

Fenyvessy Tibor

A műszaki rajz alapjai
Géprajzi ismeretek

6. kiadás

Tankönyvmester Kiadó,
Budapest

A Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet javaslatára a tankönyvet a szociális és munkaügyi miniszter a 17852-3/2007-SZMM számon 2012. augusztus 31-ig tankönyvvé nyilvánította.

Lektor: Nádasdy Ferenc

© Fenyvessy Tibor, 2001, 2003, 2004, 2006, 2007, 2008

© Tankönyvmester Kiadó, 2001, 2003, 2004, 2006, 2007, 2008

Felelős szerkesztő: Putankó Anna

Borítóterv: Szlovencsák Ádám

Az ábrák a szerző saját munkái

6. kiadás

Felelős kiadó: a Tankönyvmester Kiadó ügyvezetője

ISBN 978 963 9668 94 2

A tankönyv megrendelhető:

Tankönyvmester Kiadó

1141 Budapest,

Fogarasi út 111.

Tel.: 220-22-37

Fax: 221-05-73

www.tankonyvmester.hu

e-mail: info@tankonyvmester.hu

A könyv formátuma: A/4

Terjedelme: 21 (A/5) ív

Azonossági szám: TM-11012/3

Készült az MSZ 5601:1983 és 5602:1983 szerint

Szedés, nyomdai előkészítés: Tankönyvmester Kiadó

Nyomta és kötötte: Regisztr Kiadó és Nyomda Kft., Budapest

Tartalomjegyzék

ELŐSZÓ	5
BEVEZETÉS	7
1. ÁBRÁZOLÁS METSZETEKKEK	9
1.1. A metszeti ábrázolás elve és jelölése	9
1.2. A metszetek fajtái	11
1.2.1. Egyszerű metszetek	11
1.2.2. Összetett metszetek	13
1.3. Szelvények rajzolása	15
1.4. A metszeti ábrázolás szabályai	17
2. GÉPRAJZI EGYSZERŰSÍTÉSEK ÉS KÜLÖNLEGES ÁBRÁZOLÁSOK	20
2.1. Áthatások egyszerűsített ábrázolása	20
2.2. Részvetületek alkalmazása	21
2.2.1. Szimmetrikus tárgyak ábrázolása félvetülettel	21
2.2.2. Törésvonallal megszakított ábrázolás	21
2.2.3. Résznézet	22
2.2.4. A nézetrendtől eltérő elhelyezésű résznézet	23
2.2.5. Helyi nézet	23
2.2.6. Kiemelt részlet	23
2.2.7. Ismétlődő alakzatok ábrázolása	24
2.3. Különleges ábrázolási módok	24
2.3.1. Síkfelület jelölése átlókkal	24
2.3.2. Alakítás előtti alak rajzolása	24
2.3.3. Csatlakozó alkatrészek szemléltetése	24
2.3.4. Mozgó alkatrészek szélső helyzete	25
2.3.5. Áttetsző vagy átlátszó tárgyak ábrázolása	25
2.3.6. Metszősík előtti részek körvonalának ábrázolása	25
2.3.7. Recézés jelölése	26
3. FELVÉTELI VÁZLAT KÉSZÍTÉSE	27
3.1. Vázlatkészítés a befoglaló formából kiindulva	27
3.2. Vázlatkészítés elemekből felépítve	29
4. MÉRETMEGADÁS A MŰSZAKI RAJZOKON	31
4.1. A méretmegadás általános előírásai	31
4.2. Különleges méretmegadások és egyszerűsítések	35
4.3. Szabványos tárgyrészek méretmegadása	40
4.3.1. Kúpos és lejtős tárgyrészek méretmegadása	40
4.3.2. Központfuratok méretmegadása	42
4.3.3. Lekerekítések és beszúrások méretmegadása	43
4.3.4. Recézés jelölése és méretmegadása	44
4.4. A mérethálózat kialakítása	45
4.4.1. Láncszerű méretmegadás	45
4.4.2. Bázistól kiinduló méretmegadás	45
4.4.3. Méretmegadás koordinátákkal	47
4.4.4. Kombinált méretmegadás	48
4.5. Műszaki követelmények szöveges megadása	48
5. FELÜLETI ÉRDESSÉG	50
5.1. Alapfogalmak, geometriai jellemzők	50
5.2. Az érdekességi jellemzők és mérőszámaik	51
5.3. Az érdekességi jelek és mérőszámok elhelyezése a rajzon	53

6. TŰRÉSEK ÉS ILLESZTÉSEK	59
6.1. Alapfogalmak, elnevezések	59
6.2. Mérettűrések megadása a rajzon	61
6.2.1. Hosszmérettűrések	61
6.2.2. Szögmérettűrések	63
6.2.3. Kúpok tűrései	64
6.2.4. Profilok méretmegadása és tűrésezése	65
6.3. A tűrések és illesztések ISO rendszere	66
6.3.1. Tűrésfokokozatok és tűrésnagyságok	66
6.3.2. Szabványos alapeltérések	67
6.3.3. Határméretek meghatározása	68
6.3.4. Az illesztések ISO rendszere	75
6.4. Összefüggés a tűrésnagyság és a felületminőség között	79
6.5. Alak- és helyzettűrések jelölése a rajzon	80
6.5.1. Az alak- és helyzettűrésezés rajzjelei	80
6.5.2. A tűréskeret kialakítása és adatai	81
6.5.3. Példák és értelmezésük	83
7. GÉPELEMEK ÁBRÁZOLÁSA	87
7.1. Csavarmenetek és menetes alkatrészek ábrázolása	87
7.1.1. A csavarment előállítás, menetfajták	87
7.1.2. A csavarorsó és az anyamenet jelképes ábrázolása	88
7.1.3. Csavarmentek méretmegadása	91
7.1.4. Csavarok, anyák és tartozékaik	96
7.1.5. Csavarkötések és csavarbiztosítások ábrázolása	98
7.2. Ék-, retesz- és bordás kötések ábrázolása	102
7.2.1. Ékek és ékkötések ábrázolása	102
7.2.2. Reteszek és reteszkötések ábrázolása	104
7.2.3. Bordás kötés ábrázolása	106
7.3. Szegek, csapszegek és rögzítő elemek ábrázolása	109
7.3.1. Szegek és szegkötések ábrázolása	109
7.3.2. Csapszegek és csapszeges kötések ábrázolása	111
7.3.3. Állító- és rögzítőgyűrűk ábrázolása	112
7.4. Csapágyak ábrázolása	115
7.4.1. Siklócsapágyak ábrázolása	115
7.4.2. Gördülőcsapágyak ábrázolása	117
7.5. Fogazott gépelemek ábrázolása	125
7.5.1. A fogazat elnevezései és adatai	125
7.5.2. A fogazat egyszerűsített ábrázolása	126
7.5.3. Kapcsolódó fogazott gépelemek ábrázolása	128
7.5.4. Fogazott gépelemek alkatrészrajzai	130
7.6. Rugók ábrázolása	135
7.6.1. Rugók fajtái és ábrázolásuk	135
7.6.2. Rugók alkatrészrajza	138
7.6.3. Rugóbeépítések ábrázolása	140
7.7. Nem oldható kötések ábrázolása	141
7.7.1. Szegecsek és szegecskötések ábrázolása	141
7.7.2. Hegesztési varratok ábrázolása rajzjelekkel	144
7.7.3. Egyéb, nem oldható kötések ábrázolása	151
FELADATGYŰJTEMÉNY	153

ELŐSZÓ

Ez a **Műszaki rajz alapjai. Géprajzi ismeretek** c. könyv, amit kezében tart a kedves Olvasó, a Tankönyvmester Kiadó tankönyvcsaládjának egyik alapozó tankönyve.

A műszaki élet bármely területén nagy fontosságú a rajztudás, aminek alapjait a középiskolai tanulmányok során kell elsajátítani annak érdekében, hogy később sem a rajzi gondolatközlés, sem pedig a rajzolvasás ne okozzon gondot.

Ehhez nyújtanak segítséget a Kiadó rajztankönyvei.

A **Műszaki rajz alapjai** c. sorozat a következő négy kötetből áll: *Síkmértan, Térmértan, Géprajzi ismeretek, Villamos rajzi alapismeretek*. Ezek közül az első kettő összefoglalja a mértani szerkesztésekkel, ábrázoló geometriával kapcsolatos alapismereteket, és megismerteti az Olvasót a hagyományos kézi rajzkészítés és szerkesztés fortélyjaival. A második két kötet a gépészeti, ill. a villamos szakrajz alapismereteit tárgyalja.

Mind a négy kötethez tartozik egy-egy feladatgyűjtemény. Ezeknek **Műszaki rajz feladatok** a sorozatcíme, és az egyes kötetek címei megegyeznek a tankönyvek címeivel.

Napjainkban egyre növekszik a számítógépes rajzkészítés jelentősége. Ennek elsajátításához nyújtanak segítséget a Kiadó következő kötetei.

A **CAD alapismeretek** c. kötet az AutoCAD és a CADkey programokon keresztül vezeti be az Olvasót a számítógépes tervezés, rajzolás, gyártás rendszerébe.

A **Számítógéppel segített rajzolás** c. sorozat a *Síkbeli ábrázolás* és *Térbeli ábrázolás* kötetekből áll. A könyvek a 2D-s és 3D-s ábrázolási módokat ismertetik. Gyakorlás céljára készült az **AutoCAD feladatgyűjtemény** c. kötet.

A Tankönyvmester Kiadó rajztankönyvei a következők.

TM-11012/1 Fóris Tibor: **A műszaki rajz alapjai. Síkmértan,**

TM-11012/2 Fóris Tibor: **A műszaki rajz alapjai. Térmértan,**

TM-11012/3 Fenyvessy Tibor: **A műszaki rajz alapjai. Géprajzi ismeretek,**

TM-11012/4 Lándor Béláné–Molnár Ervin: **A műszaki rajz alapjai. Villamos rajzi alapismeretek,**

TM-11012/5 Pintér Miklós: **Számítógéppel segített rajzolás. Síkbeli ábrázolás,**

TM-11012/6 Pintér Miklós: **Számítógéppel segített rajzolás. Térbeli ábrázolás,**

TM-11012/7 Vetró Zoltán: **CAD alapismeretek,**

TM-11212/1 Fóris Tibor: **Műszaki rajz feladatok. Síkmértan,**

TM-11212/2 Fóris Tibor: **Műszaki rajz feladatok. Térmértan,**

TM-11212/3 Fenyvessy Tibor: **Műszaki rajz feladatok. Géprajzi ismeretek,**

TM-11212/4 Molnár Ervin: **Műszaki rajz feladatok. Villamos rajzi alapismeretek,**

TM-11212/5 Szentgyörgyiné Gyöngyösi Éva–Fodor Gábor: **AutoCAD feladatgyűjtemény.**

Eredményes tanulást és szakmai sikereket kíván minden kedves Olvasójának a

Tankönyvmester Kiadó

BEVEZETÉS

A szakemberek számára a gondolatközlés legcélszerűbb formája a műszaki rajz. A műszaki ábrázolás szabályait nemzetközi szabványok (ISO, EN) írják elő, ezért a műszaki rajz a szakemberek „világnyelve”. A rajznak olyan egyértelmű információk formájában kell tartalmazni egy alkatrész, ill. szerkezet alakjára, méreteire, pontosságára és az egyéb műszaki követelményekre vonatkozó előírásokat, ami alapján jó minőségű és működőképes termék állítható elő.

A gépipar területén használatos műszaki rajzokat (pl. alkatrészrajzokat, összeállítási rajzokat) géprajznak nevezzük. A géprajzok megértéséhez

- ábrázoló geometriai ismeretekre,
- a műszaki rajzokra vonatkozó általános szabványismeretekre és
- a gépalkatrészek egyszerűsített (jelképes) ábrázolására vonatkozó szabványismeretekre

van szükség.

A géprajzokon alkalmazott ábrázolási megoldásokat (nézeteket, metszeteket, csavarmenetek jelképes jelölését, fogazat ábrázolását, hegesztési varratok előírását rajzjelekkel stb.) ezért mind az alkatrészeket előállító szakmunkásoknak, mind pedig a szerelő, javító és karbantartó munkákat végző szakembereknek meg kell ismerniük.

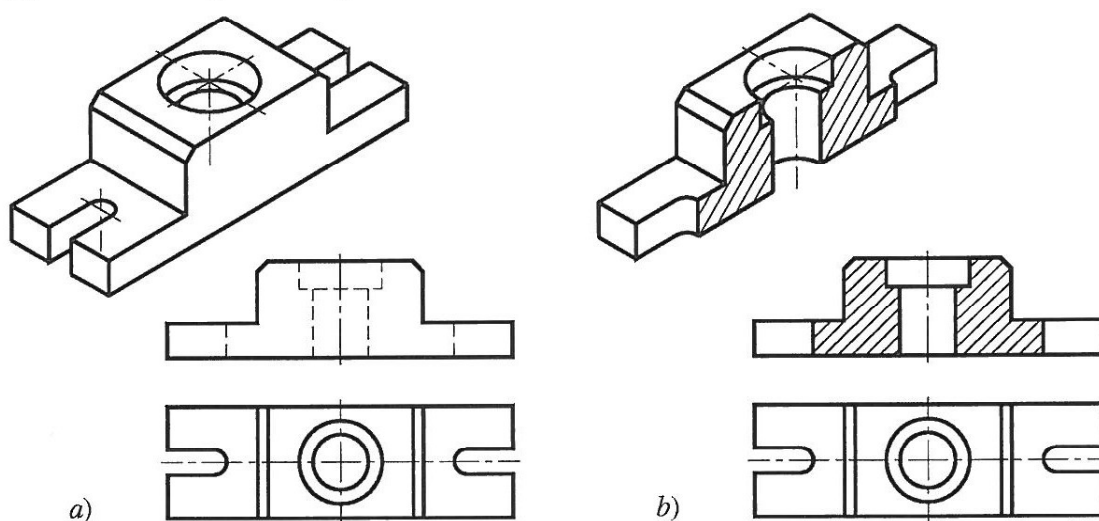
Ez a tankönyv a gépész jellegű szakképesítéseket tanuló diákok számára készült. Tartalmazza a gépalkatrészek műszaki ábrázolásának lehetőségeit és a gépelemek valóságghű, egyszerűsített, ill. jelképes ábrázolásának a megoldásait.

Az egyes témákhoz gyakorló feladatok találhatók a feladatgyűjteményben, amelyek megoldása a megismert szabályok, elvek stb. gyakorlati alkalmazását és ezáltal a megszerzett tudás elmélyítését teszi lehetővé. A fejezetek végén elhelyezett ellenőrző kérdések a tanultak újbóli átgondolására és rögzítésére alkalmasak.

A gépipari műszaki rajz – a szakismereti, a technológiai és az anyagismereti tantárgyakkal egyetemben – fontos része a szakmai műveltségnek. Elsajátításához kíván segítséget nyújtani ez a tankönyv.

1. ÁBRÁZOLÁS METSZETEKKEKEL

A tárgyakat a műszaki rajzokon vetületeikkel ábrázoljuk. A vetületképzés ábrázoló geometriai alapjait – a merőleges és párhuzamos vetítés elvét – részletesen tartalmazza a Tankönyvmester Kiadó: **A műszaki rajz alapjai. Térmértan** c. könyve. Ebből ismerhettük meg a különféle mértani testek és síkmetszései ábrázolását vetületekkel, palástkiterítésekkel (hálórakjzokkal) és axonometrikusan. Az eddigiekben a tárgyakat nézeteikkel ábrázoltuk. A nézeti vetületeken a test takart éleit vékony, szaggatott vonallal rajzoltuk meg.



1.1. ábra. Furatos alkatrész ábrázolása

Az alkatrészek belső részleteit (pl. a furatokat és a hornyokat) nézeti képen nem látjuk, ezért ezeket is szaggatott vonallal kell ábrázolni (1.1.a) ábra). Bonyolult tárgyak esetén a sok szaggatott vonal nehezíti a rajz megértését, ezért ezeknél nem célszerű a nézeti vetület alkalmazása.

Az üreges, furatos stb. tárgyak belső kialakítása szemléletesen bemutatatható, ha a tárgyat képzeletben kettévágott állapotban ábrázoljuk. Ezt a módszert metszeti ábrázolásnak nevezzük.

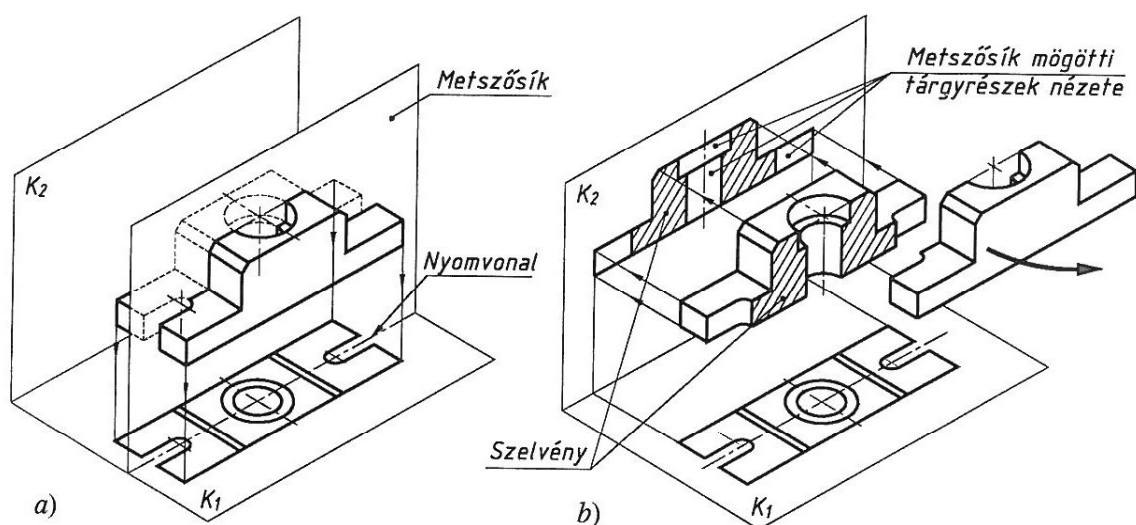
Furatos és hornyos alkatrész metszeti ábrázolása látható a 1.1.b) ábrán.

1.1. A metszeti ábrázolás elve és jelölése

Kövessük végig a metszeti kép létrehozásának menetét az előző példában látható tárgy esetén! Először kettévágjuk az alkatrészt a furat és a hornyok szimmetriasíkjával megegyező helyzetű metszősíkkal (1.2.a) ábra). Figyeljük meg, hogy a metszősík merőleges helyzetű a K1 képsíkra és azt a felülnézeti vetület szimmetriatengelyének vonalán metszi!

A metszősík és a képsík metszésvonalát nyomvonalnak nevezzük. A műszaki rajzokon a nyomvonalat vékony pontvonallal rajzoljuk, és ezzel mutatjuk meg a metszősík helyzetét.

Természetesen a két részre metszés csak képzeletben történik, a valóságban – az ábrázolás érdekében – sohasem vágunk szét tárgyakat. Viszont el kell tudnunk képzelni azokat ilyen állapotban. A tankönyvben található szemléltető ábrák sokat segítenek ebben és majd egy-egy feladat megoldásához magunk is készíthetünk hasonlókat.



1.2. ábra. A metszeti kép keletkezése

Az elmetezett tárgy metszősík előtti darabját elvéve, a megmaradt részen láthatóvá válik a belső kialakítás. Ábrázoljuk ezt a részt a merőleges vetítés eddig tanult szabályai szerint (1.2.b) ábra)! Az így létrehozott vetületi kép neve a *metszet*.

Azt a felületet, ahol a metszősík anyagot vágott szelvénynek nevezzük, és a metszeti vetületen kb. 2–4 mm-es sűrűségű, 45°-os vékony vonalzáttal jelöljük (besraffozzuk).

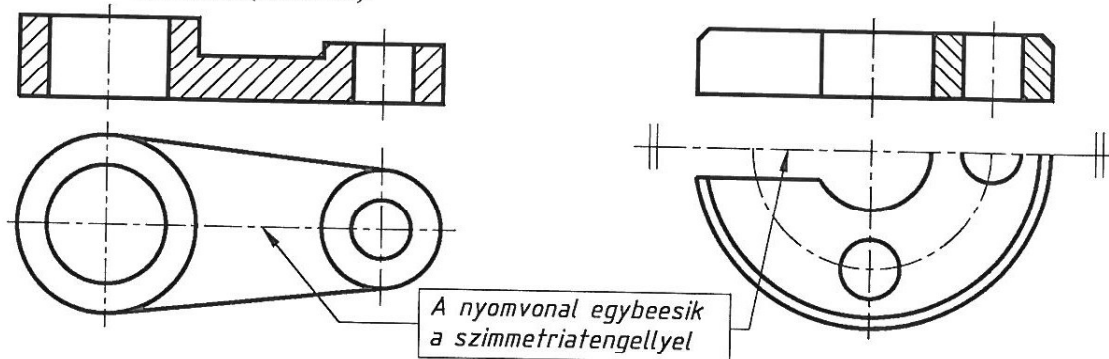
A metszeti kép két részből tevődik össze:

- magából az elmetezett felületből (vagyis a szelvényből, amit bevonalkáztunk), és
- a metszősík mögötti tárgy rész nézeti képéből (a furat- és a horonyfelület nézetéből).

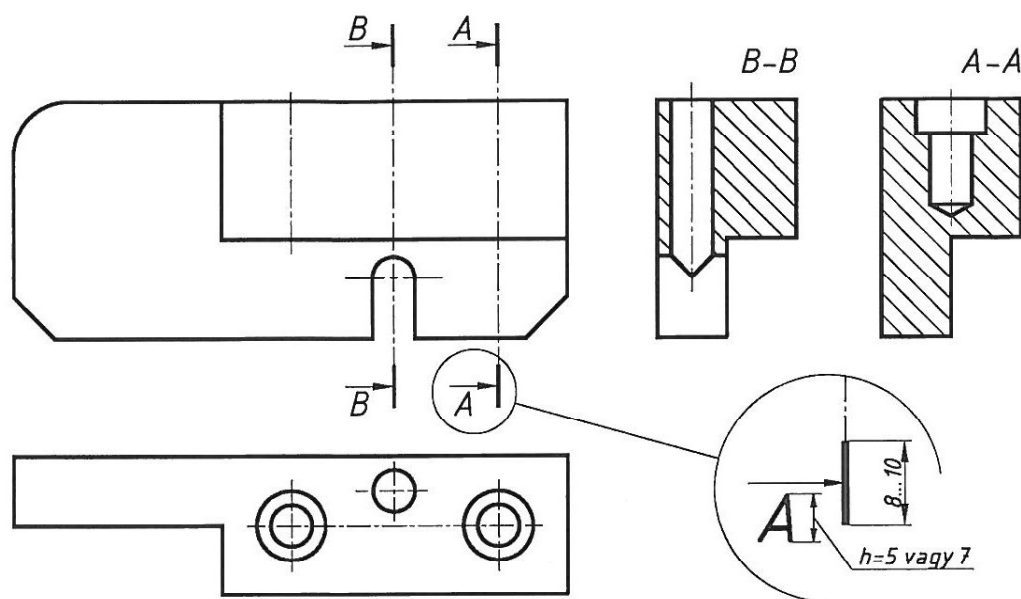
A metszeti vetület csak akkor egyértelmű, ha pontosan tudjuk, hogy hol lett elmetezve a tárgy. Ezt a metszősík nyomvonala mutatja. Ezért fontos, hogy a nyomvonal helye a rajzról egyértelműen megállapítható legyen.

A nyomvonal jelölésének szabályai:

- nem kell jelölni a nyomvonalat, ha egyértelmű a metszősík helyzete, azaz
 - a metszősík a tárgy szimmetriasíkjával egybeesik,
 - a tárgyról csak egyetlen metszetet készítünk és
 - a metszeti képet a vetületrendnek megfelelően helyezzük el (1.3. ábra);
- minden más esetben jelölni kell a nyomvonalat, mégpedig
 - a nyomvonalat H-típusú vonallal kell megrajzolni,
 - a vetítés irányát vékony száru nyíllal kell jelölni és
 - a metszősíkkal létrehozott metszeti vetületet és a nyomvonalat nagybetűkkel kell azonosítani (1.4. ábra).



1.3. ábra. A metszősík helyzete egyértelmű



1.4. ábra. A nyomvonal jelölése

1.2. A metszetek fajtái

A különféle 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.

1.2.1. Egyszerű metszetek

Amennyiben egy alkatrészben levő furatok, hornyok stb. középvonalai egy síkba esnek, akkor ezek metszeti ábrázolása könnyen megvalósítható.

Az egyetlen metszősíkkal képezett metszetet egyszerű metszetnek nevezzük.

Az ábrázolói gyakorlatban az egyszerű metszetek különféle megoldásait alkalmazzuk, ezekre látunk példákat a következőkben.

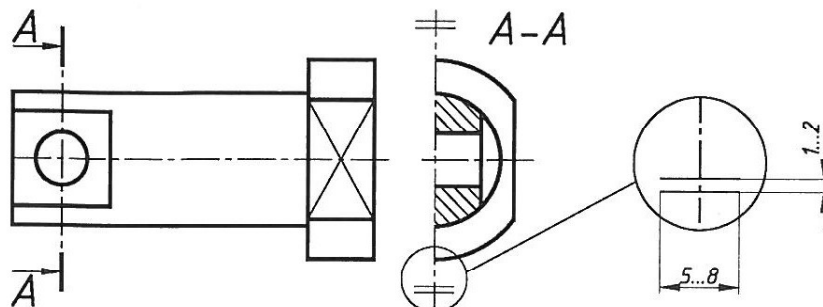
Teljes metszet. Ha az alkatrész belső tagoltsága indokolja, akkor teljes terjedelmében elmeteszve ábrázoljuk (1.3. és 1.4. ábrák).

Félmetszet. Szimmetrikus metszeti vetület esetén megtehetjük, hogy a vetületnek csak az egyik felét rajzoljuk meg, ez a félmetszet (1.5. ábra). Ezáltal rajzi munkát takarítunk meg és a rajz kisebb helyet foglal el a rajzlapon. A félvetület alkalmazására a szimmetriatengely végein elhelyezett merőleges vonalpárral kell felhívni a figyelmet.

Félnézet-félmetszet. Olyan tárgyak esetén alkalmazzuk, amelyeknek a nézeti és a metszeti vetülete egyaránt szimmetrikus (1.6. ábra). Gyakori és szemléletes ábrázolási megoldás, hiszen egyidejűleg mutatja a tárgy külső, ill. belső formáját. Azt, hogy a vetület melyik fele legyen a nézet és melyik a metszet, magunk dönthetjük el.

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

- A félnézeti részen a takart részek szaggatott vonalas ábrázolása szükséges.
- Nem eshet látható él a szimmetriatengelyre. Ha mégis van a félnézet-félmetszet határán kisebb külső vagy belső él, akkor ún. túltörést kell alkalmazni (1.7. ábra).

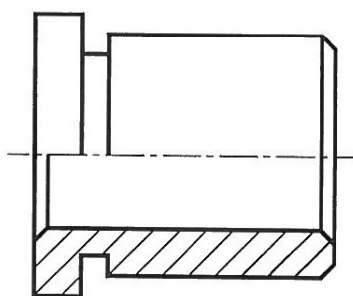


1.5. ábra. Félmetszet

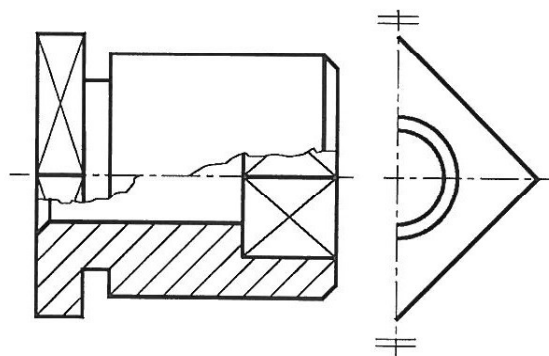
Kitöréses metszet. A tömör tárgyakban levő kisebb furatok, hornyok stb. bemutatására alkalmazzuk (1.8. ábra). A metszés határát vékony, egyenes vagy szabadkézi törésvonallal rajzoljuk meg, legalább 2–3 mm távolságot hagyva a kontúrvonalaktól.

Részmetszet. Olyan esetben alkalmazzuk, amikor egy tárgy részvetületén furatok, hornyok stb. találhatók (1.9. ábra).

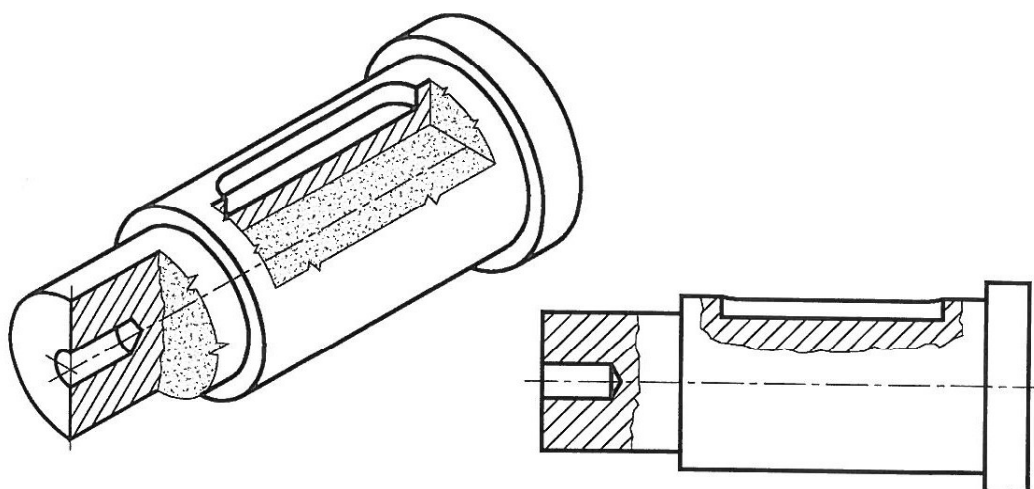
Kiemelt részlet. Akkor alkalmazzuk, amikor egy tárgy kis méretű részletét – a méretmegadás és a jobb bemutatás érdekében – felnagyítva ábrázoljuk metszetben (1.10. ábra).



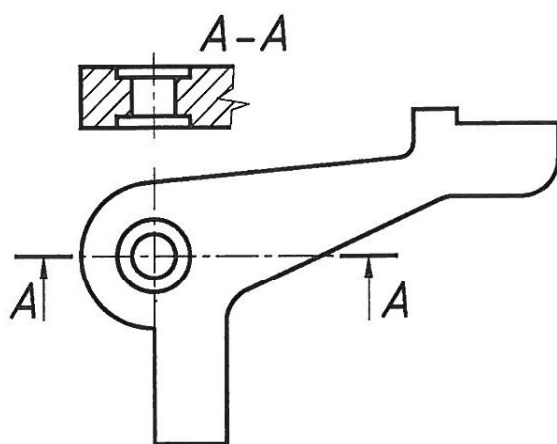
1.6. ábra. Félnézet-félmetszet



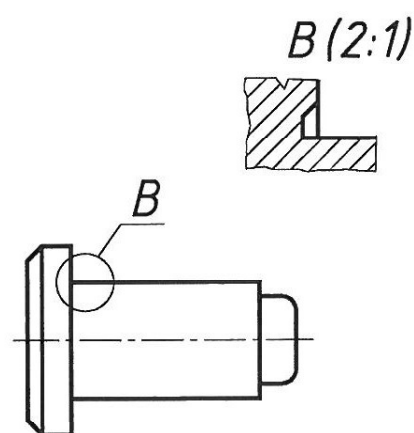
1.7. ábra. Túltörés



1.8. ábra. Kitöréses metszet



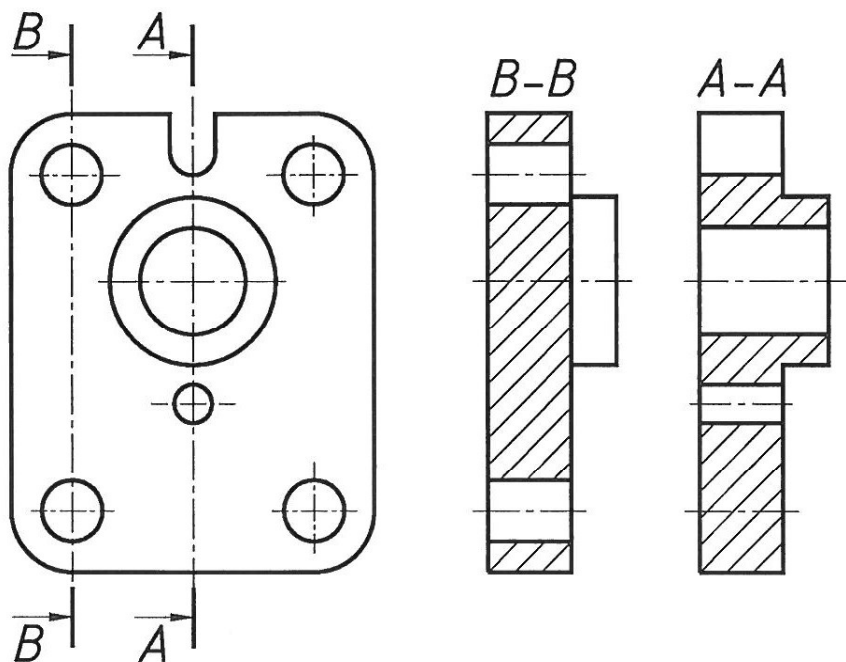
1.9. ábra. Részmetszet



1.10. ábra. Kiemelt részlet

1.2.2. Összetett metszetek

Ha az alkatrészben levő furatok tengelyei nem egy síkban helyezkednek el, akkor egyetlen metszősík nem elegendő valamennyi bemutatására. Ezért az ilyen tárgyakat több egyszerű metszettel tudnánk csak egyértelműen ábrázolni (1.11. ábra). Figyeljük meg, hogy a teljes metszetek elég sok felesleges részletet tartalmaznak, és a helyigényük miatt sem előnyösek! Ezért nem ezt a megoldást fogjuk választani.



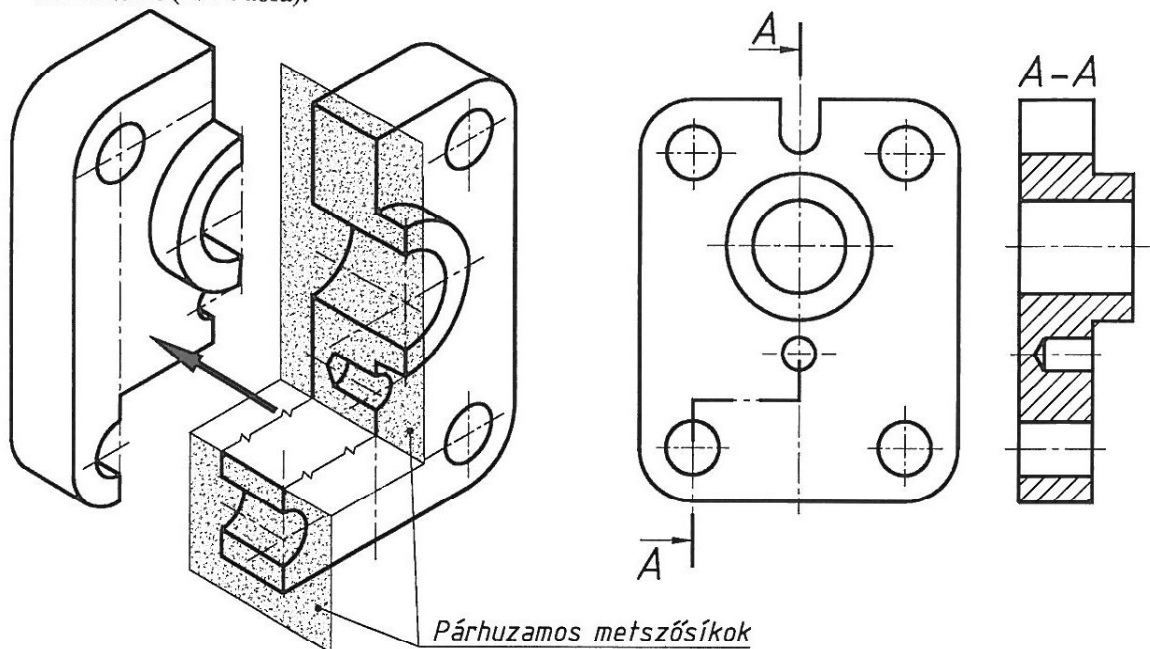
1.11. ábra. Ábrázolás több egyszerű metszettel

Az olyan tárgyakat, amelyeken a metszendő részek nem esnek egy síkba, ún. összetett metszet alkalmazásával célszerű ábrázolni.

Az összetett metszet két vagy több metszősíkkal létrehozott részmetsetből álló vetületi kép.

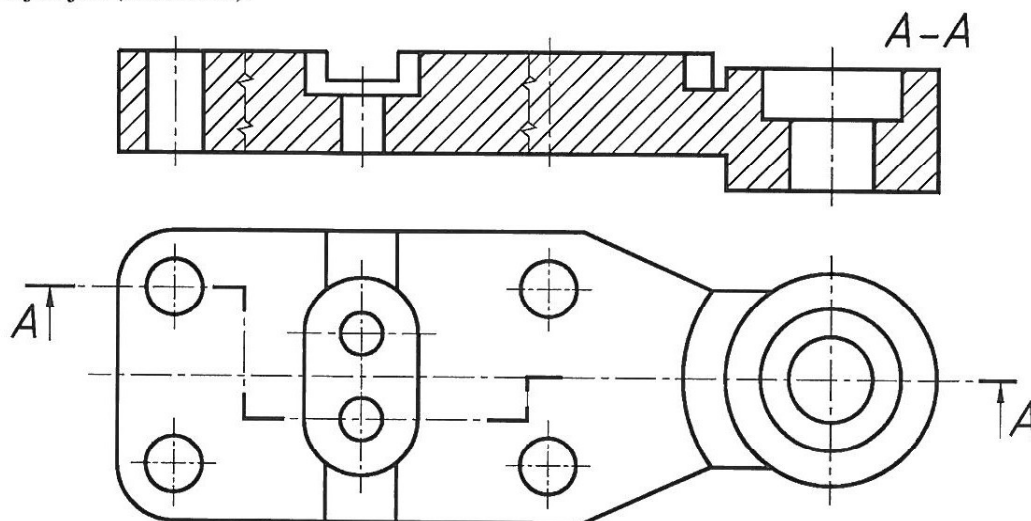
A műszaki rajzokon alkalmazott alaptípusai a *lépcsős metszet* és a *befordított metszet*, de – az ábrázolás egyértelműségének követelményét betartva – megengedett ezek kombinációja is.

Lépcsős metszet. Egymással párhuzamos helyzetű metszősíkokkal létrehozott részmetszetekből összetett metszet (1.12. ábra).



1.12. ábra. Lépcsős metszet

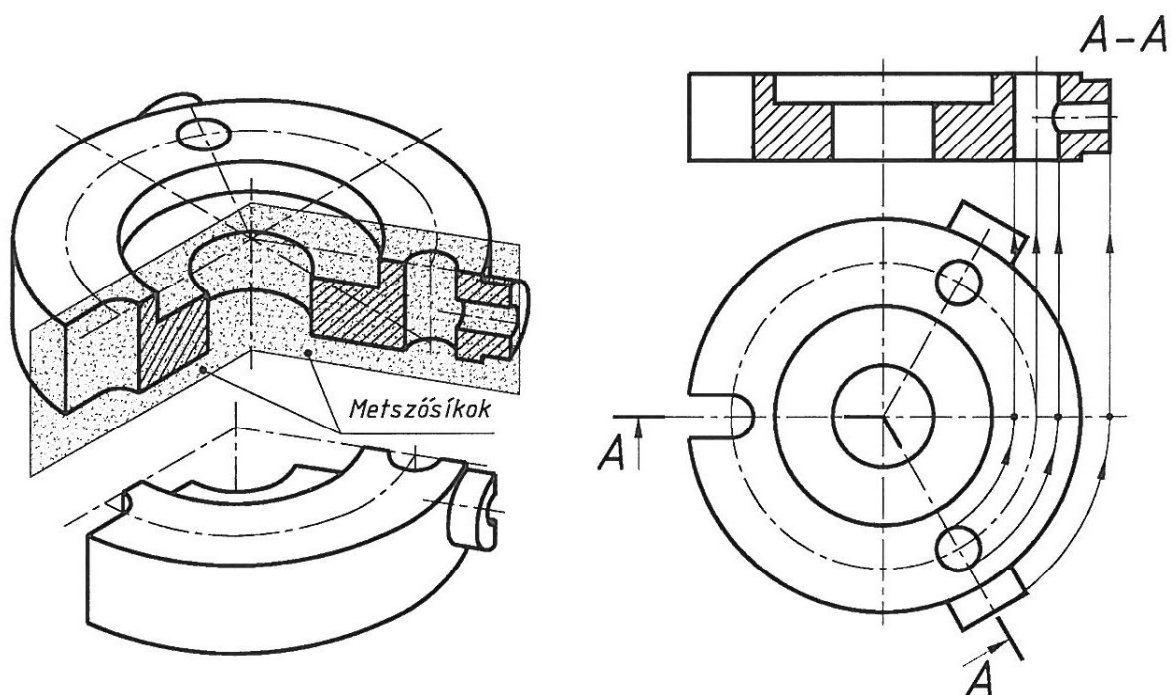
Lépcsős metszet kettőnél több párhuzamos síkkal létrehozott részmetszetből is képezhető. A metszeti képen a részmetszetek határvonalát nem szükséges jelölni, mert az a metszősíkok nyomvonala alapján egyértelműen megállapítható. Ha mégis szeretnénk az összetett metszetre felhívni a figyelmet, akkor vékony törésvonallal jelöljük az egyes metszetrészek határát, és a vonalzatukat fél osztással elcsúsztatva rajzoljuk (1.13. ábra).



1.13. ábra. Lépcsős metszet a részmetszetek határainak jelölésével

Befordított metszet. Egymást metsző – szögben csatlakozó – síkokkal létrehozott részmetszetekből álló metszet. Gyakran alkalmazzuk tárcsák, karimák, fedelek, szögemelő stb. furatainak és hornyainak ábrázolására (1.14. ábra).

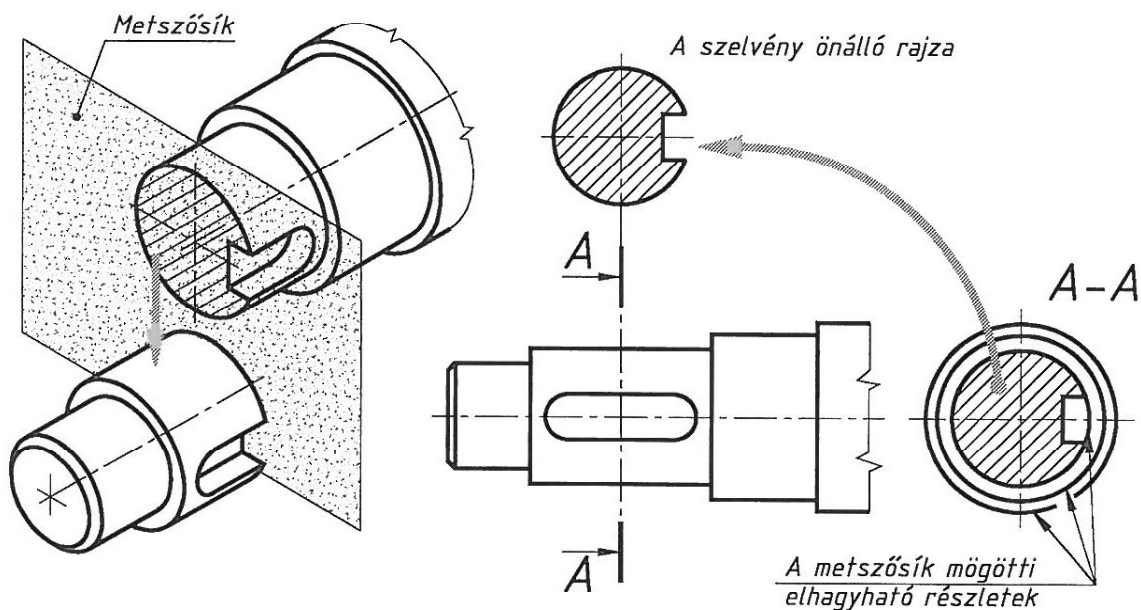
A befordított metszet rajzolásakor a képsíkhöz képest ferde helyzetű metszősíkkal képezett részmetszet minden elemét – a szelvényt és a mögötte lévő tárgyrészek nézetét – először gondosan forgassuk be képsíkkal párhuzamos helyzetbe, majd innen vetítve szerkesszük meg a vetületi képet.



1.14. ábra. Befordított metszet

1.3. Szelvénnyek rajzolása

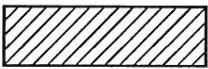
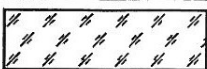
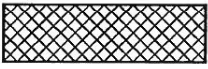
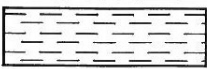
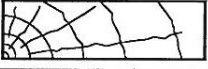
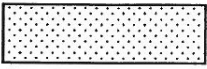
Tengelyek, rudak, horgok stb. alkatrészrajzain gyakran alkalmazunk hosszirányukra merőleges síkkal képezett, ún. keresztmetszeteket (1.15. ábra). Ezeken a szükséges információt általában a szelvény tartalmazza. Ezért – ha a tárgy ábrázolása egyértelmű, – a keresztmetszetből elhagyhatjuk a metszősík mögötti tárgyrészek nézetét, és csak önálló képként a szelvényt rajzoljuk meg. Ha a szelvénykép két vagy több darabra „esne szét”, akkor az egyes részeket a metszősík mögötti élé vonalával össze kell kötni (l. az 1.19. ábrát).



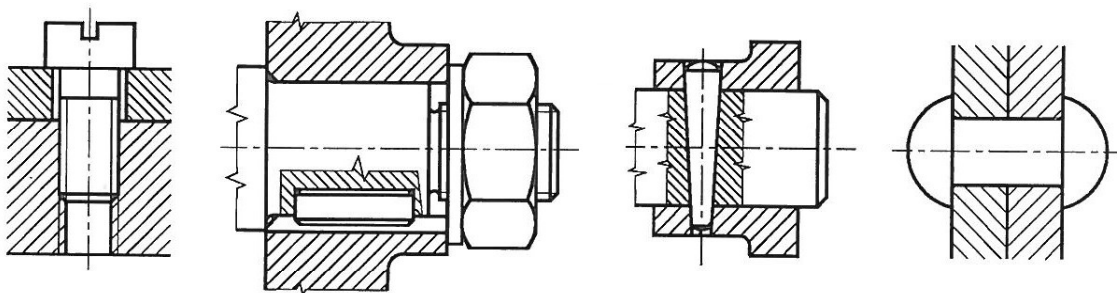
1.15. ábra. A szelvény képzése

Soha ne alkalmazzunk metszetet olyan esetekben, amikor a metszet a tárgy kialakításáról kevesebb információt tartalmaz, mint a nézeti kép!

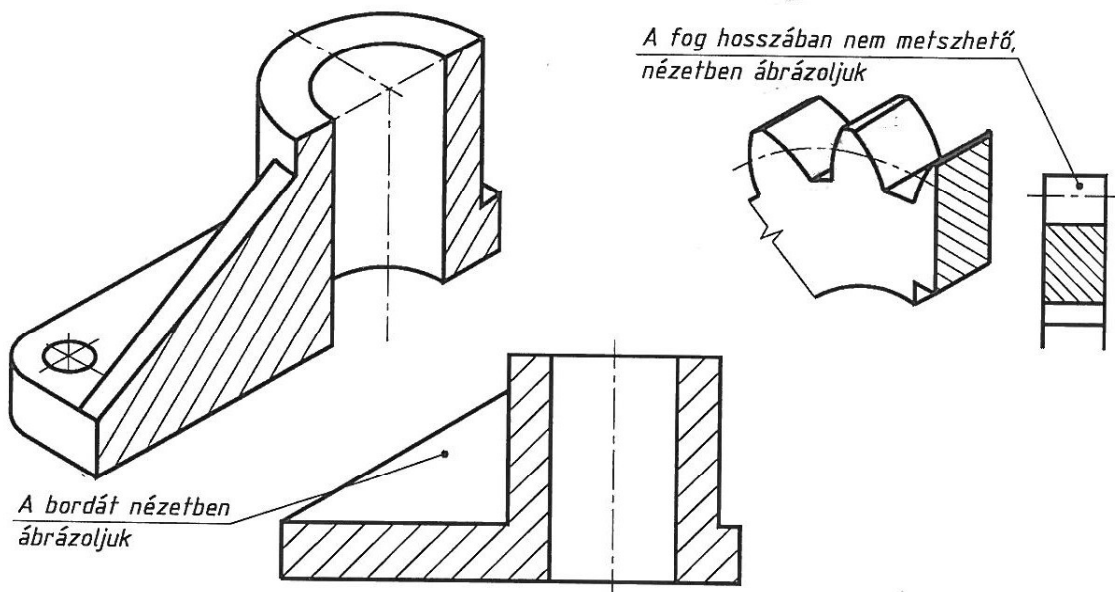
Ennek megfelelően nem szabad hosszirányukban metszeni az olyan tömör alkatrészeket, mint pl. a csavarok, szegek, csapszegek, szegecsek, ékek, reteszek (1.27. ábra). Szintén nézetben hagyjuk a gördülőcsapágyak golyóit és görgőit. Vannak olyan tárgyrészek, amelyek nézetben hagyása metszeti ábrázolás esetén szemléletesebb vetületet eredményez. Ha pl. a metszősík merevítőbordát, küllőt vagy fogaskerék fogát hosszirányú kiterjedésében metsz el, akkor ezeket nem szabad metszetben ábrázolni. Ezért a felsorolt tárgyrészek szelvényét a metszeti képen nem vonalkázzuk be (1.28. ábra).

Fémes anyag		Üveg, plexi, átlátszó anyag	
Műanyag, gumi		Folyadék	
Fa keresztmetszete (bütü)		Szemcsés anyag	
Fa hosszmetzete		Beton	

1.26. ábra. Anyagfajták szelvéymintázata



1.27. ábra. Példák a metszeti ábrázolás elkerülésére



1.28. ábra. Példák tárgyrészek metszésének tilalmára

Ellenőrző kérdések

1. Milyen kialakítású tárgyak esetén célszerű a metszeti ábrázolás?
2. Mi a metszeti ábrázolás elve?
3. Ismertessük a szelvény fogalmát!
4. Mit nevezünk nyomvonalnak?
5. Milyen esetben nem kell jelölni a metszősík nyomvonalát?
6. Ismertessük a nyomvonal jelölésének szabályait!
7. Mi az egyszerű metszet fogalma?
8. Milyen tárgyak esetén alkalmazható a félmetszet?
9. Mi a feltétele a félmetszet és a félnézet-félmetszet alkalmazásának?
10. Mi a teendő, ha félmetszet, ill. félnézet-félmetszet esetén kisebb külső vagy belső él esik a szimmetriatengelyre?
11. Milyen tárgyak esetén alkalmazzuk a kitöréses metszetet?
12. Mi az összetett metszet fogalma?
13. Milyen helyzetű metszősíkokkal hozzuk létre a lépcsős metszetet?
14. Ismertessük a befordított metszet képzésének elvét!
15. Ismertessük a nézetbe fordított szelvény rajzolásának szabályát!
16. Ismertessük a nézeten kívüli szelvényábrázolás lehetőségeit!
17. Hogyan kell bevonalkázni a kapcsolódó alkatrészek szelvényeit?
18. Mi a teendő, ha szelvényen belül adunk meg méretet?
19. Hogyan kell jelölni a kis rajzi méretű (vékony) szelvényeket?
20. Milyen mintázattal jelölhetjük a műanyag alkatrészek szelvényét?
21. Mi a metszet kerülésének általános elve?
22. Soroljunk fel olyan alkatrészeket, amelyeket hosszirányukban metszeni nem szabad!
23. Hogyan kell ábrázolni a merevítőbordát a metszeti képen?

2. GÉPRAJZI EGYSZERŰSÍTÉSEK ÉS KÜLÖNLEGES ÁBRÁZOLÁSOK

A műszaki ábrázolás általános előírásai c. szabvány (MSZ ISO 128) lehetőségeket ad az eddigiektől eltérő ábrázolási megoldásokra is.

A gépajzai egyszerűsítések és különleges ábrázolások célja

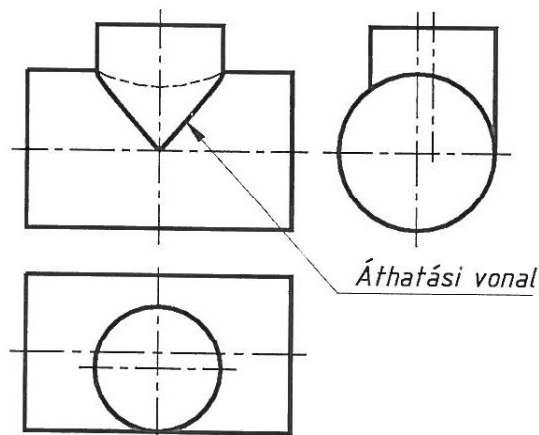
- a rajzoló munka egyszerűsítése,
- a rajz helyszükségletének csökkentése,
- egy-egy tárgy részlet kialakításának kedvezőbb bemutatása, vagy
- további információk közlése a tárggyal kapcsolatban.

2.1. Áthatások egyszerűsített ábrázolása

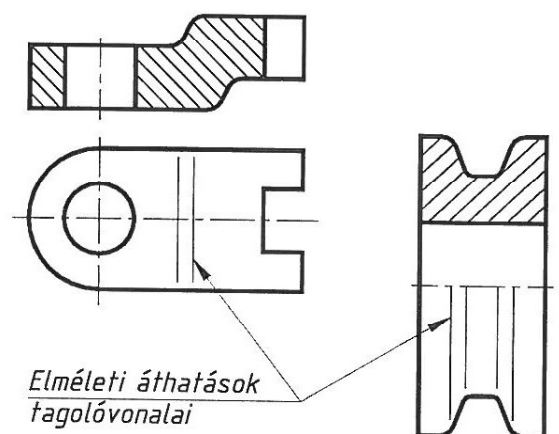
Az alkatrészeket többnyire elemi geometriai felületek (síkok, hengerek, kúpok stb.) határolják. Ezek egymást metszve áthatásba kerülnek. A különféle felületek áthatásainak megszerkesztését részletesen tartalmazza a Tankönyvmester Kiadó: **A műszaki rajz alapjai. Térmértan** c. könyve. Az alkatrészeken létrejövő áthatások lehetnek valóságosak vagy elméleti jellegűek.

Valóságos áthatások eseten a testek felületei határozott élben metszik egymást. Ha az áthatáskor létrejövő él látható, akkor folytonos, vastag vonallal, ha pedig takart, akkor szaggatott, vékony vonallal ábrázoljuk (2.1. ábra).

Elméleti áthatások akkor jönnek létre, ha pl. öntvények, hajlított alkatrészek felületei nem élesen, hanem henger vagy körgyűrű felülettel gömbölyítve csatlakoznak egymáshoz. A felületek tagolóvonalait nézetben folytonos, vékony vonallal ábrázoljuk (2.2. ábra). Az elméleti áthatás vonala ne érjen a tárgy kontúrvonaláig!



2.1. ábra. Valóságos áthatás

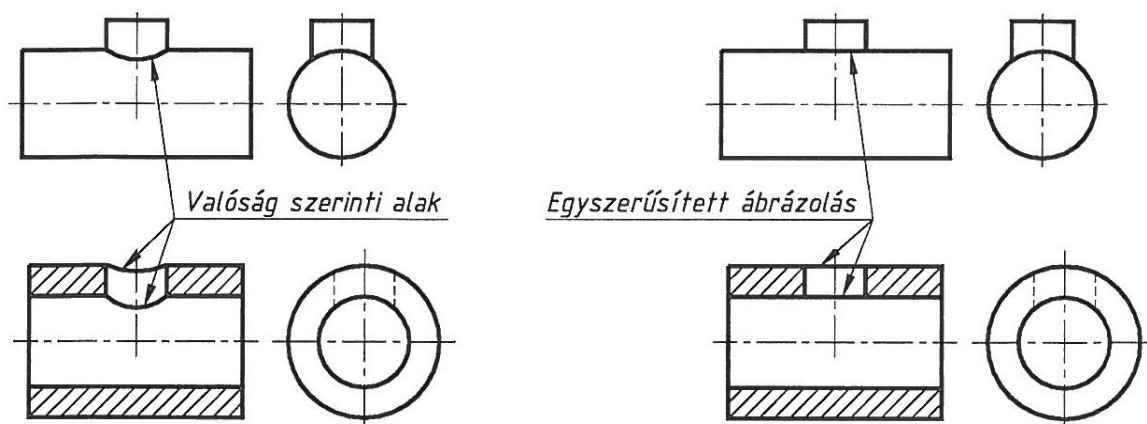


2.2. ábra. Elméleti áthatás

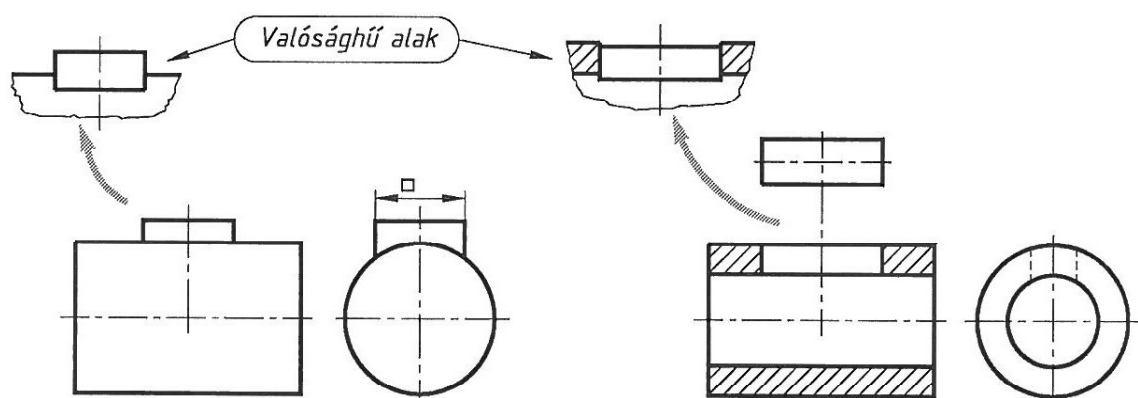
Az áthatások egyszerűsített ábrázolása egyaránt megengedett valóságos és elméleti áthatások esetén. Ha ezt a megoldást választjuk, akkor a következő vonalakat lehet alkalmazni:

- két henger között az áthatási görbe vonalát egyenes vonalakkal helyettesíthetjük (2.3. ábra);
- henger és derékszögű hasáb között az áthatás egyenes vonalát el lehet hagyni (2.4. ábra).

Az áthatasok egyszerűsített ábrázolása csak akkor alkalmazható, ha a metsződő részek merőlegesek egymásra és nem esőkken a rajz érthetősége.



2.3. ábra. Hengerek áthatásának egyszerűsített ábrázolása



2.4. ábra. Henger és derékszögű hasáb áthatásának egyszerűsített ábrázolása

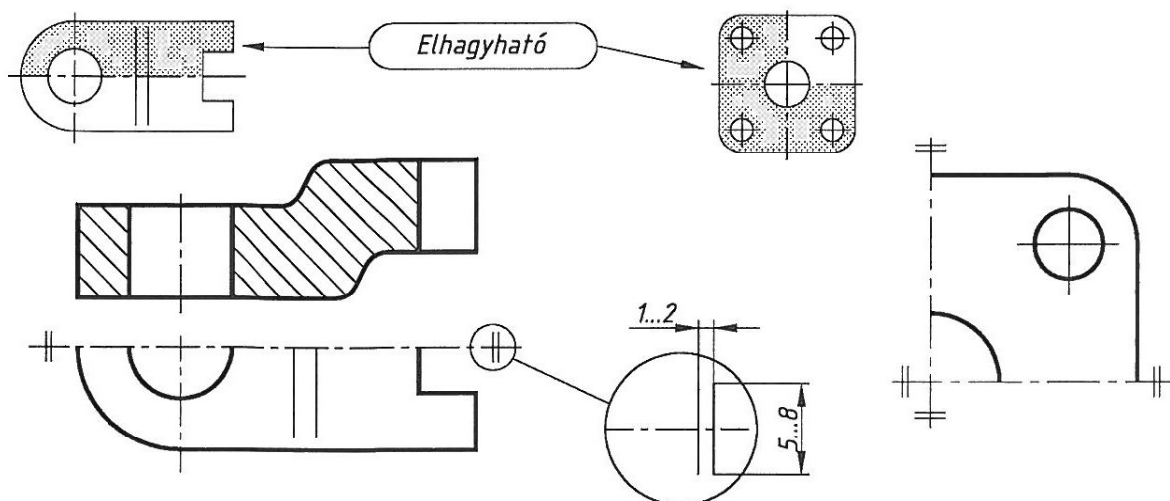
2.2. Részvetületek alkalmazása

2.2.1. Szimmetrikus tárgyak ábrázolása félvetülettel

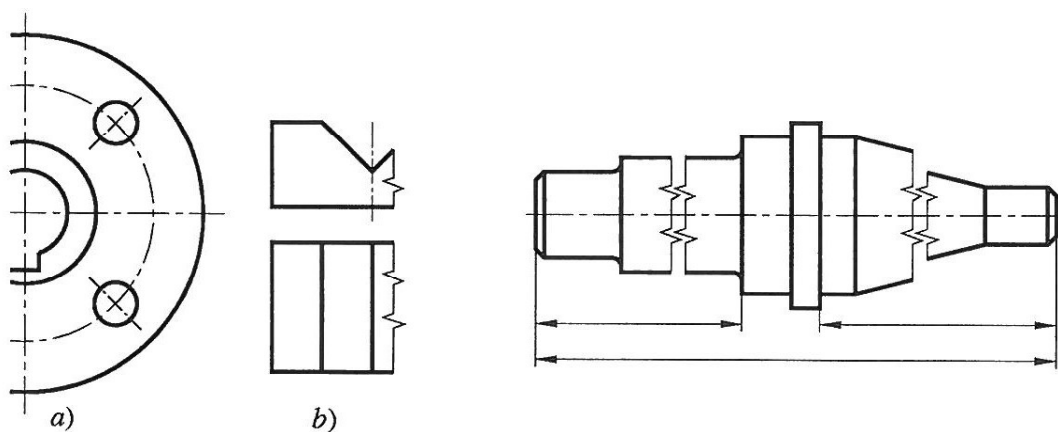
Szimmetrikus tárgyakat – mint azt az előző fejezetben már láttuk – szabad félvetülettel (esetleg negyedvetülettel) ábrázolni (2.5. ábra). A félvetületre a szimmetriatengely végein elhelyezett merőleges vonalpárral kell felhívni a figyelmet. Ezek a rövid, párhuzamos vonalak elhagyhatók, ha a tárgy körvonalait egy kissé túl húzzuk a szimmetriavonalon (2.6.a ábra). Ez a megoldás előnyös abban az esetben, ha a határoló szimmetriavonalat folytonos, vastag vonal (pl. látható él) fedi (2.6.b ábra).

2.2.2. Törésvonallal megszakított ábrázolás

Hosszú – változatlan vagy szabályosan változó keresztmetszetű – tárgy esetén elegendő a tárgynak csak azokat a részeit megrajzolni, amelyek az alakjának egyértelmű meghatározásához szükségesek. A jellegtelen tárgyrészeket meg lehet szakítani úgy, hogy a kitört részt elhagyva a megmaradt részeket szorosan egymás mellett rajzoljuk meg (2.7. ábra).



