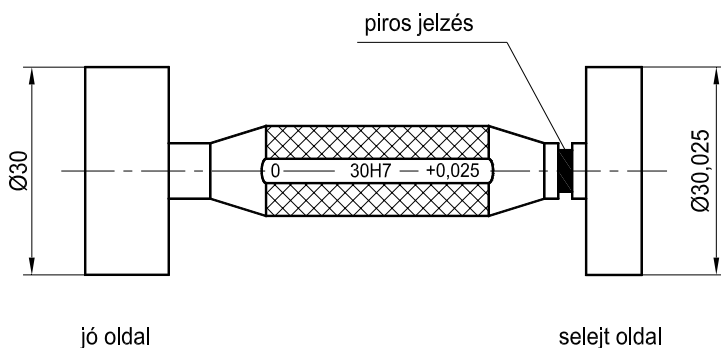
A gyártott darab tűrésének ellenőrzésére sokféle mérési lehetőség létezik (mikrométer, mérőóra stb.). Ezeknek a kezelése gyakorlatot igényel, és amellett lassú. Ezért – különösen a tömeggyártásban – elterjedt az a módszer, amelynél a méretet egy idomszer két – a határeltérésekre köszörült – oldalával hasonlítják össze. Ez a mérési mód a tényleges méretet nem jelzi, csak azt, hogy a méret a tűrésen belül van-e, vagy nincs. Az idomszeren fel kell tüntetni a névleges méretet, a szabványos tűrés jelét és a két határméretet. A selejt oldalt piros színnel jelzik.



7.16. ábra

Csapok mérésére a villás idomszert használják (7.16. ábra). Az idomszer jó oldala a csap felső határméretére készül, a selejt oldala pedig a az alsó határméretre. (Az idomszer méreteinek a tűrése kb. a mérendő méret tűrésének 1/10-e.) A jó oldalnak („megy oldal”) rá kell mennie a csapra, hogy a csap felső határméretén belül legyen, a selejt oldalnak („nem-megy oldal”) nem szabad rá mennie a csapra, mert így van a csap az alsó határméret felett. Ha a selejt oldal rámegy a csapra, a csap mérete kisebb az alsó határméretnél, a csap selejt. (Ha a „megy oldal” nem megy rá csapra, a méret nagyobb, mint a felső határméret, a csap javítható selejt.)

Furatok ellenőrzésére a 7.17. ábrán látható dugós idomszer való. A jó oldal az alsó határméretre, a selejt oldal a felső határméretre készül. Az alsó határméretű oldalnak bele kell férni a furatba, ez a jó oldal („megy oldal”) a felső határméretnek pedig nem szabad belemenni, ez a selejt oldal („nem-megy oldal”).



7.17. ábra

7.2. Alak- és helyzetűrések

Az alkatrész valóságos felülete a mértani felületet csak bizonyos eltérésekkel közelíti meg. Az eltérések a vizsgált valóságos felülettel érintkező, az alkatrész anyagán kívül elhelyezkedő, a felülettel egyező jellegű felület, az ún. ráfekvő felület segítségével értelmezhetők.

Az előírt mértani formától való eltérés az alakeltérés.

A valóságos felület helyzetének, illetve a felület tengelyének, szimmetriásíkjának a névleges helyzettől való eltérése a helyzeteltérés.

Az alak- és helyzeteltéréseket a mérettűrések is korlátozzák, mivel az alkatrészek mérettűrése alak- vagy helyzeteltérés miatt sem léphető túl. Ezért a mérettűréseknél szigorúbb alak- vagy helyzetűréseket csak akkor kell előírni, ha működési vagy gyártási okok miatt indokoltak.

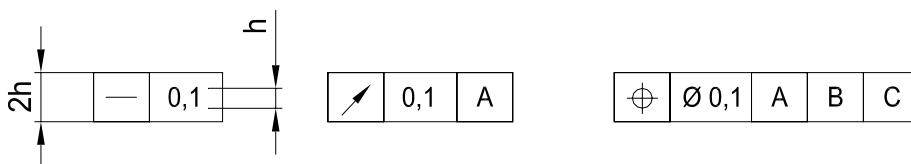
7.2.1. Az alak- és helyzetűrések megadása

Az alak- és helyzetűrésezéssel részletesen az MSZ ISO 1101 szabvány foglalkozik. Az alak- és helyzetűréseket jelképesen a 7.4. táblázat szerinti jelekkel kell a rajzon megadni.

A rajzjelek méreteit a 7.5. táblázat tartalmazza. A 7.6. táblázat a kiegészítő rajzjeleket mutatja.

Az alak- és helyzetűrés rajzjelét, a tűrésnagyságot és – ha szükséges – a bázis betűjelét két vagy három mezőre osztott tűréskeretbe kell beírni, balról jobbra a következő sorrendben (7.18. ábra):

- a tűrés jelét;
- a tűrésértéket a hosszméretekre alkalmazott mértékegységben. A tűrésértéket megelőzi az \varnothing jel, ha a tűrésmező kör alakú vagy hengeres;
- ha szükséges, akkor a báziseleme(ke)t azonosító betű(ke)t.



7.18. ábra

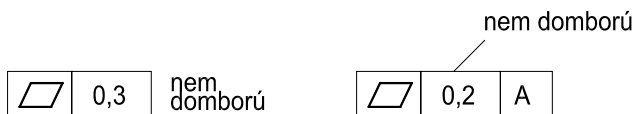
A tűréskeretet vékony vagy a beírt számokkal azonos vastagságú folytonos vonallal kell megrajzolni. A keretbe írt számok és betűk magassága (h) legyen azonos a rajzon alkalmazott méretszámok magasságával, a keret magassága pedig $2h$.

A tűrésre vonatkozó feliratokat, például 6 furat, vagy 6x, a tűréskeret fölé kell írni (7.19. ábra).

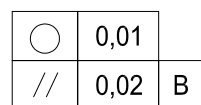


7.19. ábra

A tűrésmezőben levő elem alakját leíró adatokat a tűréskeret közelébe kell írni, esetleg mutatóvonallal kapcsolva ahhoz (7.20. ábra). Ha az elemre egynél több tűrésjelet kell előírni, akkor a tűréselőírásokat tűréskeretekben kell megadni egymás alatt (7.21. ábra).















7.20. ábra

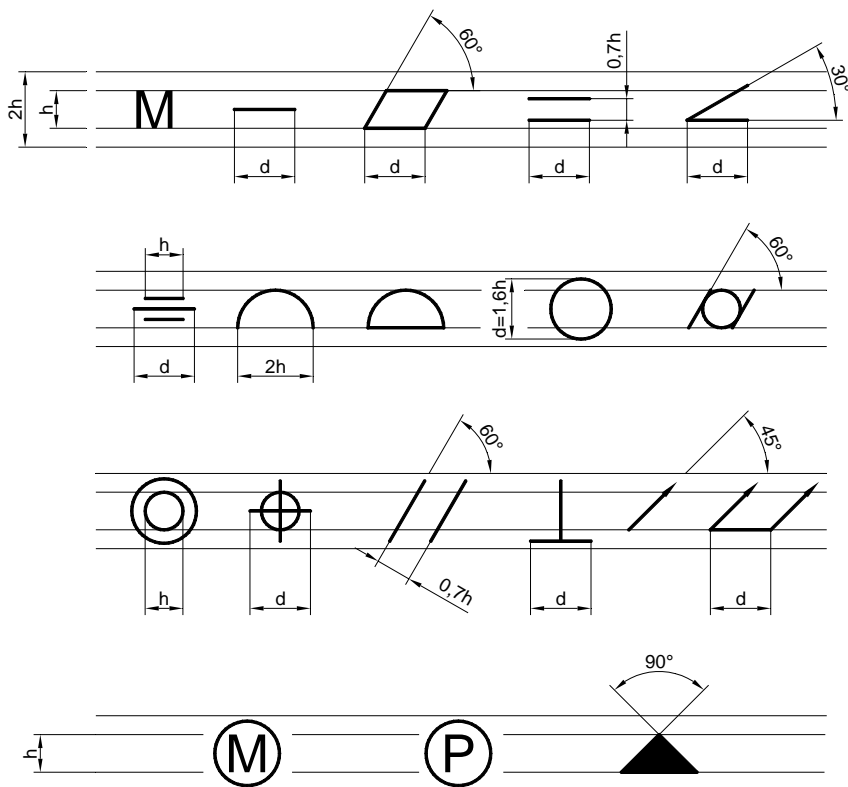


7.21. ábra

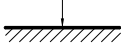
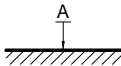






7.4. táblázat. Az alak- és helyzetűrések rajzjelei

| Elemek és tűréseik | | Tűrésezett jellemzők | Rajzjelek |
|--|-----------------|--------------------------------|--|
| Egyetlen elem | Alaktűrések | Egyenesség | — |
| | | Síklapúság |  |
| | | Köralakúság |  |
| | | Hengeresség |  |
| Egyetlen elem vagy viszonyított elemek | | Adott profil alakja |  |
| | | Adott felület alakja |  |
| Viszonyított elemek | Iránytűrések | Párhuzamosság | // |
| | | Merőlegesség |  |
| | | Hajlásszög |  |
| | Helyezettűrések | Pozíció |  |
| | | Egytengelyűség és központosság |  |
| | | Szimmetria |  |
| | Ütéstűrések | Radiális (sugárirányú) ütés |  |
| | | Teljes ütés |  |

7.5. táblázat. Alak- és helyzettűrések rajzjeleinek méretei



7.6. táblázat. Kiegészítő rajzjelek

| Leírás | | Rajzjelek |
|--|-----------|---|
| A tűrésezett elem jelölése | közvetlen |  |
| | betűvel |  |
| A bázis jelölése | közvetlen |  |
| | betűvel |  |
| Bázishely | |  |
| Elméletileg pontos méret | |  |
| Kilépő tűrésmező | |  |
| A legnagyobb anyagterjedelem feltétele | |  |

7.2.2. A tűrésezett elemek

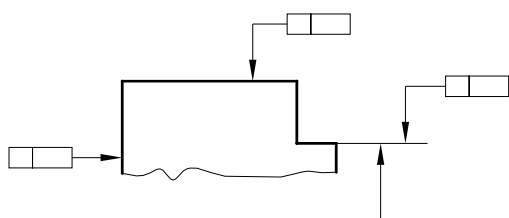
A tűréskeret lehetőleg vízszintes helyzetű legyen.

A függőleges tűréskeret adatai jobbról olvashatóak legyenek.

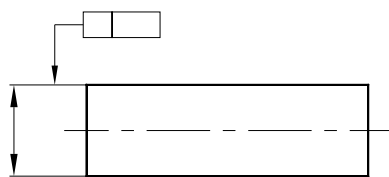
A tűréskeretet semmilyen vonal ne keresztesse.

A tűréskeretet nyílban végződő kötővonal kapcsolja:

- a tűrésezett elem kontúrvonalához vagy a kontúrvonal meghosszabbításához (de világosan elválasztva a méretsegédvonalától), ha a tűrés magára a vonalra vagy magára a felületre vonatkozik (7.22., 7.23. ábra). A kötővonal lehet egyenes vagy megtört vonalú. A kötővonal végén a nyíl az eltérés mérési irányából mutasson a kontúrvonalra vagy a méretsegédvonalra.

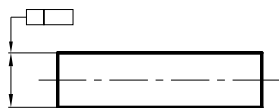


7.22. ábra

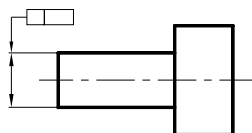


7.23. ábra

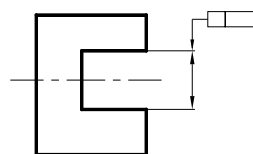
- a méretvonal meghosszabbításához, ha a tűrés az ily módon méretezett elemmel meghatározott tengelyre vagy szimmetriasíkra vonatkozik (7.24., 7.25, 7.26. ábra);



7.24. ábra

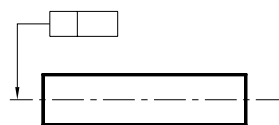


7.25. ábra

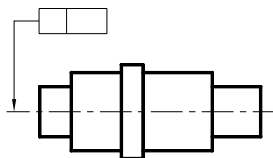


7.26. ábra

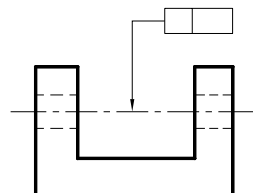
- a tengelyhez, ha a tűrés az összes olyan elem tengelyére vagy szimmetriasíkjára vonatkozik, amelyeknek ez a közös tengelye vagy szimmetriasíkjá (7.27., 7.28., 7.29. ábra).



7.27. ábra



7.28. ábra



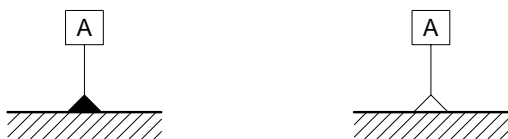
7.29. ábra

A működési követelményektől függ, hogy a tűrést a hengeres vagy a szimmetrikus elem körvonalára vagy tengelyére, illetve szimmetriasíkjára kell vonatkoztatni.

7.2.3. Bázisok

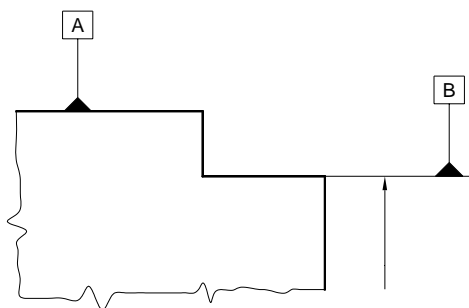
- a) Ha a tűrésezett elem bázisra vonatkozik, azt általában a bázisbetűk jelölik. A bázist jelölő betűt a tűréskeretben kell ismételni

A bázist a tűréskeretbe zárt nagybetűhöz hozzákapcsolt befektített vagy üres háromszöggel kell jelölni (7.30. ábra).



7.30. ábra

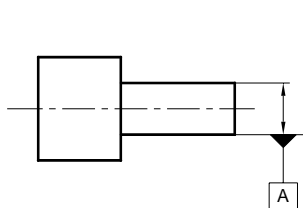
- b) Betűvel ellátott bázisháromszöget a következő helyeken kell elhelyezni:
- az elem körvonalán vagy a körvonal meghosszabbításán (de világosan elkülönítve a méretvonaltól), ha a báziselem maga a vonal vagy a felület (7.31. ábra);



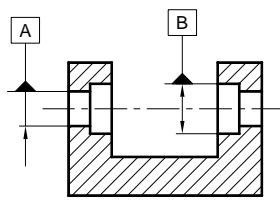
7.31. ábra

- a méretvonal meghosszabbításán, ha a báziselem tengely vagy szimmetriasík (7.32., 7.33. és 7.34. ábra);

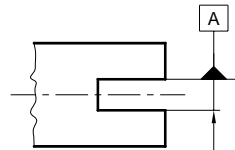
Ha nincs elegendő hely két nyíl számára, akkor egyikük helyettesíthető a bázisháromszöggel.



7.32. ábra

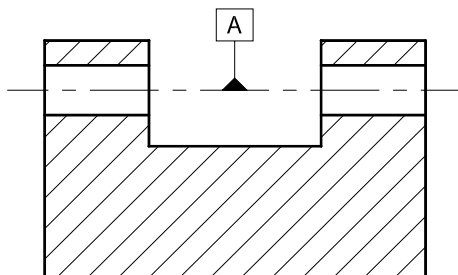


7.33. ábra



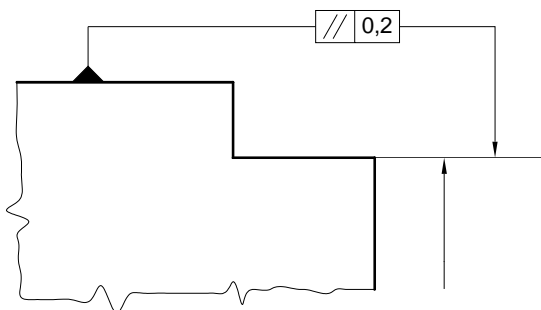
7.34. ábra

- a tengelyen vagy a szimmetriasíkon, ha a bázis
 1. egyetlen elem tengelye vagy szimmetriasíkja (pl. henger);
 2. két elem által alkotott közös tengely vagy szimmetriasík (7.35. ábra).

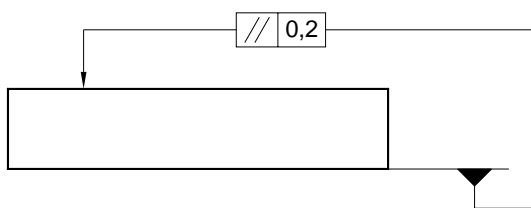


7.35. ábra

- c) Ha a tűréskeret mutatóvonalal közvetlenül összekapcsolható a báziselemmel, akkor a bázis betűjele elhagyható (7.36. és 7.37. ábra).



7.36. ábra



7.37. ábra

d) Bázis jelölése:

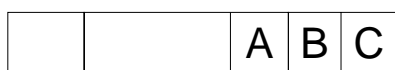
- Egy bázist egy nagybetűvel kell jelölni (7.38. ábra)
- Két báziselem által meghatározott közös bázist két, egymástól kötőjellel elválasztott bázis betűvel kell jelölni (7.39. ábra)
- Ha a két vagy több báziselem sorrendje fontos, akkor a bázisok betűjeleit a tűréskeret különböző mezőiben kell megadni (7.40. ábra) úgy, hogy a sorrend balról jobbra mutassa a fontosság sorrendjét.
- Ha a két vagy több báziselem sorrendje nem fontos, akkor a bázisbetűket ugyanabban a mezőben kell megadni (7.41. ábra).



7.38. ábra



7.39. ábra



7.40. ábra

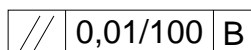


7.41. ábra

7.2.4. Korlátozó előírások

- Ha a tűrés korlátozott hosszra érvényes, akkor e hossz értékét a tűréskeret után fel kell tüntetni és attól ferde vonallal el kell választani.

Felület esetében ugyanezt a jelölést kell alkalmazni. Ez azt jelenti, hogy a tűrés az összes korlátozott hosszúságú tetszőleges helyzetű és irányú vonalra érvényes (7.42. ábra).



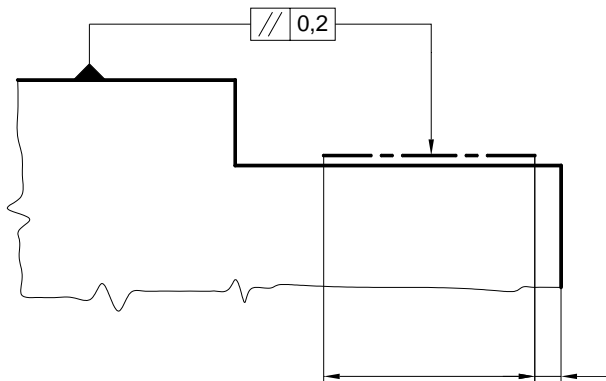
7.42. ábra

- Ha a teljes elem tűréséhez azonos jellegű, de korlátozott hosszra vonatkozó kisebb tűrés van hozzáadva, akkor a korlátozó tűrést az alsó részben kell jelölni (7.43. ábra).

| | | |
|----|------------------------|---|
| // | $\frac{0,1}{0,05/200}$ | A |
|----|------------------------|---|

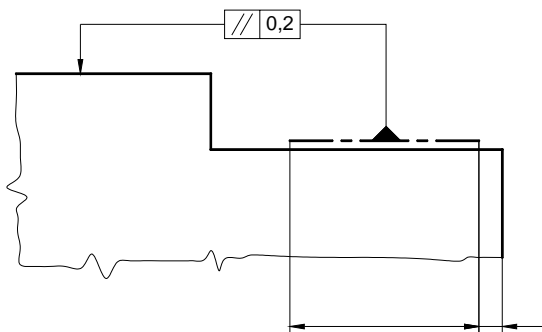
7.43. ábra

- Ha a tűrés az elemnek csak korlátozott részére vonatkozik, akkor ennek a méreteit a 7.44. ábrán látható módon kell megadni.



7.44. ábra

- Ha a bázis az elemnek csak korlátozott részére érvényes, akkor ennek a méreteit a 7.45. ábrán látható módon kell megadni.



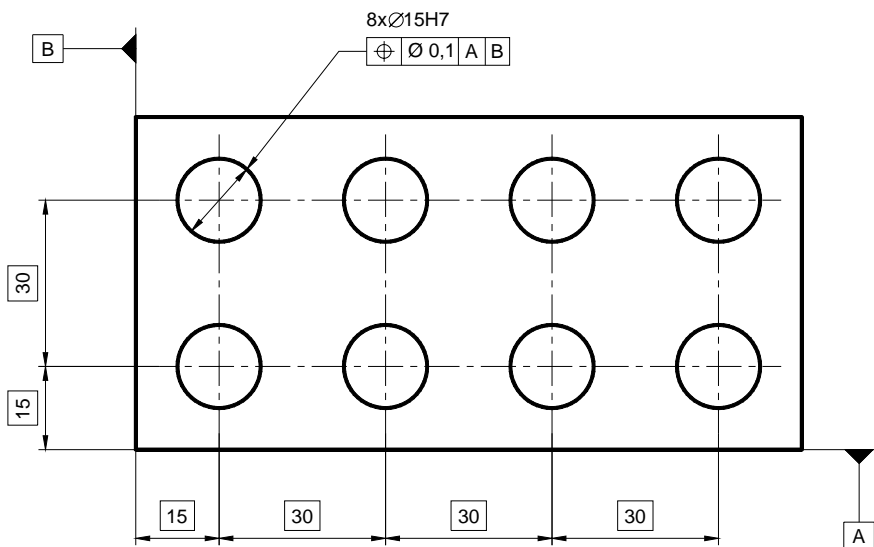
7.45. ábra

7.2.5. Elméletileg pontos méretek

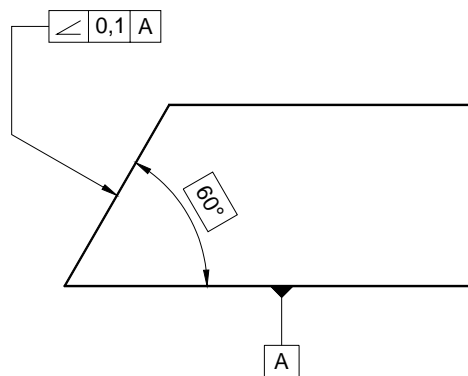
Ha valamely elemre helyzet-, profil- vagy szögtűrés van előírva, akkor az elméletileg pontos helyzetet, profilt vagy szöveget meghatározó méreteket nem kell tűrésezni.

Ezeket a méreteket be kell keretezni, például $\boxed{30}$

Az alkatrész megfelelő tényleges méreteire csak azok a pozíciótűrések, profiltűrések vagy hajlásszögtűrések vonatkoznak, amelyek a tűréskeretben vannak (7.46. és 7.47. ábra).



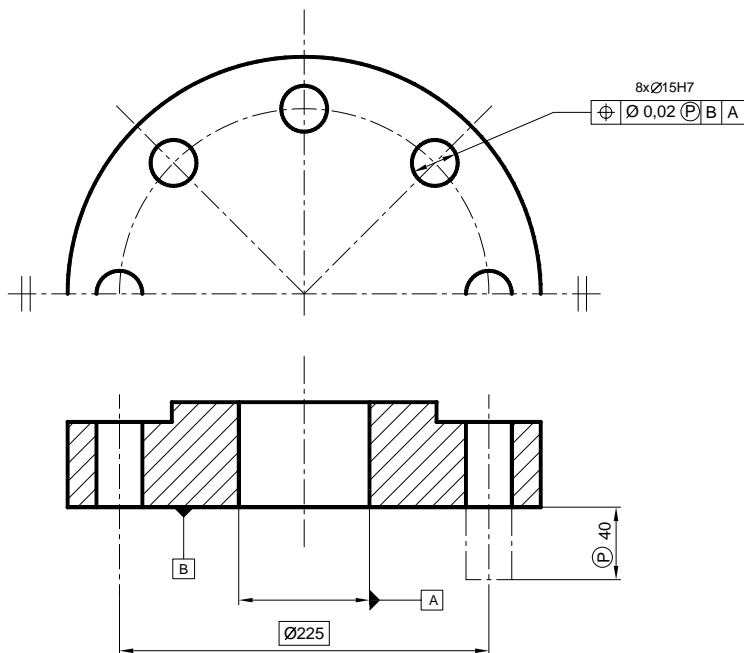
7.46. ábra



7.47. ábra

7.2.6. Kilépő tűrésmező

Egyes esetekben az irány- és a helyzettűréseket nem magára az elemre, hanem annak az alkatrészen kívül eső részére vonatkoztatjuk. Az ilyen kilépő tűrésmezőket a \textcircled{P} jellel kell jelölni (7.59. ábra).



7.48. ábra

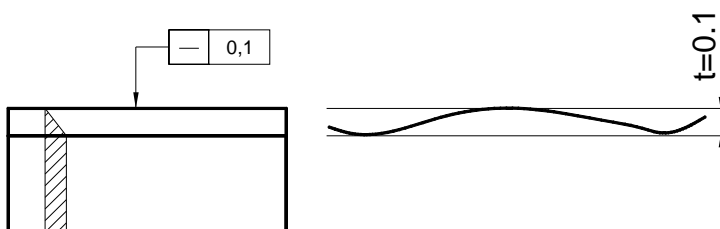
7.2.7. A tűrések értelmezése

Ha működési okokból szükséges, akkor egy vagy több jellemzőt kell tűrésezni az elem geometriai pontosságának meghatározására. Ha valamely elem geometriai pontosságát bizonyos tűrés típus határozza meg, akkor ennek az elemnek az egyéb eltéréseit egyes esetekben ez a tűrés korlátozza (például párhuzamosságtűréssel korlátozott egyenességtérés). Ezért csak ritkán kell az olyan eltéréseket pótlólag korlátozni, amelyeket az egyéb tűrések már magukban foglalnak.

Tűrések bizonyos más típusai azonban nem korlátozzák az egyéb eltéréseket (például az egyenességtérés nem korlátozza a párhuzamosságtérést).

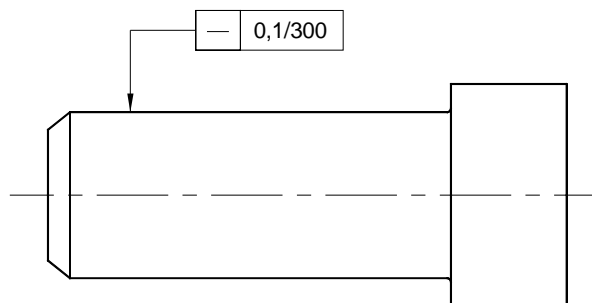
A továbbiakban a mindennapos gyakorlatban előforduló alak- és helyzettűrések megadására és értelmezésére mutatunk be példákat.

- a) Egyenestűrés: a síkra vetített tűrésmezőt két párhuzamos, egymástól t távolságra levő egyenes határolja (7.49. ábra).
- A vetítési síkkal párhuzamos felső élnek, amelyen a jelölés meg van adva, két, egymástól $0,1$ távolságra levő párhuzamos egyenes között kell lennie.



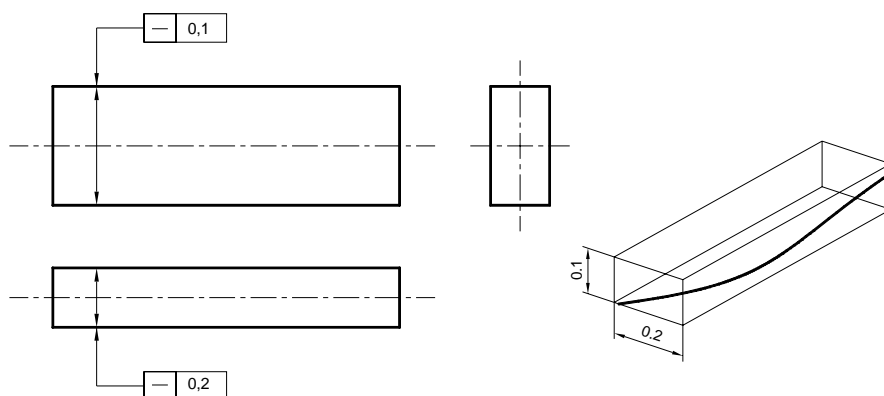
7.49. ábra

- A nyíllal jelölt hengeres felület bármely alkotója bármely 300 hosszú részének két, egymástól $0,1$ távolságra levő párhuzamos egyenes között kell lennie a tengelyt tartalmazó síkban (7.50. ábra).



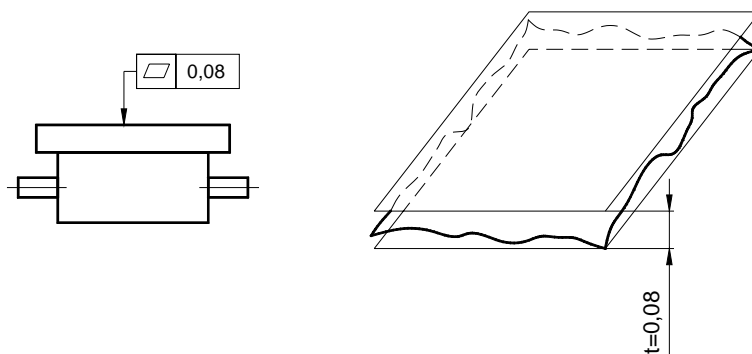
7.50. ábra

- A téglalap keresztmetszetű rúd tengelyének függőleges irányban $0,1$, vízszintes irányban pedig $0,2$ széles hasáb alakú mezőben kell lennie (7.51. ábra).



7.51. ábra

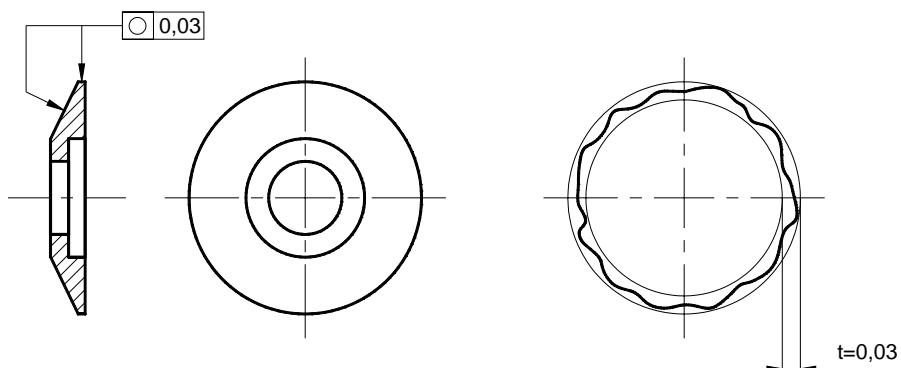
- b) Síklapúságtűrés: a felületnek két, egymástól $t=0,08$ távolságra levő párhuzamos sík között kell lennie (7.52. ábra).



7.52. ábra

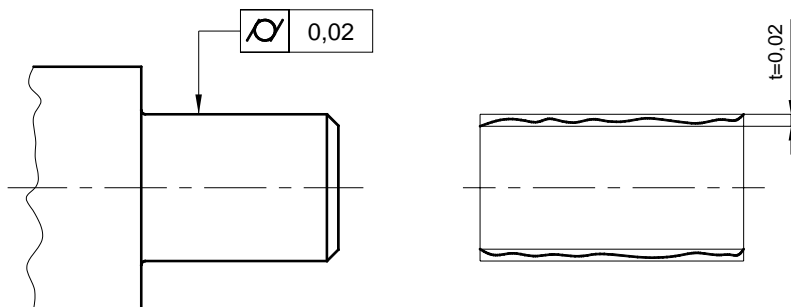
- c) Köralaktűrés: a tűrésmezőt a vizsgált síkban két, egymástól t távolságra levő, egyközpontú kör határolja.

Az összes keresztmetszet külső körvonalának két, egy síkban levő, egymástól $t=0,03$ távolságra levő egytengelyű kör között kell lennie (7.53. ábra).



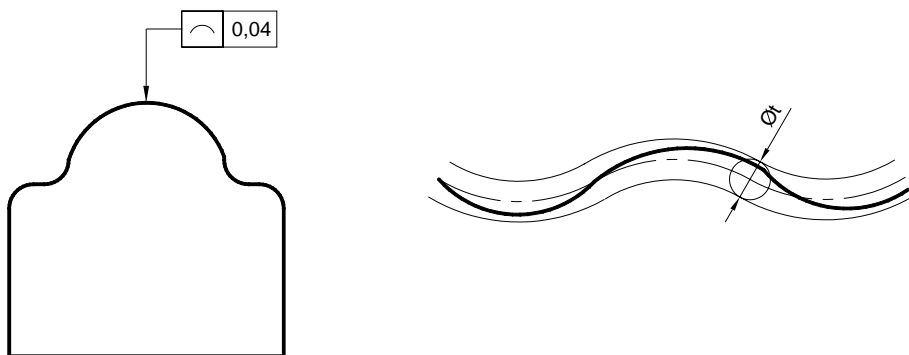
7.53. ábra

- d) Hengerességtűrés: a tűrésmezőt a vizsgált síkban két, egymástól $t=0,02$ távolságra levő, egytengelyű hengerfelület határolja (7.54. ábra).



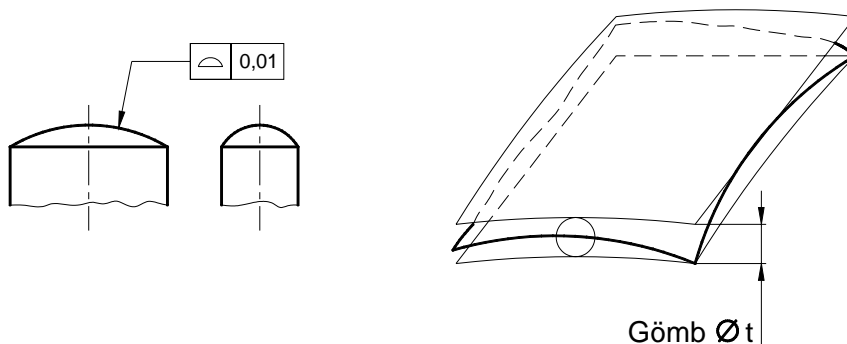
7.54. ábra

- e) Adott profil alaktűrése: a tűrésmezőt a $t=0,04$ átmérőjű köröket burkoló két vonal határolja, a körök középpontja a geometriailag pontos alakú vonalon van (7.55. ábra).



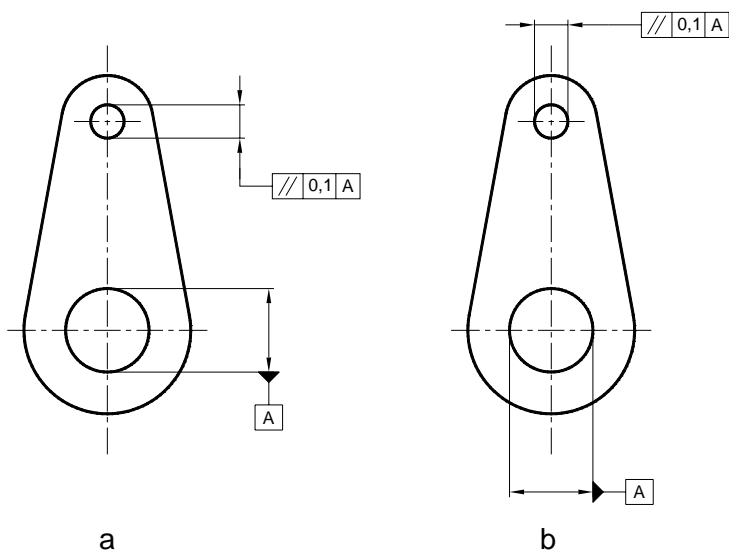
7.55. ábra

- f) Adott felület alaktűrése: a tűrésmezőt a $t=0,04$ átmérőjű gömböket burkoló két felület határolja, a gömbök középpontja a geometriailag pontos alakú felületen van (7.56. ábra).



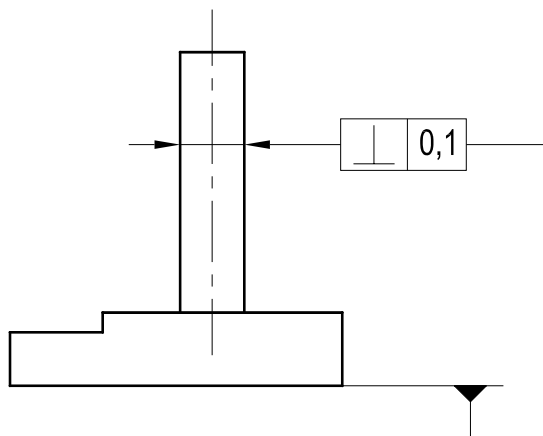
7.56. ábra

- g) Vonaltól párhuzamossága adott egyeneshez képest:
 A tűrésezett tengelynek egymástól 0,1 távolságra levő olyan két egyenes között kell lennie, amelyek párhuzamosak az A bázistengellyel és függőleges irányúak (7.57. a) ábra). A tűrésezett tengelynek egymástól 0,1 távolságra levő olyan két egyenes között kell lennie, amelyek párhuzamosak az A bázistengellyel és vízszintes irányúak (7.57. b) ábra).



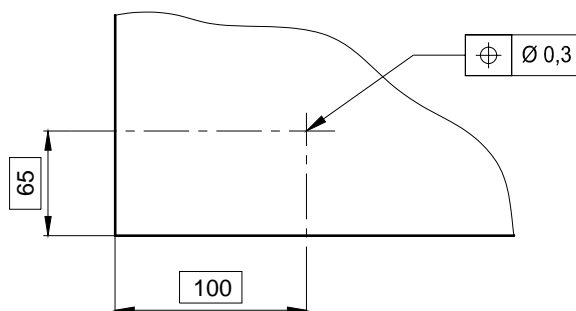
7.57. ábra

- b) Bázisfelületre vonatkoztatott vonal merőlegességtűrése: a henger tengelyének, amelyhez a tűréskeret kapcsolódik, egymástól 0,1 távolságra levő, a bázisfelületre merőleges, két párhuzamos sík között kell lennie (7.58. ábra).



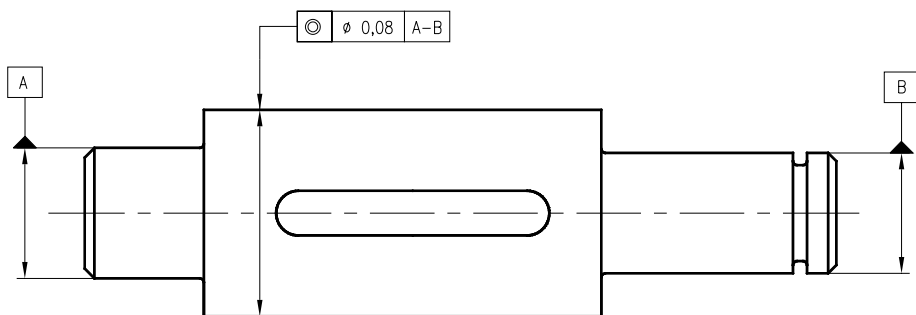
7.58. ábra

- i) Vonal pozícióűrése: a valóságos metszéspontnak 0,3 átmérőjű körön belül kell lennie, amelynek a középpontja egybeesik a vizsgált metszéspont elméletileg pontos helyzetével (7.59. ábra).



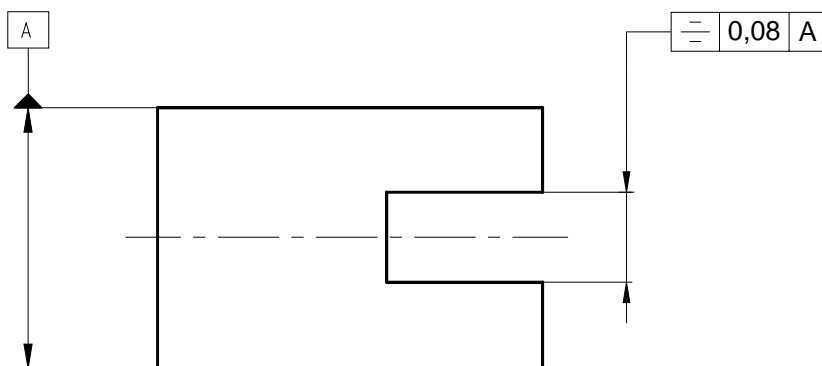
7.59. ábra

- j) Tengely egytengelyűsége: annak a hengernek a tengelye, amelyhez a tűréskeret kapcsolódik, az A-B bázistengellyel központos, 0,08 átmérőjű hengeren belül legyen (7.60. ábra).



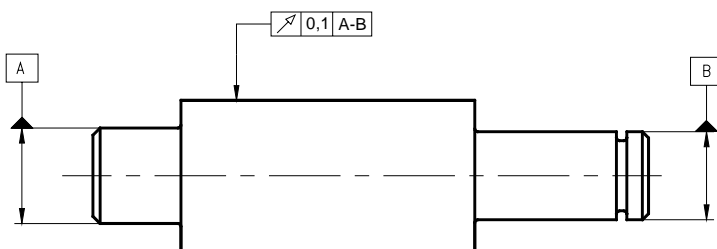
7.60. ábra

- k) Szimmetriasík szimmetriája: a horony középsíkja két párhuzamos sík között legyen, amelyek egymástól 0,08 távolságra vannak és szimmetrikusan elrendezettek a középsíkhoz képest, az A báziselemre vonatkoztatva (7.61. ábra).



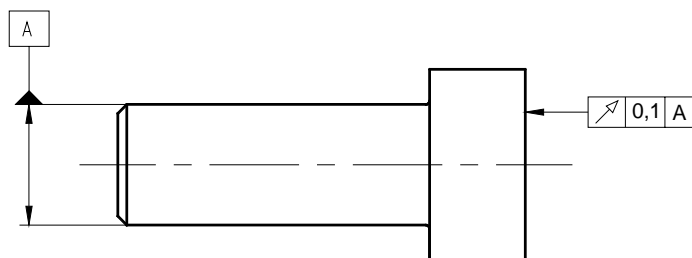
7.61. ábra

- l) A radiális ütés tűrése: a tűrésmezőt a tengelyre merőleges bármely mérési síkban két, egymástól t távolságra levő, olyan központos kör határolja amelyeknek a középpontja egybeesik a bázistengellyel. Az ütés általában tengely körüli teljes fordulatokra érvényes, de korlátozható egy fordulat valamely részére is. A 7.62. ábrán a két központos kör középpontja az A-B bázisokkal meghatározott tengely, a két kör távolsága $t=0,1$.



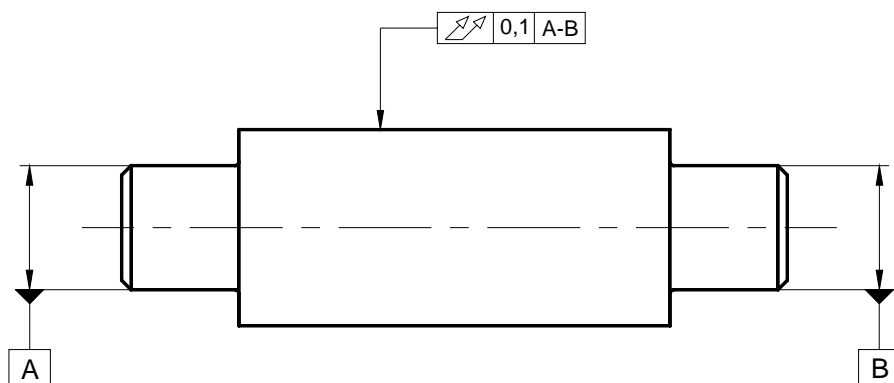
7.62. ábra

- m) tengelyirányú ütés tűrése: a tűrésmezőt minden sugárirányú helyzetben két, egymástól t távolságra levő olyan kör határolja, amelynek tengelye egybeesik a bázistengellyel. A 7.63. ábrán látható esetben a tengelyirányú ütés ne legyen nagyobb, mint $t=0,1$ bármely mérési helyzetben az A bázistengely körüli egy fordulat alatt.



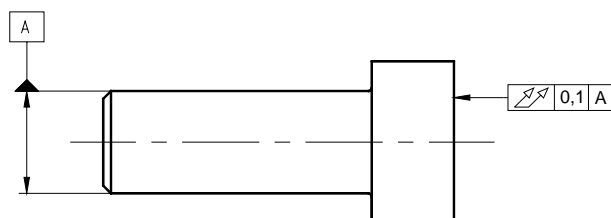
7.63. ábra

- n) A teljes radiális ütés tűrése: a tűrésmezőt két, egymástól t távolságra levő, egytengelyű olyan henger határolja, amelyeknek a tengelye egybeesik a bázistengellyel. A 7.64. ábrán látható esetben a teljes radiális ütés ne legyen nagyobb, mint $t=0,1$, a meghatározott felület bármely pontján az A-B bázistengely körüli több fordulat alatt, és relatív axiális elmozdulással az alkatrész és a mérőműszer között.



7.64. ábra

- o) A teljes axiális ütés tűrése: a tűrésmezőt két, egymástól t távolságra levő és a bázistengelyre merőleges, párhuzamos sík határolja. A 7.65. ábrán látható esetben a teljes axiális ütés ne legyen nagyobb, mint $t=0,1$, a meghatározott felület bármely pontján az A bázistengely körüli több fordulat alatt, és relatív radiális elmozdítással a mérőműszer és az alkatrész között.



7.65. ábra

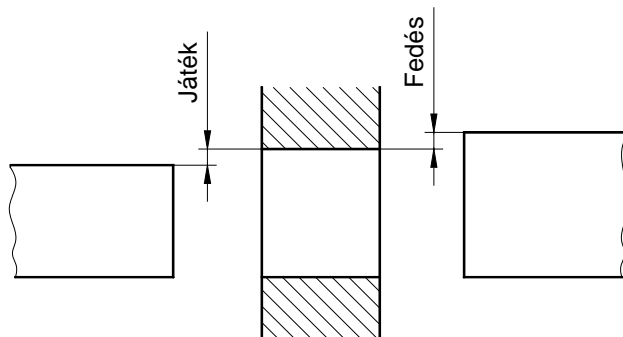
7.3. Illesztések

7.3.1. Az illesztések alapfogalmai

Két azonos alapméretű (névleges méretű), kapcsolódó alkatrész, elkészülése után, összeszerelve egymással, lazán vagy szilárdan illeszkedik.

- **Játékról** (laza illeszkedés) beszélünk, ha a csap tényleges mérete kisebb, mint a lyuk tényleges mérete.
- **Fedésről** (szilárd illeszkedés) van szó, ha a csap tényleges mérete nagyobb, mint a lyuk tényleges mérete.

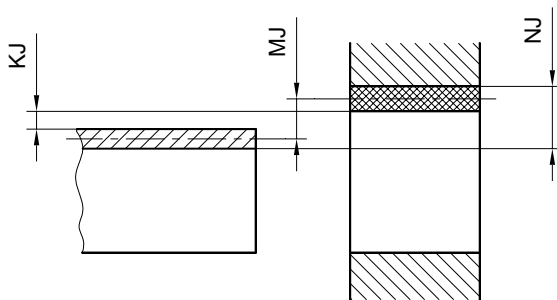
A 7.66. ábra ezeket az eseteket szemlélteti. (Mindhárom elem azonos névleges méretű.)



7.66. ábra

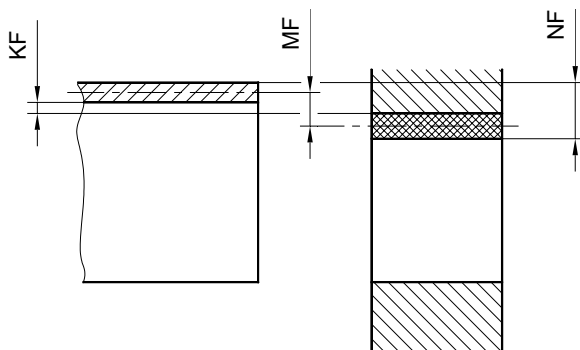
- Az illeszkedés megkívánt jellegét a két alkatrész tűrésének megfelelő előírásával lehet megvalósítani, ez az **illesztés**.
- **Laza** az illesztés, ha az előírt tűrésekkel elkészített alkatrészek között a tényleges méretek megengedett legkedvezőtlenebb szóródása esetén is biztosan játék keletkezik (7.80. ábra). A játék jellemző elnevezései:

- legnagyobb játék (NJ),
- legkisebb játék (KJ),
- közepes játék (MJ), a legnagyobb és a legkisebb játék számtani középértéke.



7.67. ábra

- **Szilárd** az illesztés, ha az előírt tűrésekkel elkészített alkatrészek között a tényleges méretek megengedett legkedvezőtlenebb szóródása esetén is biztosan fedés keletkezik (7.68. ábra). A fedés jellemző elnevezései:
 - legnagyobb fedés (NF),
 - legkisebb fedés (KF),
 - közepes fedés (MF), a legnagyobb és a legkisebb fedés számtani középértéke.

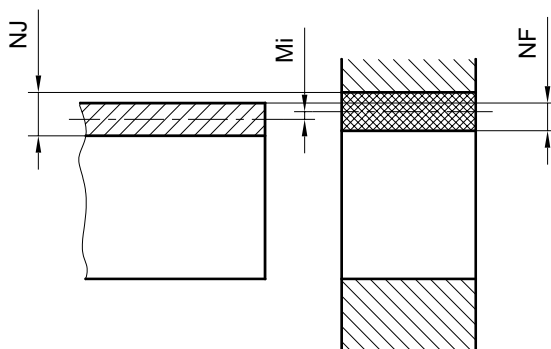


7.68. ábra

- **Átmeneti** illesztés esetén az előírt tűrésekkel elkészített alkatrészek lehet, hogy lazán, lehet, hogy szilárdan illeszkednek (7.69. ábra). Az

átmeneti illesztésnél tervezéskor még nem állapítható meg, hogy az illeszkedés játék vagy fedés lesz-e, de szereléskor már egyértelműen laza vagy szilárd illeszkedés jön létre. (Ezért „átmeneti” illeszkedésről nem lehet beszélni.) Az illesztés jellemző elnevezései:

- a) legnagyobb játék (NJ),
- b) legnagyobb fedés (NF),
- c) az illesztés jellegét meghatározó közepes méretek illeszkedése (Mi).



7.69. ábra

A játékoknak, illetve fedéseknek az illesztésből származó határméretei közötti különbség — vagyis az illeszkedés szórása — az illesztés eredő tűrésével (T_i) egyenlő. Ez a lyuk és a csap tűrésének az összege:

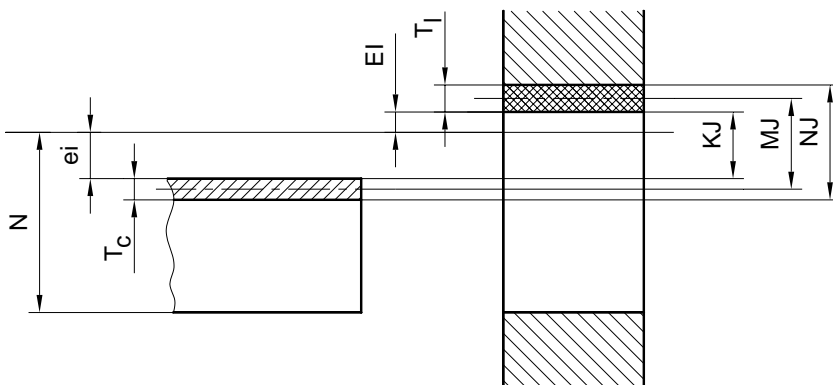
$$T_i = T_L + T_C$$

Valamennyi illesztési jellegre a párosítandó alkatrészek tűréseiből kiszámítható egy mérőszám, a közepes méretek különbsége (M_i), ami az illesztés jellegét határozza meg. (A lyuk közepes méretéből kivonva a csap közepes mérete.)

Ez a jellemző laza illesztés esetén a közepes játék, szilárd illesztés esetén a közepes fedés. Átmeneti illesztéskor ez lehet fedés, lehet játék.

Az illesztések jellemzőinek számszerű értékének kiszámítását célszerű a tűrésmezők felrajzolása alapján végezni.

7.3.2. Laza illesztés



7.70. ábra

A laza illesztés jellemzői:

Legnagyobb játék

$$NJ = T_c + T_1 + ei + EI$$

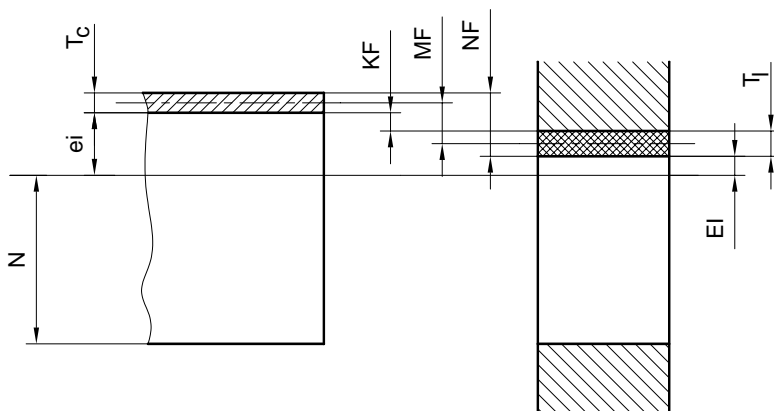
Legkisebb játék

$$KJ = ei + EI$$

Közepes játék

$$MJ = ei + EI + \frac{T_c}{2} + \frac{T_1}{2} = \frac{NJ + KJ}{2}$$

7.3.3. Szilárd illesztés



7.71. ábra

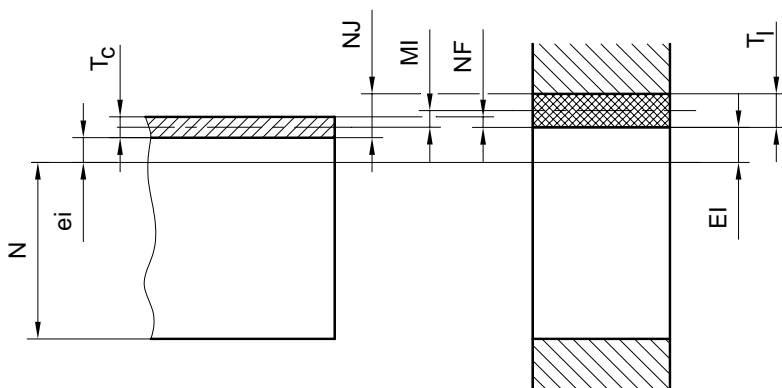
A szilárd illesztés jellemzői:

$$\text{Legnagyobb fedés} \quad NF = T_c + ei - EI$$

$$\text{Legkisebb fedés} \quad KF = ei - T_l - EI$$

$$\text{Közepes fedés} \quad MF = ei - EI + \frac{T_c - T_l}{2} = \frac{NF + KF}{2}$$

7.3.4. Átmeneti illesztés



7.72. ábra

Az átmeneti illesztés jellemzői:

$$\text{Legnagyobb fedés} \quad NF = T_c + ei - EI$$

$$\text{Legnagyobb játék} \quad NJ = T_{lc} + EI - ei$$

$$\text{Közepes illesztés mérőszáma} \quad MI = EI - ei + \frac{T_l - T_c}{2}$$

A 7.72. ábrán látható, hogy a lyuk közepes mérete nagyobb, mint a csap közepes mérete, ezért a közepes illesztés mérőszáma pozitív, tehát ennek az átmeneti illesztésnek a jellege laza.