2.5. ábra. Félvetület és negyedvetület

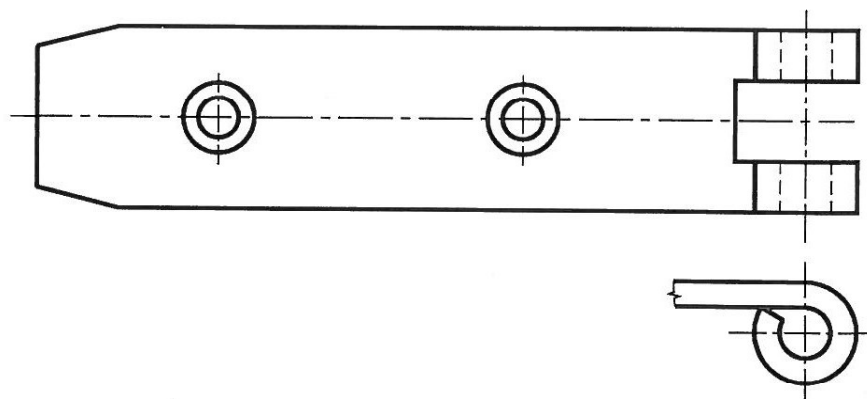


2.6. ábra. Félvetület a tengelyen túlrajzolva

2.7. ábra. Törésvonallal megszakított ábrázolás

2.2.3. Résznézet

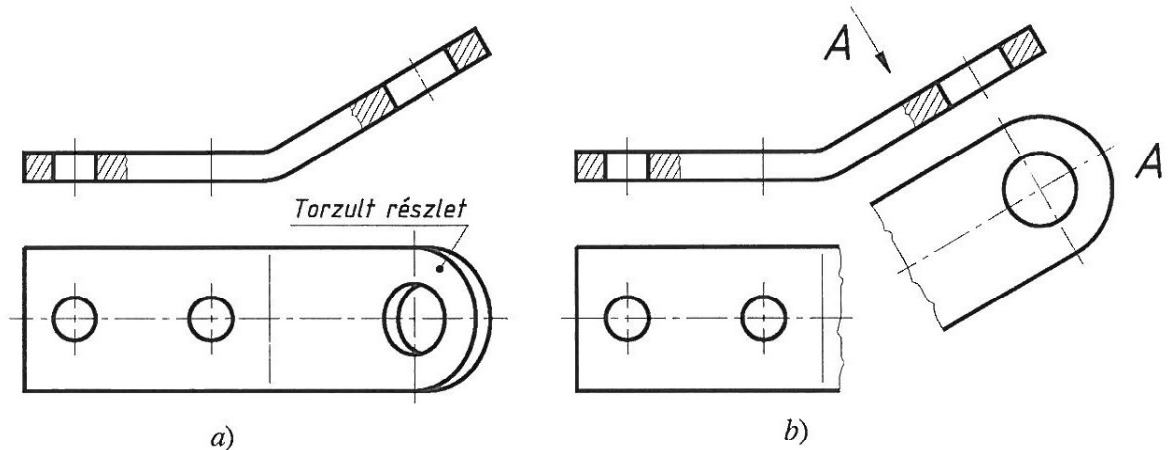
Ha a teljes nézet nem ad több információt a tárgyról, akkor elegendő csak azt a részét ábrázolni, ami a megértéshez szükséges (2.8. ábra). Ha ezt a nézetrendnek megfelelően helyezük el, akkor azonosítani nem kell. A *résznézetet* vékony törésvonallal határoljuk.



2.8. ábra. Résznézet

2.2.4. A nézetrendtől eltérő elhelyezésű résznézet

A ferde részletű tárgyak európai (vagy amerikai) nézetrend szerinti ábrázolása nem célszerű, mert többnyire nehezen megszerkeszthető, torz és az értelmezéshez szükségtelen vetületet kapunk (2.9.a) ábra). Ilyen esetben eltérünk a szokásos nézetrendtől és a ferde részlettel párhuzamos segédképsíkot alkalmazunk. Erre képezzük a ferde tárgy rész torzulásmentes részvetületét (2.9.b) ábra). A nézési irányt vékony száru nyíllal jelöljük és nagybetűvel azonosítjuk a résznézettel.

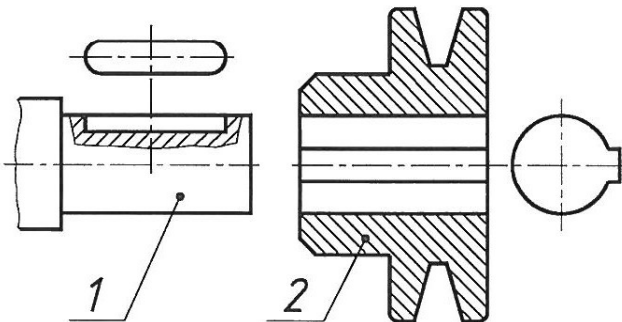


2.9. ábra. Ferde részletű tárgy torzulásmentes ábrázolása

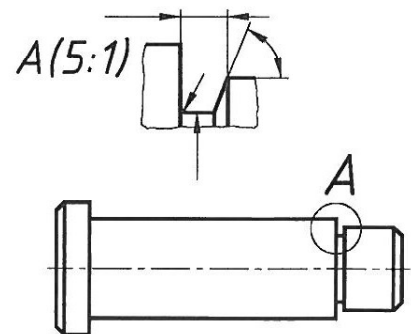
2.2.5. Helyi nézet

Tengelyben levő ék- és reteszhornyokat, továbbá tárcsák hornyos furatait gyakran ábrázoljuk – a teljes vetület helyett – ún. *helyi nézettel* (2.10. ábra). A helyi nézetet

- amerikai vetítési mód szerint készítjük (az adott rajz vetítési módjától függetlenül),
- folytonos, vastag vonallal rajzoljuk, és
- a főnézethez vékony középvonallal kapcsoljuk.



2.10. ábra. Helyi nézet alkalmazása



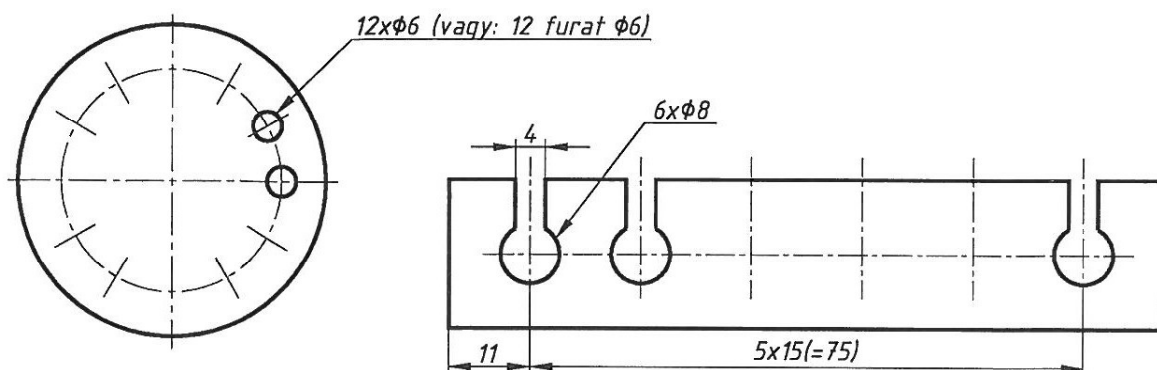
2.11. ábra. Kiemelt részlet

2.2.6. Kiemelt részlet

Az alkatrészek olyan részleteit, amelyeket nem lehet a rajzon alkalmazott méretarányban ábrázolni, vagy nincs elegendő hely a méretmegadáshoz, az ábra közelében nagyobb léptékben kell megrajzolni. A kiemelendő részt folytonos, vékony vonallal határoljuk – amely lehet kör vagy más szabályos alakzat –, és nagybetűvel azonosítjuk a 2.11. ábra szerint.

2.2.7. Ismétlődő alakzatok ábrázolása

Az ismétlődő alakzatokat lehet egyszerűsítve ábrázolni úgy, hogy az ismétlődő alakzatok számát és fajtáját mérettel vagy szöveggel adjuk meg (2.12. ábra).

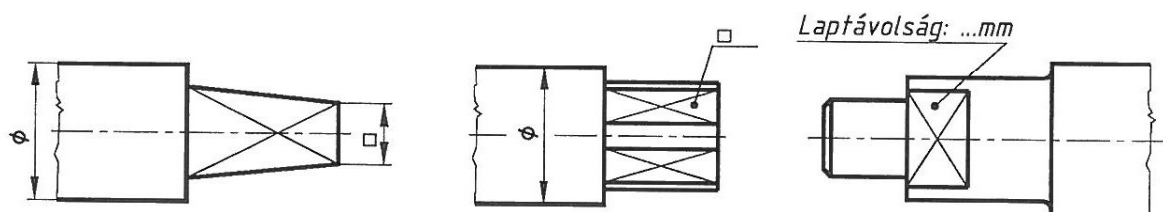


2.12. ábra. Ismétlődő alakzatok egyszerűsített ábrázolása

2.3. Különleges ábrázolási módok

2.3.1. Síkfelület jelölése átlókkal

A négyszögletes és a szűkülő négyszögletes végződéseket – a további vetületek készítésének elkerülése érdekében – folytonos, vékony vonallal rajzolt átlókkal lehet jelölni (2.13. ábra). A tengelyek, csapok stb. forgásfelületein kialakított síkfelületekre (pl. lapmarásokra) is hasonlóan hívhatjuk fel a figyelmet.



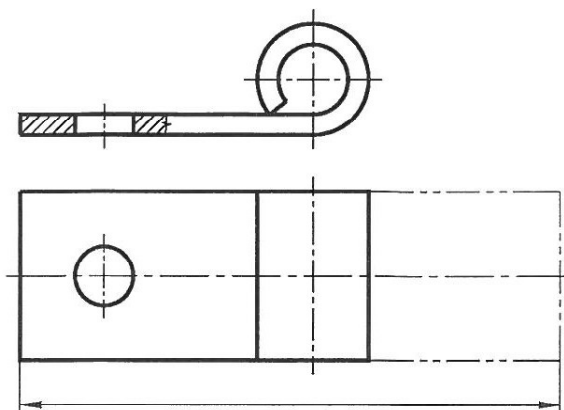
2.13. ábra. Síklapra figyelmeztető átlók alkalmazása

2.3.2. Alakítás előtti alak rajzolása

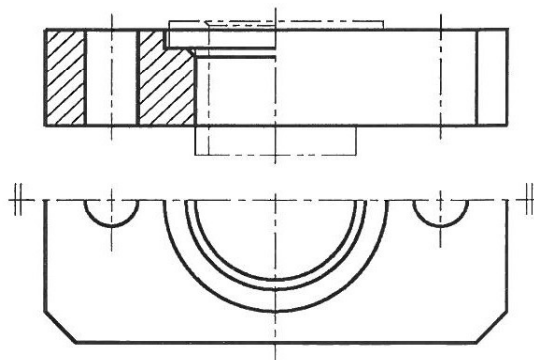
Ha egy alkatrész eredeti alakját is szeretnénk ábrázolni (pl. méretmegadás céljából), akkor azt vékony kétpont-vonallal kell megrajzolni (2.14. ábra).

2.3.3. Csatlakozó alkatrészek szemléltetése

Ha egy alkatrész rajzán – pl. tájékoztatás céljából – szemléltetni akarjuk a hozzá csatlakozó másik alkatrész körvonalát, akkor azt vékony kétpont-vonallal rajzoljuk meg (2.15. ábra). A csatlakozó alkatrész ne takarja a tárgy körvonalait!



2.14. ábra. Hajlítás előtti állapot ábrázolása



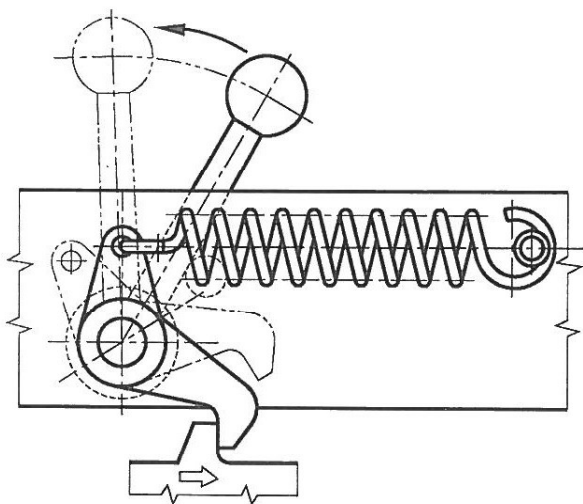
2.15. ábra. Csatlakozó alkatrész ábrázolása

2.3.4. Mozgó alkatrészek szélső helyzete

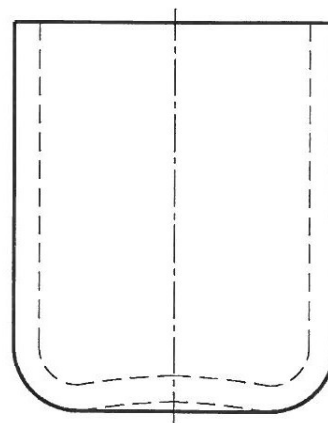
Összeállítási rajzokon – pl. a helyszükséglet meghatározásához – szükség lehet a mozgó alkatrészek szélső állásának ábrázolására. A mozgó alkatrészek szélső, vagy váltakozó helyzeteinek ábrázolása esetén a tárgy körvonalát vékony kétpont-vonallal kell megrajzolni (2.16. ábra).

2.3.5. Áttetsző vagy átlátszó tárgyak ábrázolása

Minden áttetsző vagy átlátszó tárgyat (üvegcső, lencse stb.) úgy kell ábrázolni, mintha nem lenne átlátszó (2.17. ábra).



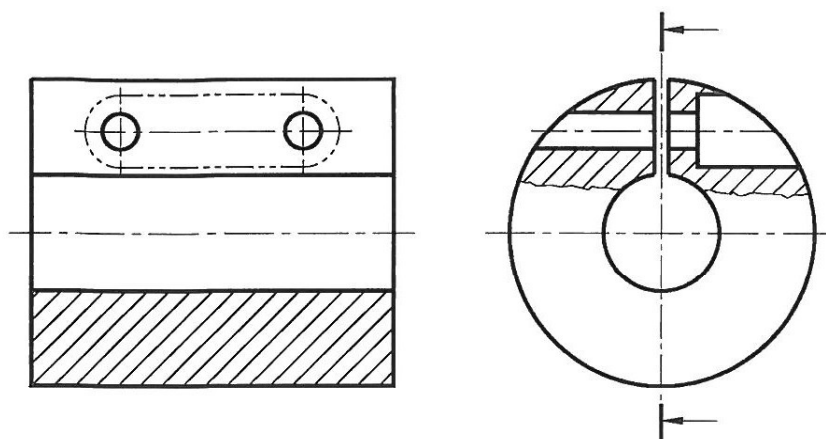
2.16. ábra. Mozgó alkatrész szélső állásának ábrázolása



2.17. ábra. Üvegcsésze ábrázolása

2.3.6. Metszősík előtti részek körvonalának ábrázolása

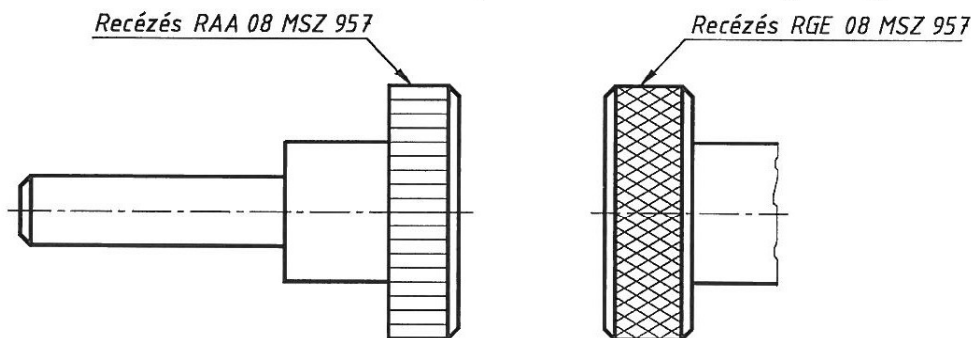
Ha szükséges a metszősík előtti részek jelölése, akkor azokat vékony kétpont-vonallal kell rajzolni (2.18. ábra).



2.18. ábra. Metszősík előtti egyszerű részlet ábrázolása

2.3.7. Recézés jelölése

Fogantyúk, szerszámok, csavarfejek stb. biztos megfogása érdekében felületüket recézni szokták. A recézést a megmunkálási nyomokra utaló mintázattal, vékony, folytonos vonallal rajzoljuk meg (2.19. ábra). Adatait (megnevezés, osztás, szabványszám) a mutatóvonalon adjuk meg.



2.19. ábra. Egyenes és átlós recézés jelölése

Ellenőrző kérdések

1. Mi a célja a géprajzokon megengedett egyszerűsítések alkalmazásának?
2. Mi a valóságos, ill. az elméleti áthatás, és milyen előírások vonatkoznak a rajzolásukra?
3. Milyen esetben alkalmazható az áthatások egyszerűsített ábrázolása?
4. Mi a félvetület és a negyedvetület alkalmazásának célja, ill. feltétele?
5. Milyen tárgyak esetén indokolt a törésvonallal megszakított vetület alkalmazása?
6. Ismertessük a ferde részletű tárgy torzulásmentes ábrázolásának a megoldását!
7. Melyek a helyi nézet rajzolásának szabályai?
8. Mi a kiemelt részlet alkalmazásának a célja, és melyek a rajzolásának szabályai?
9. Milyen esetekben alkalmazzuk a síklapra figyelmeztető átlókat?
10. Milyen vonalfajttával rajzoljuk a tárgy alakítás előtti állapotát?
11. Takarhatja-e a csatlakozó tárgy rajza az alkatrész körvonalait?
12. Mi a mozgó tárgy szélső állásának ábrázolására vonatkozó előírás?
13. Hogyan kell ábrázolni az átlátszó, vagy áttetsző tárgyakat?
14. Milyen adatokat kell előírni a recézés rajzához csatlakozó mutatóvonalon?

3. FELVÉTELI VÁZLAT KÉSZÍTÉSE

A tervezői munka többnyire szabadkézi vázlatrajzok (ún. skiccek) készítésével kezdődik. Ennek során ölt testet elképzelésünk, alakulnak ki a tárgy elsődleges formai és méretbeli jellemzői. Ezt a rajztechnikát az üzemi gyakorlatban is használjuk, amikor egy-egy meglévő alkatrészről – pl. átalakítás vagy utángyártás céljából – gyorsan kell műszaki rajzot, ún. felvételi vázlatot készíteni. Egy-egy gyakorlati probléma tisztázásához készíthetünk szemléltető térbeli vázlatrajzokat is.

A vázlatok a műszaki ábrázolás szabályai szerint készített olyan szabadkézi rajzok, amelyek akár a gyártás dokumentációi is lehetnek.

Ebből következik, hogy szabatos elkészítésükhöz még sok olyan ismeretre van szükség (pl. tűrések jelölése, felületminőség megadása stb.), amelyeket a későbbiekben tanulunk. Egyelőre vázlataink legyenek esztétikus, arányos, hibátlan ábrázolási megoldásokat tartalmazó, méretmegadással ellátott rajzok! A vázlatok rajzlapra vagy más, jól radirozható papírra, puha (B, 2B) ceruzával készüljenek!

Felvételi vázlat készíthető axonometrikus szemléltető ábra, modell vagy konkrét alkatrész alapján. Először alaposan tanulmányozzuk a tárgy formáját! Figyeljük meg, hogy milyen geometriai felületek (sík, henger, kúp stb.) határolják, azok egymáshoz hogyan kapcsolódnak és milyenek az arányaik! Ezt követheti az ábrázolási mód meghatározása, majd a konkrét rajzolási munka. Ha modell, vagy alkatrész alapján készítünk vázlatot, a méretmegadáshoz megfelelő mérőeszközzel (tolómérővel, mérőléccel stb.) határozzuk meg a tárgy méreteit!

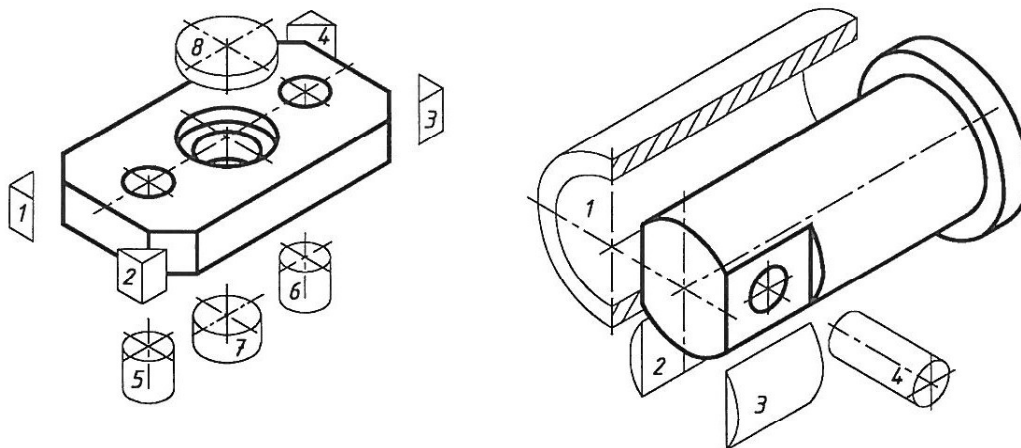
A rajzolói gyakorlatban – a tárgy alakjától függően – kétféle vázlatkészítési elvet követünk:

- vázlatkészítés lebontással, a befoglaló formából kiindulva, vagy
- vázlatkészítés felépítéssel, a tárgyat alkotó elemek alapján.

Összetett tárgyak vázlatrajzainak elkészítésekor a két módszert gyakran kombinálva alkalmazzuk.

3.1. Vázlatkészítés a befoglaló formából kiindulva

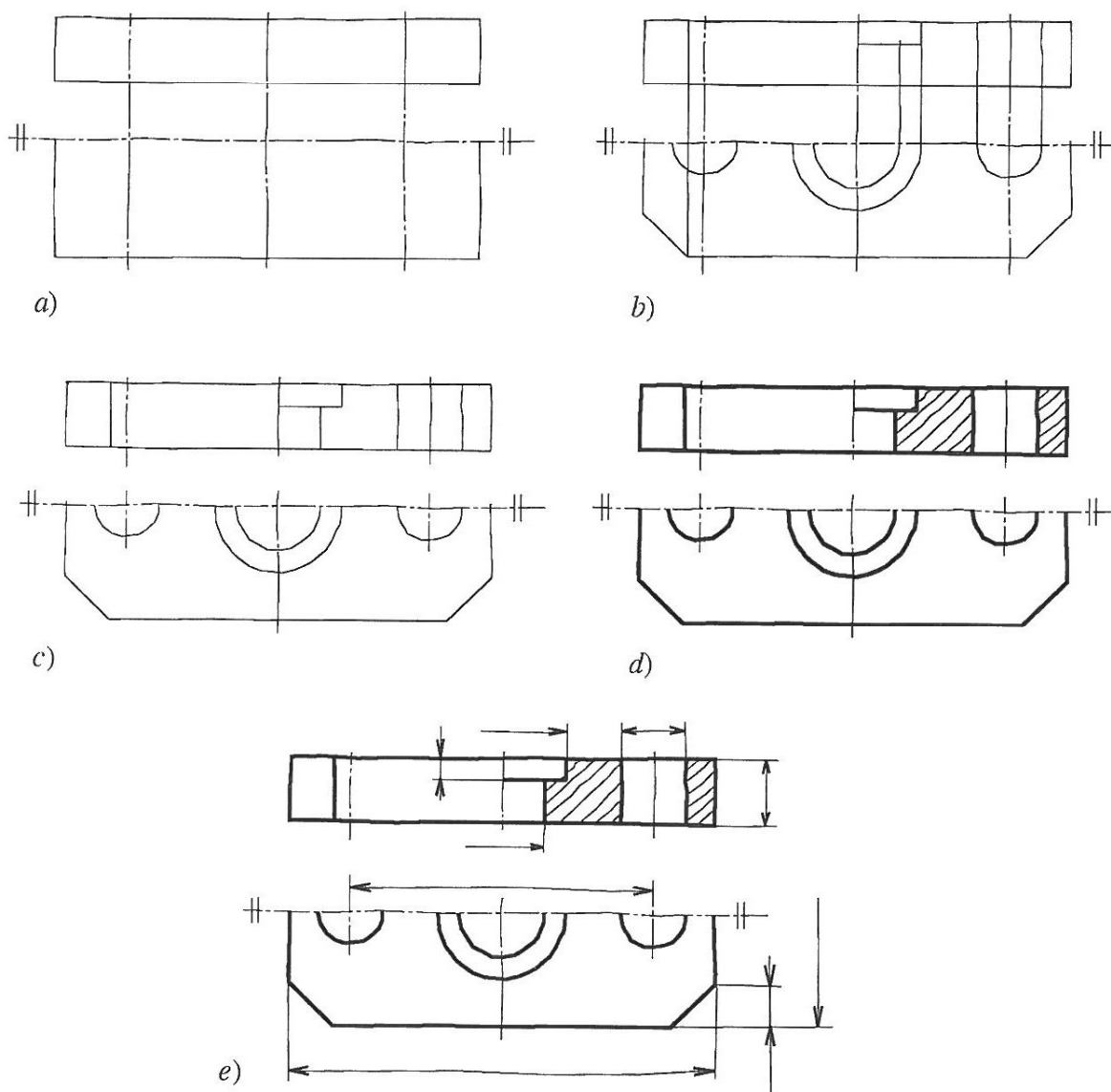
Az alkatrészek kialakítása és műszaki követelményei határozzák meg az előállításukhoz szükséges technológiát. Az egyes alkatrészek formáját – a befoglaló mértani testből (hasázból vagy hengerből) kiindulva – forgácsolással alakítják ki. Az ilyen alakú tárgyak ábrázolásakor is követhetjük ezt a „lebontó” elvet (3.1. ábra). Az ábrán a számok az eltávolított részeket jelölik.



3.1. Példák lebontó formaképzésre

Kövessük végig a vázlatkészítés menetét a 3.2. ábra alapján!

- Vázoljuk fel a befoglaló mértani testet a szükséges számú vetülettel (halvány, vékony vonalakkal és arányosan)!
- Rajzoljuk meg az eltávolítandó részleteket (vegyük figyelembe a választott ábrázolási módot)!
- Távolítsuk el a felesleges vonalakat!
- Dolgozzuk ki a rajzot szabványos vonalakkal (látható élek, kontúrok vastag folytonos vonallal, vonalkázás folytonos, vékony vonallal stb.)!
- Adjuk meg az alkatrész méreteit!



3.2. ábra. A vázlatkészítés menete a befoglaló formából kiindulva

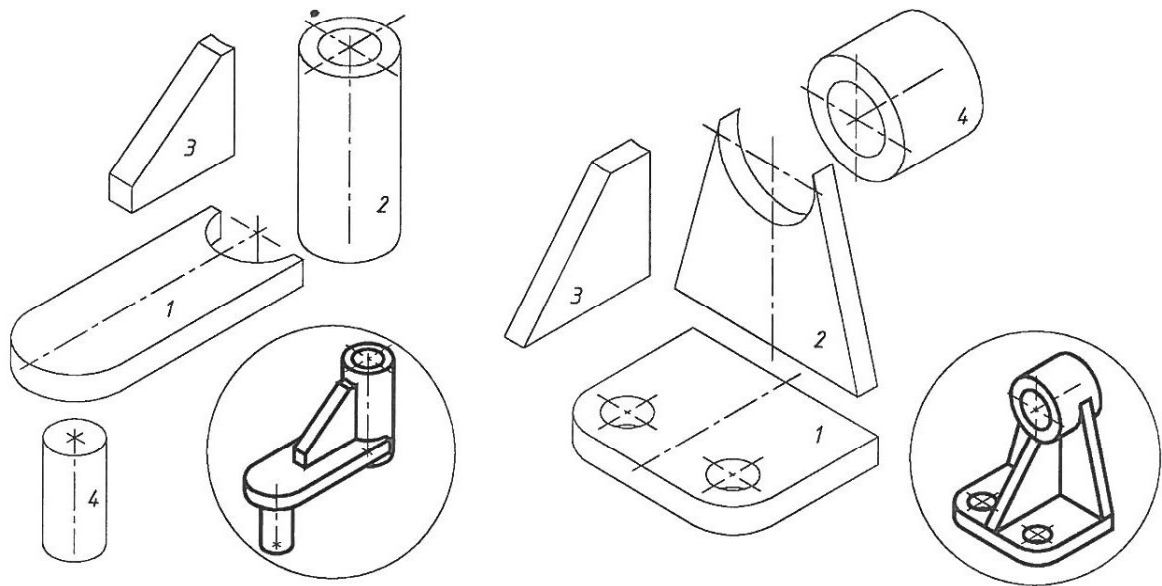
A szabadkézi vázolás a gépész szakemberek gyakori tevékenysége. A jó minőségű vázlatrajzok készítéséhez – a műszaki ábrázolás szabályainak ismeretén túl – megfelelő arányérzékre és kéz ügyességre van szükség.

Vázlatrajzainkat tanulmányaink, ismereteink előrehaladtával fokozatosan egészítsük ki tűrésekkel, a felületminőségi követelmények előírásával, az anyagminőség és hőkezelés megadásával stb! A megfelelően kidolgozott vázlatrajz alapján elkészíthetjük az alkatrész szerkesztett műszaki rajzát is.

3.2. Vázlatkészítés elemekből felépítve

Vannak olyan alkatrészek, amelyek előállítására forgácsolással nem lenne gazdaságos. Ezek többnyire összetett formájú, nagy és gyakran szabálytalan alakváltozásokkal rendelkező tárgyak (3.3. ábra). A bonyolult alakú alkatrészek előgyártmányait forgácsolás nélküli anyagalakítással (pl. öntéssel) állítják elő vagy hegesztett konstrukciót alkalmaznak.

Az ilyen típusú alkatrészek szabadkézi vázolásakor alkalmazzuk az ún. felépítő módszert. Ilyenkor nem a befoglaló formából indulunk ki, hanem a tárgyat felépítő elemeket rakjuk egymáshoz, majd egy egységnek tekintve azokat hozzuk létre az alkatrészt.



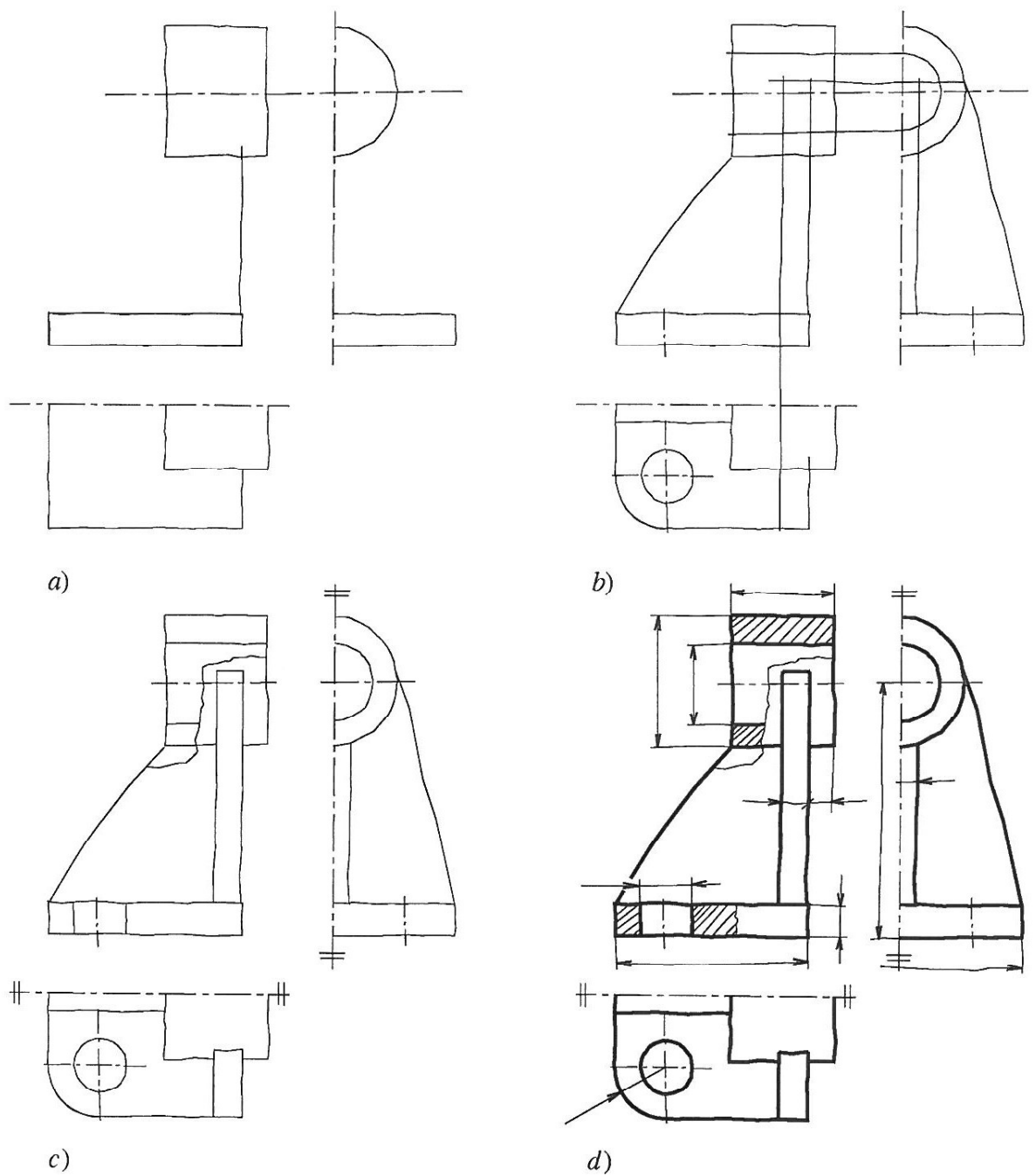
3.3. ábra. Példák felépítő formaképzésre

Kövessük végig egy bakcsapágy (3.3.b) ábra) felvételi vázlatkészítésének menetét a 3.4. ábra alapján!

- Ha van alapelem vagy meghatározó darab (amihez a többi csatlakozik), akkor ennek vetületeit vázoljuk először (ügyeljünk, hogy kellő hely legyen a többi elem számára)!
- Egymás után illesszük helyére a többi felépítő elemet (most is vegyük figyelembe az arányokat és a választott ábrázolási módot)!
- Ha van felesleges vonal, távolítsuk azt el!
- Dolgozzuk ki a rajzot szabványos vonalakkal (látható élek, kontúrok vastag folytonos vonallal stb.)! Adjuk meg az alkatrész méreteit!

Ellenőrző kérdések

1. Mi a szabadkézi vázlatkészítés célja?
2. Mi alapján készítjük a felvételi vázlatot?
3. Melyek a vázlatkészítés általános szempontjai?
4. Mi a lebontással készülő vázolás általános menete?
5. Milyen alkatrészek esetén célszerű a lebontásos módszert választani?
6. Ismertessük a felépítéssel történő vázolás lépéseit!
7. Milyen alkatrészek esetén célszerű a felépítéses módszert választani?
8. Milyen esetben érdemes kombinálni a kétféle vázlatkészítési technikát?



3.4. ábra. A vázlatkészítés menete, ha elemekből épül fel a test

4. MÉRETMEGADÁS A MŰSZAKI RAJZOKON

Az alkatrészek elkészítéséhez nem elegendő a tárgy alakjának egyértelmű ábrázolása, a műszaki rajzon meg kell adni a méreteket is.

A méret mértékegységgel, számszerűen megadott érték, amit vonalakkal, jelekkel és megjegyzésekkel lehet kiegészíteni, pl. 120; R12; $\varnothing 35 \pm 0,1$; 30° .

Az alkatrészrajzokon a gyártáshoz és az ellenőrzéshez szükséges összes méretet meg kell adni. A rajzon előírt méretet megváltoztatni nem szabad, azt csak a rajz készítője (tervezője) teheti meg. Bár a rajzok többnyire megfelelő méretarányban készülnek, az esetleg hiányzó méretet a rajzról lemérve nem szabad „megállapítani”.

Méretmegadásnak nevezzük a rajzon ábrázolt munkadarab méreteinek szabványos elemekkel (méretsegédvonal, méretvonal, méretnyíl, méretszám stb.) való előírását.

A méretmegadás elemeire, a méretarányra és a méretek elhelyezésére vonatkozó előírásokat már megismerhettük a Tankönyvmester Kiadó: **A műszaki rajz alapjai Síkmértan** c. tankönyvéből. A gépipari rajzokra vonatkozó bővebb ismereteket ez a fejezet tartalmazza.

4.1. A méretmegadás általános előírásai

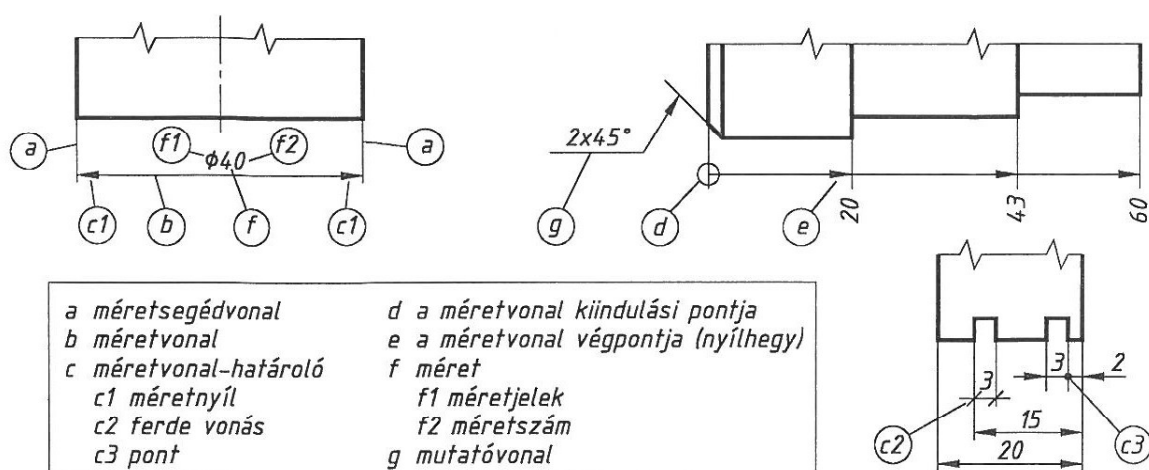
A méretek helyes megadásához és értelmezéséhez kellő rajzgyakorlat és technológiai ismeretek szükségesek. A méretmegadás egyértelműségét a szabvány általános előírásainak betartásával érhetjük el. A különféle méretek (hosszúság, szög, lejtés, kúposág stb.) megadásának részletes ismertetése előtt tanulmányozzuk át ezeket!

A méretmegadás általános szabályai

- Az alkatrész vagy a szerkezeti egység meghatározásához szükséges összes méretet meg kell adni a rajzon.
- Minden méretet csak egyszer kell feltüntetni.
- A méreteket azon a nézeten vagy metszeten kell megadni, amely a legjellemzőbben ábrázolja az alakzatot.
- Azonos dokumentáció rajzai egyféle mértékegységgel készüljenek! A mértékegységet (pl. mm) ebben az esetben nem kell feltüntetni. Ha ez nem egyértelmű, akkor a mértékegységet a rajzon megjegyzésben kell megadni.
Ha más mértékegység (pl. N·m) is van a rajzon, akkor azt fel kell tüntetni a méret mellett.
- A rajzon csak az alkatrész (végtermék) meghatározásához szükséges méreteket kell megadni. Egy felülethez több méret is előírható, ha kiegészítő méretre van szükség, pl. a gyártás közbeni fázisaiban, vagy ha előnyös a tájékoztató méret megadása.
- 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 méretet, ahol csak lehetséges, közvetlenül kell megadni.
- A méreteket a gyártás és az ellenőrzés szempontjából a legmegfelelőbb módon kell elhelyezni.

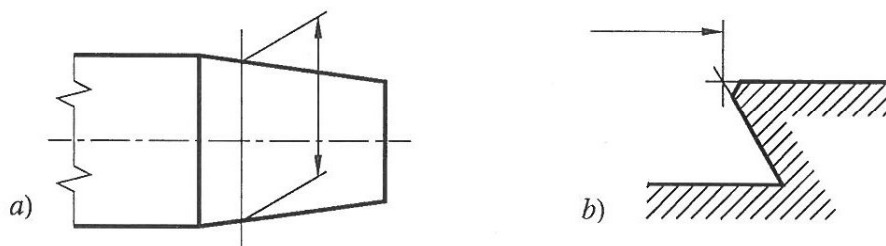
A méretmegadás elemei és rajzolásukra vonatkozó szabályok

A méretmegadás elemeinek elnevezéseit és alkalmazásukat a 4.1. ábra szemlélteti. A méretsegédvonalakat, a méretvonalakat és a mutatóvonalakat folytonos, vékony vonallal kell ábrázolni.



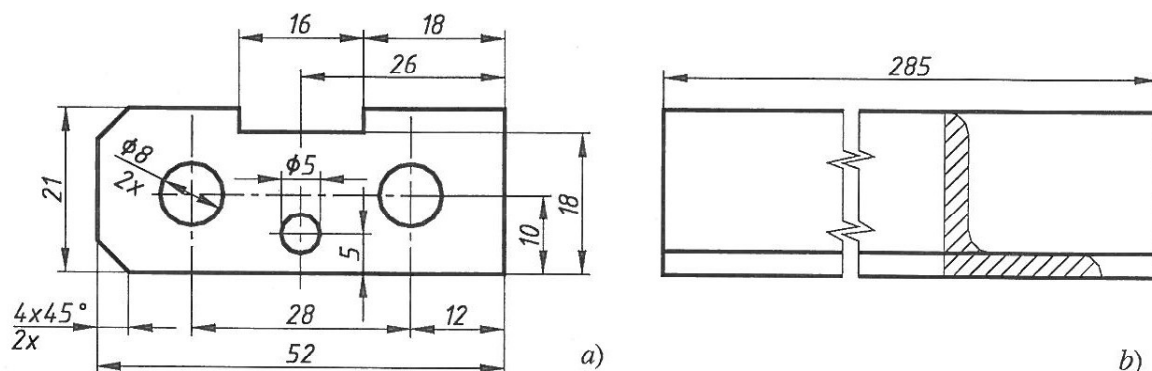
4.1. ábra. A mértmegadás elemei

A méretsegédvonalak kissé – kb. 2 mm-rel – nyúljanak túl a méretvonalakon! A méretsegédvonalakat a megadni kívánt távolságra merőlegesen kell elhelyezni. Szükség esetén a méretsegédvonalakat ferdén is el lehet helyezni, de ebben az esetben is párhuzamosak legyenek egymással (4.2.a) ábra). Metsződésnél a méretsegédvonalak egy kissé nyúljanak túl a metsződési ponton (4.2.b) ábra)!



4.2. ábra. A méretsegédvonalak speciális elhelyezése

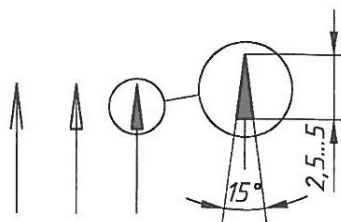
A méretsegédvonalak és a méretvonalak általában ne messék egymást és más vonalakat! Ha ez mégsem kerülhető el, akkor egyik vonal se legyen megszakítva (4.3.a) ábra)! A tárgy középvonalát és körvonalát nem szabad méretvonalaként használni, de méretsegédvonalaként alkalmazhatók! A méretvonalat töréssel megszakított nézet esetén nem kell megszakítani (4.3.b) ábra)!



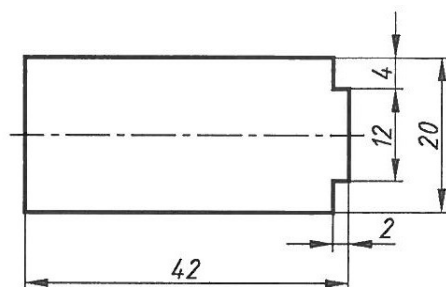
4.3. ábra. Példák méretvonalak és méretsegédvonalak elhelyezésére

A méretvonal végződéseit jól látható módon méretvonal-határoló nyílhegygel kell ellátni. A nyílhegy gépészeti rajzokon 15°-os szöget bezáró rövid szakaszokból áll, és lehet nyitott, zárt vagy fcketített (4.4. ábra). Egy rajzon belül azonos típusúak legyenek a nyílhegyek!

Nyílhegyvégződést kell rajzolni, ha van elegendő hely. Ha a hely korlátozott, akkor a nyílhegyet a méretvonal végződésén kívül, a méretvonal meghosszabbításán kell elhelyezni (4.5. ábra 2 és 4 mm-es méret).

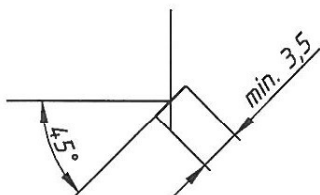


4.4. ábra. Méretvonal-határoló nyilak

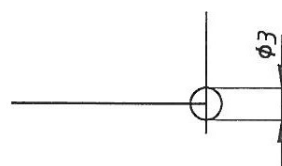
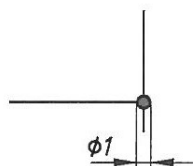


4.5. ábra. Méretnyilak elhelyezése

Ha kevés a hely a nyílhegy számára, akkor azt *ferde vonás* vagy *pont* helyettesítheti a 4.6. ábra szerint. A közös bázistól induló méretek esetében a kiindulási pontot kb. 3 mm átmérőjű kis üres körrel jelöljük (4.7. ábra, l. még a 4.1. ábrát).



4.6. ábra. Méretvonal-határoló ferde vonás és pont

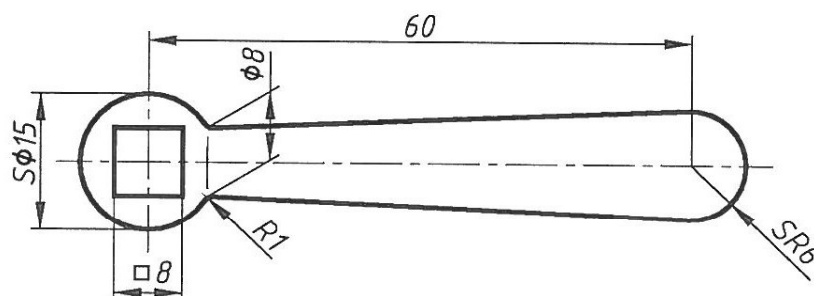


4.7. ábra. Kiindulási pont jele

A méret összetett fogalom. Magába foglalja a méretszámot, a kiegészítő és egyéb speciális jeleket. A méreteket a rajzon olyan nagyságú felirattal kell megadni, amelyek jól olvashatók akár az eredeti rajzon, akár a mikrofilmes másolaton. A méretszámok lehetőség szerint 3,5 mm, a tűrések pedig 2,5 mm betűmagasságúak legyenek. A méretet a rajzon vonalak ne keresztezzék, ne válasszák szét!

A rajz egyszerűsítése és egyértelmősége érdekében az alakhoz kapcsolódó méreteket a következő jelekkel kell jelölni (4.8. ábra):

Ø Átmérő	SR Gömbsugár
R Sugár	(angol: sphere → gömb)
□ Négyzet	∅ Gömbátmérő



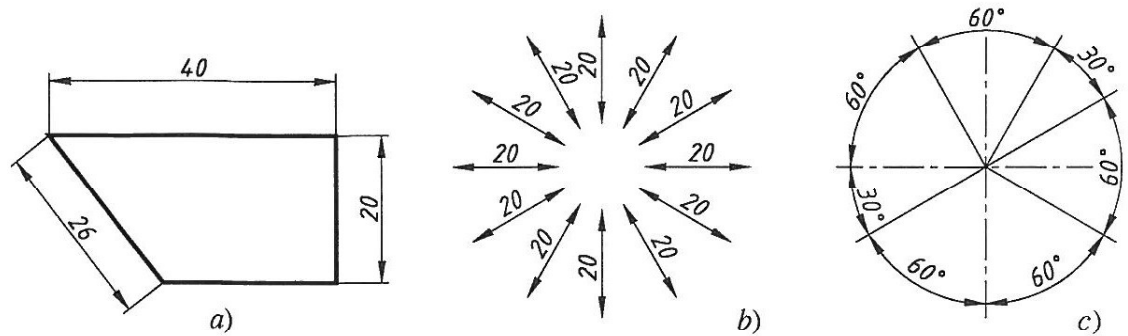
4.8. ábra. Példa méretjelek alkalmazására

A méretek elhelyezésére két lehetőség van. Egy rajzon belül azonban csak egyféle módszert szabad alkalmazni.

1. A méretvonalal párhuzamos méretelhelyezés.

Ennél a megoldásnál a méret a méretvonal felett, attól kis távolságra (kb. 1 mm-re) és lehetőleg középen helyezkedjen el. A méretet alulról, vagy jobbról olvashatóan kell elhelyezni a rajzon (4.9.a ábra).

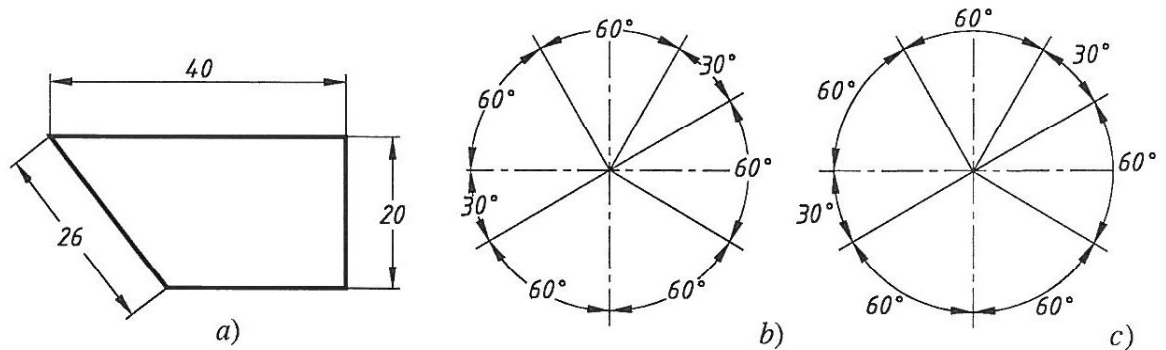
A különböző dőlésű méretvonalakhoz tartozó méreteket a 4.9.b) ábra szerint, a szögek méreteit pedig a 4.9.c) vagy 4.10.c) ábrák szerint helyezzük el!



4.9. ábra. Méretvonallal párhuzamos méretelhelyezés

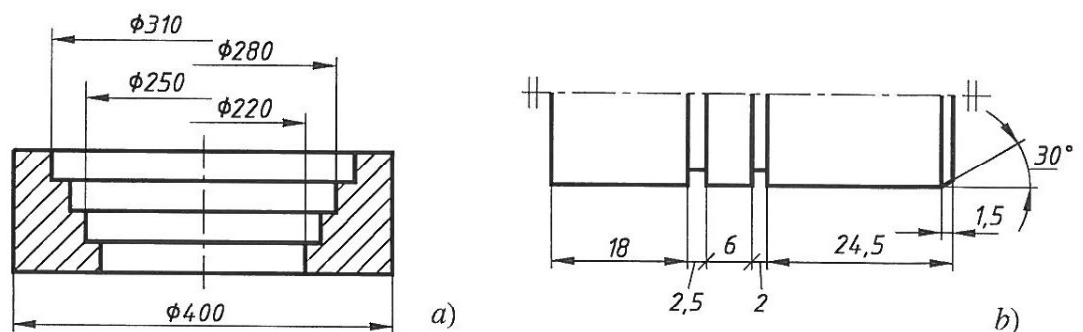
2. Vízszintes méretelhelyezés.

A méreteket ennél a módszernél a rajzon (alulról olvashatóan) lehetőleg vízszintesen kell elhelyezni (4.10.a) ábra). A nem vízszintes vonalakhoz is el lehet így helyezni a méretet, ebben az esetben azonban a méretvonalat középen meg kell szakítani. A szögértékeket ennél a módszernél a 4.10.b) vagy 4.10.c) ábrák szerint lehet elhelyezni.



4.10. ábra. Vízszintes méretelhelyezés

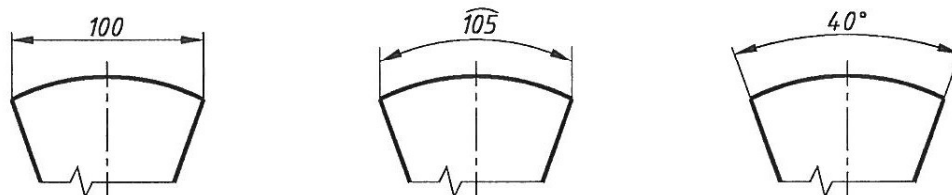
A méreteket szükség esetén elhelyezhetjük egyéb módon is. Ahol a méretvonalnak csak egy része is elegendő (pl. fél méretvonal), ott a méretvonal végéhez közel helyezhetjük el a méretet (4.11.a) ábra). Így elkerülhetők pl. a hosszú méretvonalak. Kevés hely esetén a méretvonal meghosszabbítása fölött célszerű a méretet elhelyezni (4.11.b) ábra 1,5 mm-es méret). Figyeljük meg az ábrán, hogy kis méretek (2,5 és 2 mm) esetén a méretvonal felett túl kevés a hely! Ilyen esetben egy rövid mutatóvonal végénél adjuk meg a méretet!



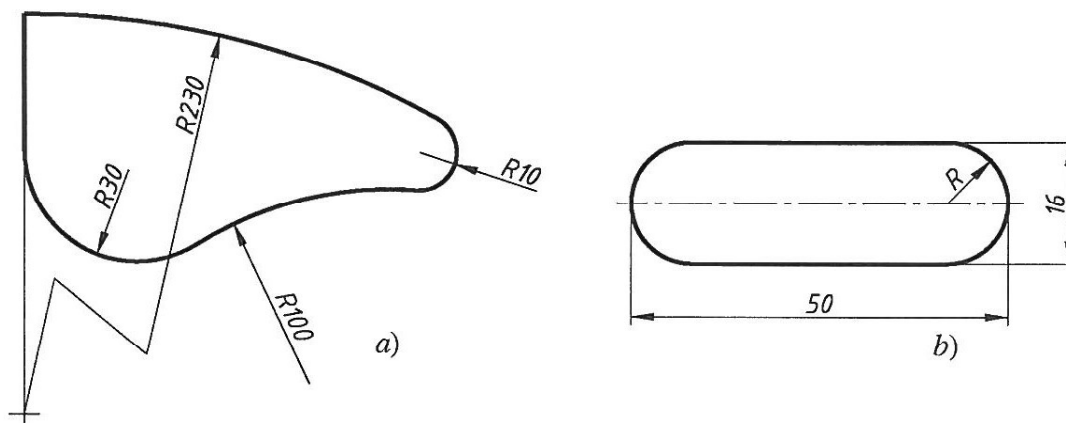
4.11. ábra. Egyéb méretelhelyezési megoldások

4.2. Különleges méretmegadások és egyszerűsítések

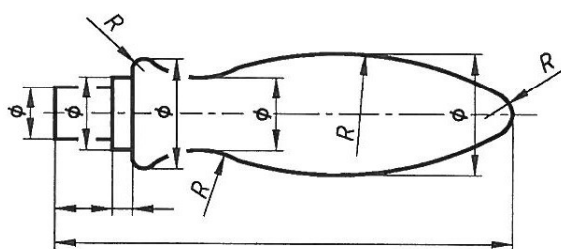
Húrok, ívek, szögek (és sugarak) méretét a 4.12. ábra szerint adhatjuk meg. Sugár méretmegadása esetén a nyílhegyvégződés csúcsával egyaránt mutathat a körvonal külső vagy belső oldalára, az alakzat méretétől függően (4.13.a) ábra). Ha az ív középpontja kívül esik a rendelkezésre álló helyen, akkor a sugár méretvonalát meg kell törni vagy meg kell szakítani a középpont érzékeltetése miatt! Ha a sugár mérete más méretekből számítható, akkor elegendő csak az R jelképpel ellátott nyilazott sugarat feltüntetni méret nélkül (4.13.b) ábra). Kőrívek középpontja helyett néha célszerűbb az alkatrész jellemző átmérőit meghatározó érintők méreteit megadni (4.14. ábra).



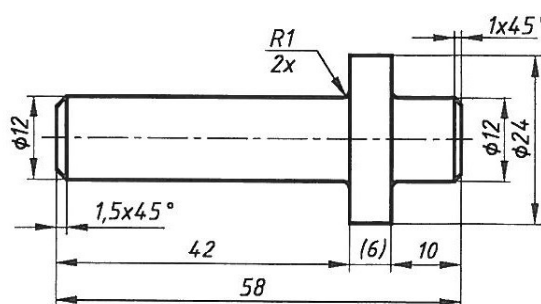
4.12. ábra. Húr, ív és szög méretmegadása



4.13. ábra. Példák sugárméret megadására



4.14. ábra. Kőrívek behatárolása érintőkkel

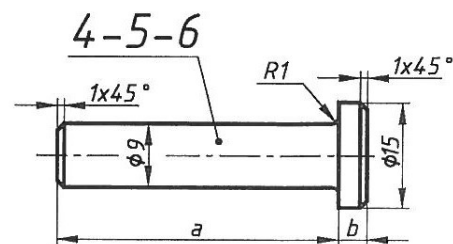
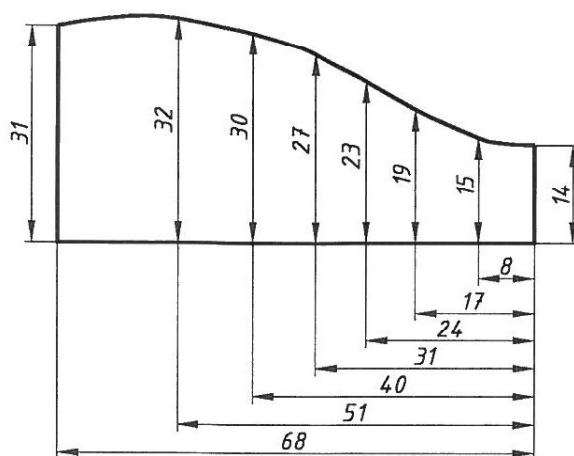


4.15. ábra. Tájékoztató méret megadása

Tájékoztató méretnek nevezzük az olyan méretet, amely a rajzon megadott többi méretből meghatározható. Az ilyen méretet – ha megadjuk –, zárójelben kell elhelyezni (4.15. ábra). A tájékoztató méretet nem használhatjuk fel az alkatrész elkészítéséhez és ellenőrzéséhez sem, továbbá tűrésezni sem szabad!

Szabálytalan görbefelülettel határolt alkatrész méreteit a görbe kontúrvonal koordináta-méreteivel határozzuk meg (4.16. ábra).

Hasonló alakú alkatrészek ábrázolhatók egyetlen rajzon is (4.17. ábra). Ilyen esetben az eltérő méreteket a rajzon betűvel jelöljük, és számértékeiket az ábra mellett elhelyezett táblázatban adjuk meg.

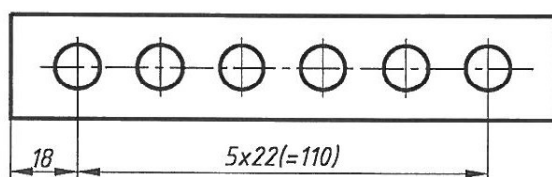


Tétel	a	b
4	40	4
5	60	5,5
6	90	7

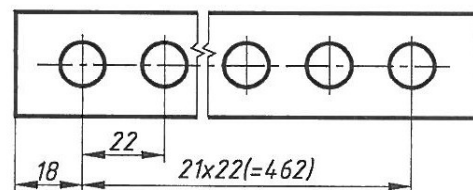
4.16. ábra. Szabálytalan görbe méretmegadása

4.17. ábra. Termékcsoport közös műszaki rajza

Egyenlő távolságra levő alakzatok vagy azonosan elhelyezett elemek esetén egyszerűsíteni lehet a méretmegadást (4.18.a) ábra). Ha a távolságok hossza és az osztások száma nem egyértelmű, akkor az egyik távolságot külön is meg kell adni (4.18.b) ábra).



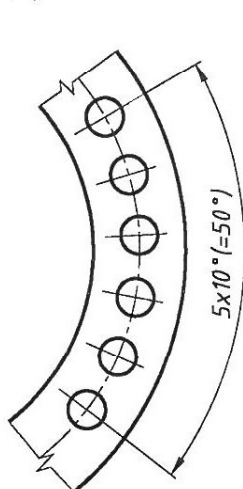
a)



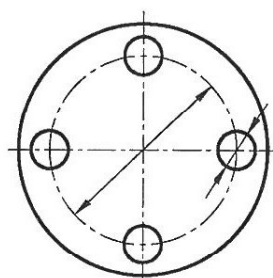
b)

4.18. ábra. Lineáris osztások méretmegadása

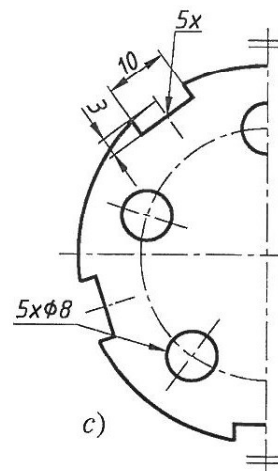
Egyenlő távolságú furat és más alakzatok szöggel meghatározott elhelyezésére a 4.19.a) ábrán látható példa. Az osztások szögértékei elhagyhatók, ha az a rajzon egyértelmű (4.19.b) ábra). Kör mentén elhelyezkedő alakzatok méreteit közvetve, az elemek számának feltüntetésével kell megadni (4.19.c) ábra).



a)



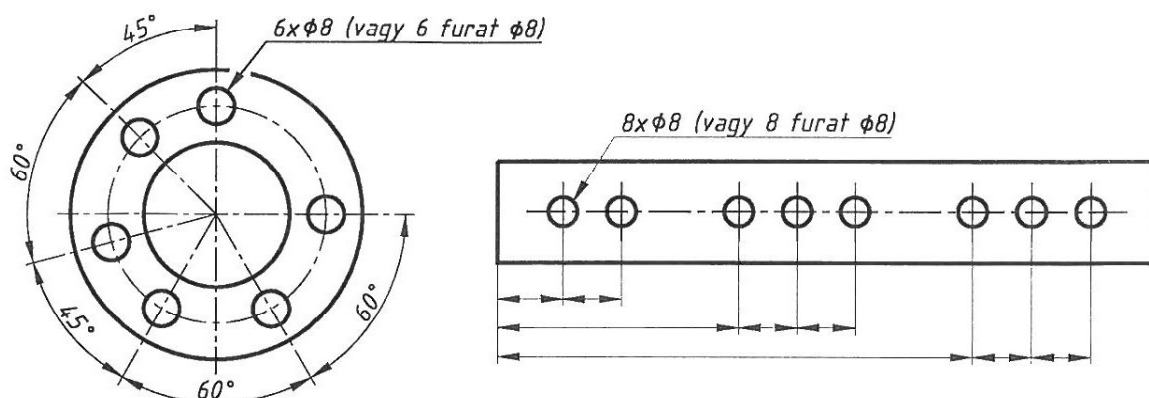
b)



c)

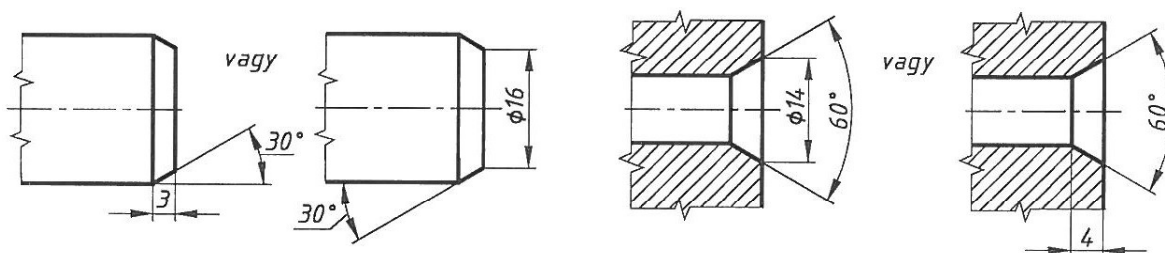
4.19. ábra. Osztások méretmegadása

Ismétlődő alkatzatok, azonos méretű és alakú elemek mérete megadható az azonos méretek ismétlése nélkül a 4.20. ábra szerint.