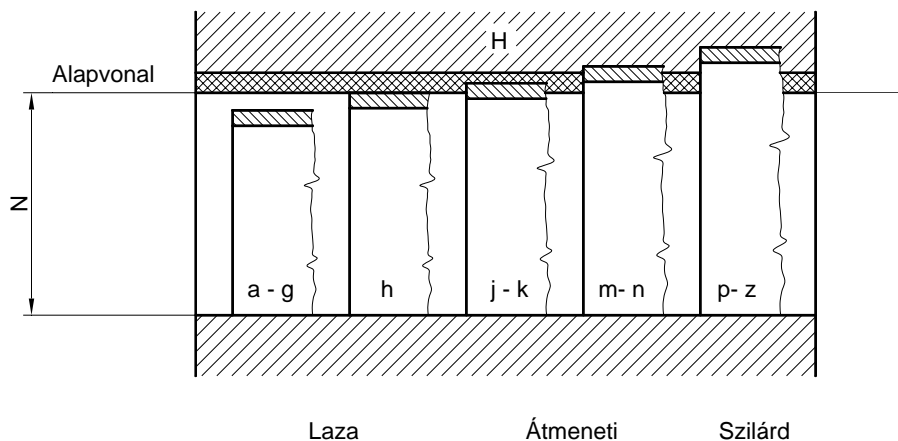
7.3.5. Illesztési rendszerek

A tűréseknek önmagukban gyakorlatilag nem sok szerepük van, a tűréseket az illeszkedési jelleg megvalósítására írják elő.

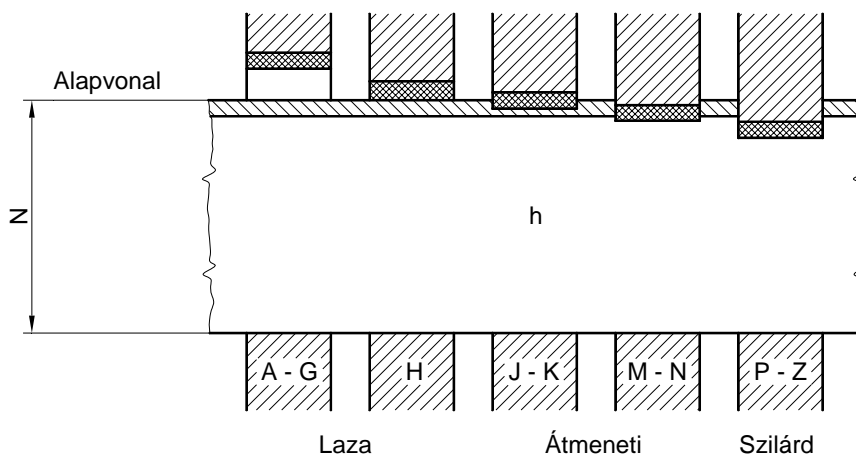
Elvileg bármely szabványos tűrésű csap bármely szabványos tűrésű lyukkal párosítható. Az összes lehetőségnek a kihasználása azonban nem lenne sem műszakilag, sem gazdaságilag indokolt. Ezért a ténylegesen al-

kalmazott párosítások számát korlátozni kell. A korlátozás alapelve, hogy az egyik alkatrész tényleges mérete a névleges méret közelében legyen, és a kívánt illesztési jelleget a másik alkatrész tényleges mérete határozza meg. Ennek megfelelően két rendszer jött létre: az alaplyukrendszer és az alapcsaprendszer.

Az alaplyukrendszerben az alaplyuk H alapeltérésű (7.73. ábra), az alapcsaprendszerben pedig az alapcsap h alapeltérésű (7.74. ábra). Így az alaplyuk és az alapcsap névleges mérete egyenlő az alaplátszóval, tényleges mérete pedig az alaplyuk esetében legfeljebb a tűrésnagysággal nagyobb, illetve az alapcsap esetében a tűrésnagysággal kisebb a névleges méretnél. Az első esetben az alapvonal a lyukak alsó határméretével, a második esetben a csapok felső határméretével esik egybe.



7.73. ábra



7.74. ábra

A műszaki gyakorlatban mindkét rendszer szükséges, de az alaplyukrendszer használata a gyakoribb.

A csapok szűk tűrésű megmunkálása általában könnyebb feladat, mint a furatoknak ugyanolyan minőségű megmunkálása. Ezért a csap fokozata egy, esetleg két fokozattal finomabb szokott lenni. Például egy IT8 fokozatú furattal IT7 fokozatú csapot illesztenek, különösen átmeneti és szilárd illesztéseknél. Egészen laza illesztéseknél ennek a fordítottja is előfordulhat. Példaképpen felsorolunk különböző, gyakrabban előforduló illesztéseket.

Alaplyukrendszer:

- laza H6/g5, H8/d9
- átmeneti H6/j5, H7/k6
- szilárd H7/p6, H8/s7

Alapcsaprendszer:

- laza F7/h6, D10/h9
- átmeneti J6/h6, K7/h6
- szilárd P6/h5, S7/h6

7.3.6. Illesztésválaszték

A szabványos tűréseket, mint már említettük, nem szokás minden elképzelhető párosításban használni illesztésekhez. Erre egyrészt nincs is szükség, másrészt a méréshez nagyon sok idomszer kellene. Ezért az általános

gépgyártási gyakorlatban az alábbi tűrések használata szokásos. (Természetesen ez nem zárja ki a műszakilag indokolt egyéb tűrések használatát.)

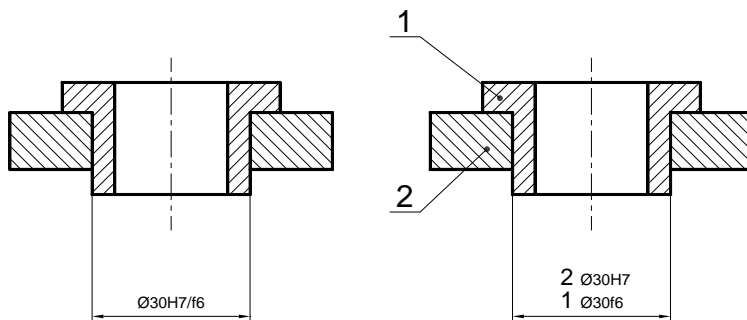
Csapok: a11, b11, b12, c11, d10, e8, f6, f7, f8, f9, g5, g6, h5, h6, h7, h8, h9, h11, h12, j5, j6, k5, k6, m5, m6, n6, n7, p6, r6, s6, s7, u7, u8.

Lyukak: B12, D9, D10, D11, E8, F7, F8, F9, G7, H6, H7, H8, H9, H10, H11, J6, K6, K7, M6, M7, N6, N7, P7, S7.

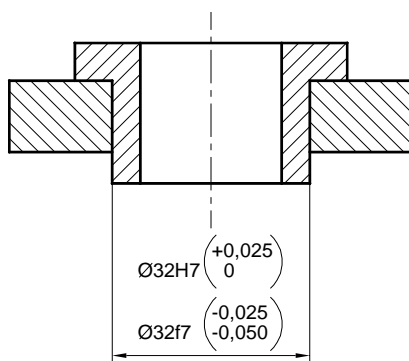
A fenti tűrések ajánlott párosításait, az illesztésválasztékot műszaki szakkönyvekben, tervezési segédletekben találhatjuk meg.

7.3.7. Az illesztések megadása a rajzon

A tűrésekhez hasonlóan az illesztések is megadhatók a tűrések szabványos jeleivel (7.75. ábra) vagy az egyes elemek tűréseinek számszerű felírásával (7.76. ábra). A baloldali ábra megadási módja a szokásosabb. A számlálóban **minden esetben** a lyuk tűrése van.



7.75. ábra



7.76. ábra

Ha figyelembe vesszük a számítógéppel történő rajzolás szempontjait is, mindenképpen célszerűbb az a megadási mód, amelynél a névleges méret után a furat tűrése következik, utána / jellel elválasztva a csap tűrése.

7.4. Tűréstechnikai számítások

A tűréstechnikai számításokra szükségünk van

- **gyártmánytervezésnél** – annak ellenőrzésére, hogy a megadott méretláncok valamely közbülső vagy végső eredő pontjának az alapvonal-tól mért távolsága a működés, illetve az elkészíthetőség szempontjából megengedhető tűrésen belül marad-e;
- **művelettervezésnél** – a megmunkálás folyamán elkészítendő, tehát összetevő méretek tűréseinek kiszámítására.

7.4.1. A tűréstechnikai számítások alapfogalmai

- **Összetevő méretek:** azok a méretek, amelyekkel a rajzon megadott méretek alapján a munkadarabot ténylegesen elkészítik. Ezeket A_1, A_2, \dots, A_n betűkkel, a hozzájuk tartozó tűréseket a megfelelő kisbetűvel jelöljük. Pl.: az először elkészített méret az első összetevő, jele A_1 , tűré-sének abszolút értéke a_1 .

Az összetevők nyílt méretláncot alkotnak.

- **Eredő méret:** az a méret, amely két vagy több összetevő méret elkészítése után a munkadarabon, mint az összetevőinek összege vagy különbsége kiadódik. Eredő méretet a rajzon feltüntetni, a darab elkészítéséhez kiszámítani és a darabot eszerint elkészíteni nem szabad, mert ezáltal összetevővé válik, és az eredeti összetevők valamelyikét eredővé teszi, ami a darabot selejtté teheti. Az eredő méret jele A_0 , tűrése abszolút értékének jele pedig a_0 . A rajzon meg nem adott eredő (A_0) zárja a méretláncot: $A_1 + A_2 = A_0$ illetve $A_1 - A_2 = A_0$.

Az eredő tűrése minden esetben az összetevők tűréseinek összege – első tétel.

Ez részeredők tűrésére is igaz.

- **Megfelelő és ellenkező méreteltérések:** a két „megfelelő” méreteltérés a két felső illetve a két alsó, a két „ellenkező” méreteltérés a felső és alsó, illetve alsó és felső.
- **A tűrések pozitív (+) előjelű számértékek.** Ha a számítás folyamán (összetevők keresésekor) negatív (–) előjelű tűrés jelentkezik, akkor az eredő felvett tűrése a megadott összetevők tűréseinek összegénél ki-

sebb; ez ellentmond az első tételnek. Ennek következtében a gyártásban még a leggondosabb eljárás mellett is szükségképpen nagy számú lenne a selejt. A negatív (–) előjellel jelentkező tűrést tűréshiánynak nevezzük.

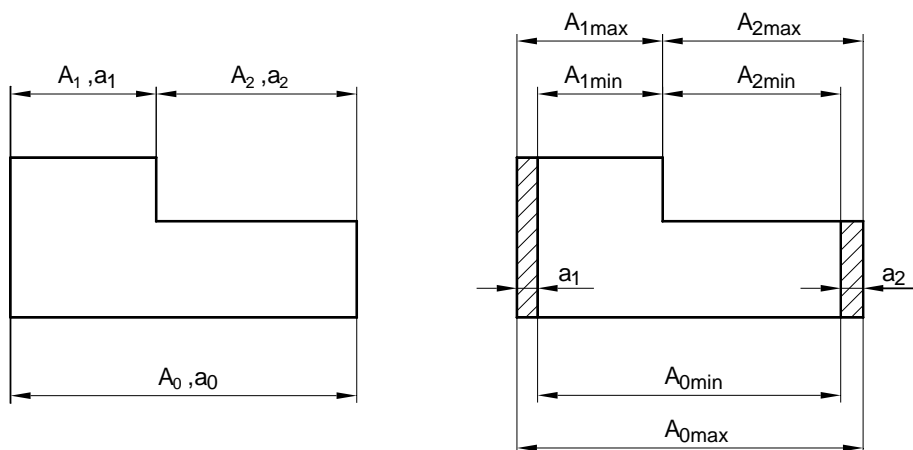
- A felső határértéket **max**, az alsó határértéket **min** indexszel, a megengedett felső méreteltérést „**f**”, a megengedett alsó méreteltérést pedig „**a**” indexszel jelöljük.
- A szerkesztésnél elhatározott, illetve a rajzon feltüntetett méretek **ismertek**, a még el nem határozott, illetve a rajzon fel nem tüntetett méretek **keresettek**. Mind az ismertek, mind a keresettek lehetnek összetevők vagy eredők.

7.4.2. Eredő és összetevő méret számítása

A keresett méret névleges értékét az ismert méretek névleges értékéből számítjuk. Minden tűrésszámítási feladat visszavezethető a következő négy fő esetre:

- az összetevők összeadásából adódó eredő,
- az összetevők kivonásából adódó eredő,
- a keresett összetevő az első összetevő és az ismert eredő összege,
- a keresett összetevő az ismert eredő és az első összetevő különbsége.

7.4.3. Az összetevők összeadásából adódó eredő



7.77. ábra

A 9.1. ábrából kiolvasható:

$$\begin{aligned} A_1 + A_2 &= A_0 \\ A_{1\max} + A_{2\max} &= A_{0\max} \\ A_{1\min} + A_{2\min} &= A_{0\min} \end{aligned}$$

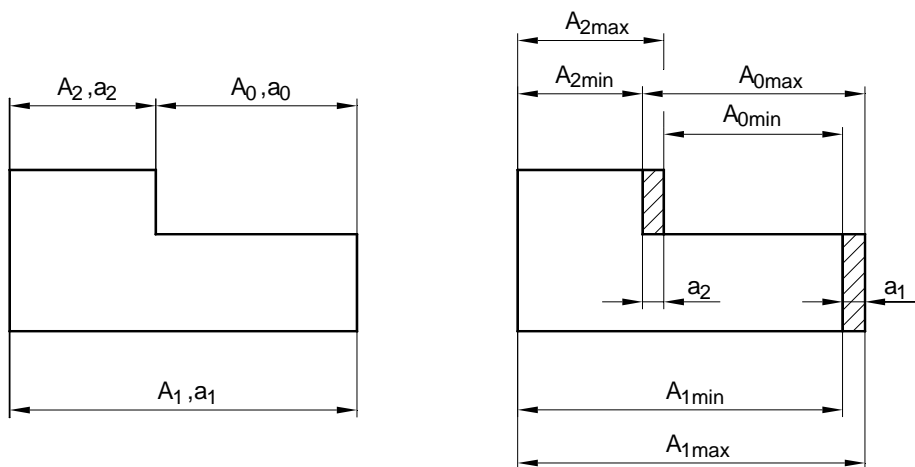
és egyúttal látszik, hogy

$$\left. \begin{aligned} A_{1\max} &= A_1 + a_{1f} \\ A_{2\max} &= A_2 + a_{2f} \\ A_{0\max} &= A_0 + a_{0f} \end{aligned} \right\} a_{0f} = a_{1f} + a_{2f}$$

$$\left. \begin{aligned} A_{1\min} &= A_1 + a_{1a} \\ A_{2\min} &= A_2 + a_{2a} \\ A_{0\min} &= A_0 + a_{0a} \end{aligned} \right\} a_{0a} = a_{1a} + a_{2a}$$

Ha az eredő méretet a két összetevő összeadásával kapjuk, akkor az eredő méreteltérései az összetevők megfelelő méreteltéréseinek összeadásából számíthatók.

7.4.4. Összetevők kivonásából adódó eredő



7.78. ábra

A 9.2 ábra alapján:

$$\begin{aligned} A_1 - A_2 &= A_0 \\ A_{1\max} - A_{2\min} &= A_{0\max} \\ A_{1\min} - A_{2\max} &= A_{0\min} \end{aligned}$$

Az eredő tűrés itt is

$$a_0 = a_1 + a_2$$

$$\left. \begin{aligned} A_{1\max} &= A_1 + a_{1f} \\ A_{2\min} &= A_2 + a_{2a} \\ A_{0\max} &= A_0 + a_{0f} \end{aligned} \right\} a_{0f} = a_{1f} - a_{2a}$$

$$\left. \begin{aligned} A_{1\min} &= A_1 + a_{1a} \\ A_{2\max} &= A_2 + a_{2f} \\ A_{0\min} &= A_0 + a_{0a} \end{aligned} \right\} a_{0a} = a_{1a} - a_{2f}$$

Kivonás útján nyert eredő számításánál a kivonandó, tehát a második összetevő ellenkező méreteltéréseit kell az első összetevő méreteltéréseiből kivonni.

7.4.5. A keresett összetevő az első összetevő és az ismert eredő összege

Ha a rajzon feltüntetett, működési szempontból szükséges méret gyártástechnikai okokból közvetlenül nem készíthető el, szükség van olyan kiegészítő méret kiszámítására, amely elkészítve eredőként létesíti az előírt méretet.

A 9.3 ábráról leolvasható, hogy

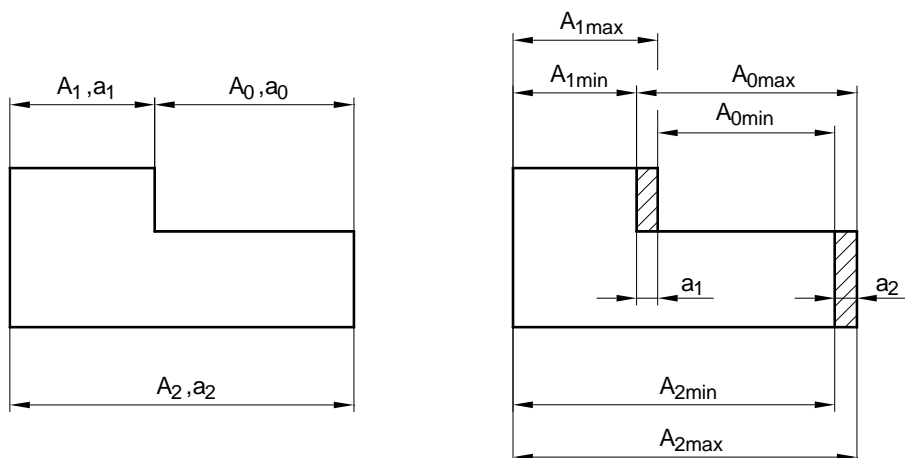
$$A_2 = A_1 + A_0$$

$$A_{2\max} = A_{1\min} + A_{0\max}$$

$$A_{2\min} = A_{1\max} + A_{0\min}$$

Jelen esetben is

$$a_1 + a_2 = a_0$$



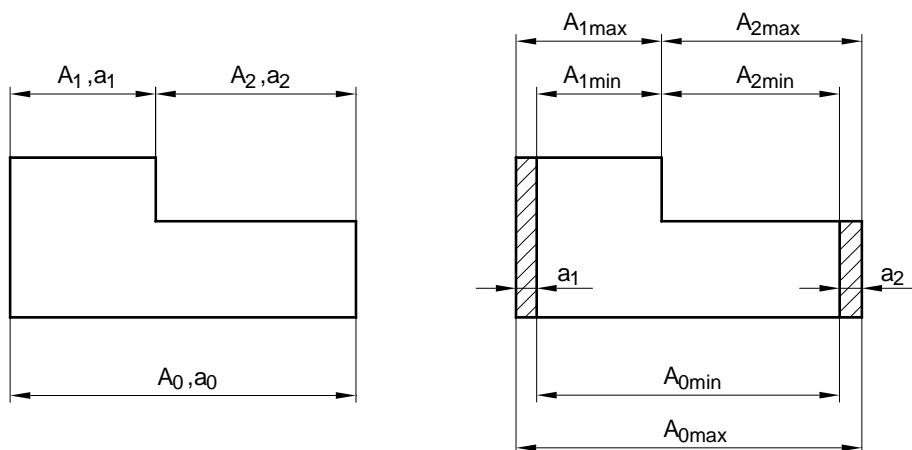
7.79. ábra

$$\left. \begin{aligned} A_{1\min} &= A_1 + a_{1a} \\ A_{0\max} &= A_0 + a_{0f} \\ A_{2\max} &= A_2 + a_{2f} \end{aligned} \right\} a_{2f} = a_{1a} + a_{0f}$$

$$\left. \begin{aligned} A_{1\max} &= A_1 + a_{1f} \\ A_{0\min} &= A_0 + a_{0a} \\ A_{2\min} &= A_2 + a_{2a} \end{aligned} \right\} a_{2a} = a_{1f} + a_{0a}$$

Tehát összeadás útján nyert összetevő méreteltéréseinek számításánál az ellenkező eltéréseket kell összeadni.

7.4.6. A keresett összetevő az ismert eredő és az első összetevő különbsége



7.80. ábra

A 9.4. ábrából:

$$\begin{aligned} A_2 &= A_0 - A_1 \\ A_{2\max} &= A_{0\max} - A_{1\max} \\ A_{2\min} &= A_{0\min} - A_{1\min} \end{aligned}$$

Itt is

$$a_0 = a_1 + a_2$$

$$\left. \begin{aligned} A_{0\max} &= A_0 + a_{0f} \\ A_{1\max} &= A_1 + a_{1f} \\ A_{2\max} &= A_2 + a_{2f} \end{aligned} \right\} a_{2f} = a_{0f} - a_{1f}$$

$$\left. \begin{aligned} A_{0\min} &= A_0 + a_{0a} \\ A_{1\min} &= A_1 + a_{1f} \\ A_{2\min} &= A_2 + a_{2a} \end{aligned} \right\} a_{2a} = a_{0a} - a_{1a}$$

Kivonás útján nyert összetevő számításánál a kivonandó összetevő megfelelő méreteltéréseit kell az eredő méreteltéréseiből kivonni.

7.5. Kérdések és ellenőrző feladatok

1. Milyen szempontokat kell figyelembe venni a pontossági követelmények meghatározásához?
2. Ismertesse a névleges méret és a tényleges méret fogalmát!
3. Mit jelölünk az FH, AH és T betűkkel?
4. Határozza meg a felső határméret fogalmát!
5. Határozza meg az alsó határméret fogalmát!
6. Határozza meg a tűrés fogalmát!
7. Mit jelölünk az FE és AE betűkkel?
8. Határozza meg a felső határeltérés fogalmát!
9. Határozza meg az alsó határeltérés fogalmát!
10. Hogyan helyezkedhet el a tűrésmező a névleges mérethez viszonyítva? Szemléltesse ábrával!
11. Hogyan jelöljük a felső határeltérést csap, illetve lyuk esetén?
12. Hogyan jelöljük az alsó határeltérést csap, illetve lyuk esetén?
13. Mivel jellemezhetjük egy méret tűrését?
14. Mi határozza meg a tűrésnagyságot?
15. Hány ISO tűrésfokozatot különböztetünk meg és hogyan jelöljük azokat?
16. Hány alapeltérést különböztet meg az ISO csapoknál és lyukaknál?
17. Ismertesse az alapeltérések rendszerét csapok és lyukak esetén!
18. Mit értünk tűrésetlen méreten?
19. Hány pontossági osztályt határoz meg a szabvány tűrésetlen méretekre? Hogyan jelöljük ezeket?
20. Ismertesse a pontossági osztály megválasztásának elvét!
21. Hogyan függ össze egy megmunkált felület átlagos érdessége a felület szükséges tűrésnagyságával?
22. Ismertesse a mérettűrések megadásának lehetőségeit!
23. Rajzoljon példát 50mm-es hossz méret tűrésének megadására,
 - ha annak felső határeltérése 0,2mm, az alsó pedig 0,1mm;
 - ha annak felső és alsó határeltérése is 0,1mm;
 - ha annak felső határeltérése 0, az alsó pedig $-0,2$ mm;
 - ha annak alsó határeltérése 0, a felső pedig 0,1mm!
24. Hogyan írjuk elő a szögméreték tűrését?
25. Hogyan adhatjuk meg egy kúp tűrését?
26. Hogyan adunk meg azonos névleges méretű szomszédos, de eltérő tűrésű felületeket?

27. Milyen mérési lehetőségeket ismer adott munkadarab tűrésezett méreteinek ellenőrzésére?
28. Mire használható a villás idomszer?
29. Mire használható a dugós idomszer?
30. Mit nevezünk alakeltérésnek?
31. Mit nevezünk helyzeteltérésnek?
32. Ismertesse a rajzon előírható alaktűréseket és rajzjelüket!
33. Ismertesse a rajzon előírható irány-, helyzet- és ütéstűréseket valamint a rajzjeleiket!
34. Ismertesse a tűréskeret kialakítására, adataira és elhelyezésére vonatkozó előírásokat!
35. Ismertesse a bázisfelület jelölésére és azonosítására vonatkozó szabályokat!

8. Jelképes ábrázolási módok

A 4. fejezetben megismerkedtünk a tárgyak valóság-hű ábrázolásának szabályaival, amelynek lényegét abban foglalhatjuk össze, hogy a különböző vetületeket láthatóság szerint rajzoltuk meg. Ettől az alapelvtől gyakorlatilag alig tértünk el, csupán néhány egyszerűsítést vezettünk be (szelvény, lyukkör, beforgatás).

Vannak azonban az alkatrészeknek olyan ismétlődő elemei (csavarmenet, fogaskerék fogai stb.), amelyeknek a valóság-hű megrajzolása nehezen készíthető, időt rabló munka, ezen kívül a rajz áttekinthetőségét inkább rontja, mint elősegíti. Az alapvető géprajzi célkitűzéssel - amely az alkatrész legegyszerűbb, egyértelmű ábrázolását teszi feladatunkká – szembekeverülnénk, ha ezeket a részleteket megrajzolnánk. Szükséges volt tehát egy olyan jelképrendszer kialakítása, amely az alkatrész tényleges alakjától elvonatkoztatva, alakra vonatkozó utalásokkal helyettesíti a valóság-hű ábra egyes részeit. Az így készített ábrák csak annak mondanak valamit, aki készítésük szabályait ismeri.

A jelképrendszert nemcsak az ábrázoláshoz alkalmazhatjuk, hanem egyes esetekben a méretek megadásához is. Ebben az értelemben lehet beszélni jelképes ábrázolásról és jelképes jelölésről (pl.: csavarmenet ábrázolása és méretmegadása).

Vannak olyan egyszerűsített ábrázolási módok, amelyeket ugyanitt tárgyalunk (rugók ábrázolása), bár szorosan nem sorolhatók ide, átmenetet képeznek a valóság-hű és a jelképes ábrázolások között.

A hegesztési varratok rajzolási szabályaival is ebben a fejezetben ismerkedhetünk meg, itt rajzi egyszerűsítésekkel és jelképekkel egyaránt találkozhatunk.

8.1. A csavarmenetek ábrázolása és jelölése

A gépészeti szerkezetek leggyakoribb kötésmódja a csavarkötés. Minden kötésben szerepel egy orsómenet és egy anyamenet.

Az orsómenetet legtöbbször egy hengeres rúdon alakítják ki, amelyet a különböző műszaki célok megvalósításához más-más kialakítású fejfel látnak el.

Az anyamenetet abban az alkatrészben is elkészíthetik, amelyhez valamit erősíteni akarnak, de legtöbbször külön szerkezeti elembe, a csavar-

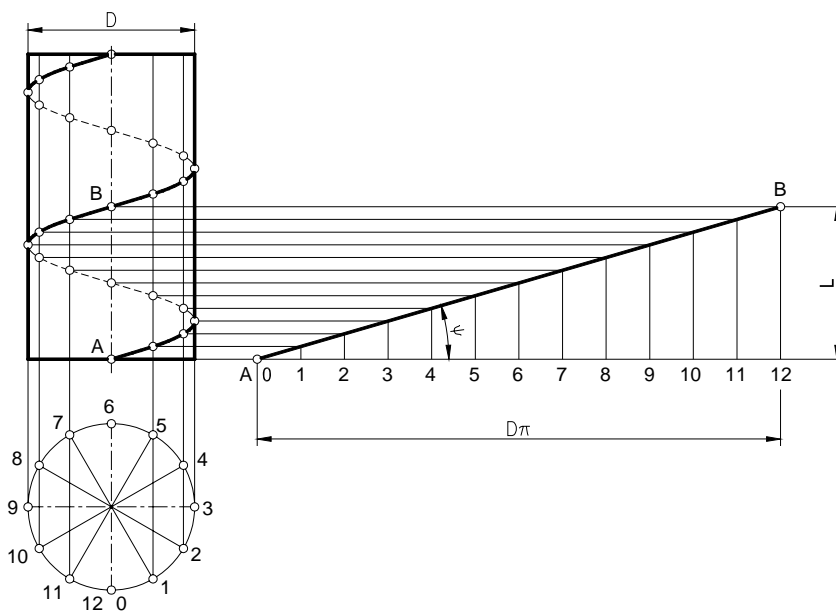
anyagban alakítják ki. A csavarok és csavaranyák sokféle változatban készülnek.