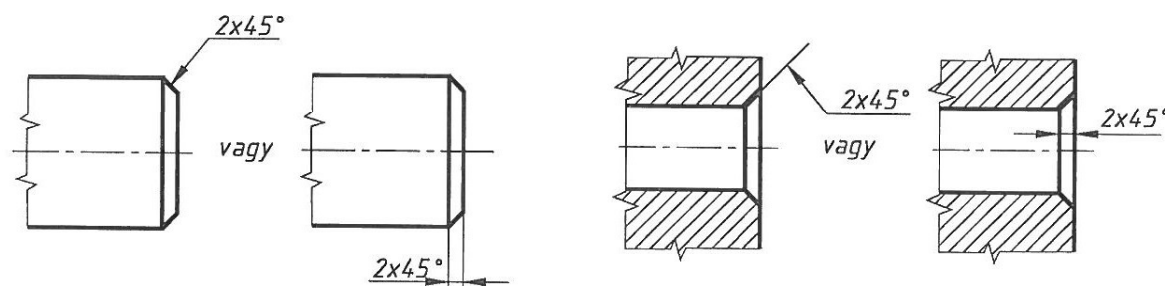


4.20. ábra. Azonos méretű és alakú elemek méretmegadása

Élletörések és süllyesztések méreteit a 4.21. ábra szerint kell megadni. Figyeljük meg, hogy süllyesztések esetében vagy a felületen mért átmérő méretét és a szöget kell megadni, vagy a süllyesztés mélységét és a szöget! Ha a külső vagy a belső életörés szöge 45° , akkor a méretmegadást egyszerűsíteni lehet (4.22. ábra).



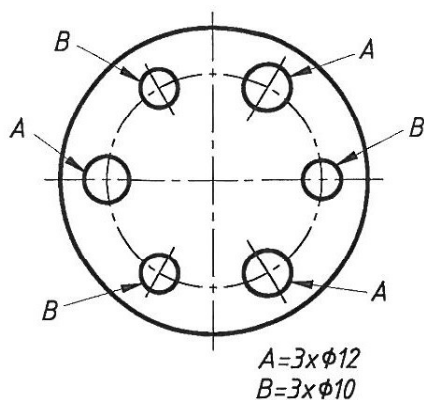
4.21. ábra. Példák életörések és süllyesztések méretmegadására



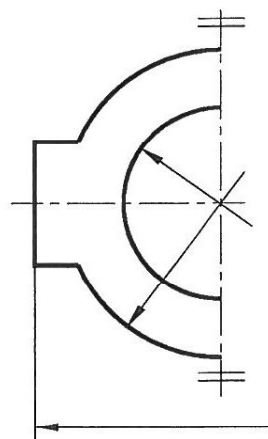
4.22. ábra. 45° -os életörések egyszerűsített megadása

Az azonos méretek ismétlése vagy hosszú mutatóvonalak elkerülése érdekében – ahol szükséges – azonosító betűket lehet alkalmazni, amelyeket magyarázó táblázatban vagy megjegyzésben pontosítani kell (4.23. 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 (4.24. ábra).

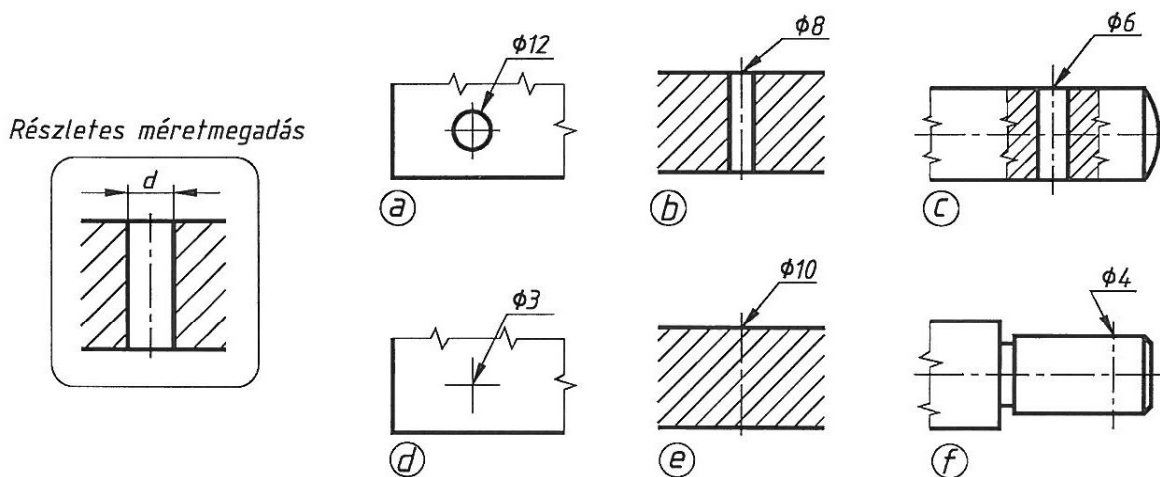


4.23. ábra. Méretmegadás azonosító betűkkel

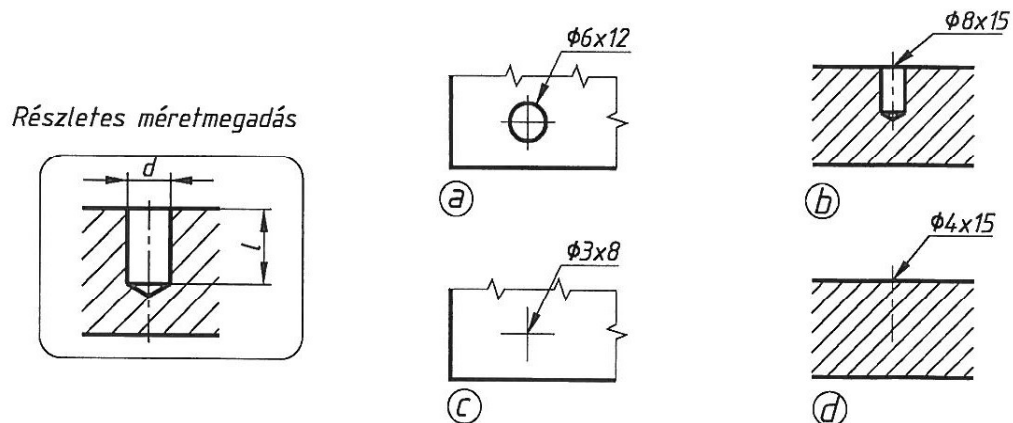


4.24. ábra. Méretmegadás félvetület esetén

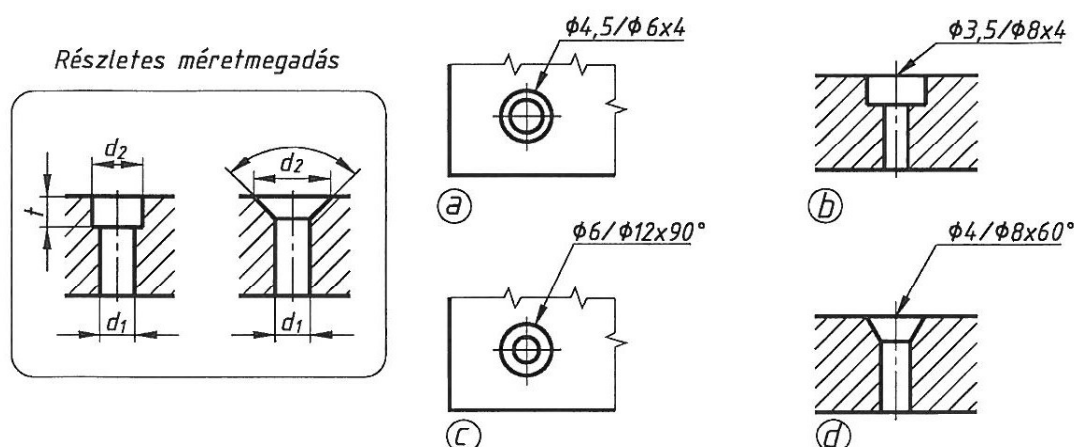
Furatméret egyszerűsített méretmegadása. Ha az ábrázolt furat rajzi mérete kicsi (kb. $d \leq 6$), vagy a furatot jelképesen ábrázoltuk, akkor annak méretét egyszerűsítve adhatjuk meg a 4.25., a 4.26. és a 4.27. ábrák szerint. Ezáltal elkerülhetjük a rajz méréthálózatának zsúfoltságát, és esetleg kevesebb nézet is elegendő.



4.25. ábra. Hengeres átmenőfurat egyszerűsített méretmegadása



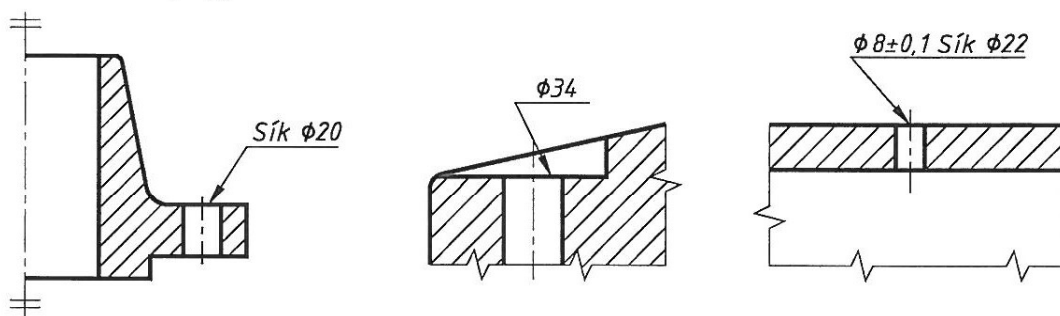
4.26. ábra. Hengeres zsákfurat egyszerűsített méretmegadása



4.27. ábra. Hengeres vagy kúpos sülyesztéssel készíthető átmenőfurat méretmegadása

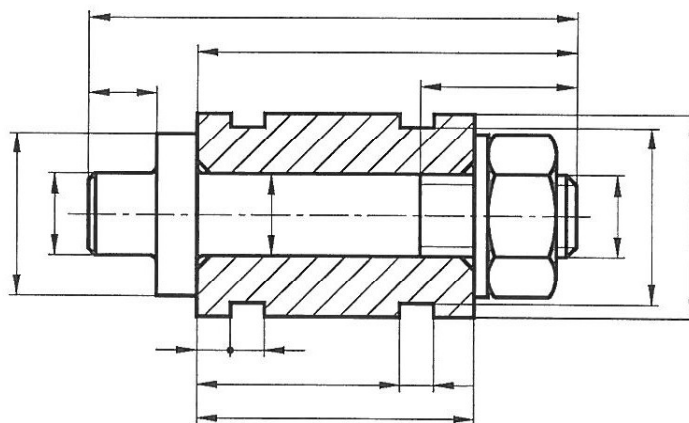
Kötőelemek felfekvő felületének méretmegadása öntött vagy kovácsolt előgyártmányoknál szokásos. Ezek ferde vagy durva felületei ugyanis nyers állapotukban nem alkalmasak csavarfej vagy más csatlakozó kötőelem felfekvő felületének. Ezért a furatok környékét a kötőelemek teljes felfekvéséhez szükséges méretben tisztító forgácsolással síkra kell munkálni.

A felfekvő felületet a megmunkálási átmérő megadásával mutatóvonalon írjuk elő (4.28. ábra). A méret előtt megadhatjuk a felületi érdesség követelményét és a „Sík” szó kiírásával tehetjük egyértelművé a jelölést. A felfekvő felület csak a tárgy egyik vetületén írható elő. Ez lehetőleg a furat tengelyével párhuzamos vetület legyen.



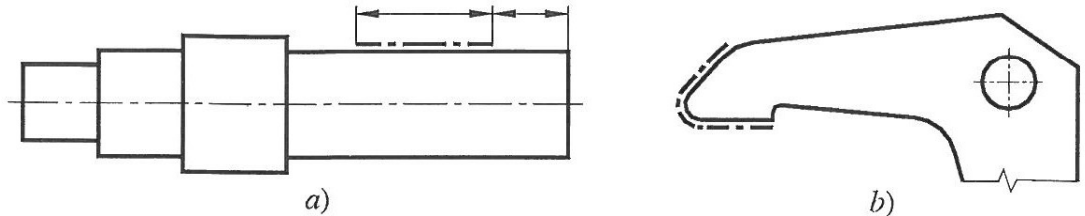
4.28. ábra. Példák kötőelemek alatti felfekvő felület jelölésére

Méretezett összeállítási rajzokon – ha valamely szerkezet több alkatrészét együtt ábrázoljuk –, lehetőség szerint minden alkatrész méretcsoportját különítsük el egymástól (4.28. ábra)!



4.28. ábra. Méretmegadás összeállítási rajzon

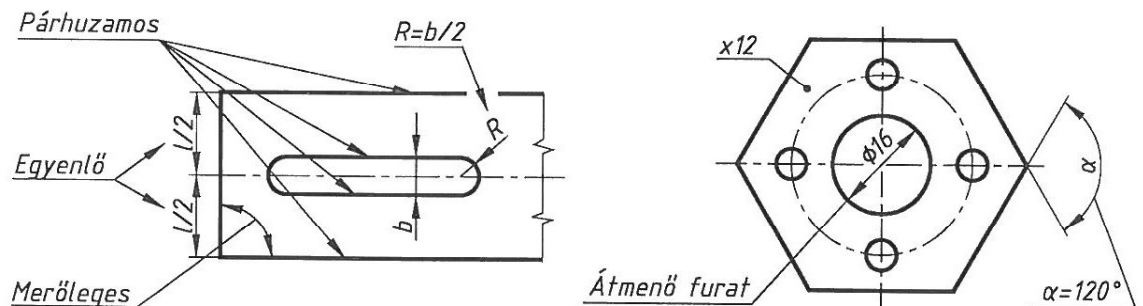
Az alkatrész különleges állapotának (pl. felületkikészítés vagy hőkezelés) helyét, ha az nem a teljes felületre vonatkozik, méretmegadással kell ellátni. Azt a területet, amelyre a különleges állapot vonatkozik, a felülettől kis távolságra (kb. a kontúrvonal vastagságának kétszeresére, de min. 0,7 mm-re) és azzal párhuzamosan rajzolt vastag pontvonallal kell jelölni. Ha a hőkezelés, bevonatkészítés stb. forgásfelületre vonatkozik, akkor a jelölést elegendő csak az egyik oldalon megadni (4.29.a) ábra). Ha a rajz egyértelműen ábrázolja a jelölés helyét, akkor a méretmegadás elhagyható (4.29.b) ábra).



4.29. ábra. Különleges követelmény helyének jelölése és méretmegadása

Magától értetődő méreteknek nevezzük az alkatrész azon méreteit, amelyek az ábrázolásból egyértelműen meghatározhatók (4.30. ábra). Ezeket a méreteket a rajzon csak akkor kell megadni, ha erre különleges okunk van (pl. ha tűréssel kell ellátni). Magától értetődő méretek a következők:

- a merőlegesnek rajzolt élék vagy felületek merőlegessége,
- a párhuzamosnak rajzolt élék vagy felületek párhuzamossága,
- a szabályos hatszög szögei,
- a párhuzamos egyeneseket összekötő félkör sugara,
- a szimmetrikus tárgy fél méreteinek egyenlősége,
- az osztások szögértékei, ha az a rajzon egyértelmű és
- a furat átmenőnek tekintendő, ha körvetületen csak az átmérőjét adták meg.



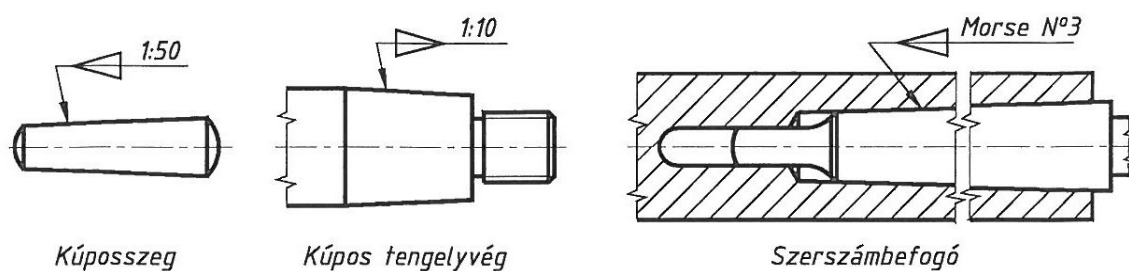
4.30. ábra. Magától értetődő méretek

4.3. Szabványos tárgyrészek méretmegadása

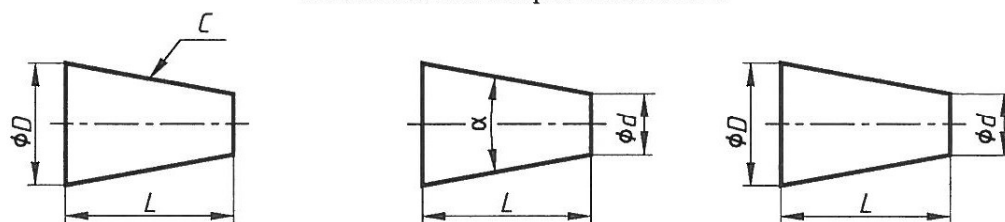
4.3.1. Kúpos és lejtős tárgyrészek méretmegadása

A gépalkatrészek kialakított kúpos felületek feladata többnyire a felületelemek vezetése, a központozás és a rögzítés. Jellemző kúpos alkatrész pl. a kúpos tengelyvég és a szerszámok kúpos befogószára, ill. csatlakozó hüvelye (4.31. ábra).

A kúpok meghatározásához csak annyi méretet kell megadni, amennyi az egyértelműséghez szükséges. Tájékoztatásul zárójelben kiegészítő méretek (pl. a félkúpszög) is megadhatók. Néhány javasolt megoldást szemléltet a 4.32. ábra.



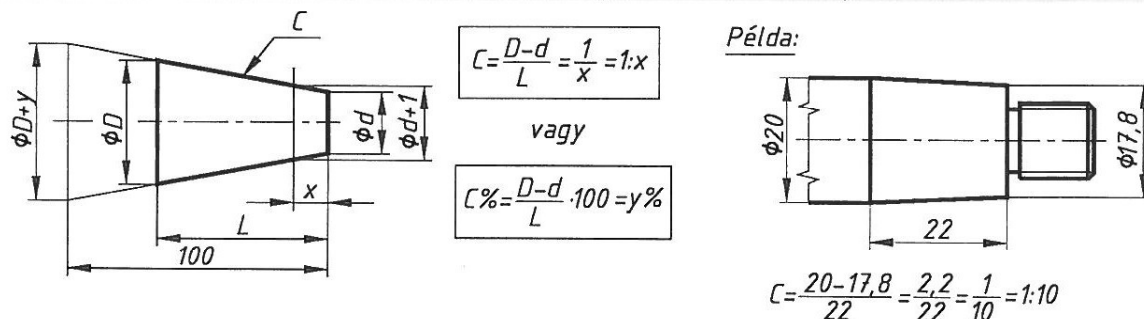
4.31. ábra. Példák kúpös alkatrészekre



4.32. ábra. Kúpfelület méretmegadásának különféle megoldásai

A C kúposság mérőszámát a $(D-d):L$ arány adja (4.33. ábra), amely a félkúpszög tangensének a kétszerese ($2 \cdot \tan \alpha/2$). Figyeljük meg az ábrán a kúposság kétféle értelmezését! Az $1:x$ arány esetén x mm tengelyirányú elmozduláshoz 1 mm átmérőváltozás tartozik. Az $y\%$ kúposság 100 mm tengelyirányú elmozdulás esetén y mm átmérőváltozást jelent. A kúposság értékét többféleképpen megadhatjuk.

Előnyben kell részesíteni a kúposság $1:x$ aránnyal (pl. $1:5$) és a kúpszög fokban (pl. 35°) való megadását. Megengedett a kúposság előírása a viszonzyszám fordítottjával (pl. $0,2:1$), vagy $y\%$ formában (pl. 20%), és a kúpszög megadása radiánban (pl. $0,6$ rad).

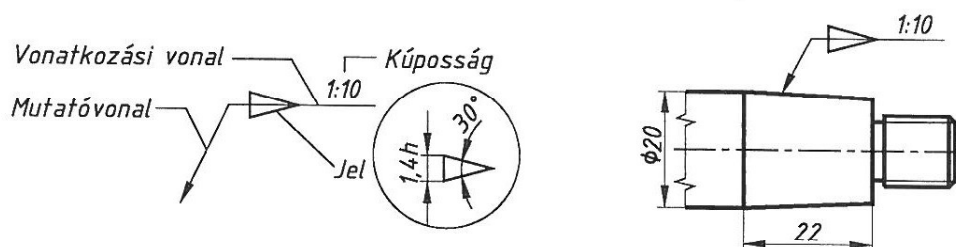


4.33. ábra. A kúposság értelmezése és számítása

A kúp rajzjele a méretszám vonalvastagságával rajzolt egyenlőszárú háromszög (4.34. ábra). Ezt és a kúposságot a kúpfelület közelében megadni mégpedig úgy, hogy

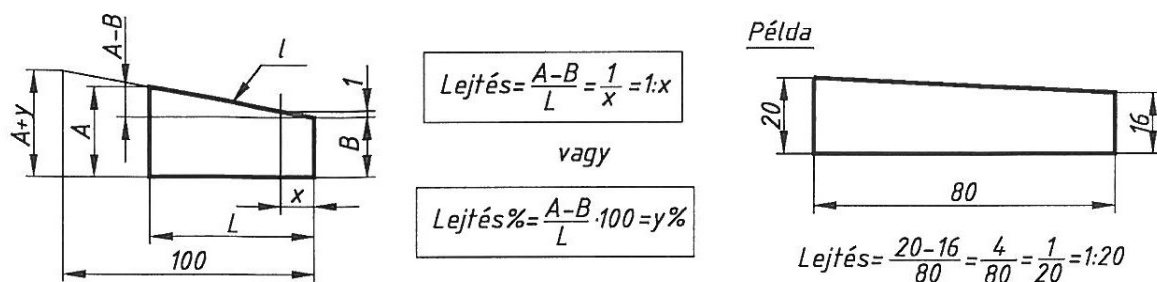
- a vonatkoztatási vonal párhuzamos legyen a kúp tengelyvonalával, és
- a jel iránya feleljen meg a kúpfelület irányának.

Szabványos kúpok megadhatók a kúpsorozatbeli jelükkel (l. a 4.31. ábrát).



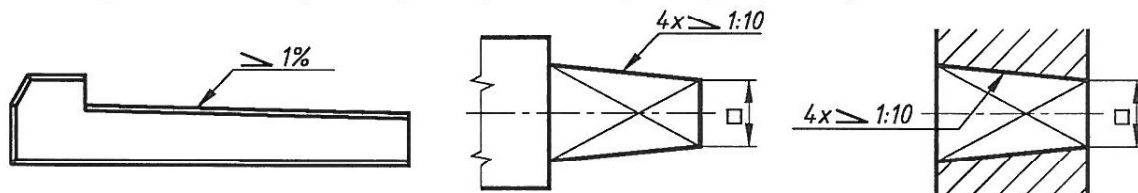
4.34. ábra. A kúposság előírása mutatóvonalon

A **lejtés** az alkatrész valamely síkfelületének egy másik adott síkhoz (az ún. alapsíkhöz) vagy tengelyvonalhoz viszonyított hajlását jellemzi. Méretszáma a két elem által bezárt szög tangense, amit a rajzon – a kúposághoz hasonlóan – $1:x$ aránnyal vagy $y\%$ formában adhatunk meg (4.35. ábra).



4.35. ábra. A lejtés értelmezése és számítása

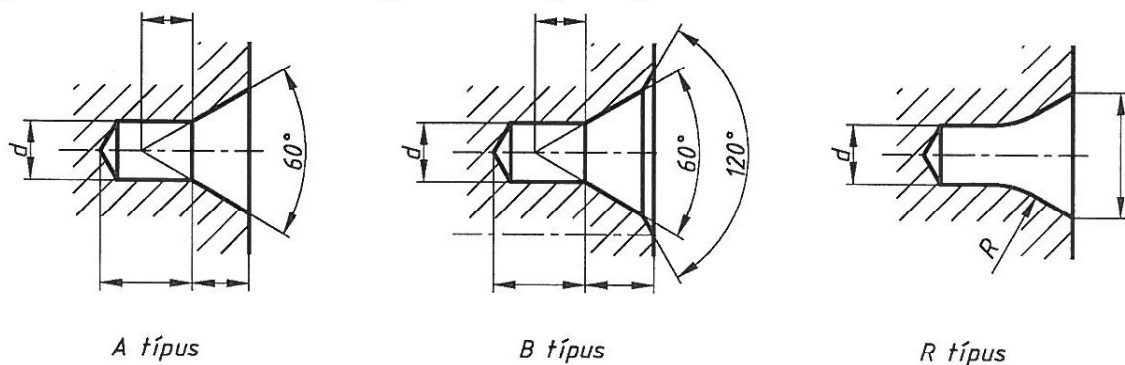
A lejtés rajzjele a méretszám vonalvastagságával rajzolt nyitott derékszögű háromszög. Alkalmazására a kúposágnál leírtak érvényesek, a jel iránya itt is feleljen meg a lejtő irányának (4.36. ábra).



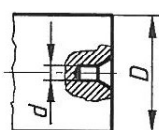
4.36. ábra. Példák lejtés méretmegadására

4.3.2. Központfuratok méretmegadása

Tengelyek, csapok stb. forgácsoló megmunkálása során gyakori befogási (tájolási) bázisok a végcsapba fúrt központfuratok. A központfuratok (4.37. ábra) készíthetők védősüllyesztés nélkül (A típus), védősüllyesztéssel (B típus) vagy ívelt felülettel (R típus). Egy adott tengelyátmérőhöz tartozó központfurat méretét a 4.38. ábra alapján határozhatjuk meg.



4.37. ábra. Szabványos központfuratok típusai és fő méreteik



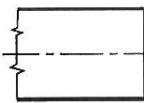
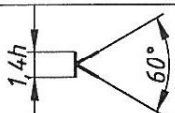
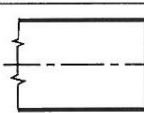
Tengelyátmérő, D , mm	10-ig	10-16	16-25	25-40	40-63	63-80	80-100	100-160
Központfurat, d , mm	1,0	1,6	2,0	2,5	3,15	4,0	6,3	10,0

4.38. ábra. Központfuratok ajánlott méretválasztéka

A szabványos alakú és méretű központfuratot alkatrészrajzokon nem szükséges részletesen ábrázolni, megengedett a 4.1. táblázat szerinti egyszerűsített megadás.

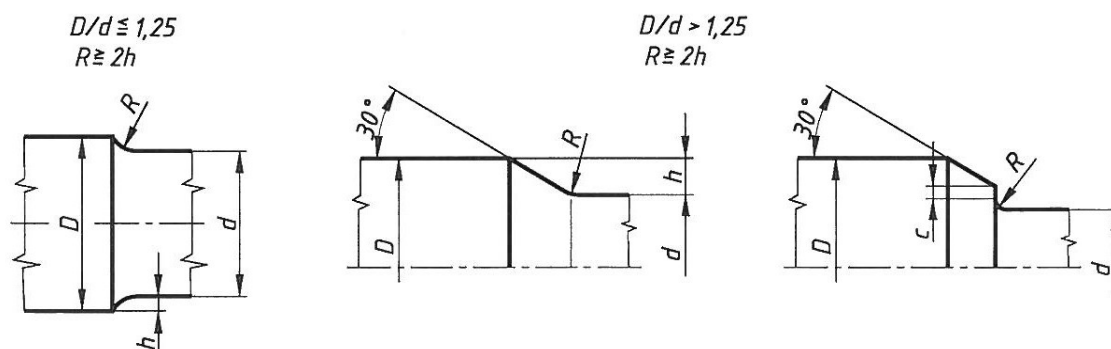
Központfurat egyszerűsített megadása.

4.1. táblázat

Feltétel	A központfurat	
	rajzjele	megadási példa
Ha a központfurat a kész alkatrészben előírás	<	 A 2,5 MSZ 3999
Ha a központfurat a kész alkatrészben látszódhat, de nem előírás	Nincs	 A 2,5 MSZ 3999
Ha a központfurat a kész alkatrészben nem látszódhat		 A 2,5 MSZ 3999

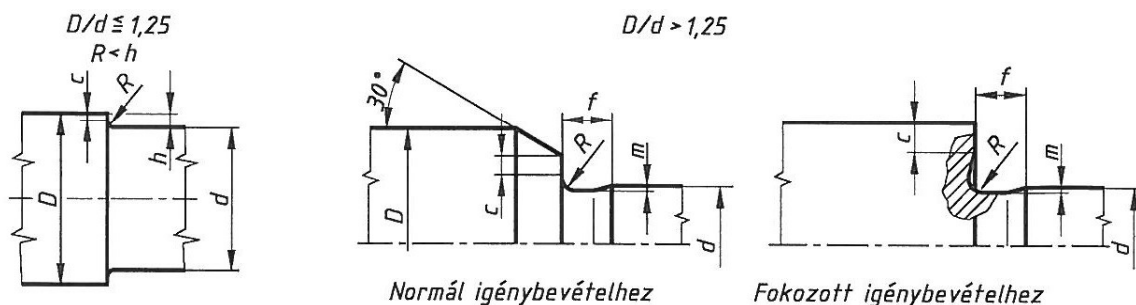
4.3.3. Lekerekítések és beszúrások méretmegadása

A gépalkatrészeken (tengelyeken, furatban stb.) forgácsoló megmunkálással készített vállak, lekerekítések, beszúrások és éltompítások javasolt alakját és méreteit szabványok írják elő. A vállakat – a tengely vagy a furat különböző átmérőjű felületei közötti átmeneteket – lekerekítéssel kell kialakítani. A csupán méretkülönbségek áthidalására kialakított, ún. szabad tengelyvállak alakját és jellemző méreteit a 4.39. ábra szemlélteti.



4.39. ábra. Szabad tengelyvállak kialakítása és jellemző méretei

A támasztóvállak feladata a tengelyre szerelt agy tengelyirányú helyzetének meghatározása. Kialakításuk olyan legyen, hogy megfelelő nagyságú felülettel támasszák meg az agyat (4.40. ábra)!



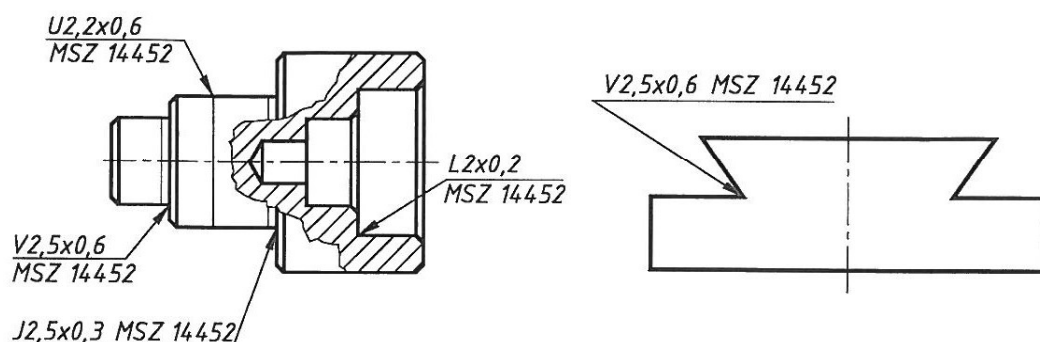
4.40. ábra. Támasztóvállak kialakítása és jellemző méretei

Az alkatrészek helyes illeszkedését, ill. a szerszámkifutást megfelelő beszúrás kialakítása teszi lehetővé (4.2. táblázat). A szabványos beszúrások egyszerűsített ábrázolását és méretmegadását a 4.41. ábra mutatja. Az egyszerűsített méret tartalmazza a beszúrás alakjelét és a jellemző méreteit.

Beszúrások fajtái és jellemző méretei.

4.2. táblázat

Alakjel	L	J	U	V
Ábra a jellemző méretekkel				



4.41. ábra. Szabványos beszúrás ábrázolása és egyszerűsített méretmegadása

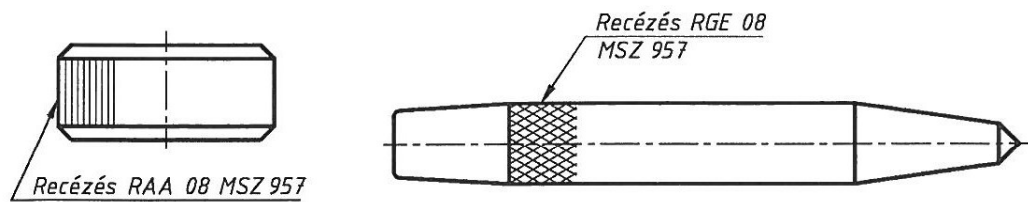
4.3.4. Recézés jelölése és méretmegadása

A kezelőszervek, fogantyúk, szerszámnyelvek stb. biztonságos megfogását különféle felületi mintázat kialakításával lehet elősegíteni. A recézés különböző fajtáit a 4.3. táblázat tartalmazza. A recézés osztását – anyagfajtától és a munkadarab méreteitől függően – a 0,5; 0,6; 0,8; 1; 1,2 és 1,6 méretsorozatból kell választani. A d_2 kiindulási átmérő függ a recézés fajtájától, a d_1 névleges átmérőtől és a t osztástól. A recézés előírása a rajzon az alakjelből, az osztás számértékének tizedesvessző nélküli alakjából és a szabványszámból áll (4.42. ábra).

A recézés fajtái és alakjele.

4.3. táblázat

Egyenes recézés	Bal irányú ferde recézés	Jobb irányú ferde recézés	Átlós recézés	Keresztrecézés
RAA $d_2 \approx d_1 - 0,5t$	RBL $d_2 \approx d_1 - 0,5t$	RBR $d_2 \approx d_1 - 0,5t$	Kiemelkedő csúcsokkal RGE $d_2 \approx d_1 - 0,67t$ Mélyített csúcsokkal RGV $d_2 \approx d_1 - 0,33t$	Kiemelkedő csúcsokkal RKE $d_2 \approx d_1 - 0,67t$ Mélyített csúcsokkal RKV $d_2 \approx d_1 - 0,33t$



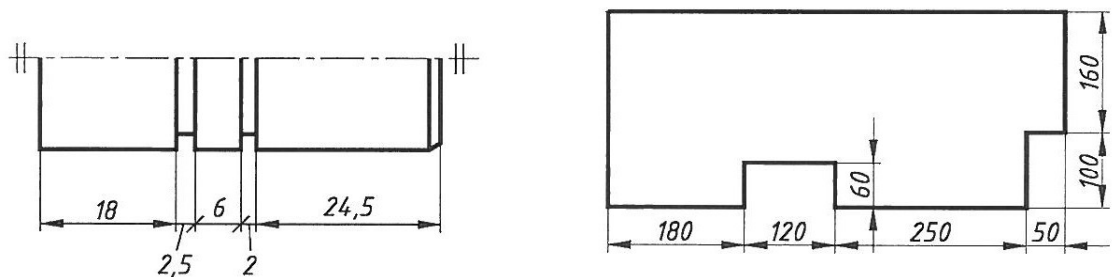
4.42. ábra. Recézés előírása alkatrésrajzon

4.4. A mérethálózat kialakítása

A műszaki rajzon a méretek elhelyezkedése világosan fejezze ki a terv célját! Általában a méretek elhelyezése a különböző tervezési követelmények kombinációjának a következménye, és a következők szerint lehet megvalósítani.

4.4.1. Láncszerű méretmegadás

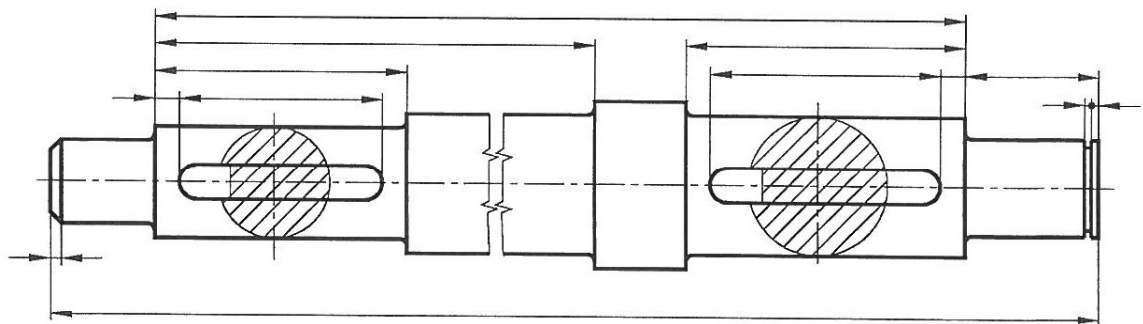
Láncszerű méretmegadást (4.43. ábra) csak ott alkalmazhatunk, ahol a tűrések lehetséges összeadódása nem eredményezi az alkatrész működésképtelenségét.



4.43. ábra. Példák láncszerű méretmegadásra

4.4.2. Bázistól kiinduló méretmegadás

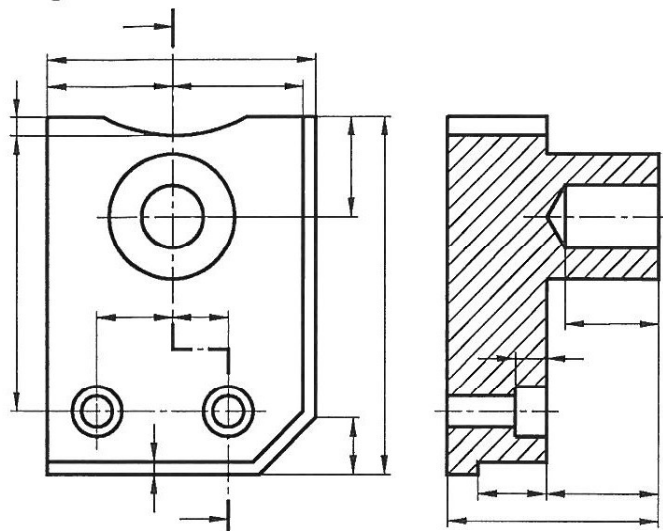
Bázistól induló méretmegadás ott alkalmazható, ahol az azonos irányú méretek közös alaptól (bázistól) indulnak. A bázisfelület kiválasztható szerkesztési, gyártási vagy ellenőrzési szempontok alapján. A bázist lehetőleg úgy kell kiválasztani, hogy az alkatrész többi részletének távolságát könnyen lehessen attól megadni. Célszerű, ha ez a bázis egybeesik a gyártási (technológiai) és az ellenőrzési bázisfelületekkel



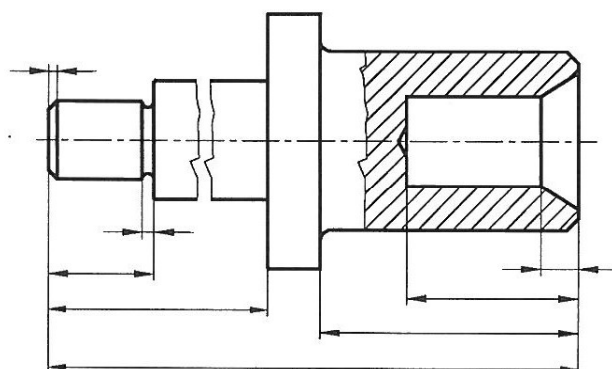
4.44. ábra. A működés szempontjából fontos felület mint méretezési bázis

A méretmegadás bázisvonala lehet:

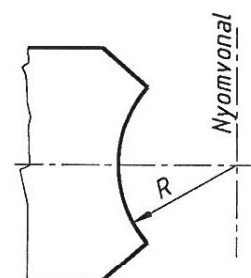
- a működés szempontjából fontos méret határvonala (4.44. ábra),
- a működés szempontjából fontos szimmetriatengely (4.45. ábra),
- a főméret valamelyik határoló vonala (4.46. ábra), és/vagy
- egy adott távolságra levő sík nyomvonala (4.47. ábra).



4.45. ábra. A működés szempontjából fontos szimmetriatengely mint méretezési bázis



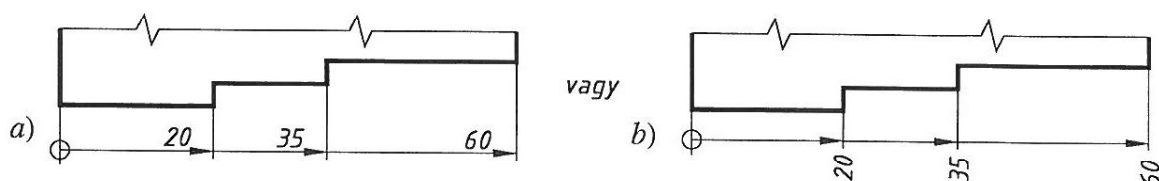
4.46. ábra. Bázis a főméret határoló vonala



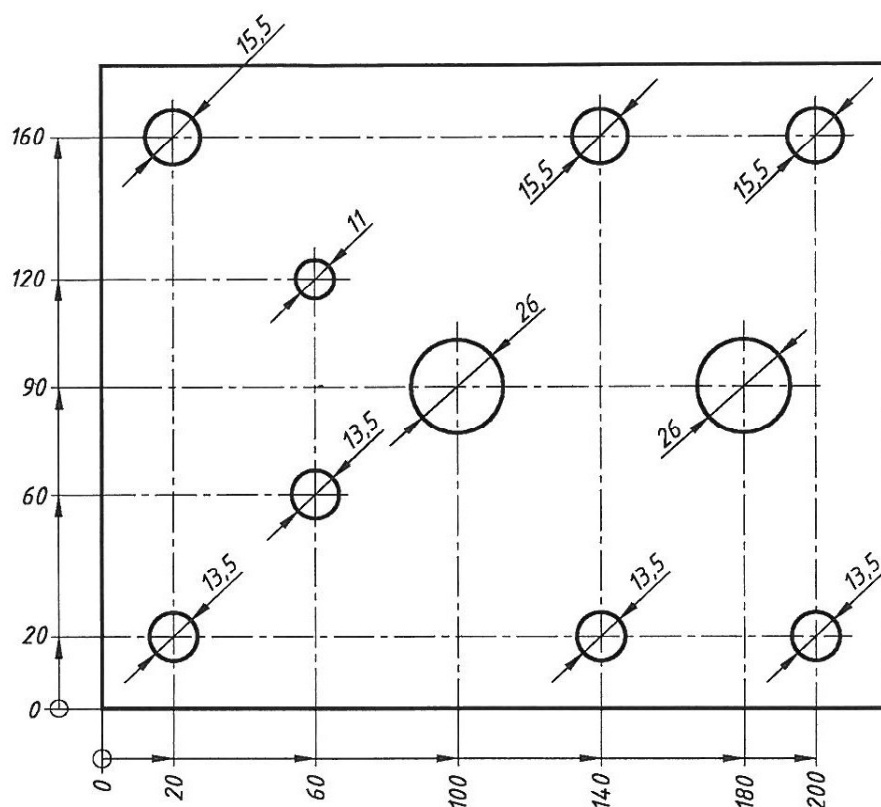
4.47. ábra. Sík nyomvonala mint bázis

A bázistól induló mérethálózat elhelyezése szerint lehet:

- *párhuzamos méretmegadás*, amelynél az egyes méretvonalakat egymással párhuzamosan rajzoljuk olyan távolságra, hogy a méreteket jól el lehessen helyezni (4.44.–4.46. ábrák) vagy
- *összevont (halmozott) méretmegadás*, amely a párhuzamos méretmegadás egyszerűsítése (4.48. és 4.49. ábra, l. még a 4.1. ábrát). A méret elhelyezhető a nyílhegy közelében a méretvonalon (4.48.a) ábra) vagy a méretsegédvonalal egyvonalban (4.48.b) ábra).



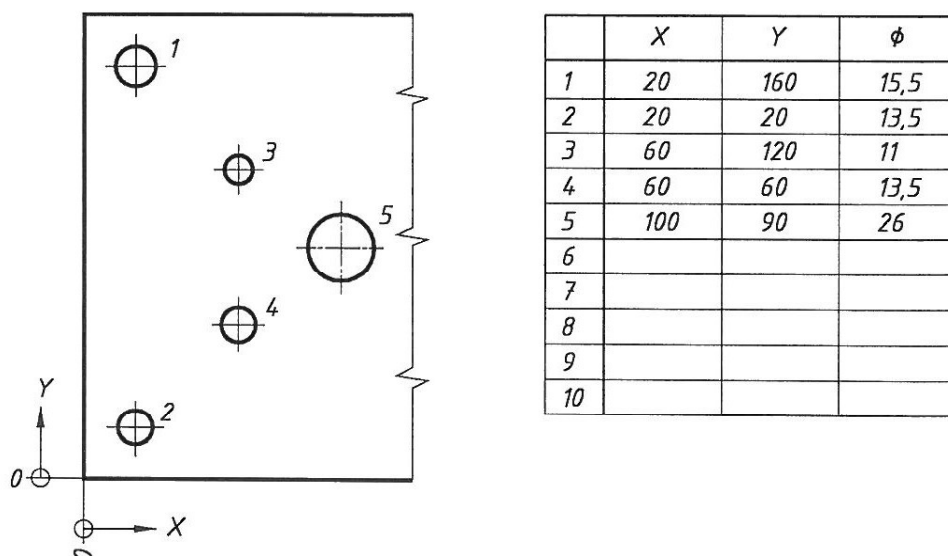
4.48. ábra. Összevont (halmozott) méretmegadás



4.49. ábra. Két irányban összevont méretmegadás

4.4.3. Méretmegadás koordinátákkal

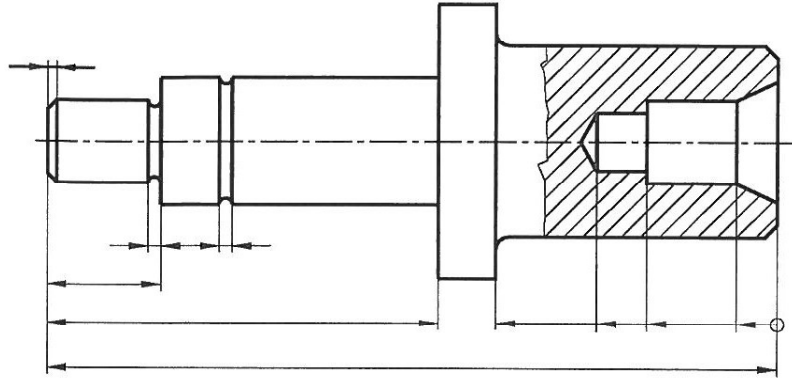
Koordinátákkal adhatjuk meg a méreteket pl. a kétirányban összevont méretmegadás helyett (4.50. ábra). Ennél a megoldásnál a méreteket táblázatba foglaljuk, nem egyenként adjuk meg. Több furatot tartalmazó alkatrészek esetén előnyös ez a megoldás (pl. koordináta-fúrógépen történő megmunkáláshoz).



4.50. ábra. Méretmegadás koordinátákkal

4.4.4. Kombinált méretmegadás

Az alkatrészek mérethálózatának kialakításakor törekedni kell a méretek áttekinthető elrendezésére. A tárgy egyes részleteinek méreteit – ha szükséges és a rajz értelmezését nem zavarja – megadhatjuk az előző módszerek együttes alkalmazásával is (4.51. ábra). Ezt nevezzük kombinált méretmegadásnak. A jól kialakított mérethálózat egyaránt megfelel a szerkesztési (működési) és a technológiai (gyártási/ellenőrzési) szempontoknak.



4.51. ábra. Kombinált méretmegadás

4.5. Műszaki követelmények szöveges megadása

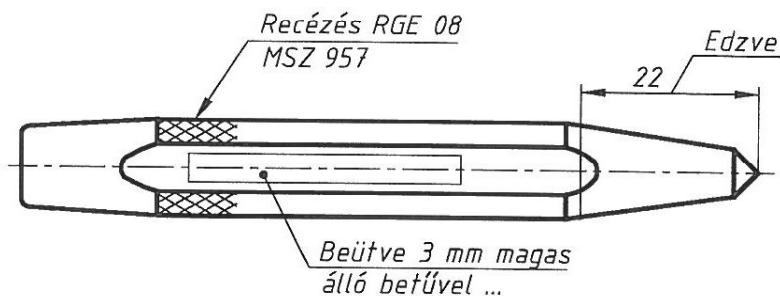
A rajzon szöveggel adjuk meg a nem ábrázolható vagy nem jelölhető adatokat, magyarázatokat és műszaki követelményeket. A megadott szöveg rövid és szabatos legyen!

A szöveges előírások vonatkozhatnak pl.:

- az alkatrész anyagára, anyagi tulajdonságaira (pl. mágneses jellemzők);
- a méretre, tűrésekre, tömegre stb.;
- a hőkezelésre és felületkikészítésre;
- a kész gyártmány beállítására, beszabályozására;
- a minőségi, csomagolási, szállítási előírásokra stb.

Mindig az alkatrész kész állapotát fejezze ki, pl. „Edzve”. A szöveget nagybetűvel kezdjük és a végére nem teszünk pontot. Az írásnagyságot célszerű 3,5 mm-re választani.

Az ábrázolt tárgyra közvetlenül vonatkozó szöveget mutatóvonalon írjuk elő. A mutatóvonal végére, ha a tárgy körvonalán belül végződik, kb. 1 mm-es pontot, ha a tárgy körvonalára mutat, akkor pedig nyílhegyet kell rajzolni. A méretvonalhoz csatlakozó mutatóvonal végére nem kell rajzolni sem pontot, sem nyílhegyet (4.52. ábra).



4.52. ábra. A mutatóvonal csatlakoztatása

A mutatóvonalak ne keresztezzék egymást vagy a méretvonalat, és ne haladjanak párhuzamosan a metszeti vonalkázással! Mutatóvonalon legfeljebb kétsoros szöveg adható meg a 4.52. ábra szerint. Hosszabb szövegeket a feliratmező fölött kell elhelyezni. Fogazott gépelemek, rugók stb. műszaki követelményeit szabványos adattáblázatban kell megadni.

Gyakrabban használt szövegek:

- *Forgácsolás nélküli alakítások*: Lánggal vágva; Lyukasztva; Kovácsolva; Zömítve; Tömörítve; Recézve; Görgőzve, Egyengetve stb.
- *Forgácsoló megmunkálások*: Fűrészelve; Üregelve; Hántolva; Dörzsölve; Kösörölve; Tükörösítve; Polírozva; Szereléskor fúrva stb.
- *Kötések*: Keményforrasztva; Lágyforrasztva; Hegesztve; Felsajtolva; Elszegecselve stb.
- *Felületkikészítés, hőkezelés*: Fényesítve; Homokkal fúvatva; Revétlenítve; Mázolva; Fényezve; Lakkozva; Eloxálva; Normalizálva; Nemesítve; Megeresztve; Cementálva ... mm; Edzve ... HRC; Betétben edzve stb.

Ellenőrző kérdések

1. Ismertessük a méretmegadás általános szabályait!
2. Soroljuk fel a méretmegadás elemeit!
3. Melyek a méretsegédvonalak és a méretvonalak elhelyezésére vonatkozó előírások?
4. Milyen méretvonal-határolók alkalmazhatók a gépészeti rajzokon?
5. A méretszám előtt milyen alakhoz kapcsolódó méretjeleket alkalmazunk?
6. Ismertessük a méretek elhelyezésének két módszerét!
7. Ismertessük az ívek és sugarak méretmegadásának előírásait!
8. Mi a tájékoztató méret fogalma és hogyan kell a rajzon megadni?
9. Melyek az egyenlő távolságra levő alakzatok méretmegadásakor alkalmazható egyszerűsítések?
10. Hogyan lehet egyszerűsíteni az ismétlődő alakzatok méretmegadását?
11. Ismertessük az élettörések és süllyesztések méretmegadásának szabályait!
12. Melyek a furatméret egyszerűsített megadására vonatkozó előírások?
13. Hogyan kell előírni a rajzon a kötőelemek felfekvő felületének méretét?
14. Hogyan kell megadni az alkatrész egy felületrésszének hőkezelését?
15. Mit tekintünk magától értetődő méretnek? Milyen esetben kell ezt a méretet megadni?
16. Mi a kúposág fogalma és hogyan számíthatjuk ki?
17. Hogyan adjuk meg a kúposág méretét az alkatrészbajzokon?
18. Mit értünk lejtés alatt és hogyan számítjuk ki a lejtés számértékét?
19. Hogyan adjuk meg a lejtés méretét az alkatrészbajzokon?
20. Melyek a központfurat egyszerűsített megadásának szabályai?
21. Milyen beszúrásokat ismerünk, és hogyan történik ezek egyszerűsített méretmegadása?
22. Milyen recézéseket ismerünk, és hogyan történik ezek egyszerűsített méretmegadása?
23. Melyek a mérethálózat kialakításának alapvető megoldásai?
24. Mikor alkalmazható a láncszerű méretmegadás?
25. Soroljunk fel a mértmegadás bázisaként választható elemekre példákat!
26. Mit értünk bázistól induló összevont (halmozott) méretmegadás alatt?
27. Melyek az összevont méretmegadás kialakításnak szabályai?
28. Ismertessük a koordinátákkal való méretmegadás elvét!
29. Mit értünk kombinált méretmegadás alatt?
30. Mondjunk példákat műszaki követelmények rajzon való szöveges megadására!

5. FELÜLETI ÉRDESSÉG

Az eddigi tanulmányaink során megismertük az alkatrészek alakjának és méreteinek egyértelmű meghatározását a műszaki rajzokon. Az alkatrészek elkészítéséhez – a szükséges gyártási eljárások gazdaságos kiválasztása érdekében – a rajznak tartalmaznia kell a munkadarab felületeinek elérendő minőségét is. A felületminőségen a felület jellemzőinek összességét (alakpontosság, érdeesség stb.) értjük. A felületminőségi követelményeket négy tényező határozza meg:

- ha az adott felület egy másik felületen csúszik, akkor a súrlódás okozta kopás és melegedés csökkentése érdekében minél jobb minőségű legyen (pl. tengelycsap-csapágypersely);
- a szigorú alak- és mérettűréssel gyártandó, illeszkedő felületeket megfelelő érdeességre kell megmunkálni;
- egyes alkatrészek (pl. műszerek kezelőelemei, használati tárgyak díszítőelemei stb.) felületeit esztétikai okok miatt kell igényesen kidolgozni és
- minél jobb felületminőséget kell elérni, annál nagyobbak lesznek a gyártás költségei. Ezért nem célszerű indokolatlanul jó minőség előírása a rajzon!

A következőkben a felületi egyenetlenségek közül a hullámosság és az érdeesség alapfogalmait és követelményeinek a műszaki rajzokon való előírását ismerhetjük meg. Az egyenetlenségek témájával részletesen foglalkozik a Tankönyvmester Kiadó: **Alapmérések. Geometriai mérések** c. könyve.

5.1. Alapfogalmak, geometriai jellemzők

Az alkatrészeket többnyire mértani felületek (sík, henger, kúp stb.) határolják. A megmunkálás során ezek a felületek csak több-kevesebb hibával készíthetők el. Az alkatrész valóságos felületének az elméleti (ideális) geometriai alaktól való eltéréseit *egyenetlenségnek* nevezzük. A gyártás során keletkező egyenetlenségeket az **5.1.** táblázat foglalja össze.

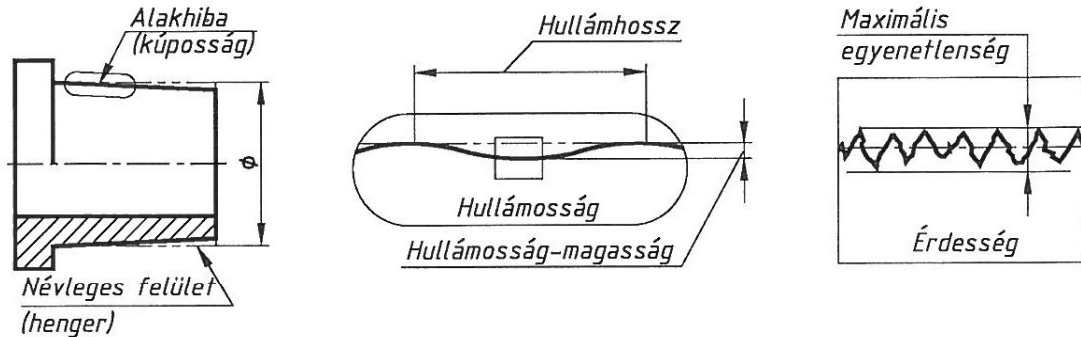
Az egyenetlenségek fajtái.

5.1. táblázat

Az egyenetlenség				
rendűsége	elnevezése	okozója	értékelése	vizsgálati tartománya
1.	Alakeltérés síklapúság-eltérés; kör alakeltérés; hengerességtérítés; kúposág stb.	Munkagép, szerszám és munkadarab kopása vagy deformációja; befogási hibák; elhúzóerők stb.	Hossz- és szög- mérés	Makrogeometria
2.	Hullámosság	Munkagép, szerszám és munkadarab lengése, rezgése; szerszám excentrikus befogása; munkadarab, szerszám alakeltérése		
3.	Érdeesség barázdák	Forgácsolási jellemzők: előtolás, fogásmélység, forgácsolási sebesség; szerszám élgeometriája	Geometriai vagy fizikai felületviz- gálat	Mikrogeometria
4.	A barázdák felületén levő: rovátkák repedések stb.	A munkadarab anyaga; szerszám anyaga, kenés, hűtés stb. elektrokémiai folyamatok; maratás, korrózió stb.		
5.	Kristályszerkezeti változások			
6.	Mikroérdeesség	Fizikai és kémiai hatások; adszorpció, térrácszavarok stb.	Fizikai mérések (ultramikroszkópia)	Szubmikrogeometria

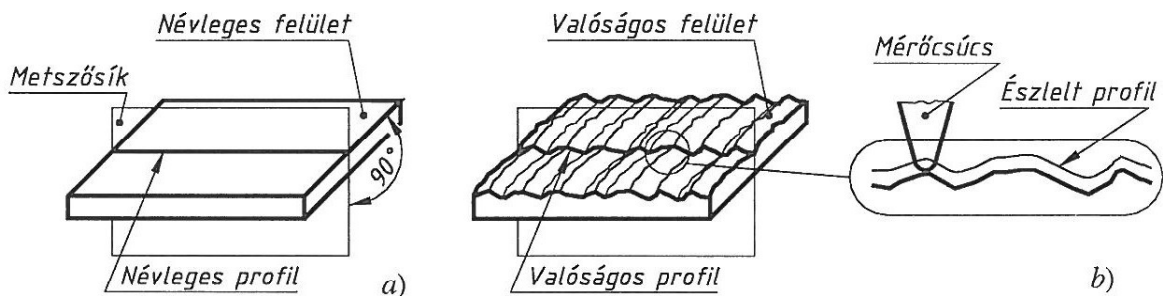
Megjegyzés: Az alakeltérések fajtáit és a műszaki rajzon való előírását a 6. fejezet tartalmazza. A 4-6. rendű egyenetlenségekre vonatkozó követelményeket többnyire szöveges utasításokban közlik.

A különféle rendű egyenetlenségek értelmezését az 5.1. ábra szemlélteti. Az alkatrész felületein megjelenő egyenetlenségek olyan *eredő egyenetlenségeknek* tekintendők, amelyek a különböző jellegű szabálytalanságok egymásra helyezéséből (szuperponálásából) adódnak.



5.1. ábra. Alakhiba, hullámosság és érdesség

Az egyenetlenségek meghatározásakor megkülönböztetjük a *névleges*, a *valóságos* és az *észlelt felületet*. Az alkatrész műszaki rajzán ábrázolt és a méretekkel meghatározott felületeit *névleges (mérési, ideális, elméleti) felületek* nevezzük. Jellemzője a *névleges profil*, amely többnyire egyenes vagy kör (5.2.a) ábra). A *valóságos felület* a testet határoló tényleges felület, amely különféle (gyártási eredetű) egyenetlenségek miatt eltér a névleges felülettől. Jellemzője a *valóságos profil*, amelyet többnyire (ha lehetséges) a felület mintázatára merőleges síkkal képezünk. Az *észlelt felület* a méréssel meghatározott felület, amely a különféle mérési pontatlanságok miatt eltér a valóságos felülettől. Jellemzője az *észlelt profil*, amely a valóságos profil leképzése (5.2.b) ábra).



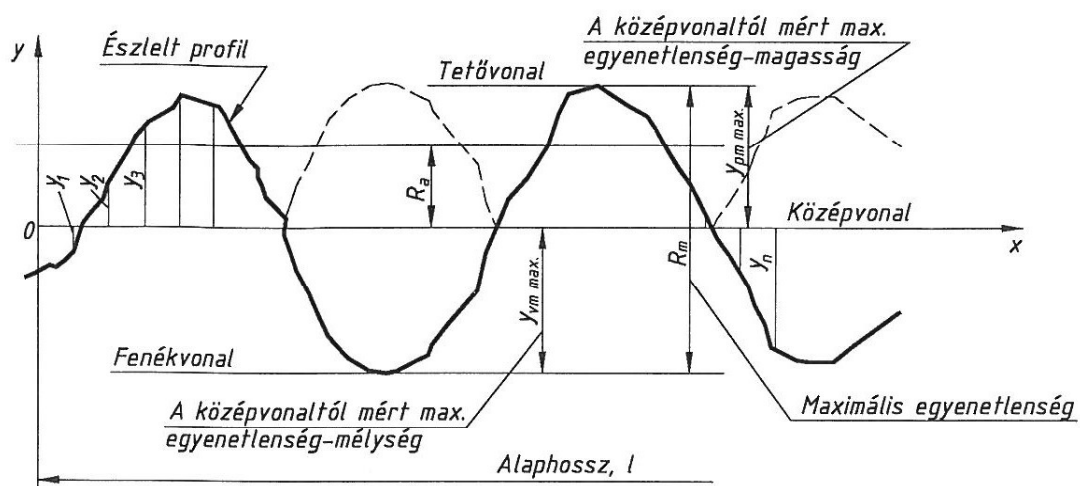
5.2. ábra. A névleges és a valóságos profil értelmezése

Gépészeti rajzokon főként a megengedett alakeltéréseket és a felületi érdesség különféle jellemzőinek számszerű értékeit írjuk elő. A hullámossági követelmény megadására viszonylag ritkán kerül sor.

5.2. Az érdességi jellemzők és mérőszámaik

A felületi érdesség a felület mértani jellegű egyenetlenségeinek – a megmunkálásból eredő jellegzetes mintázatot mutató – kis térközű része. Jellemzésére a gyakorlatban az R_a átlagos felületi érdességet vagy az R_z egyenetlenség-magasságot alkalmazzák.

Az érdességi profil jellemzőit az 5.3. ábra szemlélteti. Mindkét jellemző ellenőrizhető a gyártás során szemrevételezéssel (etalonokhoz viszonyítva), vagy méréssel (pl. "Surftest-201" típusú műszerrel). A mérést nem a teljes felülethosszon végzik, hanem csak egy kisebb szakaszon, az ún. *alaphosszon*. Az egyes méréstartományokhoz tartozó alaphosszak számértékét szabvány írja elő.



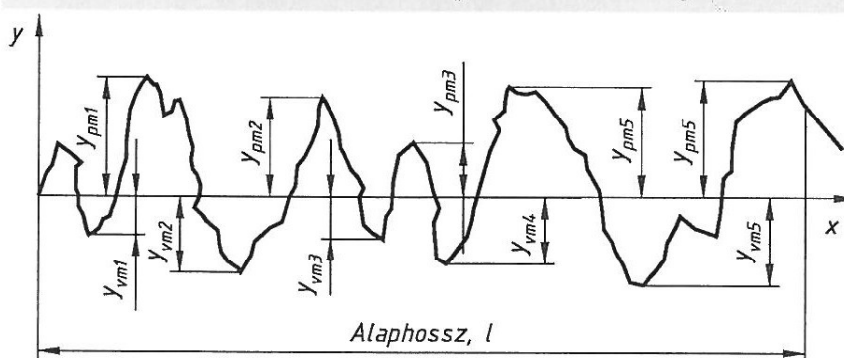
5.3. ábra. Az érdességi profil adatai

Az R_a átlagos érdesség (átlagos aritmetikai eltérés) az észlelt profil pontjainak a középvonaltól mért átlagos távolsága az alaphossz tartományában.

Az átlag számításához a távolságokat előjel nélkül, azaz abszolút értékükkel vesszük figyelembe:

$$R_a = \frac{1}{n} (|y_1| + |y_2| + |y_3| + \dots + |y_n|)$$

Az R_z egyenetlenség-magasság az alaphosszon belül észlelt profil 5 legmagasabb és 5 legalacsonyabb pontjának a középvonaltól mért távolságából számított átlag



$$R_z = \frac{(y_{pm1} + y_{pm2} + y_{pm3} + y_{pm4} + y_{pm5}) - (y_{vm1} + y_{vm2} + y_{vm3} + y_{vm4} + y_{vm5})}{5}$$

5.4. ábra. Az egyenetlenség-magasság számítása

Az egyenetlenség-magasság értelmezését és számítását az (5.4. ábra) szemlélteti. Az átlagos érdességet és az egyenetlenség-magasságot a rajzon μm -ben adjuk meg. Megközelítő összefüggés írható fel a két jellemző között: $R_a \approx R_z/4$. Szabványos számértékeiket az 5.2. és az 5.3. táblázatok tartalmazzák. Az érdesség megadásakor előnyben kell részesíteni a felső sorban levő (vastagon szedett) értékeket.

Az átlagos érdesség számértékei.

5.2. táblázat

Átlagos érdesség, R_a , μm															
400	200	100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	0,012
320	160	80	40	20	10	5	2,5	1,25	0,63	0,32	0,16	0,08	0,04	0,02	0,01
250	125	63	32	16	8	4	2	1	0,5	0,25	0,125	0,063	0,032	0,016	0,008

Az egyenetlenség-magasság számértékei.

5.3. táblázat

Egyenetlenség-magasság, R_z , μm														
1600	800	400	200	100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1
1250	630	320	160	80	40	20	10	5	2,5	1,25	0,63	0,32	0,16	0,08
1000	500	250	125	63	32	16	8	4	2	1	0,5	0,25	0,125	0,063
														0,032

Az átlagos érdesség és az egyenetlenség-magasság mérésekor alkalmazandó l alaphosszakot az 5.4. táblázat tartalmazza.

Azokon a rajzokon, amelyeken a hosszmereteket hüvelykben ($1\text{ in} \approx 25,4\text{ mm}$) adják meg, az érdességi jellemzők mérőszámait μm helyett μin -ben jelölik. A méretszámok és az R_a számértékei félreértelműzésének elkerülése érdekében az átlagos érdesség megadható az ISO 1302 szabvány érdességi fokozatszámával is (5.5. táblázat).

Alaphosszak számértéke.

5.4. táblázat

l , mm	25,0	8,0	2,5	0,8	0,25	0,08
R_a , μm	400–200	100–50	25–6,3	3,2–0,8	0,4–0,05	0,025–0,012
R_z , μm	1600–800	400–200	100–25	12,5–3,2	1,6–0,2	0,1–0,025

Érdességi fokozatszámok.

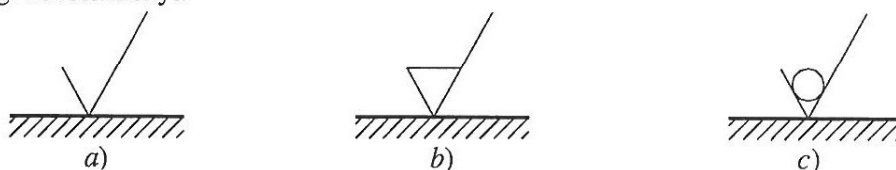
5.5. táblázat

Érdességi értékek, R_a		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

5.3. Az érdességi jelek és mérőszámok elhelyezése a rajzon

A felületi érdességet a rajzon az érdesség alapjével és leggyakrabban az R_a átlagos felületi érdesség számértékével adjuk meg.

Szükség esetén más érdességi paraméter és egyéb kiegészítőadatok is előírhatók. Az alapjel 60°-os egyenlőtlen szárú nyitott ék (5.5.a) ábra), amely önmagában csak „vizsgált felületet” jelent, és nem ír elő érdességi követelményt.

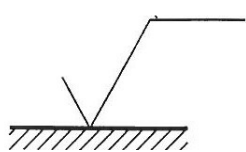


5.5. ábra. A felületi érdesség alapjelei

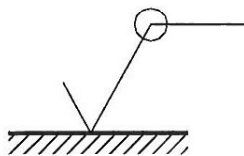
- a) kötetlen alapjel; b) forgácsolással készítendő felület alapjele;
c) forgácsoló megmunkálás nélkül készülő felület alapjele

Ha a megmunkálás forgácsolással történik, akkor a kötetlen alapjelet az 5.5.b) ábra szerint kell kiegészíteni. Ez a jel önmagában csak „megmunkálandó felületet” jelent, nem ír elő érdességi követelményt. Ha a felület forgácsolás nélkül (pl. öntéssel, kovácsolással) készül, vagy az előző gyártási állapotban kell hagyni, akkor az 5.5.c) ábra szerint kell kiegészíteni.

Amennyiben különleges felületminőségi jellemzőket kell megadni, akkor az alapjel hosszabb ágát az 5.6.a) ábra szerint egészítjük ki. Az alkatrész azonos érdességű, összefüggő (körbemenő) felületeit a töréspontra rajzolt körrel jelölhetjük (5.6.b) ábra).

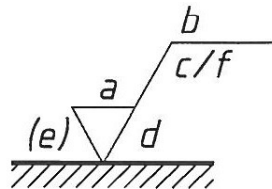


a)



b)

5.6. ábra. Az alapjel kiegészítései

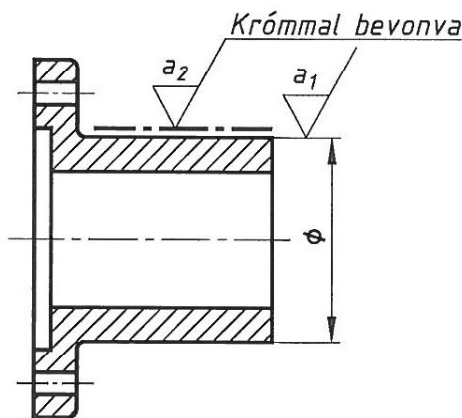


5.7. ábra. A rajzjelet kiegészítő előírások

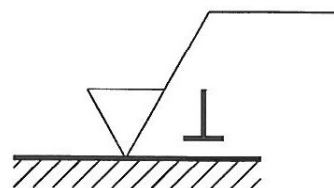
A felületminőség egyes előírásait a rajzjelen az 5.7. ábra szerint kell elhelyezni. Az egyes betűk a következő adatokat jelölik:

- a Az R_a – vagy egyéb – érdességi paraméter betűjele és számértéke mikrométerben. Ha csak egy érték van, akkor az a megadott érdességi paraméter megengedett felső határát jelenti.
- b Gyártási módszer, kezelés, bevonás stb. előírása.
- c A mérési hossz, a megfelelő paraméterjel és hullámmagasság mikrométerben.
- d A megmunkálási nyomok irányának jele.
- e A megmunkálási ráhagyás.
- f Az R_a -tól eltérő egyéb érdességi paraméter jele és számértéke mikrométerben.

Ha más előírás nincs, akkor a felületi érdesség megadott értéke a kész alkatrésztre vonatkozik. Ha a felületminőséget mind a kezelés előtt, mind pedig utána meg kell határozni, akkor az 5.8. ábra szerint járunk el. A megmunkálással létrejött nyomokat (pl. szerszámnyomokat) a rajzjelükkel adjuk meg (5.9. ábra). A rajzjelek mérete és vonalvastagsága a feliratozás nagyságával megegyező. A megmunkálási nyom irányának rajzjeleit az 5.6. táblázat tartalmazza.



5.8. ábra. Forgácsolás és bevonás utáni érdesség jelölése

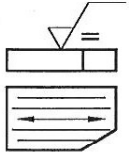
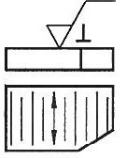
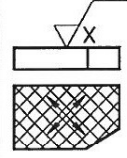
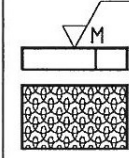
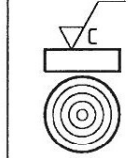
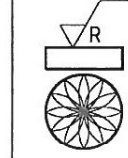
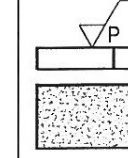


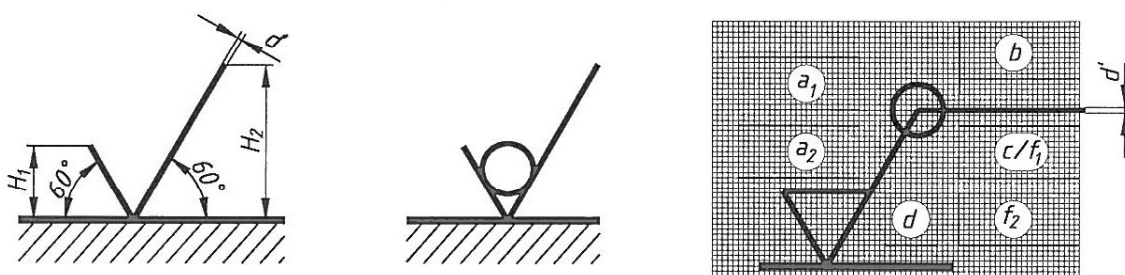
5.9. ábra. A megmunkálási nyom jelölése

A felületi érdesség alap- és kiegészítőjeleinek méreteit – a rajzon alkalmazott írásnagyság függvényében – határozza meg a szabvány. Az alapjel méreteit és a kiegészítőadatokat elhelyezését az 5.10. ábra és az 5.7. táblázat tartalmazza. Figyeljük meg, hogy az érdesség alapjelét és a kiegészítőadatokat a feliratozás vonalvastagságával kell rajzolni (pl. $h = 3,5$ mm esetén $d' = 0,35$ mm)! A felirat magasságának helyigénye az a_1 , a_2 , c és d helyeken h legyen, a b területen a szövegírás miatt kissé nagyobb a helyszükséglet.

A megmunkálási nyomok irányának rajzjelei.

5.6. táblázat

Rajzjel	=	$\perp$	X	M	C	R	P
Értelmezés és példa	 A barázda-irány annak a nézetnek a síkjával párhuzamos, amelyben a jel van.	 A barázda-irány annak a nézetnek a síkjára merőleges, amelyben a jel van.	 A mintázat annak a nézetnek a síkjára vonatkoztatva, amelyben a jel van, ferdén keresztbeződő.	 Többirányú mintázat.	 A mintázat megközelítően kör alakú annak a felületnek a középpontjához viszonyítva, amelyben a jel van.	 A mintázat megközelítően sugárirányú annak a felületnek a középpontjához viszonyítva, amelyben a jel van.	 Szemcsés, nem irányított vagy rendezetlen mintázat (pl. szikraforgácsolás).



5.10. ábra. Az érdesség rajzjele és az adatok elhelyezésének arányai

Rajzjelek és kiegészítőjelek méretei.

5.7. táblázat

Számok és betűk magassága, h	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Vonalvastagság jelekhez, d'	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2
Vonalvastagság felirathoz, d							
Magasság, H_1	3,5	5	7	10	14	20	28
Magasság, H_2	8	11	15	21	30	42	60

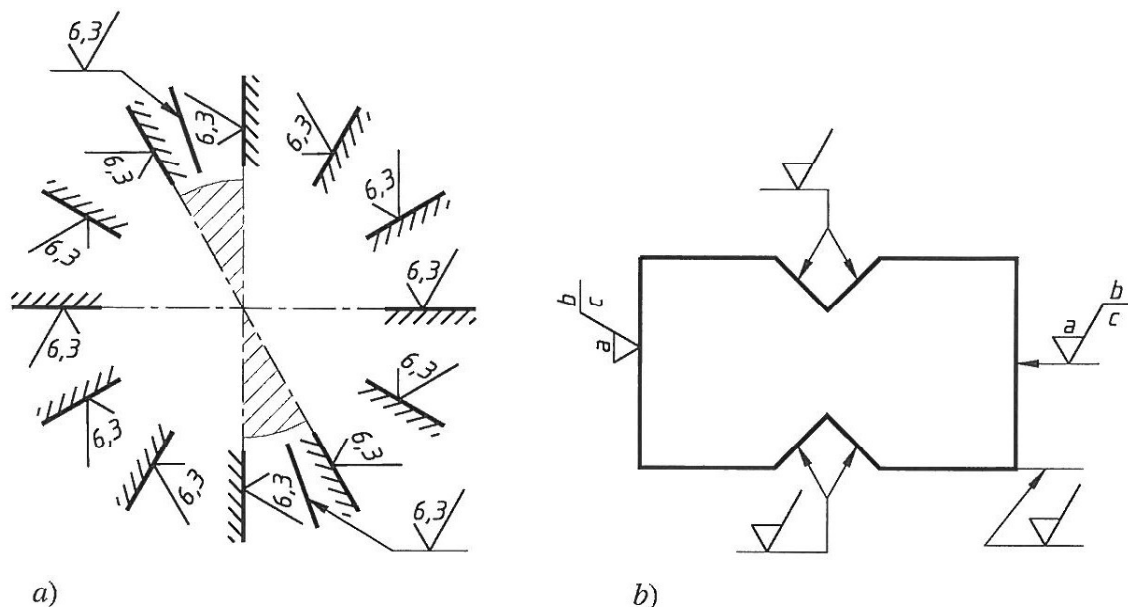
A felületi érdesség jelét és a vele kapcsolatos feliratokat úgy kell elhelyezni a rajzon, hogy azok feleljenek meg a rajz olvasási irányának (5.11.a) ábra). A rajzjel elhelyezhető a felület kontúrvonalán, a felülethez csatlakozó nyílhegyben végződő mutatóvonalon vagy a méretsegédvonalon. Általános előírás, hogy a jel csúcsa vagy a mutatóvonal nyílhegye kívülről a munkadarab anyagára mutasson (5.11.b) ábra). Ha nem okoz félreértést, akkor a felületi érdességi követelmények jelölhetők a megadott méretekkel összekapcsolva (5.12. ábra).

A rajzjelet egy adott felületre csak egyszer kell megadni, lehetőleg azon a nézetben, amelyiken a felület méretét vagy helyzetét meghatározó méretek vannak. Hengeres és hasáb alakú felületeken – ha középvonallal vannak jelölve – csak egyszer kell ábrázolni a rajzjelet (5.13. ábra). A hasáb mindegyik felületét külön kell jelölni, ha különböző felületminőségek szükségesek (5.14. ábra).

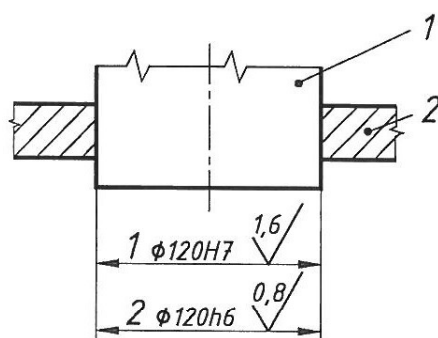
Bonyolult jelölések ismétlésének elkerülése érdekében, vagy ha kevés a rendelkezésre álló hely, az érdességi követelmény egyszerűsítve is előírható (5.15. ábra). Az alkalmazott jelölés jelentését a rajz közelében, a feliratmező közelében vagy az általános megjegyzésekre fenntartott helyen kell megadni.

Ha az alkatrész minden felületén vagy azok többségén azonos érdességi követelményt kell előírni, akkor azt az ábra mellett – pl. a rajzlap jobb felső sarkában – elhelyezett kiemelt jellel adhatjuk meg.

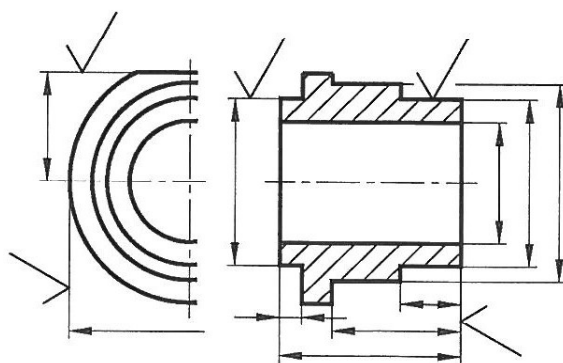
Amennyiben van a kiemelt jeltől eltérő minőségű felület, akkor azon a felületen fel kell tüntetni az érdességi követelményt. Erre a kiemelt jel után zárójelben megadott egyedül álló alapjellel hívjuk fel a figyelmet (5.16.a) ábra), vagy a kiemelt jel mögött zárójelben megadjuk az eltérő minőségű felületek érdességi jeleit (5.16.b) ábra).



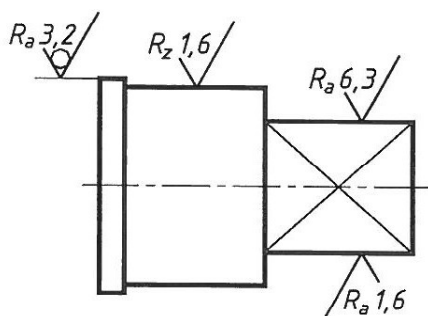
5.11. ábra. Az érdességi jel elhelyezése és a mérőszám felírása



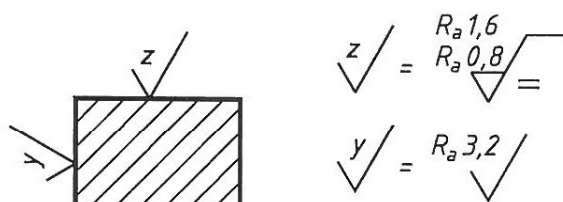
5.12. ábra. Érdesség megadása méretvonalon



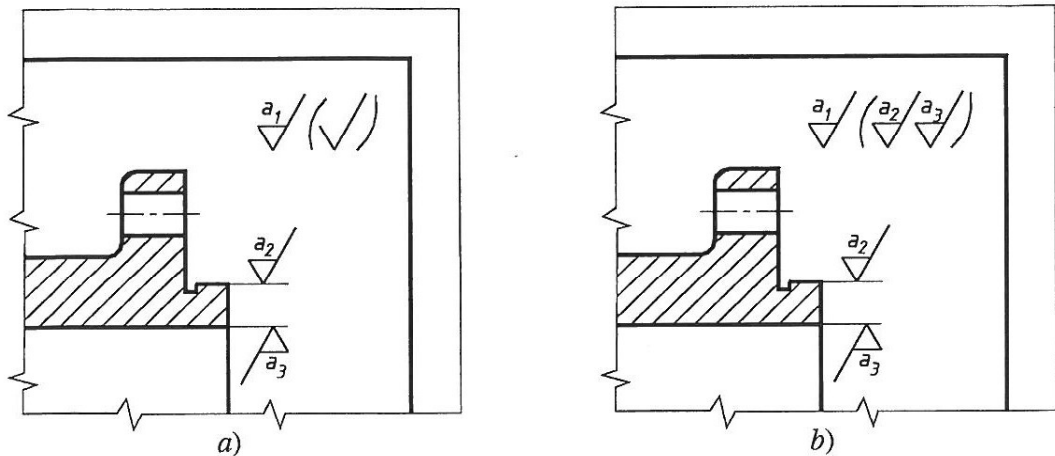
5.13. ábra. Érdesség jelölése hengeren



5.14. ábra. Összefüggő felület eltérő érdessége

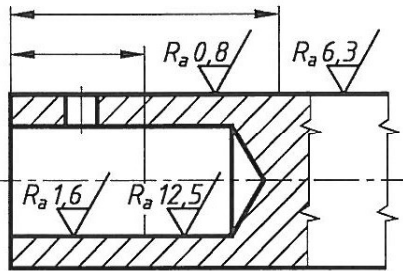


5.15. ábra. Érdesség egyszerűsített jelölése

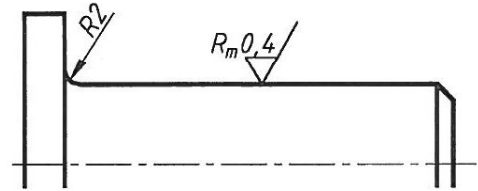


5.16. ábra. Kiemelt érdességi jel alkalmazása

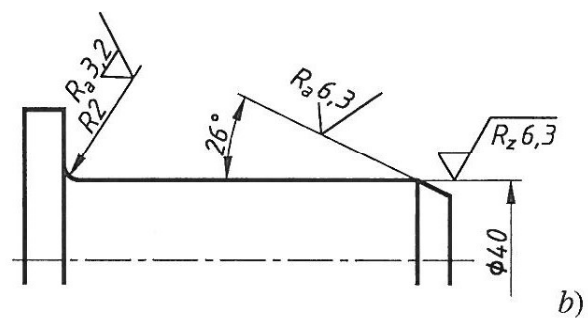
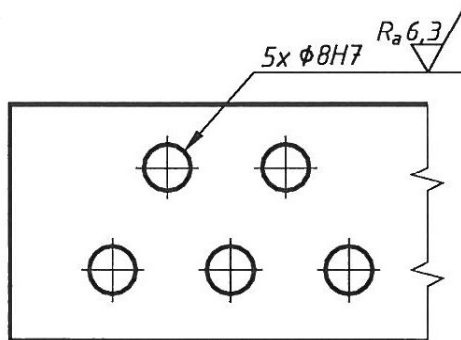
Az azonos névleges méretű, de eltérő érdességű felületszakaszokat egymástól vékony, folytonos vonallal kell elválasztani, és az érdességet külön-külön meg kell adni (5.17. ábra). Az 5.18. ábra szerint megadott érdességi jel érvényes a lekerekítési sugarakra és/vagy élettörésekre is. Ismétlődő furatok egyszerűsített méretmegadása kiegészíthető a felületminőség követelményével az 5.19.a) ábra szerint. További lehetőséget mutat a méretmegadás és felületminőség összevont jelölésére az 5.19.b) ábra.



5.17. ábra. Eltérő érdességű szakaszok jelölése



5.18. ábra. Az érdességi jel érvényessége



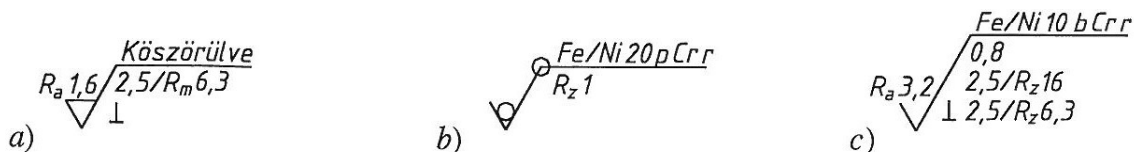
5.19. ábra. Felületminőség és méretmegadás kombinációi

Összetett felületminőségi követelmény előírására láthatók példák az 5.20. ábrán. A megadott követelmények a következőképpen értelmezhetők.

5.20.a) ábra: A felület köszörüléssel készíthető; $R_a = 1,6 \mu\text{m}$, $R_m = 6,3 \mu\text{m}$ -re korlátozva; mérési hossz 2,5 mm; a megmunkálási nyom iránya megközelítőleg merőleges a vetítési síkra.

5.20.b) ábra: Felületkezelés megmunkálás nélkül; nikkel-króm bevonat; egyenetlenség-magasság $R_z = 1 \mu\text{m}$ az összes csatlakozó felületen.

5.20.c) ábra: Felületkezelés, nikkel-króm galvánbevonat; felületminőség $R_a = 3,2 \mu\text{m}$, $0,8 \text{ mm}$ mérési hosszal, $R_z = 16 \mu\text{m}$ és $R_z = 6,3 \mu\text{m}$ közötti R_z értékre korlátozva $2,5 \text{ mm}$ mérési hosszal; a megmunkálási nyom iránya megközelítőleg merőleges a vetítési síkra.



5.20. ábra. Példák összetett érdességi utasítások jelölésére

A különféle gyártási eljárásokkal elérhető felületminőségeket foglalja össze az 5.8. táblázat.

Néhány gyártási eljárás és a vele elérhető felületminőség.

5.8. táblázat

Megmunkálási eljárás	Érdességi fokozatszám													
	N01	N0	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12
	Átlagos felületi érdesség, R_a , μm													
	0,006	0,012	0,025	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6	3,2	6,3	12,5	25	50
Öntés homokformába														
Kokillaöntés														
Kovácsolás														
Húzás														
Hosszsztergálás														
Síkesztergálás														
Gyalulás														
Marás														
Fúrás														
Dörzsárazás														
Köszörülés														
Fényesítés (polírozás)														
Dörzsköszörülés (hónolás)														
Tükrösítés														

Ellenőrző kérdések

1. Milyen szempontok alapján írjuk elő az alkatrészek felületminőségét?
2. Milyen egyenetlenségek keletkeznek a megmunkálás során és mi okozza azokat?
3. Ismertessük a névleges, a valóságos és az észlelt felület, ill. profil fogalmát!
4. Mi az átlagos felületi érdesség, hogyan számítjuk ki és mi a mértékegysége?
5. Mit értünk egyenetlenség-magasság alatt, mi a jele, képlete és mértékegysége?
6. Milyen összefüggés van az átlagos érdesség és az egyenetlenség-magasság között?
7. Műszaki rajzokon melyek az R_a és az R_z előírható számértékei?
8. Mi a maximális egyenetlenség fogalma?
9. Milyen érdességi alapjeleket használhatunk a felületminőség előírásakor?
10. Mit jelent az érdességi jel töréspontján elhelyezett kis kör?
11. Ismertessük a rajzjelhez csatlakozó adatok elhelyezési rendjét!
12. Ismertessük az érdességi alapjel és a kiegészítőjelek vonalvastagságát és méreteit!
13. Melyek a megmunkálási nyomok rajz- és betűjelei?
14. Ismertessük az érdességi jel elhelyezésének szabályait!
15. Mit jelent a kiemelt érdességi jel és melyek az alkalmazására vonatkozó szabályok?

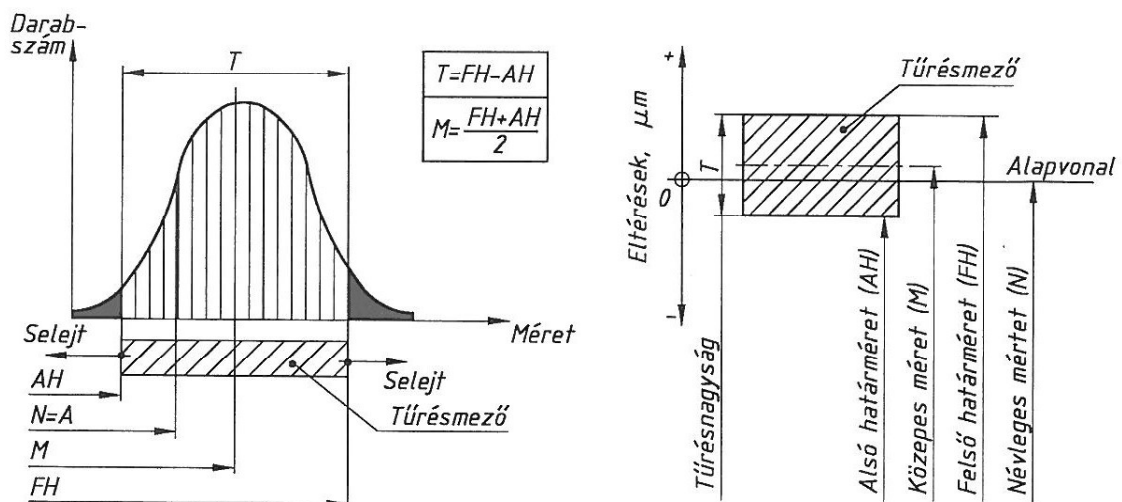
6. TŰRÉSEK ÉS ILLESZTÉSEK

Ha az alkatrészeket korszerű gépeken munkáljuk meg, akkor sem lehet az alakjukat és a méreteiket tökéletes pontosságra elkészíteni. Elegendő, ha az alkatrész tényleges méretei két olyan határméret közé esnek, amely esetén az még hibátlanul működik, ill. megfelelően kapcsolódik a csatlakozó alkatrészszel. A túlzott pontossági követelmények kielégítése feleslegesen növeli a gyártás költségeit. Az alkatrészek megmunkálásának pontosságát elsősorban funkcionális szempontok alapján határozzák meg. A tervezés során a munkadarab minden méretére, ill. geometriai elemére meg kell állapítani a szükséges pontosságot, vagyis a rajzon közvetlenül vagy közvetve elő kell írni:

- a méretek megengedett eltéréseit, azaz a *mérettűrést*;
- a felületek alakjának az ideális alaktól való eltéréseit, azaz az *alaktűrést*;
- az egyes felületelemek egymáshoz viszonyított helyzetének pontosságát, azaz a *helyzettűrést*.

6.1. Alapfogalmak, elnevezések

Az alkatrészrajzokon a gyártáshoz és az ellenőrzéshez szükséges összes méretet meg kell adni. A rajzon méretszámmal megadott méretet *névleges méretnek* (N) nevezzük. A névleges méretet tekintjük az *alpméretnek* (A), amelyre az eltéréseket vonatkoztatjuk. A gyártás során ezt a méretet valamilyen pontossággal megközelítjük, és az így elkészített *tényleges méret* (TM) a névleges méret körül ingadozik. Ezt a méretszóródást korlátozzuk a tűrések előírásakor azáltal, hogy közvetve vagy közvetlenül előírjuk az adott méret még elfogadható szélső értékeit. A megengedett legnagyobb méret neve *felső határméret* (FH), a megengedett legkisebb méretet pedig *alsó határméretnek* (AH) nevezzük. A tényleges méretnek a két határméret közé kell esnie, különben a munkadarabot selejtnak tekintjük. Több alkatrészen mérve ugyanazt a méretet jellegzetes szóródási görbén ábrázolhatjuk a kapott értékeket (6.1. ábra). Megfelelő gyártási körülmények között az adott méretnek zömében a *közepes méret* (M) körül kell szórnia. A közepes méret a felső és az alsó határméretek számtani középértékével egyenlő. A felső és alsó határméretetek által korlátozott szóródási mező (*tűrésmező*) nagyságát *tűrésnagyságnak* (T) nevezzük.



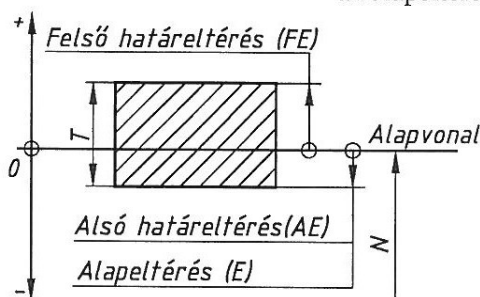
6.1. ábra. Alapfogalmak értelmezése és ábrázolása erős nagyításban

A tűrésekkel kapcsolatos fogalmak értelmezéséhez és a tűréstechnikai számításokhoz a tűrésmezőt a 6.1. ábrán látható erős nagyításban ábrázoljuk. Ez egy elvi ábra, amely a teljes tűrésmezőt a névleges méretet megtestesítő *alapvonalhoz* viszonyítva mutatja.

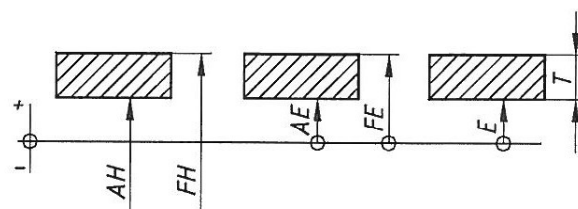
A rajzon – a mérethálózatban – többnyire kevés hely van a határméretek előírására, ezért gyakoribb a *határeltérések* megadása. A határeltérések előjeles számok és azt mutatják meg, hogy a tűrésmező határai a névleges mérethez viszonyítva hol helyezkednek el. A *felső határeltérést* (FE) a névleges mérethez adva megkapjuk a felső határméretet ($FH = N + FE$), míg az *alsó határeltéréssel* (AE) számolva az alsó határmérethez jutunk ($AH = N + AE$). *Alapeltérésnek* (E) nevezzük a tűrésmező alapvonalhoz viszonyított helyzetét. Értéke megegyezik az alapvonalhoz közelebbi határeltérés értékével, vagyis $E = FE$ vagy $E = AE$ (6.2. ábra).

A tűrésmezőt a gyakorlatban különböző adatokkal írhatjuk elő. Nagyon fontos annak belátása, hogy egy adott méretre vonatkoztatva a *megengedett szóródási mező* (tűrésmező) egyértelmű meghatározásához két adat szükséges:

- a két határméret (FH és AH), vagy
- a két határeltérés (FE és AE), vagy
- az alapeltérés (E) és a tűrésnagyság (T) (6.3. ábra).

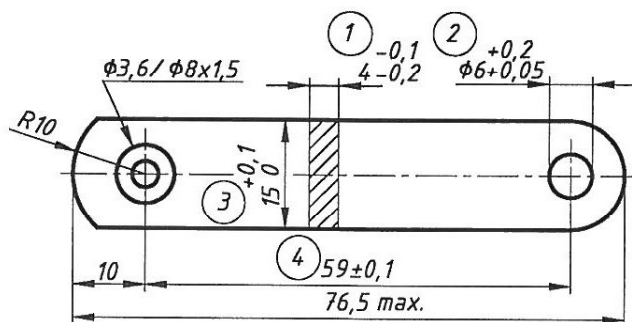


6.2. ábra. Az eltérések értelmezése



6.3. ábra. A tűrésmező megadásának lehetőségei

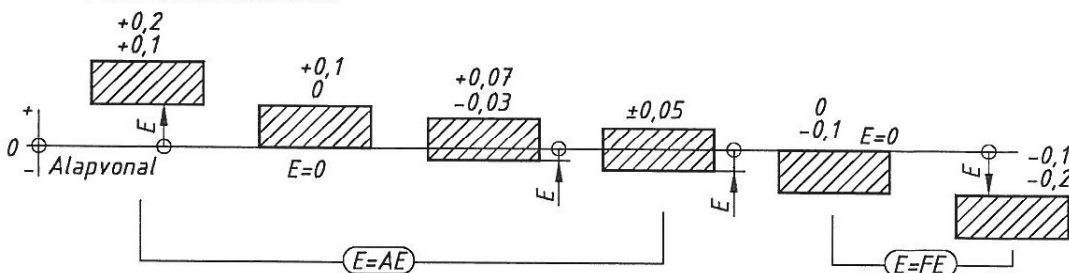
Értelmezzük az előzőekben ismertetett elnevezéseket néhány konkrét példán keresztül (6.4. ábra)!



Példa	N	FE	AE	FH	AH	T
1	4	-0,1	-0,2	3,9	3,8	0,1
2	6	+0,2	+0,05	6,2	6,05	0,15
3	15	+0,1	0	15,1	15,0	0,1
4	59	+0,1	0	59,1	59,0	0,1

6.4. ábra. Példa határeltérések megadására

A tűréselőírás céljának megfelelően, a megengedett szóródási mező alapvonalhoz viszonyított helyzete és nagysága különféle lehet. A tűrésmező lehetséges helyzetait – egy-egy konkrét határeltérés-példával – a 6.5. ábra szemlélteti.



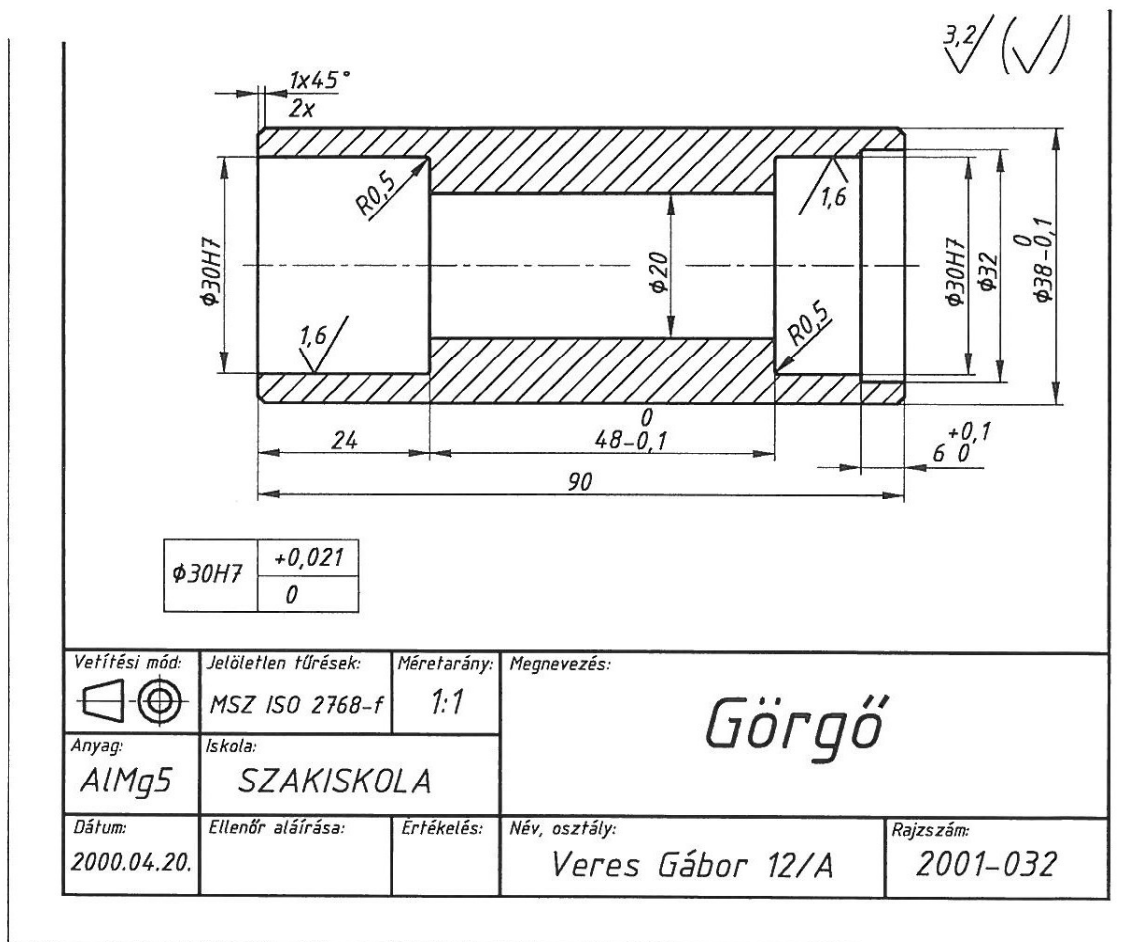
6.5. ábra. Példák különféle tűrésmezőkre

6.2. Méreттűrések megadása a rajzon

6.2.1. Hosszméreттűrések

A hosszμέretek lehetnek külső vagy belső méretek, pl. távolságok, lekerekítési sugarak, körátmérők, éltompítások. A műszaki rajzon tűréseik megadhatók:

- jelölés nélkül,
- számértékekkel előírva vagy
- ISO tűrésjelekkel (6.6. ábra).



6.6. ábra. Példák hosszμέreттűrések megadására

Jelöletlen hosszμέreттűrések

A műszaki rajzokon a legtöbb hosszμέret csak a névleges méret (alpméret) számértékét tartalmazza. Ezeket a méreteket gyakran (helytelenül) *tűrésezetlen méreteknek* is nevezzük.

Az ilyen, ún. jelöletlen tűrésezésű méretek többnyire az alkatrészek működés szempontjából kevésbé fontos elemeire vonatkoznak, így ezekre nagyobb eltérések is megengedhetők. A jelöletlen méreттűrések alkalmazása esetén a rajzok olvasása egyszerűbb, és a lazább követelmények gazdaságosabban teljesíthetők a gyártás során. Az ilyen tűrések túllépése nem okoz feltétlenül selejtet, csak akkor, ha az alkatrész már nem használható fel.

A szabvány négy pontossági osztályban előírt tűrésválasztékot tartalmaz. Ezek nem alkalmazhatók a tűrésszabványokban feltüntetett méretekre, a zárójelben megadott (ún. tájékoztató) méretekre, és a

négyszetben megadott (ún. elméletileg pontos) méretekre. A fémből forgácsolással, vagy lemezből hidegalakítással készült alkatrészek méreteire meghatározott gyártási pontosságot a 6.1. és 6.2. táblázat alapján írhatjuk elő. A rajzon a feliratmezőben, vagy a feliratmező mellett kell feltüntetni a kívánt pontossági osztályt, pl. **MSZ ISO 2768-f**. A pontossági osztály kiválasztásakor figyelembe kell venni a gyártó megmunkálási pontosságát.

A hosszmeretek javasolt határeltérései (kivéve az éltompítások méreteit).

6.1. táblázat

A pontossági osztály		Névleges méretsorozat és annak eltérései							
jеле	megnevezése	0,5-től 3-ig	3 felett 6-ig	6 felett 30-ig	30 felett 120-ig	120 felett 400-ig	400 felett 1000-ig	1000 felett 2000-ig	2000 felett 4000-ig
f	Finom	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	–
m	Közepes	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	± 2
c	Durva	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	± 2	± 3	± 4
v	Nagyon durva	–	$\pm 0,5$	± 1	$\pm 1,5$	$\pm 2,5$	± 4	± 6	± 8

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

Éltompítások javasolt határeltérései.

6.2. táblázat

A pontossági osztály		Névleges méretsorozat és annak határeltérései		
jеле	megnevezése	0,5-től 3-ig	3 felett 6-ig	6 felett
f	Finom	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	± 1
m	Közepes			
c	Durva	$\pm 0,4$	± 1	± 2
v	Nagyon durva			

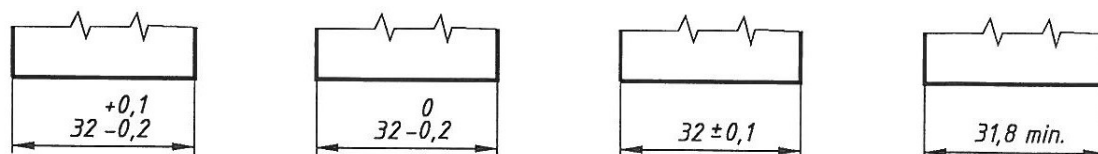
Megjegyzés: A 0,5 mm-nél kisebb névleges méretek határeltéréseit az adott méret(ek)nél kell megadni.

Számértékkel megadott tűrések

A hosszmeret tűrésezése előírható:

- a határeltérések számértékeivel az alapméret mögött;
- a határméretek megadásával;
- a méret egy irányban való határolásával és
- egyberajzolt alkatrészekre vonatkozóan.

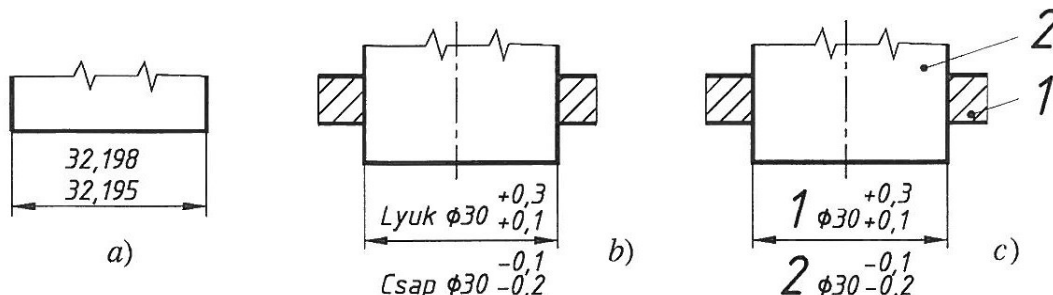
Az első esetben a névleges méret mögött adjuk meg a határeltéréseket a 6.7. ábra szerint. A határeltéréseket mm-ben kell megadni, és ne felejtsük el, hogy (a 0 kivételével) előjeles (+ vagy –) számok! Ha a tűrés az alapmérethez viszonyítva szimmetrikus, a határeltérések számértékét elég egyszer kiírni, eléje $\pm$ jelet téve.



6.7. ábra. Határeltérések megadása a rajzon

A csak egy irányban határolt méretet a min. vagy a max. jellel kiegészített határmérettel kell megadni. A tűrés a határmérete megadásával is jelölhető (6.8.a) ábra). Az egyberajzolt alkatrészek mindegyik

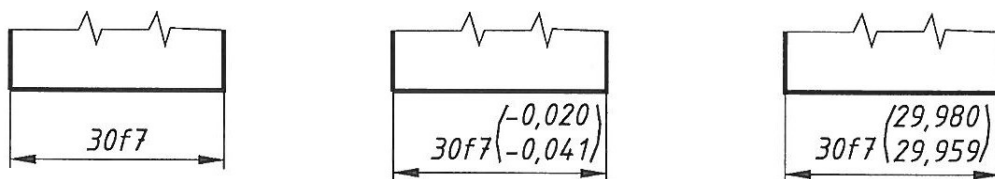
elemének a mérete előtt fel kell tüntetni az elem nevét vagy tételszámát úgy, hogy a lyuk mérete mindkét esetben a csap mérete felett legyen (6.8.b, c) ábra).



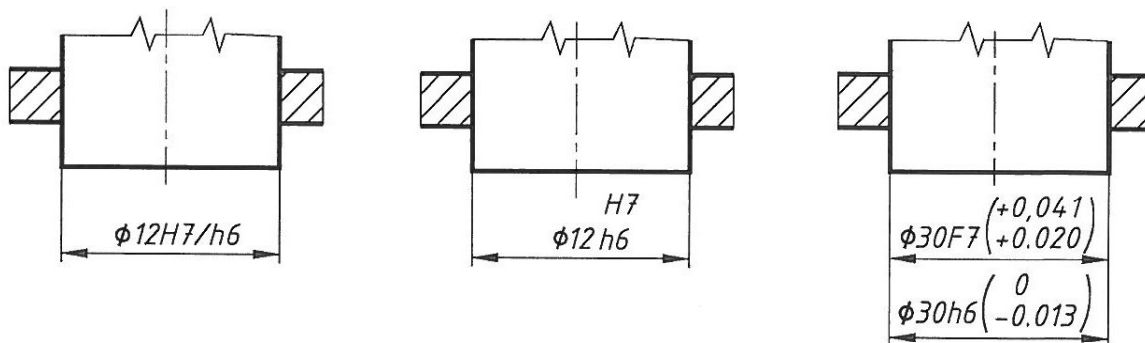
6.8. ábra. Tűrésmegadás határméretekkel és egyberajzolt alkatrészek esetén

ISO-tűrésjelek alkalmazása

Az ISO-tűrésjel egy betűből ($\rightarrow$ alapeltérés) és egy számból ($\rightarrow$ IT fokozat) áll (l. a 6.3.1. pontot). Ha a jel kiegészítéseként megadjuk a határeltéréseket vagy a határméreteket, akkor a kiegészítő adatokat zárójelbe kell tenni. A felső határeltérést, ill. a felső határméretet a felső helyzetbe, az alsó határeltérést, ill. az alsó határméretet pedig az alsó helyzetbe kell írni, függetlenül attól, hogy lyuk vagy csap tűrésezéséről van-e szó (6.9. ábra). Összeszerelt alkatrészek rajzain a lyuk tűrésjelét a csap tűrésjele előtt vagy fölött kell elhelyezni (6.10. ábra).



6.9. ábra. ISO-tűrésjelek alkalmazása

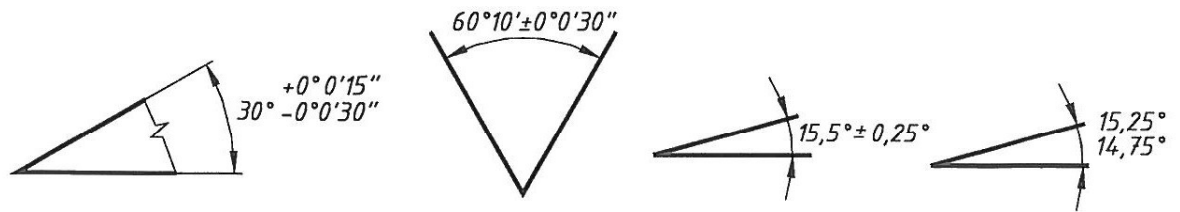


6.10. ábra. ISO-tűrésjelek alkalmazása összeszerelt alkatrészek esetén

6.2.2. Szögmérettűrések

A hosszméretekre vonatkozó tűrés-előírási szabályok értelemszerűen alkalmazhatók a szögméretekre.

Itt azonban az *alapszögnek* (és esetleges *tötrészének*), valamint a *határeltéréseknek a mértékegységeit* mindig jelölni kell (6.11. ábra). A szögméret határeltéréseit, ha azok percben vagy másodpercben vannak kifejezve, *helyitöltő 0°-nak, ill. 0°0'-nek* kell megelőznie.



6.11. ábra. Példák szögméret tűrsmegadására

A jelöletlen szögmérettűrésekre vonatkozóan is alkalmazhatók a hosszméreteknél ismertetett elvek. A szabvány által javasolt határeltéréseket a 6.3. táblázat tartalmazza.

Jelöletlen szögmérettűrések határeltérései.

6.3. táblázat

A pontossági osztály		A rövidebb szög szár mm-ben kifejezett névleges mérete szerinti szögméret-határeltérések				
jele	megnevezése	10-ig	10 felett 50-ig	50 felett 120-ig	120 felett 400-ig	400 felett
f	Finom	±1°	±0°30'	±0°20'	±0°10'	±0°5'
m	Közepes					
c	Durva	±1°30'	±1°	±0°30'	±0°15'	±0°10'
v	Nagyon durva	±3°	±2°	±1°	±0°30'	±0°20'

6.2.3. Kúpok tűrései

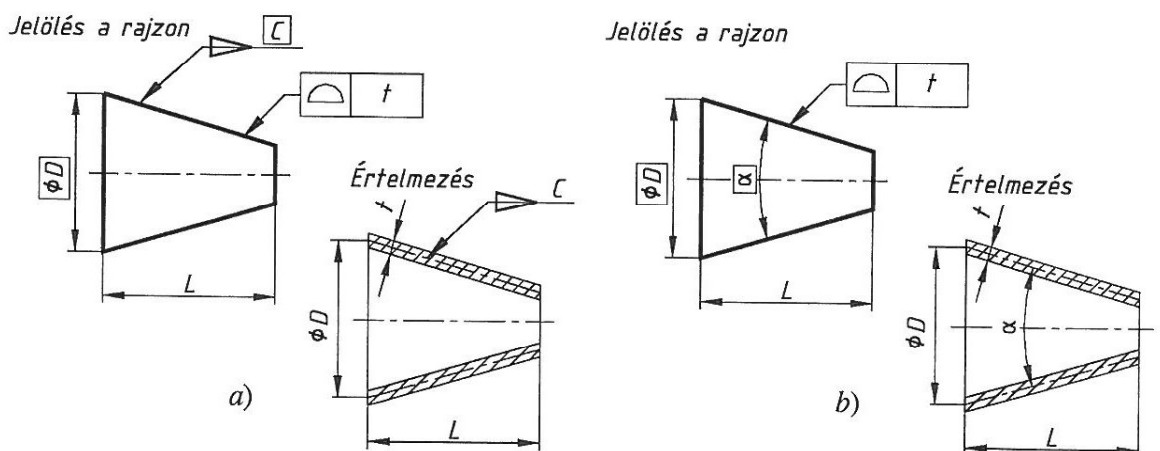
A kúpokat (a méretet és a kúposágot) az MSZ ISO 3040 szabvány szerint kell tűrésezni.

A tűrés követelményt két részre osztott tűréskeretben adjuk meg. Az első részben az *alaktűrés rajzjelét*, a másodikban a *tűrésmező szélességének számértékét* helyezzük el.

A tűréskeretet vékony, folytonos vonallal rajzoljuk, és nyílhegyben végződő mutatóvonallal kapcsoljuk a kúp kontúrvonalához (6.12. ábra). A kúpot meghatározó *elméletileg pontos méreteket* be kell keretezni! Ezeket a méreteket tűrésezni nem szabad!

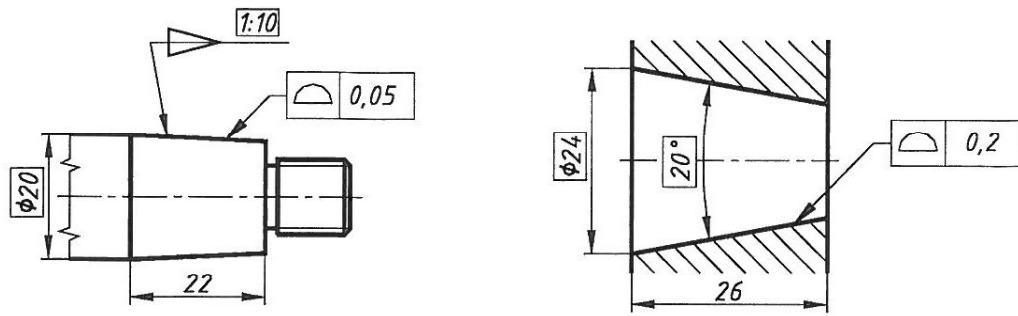
Kúp tűrésezésére vonatkozó példák láthatók a 6.13. ábrán.

(Megjegyzés: az alaktűrések megadásával részletesen foglalkozik a 6.5. alfejezet.)



6.12. ábra. Kúpok tűrélőírása

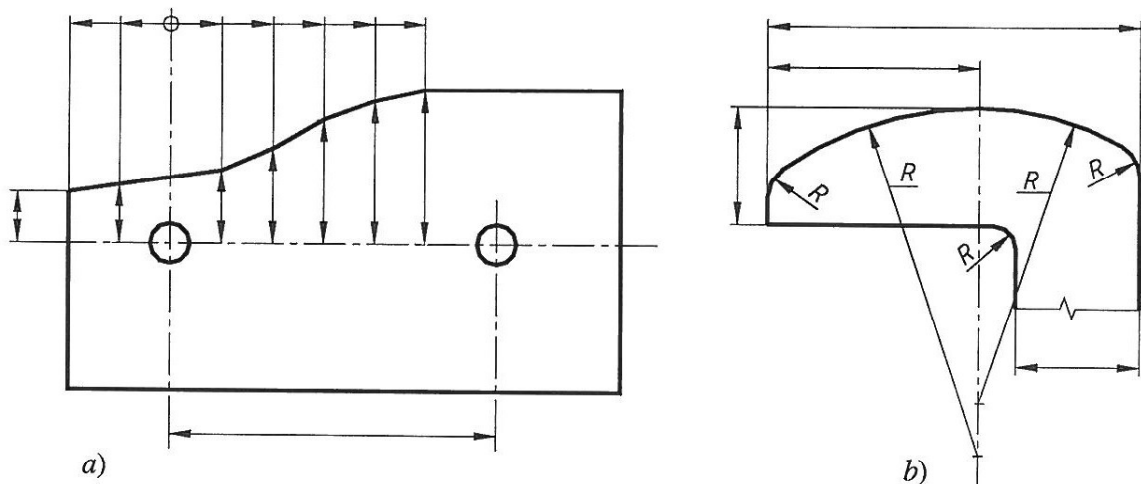
a) meghatározott kúposág tűrése; b) meghatározott kúpszög tűrése



6.13. ábra. Példák kúpfelületek tűréselőírására

6.2.4. Profilok méretmegadása és tűrésezése

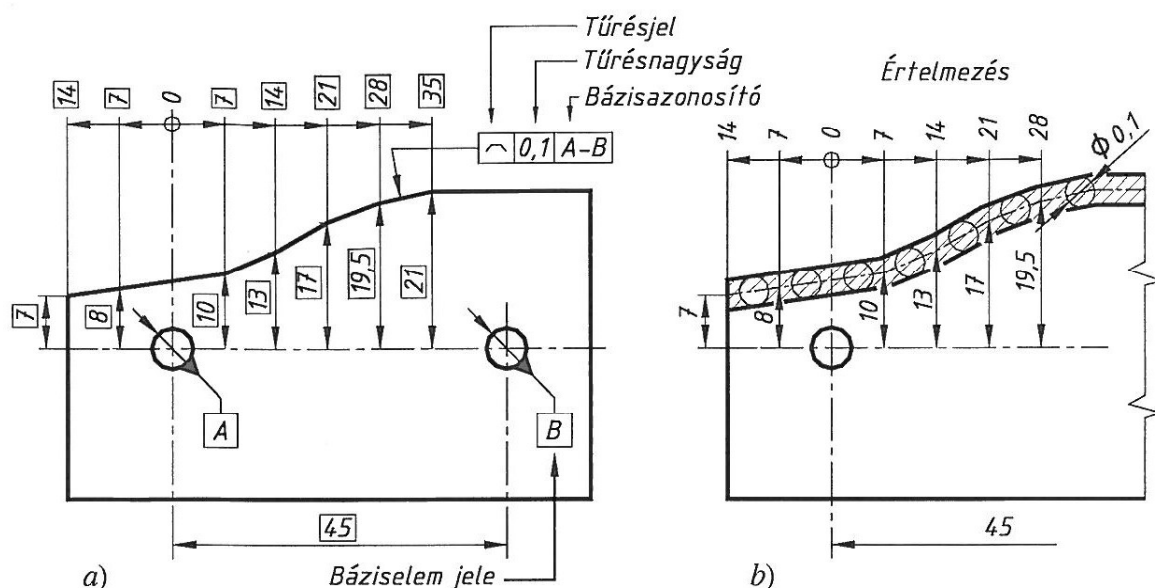
Szabálytalan profilok méretét úgy határozhatjuk meg, hogy megadjuk azoknak a pontoknak (pontosorozatnak) a derékszögű- vagy a polár-koordinátáit, amelyeken a profil keresztülmegy (6.14.a) ábra). Az összetett (pl. egymást követő görbületi sugarakból álló) profilok méretmegadásakor meg kell adni az egyes elemek egyértelmű meghatározásához szükséges adatokat (6.14.b) ábra).



6.14. ábra. Méretmegadás szabálytalan és összetett profilok esetén

A profilméretes tűrésezése lényegében a *profil alakjának a tűrésezésével* történik. A valóságos profilnak az előírt tűrésmezőn belül kell lennie. A tűrésmezőt a névleges profil figyelembevételével kell előírni, amelyet az elméletileg pontos (bekeretezett) méretek határoznak meg, és a báziselemekre kell vonatkoztatni. A tűrésmezőt egyenlő szélességben kell elhelyezni a névleges profil két oldalán. A tűrésmező szélessége a névleges profilra merőlegesen mérve bármely pontban állandó.

Tetszőleges vonal méret- és tűrésmegadására a 6.15. ábrán látunk példát (l. még a 6.5. alfejezetet).



6.15. ábra. Példa tetszőleges profil (vonal) meghatározására
a) méretmegadás; b) tűrésmegadás

6.3. A tűrések és illesztések ISO rendszere

Az ipar és a kereskedelem fejlődése szükségessé tette a tűrések és az illesztések nemzetközileg elismert formális rendszerének a kifejlesztését. A témában korábban kidolgozott ISO szabványt az Európai Szabványügyi Bizottság (CEN) minden változtatás nélkül európai szabványként fogadta el. A hatályos magyar nemzeti szabvány (MSZ EN 20286-1) pedig mindenben megfelel az európai szabványnak.

6.3.1. Tűrésfokokozatok és tűrésnagyságok

Az ISO rendszerében a szabványosított tűrések jele IT (International Toleranz). A szabvány a 0–500 mm-ig terjedő névleges méretekre 20 tűrésfokokozatot tartalmaz, ezek jelölése IT01, IT0, IT1...IT18. Az 500–3150 mm-ig terjedő névleges méretekre 18 féle tűrésfokokozat (IT1...IT18) található a szabványban. Az IT01 és az IT0 tűrésfokokozatok (6.4. táblázat) a gyakorlatban kevésbé használatosak.

Az egyes tűrésfokokozatokhoz tartozó tűréseket (tűrésnagyságokat) – a méret nagyságát figyelembe véve – meghatározott matematikai alapelvek alapján számították ki. Az egyszerűség kedvéért a szabványos tűrésnagyságokat nem számították ki minden egyes névleges méretre, hanem mérettartományokat alakítottak ki és a számításoknál azok határainak mértani középértékét vették alapul.

Egy-egy mérettartományon belül – az összes méretre – a tűrés nagysága azonos. A mérettartományba az alsó határnál nagyobb és a felső határt is magába foglaló méretek tartoznak.

Az IT1–IT18-ig tűrésfokokozatokhoz tartozó tűrésnagyságokat a (6.5. táblázat) tartalmazza.

A méretek előírásakor alapul vett (referencia) hőmérséklet 20 °C.

A tűrésfokokozatok jellemző felhasználási területe:

- IT01–IT5 mérőeszközök,
- IT5–IT11 gépkatrészek és
- IT11–IT18 durva munkadarabok.

IT01 és IT0 tűrésfokokozatok.

6.4. táblázat

Névleges méret, mm		Tűrésfokokozatok IT01 IT0		Névleges méret, mm		Tűrésfokokozatok IT01 IT0		Névleges méret, mm		Tűrésfokokozatok IT01 IT0	
felett	-ig	Tűrésnagyság, μm		felett	-ig	Tűrésnagyság, μm		felett	ig	Tűrésnagyság, μm	
	3	0,3	0,5	18	30	0,6	1	120	180	1,2	2
3	6	0,4	0,6	30	50	0,6	1	180	250	2	3
6	10	0,4	0,6	50	80	0,8	1,2	250	315	2,5	4
10	18	0,5	0,8	80	120	1	1,5	315	400	3	5
								400	500	4	6

Tűrésfokokozatok és tűrésnagyságok.