A csavarkötés esetleges harmadik eleme az alátét, amelyet főleg a gyakran oldott csavaranya alá szerelnek.

A következőkben a csavarmenet fajtáit, ábrázolását, valamint jelölését ismertetjük.

8.1.1. A csavarvonal, csavarmenet

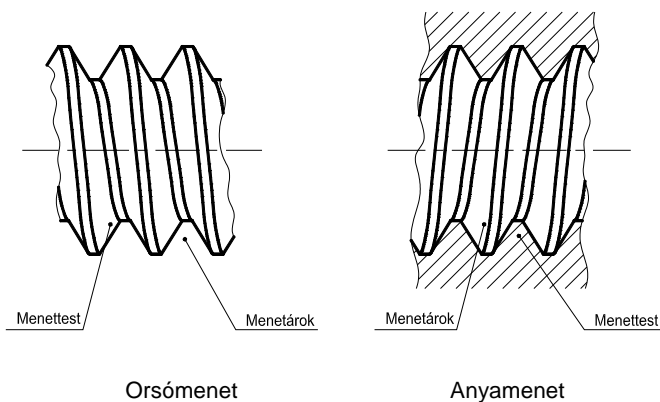
Ha egyenes körhenger (körkúp) felületére a henger (kúp) tengelyvonalához szögben hajló egyenest csavarunk, csavarvonal keletkezik. A 8.1. ábrán egy hengeres csavarvonal látható. A csavarvonal és a hengerpalást valamely alkotójának két szomszédos metszéspontja (A és B) közötti távolság a menetemelkedés (P). Az egyenesnek a henger tengelyére merőleges síkkal bezárt szöge a menetemelkedési szög (ψ). A csavarvonal a csavarodás irányára szerint lehet jobb vagy bal csavarodású (emelkedésű).



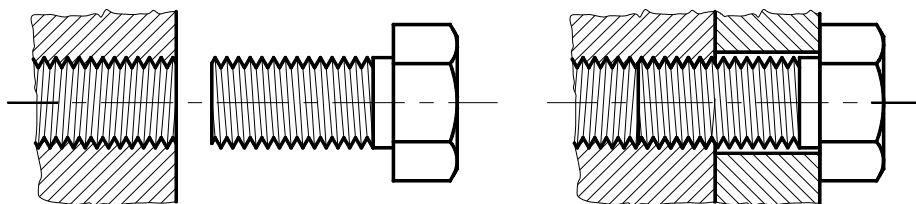
8.1. ábra

Ha a hengerpaláston a csavarvonal mentén valamilyen, a csavarvonal tengelyén átmenő síkban fekvő síkidomot (háromszög, trapéz stb.) mozgattunk, csavarmenet keletkezik. A síkidomot a henger külső felületén moz-

gatva orsómenetet, a belső felületén mozgatva anyamenetet kapunk. A valóságban nem így történik a menet előállítása, hanem a menetárok kialakításával (8.2. ábra). Ezen az ábrán a csavarmenetet közel valóságosan ábrázoltuk. A 8.3. ábra a csavarmenet egyszerűsített ábrázolását mutatja.



8.2. ábra



8.3. ábra

A 8.4. ábrán a menet fő jellemzői láthatók. Ezek elnevezése:

d külső vagy névleges átmérő

d_2 középméret

d_1 magátméret

L menetemelkedés

Ψ menetemelkedés szöge ($\Psi = \arctg \frac{L}{d_2 \pi}$) (8.1. ábra)

H menetmélység

P menetosztás

A leggyakrabban használt csavarfajta az ún. élesmenetű csavar, amelynél a körülvitt síkidom háromszög csúcsszöge 55° vagy 60° .

Az 55° -os csúcsszögű menet a hüvelyk mértékrendszerben készült Whitworth-menet (8.5. *a* ábra), mely régebben általánosan elterjedt volt, ma nálunk főleg a menetes csöveken, csőidomokon és csőszerelvényeken alkalmazzák egy speciális fajtáját, a csőmenetet.

A métermenet csúcsszöge 60° (8.5. *b* ábra), és mint a neve is mutatja, metrikus mértékrendszerben készül.

A gépészetben használatos főbb menetfajták még többek között a trapézmenet (8.5. *c* ábra), fűrészenet (8.5. *d* ábra) és a zsinórmenet (8.5. *e* ábra).

Természetesen ezeken a menetekeken kívül még többféle menet van, ezeknek az ismertetésétől eltekintünk.

Az egyes menetfajták felhasználási területe különböző, a leggyakrabban használt menetprofil az élesmenet, amelyet az ún. kötőcsavarokhoz használnak. (A kötőcsavarok alkatrészek összekötésére szolgálnak.) A menetek alkalmazási területeit, szilárdsági viszonyait, szilárdsági méretezését a Gépszerkezettan II. c. tárgy fogja részletesen tárgyalni.

8.2. A csavarmenetek rajzai

8.2.1. A csavarmenetek részletes ábrázolása

Elsősorban kiadványok, kézikönyvek, katalógusok ábráin a csavarmenetet szokás valóságghűen, vagy némileg egyszerűsítve ábrázolni. (Még ilyenkor sem szükséges azonban a menetprofil és a menetemelkedést pontos méretarányban rajzolni.)

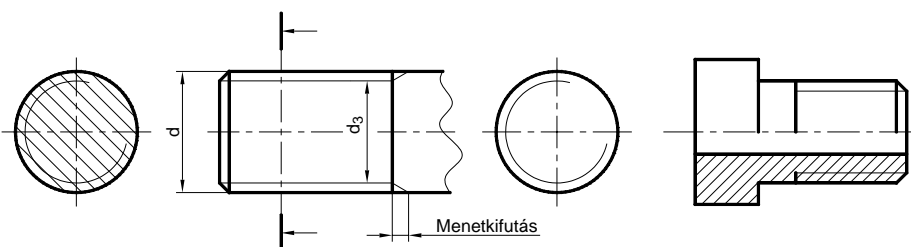
A csavarmenet (közel) valóságghű ábrázolását a 8.2., illetve a 8.3. ábrán már bemutattuk. E szerint (8.3. ábra), a görbék helyettesíthetők egyenesekkel.

8.2.2. A csavarmenetek jelképes ábrázolása

Műszaki rajzokon a csavarmenetet egyezményes, egyszerűsített ábrázolással kell jelölni.

A csavarmenet nézeti és metszeti rajzán a menetcsúcsok burkolófelületét jelölő vonalat folytonos, vastag vonallal, a menetárcok burkolófelületét jelölő vonalat pedig folytonos, vékony vonallal kell megrajzolni. Külső menet (orsómenet) esetén ez azt jelenti, hogy a legnagyobb (névleges) átmérő vonalát folytonos vastag vonallal, míg a legkisebb átmérő (magátmérő) vonalát folytonos, vékony vonallal rajzoljuk. Látható menetek raj-

zán a teljes mélységű menet (hasznos, vagy működő menet) hosszának a határát folytonos vastag vonallal kell rajzolni, a menetkifutás ábrázolása többnyire elhagyható (8.6. ábra).



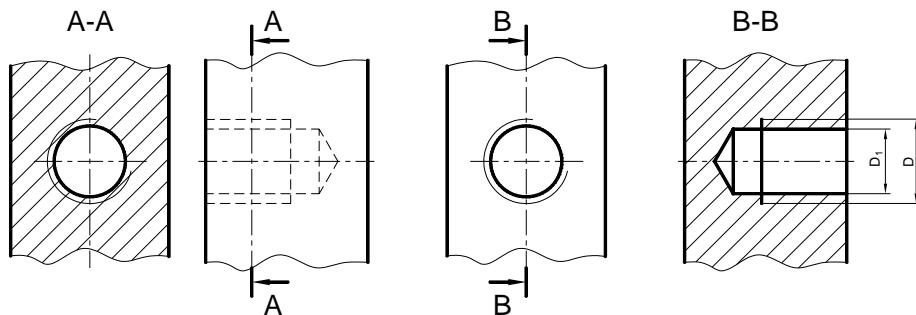
8.6. ábra

A csavarmentet tengelyirányú nézetén és tengelyre merőleges metszetén (keresztmetszetén) a menetárkot folytonos, vékony vonallal rajzolt, megközelítően háromnegyed körívvel kell ábrázolni. A körrészlet lehetőleg a jobb felső negyedben legyen nyitott, de nem előírás.

Az anyamenet metszeti ábrázolása esetén a menetsúcsok burkolófelületét jelölő vonalat (az anyaghatárt), azaz a legkisebb átmérő (magátmérő) vonalát és a hasznos menethossz végét folytonos, vastag vonallal, a menetárkok burkolófelületét jelölő vonalat pedig (azaz a legnagyobb átmérő vonalát) folytonos, vékony vonallal kell megrajzolni.

Menetes alkatrészek metszeti ábráin a metszett felület határának (az anyaghatárnak) a menetsúcsok vonalát tekintjük, ezért a vonalkázásnak eddig kell terjednie.

A takart csavarmentek ábráin a menetsúcsok, a menetárkok és a menethossz vonalait egyaránt szaggatott, vékony vonallal kell megrajzolni (8.7. ábra).

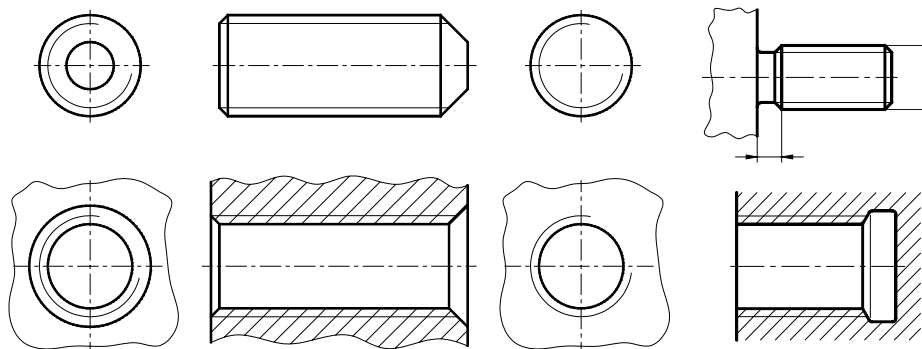


8.7. ábra

A menetcsúcsot és a menetárkot jelölő vonalak távolsága lehetőleg legyen azonos a menetmélységgel, ez normálmenetnél hozzávetőleg $0,1d$. Értéke azonban nem lehet kisebb, mint a rajzon alkalmazott vastag vonalvastagság kétszerese, vagy $0,7\text{ mm}$, attól függően, hogy melyik a nagyobb.

A menet végződésének éltompítását a 8.8. ábra szerint rajzoljuk. Ha az éltompítás mértéke a menetmélységgel megegyezik vagy azzal közelítőleg azonos értékű, a tengelyirányú nézetben az éltompítás ábrázolását elhagyjuk.

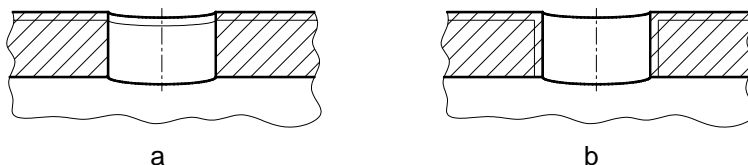
Esztergályozással készített menet esetében a menetet készítő késnek kifutási helyet kell biztosítani. Ezt az ún. menethorony kialakításával lehet megoldani (8.9. ábra). A menethorony kialakítása és méretei szabványosak.



8.8. ábra

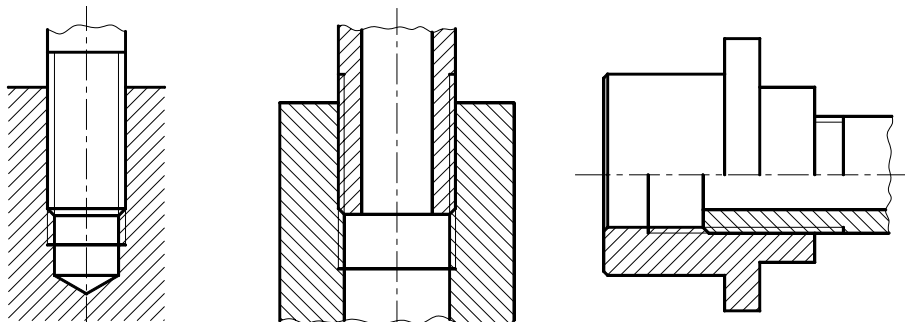
8.9. ábra

A csavarmenet menetvonalát áthatásban csak akkor kell megrajzolni, ha a rajz érthetősége megkívánja. Ilyenkor a menetvonalat az áthatással párhuzamosan kell rajzolni (8.10a ábra). Amennyiben a furat is menetes, az áthatást csak egy vonallal rajzoljuk (8.10b ábra).



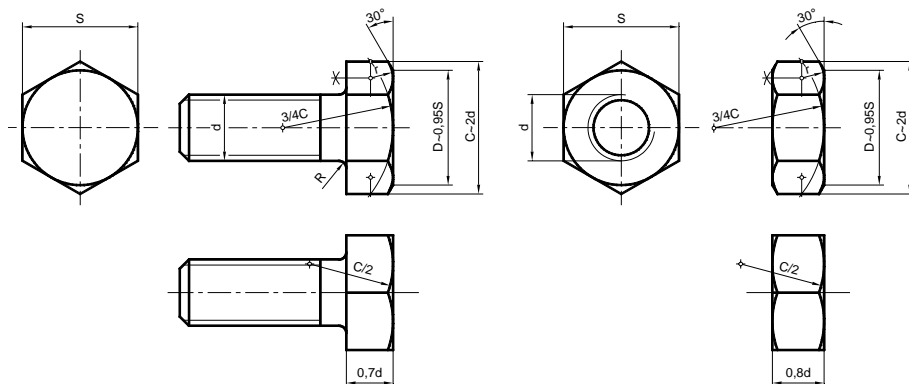
8.10. ábra

Szerelt menetes alkatrészek jelképes ábrázolásakor úgy tekintjük, mintha az orsómenet takarná az anyamenetet (8.11. ábra).



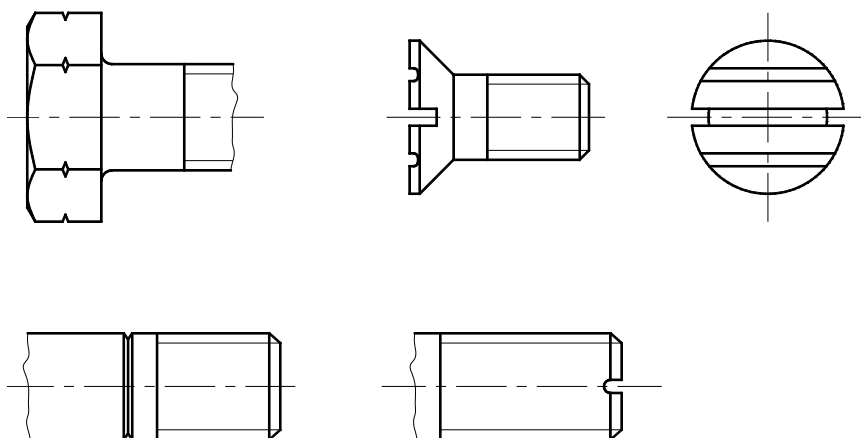
8.11. ábra

Egyszerűsített ábrázolási módot alkalmazunk a hatlapfejű csavarok, illetve hatlapú anyák ábrázolásakor. A szabályos hatlapú hasázból kialakított csavarfej és csavaranya sarkait 120° -os csúcshögű kúp mentén lemunkáljuk. Az így keletkezett hiperbola áthatási vonalakat körívvel helyettesítjük (8.12. ábra).



8.12. ábra

A csavarok általában jobb emelkedésűek, de alkalmaznak bal emelkedésű csavarokat is. A balmenetet az alkatrészen is jelölni kell. A jelölés módja a csavaron, illetve az anyán kialakított horony (rovátka). A 8.13. ábrán különböző alkatrészek balmenetének jelölése látható.



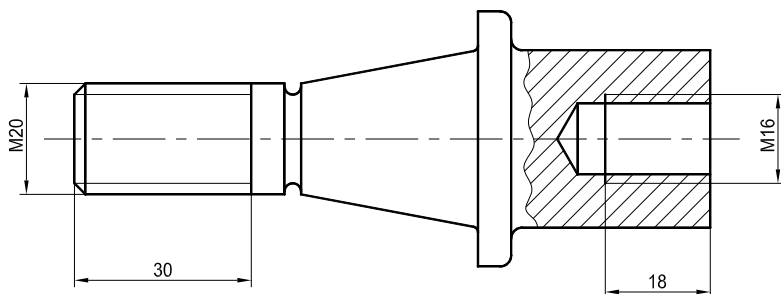
8.13. ábra

8.2.3. A csavarmenetek méretmegadása

A csavarmenet jelképes jelölése csak arról tájékoztat, hogy az alkatrészen csavarmenet van. Ezért a rajzon meg kell adni a csavarmenetet meghatározó jellemzőket.

A gépiparban használatos kötő-, mozgató- és tömítőmenetek szabványosak. A szabványos menetfajták megnevezéseit, általános jellemzőit, valamint a menetszelvények pontos alakját és méreteit a szabványok, illetve a műszaki zsebkönyvek táblázatai tartalmazzák.

Szabványos menetek méretmegadásakor is be kell tartani a méretek előírásainak általános szabályait. A névleges átmérő mindig az orsómenet csúcsára vagy az anyamenet árkára vonatkozik, a menet hossza pedig általában a hasznos, teljes menetmélységű menethossz (8.14. ábra).



8.14. ábra

A csavarment méretmegadásakor mindig meg kell adni

- a menetszelvény betűjelét,
- a névleges átmérőt.

A méret megadásának gyakori eleme lehet

- a menetemelkedés (L), (Amikor ugyanahhoz a névleges átmérőhöz többféle menetemelkedés van szabványosítva.) Találkozhatunk még a
- P menetsztás,

valamint a menetemelkedés irányának

- LH (bal) vagy RH (jobb) megadásával.

A teljesség kedvéért megemlíthetünk két ritkán használt adatot:

- tűrésosztály,
- a menet becsavarási hosszának jele: S = rövid, L = hosszú, N = normál.

A különböző menetfajták szelvényének betűjelét (természetesen csak a leggyakrabban használatos menetekét) és a méretmegadás módját a 8.1 táblázat mutatja.

A leggyakoribb menetfajta, a kötőcsavarokhoz használt élesmenet. A menetprofiltól függetlenül (metrikus vagy Whithworth) kétféle menetet, normálmenetet vagy finommenetet különböztetünk meg.

Normálmenet estén minden névleges mérethez tartozik egy – szabványban meghatározott értékű – menetemelkedés. Ezt a menetemelkedést a menet megadásakor nem kell jelölni. Ha ugyanahhoz a névleges méretű csavarhoz a normálmenet menetemelkedésénél kisebb emelkedésű menetet készítenek, finommenetet kapunk.

Egy névleges mérethez többféle – szintén szabványban rögzített értékű – menetemelkedés is tartozhat, amit a jelölésben meg kell adni, **x** jellel a névleges mérethez kapcsolva. A finommenet menetszélessége kisebb, mint a normálmeneté, ezt a tulajdonságát például vékonyfalú csövekre vágott meneteknél használhatjuk ki.

A csőmenet Whithworth finommenet, de ennél a névleges méret a cső névleges belső átmérője!

A csavarmentek általában egybekezdésűek és jobbmenetűek, ezért ezeket külön nem kell jelölni. Ha két- vagy több-bekezdésű menetet kell

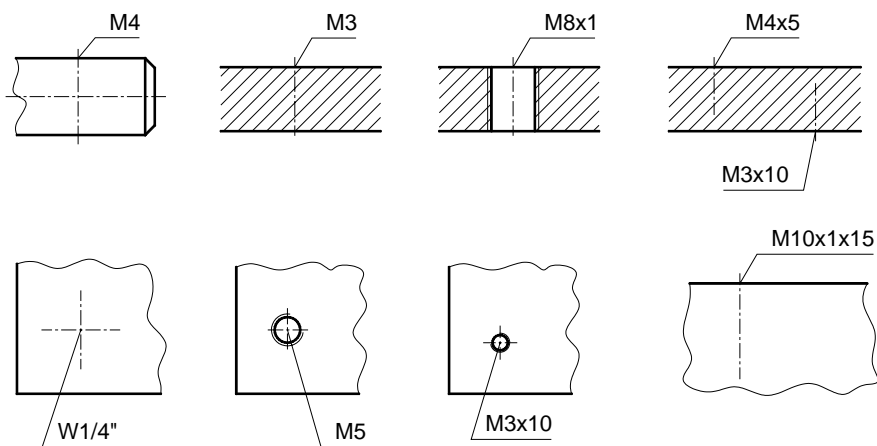
készíteni, azt a rajzon nem közvetlenül írjuk elő, hanem a menetosztás megadásával. Például az M64x6(P2) jelű menet 64 mm külső átmérőjű, 6 mm menet emelkedésű, 3 bekezdésű métermenetet jelent.

A balmenet LH jele a névleges méret, vagy a menetemelkedés méretszáma után van, M16LH, illetve M16x2LH. Abban az esetben, ha az alkatrészben jobb- és balmenet is van, a jobbmenet RH betűjelét is meg kell adni.

8.1. táblázat. Menetfajták

| Menetfajta | Menetszelvény jele | Példa |
|-------------------|--------------------|--------|
| Normál métermenet | M | M42 |
| Finom métermenet | M | M42x3 |
| Kúpos métermenet | KM | KM42x2 |
| Whitworth menet | W | W3" |
| Hengeres csőmenet | G | G2 |
| Trapézmenet | Tr | Tr24x3 |
| Fűrészmenet | S | S80x10 |
| Zsinórmenet | Rd | Rd40 |

Rajzainkon a kisméretű menetes átmenő- és zsákfuratokat, hasonlóan a kisméretű furatokhoz, megadhatjuk egyszerűsített módon. A kirajzolt, vagy csak a tengelyével jelölt furathoz mutató vonallal kapcsoljuk a menet méretét. A menetes furat hosszához, ha a menetemelkedés is meg van adva, akkor a menetemelkedéshez x jellel kapcsoljuk a hasznos menet-hosszat (8.15. ábra).



8.15. ábra

8.2.4. Csavarmentek tűrésének és illesztésének jelölése és megadása

A csavarmentek tűrésrendszere a hosszméretek tűrésrendszerével azonos módon épül fel. A tűrés jele tehát az alapeltérés betűjeléből és a tűrésnagyságot meghatározó minőség számjeléből áll. Az anyamenetre a nagybetű, az orsómenetre pedig a kisbetű utal. A különbség csupán annyi, hogy a csavarment tűrésjelében nem a betűjel, hanem a számjegy áll elől.

Az alapvonal szerepét az alapszelvény veszi át. Az eltéréseket ettől kell számítani, mégpedig a menet tengelyére merőleges irányban. (Métermenet alapszelvénye látható a 8.16. ábrán) Az alapszelvény az anyamenet és az orsómenet közös elméleti szelvénye.

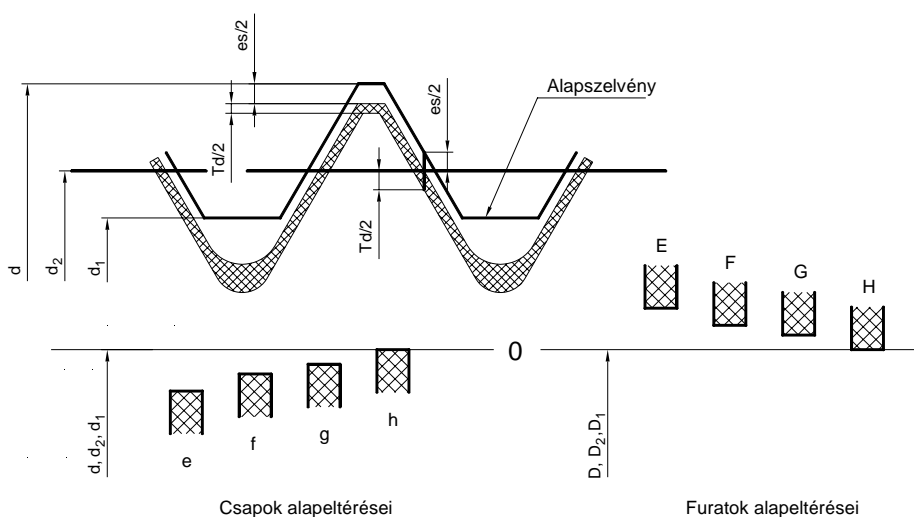
A csavarmentek kapcsolódása szempontjából a legfontosabb az orsó- és az anyamenet középátmérőjének tűrése, hiszen ez szabja meg a menetfelületek illeszkedésének jellegét. Ezen kívül tűrésezzük az anyamenet belső és az orsómenet külső átmérőjét. Az anyamenet külső átmérőjének és az orsómenet magátmérőjének a legkisebb, illetve a legnagyobb méretét kell megszabni. Nem kell tűrést előírni a menetemelkedésre és a szelvény-szögére sem, mivel a középátmérő tűrése ezek eltéréseinek átmérőirányú kompenzációját is magában foglalja.

A menetátmérők tűrése – mint azt már említettük – alapeltérésből és tűrésnagyságból épül fel. Ezek számértéke azonban technológiai és gazdasági okok miatt lényegesen nagyobb, mint a hosszméretek esetében.

A tűrésnagyságok sorozatait meghatározó pontossági fokozatokat arab számok jelölik (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10). A közepes gyártási pontosságnak a 6 pontossági fokozat fele meg.

A menetátmérők alapeltérése meghatározza a menet tűrésének alap-szelvényhez viszonyított elhelyezkedését. A különböző alapeltérésű orsó- és anyamenetek párosításával a használati célnak megfelelő játék vagy fedés hozható létre a menetoldalak között.

Az anyamenetek és orsómenetek alapeltérései a 8.16. ábrán láthatók. (Ezekből az alapeltérésekből csak laza illesztés adódik.)



8.16. ábra

A 8.16. ábra jelölései:

- es alapeltérés
- Td a d méret tűrése
- Td_2 a d_2 méret tűrése

A tűrést a rajzon tűrésjellel adjuk meg, amit a menet jeléhez gondolatjellel fűzünk. A tűrésjelben első helyen a középátmérő tűrésjele, a második helyen pedig az orsómenet külső átmérőjének, illetve az anyamenetek a tűrésjele áll.

Például: Tr20x4 – 7g6g, ahol:

- 7g az orsómenet középátmérőjének a tűrése
- 6g az orsómenet külső átmérőjének tűrése

Tr20x4 – 5H6H ahol:

- 5H az anyamenet középátmérőjének a tűrése
- 6H az anyamenet magátmérőjének tűrése

Ha a két átmérő tűrésjele azonos egyszerűsíteni is lehet (pl. 6g6g helyett 6g).

A menettűrés jele olyan tört, amelynek számlálója az anyamenet tűrésjele, nevezője pedig az orsómenet tűrésjele. Pl.:

- laza illesztésű csavarkötés esetén

$$M20 - \frac{6G}{6e}, \text{ illetve } M20-6G/6e,$$

- szilárd illesztésű csavarkötés esetén

$$M16 - \frac{2H5C}{2r}, \text{ illetve } M16-2H5C/2r.$$

A kötőcsavarok illesztése, a szerelés megkönnyítése és a menet esetleges kisebb sérülései miatt, feltétlenül laza illesztést kíván. Nagyobb játékot kell alkalmazni a különböző, galvanikus bevonatok miatt is. Általános használatra a 6H/6g illesztés az ajánlott. Ez közepes minőségnek felel meg, s a jelölése el is hagyható.