6.5. táblázat

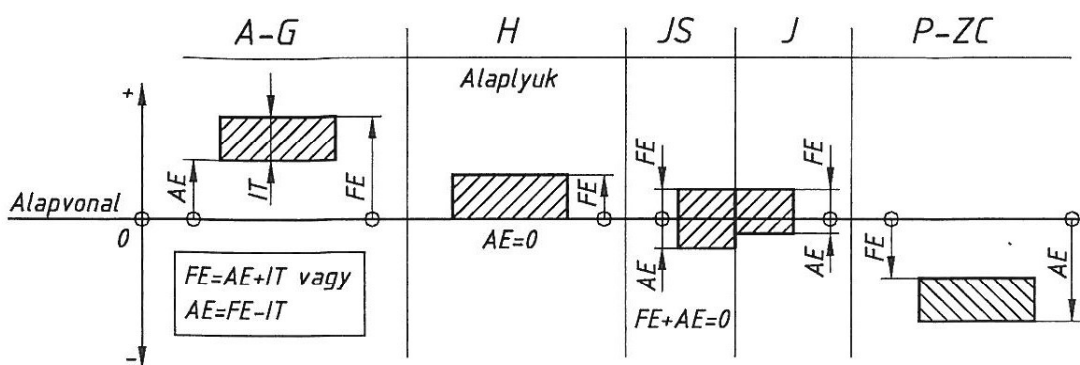
Fokokozatok		IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
Névleges méret, mm		Szabványos tűrésnagyságok																	
felett	-ig	μm										mm							
	3	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6	1	1,4
3	6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	16	30	48	75	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2	1,8
6	10	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5	2,2
10	18	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8	2,7
18	30	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,64	1,3	2,1	3,3
30	50	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1	1,6	2,5	3,9
50	80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9	3	4,6
80	120	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5	5,4
120	180	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0,4	0,63	1	1,6	2,5	4	6,3
180	250	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9	4,6	7,2
250	315	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2	5,2	8,1
315	400	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6	5,7	8,9
400	500	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,5	4	6,3	9,7
500	630	9	11	16	22	32	44	70	110	175	280	440	0,7	1,1	1,75	2,8	4,4	7	11
630	800	10	13	18	25	36	50	80	125	200	320	500	0,8	1,25	2	3,2	5	8	12,5
800	1000	11	15	21	28	40	56	90	140	230	360	560	0,9	1,4	2,3	3,6	5,6	9	14
1000	1250	13	18	24	33	47	66	105	165	260	420	660	1,05	1,65	2,6	4,2	6,6	10,5	16,5
1250	1600	15	21	29	39	55	78	125	195	310	500	780	1,25	1,95	3,1	5	7,8	12,5	19,5
1600	2000	18	25	35	46	65	92	150	230	370	600	920	1,5	2,3	3,7	6	9,2	15	23
2000	2500	22	30	41	55	78	110	175	280	440	700	1100	1,75	2,8	4,4	7	11	17,5	28
2500	3150	26	36	50	68	96	135	210	330	540	860	1350	2,1	3,3	5,4	8,6	13,5	21	33

6.3.2. Szabványos alapeltérések

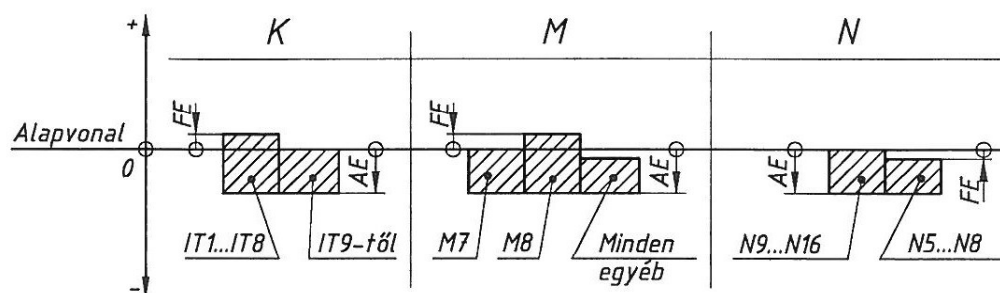
Az alapeltérés a tűrésmező alapvonalhoz viszonyított helyzetét, és ezzel a névleges méret rendeltetését határozza meg. Rendszerint az alapvonalhoz közelebbi határeltérés egyenlő az alapeltéréssel.

A *belméretek* (lyukak) alapeltéréseit nagybetűkkel (A-tól ZC-ig), a *külméretek* (csapok) alapeltéréseit pedig kisbetűkkel (a-tól zc-ig) jelöljük.

A lyukak alapeltéréseinek jellege a legtöbb betűjel esetén tűrésfokokozattól függetlenül egységesen értelmezhető (6.16. ábra). Három alapeltéréshez (K, M, N) tartozó tűrésmező helyzete a tűrésfokokozattól függően kissé eltérő (6.17. ábra).

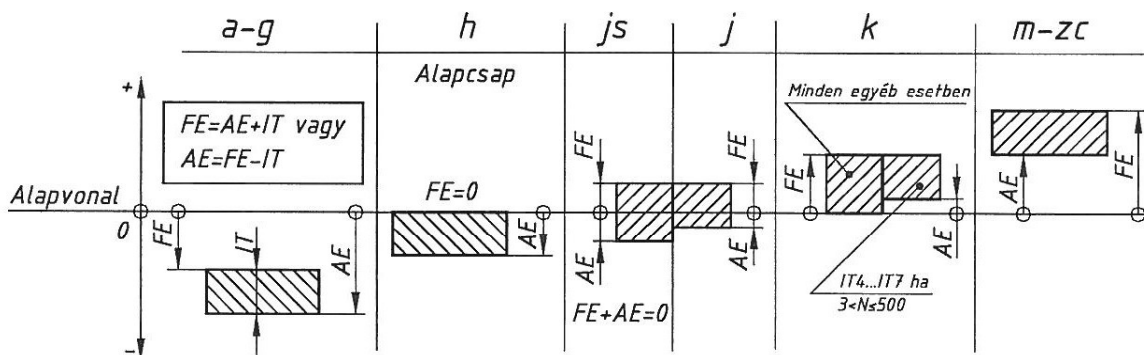


6.16. ábra. Lyukak alapeltéréseinek jellege



6.17. ábra. A K, M és N alapeltérésű lyukak tűrésmezői

A szabványos alapeltérések csapok esetén is hasonlóan értelmezhetők (6.18. ábra).



6.18. ábra. A csapok alapeltéréseinek jellege

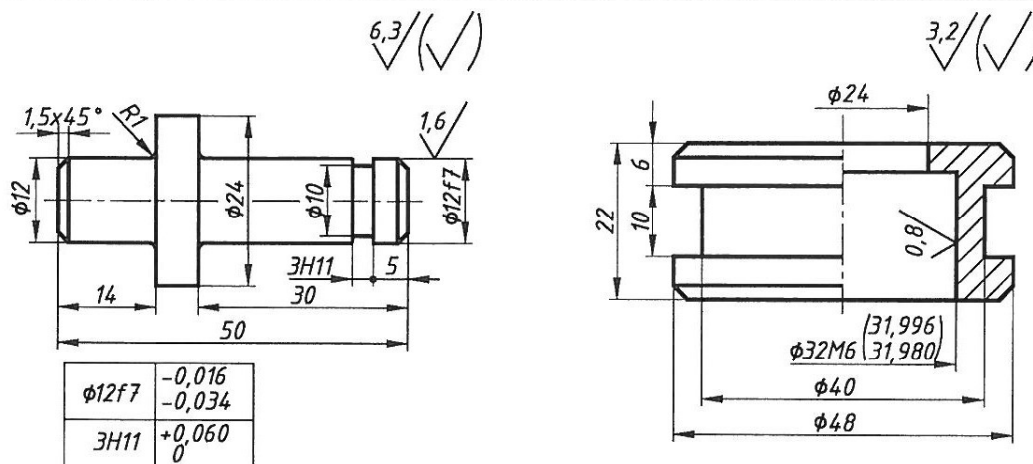
A lyukak és a csapok alapeltérései – az egyes tűrésfokokozatoknak megfelelő tűrésnagyságokhoz hasonlóan – a névleges mérettől függenek, és meghatározott matematikai elvek alapján számíthatók ki. A képletekben itt is a mindenkor mérettartomány határainak mértani középértékével számolnak. A számított értékeket egyes mérettartományoknak megfelelően a 6.6. és a 6.7. táblázatok tartalmazzák. Az IT8-ig terjedő tűrésfokokozatokra K, M, és N alapeltérések meghatározásához, és P...ZC alapeltérések számításához a Δ korrekciós tényező értékei a 6.8. táblázatban találhatók.

6.3.3. Határméretetek meghatározása

A szabványos tűréseket egy betűből (az alapeltérés jeléből) és egy számból (a tűrésfokozat számából) álló kombinációval jelöljük, aminek *tűrésosztály* az elnevezése (pl. h7, F8.). A műszaki rajzon a névleges méret mögött adjuk meg a tűrésosztályt, vagyis az ISO *tűrésjelet* (6.19. ábra).

Egy adott méret elkészítéséhez és ellenőrzéséhez ismernünk kell annak a megengedett legkisebb és legnagyobb értékeit, azaz a határméreteket. Ezeket az $AH = N + AE$ és az $FH = N + FE$ összefüggésekkel határozzuk meg.

A rajzon – minden ISO tűrésjellel ellátott méretre vonatkozóan – fel kell tüntetni vagy a határméreteket, vagy a határeltéréseket!



6.19. ábra. ISO tűrésjelek alkalmazása a rajzon

A határeltérések számértékeit ún. *tűréstáblázatok* tartalmazzák. Az összes tűrésosztályt (a01...zc18-ig, ill. A01...ZC18-ig) és minden mérettartományt tartalmazó tűréstáblázat igen terjedelmes lenne. Ezért a tűréstáblázatokot még a szakkönyvek is csak kivonatossan közlik.

A tankönyv 6.4.-től 6.8.-ig táblázatai alapján lehetőséget kapunk az ISO tűrésjelek teljes választékához tartozó határeltérések – és ez által a határméretek – kiszámításához! Mivel az E alapeltérés egyenlő az AE alsó vagy az FE felső határeltéréssel, a másik határeltérés könnyen meghatározható az IT tűrésnagyság ismeretében.

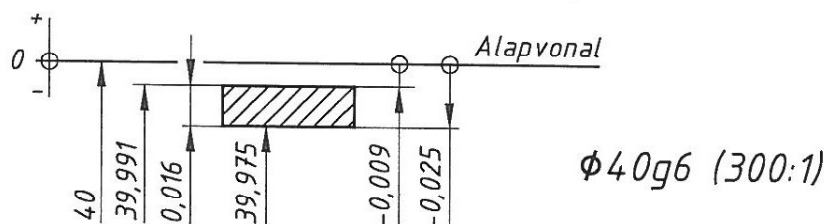
A számítás menete a következő!

- Keressük meg a 6.5. táblázatból a névleges méretnek megfelelő IT tűrésnagyságot!
- A 6.6., ill. a 6.7. táblázatokból határozzuk meg az alapeltérés értékét ($E = FE$ vagy $E = AE$)!
- Ezen adatokból számítsuk ki a másik határeltérést ($FE = AE + IT$ vagy $AE = FE - IT$)!

Példák a határméretek meghatározására

1. példa. $\phi 40g6$ méretű csap (6.20. ábra).

- Megkeressük az IT szabványos tűrésnagyságot a 6.5. táblázatból. A 30–50-ig mérettartományban $IT6$ esetén: $IT = 16 \mu m = 0,016 \text{ mm}$.
- A 6.6. táblázatból a mérettartományban a g jelű alapeltérés: $E = FE = -9 \mu m = -0,009 \text{ mm}$.
- Az alsó határeltérés: $AE = FE - IT = -0,009 \text{ mm} - 0,016 \text{ mm} = -0,025 \text{ mm}$.
- A határméretek: $AH = N + AE = 40 \text{ mm} - 0,025 \text{ mm} = 39,975 \text{ mm}$,
 $FH = N + FE = 40 \text{ mm} - 0,009 \text{ mm} = 39,991 \text{ mm}$.



6.20. ábra. Szemléltető ábra tűrésszámításhoz

Csapok alapeltérésének számértékei.

[illegible]

6.6. táblázat

Az alapeltérések, azaz az AE alsó határeltérések számértékei, µm														
IT4- től IT7-ig	Az összes tűrésfokozat													
k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc
0	+2	+4	+6	+10	+14		+18		+20		+26	+32	+40	+60
+1	+4	+8	+12	+15	+19		+23		+28		+35	+42	+50	+80
+1	+6	+10	+15	+19	+23		+28		+34		+42	+52	+67	+97
+1	+7	+12	+18	+23	+28		+33		+40		+50	+64	+90	+130
								+39	+45		+60	+77	+108	+150
+2	+8	+15	+22	+28	+35		+41	+47	+54	+63	+73	+98	+136	+188
						+41	+48	+55	+64	+75	+88	+118	+160	+218
+2	+9	+17	+26	+34	+43	+48	+60	+68	+80	+94	+112	+148	+200	+274
						+54	+70	+81	+97	+114	+136	+180	+242	+325
+2	+11	+20	+32	+41	+53	+66	+87	+102	+122	+144	+172	+226	+300	+405
				+43	+59	+75	+102	+120	+146	+174	+210	+274	+360	+480
+3	+13	+23	+37	+51	+71	+91	+124	+146	+178	+214	+258	+335	+445	+585
				+54	+79	+104	+144	+172	+210	+254	+310	+400	+525	+690
+3	+15	+27	+43	+63	+92	+122	+170	+202	+248	+300	+365	+470	+620	+800
				+65	+100	+134	+190	+228	+280	+340	+415	+535	+700	+900
				+68	+108	+146	+210	+252	+310	+380	+465	+600	+780	+1000
+4	+17	+31	+50	+77	+122	+166	+236	+284	+350	+425	+520	+670	+880	+1150
				+80	+130	+180	+258	+310	+385	+470	+575	+740	+960	+1250
				+84	+140	+196	+284	+340	+425	+520	+640	+820	+1050	+1350
+4	+20	+34	+56	+94	+158	+218	+315	+385	+475	+580	+710	+920	+1200	+1550
				+98	+170	+240	+350	+425	+525	+650	+790	+1000	+1300	+1700
+4	+21	+37	+62	+108	+190	+268	+390	+475	+590	+730	+900	+1150	+1500	+1900
				+114	+208	+294	+435	+530	+660	+820	+1000	+1300	+1650	+2100
+5	+23	+40	+68	+126	+232	+330	+490	+595	+740	+920	+1100	+1450	+1850	+2400
				+132	+252	+360	+540	+660	+820	+1000	+1250	+1600	+2100	+2600
0	+26	+44	+78	+150	+280	+400	+600							
				+155	+310	+450	+660							
0	+30	+50	+88	+175	+340	+500	+740							
				+185	+380	+560	+840							
0	+34	+56	+100	+210	+430	+620	+940							
				+220	+470	+680	+1050							
0	+40	+66	+120	+250	+520	+780	+1150							
				+260	+580	+840	+1300							
0	+48	+78	+140	+300	+640	+960	+1450							
				+330	+720	+1050	+1600							
0	+58	+92	+170	+370	+820	+1200+	+1850							
				+400	+920	+1350	+2000							
0	+68	+110	+195	+440	+1000	+1500	+2300							
				+460	+1100	+1650	+2500							
0	+76	+135	+240	+550	+1250	+1900	+2900							
				+580	+1400	+2100	+3200							

Lyukak alapeltérésének számértékei.

Névleges méret, mm		Az alapeltérések, azaz az AE alsó határeltérések számértékei, μm															
		Az összes tűrésfokozat												IT6	IT7	IT8	
felett	-ig	A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	JS	J			
	3	+270	+140	+60	+34	+20	+14	+10	+6	+4	+2	0	Eltérés = ± ITn/2, ahol n az IT fokozat számértéke	+2	+4	+6	
3	6	+270	+140	+70	+46	+30	+20	+14	+10	+6	+4	0		+5	+6	+10	
6	10	+280	+150	+80	+56	+40	+25	+18	+13	+8	+5	0		+5	+8	+12	
10	14	+290	+150	+95		+50	+32		+16		+6	0		+6	+10	+15	
14	18													+8	+12	+20	
18	24	+300	+160	+110		+65	+40		+20		+7	0					
24	30																+10
30	40	+310	+170	+120		+80	+50		+25		+9	0					
40	50	+320	+180	+130													+13
50	65	+340	+190	+140		+100	+60		+30		+10	0					
65	80	+360	+200	+150													+16
80	100	+380	+220	+170		+120	+72		+36		+12	0					
100	120	+410	+240	+180													+18
120	140	+460	+260	+200		+145	+85		+43		+14	0					
140	160	+520	+280	+210													+22
160	180	+580	+310	+230		+170	+100		+50		+15	0					
180	200	+660	+340	+240													+25
200	225	+740	+380	+260		+190	+110		+56		+17	0					
225	250	+820	+420	+280													+29
250	280	+920	+480	+300		+210	+125		+62		+18	0					
280	315	+1050	+540	+330													+33
315	355	+1200	+600	+360		+230	+135		+68		+20	0					
355	400	+1350	+680	+400													
400	450	+1500	+760	+440		+260	+145		+76		+22	0					
450	500	+1650	+840	+480													
500	560					+290	+160		+80		+24	0					
560	630																
630	710					+320	+170		+86		+26	0					
710	800																
800	900					+350	+195		+98		+28	0					
900	1000																
1000	1120					+390	+220		+110		+30	0					
1120	1250																
1250	1400					+430	+240		+120		+32	0					
1400	1600																
1600	1800					+480	+260		+130		+34	0					
1800	2000																
2000	2240				+520	+290	+145		+38	0							
2240	2500																
2500	2800																
2800	3150																

Eltérés = $\pm ITn/2$, ahol n az IT fokozat számértéke

6.7 táblázat

Az alapeltérések, azaz az FE felső határeltérések számértékei, μm																		
IT8-ig	IT9-től	IT8-ig	IT9-től	IT8-ig	IT9-től	IT7-ig	Az IT7-nél nagyobb tűrésfokokozatokra											
K		M		N		P...ZC	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC
0	0	-2	-2	-4	-4	A számértékek azonosak az IT7-nél nagyobb tűrésfokokozatokhoz tartozó számértékek Δ-val megnövelt nagyságával	-6	-10	-14		-18		-20		-26	-32	-40	-60
-1+Δ		-4+Δ	-4	-8+Δ	0		-12	-15	-19		-23		-28		-35	-42	-50	-80
-1+Δ		-6+Δ	-6	-10+Δ	0		-15	-19	-23		-28		-34		-42	-52	-67	-97
-1+Δ		-7+Δ	-7	-12+Δ	0		-18	-23	-28		-33		-40		-50	-64	-90	-130
												-39	-45		-60	-77	-108	-150
-2+Δ		-8+Δ	-8	-15+Δ	0		-22	-28	-35		-41	-47	-54	-63	-73	-98	-136	-188
										-41	-48	-55	-64	-75	-88	-118	-160	-218
-2+Δ		-9+Δ	-9	-17+Δ	0		-26	-34	-43		-48	-60	-68	-80	-94	-112	-148	-200
										-54	-70	-81	-97	-114	-136	-180	-242	-325
-2+Δ		-11+Δ	-11	-20+Δ	0		-32	-41	-53	-66	-87	-102	-122	-144	-172	-226	-300	-405
								-43	-59	-75	-102	-120	-146	-174	-210	-274	-360	-480
-3+Δ		-13+Δ	-13	-23+Δ	0		-37	-51	-71	-91	-124	-146	-178	-214	-258	-335	-445	-585
								-54	-79	-104	-144	-172	-210	-254	-310	-400	-525	-690
-3+Δ		-15+Δ	-15	-27+Δ	0		-43	-63	-92	-122	-170	-202	-248	-300	-365	-470	-620	-800
								-65	-100	-134	-190	-228	-280	-340	-415	-535	-700	-900
								-68	-108	-146	-210	-252	-310	-380	-465	-600	-780	-1000
-4+Δ		-17+Δ	-17	-31+Δ	0		-50	-77	-122	-166	-236	-284	-350	-425	-520	-670	-880	-1150
								-80	-130	-180	-258	-310	-385	-470	-575	-740	-960	-1250
								-84	-140	-196	-284	-340	-425	-520	-640	-820	-1050	-1350
-4+Δ		-20+Δ	-20	-34+Δ	0		-56	-94	-158	-218	-315	-385	-475	-580	-710	-920	-1200	-1550
								-98	-170	-240	-350	-425	-525	-650	-790	-1000	-1300	-1700
-4+Δ		-21+Δ	-21	-37+Δ	0		-62	-108	-190	-268	-390	-475	-590	-730	-900	-1150	-1500	-1900
								-114	-208	-294	-435	-530	-660	-820	-1000	-1300	-1650	-2100
-5+Δ		-23+Δ	-23	-40+Δ	0		-68	-126	-232	-330	-490	-595	-740	-920	-1100	-1450	-1850	-2400
								-132	-252	-360	-540	-660	-820	-1000	-1250	-1600	-2100	-2600
0		-26		-44			-78	-150	-280	-400	-600							
								-155	-310	-450	-660							
0		-30		-50			-88	-175	-340	-500	-740							
								-185	-380	-560	-840							
0		-34		-56			-100	-210	-430	-620	-940							
								-220	-470	-680	-1050							
0		-40		-66			-120	-250	-520	-780	-1150							
								-260	-580	-840	-1300							
0		-48		-78			-140	-300	-640	-960	-1450							
								-330	-720	-1050	-1600							
0		-58		-92			-170	-370	-820	-1200	-1850							
								-400	-920	-1350	-2000							
							-195	-440	-1000	-1500	-2300							
								-460	-1100	-1650	-2500							
0		-76		-135			-240	-550	-1250	-1900	-2900							
								-580	-1400	-2100	-3200							

A Δ tényező értékei.

6.8. táblázat

N, mm		Tűrésfokokozatok						N, mm		Tűrésfokokozatok					
felett	-ig	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	felett	-ig	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8
	3	0	0	0	0	0	0	80	120	2	4	5	7	13	19
3	6	1	1,5	1	3	4	5	120	180	3	4	6	7	15	23
6	10	1	1,5	2	3	6	7	180	250	3	4	6	9	17	26
10	18	1	2	3	37	9		250	315	4	4	7	9	20	29
18	30	1,5	2	3	4	8	12	315	400	4	5	7	11	21	32
30	50	1,5	3	4	5	9	14	400	500	5	5	7	13	23	34
50	80	2	3	5	6	11	16								

Megjegyzések:

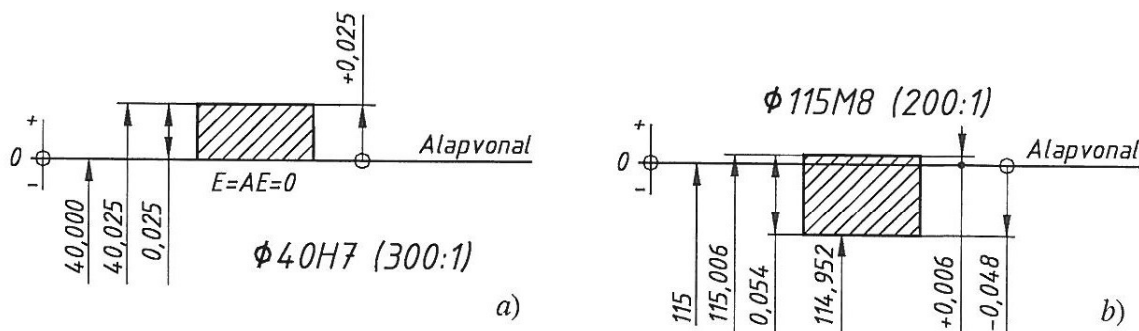
- Az a és b, ill. az A és B alapeltérések 1 mm-ig terjedő névleges méretekre nem alkalmazhatók.
- IT9–IT18-ig az N alapeltérés 1 mm-ig terjedő névleges méretekre nem alkalmazható.
- Különleges eset: a 250–315 mérettartományban M6 tűrésosztályra $FE = -9 \mu\text{m}$ ($-11 \mu\text{m}$ helyett).

2. példa. $\varnothing 40H7$ méretű lyuk (6.21.a) ábra).

- Megkeressük az IT szabványos tűrésnagyságot a 6.5. táblázatból! A 30–50-ig mérettartományban IT7 esetén: $IT = 25 \mu\text{m} = 0,025 \text{ mm}$.
- A 6.7. táblázatból a mérettartományban a H jelű alapeltérés: $E = AE = 0$.
- A felső határeltérés: $FE = AE + IT = 0 + 0,025 \text{ mm} = +0,025 \text{ mm}$.
- A határméretek: $AH = N + AE = 40,000 \text{ mm} + 0 \text{ mm} = 40,000 \text{ mm}$,
 $FH = N + FE = 40,000 \text{ mm} + 0,025 \text{ mm} = 40,025 \text{ mm}$.

3. példa. $\varnothing 115M8$ méretű lyuk (6.21.b) ábra).

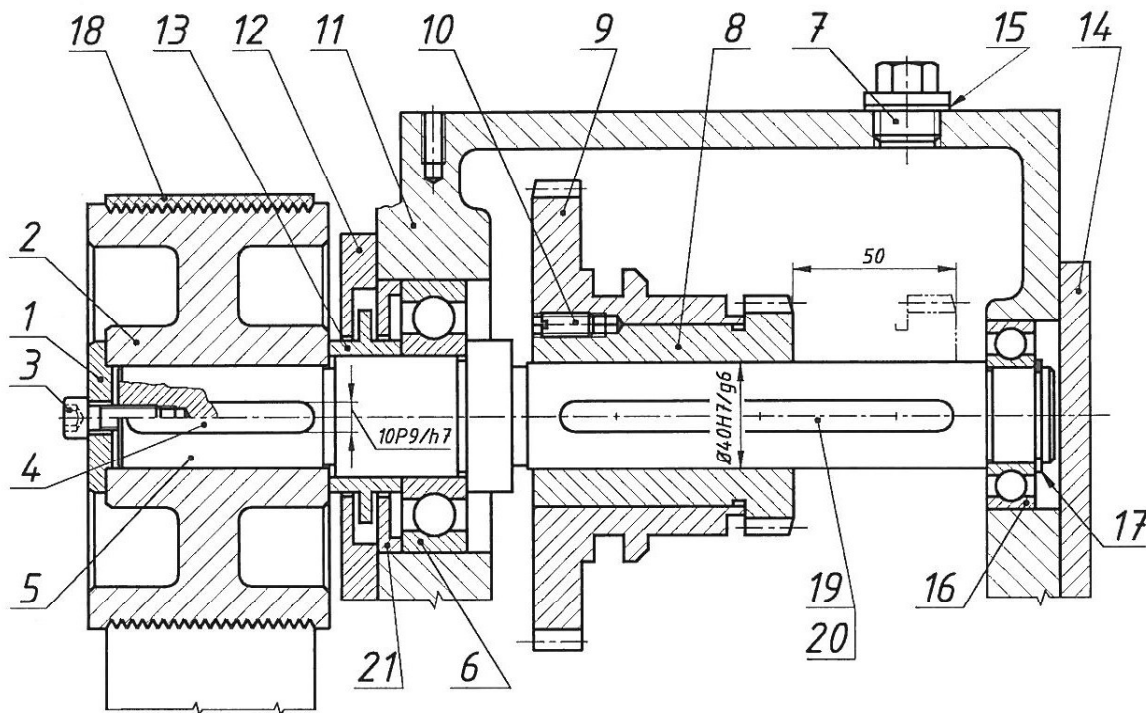
- Megkeressük az IT szabványos tűrésnagyságot a 6.5. táblázatból! A 80–120-ig mérettartományban IT8 esetén: $IT = 54 \mu\text{m} = 0,054 \text{ mm}$.
- A 6.7. táblázatból a mérettartományban az M jelű alapeltérés: $E = FE = -13 + \Delta \mu\text{m}$.
 Δ értéke a 6.8. táblázatból: $\Delta = 19 \mu\text{m}$, így $FE = -13 + 19 \mu\text{m} = +6 \mu\text{m} = +0,006 \text{ mm}$.
- Az alsó határeltérés: $AE = FE - IT = +0,006 \text{ mm} - 0,054 \text{ mm} = -0,048 \text{ mm}$.
- A határméretek: $AH = N + AE = 115 \text{ mm} - 0,048 \text{ mm} = 114,952 \text{ mm}$,
 $FH = N + FE = 115 \text{ mm} + 0,006 \text{ mm} = 115,006 \text{ mm}$.



6.21. ábra. Szemléltető ábra tűrésszámításokhoz

6.3.4. Az illesztések ISO rendszere

A gépek összeszerelt alkatrészekből állnak (6.22. ábra). A bemutatott példa egy esztergagép főhajtóművének összeállítási rajzrészletét mutatja. Figyeljük meg a kapcsolódó alkatrészpárokat (tengely-szíjtárcsa, tengely-golyóscsapágy, tengely-fogaskerék, retesz-reteszhorony, csapágygyűrű-csapágház stb.)! Az egymáshoz csatlakozó szerkezeti elemeknek utánmunkálás és válogatás nélkül szerelhetőnek kell lenniük! Ezt megfelelő tűrések előírásával érhetjük el (a 6.22. ábrán pl. $\varnothing 40H7/g6$).

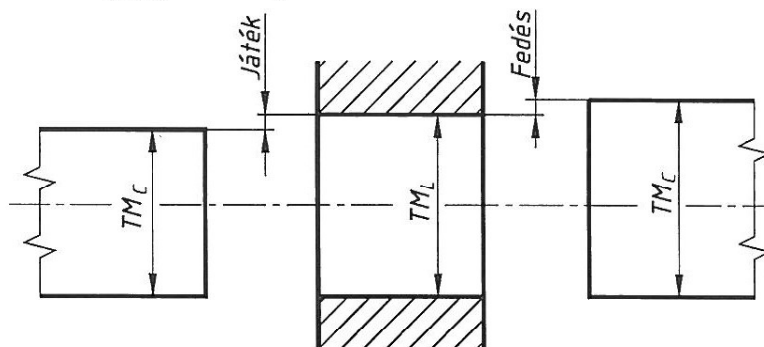


6.22. ábra. Hajtómű illeszkedő alkatrészei

Az illesztés két azonos névleges méretű, kapcsolódó felületelem (lyuk és csap) tűrésének egymáshoz rendelése, valamint kívánt illeszkedés elérésére.

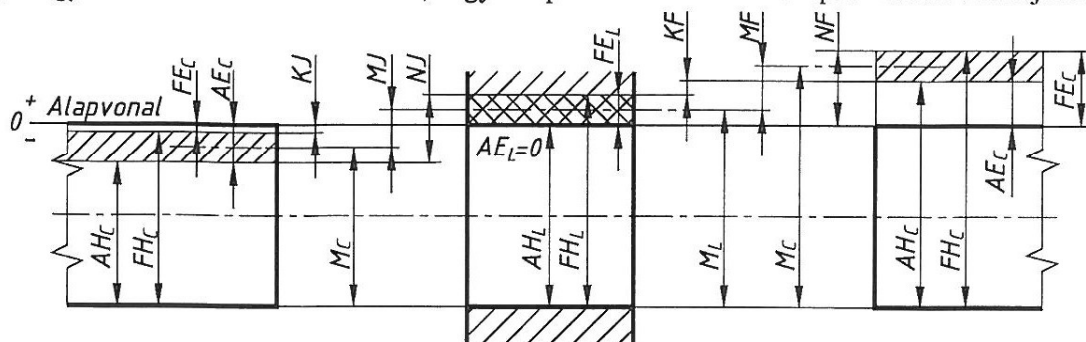
Az illesztésre jellemző a két összeszerelendő alkatrész felületelemeinek szerelés előtti (tényleges) méretkülönbsége ($TM_L - TM_C$), vagyis az **illeszkedés**. Ez lehet:

- **játék**, ha a csap mérete kisebb a lyuk méreténél (a lyukméret és a csapméret szerelés előtti pozitív különbsége);
- **fedés**, ha a csap mérete nagyobb a lyuk méreténél (a lyukméret és a csapméret szerelés előtti negatív különbsége) (6.23. ábra).



6.23. ábra. Az illeszkedés esetei

A megengedett eltérésekből a játék és a fedés különféle értékei jöhetnek létre. A jellemző számértékek kiszámításához a 6.24. ábra és a 6.9. táblázat nyújt segítséget. Az illesztés jellegét – amit a tervező állapít meg a szerkezet jó működése érdekében – a közepes illesztés mérőszámai jellemzik (MJ és MF). A gyártás során törekedni kell arra, hogy a kapcsolódó elemek a közepes méretre készüljenek.



6.24. ábra. A játék és a fedés jellemző értékei

Az illeszkedés jellemző számértékei.

6.9. táblázat

Illeszkedés	Legnagyobb	Legkisebb	Közepes
Játék ($TM_L > TM_C$)	$NJ = FH_L - AH_C$	$KJ = AH_L - FH_C$	$MJ = (NJ + KJ) : 2$ $MJ = M_L - M_C$
Fedés ($TM_C > TM_L$)	$NF = -(AH_L - FH_C)$	$KF = -(FH_L - AH_C)$	$MF = (NF + KF) : 2$ $MF = -(M_L - M_C)$

A két párosítandó felülethez (lyuk és csap) méreteinek a különbségéből adódó kapcsolat lehet:

- **laza illesztés**, amelyben a lyuk és a csap között mindig játék keletkezik, tehát a lyuk legkisebb mérete is nagyobb a csap legnagyobb méreténél, vagy határesetben egyenlő azzal;
- **szilárd illesztés**, amelyben a lyuk és a csap között mindig fedés keletkezik, tehát a lyuk legnagyobb mérete is kisebb a csap legkisebb méreténél, vagy határesetben egyenlő azzal;
- **átmeneti illesztés**, amelyben a lyuk és a csap között játék vagy fedés keletkezik a lyuk és a csap tényleges méreteitől függően. Ilyen illesztés esetén a lyuk és a csap tűrésmezője részben vagy teljesen fedi egymást (6.10. táblázat).

Az illesztések fajtái.

6.10. táblázat

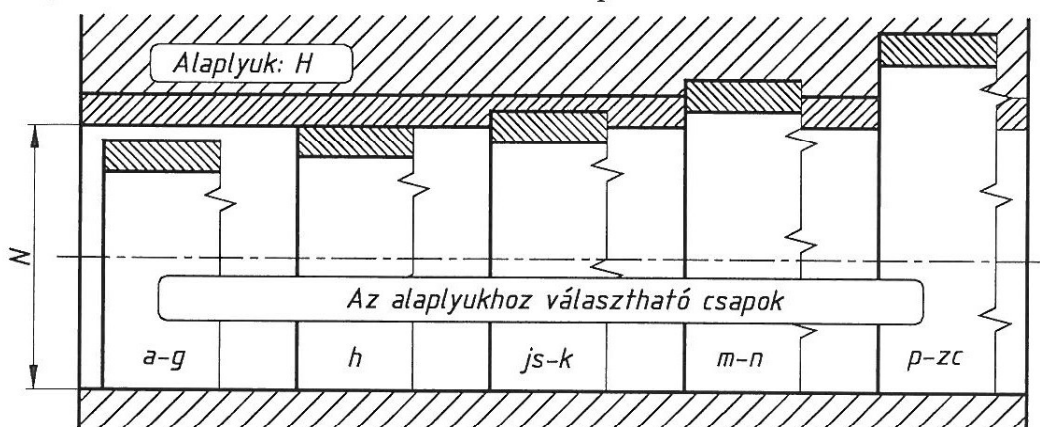
Neve	Illeszkedés	Jellemzői	A tűrésmezők helyzete	Betűjele
Laza	Csak játék ($AH_L > FH_C$)	NJ, KJ, MJ		$H \rightarrow a \dots h$ $h \rightarrow A \dots H$
Szilárd	Csak fedés ($AH_C > FH_L$)	NF, KF, MF		$H \rightarrow p \dots zc$ $h \rightarrow P \dots ZC$
Átmeneti	Játék vagy fedés	NF, NJ		$H \rightarrow js \dots n$ $h \rightarrow JS \dots N$

Illesztési rendszerek tartalmazzák a szabványos tűrések (28 féle alapeltérés és 20 féle tűrésnagyság) javasolt választékát, figyelembe véve a gyakorlat igényeit. A párosítandó darabok illesztéséhez a következő adatok szükségesek:

- a közös névleges méret,
- a lyuk tűrésosztályának rövid jele és
- a csap tűrésosztályának rövid jele, pl. 52H7/g6.

Az alaplyukrendszerben a kívánt játékot vagy fedést azáltal érjük el, hogy a különböző tűrésosztályú (a–zc-ig) csapokat egyetlen tűrésosztályú lyukhoz, a H jelű alaplyukhoz rendeljük.

Ezt szemlélteti a **6.25. ábra**. A gyakorlatban az alaplyukrendszer terjedt el jobban, mert a gyártás gazdaságosabban felszerszámozható (kevesebb dörzsár, idomszer szükséges). A csap és lyuk tűrésosztályainak egymáshoz rendelésére a **6.11. táblázat** tartalmaz példákat.



6.25. ábra. Az alaplyukrendszer felépítése

Ajánlott illesztésválaszték alaplyukrendszerben.

6.11. táblázat

Alaplyuk	Az illesztés		
	laza	átmeneti	szilárd
	A csapok tűrésosztályai		
H6	f6, g5, h5	js5, k5, m5, n5	p5, r5, s5
H7	c8, d8, e8, f7, g6, h6	js6, k6, m6, n6	p6, r6, s6, s7, t7, u7
H8	c8, d8, d9, e8, e9, f7, f8, h7, h8, h9	js7, k7, m7, n7	s7, u8, x8, z8
H11	a11, b11, b12, c11, d11, h11		

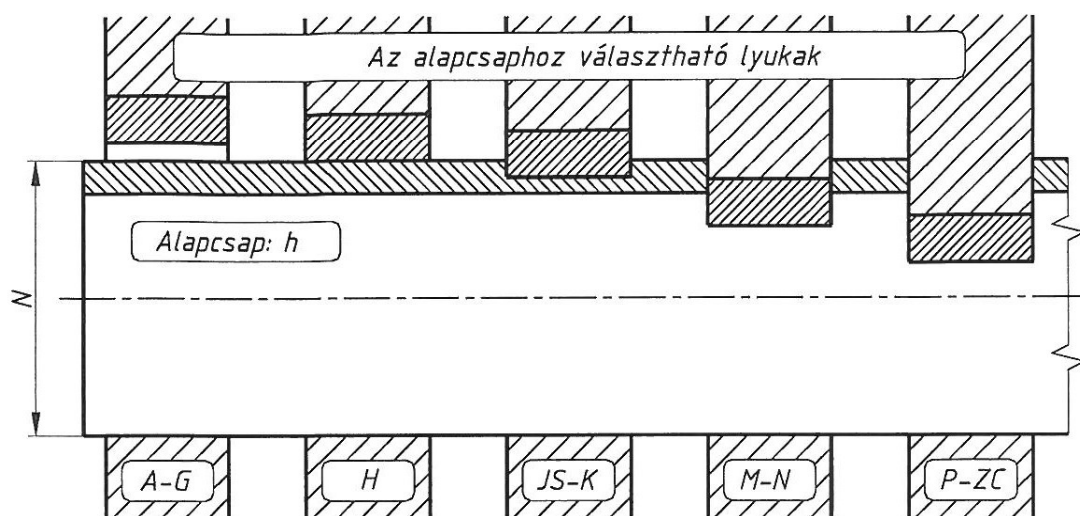
Az alapcsaprendszerben a kívánt játékot vagy fedést azáltal érjük el, hogy a különböző tűrésosztályú (A–ZC-ig) lyukakat egyetlen tűrésosztályú csaphoz, a h jelű alapcsaphoz rendeljük.

Az alapcsaprendszer felépítését szemlélteti a **6.26. ábra**. A gyakorlatban indokolt ez a rendszer is, pl. húzott félgyártmányokból kialakítandó alkatrészek (reteszek stb.) esetén. A csap és lyuk tűrésosztályainak egymáshoz rendelésére alapcsaprendszerben, a **6.12. táblázat** tartalmaz példákat.

Ajánlott illesztésválaszték alapcsaprendszerben.

6.12. táblázat

Alapcsap	Az illesztés		
	laza	átmeneti	szilárd
	A lyukak tűrésosztályai		
h6	D8, E8, F7, F8, G7, H7	JS7, K7, M7, N7	P7, R7, S7, T7
h7	D8, E8, F8, H8	JS8, K8, M8, N8	U8
h8	D8, D9, E8, E9, F9, H8, H9		
h11	A11, B11, C11, D11, H11		



6.26. ábra. Az alapcsaprendszer felépítése

Az illesztési rendszerek alkalmazására és az illeszkedés jellemző értékeinek kiszámítására nézzünk konkrét példákat a 6.22. ábra alapján!

1. példa. A 8, 9, 10 tételekből álló csúszótömböt eltolhatóan kell szerelni az 5 tengelyre, ezért **laza illesztést** alkalmazunk, mégpedig **alaplukrendszerben**. Az illesztési méret: $\varnothing 40H7/g6$. A számításokhoz használjuk fel a határméret meghatározásánál kiszámított adatokat (1. a 69. és a 74. oldalakon)!

Adott: $FH_C = 39,991$ mm, $AH_C = 39,975$ mm, $FH_L = 40,025$ mm és $AH_L = 40,000$ mm (6.27. ábra).

A legkisebb játék:

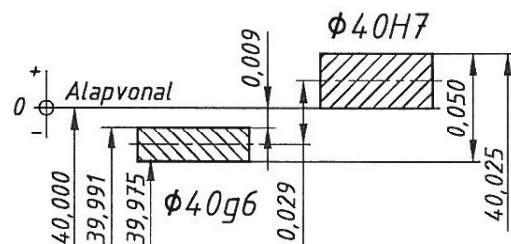
$$KJ = AH_L - FH_C = 40,000 - 39,991 = 0,009 \text{ mm.}$$

A legnagyobb játék:

$$NJ = FH_L - AH_C = 40,025 - 39,975 = 0,050 \text{ mm.}$$

A közepes játék:

$$MJ = (NJ + KJ) : 2 = (0,050 + 0,009) : 2 = 0,029 \text{ mm.}$$



6.27. ábra. Laza illesztés

2. példa. Illesszük **szilárdan** a 4 reteszt az 5 tengely hornyába! A retesz szélességének gyártási tűrése legyen $h7$! Ehhez választunk **alapcsaprendszerben** megfelelő horonytűrést. Az illesztési méret: $10P9/h7$ (6.28. ábra).

A $10h7$ csap méretei

- Megkeressük az IT szabványos tűrésnagyságot a 6.5. táblázatból. A 6–10-ig mérettartományban $IT7$ esetén: $IT = 15 \mu\text{m} = 0,015 \text{ mm}$.
- A 6.6. táblázatból a mérettartományban a h jelű alapeltérés: $E = FE_C = 0 \mu\text{m}$.
- Az alsó határeltérés: $AE_C = FE_C - IT = 0 \text{ mm} - 0,015 \text{ mm} = -0,015 \text{ mm}$.
- A határméret: $AH_C = N + AE_C = 10 \text{ mm} - 0,015 \text{ mm} = 9,985 \text{ mm}$,
 $FH_C = N = 10,000 \text{ mm}$.

A $10P9$ lyuk méretei

- A tűrésfokozatnak ($IT9$) megfelelő a szabványos tűrésnagyság (IT) a 6.5. táblázatból: $IT = 36 \mu\text{m} = 0,036 \text{ mm}$.
- A 6.7. táblázatból a mérettartományban a P jelű alapeltérés: $E = FE_L = -15 \mu\text{m}$.

6.5. Alak- és helyzettűrések jelölése a rajzon

Az alkatrészek minden méretére, ill. geometriai elemére elő kell írni a megkívánt pontosságot, vagyis a rajzon a tűréseket hiánytalanul meg kell adni. A mérettűrések megadását a **6.2.** alfejezetben ismertük meg. A geometriai jellemzők (alak, helyzet, irány és ütés) tűréselőírására vonatkozó általános szabályokat és a rajzokon alkalmazható jeleket az MSZ ISO 1101 szabvány írja elő.

Az alak- és helyzettűréseket csak ott kell előírni, ahol a működési követelmények, a cserélhetőség és/vagy a várható gyártási körülmények azt szükségessé teszik.

Az ilyen előírások nem feltétlenül jelentik valamilyen különleges gyártási, mérési vagy méretellenőrzési módszer alkalmazását. Az *alaktűrések* korlátozzák valamely egyedi elemnek a geometriailag ideális alakjától (pl. sík-, henger- vagy gömbfelülettől) való eltérését.

Az *irány-, a helyzet- és az ütéstűrések* korlátozzák két vagy több elem egymáshoz viszonyított helyzeteltéréseit. Báziselemként egy vagy több elem jelölhető. Egy elemnek megfelelő pontosságúnak kell lennie ahhoz, hogy báziselemként elfogadható legyen. Szükség lehet tehát a báziselem alaktűréseinek a megadására is.

6.5.1. Az alak- és helyzettűrésezés rajzjelei

Az alak- és helyzettűrések fajtái és rajzjelei.

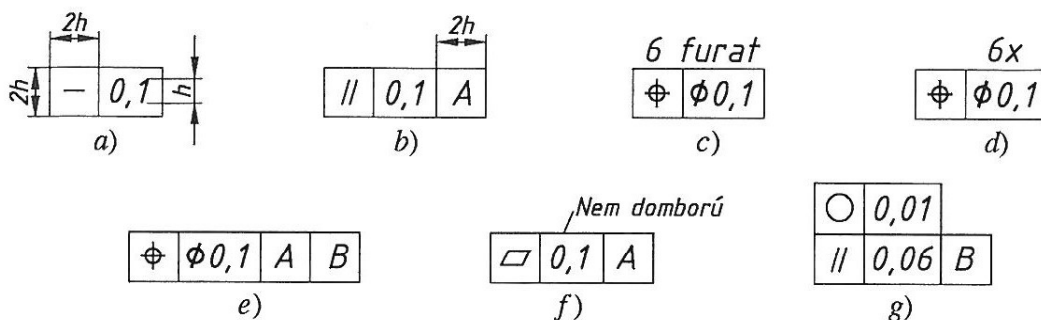
6.14. táblázat

Elemek és tűrések		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	
	Helyzettűrések	Pozíció	
		Egytengelyűség és központosság	
		Szimmetria	
	Ütéstűrések	Radiális (sugarirányú) ütés	
		Teljes ütés	

6.5.2. A tűréskeret kialakítása és adatai

A tűréskövetelményeket két vagy több részre felosztott, négyszög alakú keretben kell megadni. Ezek a részek balról jobbra a következőket tartalmazzák az adott sorrendben:

- a tűrésezendő jellemző rajzjelét,
- a tűrésértéket a hosszméretekre alkalmazott mértékegységben, és ha szükséges
- a báziseleme(ke)t azonosító betű(ke)t.

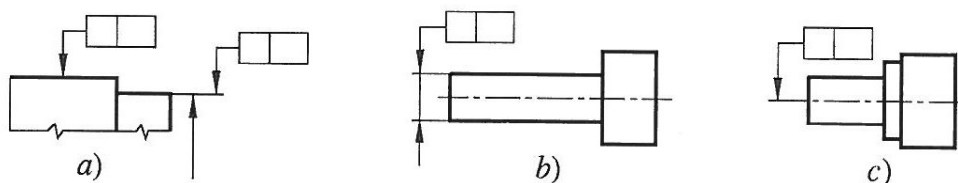


6.29. ábra. Példák tűréskeret kialakítására

Ha a tűrésmező kör alakú vagy hengeres, akkor a tűrésérték elé $\varnothing$ jelet kell tenni. A tűrésre vonatkozó feliratokat, pl. 6 furat, 4 felület, vagy 6x a tűréskeret fölé írjuk. A tűrésmezőben levő elem alakját leíró adatokat a tűréskeret közelébe kell írni, mutatóvonalal kapcsolva ahhoz (6.29.f) ábra). Ha egy elemre több tűrésjellemtől is elő kell írni, akkor ezek tűréskereteit egymás alatt kell elhelyezni (6.29.g) ábra).

A tűréskeretet nyílban végződő mutatóvonalal kell a tűrésezett elemhez kapcsolni. A tűréskeret csatlakoztatásának módja utal arra, hogy melyik elemre vonatkozik a tűrésmegadás.

- Ha a tűrés (pl. egyenesség, síklapúság) magára a vonalra vagy a felületre vonatkozik, akkor a mutatóvonal az elem körvonalára (kontúrvonalára) vagy az annak meghosszabbításaként rajzolt méretsegédvonalra (de világosan elválasztva a méretvonalától) mutasson (6.30.a) ábra)!
- A méretvonal meghosszabbításában legyen a mutatóvonal csatlakoztatása akkor, ha az ily módon méretezett elemmel meghatározott tengelyre vagy szimmetriasíkra vonatkozik a tűrés (pl. párhuzamosság) (6.30.b) ábra).
- Ha az alkatrész összes közös tengelyű elemeinek tengelyeire vagy szimmetriasíkjaira vonatkozik a tűrés, akkor a tűréskeret csatlakozó vonala erre a közös tengelyre mutasson (6.30.c) ábra)!



6.30. ábra. A tűréskeret elhelyezése a tűrésezett elemtől függően

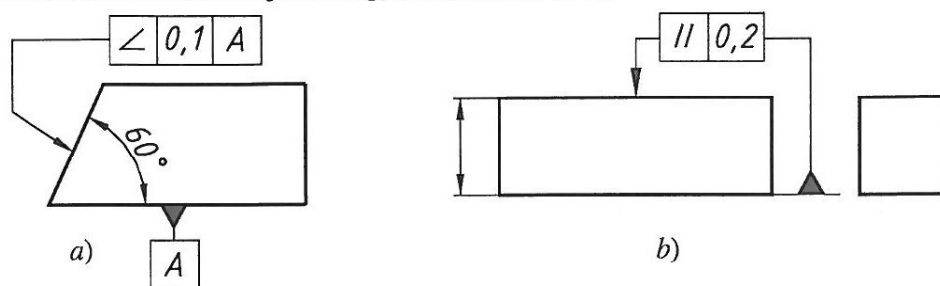
Valamely elem alak- és/vagy helyzettűrésezése meghatározza azt a tűrésmezőt, amelyben az elemnek (felületnek, tengelynek vagy szimmetriasíknak) benne kell lennie. A tűrésezendő jellemzőtől és a méretek megadásának a módjától függően a tűrésmező a következők egyike lehet:

- egy körön belüli felület,
- két, egyközpontú kör közötti felület,
- két, egymástól egyenlő távolságra levő vonal vagy két párhuzamos egyenes közötti felület,

- egy hengeren belüli tér,
- két, egytengelyű henger közötti tér,
- két, egymástól egyenlő távolságra levő felület vagy párhuzamos sík közötti tér, vagy
- két paralelogramma alapú hasáb közötti tér.

A tűrés általában a vizsgált elem teljes hosszára vagy felületére vonatkozik, és az adott elem a tűrésmezőn belül bármilyen alakú vagy irányú lehet. A tűrésmező szélessége (tűrésnagyság) a tűréskeretet a tűrésezett elemhez kapcsoló mutatóvonal nyilának irányában van, kivéve, ha a tűrés előtt az Ø jel áll. Általában a tűrésmező szélességének iránya merőleges az alkatrész előírt alakjára.

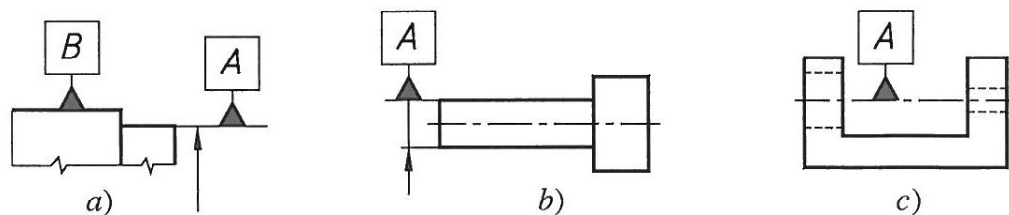
Az alak- és helyzetűtűrések bázisait általában nagybetűkkel jelölik. A bázist jelölő betűt a tűréskeretben meg kell ismételni. A bázist a tűréskeretbe zárt nagybetűhöz hozzákapcsolt befeketített vagy üres háromszöggel kell jelölni (6.31.a) ábra). Ha a tűréskeret mutatóvonalal közvetlenül összekapcsolható a báziselemmel, akkor a bázis betűjele elhagyható (6.31.b) ábra).



6.31. ábra. Példa bázisfelület jelölésére

A bázisháromszög elhelyezésekor a tűréskeret elhelyezésére ismertetett elveket kell alkalmazni.

- Ha a báziselem maga a vonal vagy a felület, akkor a bázisháromszöget az elem körvonalára (kontúrvonalára) vagy az annak meghosszabbításaként rajzolt méretsegédvonalra (de világosan elválasztva a méretvonalától) kell elhelyezni (6.32.a) ábra).
- A méretvonal meghosszabbításában legyen a bázisháromszög elhelyezve akkor, ha a báziselem tengely vagy szimmetriasík (6.32.b) ábra).
- A tengelyre vagy szimmetriasíkra kell elhelyezni a bázisjelet, ha a bázis egyetlen elem tengelye vagy szimmetriasíkja (pl. henger), ill. két elem által alkotott közös tengely vagy szimmetriasík (6.32.c) ábra).

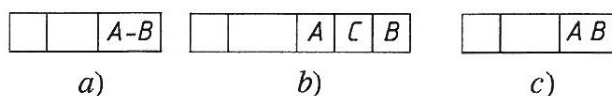


6.32. ábra. A bázisjel elhelyezése a báziselemtől függően

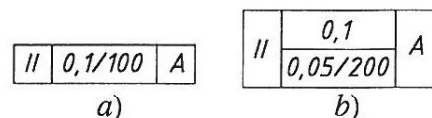
Ha két báziselem határoz meg egy közös bázist, akkor a tűréskeret harmadik mezőjében kötőjellel kell elválasztani az azonosító betűket (6.33.a) ábra). Ha több báziselem van és ezek sorrendje fontos, akkor az azonosító betűket külön mezőben adjuk meg úgy, hogy a sorrend balról jobbra egyezzen meg a fontosság sorrendjével (6.33.b) ábra). Ha két vagy több báziselem van és sorrendjük nem fontos, akkor a bázisbetűket ugyanabban a mezőben kell megadni (6.33.c) ábra).

Ha a tűrés bárhol fekvő, korlátozott hossza érvényes, akkor e hossz értékét a tűrésérték után fel kell tüntetni a 6.34.a) ábra szerint. Ha a teljes elem tűrésével azonos jellegű, de korlátozott hossza vonatkozó kisebb tűrés van hozzáadva, akkor a korlátozó tűrést a megosztott tűréskeret alsó részében kell jelölni (6.34.b) ábra).

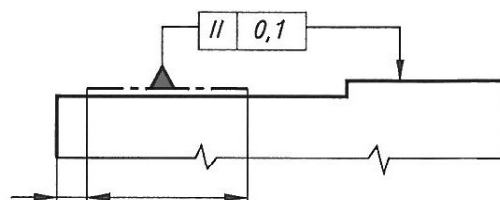
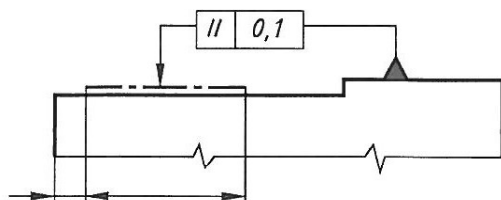
Ha a tűrés a tűrésezett elemnek vagy a bázis a báziselemnek csak korlátozott részére vonatkozik, akkor ezek méretét a 6.35. ábra szerint kell megadni.



6.33. ábra. Bázisazonosító betűk elhelyezése



6.34. ábra. Korlátozó előírások megadása

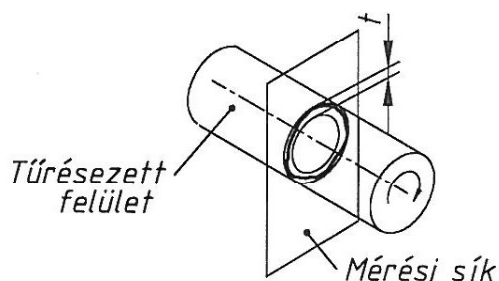
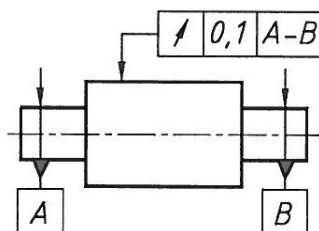


6.35. ábra. Korlátozott részre vonatkozó tűrésezett és báziselemek megadása

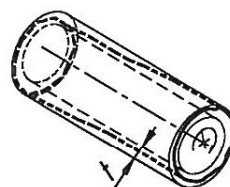
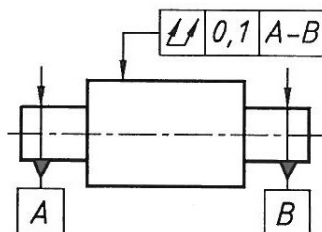
6.5.3. Példák és értelmezésük

A 6.15. és a 6.16. táblázatban különböző alak-, irány- és helyzettűrések rajzi jelölésére és tűrésmezőinek meghatározására találunk példákat. Tanulmányozzuk a bemutatott eseteket és értelmezésüket!

Az *ütéstűrés* megadására mutat példát a 6.36. és a 6.37. ábra. A *radiális ütés* az adott előírás szerint az A–B bázistengely körül egy teljes fordulat alatt bármely mérési síkban nem lehet nagyobb, mint $t = 0,1$ mm. A *teljes radiális ütés* – az előírás szerint – a meghatározott felület minden pontjában legfeljebb 0,1 mm lehet. Az ellenőrzést úgy kell elvégezni, hogy a műszer érzékelőjét végigvezetjük a felületen, miközben az alkatrészt az A–B bázistengely körül többször megforgatjuk. A valóságos hengerfelületnek két, egymástól $t = 0,1$ mm távolságra levő hengerfelület között kell lennie.



6.36. ábra. Példa radiális ütés előírására és értelmezésére



6.37. ábra. Példa teljes radiális ütés előírására és értelmezésére

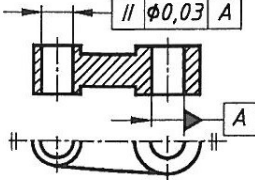
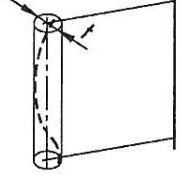
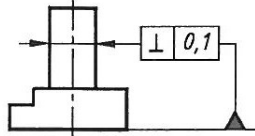
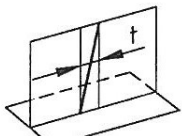
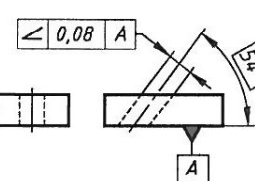
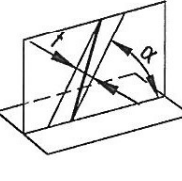
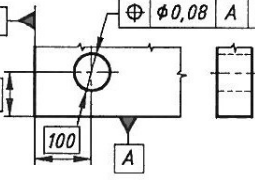
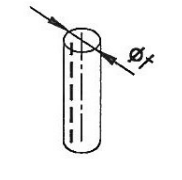
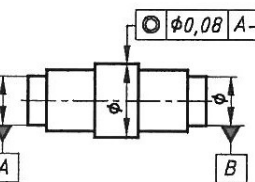
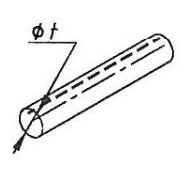
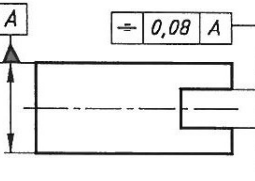
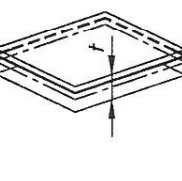
Alaktűrések megadása és értelmezése.

6.15. táblázat

Jelek és tűrések			Jelölési és értelmezési példák		
			Jelölés a rajzon	Tűrésmező	Értelmezés
Alaktűrések		Egyenesség			A tűréskerethez kapcsolt henger tengelyének a $t = 0,08$ mm átmérőjű hengeres tűrésmezőben kell lennie.
		Síklapúság			A felületnek két, egymástól $t = 0,08$ mm távolságra levő párhuzamos sík által meghatározott tűrésmezőn belül kell lennie.
		Köralakúság			Mindegyik keresztmetszet körvonalának két, egy síkban levő, egymástól $t = 0,08$ mm távolságra levő egyközpontú kör által meghatározott tűrésmezőn belül kell lennie.
		Hengeresség			A vizsgált felületnek két, egymástól $t = 0,1$ mm távolságra levő, egytengelyű hengerfelület által meghatározott tűrésmezőn belül kell lennie.
		Adott vonal alakja			A vetítési síkkal párhuzamos minden keresztmetszetben a vizsgált profilnak olyan $t = 0,04$ mm átmérőjű köröket burkoló két vonal által meghatározott tűrésmezőn belül kell lennie, amely körök középpontjai a geometriailag pontos alakú vonalon vannak.
		Adott felület alakja			A vizsgált felületnek olyan $t = 0,02$ mm átmérőjű gömböket burkoló két felület által meghatározott tűrésmezőn belül kell lennie, amely gömbök középpontjai a geometriailag pontos alakú felületen vannak.

Írány- és helyzettűrések megadása és értelmezése.

6.16. táblázat

Jelek és tűrések			Jelölési és értelmezési példák		
			Jelölés a rajzon	Tűrésmező	Értelmezés
Íránytűrések		Vonal (tengely) párhuzamossága adott egyeneshez képest			A tűrésezett tengelynek $t = 0,03$ mm átmérőjű, az A bázistengellyel párhuzamos, hengeres tűrésmezőben kell lennie.
		Vonal (tengely) merőlegessége adott felülethez képest			A tűréskerethez kapcsolt henger tengelyének két, egymástól $t = 0,1$ mm távolságra levő, párhuzamos és a bázisfelületre merőleges sík által meghatározott tűrésmezőn belül kell lennie.
		Vonal (tengely) hajlásszöge adott felülethez képest			A furat tengelyének két, egymástól $t = 0,08$ mm távolságra levő, párhuzamos és az A felülettel (bázisfelület) 54° -os szöget bezáró sík által meghatározott tűrésmezőn belül kell lennie.
Helyzettűrések		Vonal pozíciója			A furat tengelyének tűrésmezője egy $t = 0,08$ mm átmérőjű henger, amelynek tengelye a vizsgált vonalnak az elméletileg pontos helyzetében van az A és a B felületekhez (bázissíkok) képest.
		Tengely egytengelyűsége			A henger tengelyének, amelynek a mérete a tűrésmezőhöz van kapcsolva, $t = 0,08$ mm átmérőjű, hengeres, az A-B bázistengellyel egytengelyű tűrésmezőben kell lennie.
		Szimmetriasík szimmetriája			A horony szimmetriasíkjának két, egymástól $t = 0,08$ mm távolságra levő, párhuzamos és az A báziselemhez képest meghatározott középsíkhoz szimmetrikusan elrendezett, sík által meghatározott tűrésmezőn belül kell lennie.

Ellenőrző kérdések

1. Milyen szempontokat kell figyelembe venni a pontossági követelmények meghatározásakor?
2. Ismertessük a névleges méret és a tényleges méret fogalmát!
3. Mit jelölünk az FH , AH , M és T betűkkel? Határozzuk meg röviden ezek fogalmát!
4. Mit jelölünk az FE , AE és E betűkkel? Határozzuk meg röviden ezek fogalmát!
5. Milyen adatok szükségesek a tűrésmező egyértelmű meghatározásához?
6. Hogyan adhatjuk meg a rajzokon a hosszmérettűréseket?
7. Ismertessük a jelöletlen hosszmérettűrésekre vonatkozó szabályokat!
8. Hogyan írjuk elő számértékekkel a hosszméretek tűréseit?
9. Ismertessük az ISO tűrésjel felépítését!
10. Hogyan írjuk elő a szögméretek tűrését?
11. Hogyan adhatjuk meg a kúpok és a szabálytalan profilok tűréseit?
12. Ismertessük az IT fokozatok rendszerét és a táblázat használatának módját!
13. Ismertessük az alapeltérések jelölésének rendszerét csapok és lyukak esetén!
14. Az alapeltérés és a tűrésnagyság ismeretében hogyan számítjuk ki a határméreteket?
15. Mi az illesztés, és hogyan illeszkedhet két felületelem?
16. Ismertessük a laza, az átmeneti és a szilárd illesztés fogalmát és jellemzőiket!
17. Ismertessük az illesztési rendszerek elvét!
18. Milyen összefüggés van a tűrésnagyság és a felületi érdesség között?
19. Mikor szükséges az alak- és helyzettűrések előírása?
20. Ismertessük a rajzon előírható alaktűréseket és rajzjelüket!
21. Ismertessük a rajzon előírható irány-, helyzet- és útéstűréseket és a rajzjeleiket!
22. Ismertessük a tűréskeret kialakítására, adataira és elhelyezésére vonatkozó előírásokat!
23. Ismertessük a bázisfelület jelölésére és azonosítására vonatkozó szabályokat!
24. Hogyan jelöljük a korlátozott hossza vonatkozó tűrésezett és báziselemeket?