A korábban már említett becsavarási hosszat (S, N, L) kötőjellel kapcsoljuk a menettűrés jeléhez. A menettűrés megadása a teljes becsavarási hosszra érvényese. A szabvány szerint a normál becsavarási hossz megadása nem szükséges, ezért a gyakorlatban ritkán adjuk meg. (A normál becsavarási hossz 0,5d...1,8d.) A nagy becsavarási hossz értékét mindig meg kell adni.

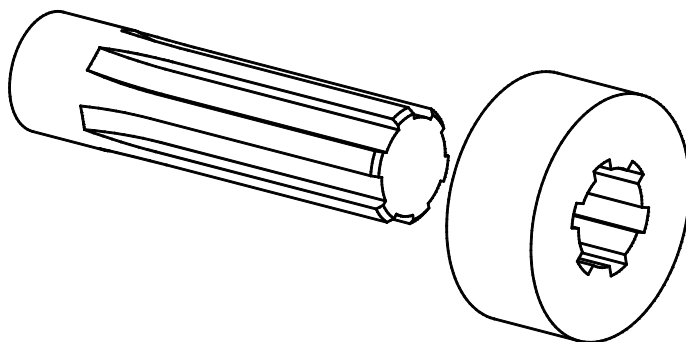
Például: M16-7g6g-40.

8.3. Bordás tengelykötés ábrázolása

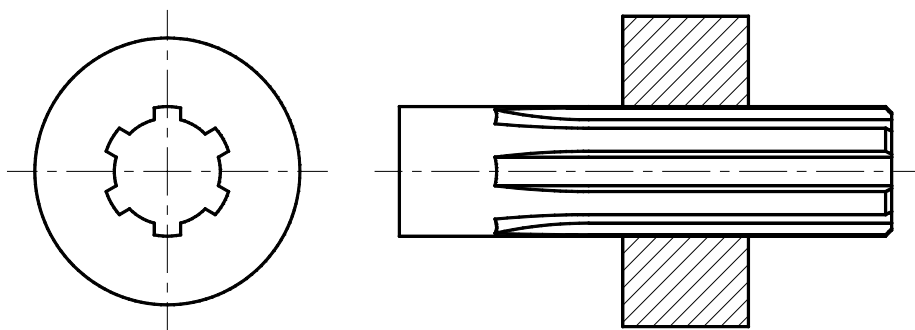
A bordás tengelykötést két elem alkotja, a bordástengely és a hornyos furatú bordás agy. A tengelyen lévő alkotóirányú bordák kapcsolódnak az agy hornyaival. A 8.17.ábrán egy bordástengely és egy bordázott agy axonometrikus képe látható.

Az axonometrikus képen látható bordák párhuzamos oldalfelületűek. A bordák profilja ezenkívül lehet háromszög alakú vagy evolvens görbével határolt.

A bordázat rajzolható — szemléltető ábrákon, prospektusokban — valóságghű ábrázolás szabályai szerint is. Erre mutat példát a 8.18. ábra.

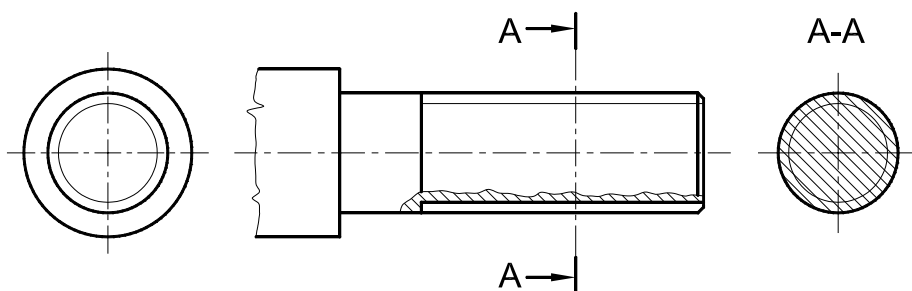


8.17. ábra



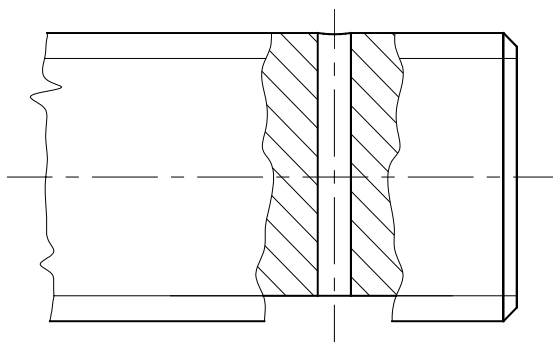
8.18. ábra

Jelképes ábrázolásakor a külső bordázatot a 8.19. ábra szerint rajzoljuk. Nézetben a külső átmérőnek megfelelő alkotót vastag, a belső átmérőnek megfelelő alkotót vékony vonallal kell rajzolni. A tengelyirányú nézetben, valamint a tengelyre merőleges metszetben hasonlóan, a külső kört vastag, a belső kört vékony vonallal ábrázoljuk. Hosszmetszetben a belső átmérőnek megfelelő alkotót is vastag vonallal rajzoljuk. A hasznos bordahosszvéget vastag vonallal kell rajzolni.



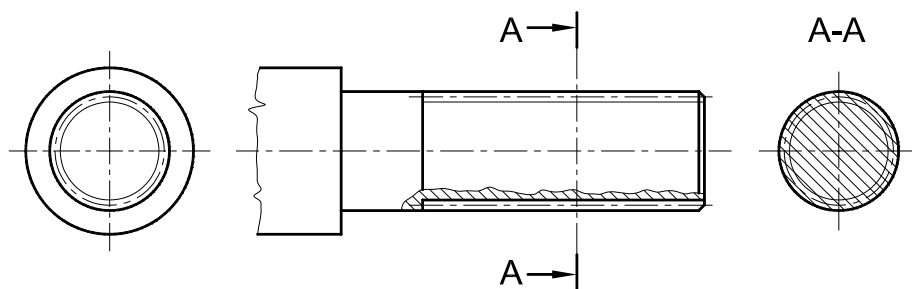
8.19. ábra

Ha a bordákhoz képest más elem helyzete nem tetszőleges, kitöréssel mutatjuk meg a kötöttséget. A kitörésben a tényleges anyaghatárt kell megrajzolni (8.20. ábra).



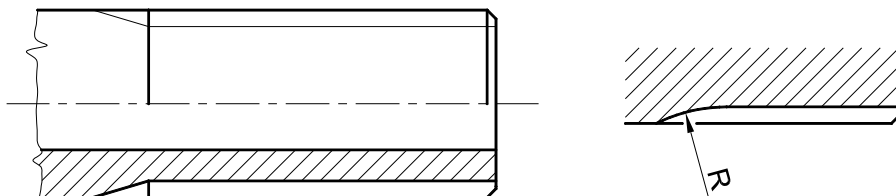
8.20. ábra

Evolvensprofilú bordázat esetén az osztókört, illetve az osztóhenger alkotóját a nézeten és a metszeten vékony pontvonalal meg kell rajzolni (8.21. ábra).



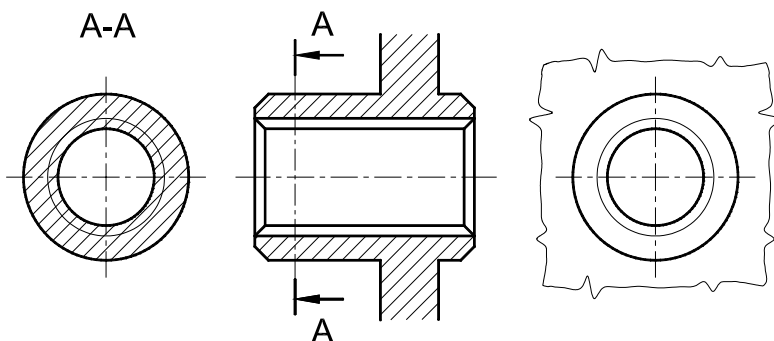
8.21. ábra

Ha szükséges a szerszámkifutás megadása, a 8.22. ábra szerinti módon rajzolható meg.

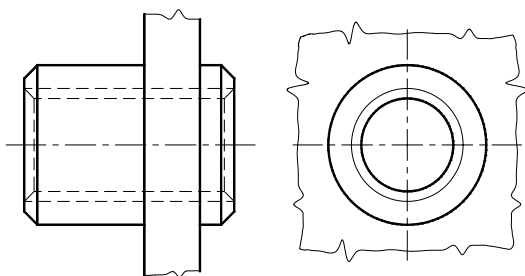


8.22. ábra

A 8.23. ábra belső bordázatot ábrázol. Tengelyirányú nézetben és keresztmetszetben a belső átmérőt, vastag vonallal, a külső átmérőt vékony vonallal kell rajzolni. Hosszmetszetben mindkét átmérőhöz tartozó alkotót vastag vonallal ábrázoljuk. Nézetben az eltakart bordát vékony szaggott vonal jelöli (8.24. ábra).



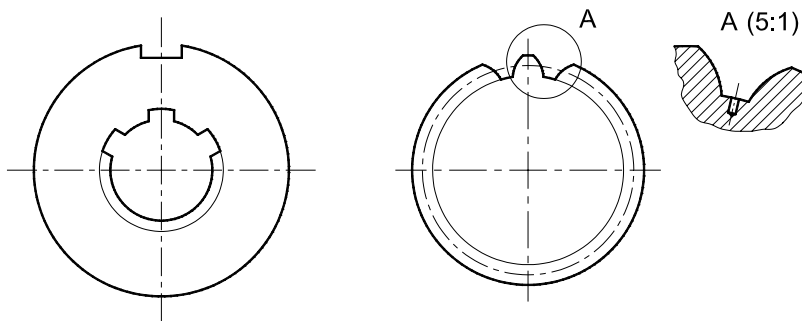
8.23. ábra



8.24. ábra

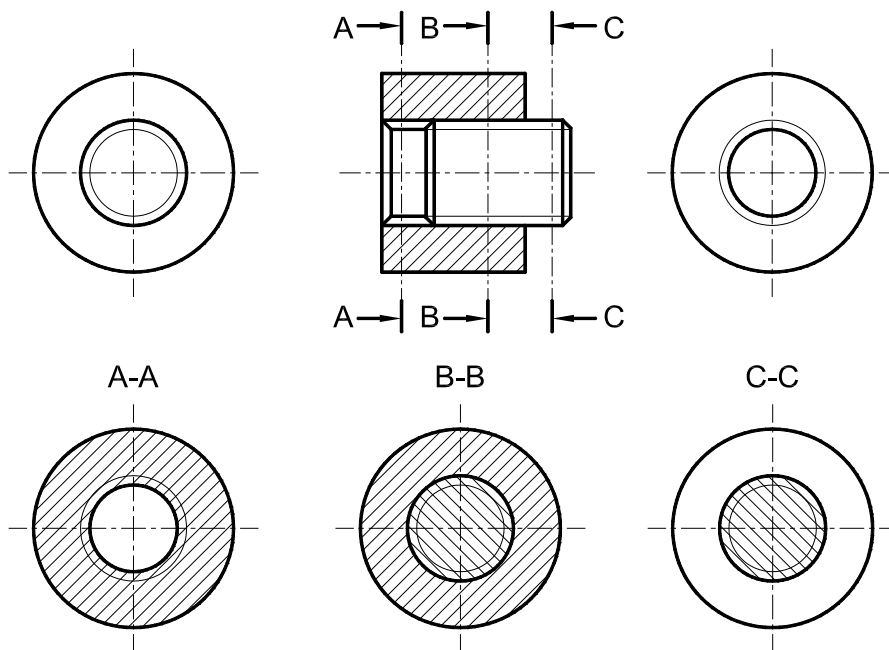
Ki kell rajzolni a bordát:

- ha a borda helyzete más elemhez van meghatározva,
- ha a borda részletét nagyítva kell ábrázolni (8.25. ábra).



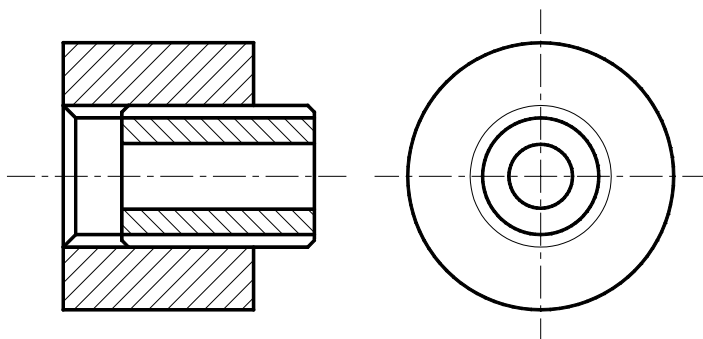
8.25. ábra

Összeszerelt bordás tengelykötést úgy ábrázolunk, hogy a tengely, hasonlóan a csavarkötéshez, takarja a bordás agyat (hornyos furatot) (8.26. ábra).



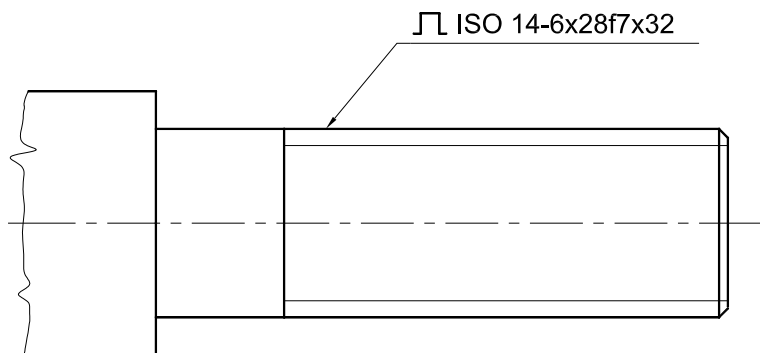
8.26. ábra

A 8.27. ábrán egy összeszerelt bordás kötés hosszmeteszete látható.



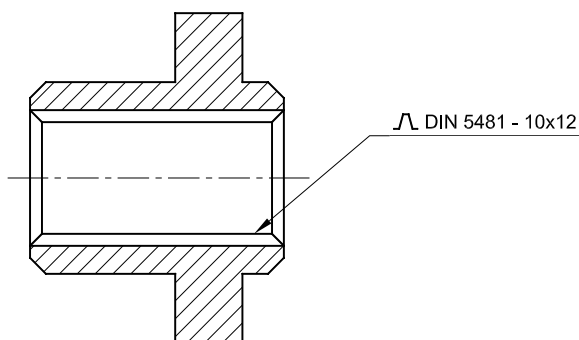
8.27. ábra

Párhuzamos oldalú bordástengely egyszerűsített méretmegadását mutatja a 8.28. ábra. A szabványszám előtti jel utal a bordázat profiljára, a kötőjel után pedig a bordázat méretei következnek (bordaszám x belső \varnothing x külső \varnothing). A bordázat többi méretét, tűrését a szabvány tartalmazza.



8.28. ábra

Háromszögprofilú bordázat hornyos furatának megadása látható a 8.29. ábrán. A bordázat fajtájára (barázdafogazat) a szabványszám előtti jel utal, a másik két méret a belső és a külső átmérő névleges méretét jelenti. A bordázat többi méretét, tűrését a szabvány tartalmazza.

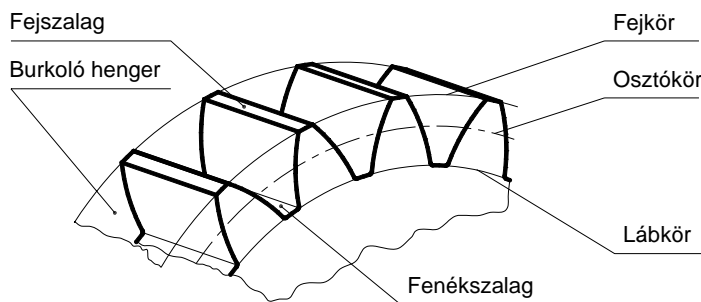


8.29. ábra

8.4. Fogaskerekek ábrázolása

A fogaskerekek, csigák, csigakerekek, lánckerekek és kilincskerekek fogazatát – mivel a gyártás technológiája a fogak alakját meghatározza – egyszerűsített módon ábrázoljuk.

Az alábbiakban néhány, a fogazattal kapcsolatos, a rajzszabályok megértéséhez szükséges fogalmat ismertetünk. A 8.30. ábra egy külső fogazatú hengeres kerék részletét mutatja.



8.30. ábra

A fogalmak jelentése:

- Fejkör: a kerék tengelyére merőleges sík és a fejszalagot magában foglaló burkoló henger metszészvonala.
- Osztókör: a kerék tengelyére merőleges sík és az osztóhenger metszészvonala. (Csak elméleti kör, a fogaskeréken nem látszik.)
- Lábkör: a kerék tengelyére merőleges sík és a lábszalagot magában foglaló burkoló henger metszészvonala.

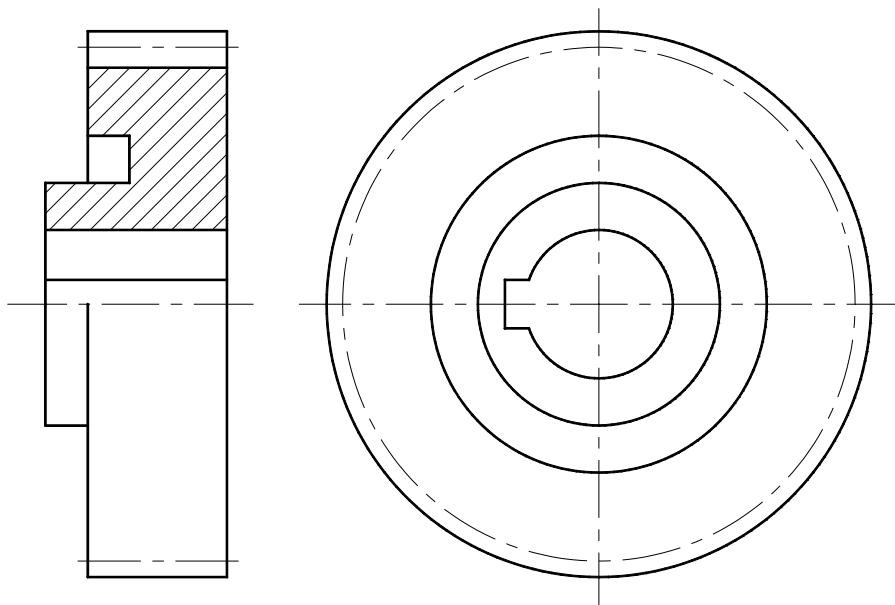
A fogazatot kúpfelületen is ki lehet alakítani, ekkor az előbbi elnevezések értelemszerűen módosulnak. A kúpkerék fejkörén, osztókörén és lábkörén a kúpok tengelyére merőleges legnagyobb metszetét értjük.

Ha a fogazatot a henger belső felületén alakítjuk ki, belső fogazatot kapunk.

Ha a fogak iránya alkotóirányú, egyenes fogazatú kerékről, ha szöget zár be vele, ferde fogazatú kerékről beszélünk. A kúpkerék lehet ívelt fogú is.

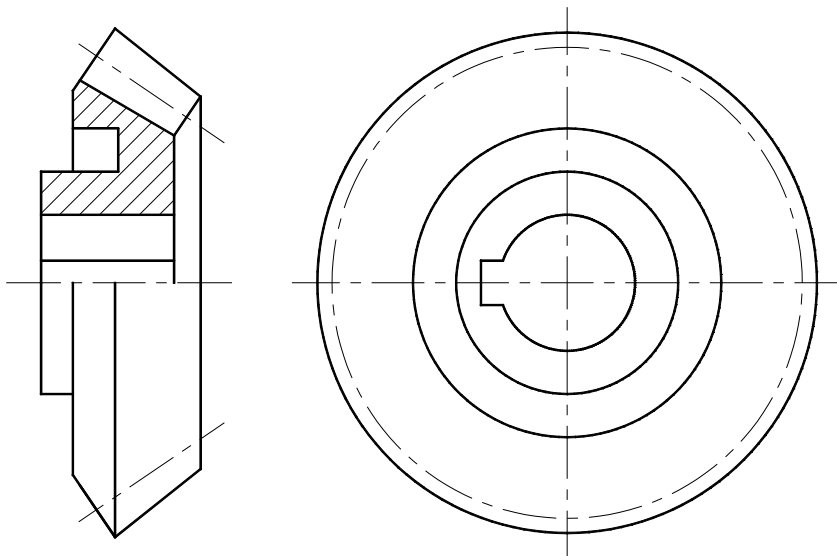
A fogaskereket egyszerűsítve ábrázoljuk. A 8.31. ábrán látható, hogy a fogazatot, nézetben és metszetben, a fejszalagot burkoló fejhenger határolja. Tengelyirányú nézetben köröket, a tengellyel párhuzamos nézetben az alkotót rajzoljuk meg. A különböző elemeket a következőképpen rajzoljuk.

- Fejkör, fejhenger alkotó: vastag folytonos.
 Osztókör, osztókör alkotó: vékony pontvonal.
 Lábkör, lábhenger alkotó: nézetben általában nem jelöljük, de rajzolható vékony folytonos vonallal, tengellyel párhuzamos metszeten a lábhenger alkotót vastag folytonos vonallal, de a fogat nem vonalkázva (mintha a metszősík a fogárkon menne keresztül, akkor is ha fogszám páratlan).



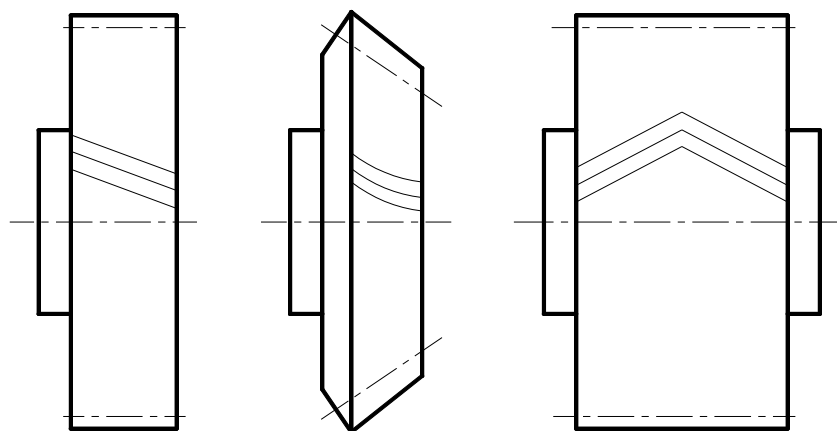
8.31. ábra

Kúpkerék rajza látható a 8.32. ábrán. Nézetben a láb kúp alkotót nem rajzoljuk meg.



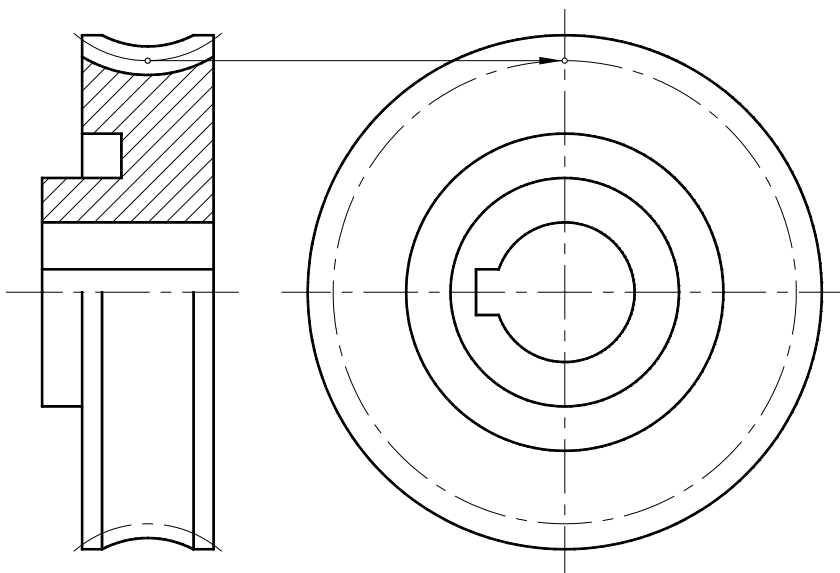
8.32. ábra

Ha a fogaskerék vagy a fogasléc fogirányát is meg kell adni, akkor a fogaskerék tengelyével párhuzamos nézetben három, vékony folytonos vonallal kell a megfelelő alakot és irányt ábrázolni. A 8.33. ábrán ferde, ívelt és nyílfogazat látható.

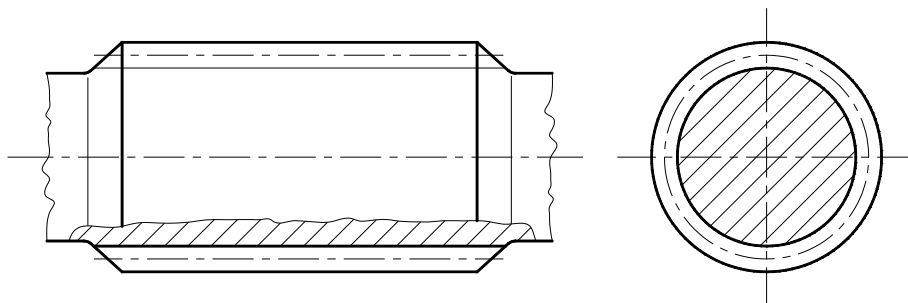


8.33. ábra

A 8.34. ábrán csigakerék, a 8.35. ábrán csiga rajza látható.

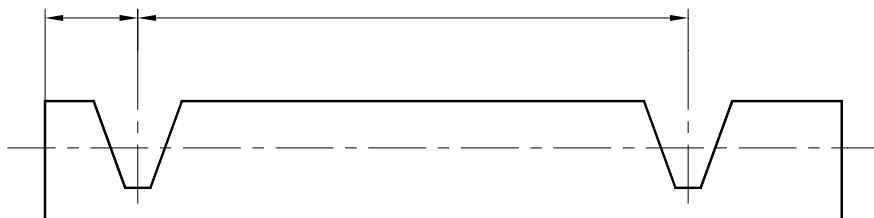


8.34. ábra



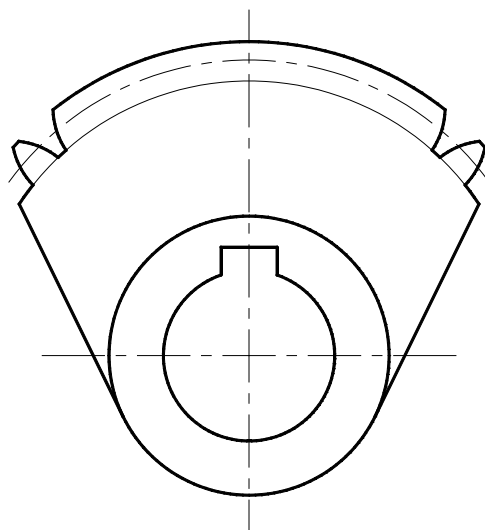
8.35. ábra

A fogasléc végtelen sugarú fogaskeréknek tekinthető. Ha szükséges a szélső fogak helyzetének a megadása, kirajzolhatjuk a fogazat határait jelentő fogárkokat (8.36. ábra).



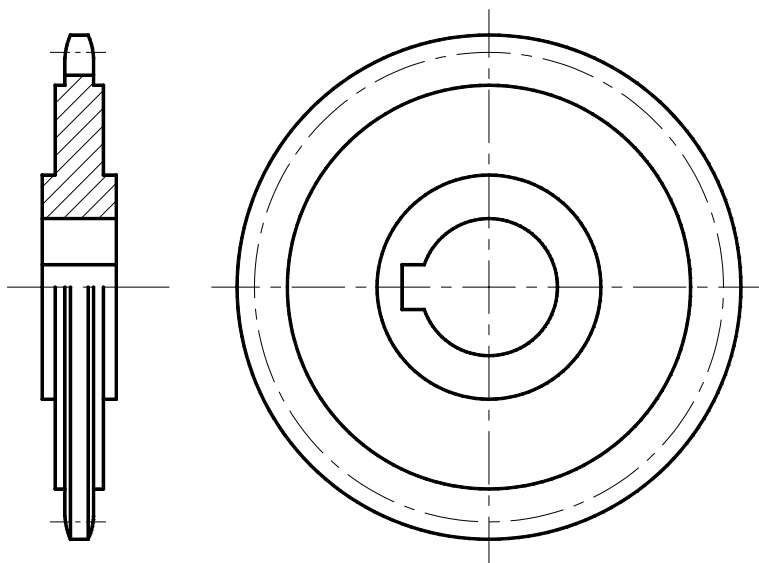
8.36. ábra

Fogasív (nem teljes területen készült fogazat) rajza látható a 8.37. ábrán. Hasonlóan a fogasléc ábrázolásához, szükség esetén kirajzolhatók a fogazat határait jelentő fogárkok.

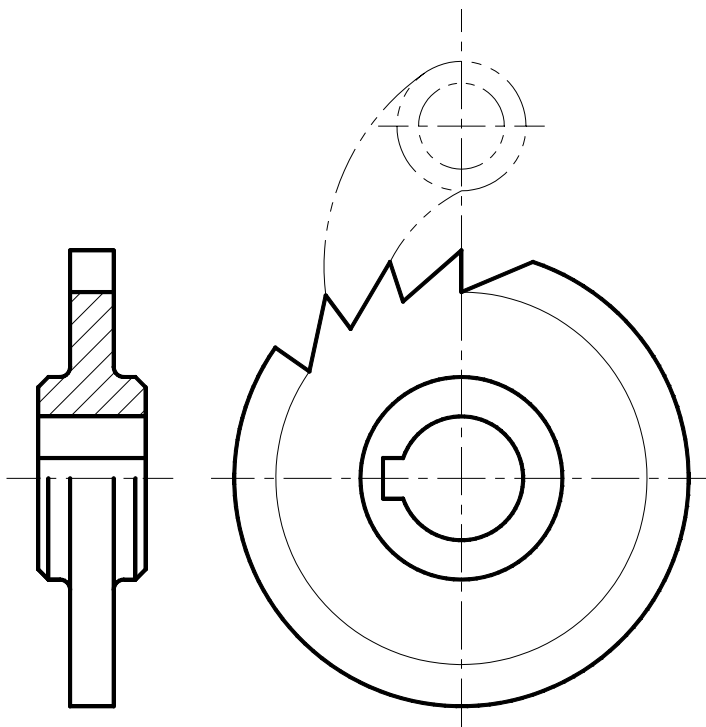


8.37. ábra

A lánckerék és a kilinckerek a fogaskerékhez hasonló kialakítású gépelem. Rajzolásuk egyszerűsítése is azonos a fogazatnál megismert elvekkkel. Ha szükséges a lánckerék fogalakjának a megadása, a 8.37. ábra szerint járjunk el, a lábkört is megrajzolva. Lánckerék alkatrészrajzán a fogalak méretezésakor kiemelt részletet szokás alkalmazni. Kilinckerek rajzán osztókört nem, de néhány fogat mindig kirajzolunk. A 8.38. ábrán lánckerék, a 8.39. ábrán kilinckerek rajza látható.

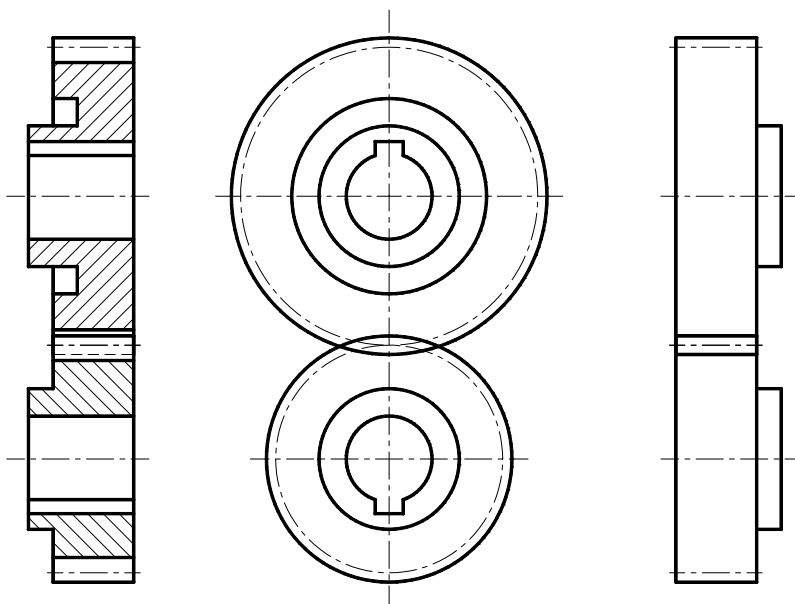


8.38. ábra



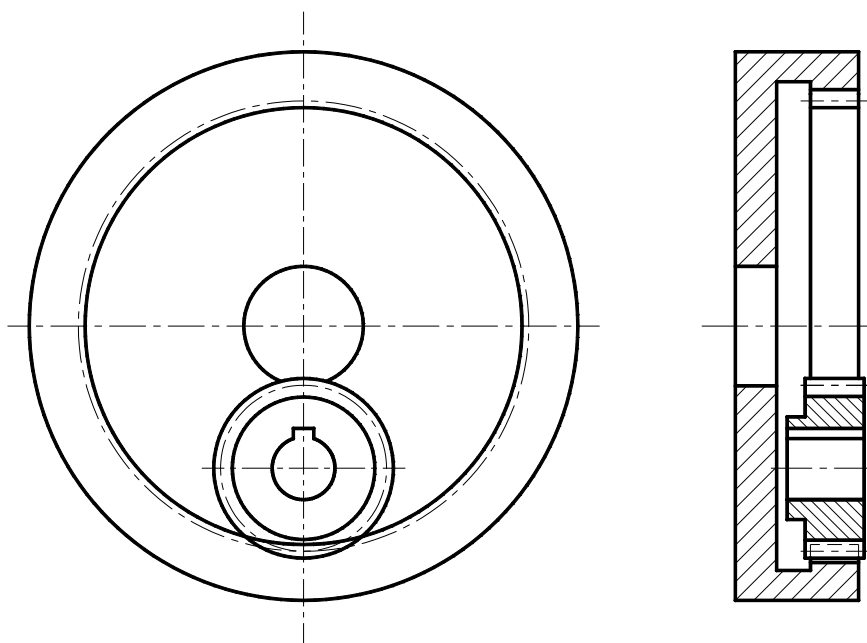
8.39. ábra

Kapcsolódó fogaskerékpárokat nézetben úgy kell ábrázolni, hogy a kapcsolódás helyén egyik fogaskerék se takarja el a másikat, viszont a metszetet úgy készítjük, mintha egyik kerék foga (bármelyik) takarná a másikat. Mivel az egyik kerék fejköre és a másik kerék lábköre között hézag van, ezt az ábrázolásakor feltüntetjük. Hengereskerékpár külső kapcsolódását mutatja a 8.40. ábra.



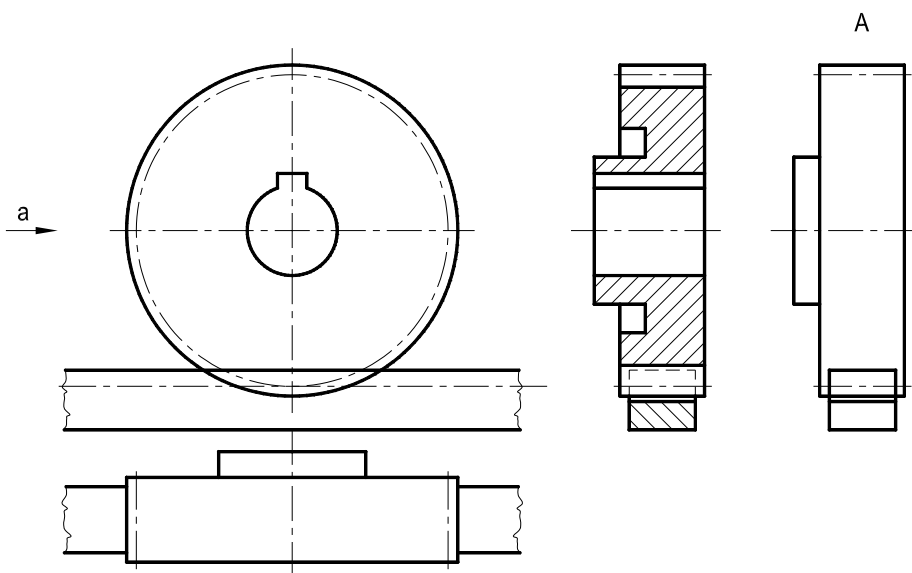
8.40. ábra

Belső- és külsőfogazatú hengereskerékpár kapcsolódását láthatjuk a 8.41. ábrán.



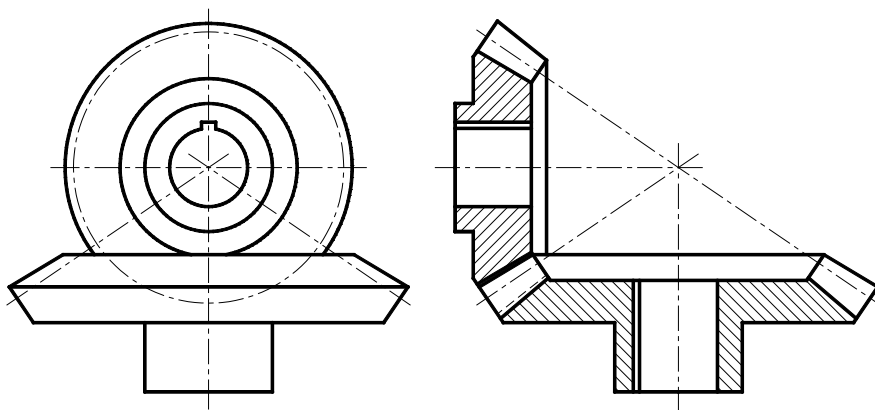
8.41. ábra

Hengereskerék fogasléccel való kapcsolatát mutatja a 8.44. ábra.



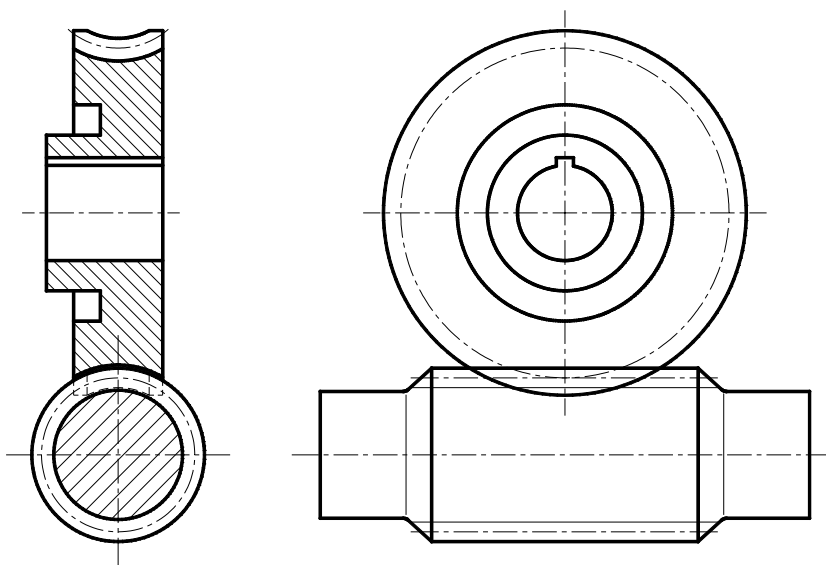
8.42. ábra

Kúpkerékpár kapcsolódása látható a 8.43 ábrán. Itt jegyezzük meg, ha a két fogaskerék közül az egyik teljesen a másik előtt van, akkor a korábban említett általános szabálytól eltérően (nevezetesen, a kapcsolódás helyén egyik fogaskerék se takarja a másikat), ténylegesen takarja a másikat. Ha mindkét fogaskerék tengelymetszetben van, akkor választás szerint a két fogaskerék közül az egyik foga eltakarja a másikat.



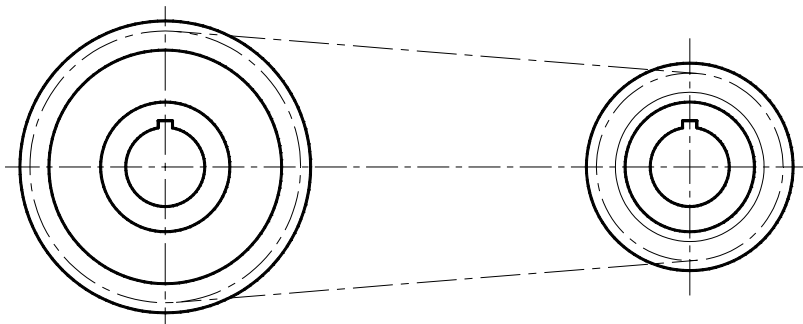
8.43. ábra

Csiga és csigakerék kapcsolódása látható a 8.44. ábrán.



8.44. ábra

Lánchajtás esetén a láncot vékony vonalvastagságú pontvonallal rajzoljuk, amely az osztókörköz érintőlegesen kapcsolódik. Erre mutat példát a 8.45. ábra.



8.45. ábra

A fogaskerek és a lánckerek műhelyrajzán, a méretezéssel meghatározható alakon kívül, adattáblázatban meg kell adni a fogazat elkészítéséhez és ellenőrzéséhez szükséges adatokat. Az adattáblázatot, és a benne szereplő fogalmakat a Gépszerkezetan III. tantárgyban ismertetjük.

8.5. Rugók egyszerűsített ábrázolása

A különböző rugófajták alak- és mérethelyes vetülete helyett egyszerűsített rajzokat is készíthetünk. Az egyszerűsítés egyrészt a valóságos görbék helyett egyenesek rajzolását, másrészt az ismétlődő elemek elhagyását jelenti.

A rugókat ábrázolhatjuk nézetben vagy metszetben. Összeállítási rajzon, főleg a kis méretűeket, rajzolhatjuk vonalasan is. Vonalas ábrázolás esetén a csavarodás irányát és a keresztmetszet alakját jelölni kell.

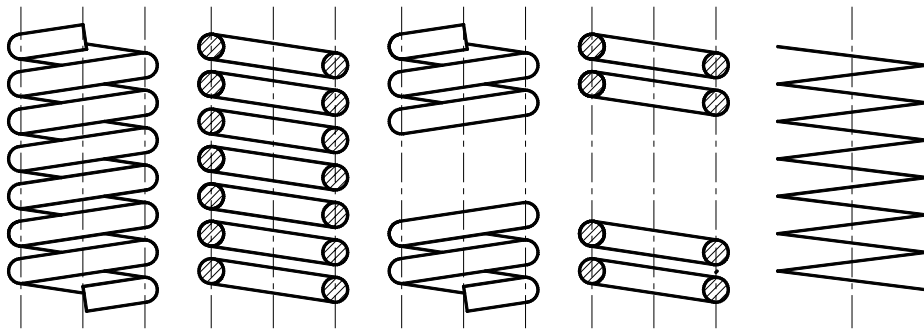
A rugót nézetben rajzolt összeállítási rajzon nézetben, metszeti rajzon pedig metszetben ábrázoljuk. Metszeti rajzon a 2,5 mm-nél nagyobb átmérőjű vagy a 2 mm-nél vastagabb rugószelvényt vonalkázzuk, az ennél kisebb méretűeket feketítsük be.

A rugókat csavarodási irányuknak megfelelően ábrázoljuk. A rugók végét (a felfekvő meneteket), a kialakításnak megfelelően kell megrajzolni. A rugómenet kontúrvonalát egyenes vonallal ábrázoljuk, a rugóhuzal középvonalát nem rajzoljuk meg.

A továbbiakban különböző rugók ábrázolását mutatjuk be.

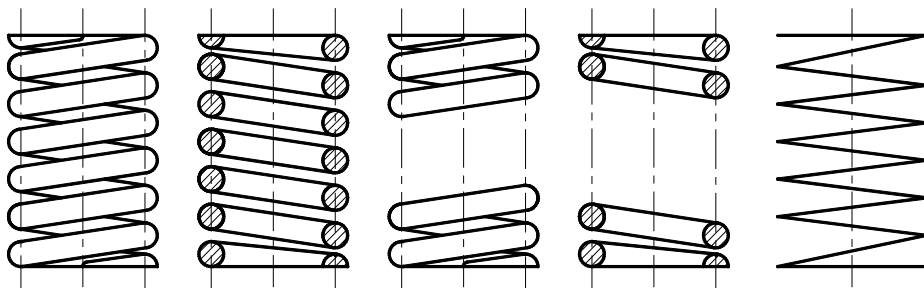
Az ábrákon (8.46.-8.50.ábra) nézet, metszet, ezek egyszerűsítve és a vonalas ábra látható.

A 8.46. ábrán jobb csavarodású, nyitott végű, hengeres nyomócsavarrugó rajza látható.



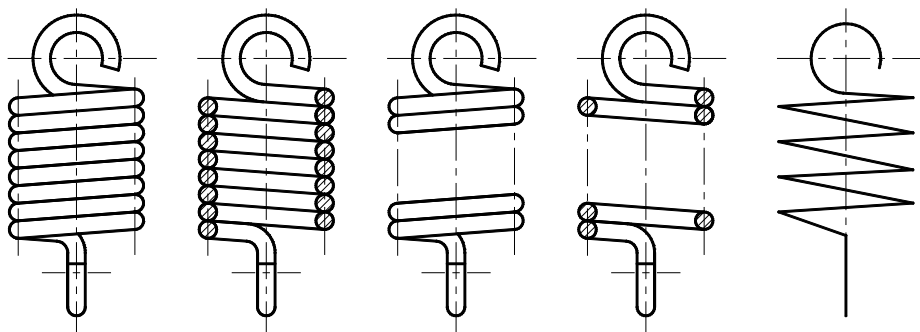
8.46. ábra

Jobb csavarodású, visszahajlított végű, köszörült felfekvő felületű hengeres nyomó csavarrugót mutat a 8.47. ábra.



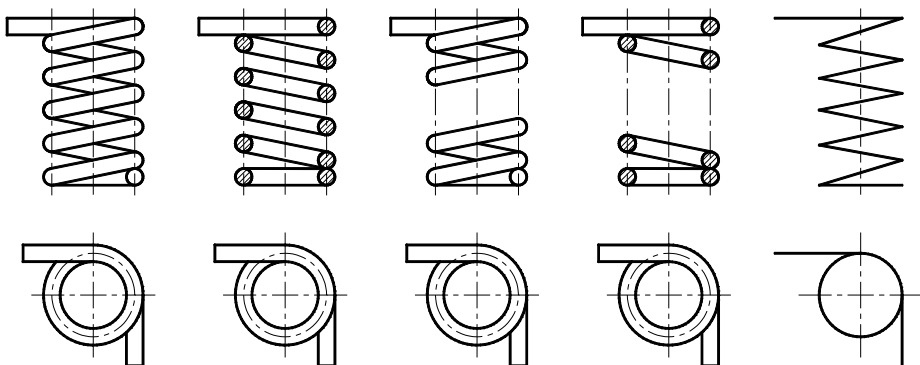
8.47. ábra

Húzó csavarrugó rajza látható a 8.48. ábrán. A húzó csavarrugó rögzítő szemeit mindig a kialakításnak megfelelően kell megrajzolni.



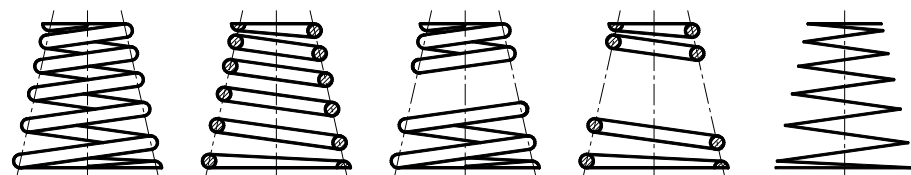
8.48. ábra

A 8.49. ábra forgató rugó rajzát mutatja



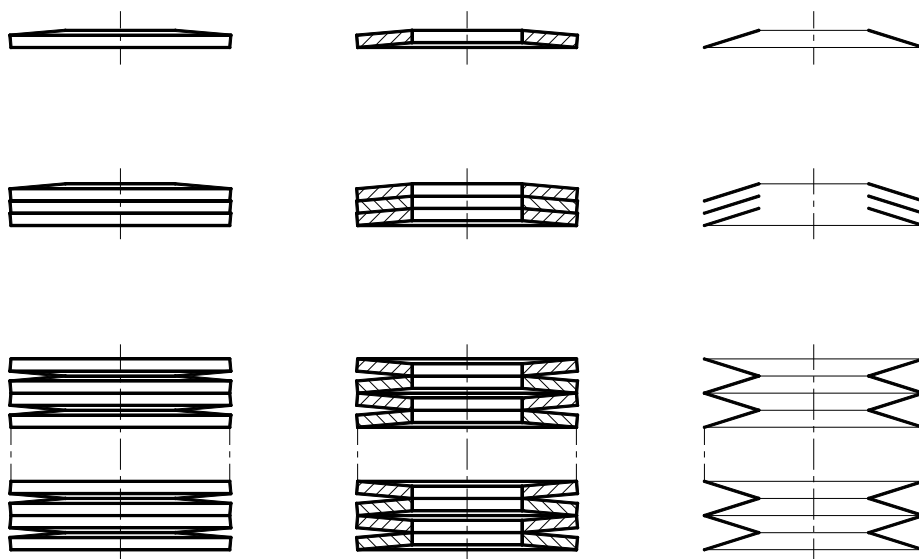
8.49. ábra

Kúpos körszelvényű csavarrugót láthatunk a 8.50. ábrán.



8.50. ábra

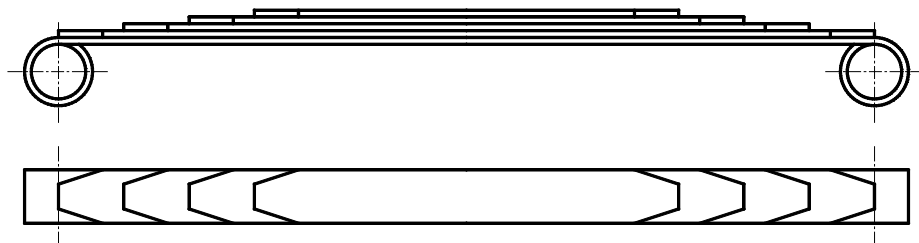
Tányérrugó ábrázolását mutatja a 8.51. ábra. Felülről lefelé egy tányérrugó, tányérrugó köteg és tányérrugó oszlop látható.



8.51. ábra

A téglalap vagy négyzet keresztmetszetű hengeres, illetve kúpos csavarrugók ábrázolására itt nem térünk ki, a rugók ábrázolásával foglalkozó szabványban megtalálhatók az ábrázolási szabályok.

Lemezrugó rajzát mutatja a 8.52. ábra.



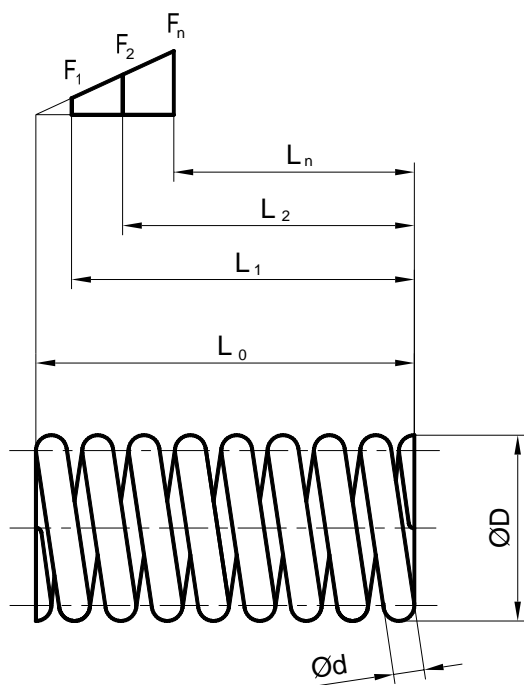
8.52. ábra

A rugók műhelyrajzainak kivételére és a szükséges paraméterek megadására is vannak szabványelőírások. A rugómeneteket alkatrészrajzon csak nézetben szabad ábrázolni. Az előállításra vonatkozó méreteken kívül célszerű megadni egyes jellemző méreteket is (hossz, szögelfordulás) a hozzájuk tartozó rugóerővel, nyomatékkal együtt. Ezt diagramban vagy táblázatosan adjuk meg.

A 8.53. ábrán egy zárt végű, köszörült felfekvő felületű, hengeres nyomó csavarrugó műhelyrajzán a következő jellemzőket adtuk meg a geometriai méreteken kívül:

- a rugó terheletlen hosszát, L_0 ;
- a rugó hosszát a megengedett legnagyobb F_n próbaterhelés alatt, L_n ;
- megadott F_1 és F_2 erőkhöz tartozó rugóhosszakat, L_1 és L_2 (a rugómerevség kiértékeléséhez);
- működő menetszám;
- összes menetszám;
- kiegyenesített hossz.

Ha a rugómerevségre nincs szükség, elegendő az L_0 hossz megadása. Az átmérők megadásakor a rugó beépítési helyzetét vesszük alapul, ennek megfelelően a belső vagy külső átmérőt adjuk meg.



Működő menetszám: $n_m =$
 Összes menetszám: $n_o =$
 Kiegyenesített hossz: $L =$

8.53. ábra

8.6. Hegesztett kötések

A hegesztés azonos, vagy közel azonos összetételű fémek, illetve ötvözetek egyesítése hőhatással, fémhözaganyag hozzáadásával vagy anélkül.

A hegesztési eljárások ismertetése nem célunk, az a technológia tárgy-körébe tartozik. Itt csak a hegesztett kötések ábrázolásával, a hegesztési varratok beméretezésével foglalkozunk.

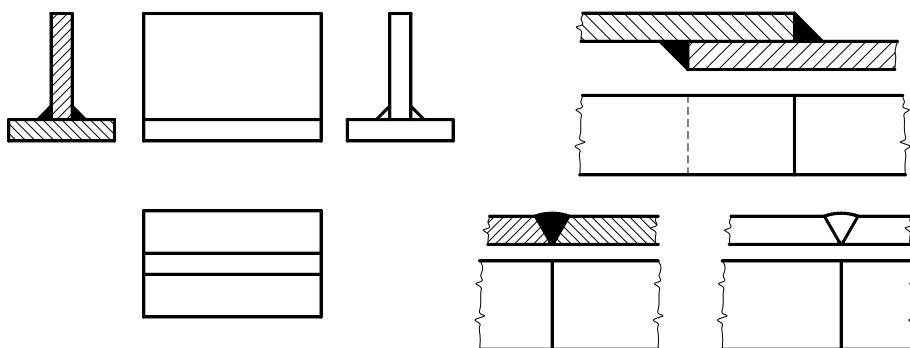
A hegesztett kötést meghatározza:

- a varratalak és méretei,
- a hegesztés módja,
- a hegesztés utáni megmunkálás (ha szükséges).

Ezeket a jellemzőket a rajzon fel kell tüntetni, vagy minden varraton külön, esetleg kiemelten, hegesztési előírások formájában. A hegesztési varratok ábrázolhatók:

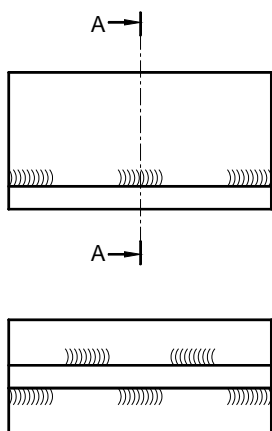
- kirajzolva és beméretezve,
- szabványos rajzjelekkel.