7. GÉPELEMEK ÁBRÁZOLÁSA

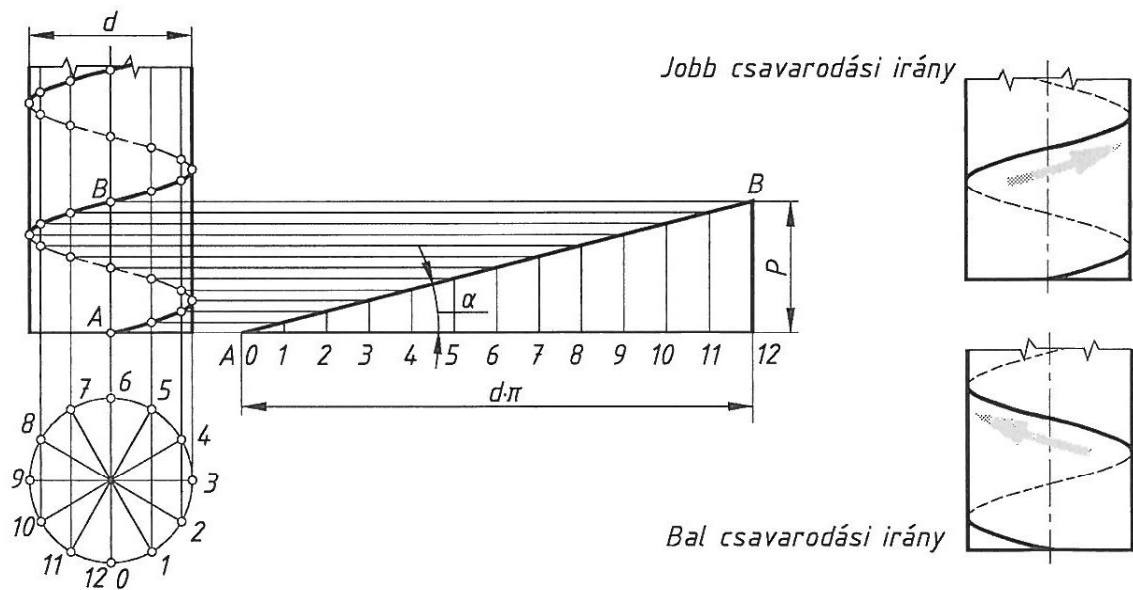
A gépelemek műszaki rajzain be kell tartani a műszaki ábrázolás általános előírásait (MSZ ISO 128), valamint a méretmegadásra, a felületi érdesség jelölésére, ill. a tűrésezésre vonatkozó – az előző fejezetekben ismertetett – szabályokat. Egyes alkatrészek valóságghű ábrázolása azonban – alakjuk bonyolultsága miatt – csak igen nehezen, fáradságos rajzoló munkával lenne megoldható. A gépelemek műszaki rajzaira vonatkozó szabványok ezért lehetővé teszik a bonyolult részletek, pl. a csavarmenetek, bordázatok, fogazatok stb. egyszerűsített, ill. jelképes ábrázolását. Ebben a fejezetben ezeket a lehetőségeket ismerhetjük meg. Az egyes gépelemek és gépészeti kötések részletes szakelméleti ismereteit a Tankönyvmester Kiadó: **A gépelemek alapjai**, ill. a **Gépelemek** c. könyvei tartalmazzák. A hegesztés témakörével bővebben a **Gázhegesztés** és a **Kézi ívhegesztés** c. könyvek foglalkoznak.

7.1. Csavarmenetek és menetes alkatrészek ábrázolása

A csavarmeneteket leggyakrabban kötőgépelemeken és mozgatóorsókon, valamint anyákon alkalmazzák. A gyakorlat igényeinek megfelelően igen sokféle menettípust készítenek, és ezek többsége szabványos. A menetek megmunkálhatók gépi, ill. kézi forgácsolással (pl. esztergálással, marással, köszörüléssel, menetfűréssel, menetmetszéssel) vagy forgácsolás nélküli anyagalakítással (pl. mángorlással).

7.1.1. A csavarmenet előállítás, menetfajták

Ha egy egyenes körhenger palástjára a 7.1. ábra szerint egy derékszögű háromszöget rácsavarunk, akkor annak átfogója egy emelkedésnyi csavarvonalat ír le. Attól függően, hogy a felcsavarást melyik irányban végeztük, a létrejött csavarvonal lehet *jobb* vagy *bal csavarodású* (emelkedési irányú). Az így keletkezett csavarvonal egy térgörbe, amely a hengeren folytatossá tehető a háromszög átfogó egyenesének képzeletbeli meghosszabbításával.

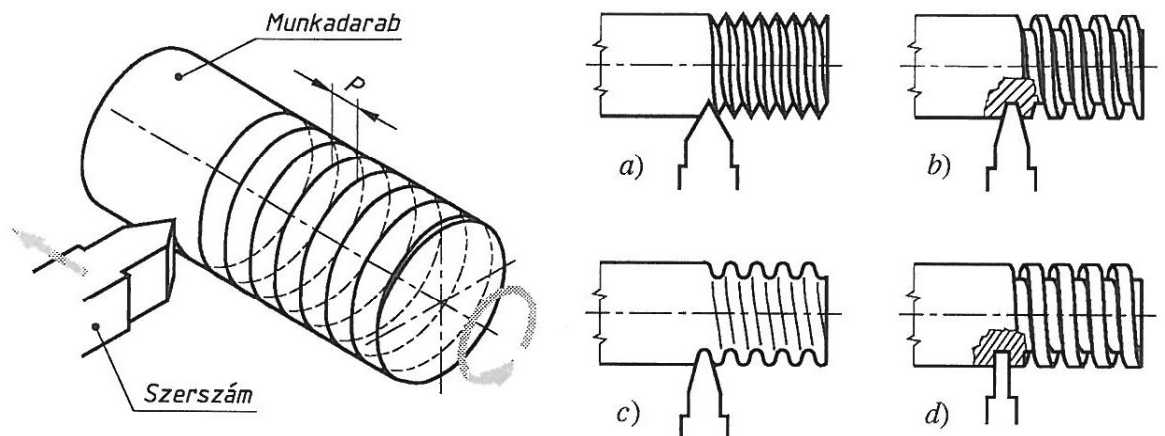


7.1. ábra. A csavarvonal származtatása

A csavarvonal jellemző adatai:

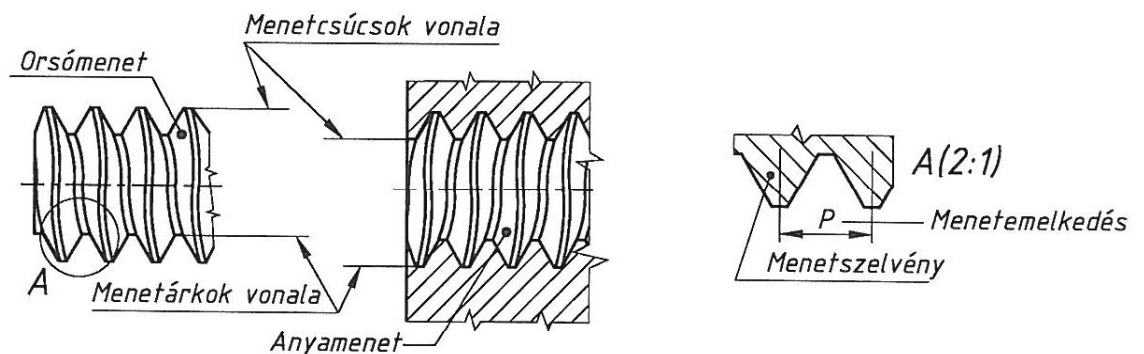
- d az alaphenger átmérője;
- α a menetemelkedés szöge;
- P az egy fordulatra eső menetemelkedés és
- a csavarodási irány.

Figyeljük meg a csavarvonal keletkezését a gyakorlatban (7.2. ábra)! Az esztergakés állandó sebességgel halad a henger tengelyével párhuzamosan, miközben a henger állandó szögsebességgel forog. Az esztergakés alakja határozza meg az anyagba vágott horony alakját, és ez által a menet fajtáját. Ettől függően jön létre az élesmenet (7.2.a) ábra), a trapézmenet (7.2.b) ábra), a zsinórmenet (7.2.c) ábra), a laposmenet (7.2.d) ábra) és a többi menetfajta is (l. a 7.1. táblázatot). A gyakorlatban alkalmazott menetfajták szelvénye szabványos alakú és méretű.



7.2. ábra. Csavarment készítése esztergálással

A bemutatott példákön a menetet külső hengeres felületre készítettük, ezek neve *orsómenet*. A furatba – belső hengeres felületre – készített menetet *anyamenetnek* nevezzük (7.3. ábra). Az azonos szelvényű, csavarodású és méretű- orsó és anyamenet összecsaavarható, a két elem együtt egy gépelempárt alkot.



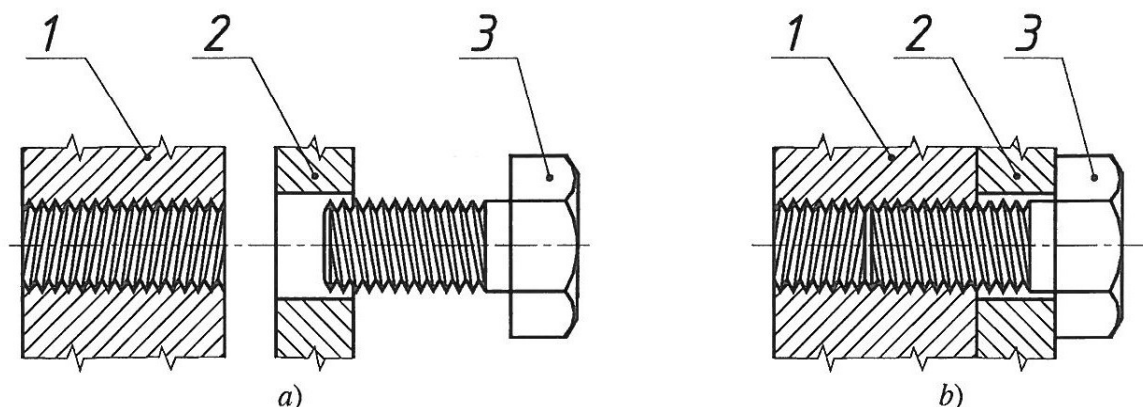
7.3. ábra. Az orsó- és az anyamenet elnevezései

7.1.2. A csavarorsó és az anyamenet jelképes ábrázolása

A csavarmentek és a mentes alkatrészek műszaki rajzokon való ábrázolásának szabályait az MSZ ISO 6410 szabvány tartalmazza. A csavarmentek műszaki dokumentációkon ábrázolhatók *részletesen* vagy *egyezményesen* (jelképesen). Az alkatrész mindkét módszer esetén ábrázolható nézetben vagy metszetben (az MSZ ISO 128 előírásai szerint).

A csavarmenetek részletes ábrázolása

A termékek dokumentációjának egyes típusain (pl. prospektusokon, felhasználói kézikönyvekben) szükség lehet a csavarmenet részletes ábrázolására. A menet részletes ábrázolása alkalmazható egyetlen alkatrész rajzán (7.4.a) ábra) és csatlakozó elemek bemutatásakor egyaránt (7.4.b) ábra).



7.4. ábra. Csavarmenet részletes ábrázolása

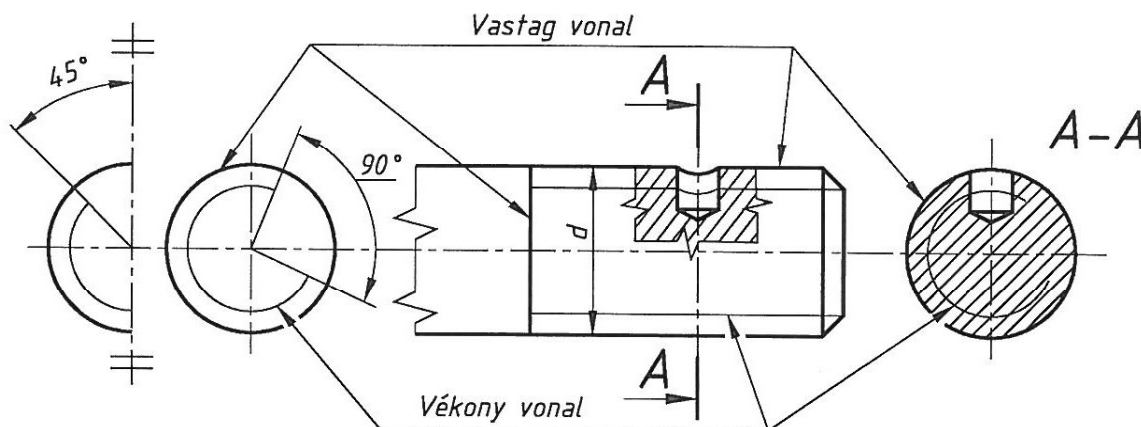
Műszaki rajzokon a csavarmenetet csak akkor szabad részletesen megrajzolni, ha az feltétlenül szükséges! Általános szabály, hogy sem a menetemelkedést, sem pedig a menetszelvényt nem kell pontosan (valódi méretarányban) megrajzolni! A csavarmeneteket – valódi vetületük helyett, ami koszinuszgörbe lenne – egyenes vonallal kell ábrázolni a 7.4. ábra szerint.

A csavarmenetek egyezményes (jelképes) ábrázolása

Az alkatrészekben levő csavarmeneteket a műszaki rajzokon egyezményes, egyszerűsített ábrázolással kell jelölni.

A csavarmenet nézeti és metszeti ábrázolása esetén egyaránt a menetcsúcsok burkolófelületét jelölő vonalat (orsónál a legnagyobb – azaz a névleges – átmérő vonalát) folytonos, vastag vonallal, a menetárbok burkolófelületét jelölő vonalat pedig (orsónál a legkisebb átmérő – magátmérő – vonalát) folytonos, vékony vonallal kell megrajzolni.

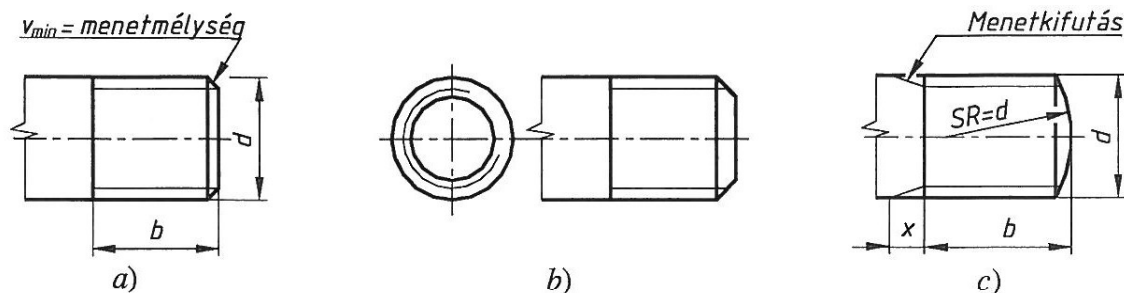
Látható menetek ábráin a hasznos, vagy működő (teljes mélységű) menet hosszának a határát folytonos, vastag vonallal rajzoljuk, a menetkifutás ábrázolása többnyire elhagyható (7.5. ábra).



7.5. ábra. Az orsómenet jelképes ábrázolása

A csavarmenet tengelyirányú nézetén a menetárkot folytonos, vékony vonallal rajzolt, megközelítően háromnegyed körívvel kell ábrázolni. A körírszlet lehetőleg a jobb felső negyedben legyen nyitott, de ettől eltérő helyzetű megszakítás is megengedett. Ha az éltompítás nagysága megegyezik a menetmélységgel, akkor a körélt ezen a nézetén elhagyjuk.

A menetes orsó végződésének éltompítását a 7.6.a), b) ábra, a domború kivitt pedig a 7.6.c) ábra szemlélteti. Ha az éltompítás mértéke a menetmélységnél nagyobb, akkor a körvetületen is ábrázoljuk. Indokolt esetben a menetkifutás – a szerszám kiemelésekor létrejövő nem teljes mélységű menet hossza – is jelölhető a rajzon (7.6.c) ábra).

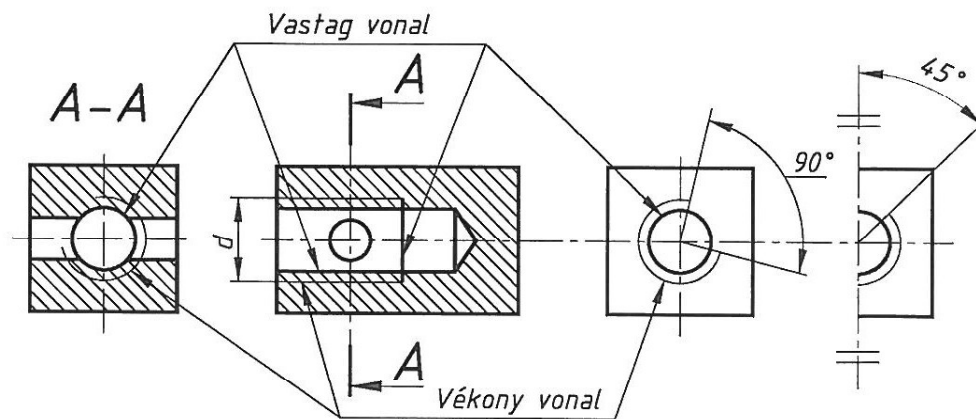


7.6. ábra. Orsóvégzések ábrázolása

Az anyamenet nézeti és metszeti ábrázolása esetén a menetcsúcsok burkolófelületét jelölő vonalat (az anyaghatárt), azaz a legkisebb átmérő – a 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 menetcsúcsok vonalát tekintjük, ezért a vonalkázásnak eddig kell terjednie (7.7. ábra).

A menetcsúcsot és a menetárkot jelölő vonalak közötti távolság lehetőleg legyen azonos a menetmélységgel! Értéke azonban nem lehet kisebb, mint a rajzon alkalmazott vastag vonalvastagság kétszerese, vagy 0,7 mm, attól függően, hogy melyik a nagyobb. Számítógépes rajzoláskor $d \geq 8$ mm névleges átmérő esetén 1,5 mm távolság elfogadható, ill. $d < 8$ esetén egyszerűsített ábrázolás ajánlott.

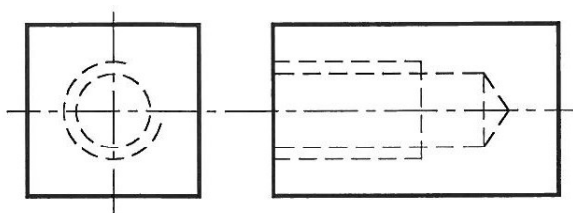


7.7. ábra. Az anyamenet jelképes ábrázolása

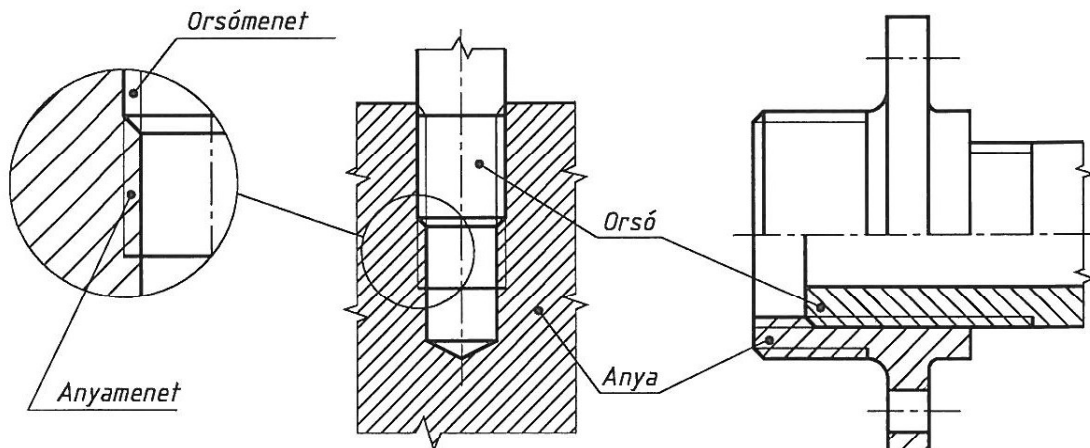
A takart (közvetlenül nem látható) csavarmenetek ábráin a menetcsúcsok, a menetárkok és a menethossz vonalait egyaránt vékony, szaggatott vonallal kell megrajzolni (7.8. ábra).

Szerelt menetes alkatrészek ábráin is alkalmazni kell az előző szabályokat, de alapelv, hogy az orsómenet elfedi az anyamenetet.

Ezt szemlélteti a (7.9. ábra).



7.8. ábra. Közvetlenül nem látható menet ábrázolása



7.9. ábra. Csatlakozó menetes alkatrészek ábrázolása

7.1.3. Csavarmenetek méretmegadása

A gépiparban használatos kötő-, mozgató- és tömítőmenetek szabványosak. A szabványos menetfajták megnevezéseit és általános jellemzőit a 7.1. táblázat foglalja össze. Az egyes menettípusok szelvényének pontos alakját és méreteit a szabványok, ill. különféle műszaki zsebkönyvek táblázatai tartalmazzák.

A kötőcsavarokon és a kötőgépelemeken leggyakrabban *métermenet*et alkalmaznak. A métermenet 60°-os profilszögű, jellemzője a tompított menetél és a lekerekített menettő. Szelvényét a 7.10. ábra, ajánlott méretválasztékának kivonatát a 7.2. táblázat tartalmazza.

A csavarmenetek méretjelének felépítése

A szabványos menettípusok méretjelölésére láthatunk példákat a 7.1. táblázatban. A csavarmenet mérete általában összetett, tartalmazza a *menet megnevezését* és a *kiegészítő jelöléseket*. A csavarmenet mérete (megnevezése) a következő fő adatokat tartalmazhatja:

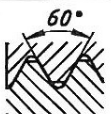
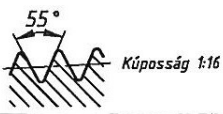
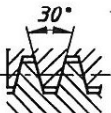
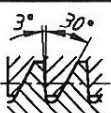
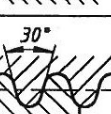
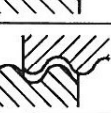
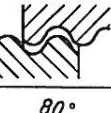
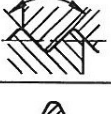
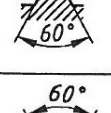
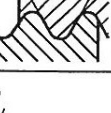
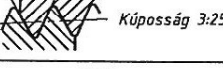
- a menetszelvény betűjelét (szabványosított jel, pl. M, G, Tr);
- a d névleges átmérőt;
- a P_i menetemelkedést mm-ben (csak ha szükséges);
(Megjegyzés: egy bekezdésű meneteknél $P_i = P$)
- a P menetszámot;
- a menetemelkedés irányát, pl. LH (left hand = bal kéz) vagy RH (right hand = jobb kéz).

Ezekon kívül megadhatók a menet méretében a következő *kiegészítő adatok*:

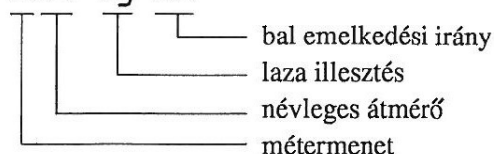
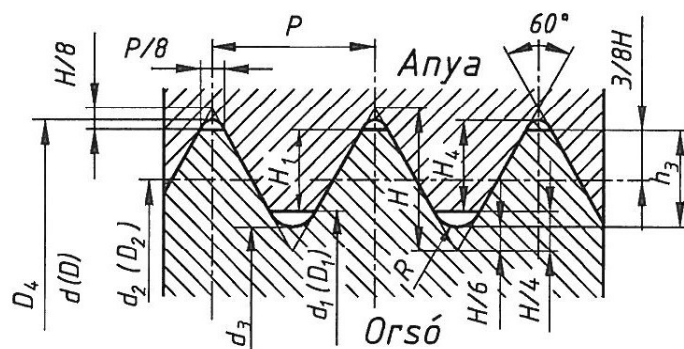
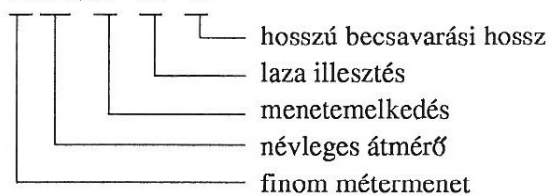
- a tűrésosztály (nemzetközi szabvány szerint);
- a menet becsavarási hosszának a jele: S = rövid, L = hosszú, N = normál;
- a bekezdések száma.

Csavarmenetek jelölésrendszere.

7.1. táblázat

Menetfajta megnevezése és szabványszáma	Menetszelvény	A menetszelvény betűjele	Méretmegadási példák	Névleges átmérő-tartomány	Jellemző alkalmazási terület
Finom métermenet MSZ 12208/1		M	M20x1	3,5–400 mm	Optikai és finom-mechanikai ipar
Métermenet MSZ 203/2			M64	0,25–600 mm	Általános
Kúpos métermenet MSZ 12186		MK	MK20x1,5	6–60 mm	Zárócsavar, zsírzógomb
Hengeres csőmenet MSZ 1157		G	G3 1/2	1/16–6 hüvelyk (7,7–163,8 mm)	Nem tömítő csőkötések
Hengeres anyamenet MSZ 1159		Rp	Rp3 1/2		Tömítőmenetes csövek és szerelvények
Kúpos anyamenet MSZ 1159		Rc	Rc3 1/2		
Kúpos orsómenet MSZ 7815		R	R3 1/2		
Trappézmenet MSZ 207/2		Tr	Tr40x7	8–640 mm	Általános
Fűrészmenet MSZ 1781		S	S80x10	10–640 mm	Általános
Zsinórmenet MSZ 208/1		Rd	Rd16	8–200 mm	Általános
Zsinórmenet MSZ 15490/3		ZsL	ZsL40x4	40 mm	Egészségvédelmi légzőkészülékek
Edison-menet MSZ 9866		E	E27	5–40 mm	Lámpafoglatok, izzók
Páncélsőmenet MSZ 05-06.1360/1		Pm	Pm21	11–42 mm	Villamos szerkezetek
Lemezmenet MSZ 2059		Lm	Lm3,5	2,2–8 mm	Lemezcavar
Famenet MSZ 2132		Fm	Fm1,6	1,6–20 mm	Facsar
Szelepmenet MSZ 2057		Ven	Ven12	5–12 mm	Járműszelep
Kúpos Whitworth-menet MSZ 2056		W	W19,2	19,2–30,3 mm	Gázszelep, gázpalack
Whitworth-menet MSZ 201			W2"	1/4–6 hüvelyk	Csak pótlási célokra

Példák csavarmenet méretjelének felépítésére

M24-6g-LH**M24x2-6f-L**

7.10. ábra. A métermenet szelvénye

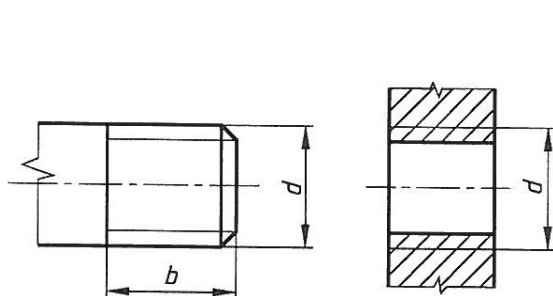
Métermenetek választéka. (Kivonat)

7.2. táblázat

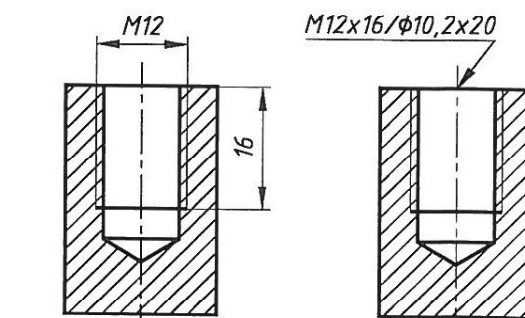
Névleges átmérő, d	Menetemelkedés, P		Névleges átmérő, d	Menetemelkedés, P			
	normál	finom		normál	finom		
2	0,4	0,25	8	1,25	0,5	0,75	1
2,5	0,45	0,35	10	1,5			
3	0,5		12	1,75			
4	0,7	0,5	16	2			
5	0,8		20	2,5	1	1,25	1,5
6	1	0,5; 0,75	24	3			
							2

Csavarmenetek méretének elhelyezése, egyszerűsített méretmegadás

A csavarmenetek méretmegadásakor is be kell tartani a méretek előírásának általános szabályait (MSZ ISO 129). A d névleges átmérő mindig az orsómenet csúcsára vagy az anyamenet árkára vonatkozik (7.11. ábra). Zsákfuratba fúrt menetek esetén a menethossz méretét meg kell adni, de a zsákfurat mélységi mérete általában elhagyható. Ilyen esetben a magfurat mélysége a menethossz 1,25-szöröse legyen! Menetes zsákfurat mérete megadható egyszerűsítve is (7.12. ábra).

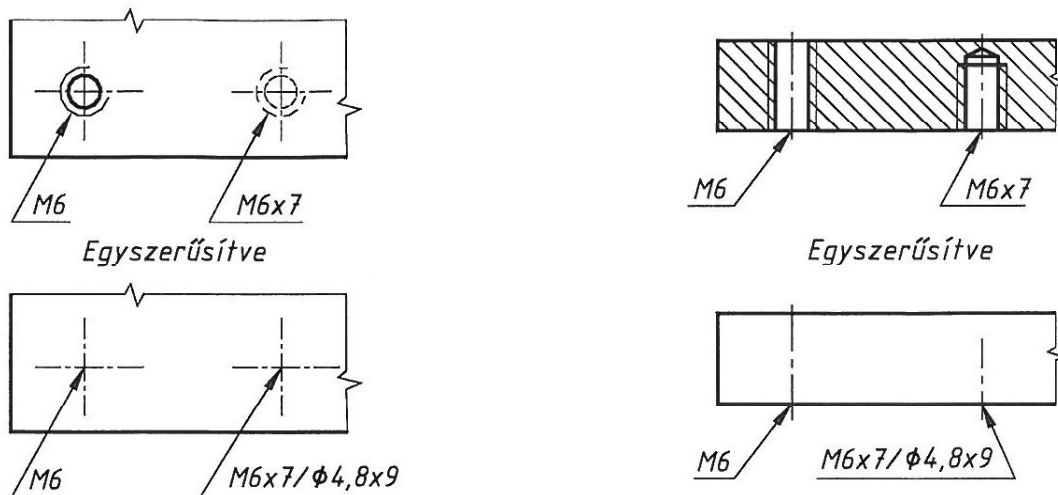


7.11. ábra. Csavarmenet méretmegadása



7.12. ábra. Menetes zsákfurat méretmegadás

Ha a rajzon a menet névleges átmérője $d \leq 6\text{mm}$, vagy azonos alakú és méretű menetes furatok és/vagy menetek szabályos elrendezéséről van szó, akkor ezek egyszerűsítve ábrázolhatók a 7.13. ábra szerint. A méretet ebben az esetben a furat középpontja felé mutató és nyílhegyben végződő mutató-vonalon kell elhelyezni.



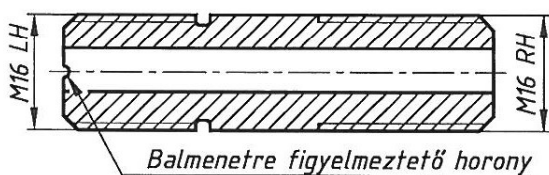
7.13. ábra. Menetek egyszerűsített ábrázolása

Balmenet, csőmenet és több bekezdésű menet méretmegadása

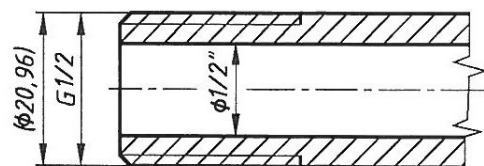
A menetemelkedés irányát jobbmenet esetén általában nem kell jelölni.

A balmenetet a menet méretében feltüntetett LH rövidítéssel jelöljük. Az ugyanazon alkatrészen levő jobb- és balmenetet minden esetben jelölni kell.

Ez látható a 7.14. ábrán. A csőmenetek méretjelében megadott érték nem a menet névleges méretét mutatja, hanem annak a csőnek a belső átmérőjét, amelyre a menetet készítik (7.15. ábra). A menet méreteit ebben az esetben a szabvány menettáblázataiból kereshetjük meg.

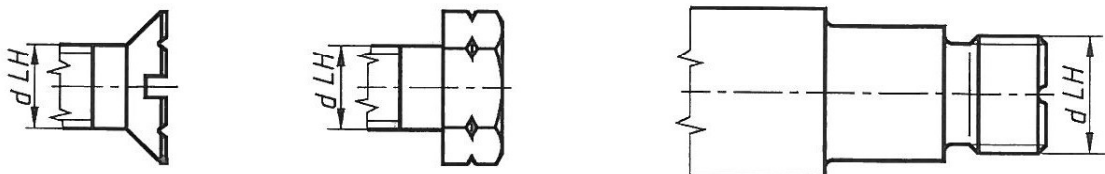


7.14. ábra. A bal- és a jobbmenet jelölése



7.15. ábra. Csőmenetek méretmegadása

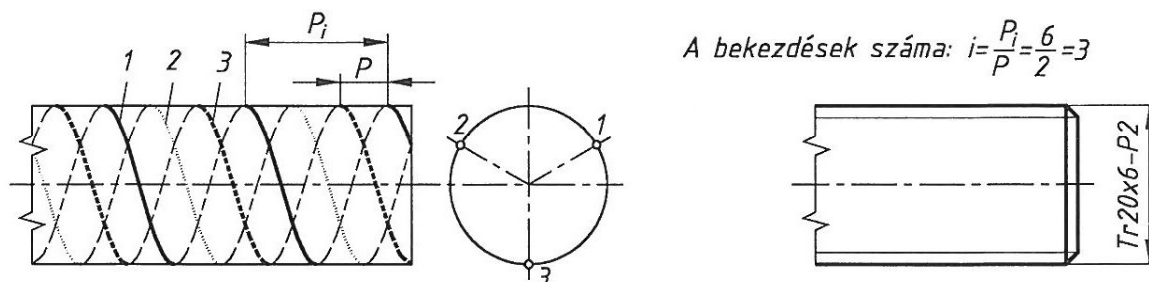
A bal csavarodási irányú menetet tartalmazó alkatrészekben – a szerelés megkönnyítése érdekében – figyelmeztető hornyokat kell kialakítani. A különféle csavarfejek, ill. balmenetes tengelyvégeken kialakítandó figyelmeztető hornyok elhelyezését a 7.16. ábra szemlélteti.



7.16. ábra. Balmenetre figyelmeztető hornyok

A figyelmeztető horony alakját és a helyét meghatározó méreteket a balmenetes alkatrész műhelyrajzán elő kell írni. A horony szokásos mélysége 0,5–1 mm nagyságú, és általában 60°–90°-os profilszögű. A horony tövét lekerekítéssel kell kialakítani.

Nagy menetemelkedésű mozgatóorsókra és anyákba gyakran készítenek kettő, vagy több-bekezdésű meneteket. Ilyenkor a hengerfelületen egymástól függetlenül, de egyenlő osztásban több csavarvonal mentén alakítják ki a menetfelületet. A 7.17. ábrán a három bekezdésű csavarmenet elvét és méretmegadási példáját figyelhetjük meg. A bekezdések i számát a P_i menetemelkedés és a P menetosztás hányadosa adja.



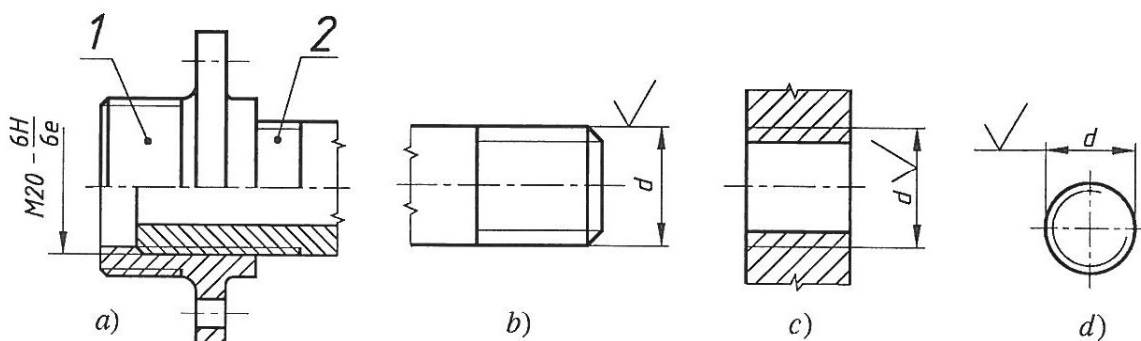
7.17. ábra. A több-bekezdésű menet elve és méretmegadása

Csavarmenetek tűréseinek és felületminőségének előírása

A csavarmenetek méreteinek pontossági követelményei – mint az előző példák mutatták – előírhatók a már ismert szabványos tűrésjelekkel. A menetátmérő tűrésének jelében – eltérően a hosszmeretek tűrésmegadásánál korábban tanultaktól – a pontossági fokozatot jelölő szám áll elől és ezt követi az alapeltérést jelölő betű. Az orsómenetre (külső méret, azaz csap) kisbetű (pl. 6g), az anyamenetre (belső méret, azaz lyuk) pedig nagybetű (pl. 5H) utal.

A menettűrés jelét a menet fő adatai után, ahhoz gondolatjellel kapcsolva kell megadni, pl. M12–6g. Az így megadott tűrésjel a menet *középátmérőjére vonatkozik*. Ha indokolt, egyidejűleg előírható az orsómenet névleges átmérőjének (pl. M12–6g7g), ill. az anyamenet a magátmérőjének (pl. M12–5H6H) a tűrése is. Csavarmenetek illesztésének előírására a 7.18.a) ábra ad útmutatást.

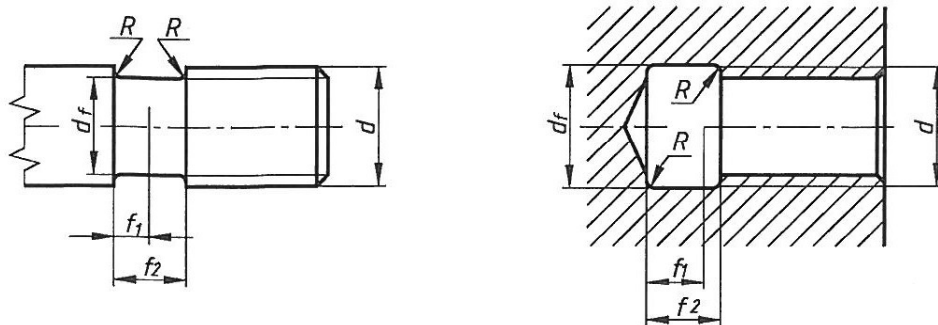
Az alkatrészen levő csavarmenet felületi érdességét megadhatjuk a menet méretsegédvonalán, a méretvonalán, vagy annak meghosszabbításán elhelyezett érdességi jelekkel (7.18.b), c) és d) ábra).



7.18. ábra. Csavarmenetek illesztésének és felületi érdességének megadása

Szerszámkifutások és beszúrások méretei

A alkatrészeket úgy kell kialakítani, hogy biztonságosan el lehessen végezni a menetmegmunkálást, pl. tengelyvállak előtt, ill. zsákfurat esetén is. A menetkészítési technológiától függően éppen ezért célszerű megfelelő szerszámkifutást hagyni. Csavarmenetek esztergálással való megmunkálásakor ezt többnyire szabványos beszúrások biztosítják. Ezek szokásos alakját és jellemző méreteit a 7.19. ábra, ill. a 7.3. táblázat tartalmazza.



7.19. ábra. Beszúrások orsón és furatban

Normál szélességű beszúrások orsón és furatban (méretek mm-ben).

7.3. táblázat

Menet- méret jele, d	Menet- emelke- dés, P	Orsómenet				Anyamenet			
		f_1 , min.	f_2 , max.	d_f (h13)	R (0,5P)	f_1 , min.	f_2 , max.	d_f (h13)	R (0,5P)
M5	0,8	1,7	2,8	3,2	0,40	3,2	4,2	5,3	0,40
M6	1,0	2,1	3,5	4,2	0,50	4,0	5,2	6,3	0,50
M8	1,25	2,7	4,4	6,0	0,60	5,0	6,7	8,5	0,60
M10	1,50	3,2	5,2	7,7	0,75	6,0	7,8	10,5	0,75
M12	1,75	3,9	6,1	9,4	0,90	7,0	9,1	12,5	0,90
M16	2,00	4,5	7,0	13,0	1,00	8,0	10,3	16,5	1,00
M20	2,5	5,6	8,7	16,4	1,25	10,0	13,0	20,5	1,25
M24	3,00	6,7	10,5	19,6	1,50	12,0	15,2	24,5	1,50
M30	3,50	7,7	12,0	25,0	1,75	14,0	17,7	30,5	1,75
M36	4,00	9,0	14,0	31,2	2,00	16,0	20,0	36,6	2,00

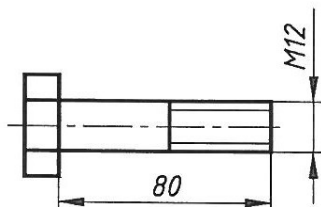
7.1.4. Csavarok, anyák és tartozékaik

A gépészethen alkalmazott kötőcsavarok és tartozékaik pontos alakját, méretválasztékát és műszaki követelményeit szabványok (MSZ, MSZ ISO, MSZ EN) tartalmazzák.

A csavarok egyértelműen azonosíthatók megrendeléskor vagy összeállítási rajzok darabjegyzékében a szabványos megnevezésükkel, pl.

Hatlapfejű csavar MSZ EN24014-M12x80-8.8-B

a	b	c	d	e	f
---	---	---	---	---	---

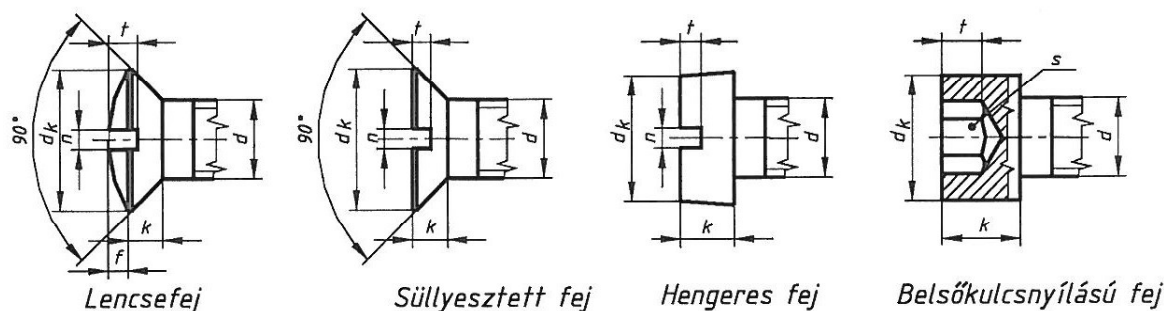


- ahol:
- a a szabványos megnevezés,
 - b a szabványszám,
 - c a menet mérete,
 - d a szerkezeti hossz,
 - e a szilárdsági csoport jele,
 - f a pontossági fokozat jele.

A szilárdsági csoport jelének első száma az acélcsvár anyagának N/mm^2 -ben megadott szakítószilárdságára ($R_m/100$), a második pedig a folyáshatár és a szakítószilárdság arányára ($10 \cdot R_e/R_m$) utal. Tehát minél nagyobb számokból áll (3.6-tól 12.9-ig), annál nagyobb szilárdságú anyagminőséget határoz meg. Az acélből készülő csavaranyák szilárdsági csoportjele egyetlen számból áll (04-től 12-ig), értéke megfelel a N/mm^2 -ben megadott vizsgálóterhelés 1/100-ad részének.

Kötőcsavarok részletes ábrázolása

A csavarok, a csavaranyák stb. részletes ábrázolása a valóságos alaknak megfelelő legyen, de – mint majd látható – kisebb egyszerűsítések megengedhetők! A gyakori csavarfejek kialakítását a 7.20. ábra szemlélteti.



7.20. ábra. Csavarfejek kialakítása

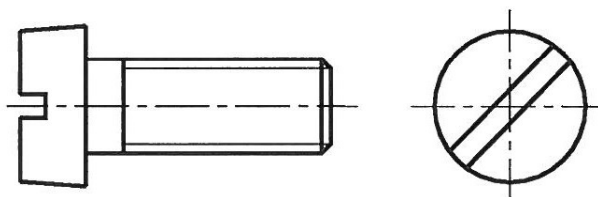
A méreteptőló betűjeleknek megfelelő számszerű értékek az adott csavar szabványából vagy műszaki táblázatokból állapíthatók meg. A rajzfeladatok megoldásához az M10-es méretű csavar adatai a 7.4. táblázatban találhatók. Ha ettől eltérő méretre van szükségünk, akkor kicsinyítéssel vagy nagyítással készíthetünk arányos rajzot.

Csavarfejek méretei $d = M10$.

7.4. táblázat

Megnevezés	d_k	k	t	n	f
Lencsefej	18	5	4,2	2,5	2,5
Süllyesztett fej			2,3		
Hengeres fej	16	6	2,4	2,5	
Belsőkulcsnyílású fej	16	10	5	$s = 8$	

Megengedett a csavarfejen levő horony elfordított ábrázolása a 7.21. ábra szerint.



7.21. ábra. Hornyosfejű csavar vetületei

Gyakori rajzfeladat csavarkötések ábrázolása esetén a hatlapfejű csavar, ill. a hatlapú csavaranya vetületeinek a megszerkesztése. A csavarfej, ill. az anya jó közelítéssel megrajzolható a 7.22., ill. a 7.23. ábrák alapján. Ha csak a csavarszár átmérője ismert, akkor az $e = 2 \cdot d$ arány vehető alapul. Pontosabb lesz viszont a rajz, ha ismertek az egyes szárátmérőkhöz tartozó laptávolságok (7.5. táblázat). Ebből a hatszög köré rajzolható kör átmérője szerkesztéssel vagy számítással ($e = s/0,866$) pontosabban meghatározható. A csavarfejen, ill. a csavaranyán kialakított 30°-os éltompításoknál hiperbolagörbék keletkeznek, amelyeket a rajzon körívvel lehet helyettesíteni.

Hatlapfejű csavarok laptávolságai.

7.5. táblázat

d	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16
s	7	8	10	13	17	19	24

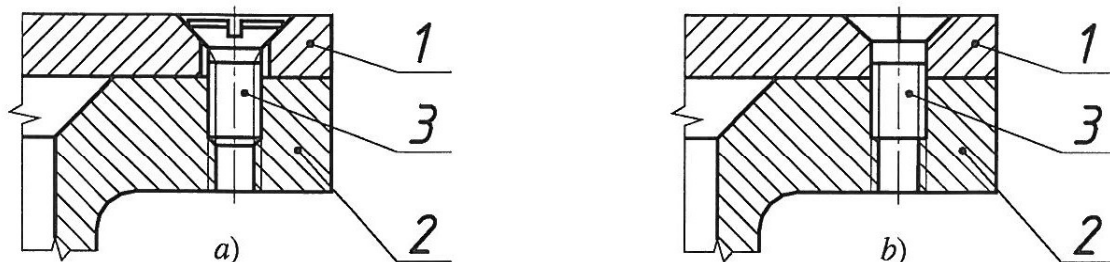
Csavarok és csavaranyák egyszerűsített ábrázolása.

7.6. táblázat

Sor-szám	Elnevezés	Egyszerűsített ábrázolás	Sor-szám	Elnevezés	Egyszerűsített ábrázolás
1.	Hatlapfejű csavar		9.	Süllyesztett-fejű csavar, keresztornyos	
2.	Négylapfejű csavar		10.	Hernyócsavar, egyenesornyos	
3.	Belsőkulcsnyílású csavar		11.	Facsavar és lemezcsavar, egyenesornyos	
4.	Hengeresfejű csavar (laposfejű), egyenes-hornyos, D-fejű		12.	Szárnyas csavar	
5.	Hengeresfejű csavar, keresztornyos		13.	Hatlapú anya	
6.	Lencsefejű csavar, egyenes-hornyos		14.	Koronás anya	
7.	Lencsefejű csavar, keresztornyos		15.	Négylapú anya	
8.	Süllyesztett-fejű csavar, egyenes-hornyos		16.	Szárnyas anya	

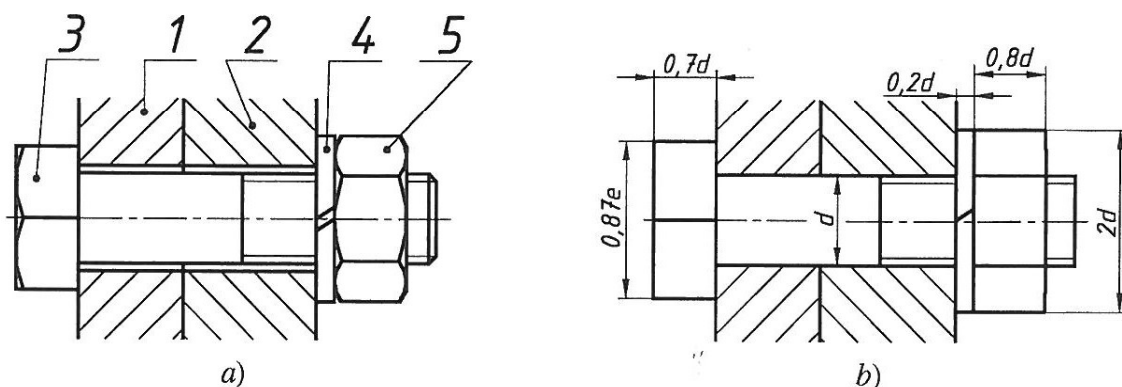
Süllyesztettfejű csavarral megvalósított közvetlen csavarkötést szemléltet a 7.25. ábra. Figyeljük meg a következő ábrázolási szabályok alkalmazását!

- Csavarmenetek jelképes ábrázolása (orsó, anya, tövigmenet, menetkifutás);
- összecsavart menetes alkatrészek ábrázolása;
- a tömör alkatrész (csavar) metszetének kerülése;
- kapcsolódó alkatrészek szelvényeinek eltérő irányú vonalkázása és
- kismértékű átmérőkülönbség (hézag) eltűlése.

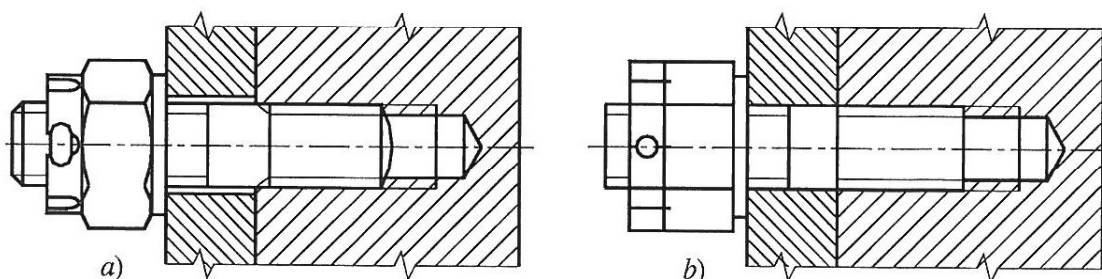


7.25. ábra. Közvetlen csavarkötés ábrázolása
a) részletes; b) egyszerűsített

Gyakran alkalmazott közvetett csavarkötés az elemek hatlapfejű csavarral és hatlapú csavaranyával való összefogása (7.26. ábra). A 7.27. ábrán az ászokcsavar-kötés tanulmányozható.

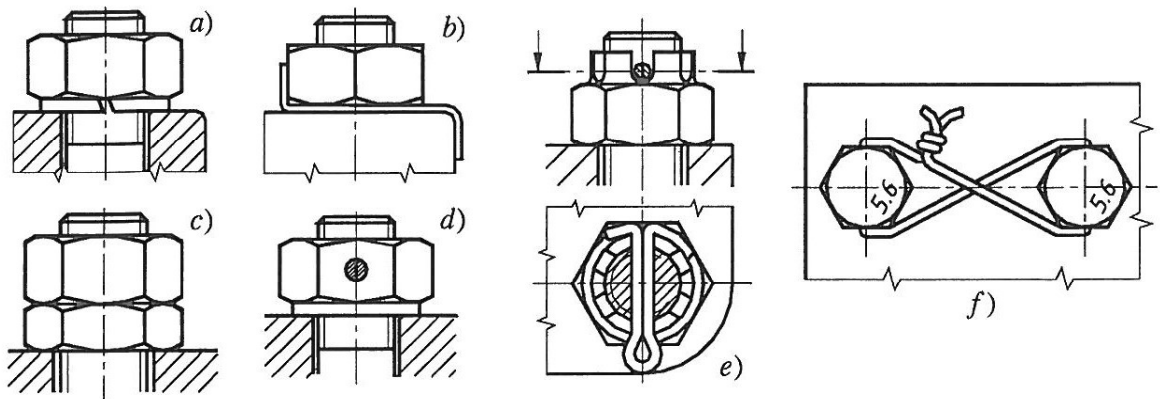


7.26. ábra. Közvetett csavarkötés ábrázolása
a) részletes; b) egyszerűsített

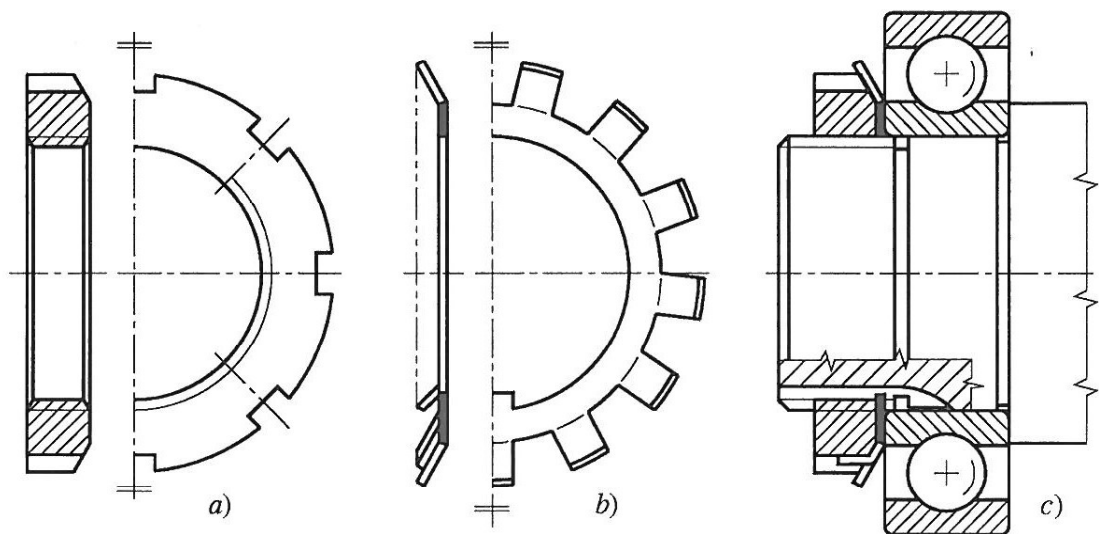


7.27. ábra. Csavarkötés ászokcsavarral (töcsavarral)
a) részletes; b) egyszerűsített

A csavarkötések meglazulás ellen többféle módon biztosíthatók (7.28. ábra). A rugós és a fogazott alátétek kivitele szabványos. A 7.29. ábrán egy tengelyvégre szerelt golyóscsapágy rögzítő elemei és azok alkalmazása figyelhető meg.



7.28. ábra. Csavarbiztosítások ábrázolása. A biztosító elem
a) rugós alátét; b) biztosítólemez; c) ellenanya; d), e) sasszeg; f) biztosítóhuzal



7.29. ábra. Golyóscsapágy rögzítése tengelyvégen
a) hornyos csapágyanya; b) körtarélys biztosítólemez; c) példa az alkalmazásra

Ellenőrző kérdések

1. Hogyan jön létre és milyen adatokkal jellemezhető a csavarvonal?
2. Mit értünk a menetcsúcsok és menetárok vonalán orsó-, ill. anyamenet esetén?
3. Ismertessük az orsómenet jelképes ábrázolásának szabályait!
4. Ismertessük az anyamenet jelképes ábrázolásának szabályait!
5. Hogyan ábrázoljuk az összecsavart menetes alkatrészeket?
6. Melyek a csavarmenet méretének fő adatai? Mondjunk példákat!
7. Milyen kiegészítő adatokat tartalmazhat a csavarmenet mérete?
8. Milyen szabványos menetfajtákat ismerünk?
9. Mikor indokolt a jobb emelkedésű menet méretjelében az RH rövidítés megadása?
10. Mi figyelmeztet az alkatrészen levő bal csavarodási irányú menetre?
11. Hogyan értelmezzük a csőmenet méretjelét (pl. G1 1/2)?
12. A csavarmenet méretjeléből hogyan állapítható meg a bekezdések száma?
13. Hogyan történik a csavarmenet tűréseinek és felületminőségének előírása?
14. Milyen adatokat tartalmaz egy csavar(anya) szabványos megnevezése?
15. Ismertessük a hatlapú menetes alkatrészek 120°-os élettörésének közelítő szerkesztését!
16. Milyen részletek elhagyása megengedett a csavarok és anyák egyszerűsített ábrázolásakor?

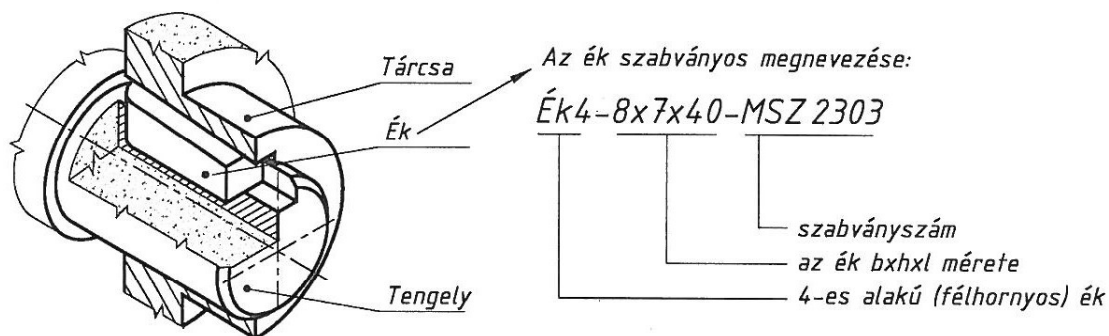
7.2. Ék-, retesz- és bordás kötések ábrázolása

A tengelyre szerelt nyomaték, ill. erőátvivő gépelemeket (szíjtárcsákat, fogaskerekeket stb.) elmozdulás ellen rögzíteni kell. Ez a feladat megoldható úgy, hogy az összekötendő elemek érintkező felületeit összeszorítva, az ébredő súrlódási erő biztosítja a nyomatékátvitel lehetőségét. A szorítóerőt csavar, ék vagy rugó hozhatja létre. Megvalósíthatók a kötések a kapcsolódó felületek alakjának megfelelő kialakításával is. Ilyen típusú kötések a reteszkötések, a bordástengelyes kötések, a szeg- és csapszegkötések, továbbá ide sorolhatók a tengelyirányú (axiális) helyzetbiztosítás megoldásai is. Az ék-, retesz- és bordás kötések gépelemeinek kialakítását és méretválasztékát szabványok tartalmazzák.

7.2.1. Ékek és ékkötések ábrázolása

Az ékkötés (7.30. ábra) alkalmazása esetén az összekapcsolt elemek hornyába lejtéssel készített éket helyeznek, amelynek feszítő hatása hozza létre az önzáró kötést. A létrejövő súrlódási erő miatt külön nem kell gondoskodni a tárcsa tengelyirányú rögzítéséről, viszont a feszítés miatt csak akkor alkalmazzuk, ha az elemek között kismértékű excentricitás megengedhető.

Az ékeket megrendeléskor vagy a darabjegyzékben szabványos megnevezésükkel kell megadni. A szabványos ékek fő típusait és elnevezéseiket a 7.6. táblázat tartalmazza.



7.30. ábra. Az ékkötés elemei

Szabványos ékek típusai.

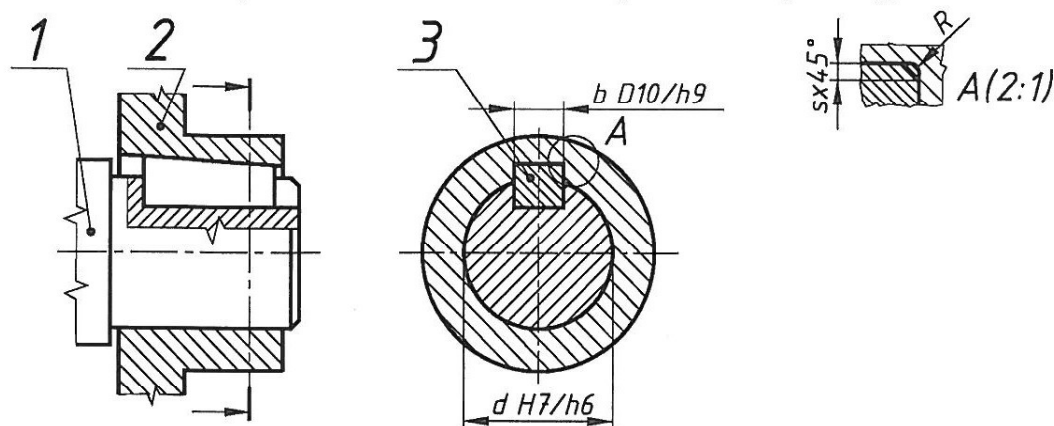
7.6. táblázat

Az ék jellegrajza	Elnevezés	Az ék jellegrajza	Elnevezés
	Ék 1 alak (Orros ék)		Ék 3 alak (Hornyos ék)
	Ék 2 alak (Fészkes ék)		Ék 4 alak Félhornyos ék

Az ékek és az ékhornyok alakját és méretválasztékát (a tengelyátmérő függvényében) szabványok tartalmazzák (7.7. táblázat).

Az ékkötés tipikus vetületei a 7.34. ábrán láthatók. A szokásos ábrázolási megoldások a következők:

- a tengely hosszvázlatán az ékhorony tipikus ábrázolási módja kitöréses metszet,
- a tárcsa (fogaskerék, szíjtárcsa stb.) szokásos ábrázolási módja teljes metszet,
- az ék tömör gépelem, ezért hosszirányban metszeni tilos,
- összeállítási rajzokon az ékek kismértékű éltompításainak a rajza elhagyható.



7.34. ábra. Az ékkötés tipikus vetületei

7.2.2. Reteszek és reteszkötések ábrázolása

Reteszkötés alkalmazása esetén a tengely és az agy hornyába helyezett párhuzamos oldalú hasáb teszi lehetővé a forgatónyomaték átvitelét. A retesz nem feszül be az összekapcsolt elemek közé, ezért excentricitást sem okoz. Meg kell viszont oldani a tárcsa tengelyirányú helyzetbiztosítását.

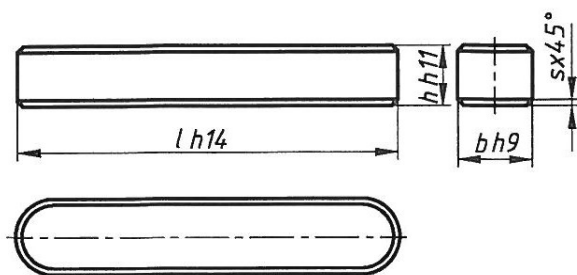
A reteszek és a reteshornyok alakját és méretválasztékát – az ékekhez hasonlóan –, szabványok írják elő. A szabványos reteszek fő típusait és elnevezéseit a 7.8. táblázat tartalmazza.

Szabványos reteszek típusai.

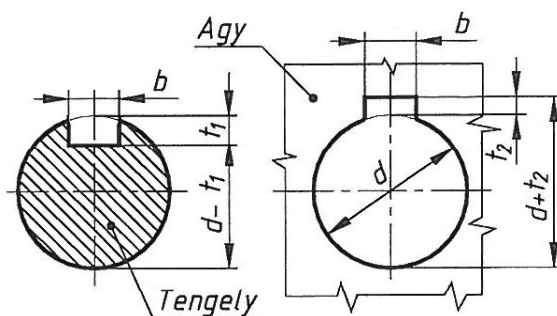
7.8. táblázat

A retesz jellegrajza	Elnevezés	A retesz jellegrajza	Elnevezés
	Retesz 1 alak (Fézskes retesz)		Retesz 3 alak (Félhornyos retesz)
	Retesz 2 alak (Hornyos retesz)		Íves retesz
	Egycsavaros siklóretesz		

A reteszek kialakítására is jellemző, hogy éleik körkörösén vannak tompítva a horonyba való jobb illeszkedés érdekében (7.35. ábra). Az 1–3 alakú reteszek kivonatos választéka 7.7. táblázatban megtalálható. A reteszek további típusainak (alacsony reteszek, íves retesz, siklóretesz) méreteit szükség esetén műszaki táblázatokból kereshetjük ki.



7.35. ábra. A fészkes retesz alakja és méretei



7.36. ábra. A reteszhoronyok méretei

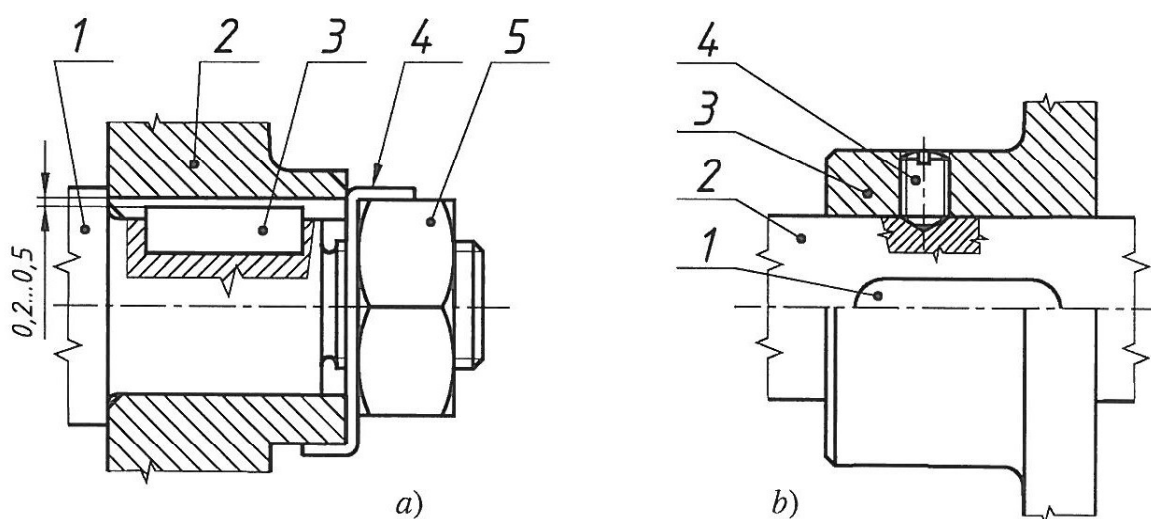
A tengelyben a reteszhoronyok méretei megegyeznek az ékhoronyéval, az agyban attól kissé eltérnek (7.36. ábra). A reteszek illesztését a tengelybe, ill. az agyba az összekötendő elemek működésének megfelelően kell kiválasztani. A reteszhorony szokásos illesztési tűréseit a 7.9. táblázat foglalja össze.

Reteszek illesztési tűrései.

7.9. táblázat

A retesz és a reteszhorony <i>b</i> méretének illesztési tűrései		Laza		Átmeneti		Szilárd	
		illesztés					
		Tengely	Agy	Tengely	Agy	Tengely	Agy
Siklóretesz	h9	H9	D10	—	—	—	—
Retesz				N9	JS9	P9	
Íves retesz		(H11)					

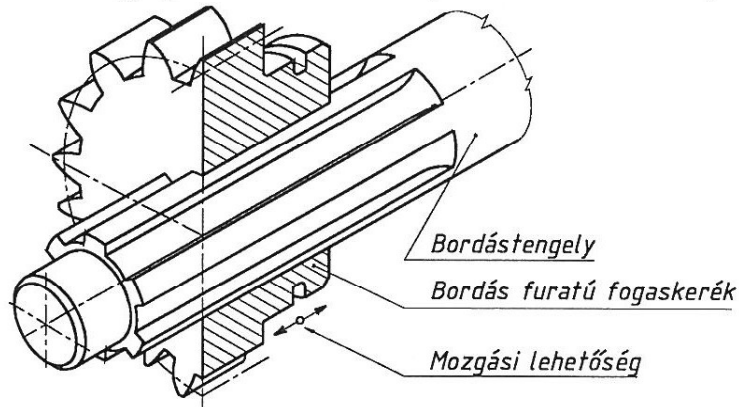
A reteszkötés összeállítási rajzán az ékkötés ábrázolásakor megismert szabályok alkalmazhatók. Az eltérés mindössze annyi, hogy részletes ábrázolás esetén a retesz és a horony közötti kisméretű hézagot (7.37.a) ábra) eltűnőzve szokás ábrázolni. Reteszkötés alkalmazása esetén a tárcsa tengelyirányú helyzetbiztosításának gyakori megoldása a menetes végcsap kialakítása és a csavaranyával való rögzítés (7.37.a) ábra). Kisebb erők felvételére megfelelő a kúpos végű hernyócsavaros helyzetbiztosítás is (7.37.b) ábra).



7.37. ábra. Tárcsa tengelyirányú rögzítése

7.2.3. Bordás kötés ábrázolása

Nagyobb forgatónyomaték átvitele, ill. a tengelyre szerelt elem elcsúsztathatósága jól megvalósítható bordás furattal és bordás tengellyel létrehozott kötéssel, az ún. bordás kötéssel (7.38. ábra).



7.38. ábra. A bordás kötés elemei

A bordás kötés különféle szabványos megoldásait a 7.10. táblázat foglalja össze. A párhuzamos oldalú bordás kötés elemeinek – a bordás tengelynek és a bordás furatú agynak – a fő méretei a d belső átmérő, a D külső átmérő, a b bordaszélesség és a z bordák száma. Ezek a két kapcsolódó elemnél megegyeznek.

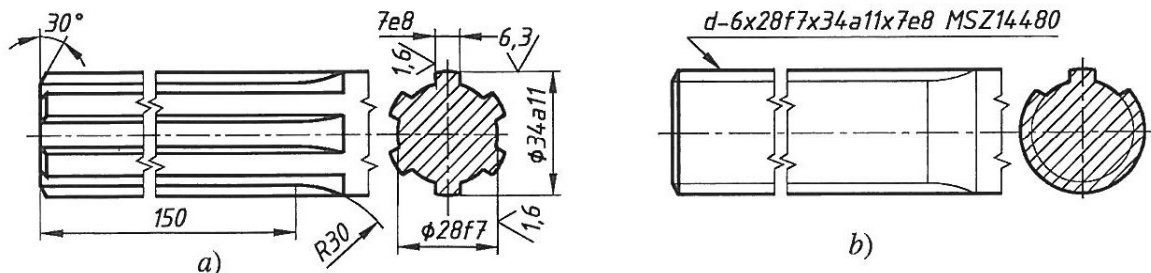
Szabványos bordás kötések.

7.10. táblázat

Párhuzamos oldalú bordás tengelykötés	Barázdafogazatú tengelykötés	Evolvensprofilú bordás kötés

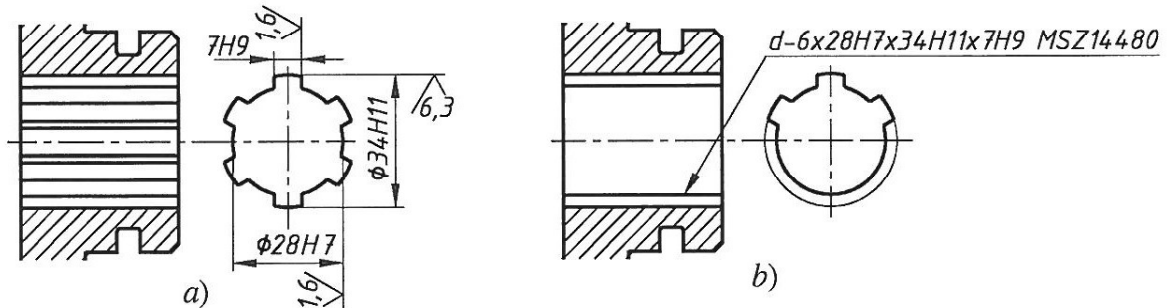
A párhuzamos oldalú bordás kötés három csatlakozó felületelempárja közül csak egy pár lehet nagy pontossággal illesztve, ezt nevezzük vezető felületnek. Így megkülönböztetjük a belső átmérőn, a külső átmérőn, ill. a bordaoldalon központosított (vezetett) bordás kötést. A bordás kötés méretei a szabvány (MSZ 14480) könnyű, közép és nehéz sorozatából választhatók.

A tengelyen levő bordázatot és a bordás furat valós képének megrajzolása nem egyszerű feladat és többnyire nem is indokolt. A műszaki rajzon megengedett a bordás kötés elemeinek egyezményes (jelképes) ábrázolása. A bordás tengely alkatrészarajzán a bordázatot a 7.39. ábra szerint lehet jelölni. Ilyenkor a bordázatot burkolófelületének vonalát vastag vonallal, a belső átmérőnek megfelelő vonalat pedig vékony vonallal kell megrajzolni. A szerszámkifutás kezdetét és végét szintén vékony vonallal kell jelölni. A tengelyre merőleges vetületen elegendő egy-két borda megrajzolása, a többi jelképesen lehet ábrázolni. Lehetőség van a bordázatot egyszerűsített méretmegadására is, amely tartalmazza a vezető felület jelét, a $z \times d \times D \times b$ méreteket és a szabványszámot.



7.39. ábra. A bordástengely ábrázolása
a) részletes; b) jelképes

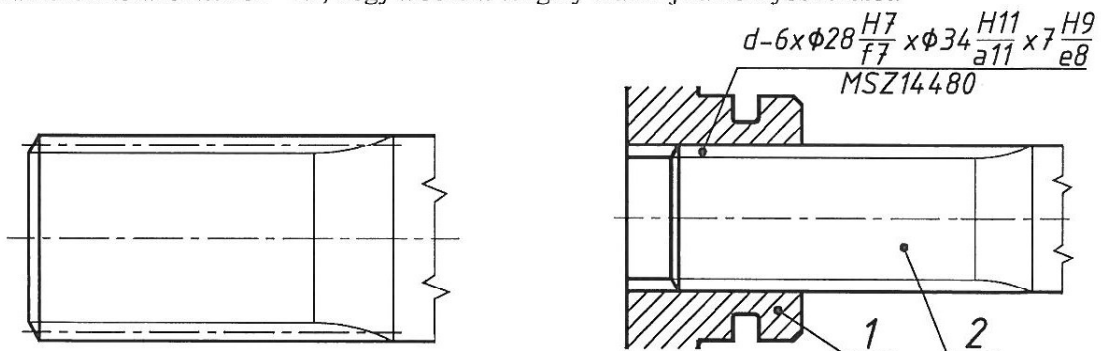
A bordás furat jelképes metszeti ábrázolásakor mind a külső, mind pedig a belső burkolófelületek vonalát vastag vonallal kell rajzolni (7.40. ábra). Tengelyre merőleges vetületen elegendő itt is egy-két horony kirajzolása, a többit az ábra szerint jelképesen jelöljük. A furat méreteit ebben az esetben is megadhatjuk egyszerűsítve.



7.40. ábra. A bordás furat ábrázolása
a) részletes; b) jelképes

A barázdafogazatú, ill. az evolvensprofilú bordázat jelképes ábrázolása az előzőekkel megegyező, mindössze annyi a különbség, hogy ezeknél az ún. osztóvonalat vékony pontvonallal meg kell rajzolni (7.41. ábra).

Bordás kötés összeállítási rajzán az egyes elemeket az előzőek figyelembevételével és a láthatóság alapján kell ábrázolni (7.42. ábra). Az ábrázolás alapelve – hasonlóan a csatlakozó menetes alkatrészek ábrázolásához – az, hogy a bordás tengely eltakarja a hornyos furatot.



7.41. ábra. Evolvensprofilú bordázat ábrázolása

7.42. ábra. Bordás kötés jelképes ábrázolása

A bordás kötés egyszerűsített méretmegadása a következőket tartalmazza:

- d a vezetőfelület jele,
- 6 a bordaszám,
- Ø28H7/f7 a belső átmérő (vezető felület) mérete és illesztési tűrése,
- Ø34H11/a11 a külső átmérő mérete és illesztési tűrése,
- 7H9/e8 a bordaszélesség mérete és illesztési tűrése.

Ellenőrző kérdések

1. Milyen szabványos éktípusokat ismerünk?
2. Hogyan értelmezzük az ék lejtésének 1%-os méretét?
3. Milyen illesztéssel kapcsolódik az ék b szélessége a tengely és az agy hornyába?
4. Milyen illesztést alkalmaznak az ékkötéssel szerelt tengely és agyfurat között?
5. Milyen fontosabb ábrázolási szabályokat alkalmazunk az ékkötés összeállítási rajzán?
6. Melyek a szabványos retesztípusok?
7. Hogyan illesztjük a különféle retesztípusokat a tengely, ill. az agy hornyába?
8. Melyek a szabványos bordás kötések?
9. Melyek a párhuzamos oldalú bordás kötés jellemző méretei?
10. Ismertessük a bordás tengely jelképes ábrázolásának szabályát!
11. Ismertessük a bordás furat jelképes ábrázolásának szabályát!
12. Ismertessük a kapcsolódó bordás tengely és furat jelképes ábrázolásának szabályát!
13. Milyen adatokat tartalmaz a bordás kötés egyszerűsített méretmegadása?

7.3. Szegek, csapszegek és rögzítő elemek ábrázolása

A gépiparban gyakran alkalmazott kötő-, ill. helyzetbiztosító elemek a szegek, a csapszegek és a különféle rögzítőgyűrűk. A szegeket tárcsák, agyak, kézi kerekek stb. tengelyen való rögzítésére, készülékelemek kölcsönös helyzetének biztosítására, vagy hevederek, rudak, rugók vezetésére használják. A csapszegekkel általában rudak, hevederek, lánctagok, vonórudak csuklós kötéseit hozzák létre, de futókerekek, görgők, karok tengelyei is lehetnek.

Agyak, gyűrűk, gördülőcsapágyak, perselyek, karok, tárcsák stb. nemkívánatos tengelyirányú elmozdulását különféle biztosító- és rögzítőelemekkel akadályozzuk meg.

A szegek, a csapszegek és a rögzítőelemek különféle típusainak kialakítását és méretválasztékát szabványok tartalmazzák

7.3.1. Szegek és szegkötések ábrázolása

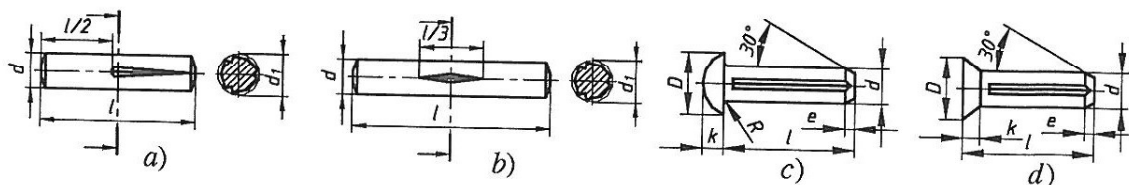
A szegek hengeres vagy kúpos felülettel illeszkednek az összekötendő elemek furatába. A hengeres szegek (7.11. táblázat) illesztési tűrésére a szeg végeinek kialakítása utal. Az egyik végén domború (A alakú) szeg átmérőjének tűrésjele m6, az élettörésekkel készülő (B alakú) h8, a síklapokkal végződő (C alakú) h11. A szerszám- és készülékgyártásban kúpos végű, edzett, hengeres szegeket alkalmaznak. A hengeres illesztőszegek részére a furatokat gondosan dörzsárazni kell. Olcsóbb megoldás a csak fúrt (H12) furatba helyezhető, rugóacélból készített, hasított illesztőhüvely alkalmazása.

A hengeres szegek fő típusai.

7.11. táblázat

A szeg jellegrajza	Elnevezés és illesztés	A szeg jellegrajza	Elnevezés és illesztés
	Hengeres szeg, A (Illesztőszeg) H7/m6		Edzett illesztőszeg H7/m6
	Hengeres szeg, B (Rögzítőszeg) H9/h8		Hasított illesztőhüvely Furat: dH12
	Hengeres szeg, C (Szegecsszeg) H11/h11		Hasított illesztőszeg Furat: H9 vagy H11

Gazdaságosan és sokoldalúan használhatók a hengeres szegek különleges kivitelei, a különféle hasított szegek (7.43. ábra).

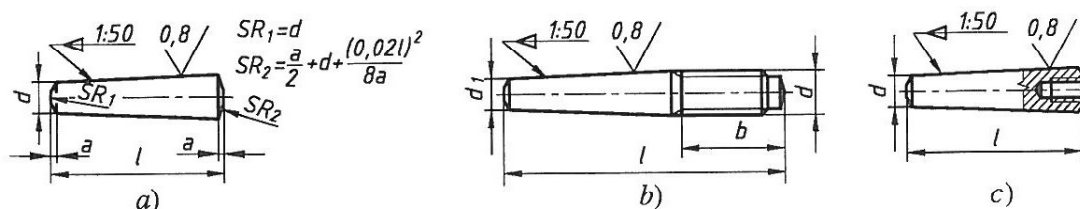


7.43. ábra. A hasított szegek típusai

- a) hasított csapszeg; b) hasított kétcsapos szeg;
c) félgömbfejú hasított szeg; d) sülyesztettfejú hasított szeg

A hasított szegek számára $d \leq 3$ mm-ig H9, e fölött H11 tűrésű furatot kell készíteni.

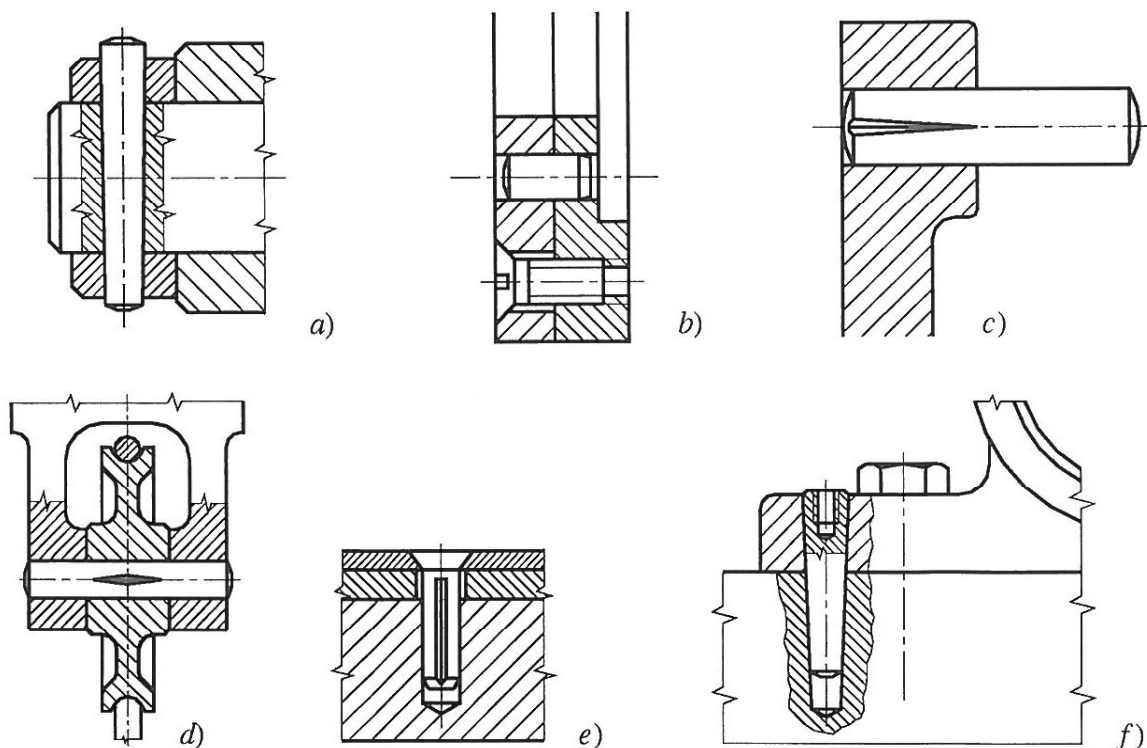
A legkedvezőbb helyzetbiztosítást kúpos szegekkel (7.44. ábra) valósíthatjuk meg. A kúposzeg-kötés készítésekor a szerelendő alkatrészeket együtt előfúrják, majd 1:50 kúposágúra dörzsárazzák. A menetek a kötés oldását teszik lehetővé mind a külső menetes (7.44.b) ábra) mind a belső menetes (7.44.c) ábra) kivitelű kúpos szeg alkalmazásánál.



7.44. ábra. Kúpos szegek típusai

A szegek terhelése többnyire merőleges az elem tengelyére, azaz a szegek keresztnyírásúak. A szegek anyaga lehet pl. ötvöztelen szerkezeti acél (pl. 6.6 vagy 6.8) vagy automataacél (St). A különféle szabványos szegek méretválasztékát szabványokban vagy tervezési segédletekben találjuk meg.

A szegek alkalmazására és tipikus ábrázolási megoldásaira látunk példákat a 7.45. ábrán. A 7.45.a) ábrán egy tárcsa tengelyirányú rögzítése figyelhető meg kúposzeg-kötéssel. A 7.45.b) ábra két – csavarkötéssel szerelt – alkatrész (pl. készülékelem) hengeres illesztőszeggel való helyzetbiztosítását szemlélteti, míg a 7.45.c) ábrán hasított hengeres szeg önálló alkatrészként (pl. továbbító csapként) való alkalmazása látható. A 7.45.d) ábrán egy kötélvezető görgő tengelyeként alkalmazták a kétcsapos hasított szeget, a 7.45.e) példa pedig lemez megfogását mutatja sülyesztett fejű hasított szeggel. A belső menetes kúpos szeget (7.45.c) ábra) egy csapágyház és talp illesztésére alkalmazták.



7.45. ábra. Szegkötések ábrázolása

A szegek és szegkötések ábrázolásakor ügyeljünk a következő rajzszabályok betartására!

- A szegeket – mivel tömör alkatrészek – hosszirányban metszeni tilos (keresztmetszetben ábrázolhatók)!
- A hasított szegek hasításai egyszerűsítve ábrázolhatók.
- A menetes kúpos szegek rajzain alkalmazzuk helyesen a menet jelképes ábrázolását!
- Értelmezzük a kúposág, a felületi érdesség és az illesztési tűrések előírásait!
- A szerkezet metszeti rajzán a kapcsolódó elemek metszett felületeit ellentétes irányban vonalkázzuk!

Összeállítási rajzok darabjegyzékében a szegeket szabványos megnevezésükkel adjuk meg, pl. a $d = 6$ mm névleges átmérőjű, $l = 30$ mm névleges hosszúságú, A típusú (köszörült, $R_a = 0,8 \mu\text{m}$), automata acélból (St) készült edzetlen kúpos szeg megnevezése:

Kúpos szeg ISO 2339 – A – 6 x 30 - St

A $d = 6$ mm névleges átmérőjű, $l = 30$ mm névleges hosszúságú, A alakú (illesztőszeg), automata acélból (St) készült edzetlen hengeres szeg megnevezése:

Hengeres szeg ISO 2338 – A – 6 x 30 - St

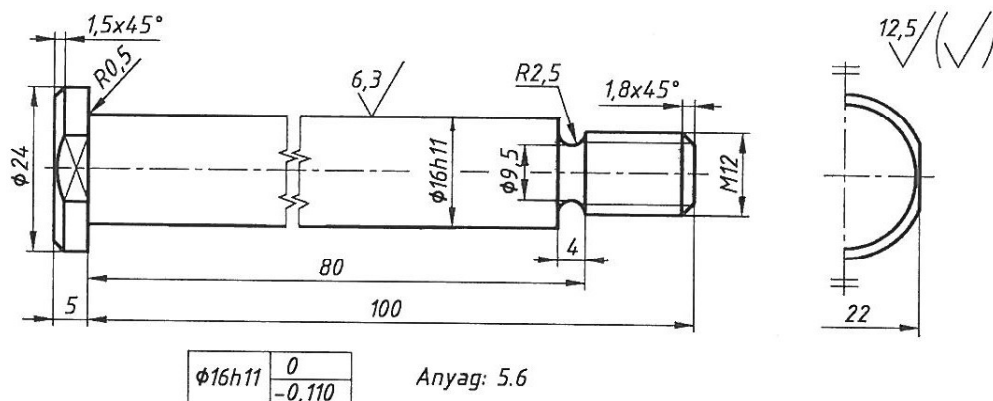
7.3.2. Csapszegek és csapszeges kötések ábrázolása

A csapszegeket főként mechanizmusok csuklós kötéseinek kialakításánál alkalmazzák, de görgők, futókerek stb. tengelyei is lehetnek. Kivételük lehet fej nélküli vagy fejes. Szabványos típusaikat a 7.12. táblázat tartalmazza. Csapszeg alkatrészrajza látható a 7.46. ábrán. Figyeljük meg a korábban tanult ábrázolási, méretmegadási stb. szabályok alkalmazását!

Csapszegek fő típusai.

7.12. táblázat

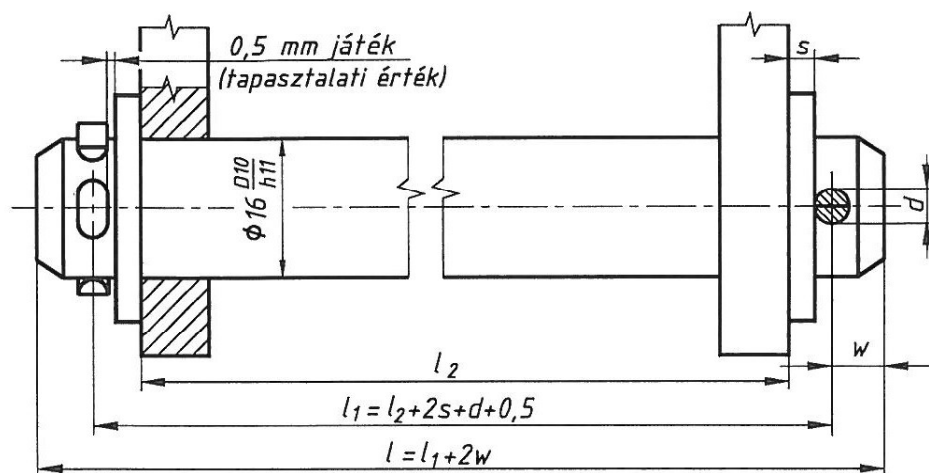
A csapszeg jellegrajza	Elnevezése	A csapszeg jellegrajza	Elnevezése
	sasszegfurat nélkül		sasszegfurat nélkül
	sasszegfuratokkal		sasszegfurattal
	rögzítőgyűrű hornyokkal		menetes csappal



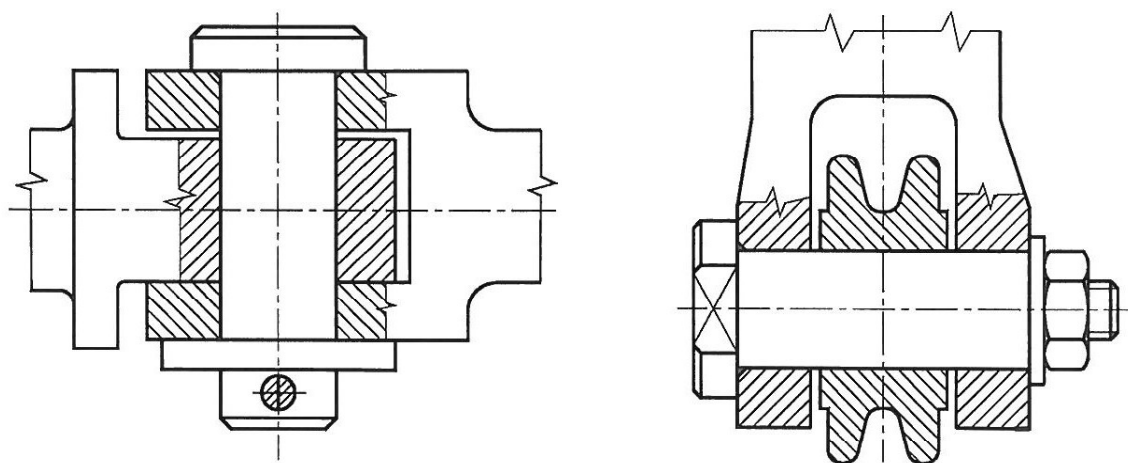
7.46. ábra. Menetes csapszeg alkatrészrajza

A fej nélküli csapszegek szerelhetők alátétekkel vagy anélkül, a helyzetüket sasszegekkel biztosítjuk (7.47. ábra). A sasszegfuratok l_1 távolságát az összefogandó l_2 hossz, az alátétek s vastagsága, a sasszeg d átmérője és egy kis (kb. 0,5 mm) játék határozza meg. A csapszeg l hosszát a véglaptól adott szabványos w furattávolságok hozzáadásával kapjuk meg. A csapszeg illesztése alapcsap- (pl. D10/h11) vagy alaplyuk-rendszerbeli (pl. H11/h11) laza illesztés.

Csapszegkötések kialakítására és tipikus ábrázolási megoldásaira láthatunk példát a 7.48. ábrán.



7.47. ábra. A sasszegfuratok távolságának meghatározása

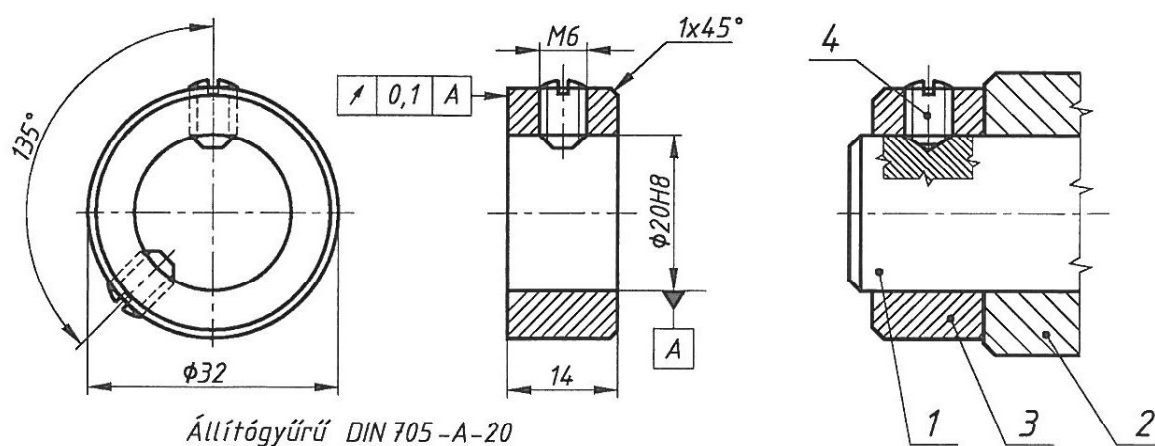


7.48. ábra. Csapszegkötések

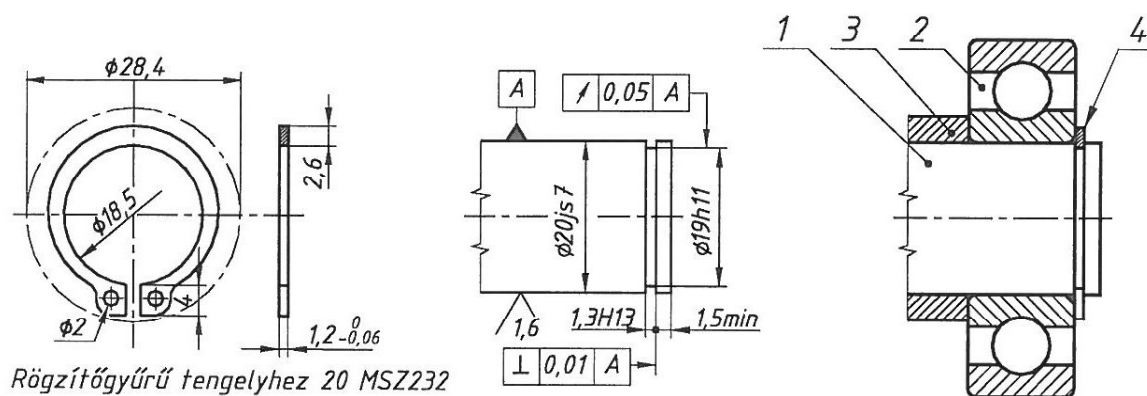
7.3.3. Állító- és rögzítőgyűrűk ábrázolása

Az állítógyűrűket a tengelyen vagy csapon a kívánt helyzetben kúpos végű hernyócsavarokkal (A alak 7.49. ábra), vagy kúpos szeggel rögzíthetjük (B alak, l. a 7.45.a) ábrát). A gyűrű szokásos ábrázolási módja teljes metszet, a tengelyt kitéréssel rajzoljuk, míg a tömör elemek nézetben maradnak. Az állítógyűrű megnevezése tartalmazza a szabványszámot, a kivitt (A) és a furat névleges méretét.

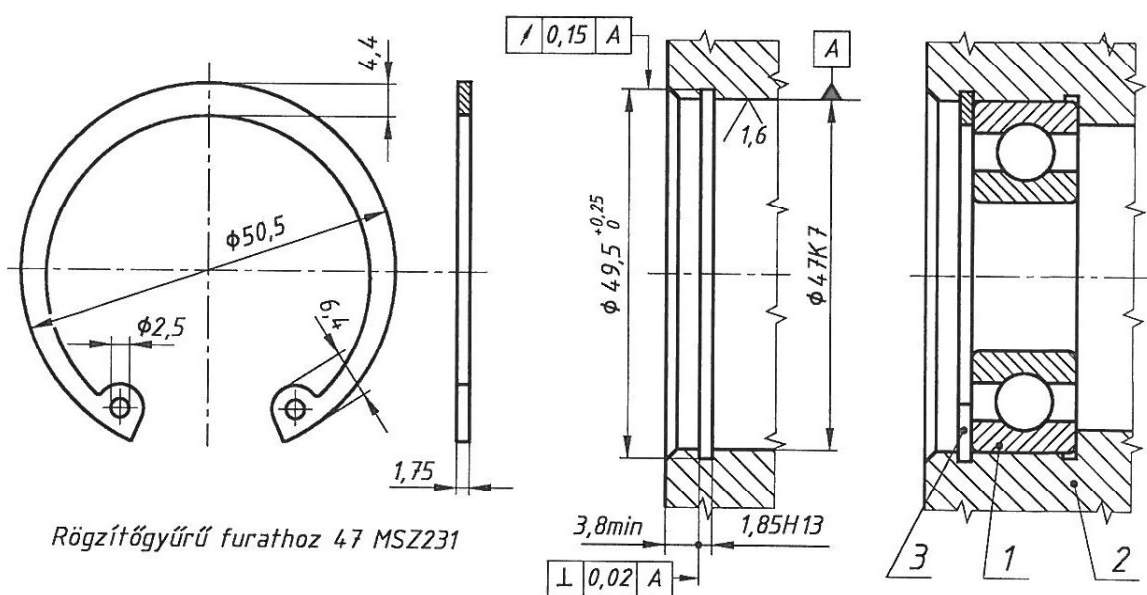
Csapágyak, görgők stb. tengelyirányú helyzetbiztosítására gyakran alkalmazunk rögzítőgyűrűket (7.50. és 7.51. ábra). A tengelyben és a furatban levő horony, valamint a rögzítőgyűrűk méreteit a megfelelő szabvány táblázatából kell meghatározni.



7.49. ábra. Szabványos állítógyűrű és alkalmazása

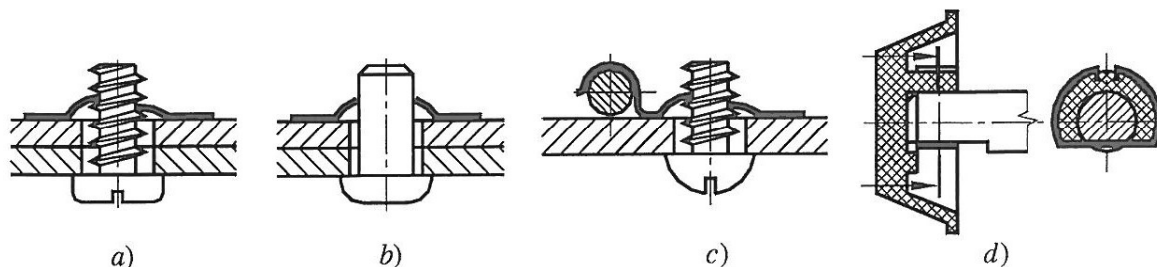


7.50. ábra. Szabványos rögzítőgyűrű tengelyhez, a tengelyvég kialakítása és alkalmazási példa



7.51. ábra. Szabványos rögzítőgyűrű furathoz, a furat kialakítása és alkalmazási példa

Nem fémből készült elemek egyszerű és gyors kötését teszik lehetővé a rugóacélból készülő, ún. gyorsrögzítő elemek. A 7.52. ábrán látható példák a szerelőipar mindennapos megoldásai közé tartoznak. Figyeljük meg a vékony lemezalkatrészek metszeti felületének feketítéssel való jelölését és a csavarmenetek részletes ábrázolását!



7.52. ábra. Gyorsrögzítő elemek ábrázolása

a) lemezanya; b) csap megfogása gyorsrögzítő lemezzel;
c) kábel rögzítése; d) műanyag gomb acélgyűrűs rögzítése

Ellenőrző kérdések

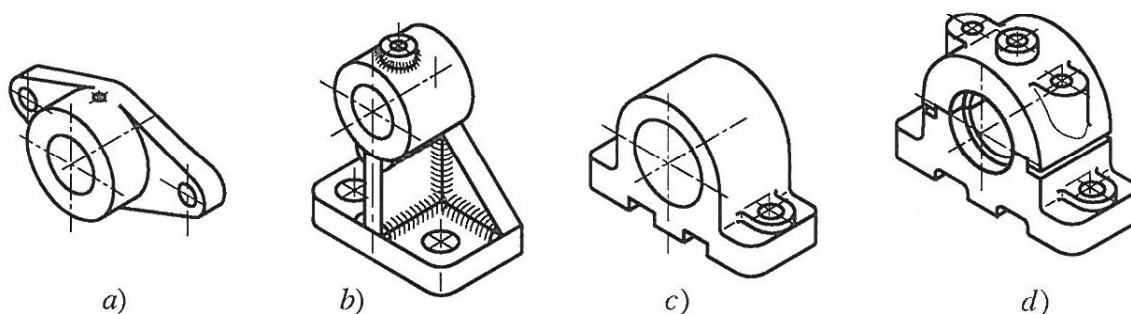
1. Milyen szabványos szeg típusokat ismerünk?
2. Hogyan értelmezzük a hengeres illesztőszeg H7/m6-os illesztését?
3. Mit jelent a kúpos szeg 1:50 arányú kúpossága?
4. Milyen adatokat tartalmaz egy szabványos szeg megnevezése?
5. Milyen fontos ábrázolási szabályokat alkalmazunk a szegkötések összeállítási rajzán?
6. Melyek a szabványos csapszeg típusok?
7. Hogyan határozzuk meg a csapszeg hosszát?
8. Értelmezzük a csapszeg Ø16D10/h11 illesztési tűrését!
9. Hogyan rögzíthető az állítógyűrű a tengelyen?
10. Milyen adatokat tartalmaz egy szabványos állítógyűrű megnevezése?
11. Értelmezzük a tengelyvég (l. a 7.50. ábrát) méret- és helyzettűréseit!
12. Minek a mérete az Ø28,4 mm a rögzítőgyűrű rajzán?
13. Határozzuk meg a FH, az AH és a T számértékét az Ø49,5 mm-es méretre (l. a 7.51. ábrát)!
14. Milyen célra alkalmazzák a gyorsrögzítő elemeket?
15. Metszeti képen hogyan jelöljük a gyorsrögzítő lemezek metszett felületét?

7.4. Csapágyak ábrázolása

A csapágyak forgó vagy lengő mozgást végző gépelemek (tengelyek, csapok stb.) megtámasztására, ill. vezetésére alkalmazott gépelemek. Ha a terhelőerők merőlegesen hatnak a forgástengelyre, akkor *hordozó- vagy radiális csapágyat* kell használni. A tengelyirányú erőket felvevő csapágyakat *támasztó- vagy axiális csapágyaknak* nevezzük. A csapágyak lehetnek *sikló- vagy gördülőcsapágyak*. Előbbiek hordozófelületei egymáson – vagy a köztük levő kenőanyagrétegen – csúsznak, míg a gördülőcsapágyaknál az erőátadás gördülőelemek (golyók, ill. henger-, kúp-, hordó vagy tűgörgők) közvetítésével valósul meg.

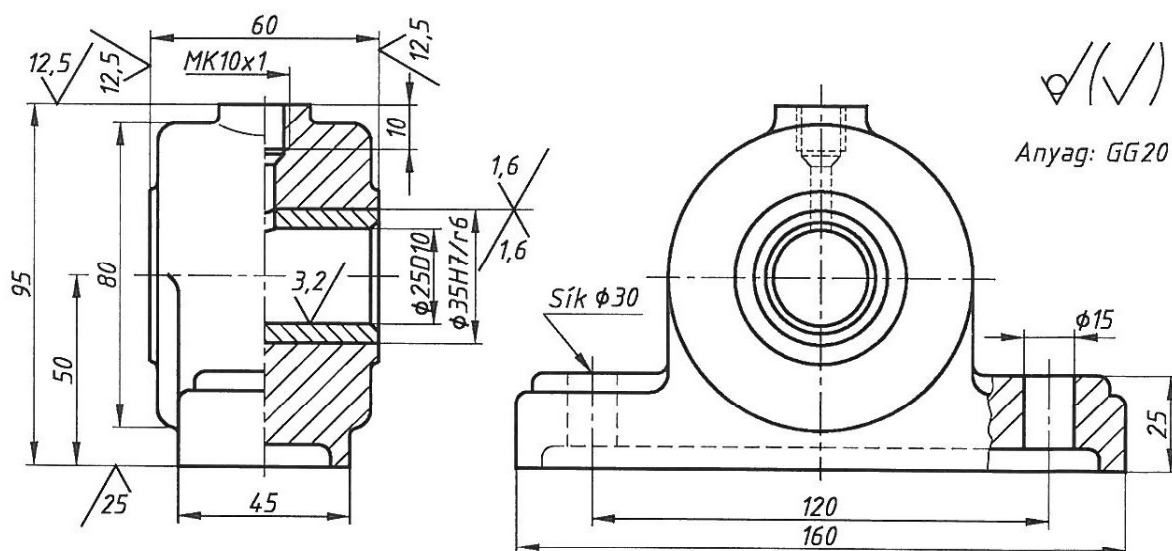
7.4.1. Siklócsapágyak ábrázolása

A siklócsapágyak kialakíthatók önálló szerkezeti elemként vagy egy másik szerkezeti elem részeként (pl. ház falának perselyezett furata). Az önálló csapágytestek többnyire öntött vagy hegesztett kivitelűek, és lehetnek osztatlanok vagy osztottak (7. 53. ábra). A siklócsapágyak az eddig tanult szabályok szerint ábrázolhatók. A 7.54. ábrán egy szemcsapágy alkatrészrajza látható, a szokásos ábrázolási megoldásokkal.



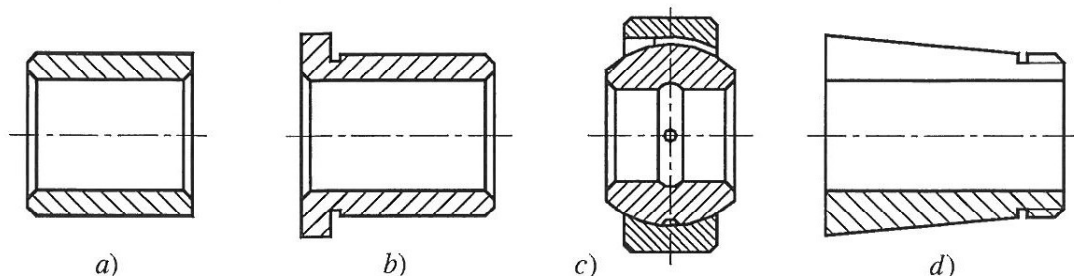
7.53. ábra. Siklócsapágyak szemléltető rajza

a) öntött pajzscsapágy; b) hegesztett bakescapágy; c) öntött osztatlan, d) öntött osztott szemcsapágy

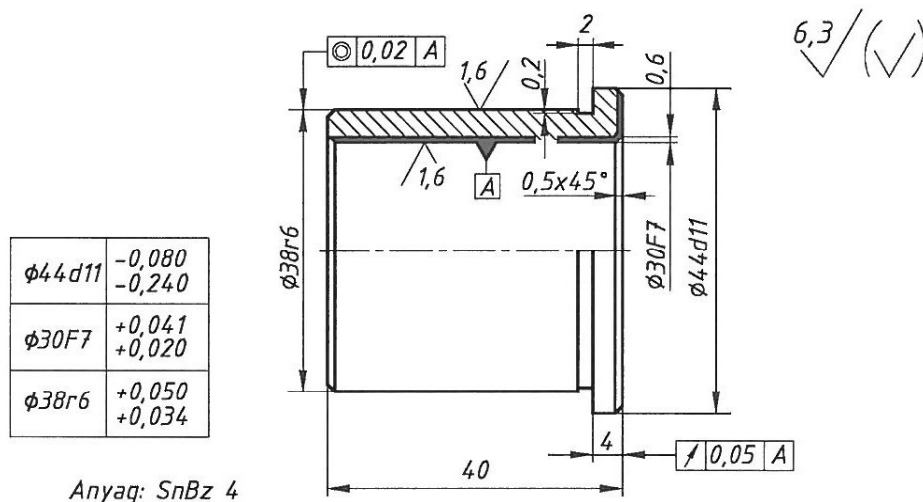


7.54. ábra. Szemcsapágy alkatrészrajza

A siklócsapágyak jellemző része a csapágypersely (7.55. ábra), amely jó siklási tulajdonságú anyagból (sárgaréz, bronz, öntöttvas, porfém stb.) készíthető. A 7.55.a) és b) típusú csapágyperselyek készülnek kettősfém kivitelben is, azaz ón- vagy ólomtartalmú béléssel. A csapágyperselyek 7.55.a) b) és c) ábrán látható típusait szabványosították, ezek méretválasztéka a szabvány táblázatából állapítható meg. A 7.56. ábrán egy ilyen peremes kettősfém csapágypersely alkatrészrajza látható. Tanulmányozzuk az ábrázolás megoldását, a méretmegadás és a tűrésezés (illesztés) előírásait!



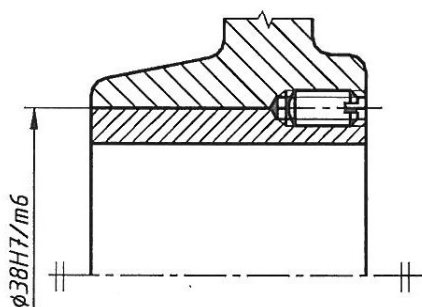
7.55. ábra. Csapágyperselyek típusai
a) sima hengeres; b) peremes; c), beállító; d) utánállítható



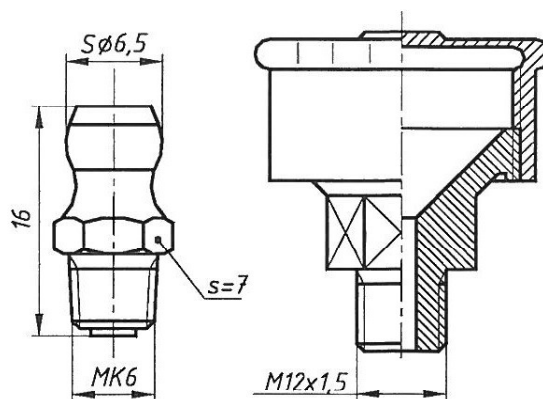
7.56. ábra. Peremes kettősfém csapágypersely alkatrészrajza

A csapágypersely szilárd illesztése a házba biztonságos rögzítést eredményez. Átmeneti illesztés esetén a persely helyzetbiztosítása megoldható a 7.57. ábra szerint.

A siklócsapágyak zsírzása szabványos zsírzógombbal vagy Stauffer-zsíróval (7.58. ábra) valósítható meg.



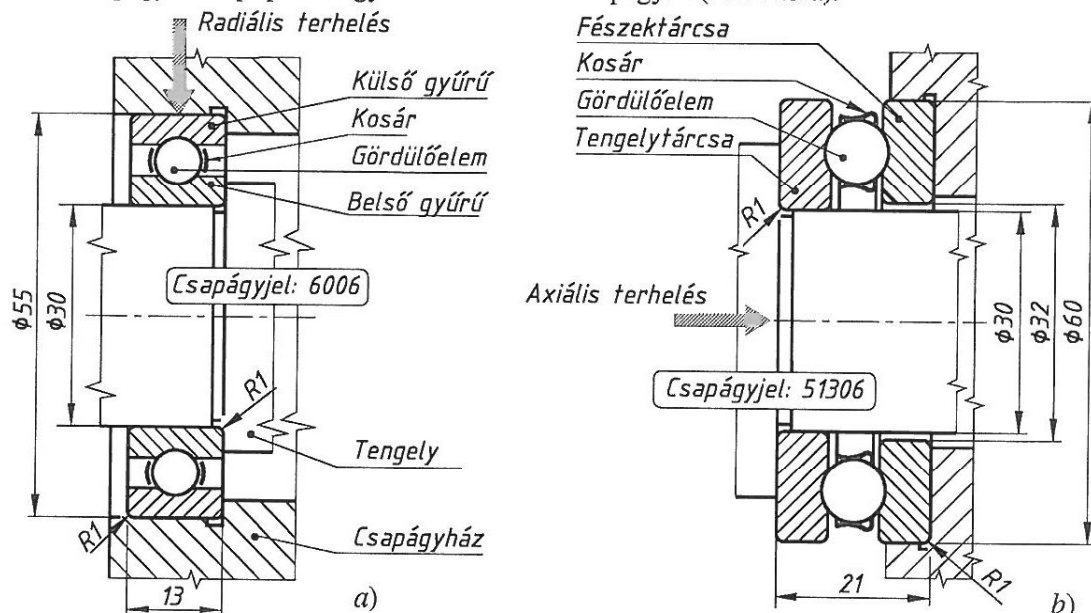
7.57. ábra. Csapágypersely helyzetbiztosítása



7.58. ábra. Szabványos zsírzóelemek

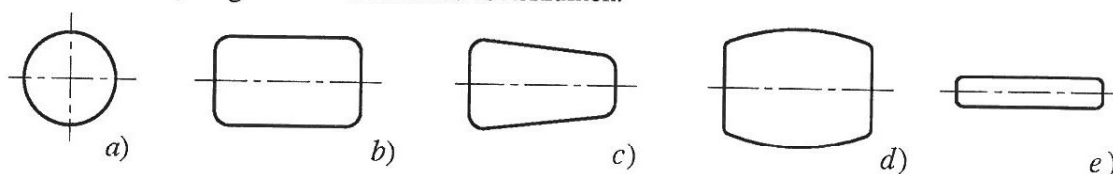
7.4.2. Gördülőcsapágyak ábrázolása

A gördülőcsapágyak nagy sorozatban és nagy pontossággal készülnek, méreteiket nemzetközi szabványok rögzítik (csereszabatosak). A megfelelő típus és méret kiválasztásához (a terhelés nagysága és iránya, az üzemelési körülményeik, valamint a megkívánt élettartam ismeretében) a gyártó cégek (MGM, SKF, INA, FAG, GPZ, RIV, KOYO stb.) katalógusai minden szükséges tudnivalót megadnak. A gördülőcsapágyak alaptípusai a gyűrűs és a tárcsás csapágyak (7.59. ábra).



7.59. ábra. A gördülőcsapágyak típusai és jellemző méreteik
 a) gyűrűs csapágy (pl. egysoros, mélyhornyú golyóscsapágy);
 b) tárcsás csapágy (pl. axiális golyóscsapágy egyirányú terhelésre)

Az alaptípusokon belül – a gyakorlat igényeinek megfelelően – kb. 10 000 féle csapágyat gyártanak. A gördülőelemek (7.60. ábra) és gyűrűk anyaga krómötvöztetett különleges acél (edzve, kőszörülve és polírozva), a kosaraké pedig acél, sárgaréz vagy műanyag. Egyes csapágytípusok egy-, vagy kétoldali porvédő lemezzel, ill. gumi tömítőtárcsával is készülnek.



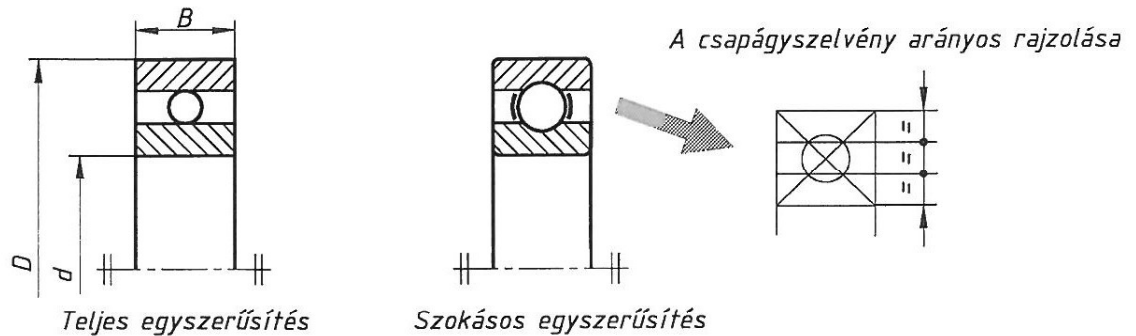
7.60. ábra. A gördülőelemek típusai
 a) golyó, b) henger, c) kúp, d) hordó, e) tú alakú görgő

A gördülőcsapágyak több darabból álló, bonyolult szerkezetek. Részletes – minden elemükre kiterjedő – ábrájuk lényegében összeállítási rajz. Ábrázolni azonban többnyire más szerkezetek összeállítási rajzain egy tételként szoktuk, mégpedig jelentős egyszerűsítésekkel. A gördülőcsapágyakat mind az önálló rajzaikon (pl. katalógusok ábráin), mind a különböző szerkezetek összeállítási rajzain főként tengely-metszetükben ábrázoljuk.

A gördülőcsapágyak egyszerűsített ábrázolása esetén a csapágyat a fő méretei (d , D és B) szerint helyesen rajzoljuk, de a belső részeket csak arányosan ábrázoljuk (7.61. ábra). Az ábráról ilyenkor el-

- a gördülőelemek középvonalai,
- a golyóskosár és a porvédő lemez,
- a lekerekítések és az éltompítások és
- a gyűrűk gördülópályái.

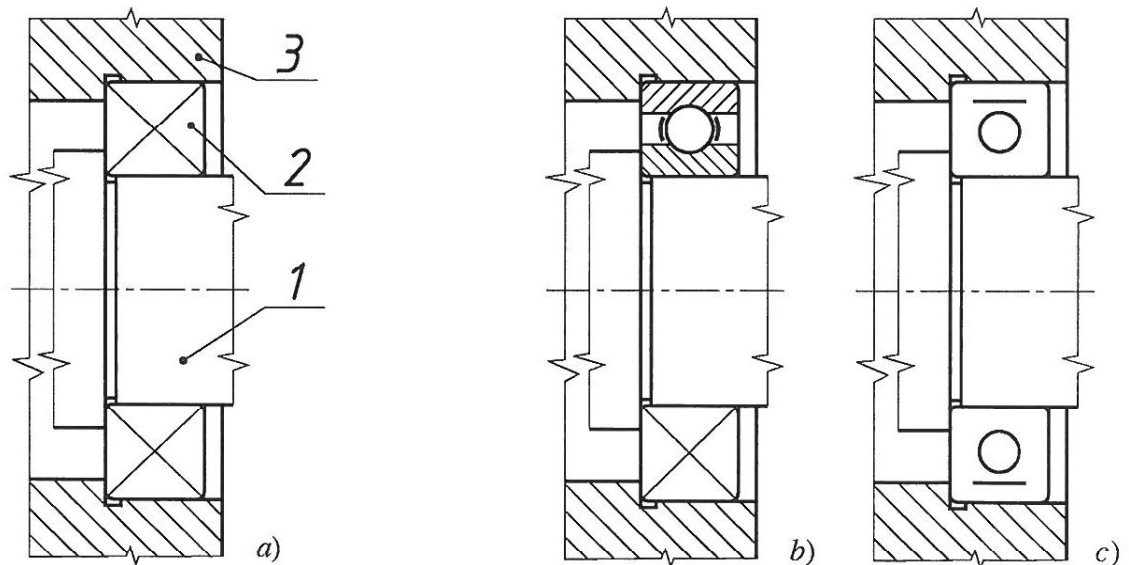
Ügyeljünk arra, hogy a gyűrűk vonalkázása ellentétes irányú legyen, és a gördülőelemeket – mivel apró, tömör gépelemek – metszetben ábrázolni nem szabad! A gördülőelemeket vezető kosarak szelvénymérete többnyire kicsi, ezért azt vonalkázás helyett feketítve jelöljük.



7.61. ábra. Egysoros, mélyhornyú golyóscsapágyszerűsített ábrázolása

A gördülőcsapágyszerűsítés alkalmazható összeállítási rajzon (7.62.a) ábra), ha a darabjegyzékből egyértelműen megállapítható a csapágyszerűsítés típusa, ill. a mérete (pl. szabványos jelöléssel van megadva). Ennél a megoldásnál a csapágyszerűsítés kontúrvonalát vastag, folytonos vonallal mérethelyesen rajzoljuk, a szelvényt pedig vékony, folytonos vonallal rajzolt átlókkal jelöljük. Megengedett a csapágyszerűsítés félig egyszerűsített, félig pedig egyezményes ábrázolása is (7.62.b) ábra).

A gördülőcsapágyszerűsítés jelképes ábrázolása akkor alkalmazható, ha az egyezményes ábrázolásnál kissé pontosabb információt kívánunk nyújtani a csapágyszerűsítésről (7.62.c) ábra). Ezért a vékony vonallal rajzolt átlók helyett a csapágyszerűsítés típusára utaló jelet helyezünk el, amit vastag vonallal rajzolunk. A fő csapágyszerűsítések egyszerűsített, jelképes és egyezményes ábrázolását a 7.13. táblázat tartalmazza.



3	1	Csapágház		
2	2	Egysoros, mélyhornyú golyóscsapágyszerűsítés	MSZ 7610 Jel: 6006	
1	1	Tengely		
Tétel-szám	Darab-szám	Megnevezés	Hivatkozás	Anyagminőség

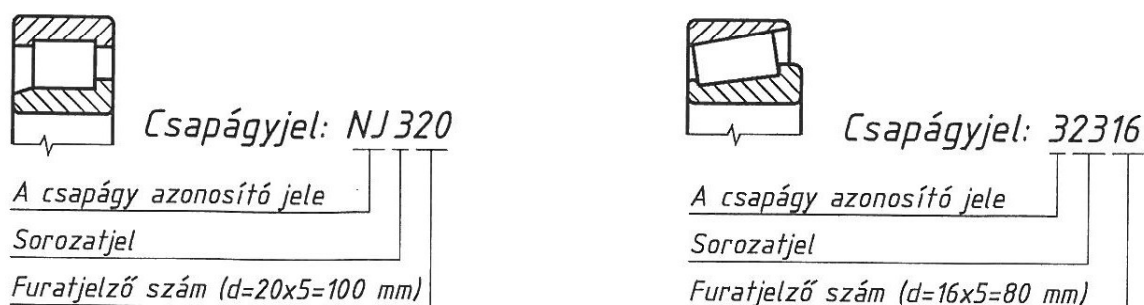
7.62. ábra. Egysoros, mélyhornyú golyóscsapágyszerűsítés és jelképes ábrázolása

Gördülőcsapágyak fő típusai és ábrázolásuk.

7.13. táblázat

Megnevezés és azonosító jel	Az ábrázolás módja		
	egyszerűsített	jelképes	egyezményes
Kétsoros, ferde hatásvonalú golyóscsapágó 0			
Kétsoros, beálló golyóscsapágó 1			
Beálló görgőscsapágó 2			
Kúpörgős csapágó 3			
Axiális golyóscsapágó, egyirányú terhelésre 5			
Egysoros, mélyhornyú golyóscsapágó 6			
Egysoros, ferde hatásvonalú golyóscsapágó 7			
Egysoros, hengergörgős csapágó N			
Kétsoros, hengergörgős csapágó NN			

A **gördülőcsapágyak méretjele** (az ún. csapágyjel) *főjelekből* (alapjelekből) és *kiegészítőjelekből* áll, amelyeket nemzetközi szabványok tartalmaznak. Elemezzük néhány konkrét példán keresztül a csapágyjelek részletes felépítését (7.64. ábra)!



7.64. ábra. Példák csapágyjelek felépítésére és értelmezésére

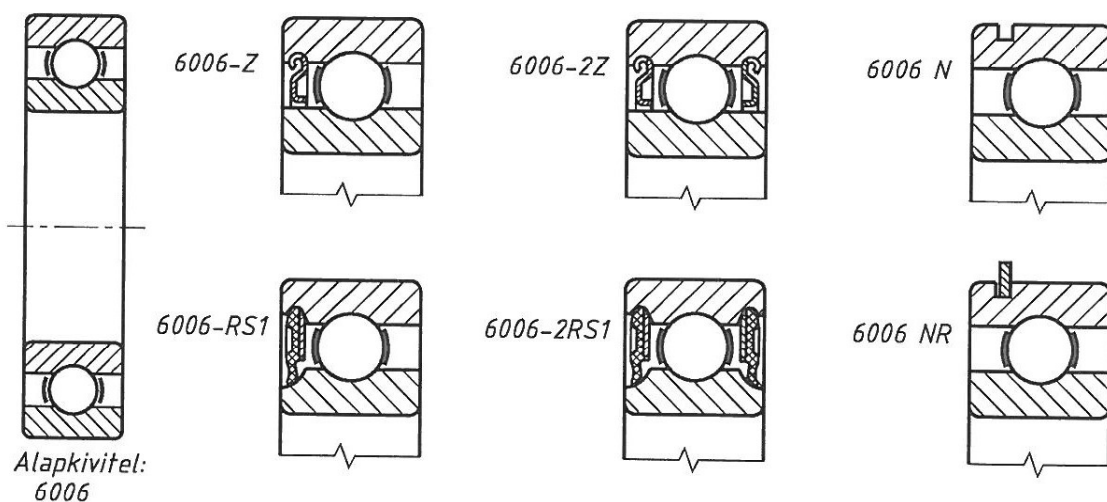
A furatjelző szám $d \leq 9$ mm és $d > 480$ mm furatméretek esetén – közvetlenül a sorozatjelhez írva (pl. 624 csapágyjel esetén a 4 mm) vagy /-jellel csatolva (pl. 618/9) – a furat méretét jelenti. A furatjelző szám értelmezését a közbülső mérettartományra a 7.14. táblázat tartalmazza. Mint látható, $20 \leq d \leq 480$ mm esetén a furat mérete a furatjelző szám ötszörösével egyenlő.