A kirajzolt kötések esetén az élkiképzést (hegesztés előtti állapot) részletesen beméretezett módon meg kell határozni. A varratot nézetben – a hosszára merőleges irányból nézve – vastag folytonos vonallal rajzoljuk. Metszetben a szelvényét befeketítjük. A varrat helyét meghatározó nézetben általában nem rajzoljuk meg az élkiképzésnek és a hézagnak, a szelvény alapján kiserkeszthető, párhuzamos vonalait, hanem helyettük csupán a varrat helyét meghatározó egyetlen vonalat rajzolunk (8.54. ábra).

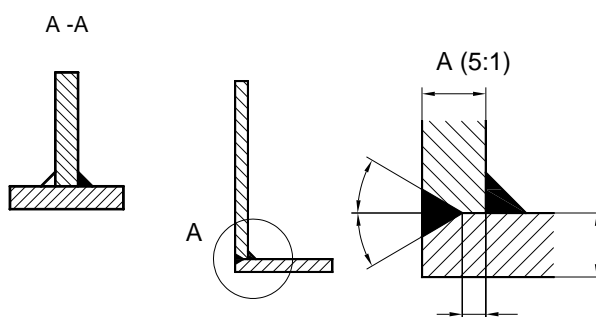


8.54. ábra

Szakaszos varratok esetén, a hosszirányú nézeten, a varratvonal kiegészíthető a varratvastagságnak megfelelő méretű, vékony íves szabadkézi vonalakkal (8.55. ábra). Ha a méretarány olyan, hogy a varratkialakítást a kis méretek miatt nem tudjuk beméretezni, akkor a varratot kinagyítjuk (8.56. ábra).

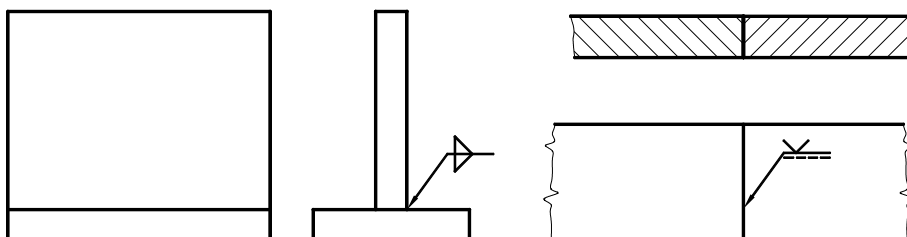


8.55. ábra



8.56. ábra

A jelképesen, szabványos rajzjelekkel megadott hegesztési varratokat az MSZ EN 22553 szerint célszerű ábrázolni. Ebben az esetben a varratokat nem kell kirajzolni, mert a rajzjel tartalmazza a varrat meghatározásához szükséges információkat. Ez az ábrázolási mód alapjelekből és kiegészítőjelekből áll. Az 8.57. ábra erre mutat példát.



8.57. ábra

Az alapjel alakja hasonló, mint a hegesztési varrat keresztmetszete, de a hegesztési eljárást nem jelzi. A 8.2. táblázatban a gyakrabban használt varratok alapjele látható (MSZ EN 22553 szerinti jelek). A 8.3. táblázat a kiegészítő jeleket tartalmazza.

8.2. táblázat. A hegesztési varratok alapjelei

| Megnevezés | Varratjel | Varratalak |
|---------------------------------|-----------|------------|
| Peremvarrat | | |
| Egyoldali tompa I-varrat | | |
| Egyoldali tompa V-varrat | | |
| Egyoldali tompa 1/2 V-varrat | | |
| Egyoldali tompa U-varrat | | |
| Egyoldali tompa J(1/2 U)-varrat | | |
| Egyoldali tompa Y-varrat | | |
| Egyoldali tompa 1/2 Y-varrat | | |
| Sarokvarrat | | |
| Kettős V-varrat (X-varrat) | | |
| Kettős 1/2 V-varrat (K-varrat) | | |
| Kettős U-varrat | | |

8.2. táblázat. Hegesztési varratok kiegészítő jelei

| Megnevezés | Jel | Varratalak | Példa |
|---------------------------|-----|------------|---------------------------|
| Sík (lemunkált varrat) | — | | Lapos v-varrat |
| Domború varratfelület | | | Domború v-varrat |
| Homorú varratfelület | | | Homorú sarokvarrat |
| Megmunkált varratfelület | | | Síkra munkált v-varrat |
| Törésmentes varratátmenet | | | Érintőleges varratátmenet |

8.3. táblázat. Hegesztési varratok kiegészítő adatai

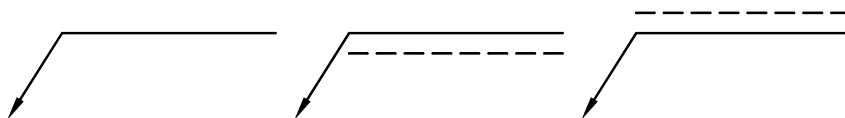
| Megnevezés | Jel | Rajzjel |
|--|-----|---|
| Körbemenő varrat | | |
| A varrat a helyszínen készítve | | |
| A hegesztési eljárás jelölése | | ISO 4063 szerinti hegesztési mód jele (2) |
| Hivatkozás a szövegmezőben lévő adatokra | | |

A 8.57. ábrán rajzjelekkel megadott hegesztett kötés elvi megadási módja látható. A hegesztési varratok rajzjelekkel történő megadásakor a varrat helyét csak jelölik. Az egyértelmű meghatározáshoz szükséges még a varrat helyzetének, méreteinek és egyéb adatok megadása.

A rajzjel elemei:

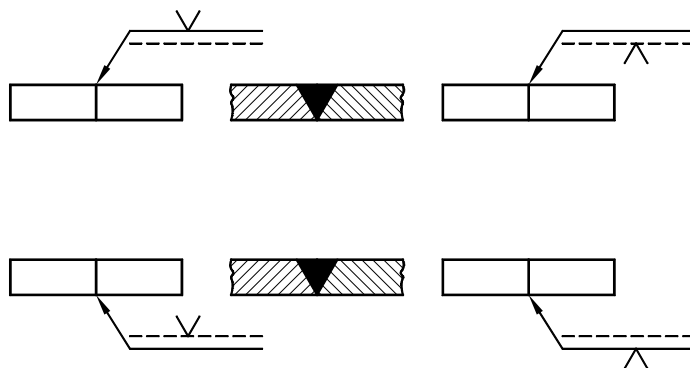
- a referenciavonal és mutatóvonal;
- a kötés alapjele (ha szükséges kiegészítő jelekkel);
- a kötés jellemző adatai;
- az esetleges különleges előírások.

A kettős referenciavonalon (hivatkozási vonal) kell elhelyezni a rajzjelet. A referenciavonal lehetőleg vízszintes helyzetű legyen. A szaggatott vonalat a folytonos vonal alatt vagy felett helyezzük el. A folytonos vonalhoz kapcsolódik a nyílban végződő mutatóvonal, mely a varrat helyére mutat. A mutatóvonalat a 8.58. ábrán láthatjuk.



8.58. ábra

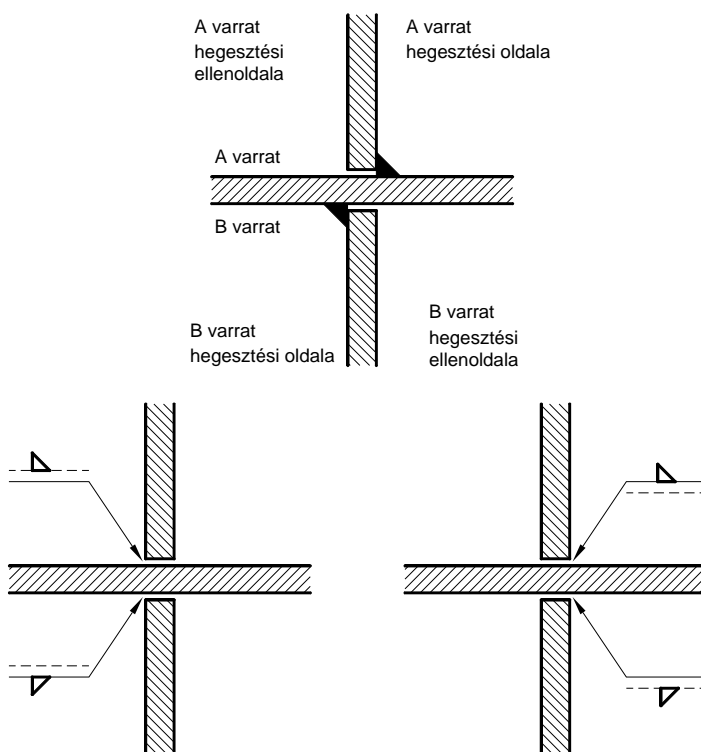
A referenciavonalon kell elhelyezni a rajzjelet. Ha a mutatóvonal nyílja a nyíl felőli oldalról mutat a hegesztendő varratra, akkor a varrat rajzjelét a referencia vonal folytonos vonalára kell elhelyezni. Ha viszont a takart oldalon van, a szaggatott vonalra kell a rajzjelet tenni. Ezekre az esetekre mutat példát a 8.59. ábra.



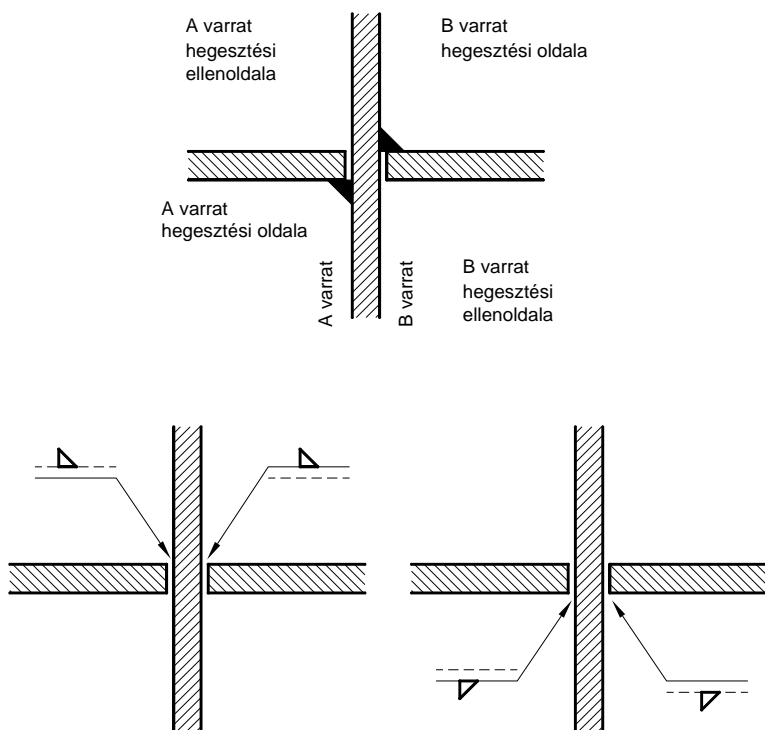
8.59. ábra

A hegesztési varratok helyzetére és a jelölés módjára láthatunk különböző megoldásokat a 8.60. és 8.61. ábrán. A szimmetrikus varratok megadásánál a szaggatott vonal elhagyható.

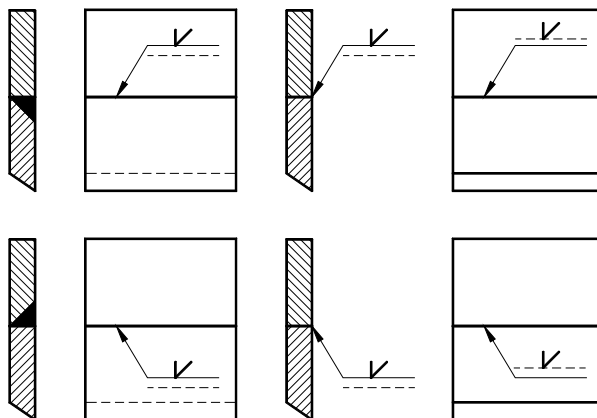
Nem szimmetrikus varratok megadása esetén a mutatóvonal nyílja a megmunkálendő alkatrészre mutasson (8.62.ábra).



8.60. ábra

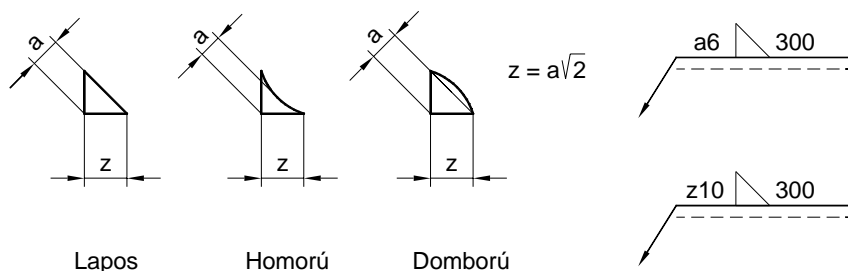


8.61. ábra



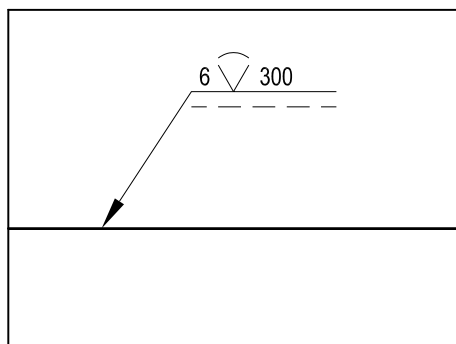
8.62. ábra

A hegesztési varratok méretmegadásakor minden hegesztési rajzjelet mérettel kell ellátni. Az ismétlődő méretek megadhatók kiemelten. A két leggyakrabban használt varratfajta a V-varrat és a sarokvarrat. A V-varrat mérete maximum az összehegesztendő lemezek vastagsága lehet. A sarokvarrat jellemző mérete a varratkeresztmetszet (derékszögű háromszög) a vagy z mérete. A varratkeresztmetszet méretét a varratjel baloldalán, a hosszát a jobb oldalán kell megadni. Ha hossz méret nincs megadva, akkor a varrat az alkatrész teljes hosszában folyamatos. A 8.63. ábrán a sarokvarrat méreteit és a megadás módját mutatja.



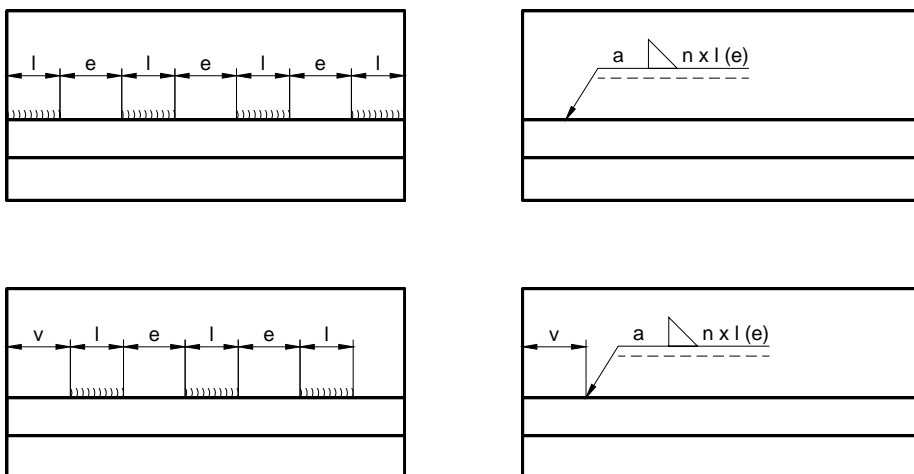
8.63. ábra

A 8.64. ábrán látható hegesztési varrat jellemzői: 6 mm méretű, domború felületű V-varrat, 300 mm hosszan.



8.64. ábra

A 8.65. ábrán szakaszos varratok megadása látható. A felső ábrán a varrat szakasz az alkatrész szélén kezdődik, míg az alsó ábrán a szélétől adott (v) távolságra.



8.65. ábra

8.7. Csavarkötések

A gépészetben használt csavarkötések elemeinek alakját, méretválasztékát és műszaki követelményeit szabványok rögzítik. A sokféle csavar, csavaranya, alátét és biztosító elem közül csak a leggyakrabban használatos elemeket ismertetjük. Ezeket az elemeket összeszerelt állapotban mutatjuk be.

A szabványos elemeket szabványos megnevezésükkel azonosítjuk. Az azonosítást egy hatlapfejű csavar példáján mutatjuk be.

Hatlapfejű csavar MSZ EN 24014-M20x100-5.6-B-Fe/Zn

Az azonosítás elemei:

- a szabványos megnevezés,
- a szabványszám,
- a menet mérete,
- a szerkezeti hossz,
- a szilárdsági csoport jele,
- a pontossági fokozat jele,
- a felületkezelés.

A szabványos megnevezés és a szabványszám fogalmát nem kell külön magyarázni. A menet mérete a csavar névleges átmérője, a szerkezeti hossz a csavar fej nélküli hossza (süllyesztett fejű csavaroknál a fejmagasság beletartozik a szerkezeti hosszba!).

A *szilárdsági csoport* az anyagminőséggel kapcsolatos. Az első száma az acélcsovar anyagának a szakítószilárdságára, a második a folyáshatárára utal.

- első szám: $\frac{R_m}{100} = \frac{500}{100} = 5$
- második szám: $\frac{R_{eH}}{R_m} \cdot 10 = \frac{300}{500} = 6$

Így az anyagjel: 5.6 Az anyagjellel meghatározott tulajdonságokat több konkrét anyag kielégíti. A szakítószilárdság ily módon az első szám százszorosa, a folyáshatár a két szám szorzatának tízszerese. Az értékek mértékegysége N/mm^2 (MPa).

A *csavaranya anyagminőségi jelében* szereplő szám a vizsgálati feszültség (N/mm^2) értékének századrésze. A vizsgálati feszültség az a feszültségérték, amellyel a csavarkapcsolatot terhelve az anya menetei nem nyíródnak le az orsó elszakadása előtt.

A csavar szakítószilárdsága nagyobb vagy egyenlő az anya vizsgálati feszültségénél.

Az anyagminőségi jel a csavaron és a csavaranyán jól láthatóan fel van tüntetve. Az anyagminőségi jelek:

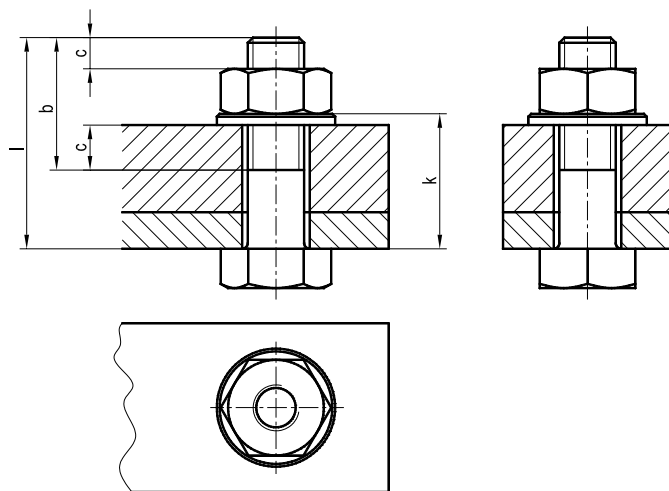
- csavar 3.6; 4.6; 4.8; 5.6; 6.6; 6.8; 6.9; 8.8; 10.9; 12.9; 14.9.
- csavaranya 4; 5; 6; 8; 10; 12; 14 (ill. alacsony anyákra 04; 05 stb.)

A méret-, alak- és helyzettűréseket és a felületi érdességet pontossági fokozattal – A, B, C – adják meg. A legfinomabb az A, a legdurvább a C fokozat. Észrevehető az a tendencia, hogy az A és B fokozatot összevonják. A kisebb méretűek A, a nagyobbak B pontossági fokozatúak.

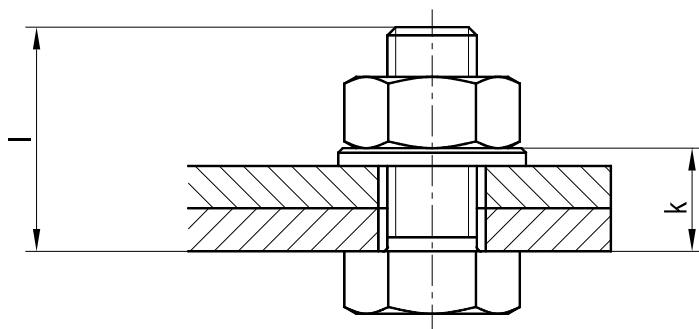
A továbbiakban néhány, a gyakorlatban gyakran előforduló csavarkötést mutatunk be. A kötések elemeinek a megnevezése a mindenkori érvényes szabvány szerinti legyen, ezeken az ábrákon csak a kötések szerkezeti kialakítását mutatjuk meg.

A 8.66. ábrán hatlapfejű csavar, hatlapú anya és alátét kapcsolatát látjuk. Az összeszerelendő elemekben lévő furat nagyobb, mint a csavar névleges mérete, az átmérőkülönbség függ a névleges mérettől (0,5–2 mm). A csavar szerkezeti hosszának meghatározása a közrefogási hosszától (k) és a hasznos menethosszától (b) függ. A menethossz a csavar gyártási adottsága. A hossz meghatározásánál figyelembe kell még venni a c biztonsági hossz

nagyságát. Egy bizonyos közrefogási hossz alatt ($k < l - b$) csak tövigmenetes csavarral tudjuk a kapcsolatot megvalósítani (8.67. ábra).

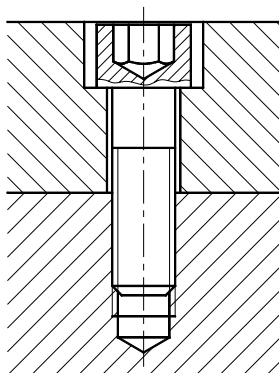


8.66. ábra

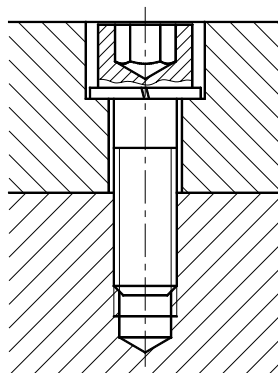


8.67. ábra

Belső kulcsnyílású csavarral létrehozott kötés rajza látható a 8.68. ábrán. A süllyesztés méretei szabványosak, rugós alátéttel történő csavarbiztosítás alkalmazása esetén a süllyesztés mélysége ennek megfelelően változik (8.69. ábra). A rugós alátét rajza a 8.76. ábrán látható.

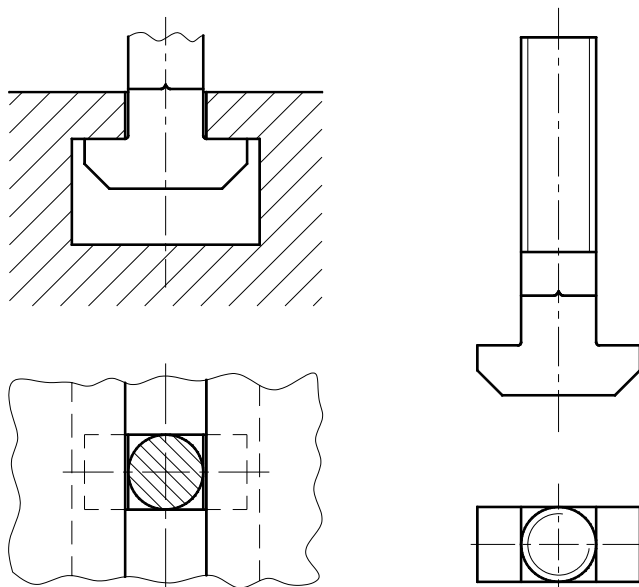


8.68. ábra



8.69. ábra

A kalapácsfejű négylaptövű csavart horonyhoz való rögzítéshez használják. A horony feke olyan mély, hogy a csavart leeresztés után el lehet fordítani, majd felemelve, a négyszögű szárrész lehetővé teszi a csavar meghúzását (8.70. ábra).

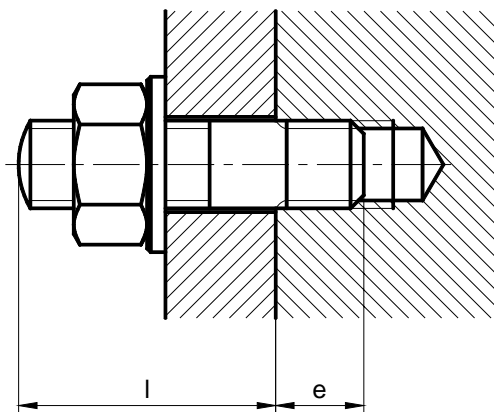


8.70. ábra

A 8.71. ábra ászokcsavaros kötést mutat. Az ászokcsavar két jellemző hosszmérete a becsavarás után kiálló l hossz, illetve az e becsavarási hossz.

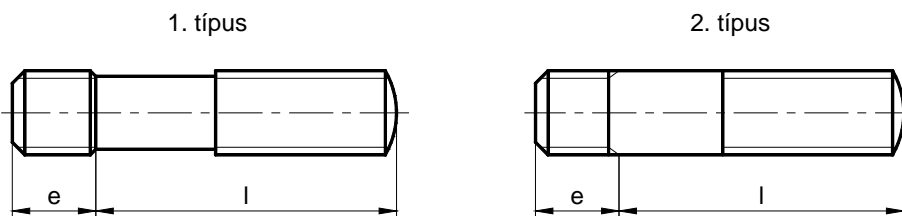
A becsavarási hossz attól függ, hogy milyen minőségű anyagba szerelik be. Az e értéke, ha az anyag:

- acél $1d$;
- öntöttvas $1,25d$;
- könnyűfém $2d$.



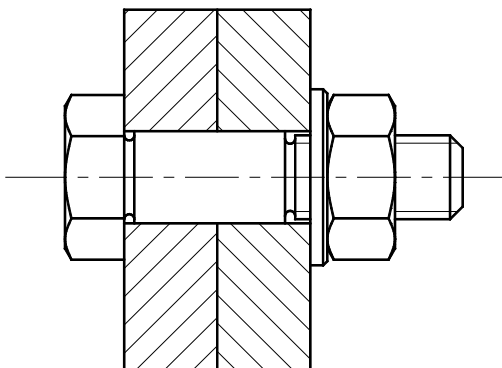
8.71. ábra

Az ászokcsavar kétféle kivitelű lehet, az egyik alak (1. típus) szárátmérője a menet középméretével egyező méretű, míg a másiké (2. típus) azonos a menet névleges méretével (8.72. ábra).



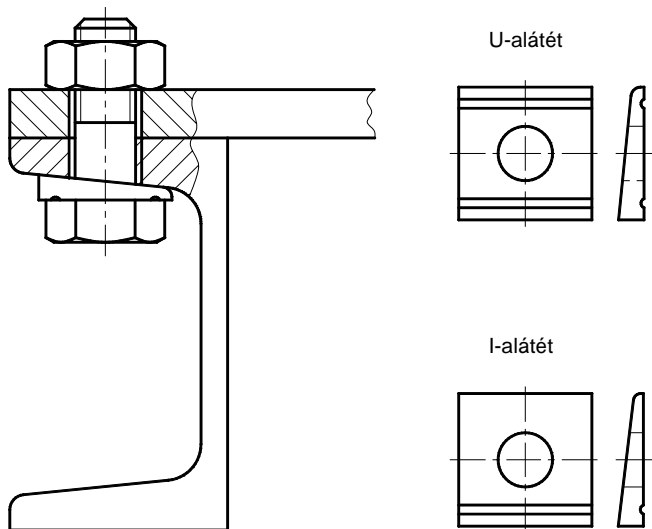
8.72. ábra

Ha az összeszerelendő alkatrészek egymáshoz viszonyított helyzetének pontosnak kell lennie, illesztőcsavart használunk. Az illesztőcsavar szára nagyobb átmérőjű, mint a menetes rész átmérője, tőrése k_6 (8.73. ábra).



8.73. ábra

U-acélhoz történő rögzítést mutat a 8.74. ábra. Az U-profil lejtős felülete különleges kiképzésű ún. U-alátétet kíván. (A különböző lejtések miatt I-acélhoz hasonló kialakítású, de más lejtésű alátétet kell használni. Az U-acélhoz tartozó alátétnek két, az I-acélhoz tartozónak egy jelölő hornya van.)

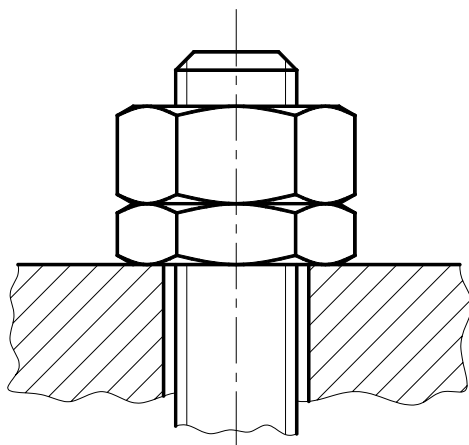


8.74. ábra

A mozgó géprészek rezgése a csavarkötések meglazulásához vezethet. A meglazult csavarkötés nagy balesetveszélyt rejt magában. A lazulás meg-

akadályozását különféle csavarbiztosításokkal érhetjük el. A következőkben néhány gyakrabban alkalmazott, biztosító elemmel ellátott csavarbiztosítást mutatunk be. (A Gépszerkezettan II. c. tárgy ezekkel részletesen foglalkozik.)

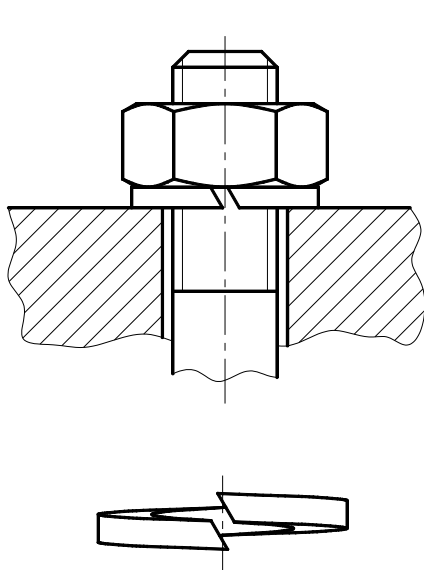
A 8.75. ábra a legegyszerűbb, kétanyás (kontraanyás) csavarbiztosítási módot mutatja be.



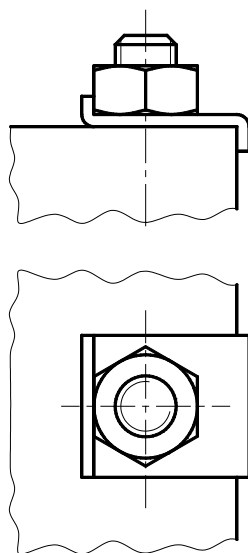
8.75. ábra

Egyszerű és nagyon elterjedt csavarbiztosítási mód a rugós alátét használata. A rugós alátét rugóacélból készült felhasított gyűrű, amelynek kemény élei a csavaranya oldódásakor belevágódnak a az alatta levő anyagba, és így akadályozzák az anya elfordulását. Hátránya, hogy a kötést nem lehet gyakran oldani roncsolásmentesen. A 8.76. ábra a csavarkötést és a rugós alátétet mutatja. (A rugós alátét élei beszerelés előtti állapotban nincsenek egységben.)

A csavarfej, vagy a csavaranya alá elhelyezett alátétlemez felhajlításával is meg lehet akadályozni a csavar vagy a csavaranya elfordulását (8.77. ábra). (Az alátétlemez vastagsága, a csavar méretétől függően, 0,5–1,5 mm.) Az alátétlemez alakja lehet kör, illetve téglalap alakú.

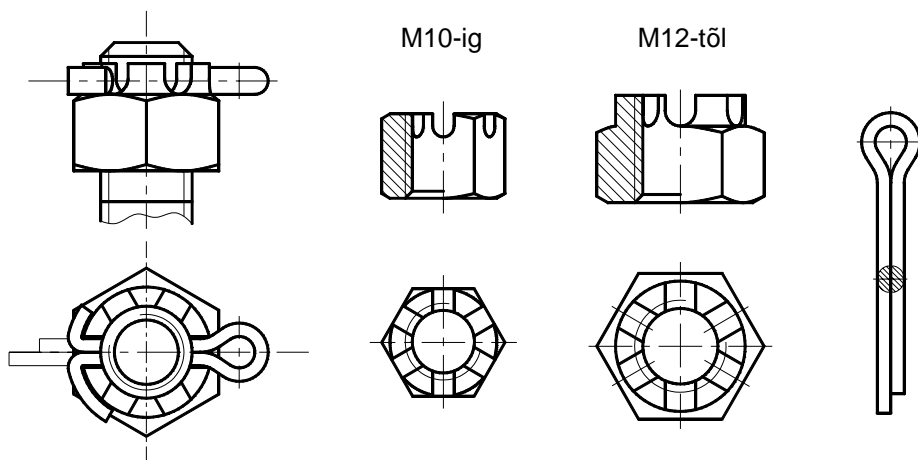


8.76. ábra



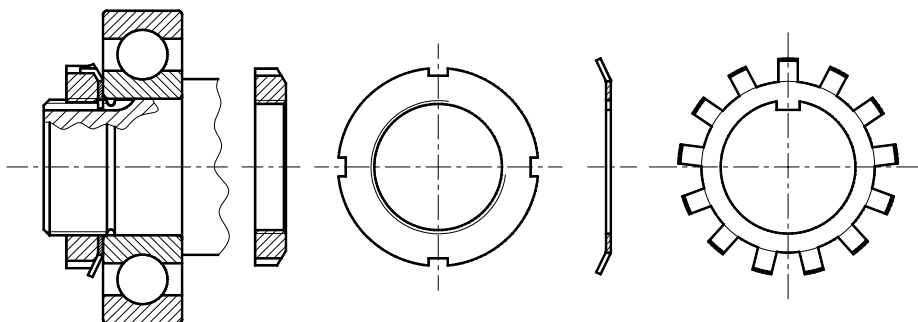
8.77. ábra

Gyakran alkalmazott megoldás a sasszeggel történő csavarbiztosítás, amelyet legtöbbször koronás anyával együtt alkalmaznak. A 8.78. ábrán a csavarkötést és annak elemeit láthatjuk. A koronás anya M10 méretig a normálnál magasabb anya, amelyen hat darab sugárirányú horony van. Az ennél nagyobb méretű anyán egy hengeres toldaton alakítják ki a hornyokat.



8.78. ábra

Legtöbbször gördülőcsapágyak megtámasztására használják a csapágyanyát, amelyet fogazott biztosítólemezzel rögzítenek. A biztosítólemez belső fogát a tengelyen levő horonyba, a külső fogainak egyikét az anya valamelyik hornyába behajlítják (8.79. ábra).



8.79. ábra

8.8. Rögzítő elemek

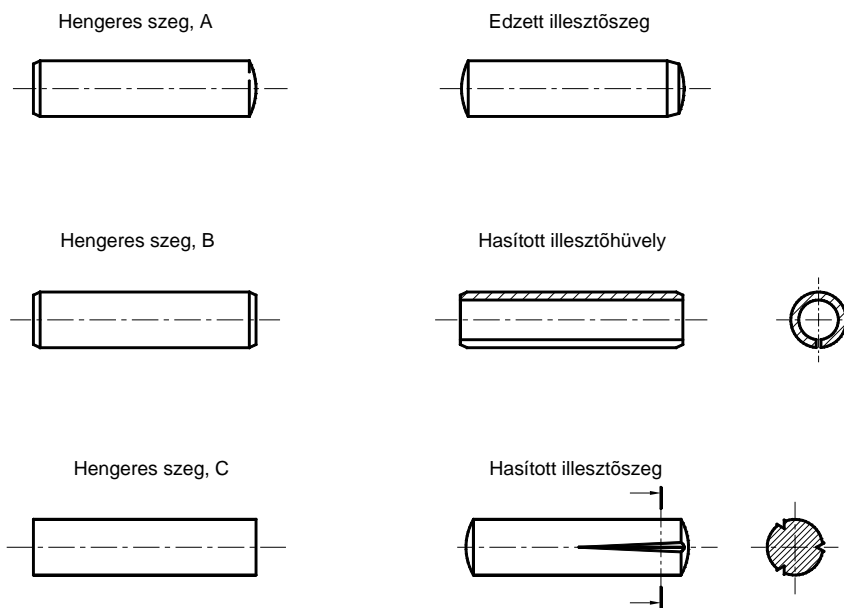
8.8.1. Szegek és csapszegek

A szegek hengeres vagy kúpos kialakításúak. Funkciójuk alkatrészek egymáshoz való rögzítése, illetve helyzetbiztosítás. A hengeres szegek fő típusai (és megnevezésük):

- Hengeres szeg, A (Illesztőszeg), tűrés: m6;
- Hengeres szeg, B (Rögzítőszeg), tűrés: h8;
- Hengeres szeg C (Szegecsszeg), tűrés: h11;
- Edzett illesztőszeg, tűrés: m6;
- Hasított illesztőhüvely, furat tűrése: H12;
- Hasított illesztőszeg, furat tűrése: H9 vagy H11.

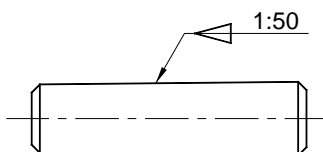
A hasított szegeknek többféle típusa van a hasítás helyzetétől, hosszától, valamint a szeg fejkialakításától függően. Alakjuk, méreteik a megfelelő szabványban megtalálhatók.

A 8.80. ábrán a hengeres szegek látható.



8.80. ábra

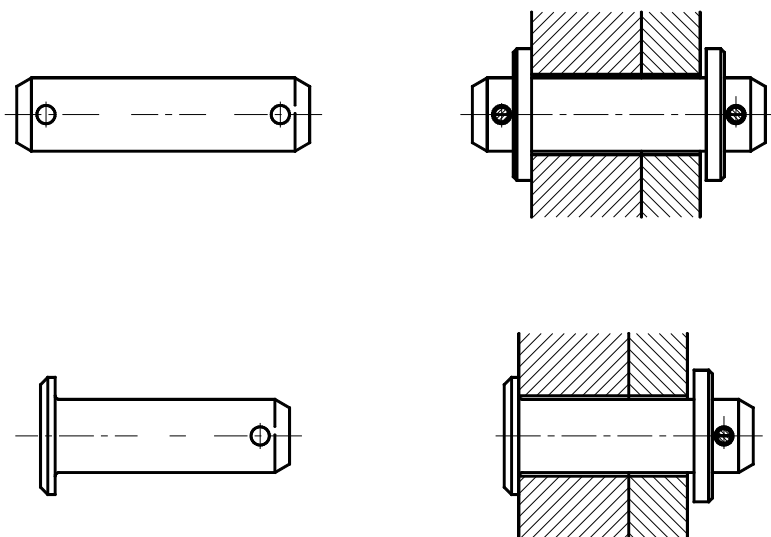
A kúpos szegek biztosítják a legpontosabb helyzetbiztosítást. Hátrányuk, hogy kúpos furatot (dörzsárazva, 1:50 kúpossággal) kell készíteni hozzá, ami drága. Kúpos szeg rajza látható a 8.81. ábrán.



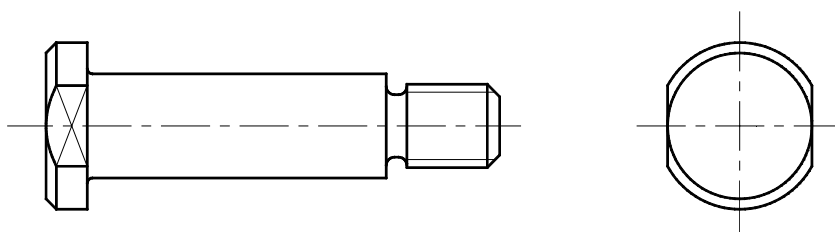
8.81. ábra

8.8.2. Csapszegek

A csapszegeket főleg csuklók, de futókerekek, görgők tengelyeinek használják. Alakjukat tekintve lehetnek fej nélküli vagy fejes csapszegek. Az illesztésük laza. Tengelyirányú rögzítésük csapszegalátét és sasszeg segítségével történik, de vannak menetes csapszegek is. A 8.82. ábra fej nélküli és fejes csapszeget, illetve csapszeges kötést ábrázol. A 8.83. ábrán menetes csapszeg rajza látható.



8.82. ábra

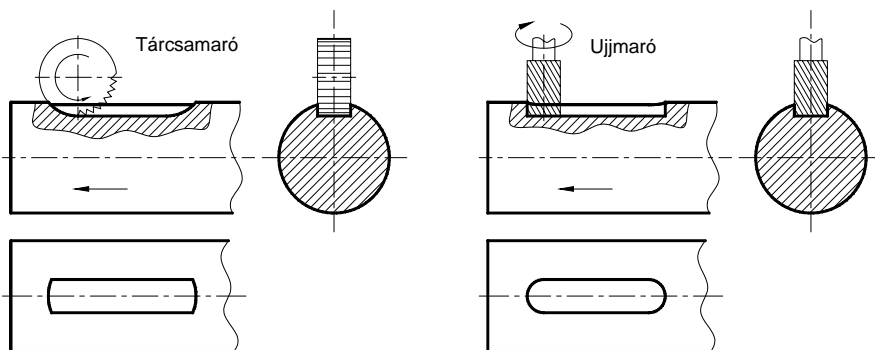


8.83. ábra

8.8.3. Ékek

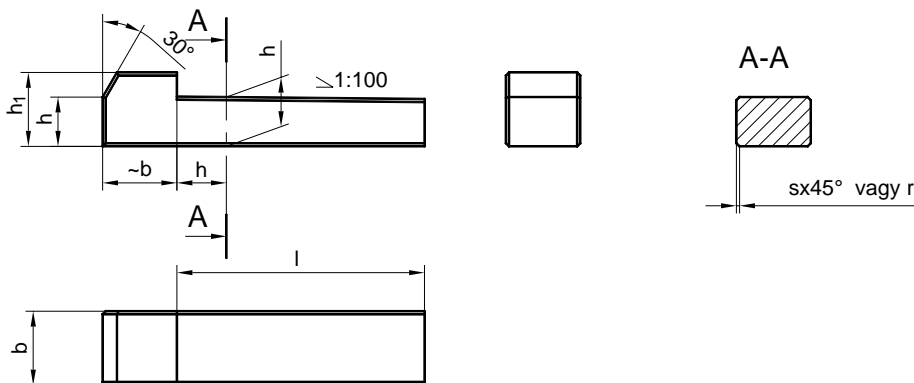
Az ék forgó mozgást átadó gépelem, tengely és a hozzákapcsolódó agy együttforgását teszi lehetővé. A beszerelése után becsúszik a két kapcsolódó elem közé, így az agy tengelyirányú rögzítése nem szükséges.

A hornyos éket tárcsamaróval készített horonyba, míg fészkes éket ujjmaróval előállított horonyba szerelik. A 8.84. ábrán a hornyok előállításának módját láthatjuk.

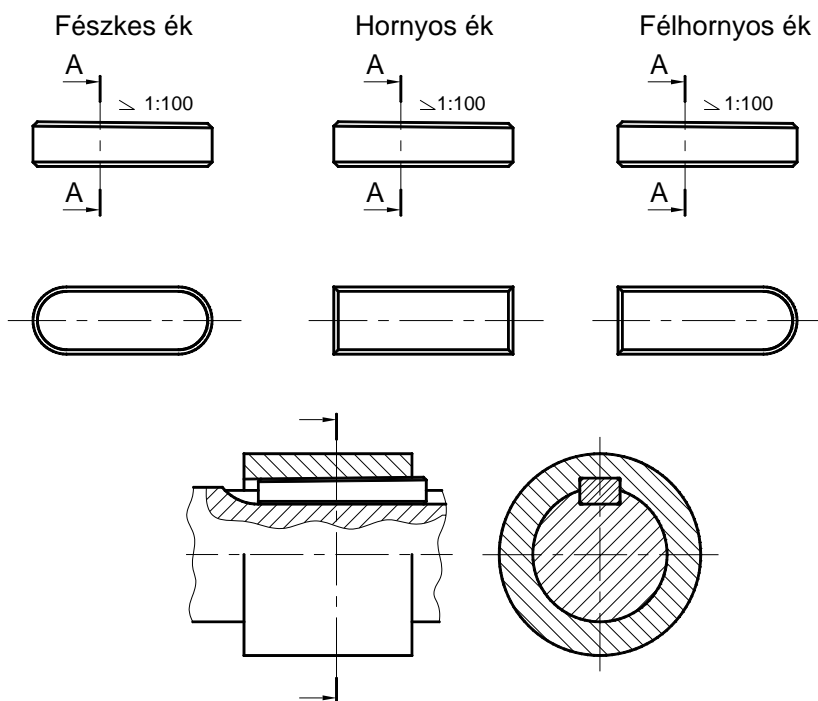


8.84. ábra

Az ék hasáb alakú, kis lejtésű (1:100) gépelem. A lejtést a rajzon nem ábrázoljuk. A 8.85. ábrán orros ék rajza látható. A 8.86. ábra fészkes, hornyos és félhornyos éket, valamint egy hornyos ékkel szerelt ékkötést ábrázol.



8.85. ábra

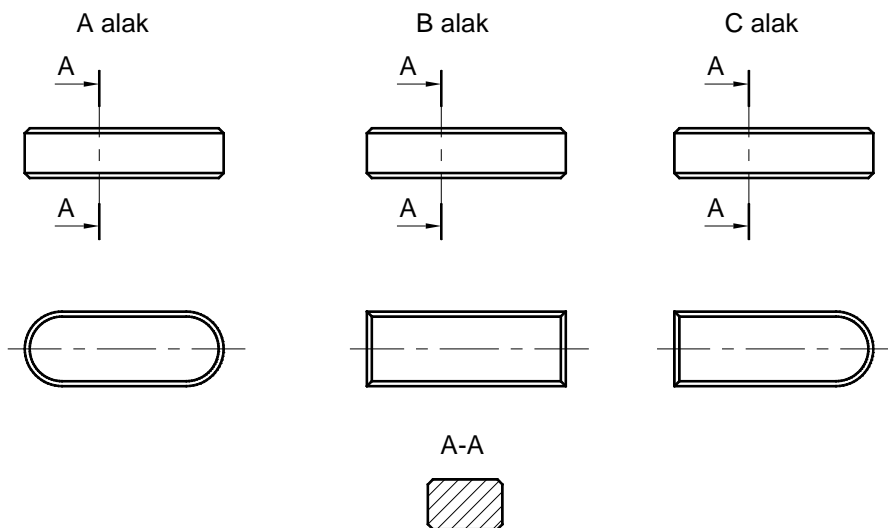


8.86. ábra

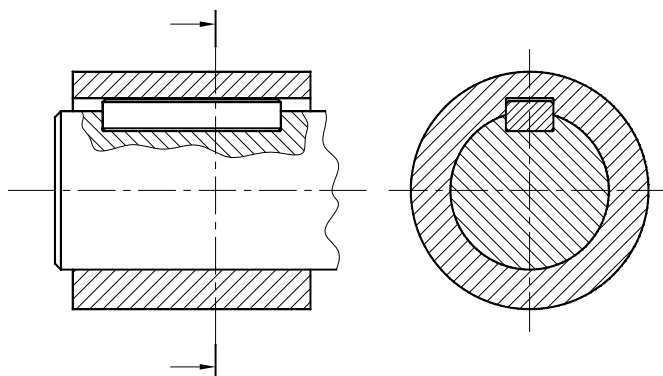
8.8.4. Reteszek

A reteszek alapvető feladata ugyanaz, mint az ékeké, együttforgó alkatrészek közötti nyomatékátvitel. Kialakításuk annyiban különbözik, hogy párhuzamos felületűek. Így összeszerelt állapotban a retesz felső síkja és az agyhorony között hézag adódik. A nyomatékátadást a retesz oldalfelülete végzi, így szétfeszítő erő nem keletkezik, ezért az agyat tengelyirányban rögzíteni kell. Előnye, hogy nem deformálja az alkatrészeket, s ahol a jó központosság követelmény (pl. fogaskerék rögzítése), ezt kell használni.

A reteszhoronyokat az ékhornyokkal azonos módon készítik. A 8.87. ábrán fészkes retesz, hornyos retesz és félhornyos retesz rajza látható. Fészkes reteszkötést mutat a 8.88. ábra.

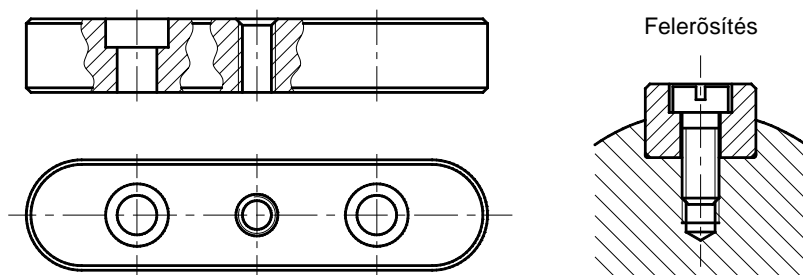


8.87. ábra



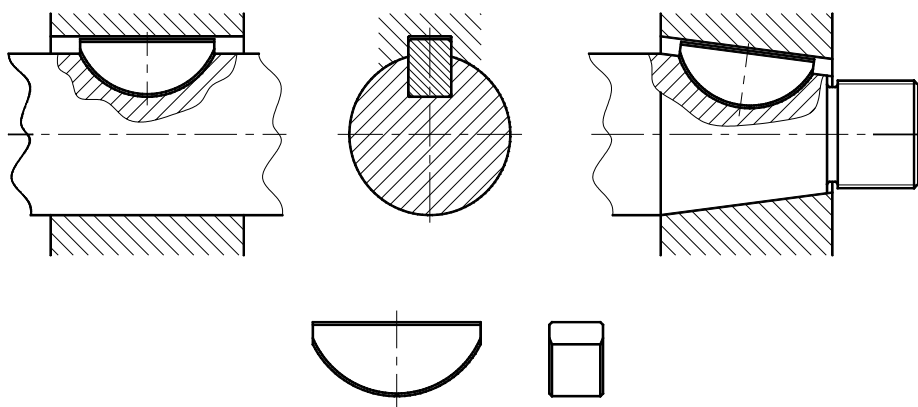
8.88. ábra

Ha az alkatrésznek a tengelyen tengelyirányban elmozgathatónak kell lennie, siklóreteszt alkalmaznak. A siklóreteszt a horonyba, a retesz hosszától függően, egy vagy két csavarral rögzítik. Hosszabb reteszek esetén, a retesz kiszerezésének megkönnyítésére, a reteszbe menetes furatot is készítenek (8.89. ábra).



8.89. ábra

Kisebbs nyomatékok átvitelére használják az íves reteszkötést. A retesz-hornycot tárcsamarróval készítik. A 8.90. ábra hengeres és kúpos tengelyvégre készített íves reteszkötést, valamint egy íves reteszt ábrázol.



8.90. ábra

A reteszek szabványos elemek. Méretük, tőrésük a megfelelő szabványokban megtalálhatók. A Gépszerkezettan II. tantárgyban még bővebben foglalkozunk velük.

8.9. Kérdések és ellenőrző feladatok

1. Miért van szükség jelképes ábrázolásra?
2. Mit jelent a jelképes ábrázolás?
3. Mit jelent a jelképes jelölés?
4. Hogyan keletkezik a csavarvonal?
5. Mi a csavarmenet?
6. Mik a csavarmenet jellemzői? Hogyan jelöljük azokat?
7. Milyen menetfajtákat ismer?
8. Hogyan ábrázolhatjuk a csavarmeneteket?
9. Melyek az orsó- és anyamenet jelképes ábrázolásának szabályai? Szemléltesse rajzban!
10. Rajzoljon ábrát összeszerelt menetes alkatrészekről! (Nézet, metszet.)
11. Ismertesse a csavarmenet méretmegadásának jellemzőit!
12. Hogyan ábrázoljuk, méretezzük egyszerűsítve a kisméretű menetes furatokat?
13. Mi a bordázott kötés?
14. Ábrázoljon párhuzamos- és evolvens profilú bordástengelyt nézetben, metszetben!
15. Ábrázoljon párhuzamos- és evolvens profilú hornyos agyat nézetben, metszetben!
16. Milyen esetben kell kirajzolni a bordát?
17. Hogyan ábrázoljuk a bordás kötetést nézetben, metszetben? Hogyan adjuk meg bordástengely és hornyos furat méretét egyszerűsített módon?
18. Ismertesse a fogazat fő jellemzőit!
19. Hogyan ábrázoljuk egyszerűsítve a hengeres fogaskereket?
20. Hogyan ábrázoljuk egyszerűsítve a kúpogaskereket?
21. Hogyan ábrázoljuk egyszerűsítve a csigát és csigakereket?
22. Hogyan ábrázoljuk egyszerűsítve a fogaslécet és a fogasívet?
23. Hogyan ábrázoljuk egyszerűsítve a lánc- és kilincskereket?
24. Ábrázoljon kapcsolódó hengeres fogaskerékpárt!
25. Ábrázoljon kapcsolódó kúpogaskerékpárt!
26. Ábrázoljon kapcsolódó csigahajtást!
27. Hogyan ábrázolható lánchajtás?
28. Milyen rugó fajtákat ismer?
29. Hogyan ábrázolhatjuk a különböző rugó fajtákat? Szemléltesse rajzban!
30. Milyen adatokat kell megadni a rugók műhelyrajzán?

31. Hogyan ábrázolhatjuk a hegesztett kötéseket?
32. Hogyan ábrázolunk szakaszos varratot?
33. Ismertesse a gyakrabban használt hegesztési varratok alapjeleit!
34. Ismertesse a hegesztési varratok kiegészítő jeleit!
35. Melyek a hegesztési varratok kiegészítő adatai?
36. Milyen elemekből tevődik össze a hegesztési varratot jelölő rajzjel?
37. Rajzoljon csavarkötést hatlapfejű csavarral, hatlapú anyával és lapos alátéttel!
38. Rajzoljon csavarkötést belső kulcsnyílású csavarral!
39. Rajzoljon ászokcsavar kötést!
40. Rajzoljon csavarkötést illesztő csavarral, hatlapú anyával és lapos alátéttel!
41. Sorolja fel a leggyakrabban használt csavarbiztosításokat!
42. Rajzoljon példát csavarbiztosításokra!
43. Rajzoljon példát hengeres és kúpos szeg kialakítására!
44. Rajzoljon fej nélküli és fejes csapszeget!
45. Rajzoljon csapszegkötést fej nélküli és fejes csapszeggel!
46. Rajzoljon menetes csapszeget!
47. Rajzoljon ékkötést két vetületben!
48. Rajzoljon reteszkötést két vetületben!
49. Rajzoljon példát siklóretesz rögzítésére!
50. Rajzoljon példát íves reteszkötésre, hengeres és kúpos tengelyvégre!

Felhasznált irodalom

- Bándy Alajos: *Műszaki ábrázolás*. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1999.
- Fenyvesi Tibor: *A műszaki rajz alapjai – Géprajzi ismeretek*. Tankönyvmester Kiadó, Budapest, 2001.
- Labisch, S. – Weber, C.: *Technisches Zeichnen*. GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2004.
- Medvecký – Cillik – Barysz – Zarnay – Hrčeková – Bronček – Kucera: *Základy konstruovania*. EDIS-vydavateľstvo ZU, 1999.
- Seres Béla: *Gépszerkezettan I. (Ábrázoló geometria)*. GAMF Sokszorosító, Kecskemét, 1976.
- Tóth – Lászlóné – Háromi: *Géprajz, gépelemek (Géprajz)*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1983.
- Szabványok