A furatjelző szám értelmezése.

7.14. táblázat

Furatjelző szám	00	01	02	03	04	05	06		96
d , mm	10	12	15	17	20	25	30		480

A **kiegészítőjelek** az alapjel előtt (előjelek), vagy után (utójelek) helyezkedhetnek el. Az előjelek a csapágyalkatrészeket jelzik, az utójelek pedig a csapágy eredeti kivitelétől különböző változatra utalnak (7.65. ábra).



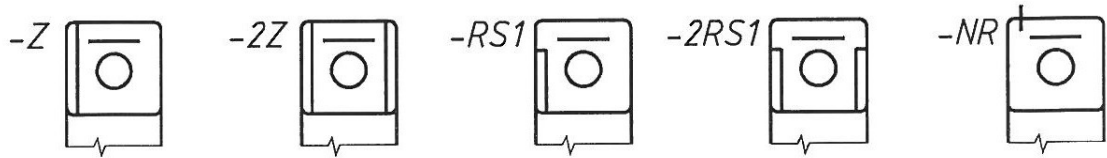
7.65. ábra. Különféle csapágyváltozatok

Az egyes csapágyváltozatok megnevezései a következők.

- Z egyoldali porvédő lemez (nem súrlódó);
- 2Z kétoldali porvédő lemez (nem súrlódó);
- N palásthorony rögzítőgyűrűnek;
- RS1 egyoldali gumi tömítőtárcsa acéllemez erősítéssel;
- 2RS1 kétoldali gumi tömítőtárcsa acéllemez erősítéssel;
- NR palásthorony rugós rögzítőgyűrűvel.

Az előzőeken kívül egyéb utójeleket is alkalmaznak a kosárszerkezetek, a pontossági osztály, a csapágyhézag, a rezgés (zajosság), a párosított csapágyak, a hőkezelés, az újrafenethetőség és a kenőanyagok jelölésére.

A jelképes ábra kiegészíthető a csapágy szerkezetére (porvédő lemez, tömítőtárcsa stb.) utaló jelekkel (7.66. ábra).



7.66. ábra. Példák különféle csapágyváltozatok jelölésére

A sikló- és a gördülőcsapágyakat kinematikai rajzokon a 7.15. táblázatban látható jelképekkel, vastag vonallal ábrázoljuk.

Csapágyak jelképei kinematikai ábrákon.

7.15. táblázat

A csapágytípus megnevezése	Siklócsapágy	Gördülőcsapágy
Radiális		
Egyfelé ható, nyomó		
Kétfelé ható, nyomó		
Egyfelé ható, ferde hatásvonalú		
Kétfelé ható, ferde hatásvonalú		

A gördülőcsapágyak ajánlott illesztése

A gördülőcsapágyak fő méreteinek (d , D és B) tűréseit nemzetközi szabványok határozzák meg, és ezek pontos értékeit a gyári katalógusokban találjuk meg. A csatlakozóelemek (a tengely és a csapágyház) tűréseit az ISO tűrésrendszer választékából vehetjük, figyelembe véve a csapágy forgási viszonyait, terhelési jellemzőit, üzemi körülményeit stb. (7.16. táblázat).

A gördülőcsapágyak tartozékai

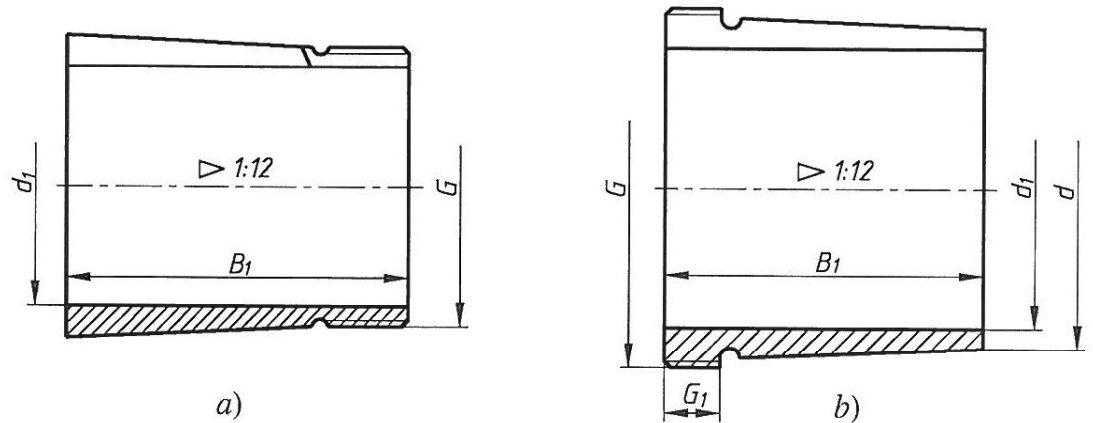
A csapágyak rögzítő- és tömítőelemei szabványos termékek. Típusaik, jelölésük és méretválasztékuk megtalálható a gyártó cégek katalógusaiban. A csapágyrögzítő elemek a tengelyirányú elmozdulást akadályozzák meg. Fő típusaik:

- a csapágyanya és a hozzá tartozó körtarélyos biztosítólemez (l. a 7.29. ábrát);
- a hasított, kúpos szorító-, ill. lehúzóhüvelyek (7.67. ábra) és
- a rögzítőgyűrűk (7.50., 7.51. és 7.69. ábra).

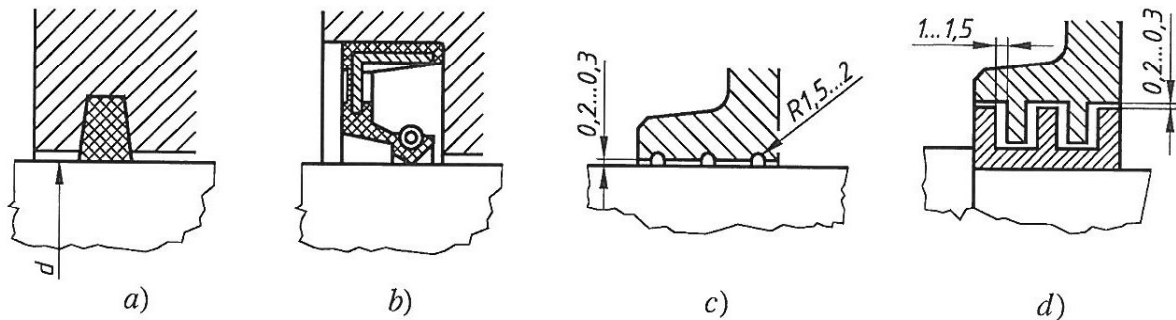
Példák gördülőcsapágyak illesztésére.

7.16. táblázat

A tengelyátmérő tűrésjele	Alkalmazás, jellemzők	A fészekátmérő tűrésjele	Alkalmazás, jellemzők
g6; h6	Álló tengely esetén (ha a ház forog). Alkalmazható minden csapágytípus esetén.	G7; H8; H7	Álló ház esetén (ha a tengely forog). A külső gyűrű könnyen eltolható. Alkalmazható általánosan a gépgyártásban, közepes terhelés és üzemi viszonyok között.
js5	A belső gyűrű forog, változó irányú a terhelés. Főként $d \leq 18$ mm golyóscsapágyakhoz.	JS6; JS7	Álló, ill. határozatlan irányban terhelt forgó ház esetén. A külső gyűrű eltolható. Alkalmazzák vasúti járművek osztott ágytokcsapágyainál, villamos gépeknél.
k5; k6	Változó irányú terhelés esetén, $d = 18 \dots 100$ mm golyóscsapágyakhoz és $d \leq 40$ mm egyéb típusú csapágyakhoz (ha a belső gyűrű forog).	K7; M7; N7; P7	Változó irányban terhelt, forgó ház esetén. A külső gyűrű nem tolató el. Alkalmazási példa: forgattyús tengely főcsapágya, különféle terhelésű gép-csapágyak.

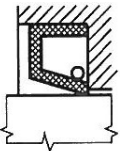
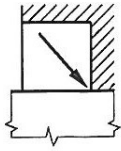
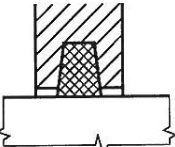
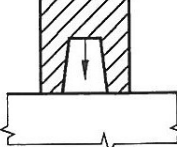
7.67. ábra. Csapágyrögzítő elemek
a) szorítóhüvely; b) lehúzóhüvely

A csapágyazások mozgó alkatrészeinek tömítése (csapágyház-tengely) lehet *súrlódó*, vagy *nem súrlódó* tömítés. A 7.68. ábra ezek néhány megoldását mutatja. A súrlódó tömítések ábrázolása – hasonlóan a gördülőcsapágyakhoz – lehet részletes, egyszerűsített vagy jelképes (7.17. táblázat). Kinematikai rajzokon a tömítéseket nem ábrázoljuk.

7.68. ábra. Különféle tömítések ábrázolása
a) nemezgyűrű; b) radiális tengelytömítő-gyűrű; c) zsírhorony; d) labirinttömítés

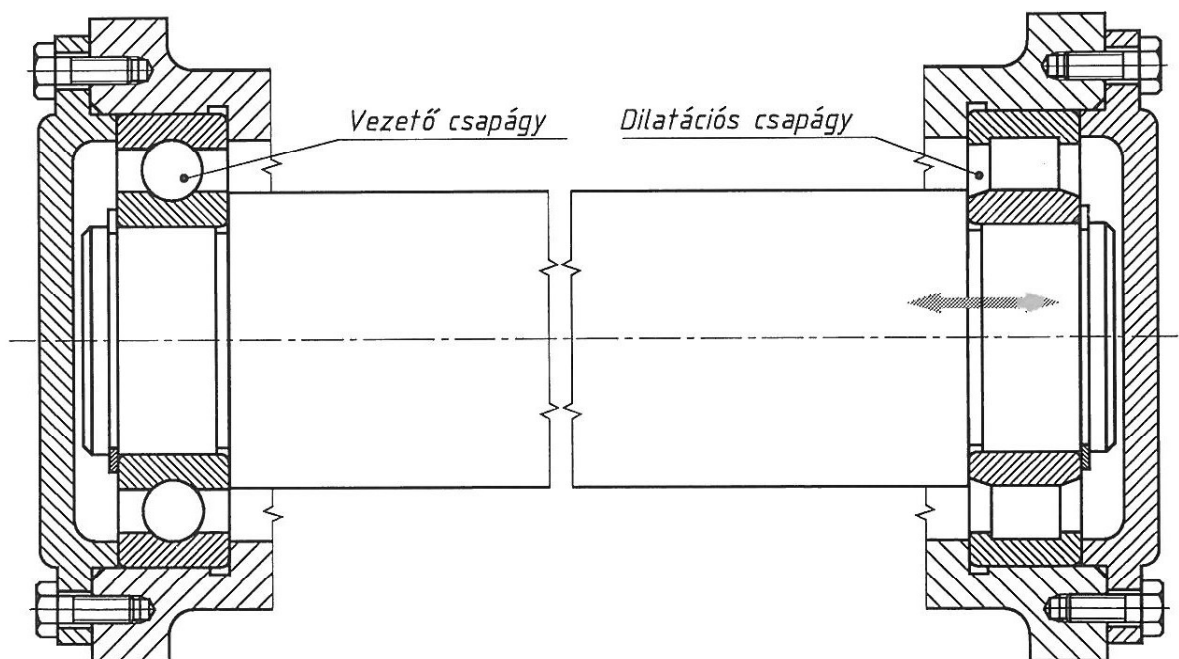
Tömítések ábrázolási lehetőségei.

7.17. táblázat

Megnevezés	Az ábrázolás módja		
	részletes	egyszerűsített	jelképes
Radiális tengelytömítőgyűrű (fémbetétes)			
Nemez tömítőgyűrű			

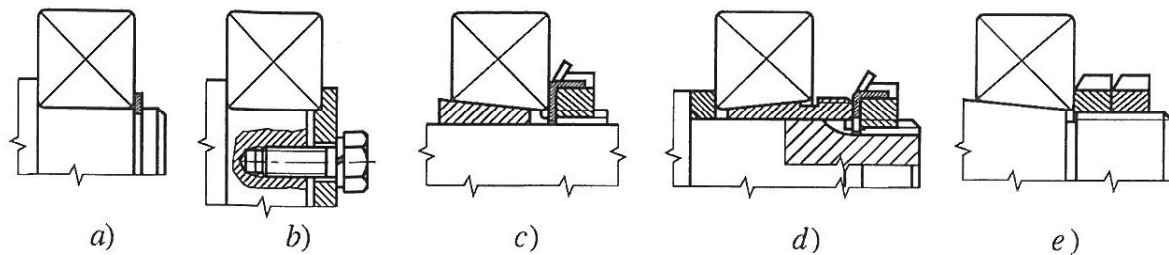
Gördülőcsapágyak beépítése, alkalmazása

Egy forgó géprészt (pl. tengelyt) általában két helyen kell csapágyazni. A csapágyazott tengelyt rögzíteni kell mind radiálisan, mind axiálisan az álló részhez (pl. csapágyházhoz) képest (7.69. ábra). A két csapágy közül csak az egyiket szabad fixen szerelni (ez a vezetőcsapágy), a másiknak eltolhatónak kell lenni (ez a dilatációs csapágy). A vezetőcsapágyat mind a tengelyen, mind a csapágyházban mindkét irányban rögzíteni kell.

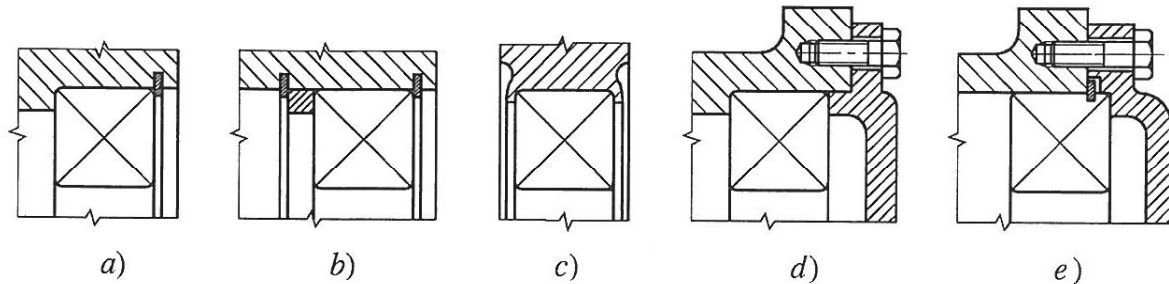


7.69. ábra. Példa csapágybeépítésre

A csapágyak szerelését tiszta, pormentes körülmények között kell végezni. Be kell tartani csapágykatalógusok pontosságra, hézagokra stb. vonatkozó előírásait! A belső csapágygyűrű rögzítésének néhány gyakori megoldása látható a 7.70. ábrán. A külső gyűrű rögzítése is több módon lehetséges, ezekből szemléltet néhányat a 7.71. ábra.



7.70. ábra. A belső gyűrű axiális rögzítésének megoldásai
a) rögzítőgyűrűvel; *b)* tengelyvégtárcsával; *c)* szorítóhüvellyel;
d) lehúzóhüvellyel; *e)* csapágyanyával, hasonló ellenanyával biztosítva



7.71. ábra. A külső gyűrű axiális rögzítésének megoldásai
a) egy oldalról rögzítőgyűrűvel; *b)* a csapágy mindkét oldalán rögzítőgyűrűvel;
c) a csapágház beperemezésével; *d), e)* csapágyfedéllel

Ellenőrző kérdések

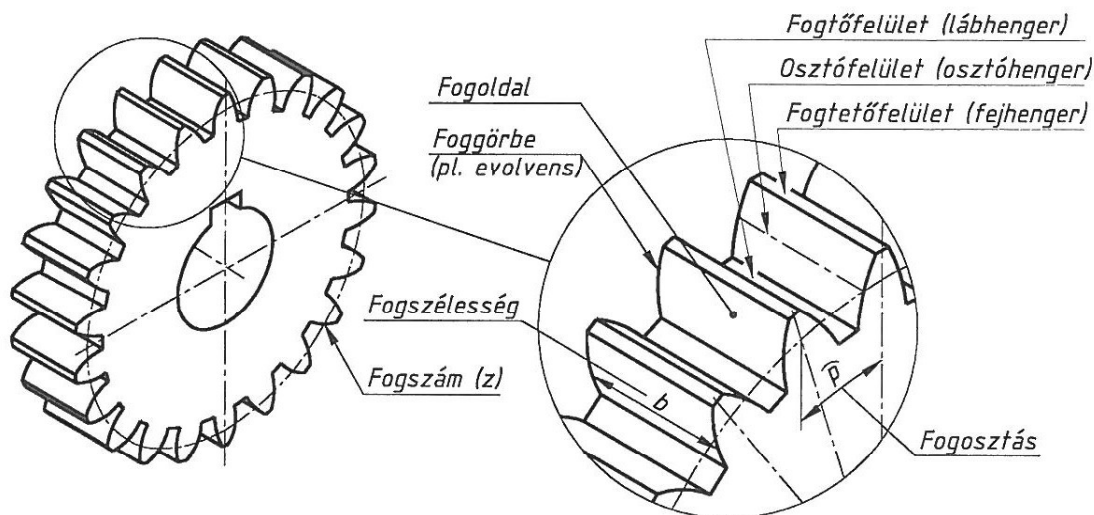
1. Milyen csapágyfajtákat ismerünk?
2. Milyen ábrázolási megoldásokat alkalmaztak a szemcsapágy rajzán (7.54. ábra)?
3. Az előző feladat rajzán milyen illesztési tűréseket írtak elő?
4. Melyek a szabványos csapágyersely-típusok?
5. Végezzünk teljes rajzolvast a peremes csapágyersely alkatrészeirajzán (7.56. ábra)!
6. Melyek a gyűrűs és a tárcsás gördülőcsapágyak fő elemei?
7. Ismertessük a gördülőcsapágyak egyszerűsített ábrázolásának a szabályait!
8. Mikor alkalmazható a gördülőcsapágyak egyezményes és jelképes ábrázolása?
9. Ismertessük a gördülőcsapágyak főjelének a felépítését!
10. Milyen kiegészítő csapágyjeleket ismerünk?
11. Mondjunk példákat gördülőcsapágyak illesztésére!
12. Milyen szabványos tartozékokat alkalmaznak a csapágyak axiális rögzítésére?
13. Hogyan értelmezzük az 1:12 arányú kúposágot?
14. Milyen lehetőségeket ismerünk a tömítések ábrázolására?
15. Mit értünk a vezető-, ill. a dilatációs csapágy elnevezés alatt?
16. Milyen megoldásokat ismerünk a gördülőcsapágyak külső és belső gyűrűinek rögzítésére?

7.5. Fogazott gépelemek ábrázolása

A fogazott alkatrészek főként a hajtóművek, a gátlószerkezetek stb. gépelemei. Szerkezeti feladatuk a nyomatékátvitel és közben a mozgásviszonyok (pl. a forgásirány és/vagy a fordulatszám) megváltoztatása. A fogazott gépelemek kényszerkapcsolatú elemi párokat alkotnak. Ilyenek pl. a hengeres fogaskerékpár, a kúpfogaskerékpár, a hengeres fogaskerék és a fogasléc, a csiga és a csigakerék. A kényszerhajtások gépelemeinek fajtáival, szabványos jelöléseikkel és méretezési elveivel részletesen foglalkozik a Tankönyvmester Kiadó: **Gépelemek** c. könyve.

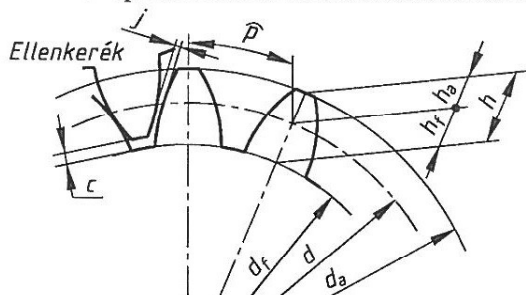
7.5.1. A fogazat elnevezései és adatai

A fogazott gépelemek ábrázolásához ismernünk kell a fogazatra vonatkozó alapvető információkat. Az egyenes fogazatú, hengeres fogaskerékkel kapcsolatos elnevezéseket tekintsük át a 7.72. ábra alapján!



7.72. ábra. A fogazat elemei és elnevezései

Az osztókör két szomszédos fog középvonala közé eső ívhosszát fogosztásnak (p) nevezzük. A fogazat alapvető adatai a fogszám (z) és a modul ($m = p/\pi$). A modul szabványos értékű (0,05;...0,5; 0,6; 0,8; 1; 1,25; 1,5; 2; 2,5; 3; 4;...100), mértékegysége mm, és egymással csak egyenlő modulú fogaskerékek kapcsolódhatnak. Az elemi fogazású fogaskerék ábrázolásához szükséges adatok jelölését, elnevezéseiket és a képleteiket a 7.73. ábra tartalmazza. A lábhezag (c) értéke $(1/4-1/6) \cdot m$ értékű lehet.

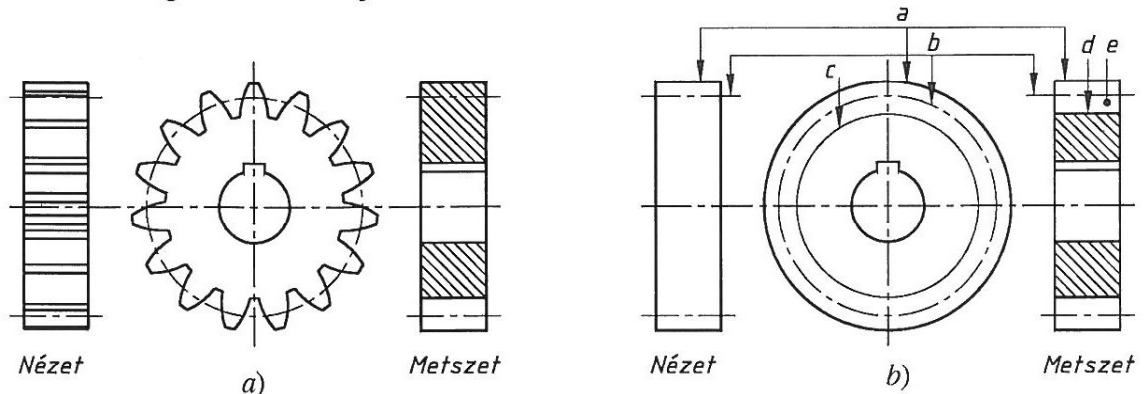


Elnevezés	Képlet
Fejmagasság	$h_a = m$
Lábhezag	$c = 0,25 \cdot m$
Lábmagasság	$h_f = 1,25 \cdot m$
Fogmagasság	$h = 2,25 \cdot m$
Osztókörátmérő	$d = m \cdot z$
Fejkörátmérő	$d_a = d + 2 \cdot m$
Láb körátmérő	$d_f = d - 2,5 \cdot m$
Foghézag	$j = p/20$

7.73. ábra. Az elemi fogazat jellemző adatai és számítása

7.5.2. A fogazat egyszerűsített ábrázolása

A fogazat valóságos ábrázolása bonyolult szerkesztéseket és szükségtelen többletmunkát jelentene a rajzkészítés során. Ezért a fogazott gépelemek (hengeres fogaskerekek, kúpogaskerekek, fogasívek, fogasléc, csigakerekek, lánckerekek, kilinskerekek stb.) fogazatát egyszerűsítve, az MSZ ISO 2203 előírásainak megfelelően ábrázoljuk (7.74. ábra).

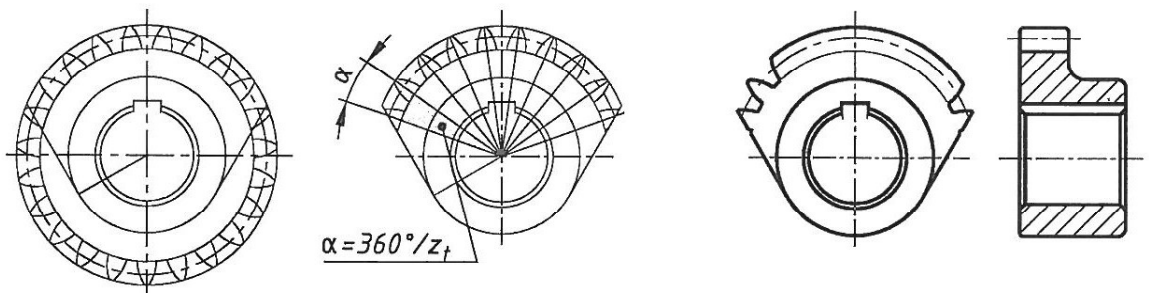


7.74. ábra. Hengeres fogaskerék fogazatának ábrázolása
a) valóságos ábrázolás; b) egyszerűsített ábrázolás

Az egyszerűsített ábrázolás szabályai a következők.

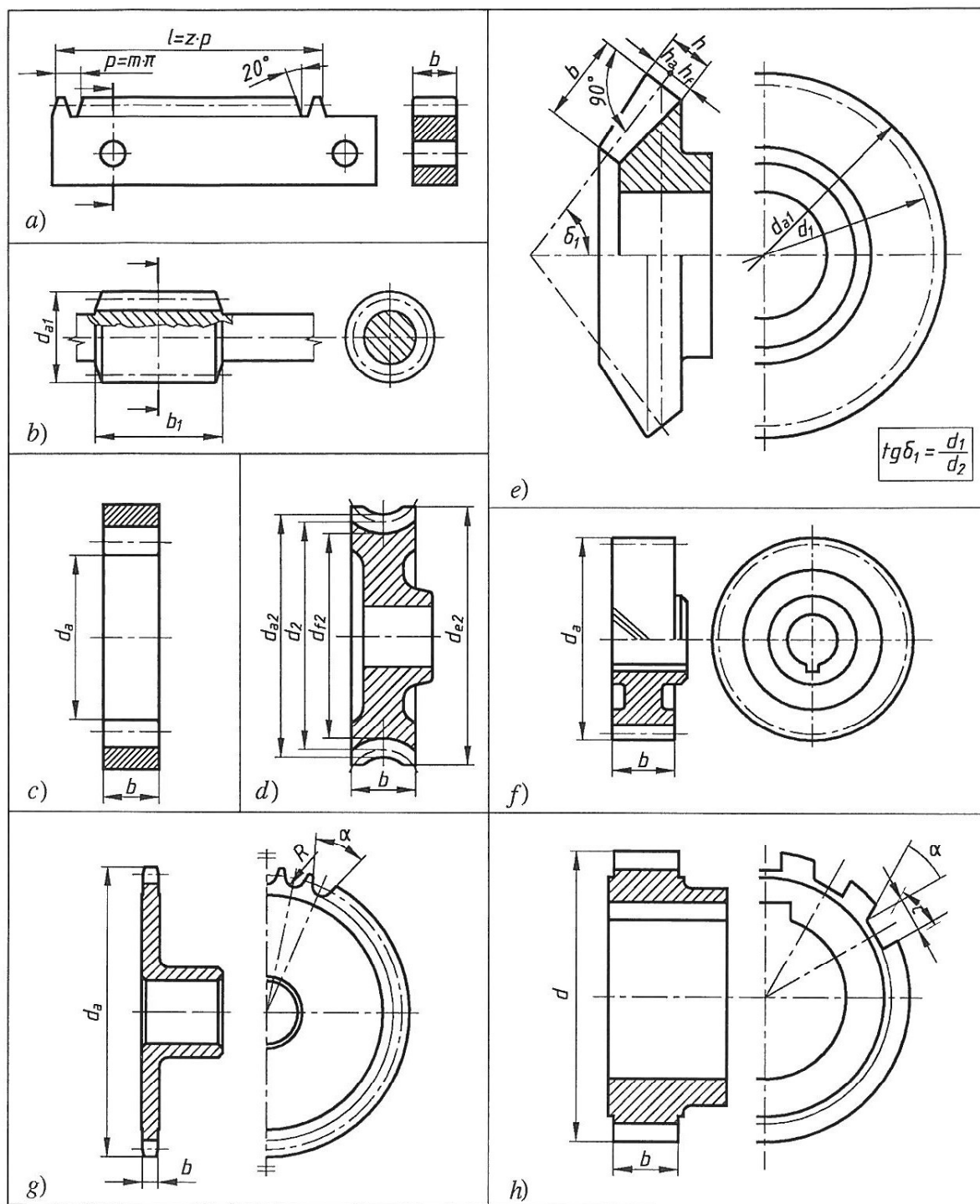
- Teljes terjedelmű fogazat esetén a fogakat nem kell kirajzolni, a fogazat burkolófelületével (a fejhengerrel) meghatározott tömör kerék kontúrvonalait vastag, folytonos vonallal rajzoljuk (a).
- Az osztófelületet minden vetületen vékony pontvonallal rajzoljuk (b). A tengellyel párhuzamos vetületen az osztóhenger alkotójának vonala kissé nyúljon túl a fogazat körvonalán!
- A fogtőfelület vonalát nézeti képen vékony, folytonos vonallal kell ábrázolni (c), de ez hengeres és kúpogaskerekeknél általában elhagyható.
- Tengelymetszetben a lábhenger alkotóját vastag, folytonos vonallal kell megrajzolni (d).
- Tengelymetszetben a fogat nézetben kell ábrázolni még akkor is, ha valójában a metszősík átmegy a fogon (e).

Ha a fogazott rész végének (pl. fogasív, ill. fogasléc ábrázolásakor), vagy a fogak alakjának (pl. lánck-, ill. kilinskerék ábrázolásakor) meghatározása miatt szükséges, akkor egy-két fogat meg kell rajzolni. Ez vastag, folytonos vonallal történjen (7.75. ábra). A bemutatott fogasív a hengeres fogaskerék egy darabjának tekinthető, adatainak meghatározásához ismerni kell a teljes kerék fogszámát (z_t).



7.75. ábra. Fogasív fogazatának származtatása és egyszerűsített ábrázolása

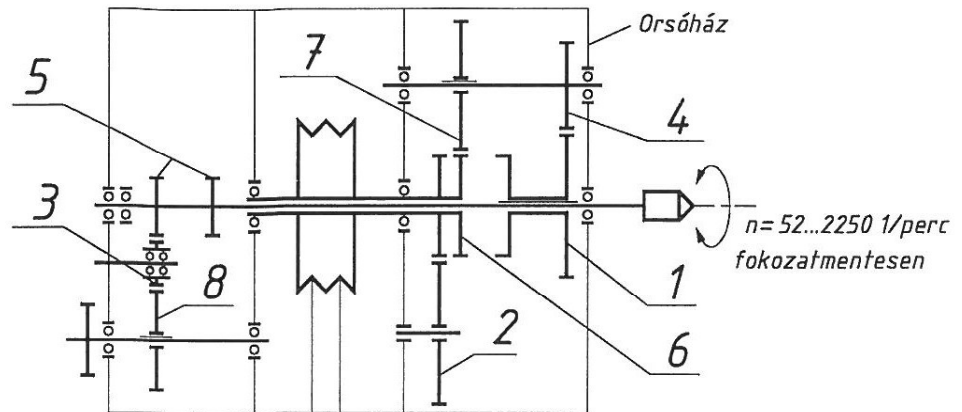
Más típusú fogaskerekek fogazatának egyszerűsített ábrázolásakor az előző elvek értelemszerűen alkalmazhatók. Néhány további fogazott gépelem fő adatait és egyszerűsített ábrázolását a 7.76. ábra szemlélteti. A foghajlás irányát a tengellyel párhuzamos nézeti képen három vékony vonalszakasszal adhatjuk meg (7.76.f ábra).



7.76. ábra. Fogazat egyszerűsített ábrázolása különféle gépelemeken

a) fogasléc; b) csigatengely; c) belső fogazat; d) csigakerék;
e) kúpfogaskerék; f) csavarkerék; g) lánckerék; h) kilínskerék

A szerszámgépek hajtóműveinek szemléltető rajzain (pl. gépkönyvekben) az alkatrészeket egyszerű jelképekkel ábrázolják (7.77. ábra). Ezeken az ún. kinematikai ábrákon a szerkezeti elemek kapcsolata, működési sajátosságai mutathatók be. A fogazott alkatrészek, ill. a kapcsolódó elem párok kinematikai ábrákon alkalmazható fő jelképeit a 7.18. táblázat foglalja össze.



7.77. ábra. Csúcseszterga főorsóhajtás kinematikai rajza

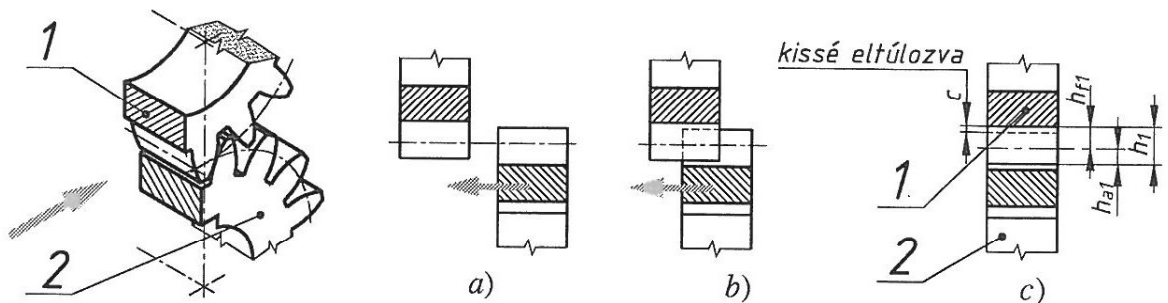
Fogazott gépelemek kinematikai rajzjelei.

7.18. táblázat

Hengeres fogaskerék			Kúpkerék		
általában	foghajlással	rögzítéssel	általában	fogiránnyal	rögzítéssel
Hengeres kerékpár	Kúpkerékpár	Csigahajtás	Fogasléc-fogasív	Csavarkerékpár	

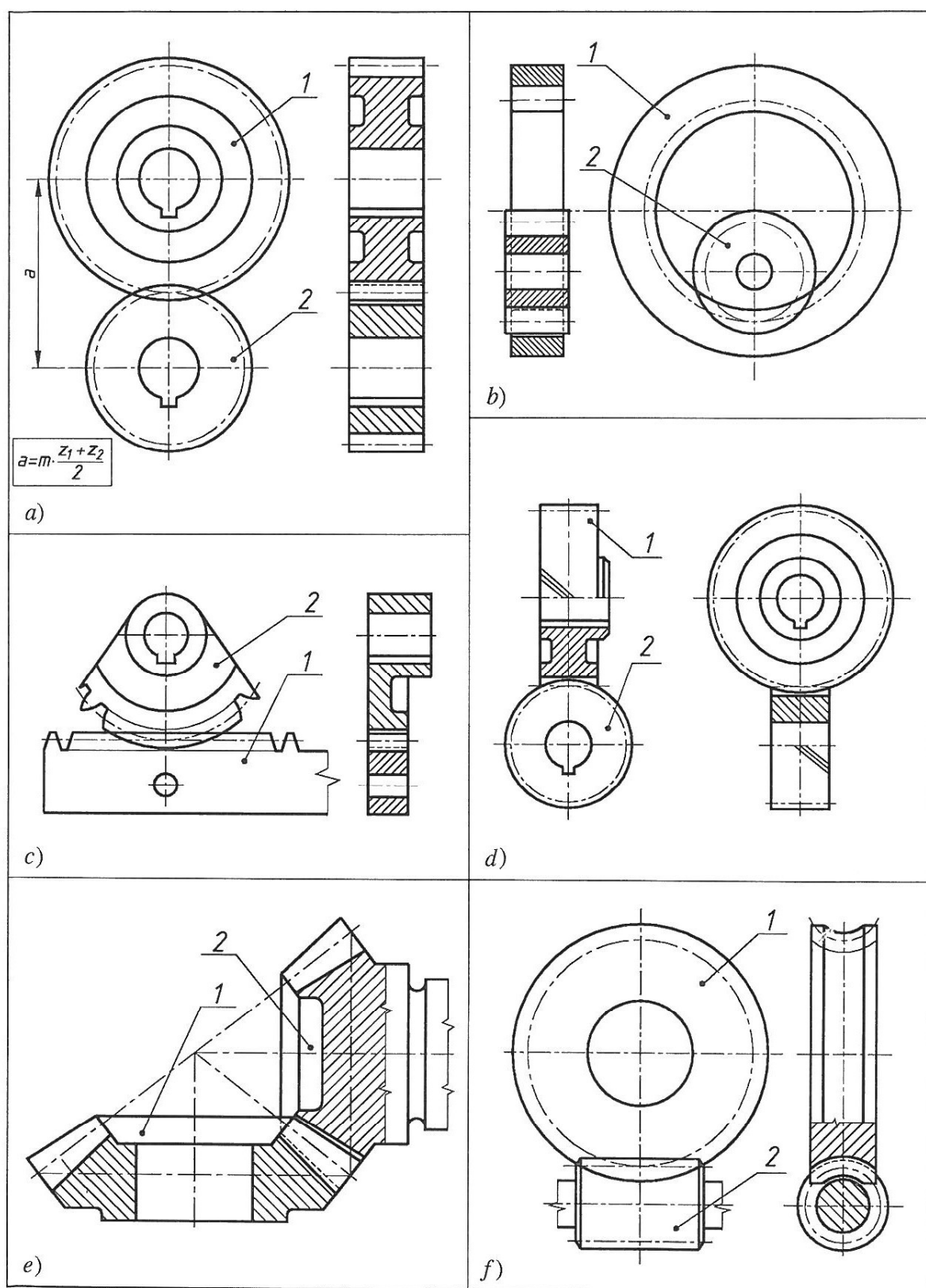
7.5.3. Kapcsolódó fogazott gépelemek ábrázolása

A fogazat egyszerűsített ábrázolására vonatkozó általános előírásokat kell alkalmazni a kapcsolódó fogazott gépelemek rajzain is. Nézeti képen azonban az elemeket úgy kell ábrázolni, hogy a kapcsolódás helyén egyik elem sem takarja el a másikat. Tengelymetszetben viszont az egyik (tetszőlegesen választott) elem foga eltakarja a másik elem fogát (7.78. ábra). Az ábrán látható, ahogyan az 1 kerék foga takarja a 2 kerék fogát. A rajzon a kisméretű foghézagokat kissé eltúlozva ábrázoljuk. Különböző kapcsolódó fogazott gépelemek ábrázolására mutat példákat a 7.79. ábra.



7.78. ábra. A kapcsolódó fogak ábrázolása metszetben

a) a két fogaskerék külön-külön; b) félig összekapcsolódva; c) teljesen összekapcsolódva

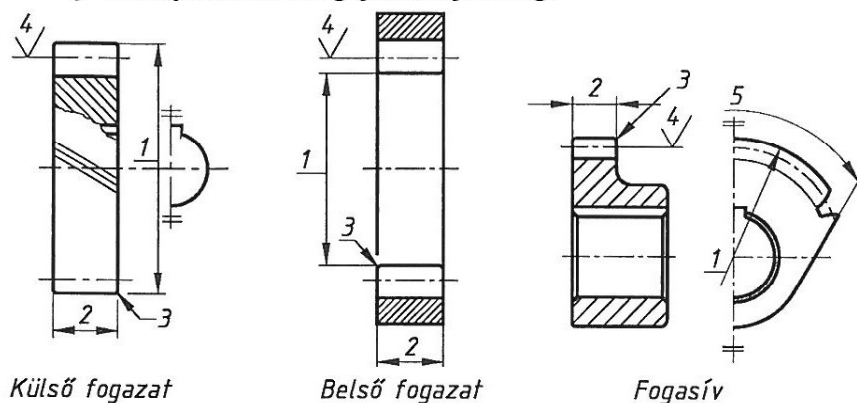


7.79. ábra. Különféle kapcsolódó fogazatok ábrázolása

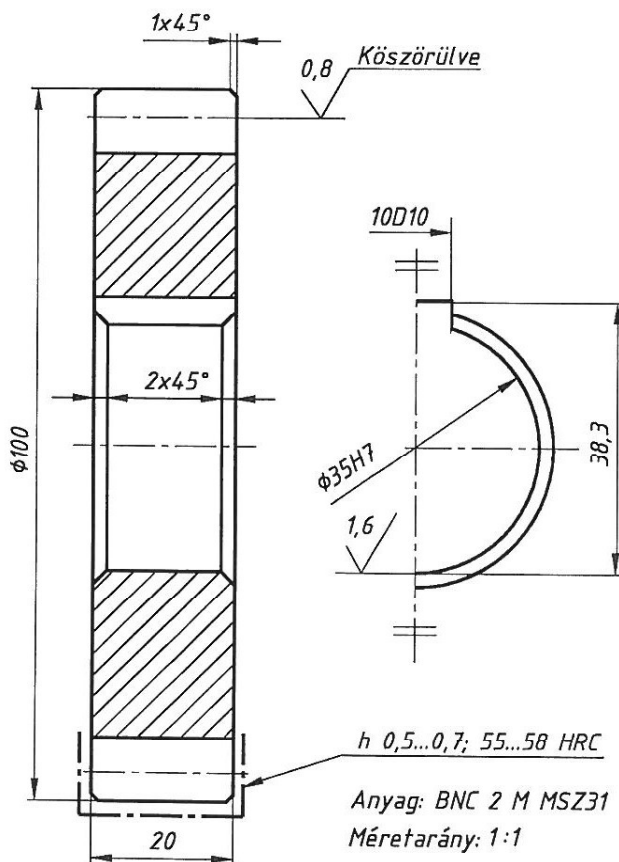
a) hengeres fogaskerékpár; b) belső fogazatú hengeres fogaskerék-hajtás; c) fogasív és fogasléc;
d) csavarkerékpár; e) kúp fogaskerékpár; f) csigakerék és hengeres csiga

7.5.4. Fogazott gépelemek alkatrészrajzai

A fogazott gépelemek alkatrészrajzain be kell tartani a műszaki ábrázolás általános előírásait (MSZ ISO 128), és alkalmazni kell az előzőekben ismertetett egyszerűsítéseket (MSZ ISO 2203). A fogazatra vonatkozóan csak azokat a méreteket kell megadni, amelyek az alaptest elkészítéséhez szükségesek (7.80. ábra). A fogazat megnevezését és az összes többi – a gyártáshoz, ill. az ellenőrzéshez szükséges – adatot a rajzon elhelyezett adattáblázat tartalmazza (7.81. ábra). A fogoldal felületi érdességét az osztóhenger alkotóján elhelyezett érdességi jellel adjuk meg.



7.80. ábra. A hengeres fogaskerék és a fogasív szükséges méretei
1 fejkörátmérő; 2 fogszélesség; 3 fogcsúcs lekerekítése; 4 fogfelület érdessége; 5 fogasív szöge



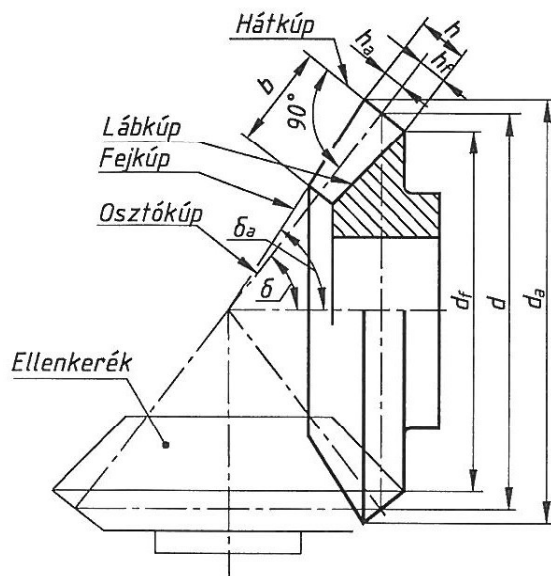
12,5 / (✓) (✓)

Egyenes külső fogazat		
Elnevezés	Jel	Adat
Fogsorszám	z	23
Modul	m	4
A fogazat	profilszög	α 20°
alap-	fejmagasságt.	h_a^* 1
profilja	lábhézagtény.	c_o^* 0,25
Profileltolás-tényező	x	0
Minőség:	4	
Többfogmérés:	$W_k = 43,0353$	
Osztókörátmérő	d	92
Számított fogmagasság	h	9
Alapkörátmérő		
Ellenkerék	rajzszáma: DBC-35.04	
	fogszáma	37
Tengelytávolság	a	120

$\phi 35H7$	$+0,025$ 0
10D10	$+0,098$ $+0,040$

7.81. ábra. Hengeres fogaskerék alkatrészrajza

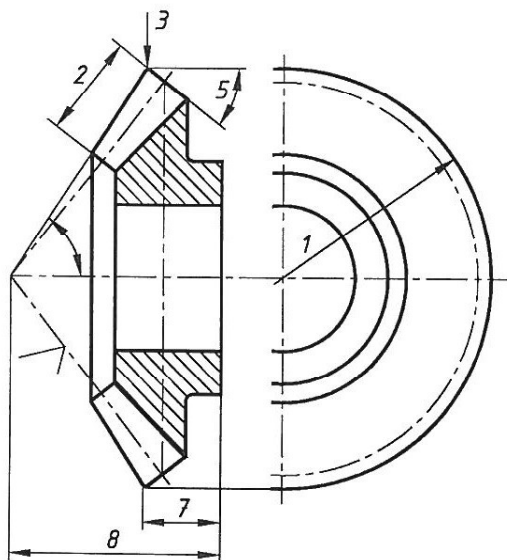
A kúpogaskerék jellemző felületeinek elnevezéseit és méreteit, valamint azok képleteit szemlélteti a 7.82. ábra. Látható, hogy az osztókörátmérő és fogmagasság értéke a hengeres fogaskeréknél tanultak szerint számítható ki, azonban a fogmagasságot az osztókúp alkotójára merőleges alkotójú, ún. hátkúpon (kiegészítő kúpon) értelmezzük.



Elnevezés	Képlet
Fejmagasság	$h_a = m$
Fejhézag	$c = 0,1 \dots 0,3 \cdot m \quad (0,25 \cdot m)$
Lábmagasság	$h_f = m + c$
Fogmagasság	$h = h_a + h_f$
Osztókörátmérő	$d = m \cdot z$
Osztókúpszög	$\tan \delta_1 = d_1 \cdot d_2$
Fejkúpszög	$\tan \delta_{a1} = (z_1 + 2 \cos \delta_1) : (z_2 - 2 \sin \delta_1)$
Fejkörátmérő	$d_a = d + 2 \cdot m \cdot \cos \delta$
Lábkörátmérő	$d_f = d - 2,5 \cdot m \cdot \cos \delta$

7.82. ábra. A kúpogaskerék fogazatának jellemző méretei

A kúpogaskerék alkatrészrajzán – hasonlóan a hengeres fogaskerékhez – a fogazatra vonatkozóan csak azokat a méreteket kell megadni, amelyek a keréktest elkészítéséhez szükségesek (7.83. ábra).

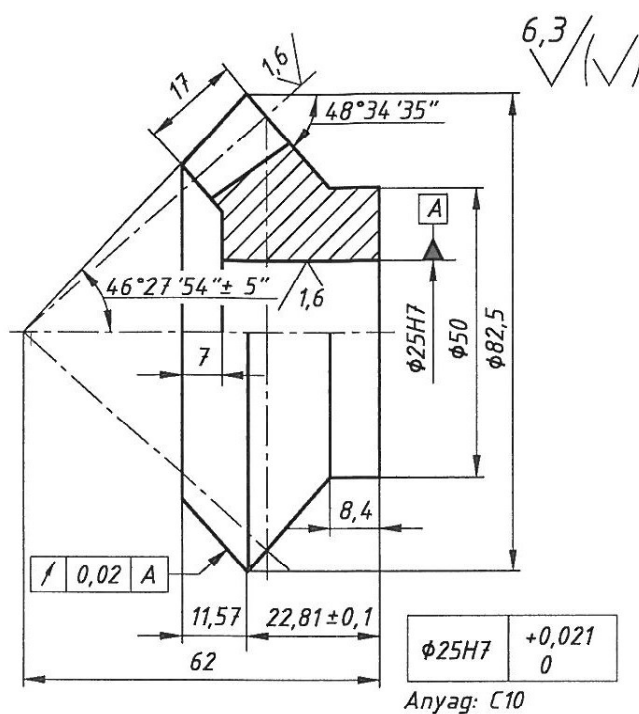


7.83. ábra. A kúpogaskerék alkatrészrajzán szükséges méretek

1 fejkörátmérő; 2 fogszélesség; 3 fogcsúcs lekerekítése; 4 fogfelület érdessége; 5 hátkúpszög, vagy váltószöge; 6 fejkúpszög; 7 fejtávolság; 8 fejkúpcsúcs távolsága

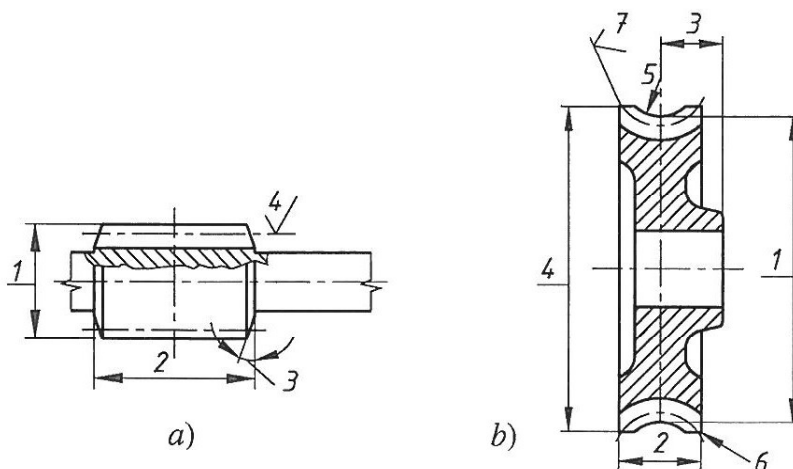
A kúpkerék fogazatának megnevezését és az összes gyártáshoz, ill. ellenőrzéshez szükséges további adatát a rajzon levő adattáblázat tartalmazza. Végezzünk teljes rajzolvasást a kúpogaskerék alkatrészrajzán (7.84. ábra)!

A csigahajtást nagy (40...100) lassító áttételek megvalósítására használják. A hajtóelem a csiga, amely hengeres vagy ívelt (globoid), egy vagy több-bekezdésű, jobb vagy bal emelkedésű, 40°-os profilszögű trapézmenetes orsó. A hengeres csiga és a csigakerék alkatrészrajzán a fogazatra vonatkozó méreteket a 7.85. ábra szerint kell megadni.



Egyenes fogazat		
Megnevezés	Jel	Adat
Modul	m	5
Fogsorszám	z	15
Fogazati típusa		egyenes
Alaprofil		MSZ...
Profileltolási-tényező	x	0
Oldaleltolási-tényező	y	0
Osztókúpszög	δ	$41^\circ 25' 25''$
Minőség:		
Fogmagasság	h	11
Foghúrméret	$\bar{s}$	$7,846 \begin{smallmatrix} -0,120 \\ -0,200 \end{smallmatrix}$
Osztókörátmérő	d	75
Osztókúphossz	R_e	56,679
Lábkúpszög	δ_f	$35^\circ 22' 51''$
Tengelyszög	Σ	90°
Ellenkerék	rajzszáma	
	fogszáma	17

7.84. ábra. Kúpfogaskerék alkatrészrajza



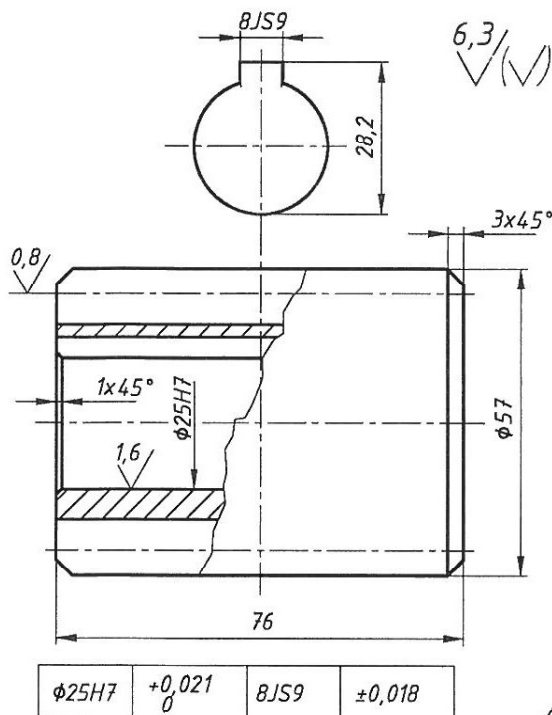
7.85. ábra. A hengeres csiga és a csigakerék alkatrészrajzán szükséges méretek

- a) 1 fejkörátmérő; 2 fogazott (menetes) hossz; 3 éltompítás vagy lekerekítés; 4 fogfelület érdessége;
 b) 1 fejkörátmérő; 2 fogszélesség; 3 szimmetriasík távolsága; 4 burkolóhenger átmérője; 5 fogtetőív sugara; 6 lekerekítési sugár; 7 fogfelület érdessége

A csigamenet egyszerűsített ábrázolása eltér a kötőcsavarok meneteinél alkalmazott megoldástól.

- A fejkör (fejhenger) vonalát (a fogazat burkolóvonalát) nézetben és metszetben egyaránt vastag, folytonos vonallal rajzoljuk.
- Az osztókör (osztóhenger) vonalát nézetben és metszetben egyaránt vékony pontvonallal rajzoljuk.
- A lábhenger határolóvonalait metszeti ábrázolás esetén vastag, folytonos vonallal rajzoljuk.

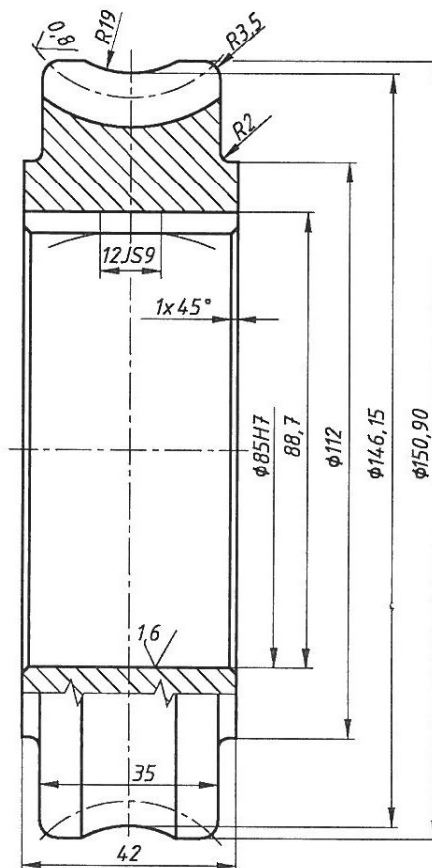
A csiga és a csigakerék fogazatának megnevezését és az összes többi – a gyártáshoz, ill. az ellenőrzéshez szükséges – adatát a rajzon levő adattáblázat tartalmazza. Végezzünk teljes rajzolvasást a hengeres csiga (7.86. ábra) és a csigakerék (7.87. ábra) alkatrészrajzán!



Megnevezés		Jel	Adat
Fogs szám		z_1	4
Modul		m	4,75
A fogazat alap- profilja	profilszög	α	20°
	fejmagasság-tényező	h_a^*	1
	lábhézag-tényező	c_f^*	0,2
Emelkedési szög		δ	$21^\circ 48' 05''$
Foghajlás iránya			bal
Csiga típusa			4 bek.
Átmérőhányados		q	10
Minőség:			
Fogvastagság ell. méretei	foghúrméret	$\bar{s}_1$	6,924
	mérőmagasság	$\bar{h}_{a1}$	
Osztóhenger-átmérő		d_1	47,5
Menetemelkedés		p_z	59,69
Számított fogmagasság		h	10,45
Axiális profilszög		α_x	$21^\circ 25' 42''$
Csigakerék	rajzszáma		
	fogs száma	z_2	28
Tengelytáv		a	90,025

Anyag: 2C60 Nemesítve $R_m=850\ldots 1000 \text{ N/mm}^2$

7.86. ábra. Hengeres csiga alkatrészrajza



Megnevezés		Jel	Adat
Fogs szám		z_2	28
Modul		m	4,75
A fogazat alap- profilja	profilszög	α	20°
	fejmagasság-tényező	h_a^*	1
	lábhézag-tényező	c_0^*	0,2
Fogferdeségi szög		β_0	$21^\circ 48' 05''$
Foghajlás iránya			jobb
Profileltolási-tényező		x	0
Átmérőhányados		q	10
Minőség:			
Fogvastagság ell. méretei	foghúrméret	$\bar{s}_2$	6,924
	mérőmagasság	$\bar{h}_{a2}$	
Osztókörátmérő		d_2	133,00
Számított fogmagasság		h	10,45
A csiga	rajzszáma		
	fogs száma	z_1	4
Tengelytáv		a	90,25

$\phi 85H7$ $+0,035$ $12JS9$ $\pm 0,021$ Anyag: CuSn8

7.87. ábra. Csigakerék alkatrészrajza

Ellenőrző kérdések

1. Melyek a hengeres fogaskerék fogazatának jellemző elnevezései?
2. Mi a fogosztás és a modul fogalma?
3. Ismertessük a hengeres elemi fogazat méreteinek összefüggéseit, képleteit!
4. Ismertessük a fogazat egyszerűsített ábrázolásának a szabályait!
5. Ismertessük a fogasív és a fogasléc fogazatának ábrázolási szabályait!
6. Milyen célból készítünk kinematikai ábrákat?
7. A fogaskerék kinematikai rajzjelén hogyan jelöljük a tengelyen való elcsúszthatóságot?
8. Nézeti képen hogyan kell ábrázolni a kapcsolódó fogazott alkatrészeket?
9. Mi a kapcsolódó fogak metszeti ábrázolására vonatkozó előírás?
10. Alkatrészrajzon hogyan adjuk meg a fogazat méreteit?
11. Hol kell elhelyezni a fogoldalra vonatkozó érdességi jelet?
12. A hengeres fogaskerek fogazatának mely méreteit kell előírni az alkatrészrajzon?
13. A kúpfogaskerek fogazatának mely méreteit kell előírni az alkatrészrajzon?
14. A hengeres csiga és a csigakerék fogazatának mely méreteit kell előírni az alkatrészrajzon?
15. Milyen adatokat tartalmaz a fogaskerék alkatrészrajzán elhelyezett adattáblázat?
16. Végezzünk rajzolvasást a **7.81.**, a **7.84.**, a **7.86.** és a **7.87.** ábrákon megadott alkatrészrajzokon!

Válaszoljunk a következő kérdésekre!

- a) Milyen fogirányú és fogazatú az adott fogaskerék?
- b) Milyen ábrázolási megoldások (nézet, metszet, egyszerűsítés stb.) láthatók a rajzon?
- c) Értelmezzük az ISO-tűrésjeleket! Számítsuk ki az adott méretekre vonatkozóan a N , a FH , az AH és a T értékeit!
- d) Értelmezzük a helyzetpontossági követelmény előírását!
- e) Milyen kiemelt és helyi érdességi követelményeket írtak elő?
- f) Értelmezzük a fogazat adattáblázatban megadott jellemzőit!
- g) Milyen anyagminőségből kell elkészíteni az alkatrészt?

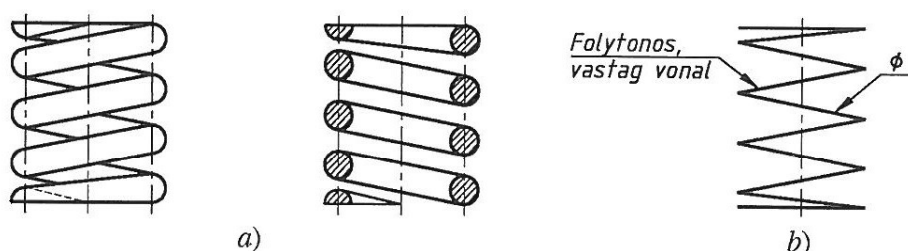
7.6. Rugók ábrázolása

A fémrugók olyan gépelemek, amelyek terhelés hatására alakjukat rugalmasan és nagymértékben megváltoztatják. Alkalmazási feladataik: mozgásváltozások kiegyenlítése (pl. járműrugók), ütközések tompítása, energia emésztése (pl. ütközőkészülékek), kényszermozgatások (pl. szeleprugók), erő tárolása (pl. órarugó) stb. Kialakításuk szerint a rugók lehetnek csavarrugók, tányérrugók, gyűrűsrugók, lemezrugók vagy sík spirálrugók. A fémrugók anyaga jó minőségű acél (pl. 55 Si 7, 60 SiMn 5), sárgaréz (pl. CuZn37) vagy bronz (pl. CuSn6).

A fémrugók fajtáival és méretezési elveivel részletesen foglalkozik a Tankönyvmester Kiadó: **Gépelemek** c. könyve.

7.6.1. Rugók fajtái és ábrázolásuk

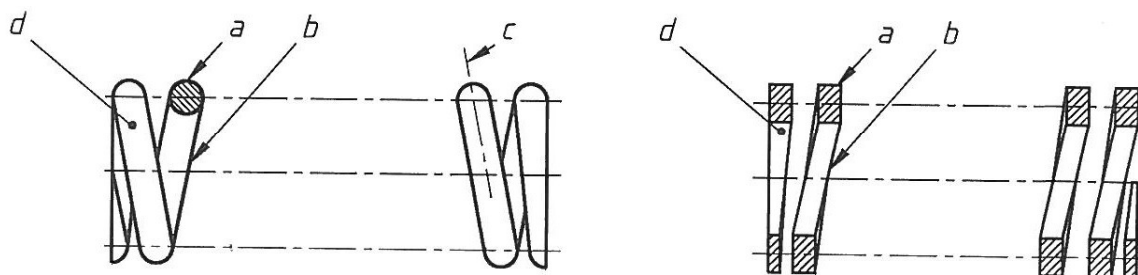
A leggyakrabban alkalmazott rugófajták a különféle nyomó-, húzó- és forgató csavarrugók. Ezek valódi alakja többnyire bonyolult, ezért a rajzon egyszerűsített vagy jelképes ábrázolást alkalmazunk. Az egyszerűsített ábrázolás lehet nézeti vagy metszeti rajz (7.88. ábra). A jelképes ábrázolást vékony ($d < 1$ mm) rugók esetén, vagy kinematikai ábrákon alkalmazzuk.



7.88. ábra. Nyomó csavarrugó különféle ábrázolási lehetőségei
a) egyszerűsített ábrázolás nézetben, ill. metszetben; b) jelképes ábrázolás

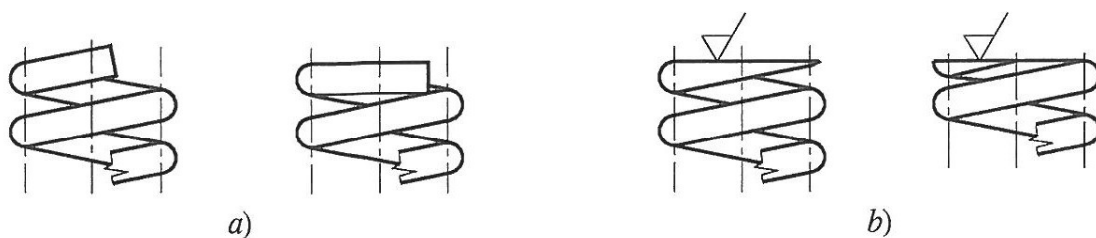
A csavarrugók ábrázolásakor a következő egyszerűsítések alkalmazhatók (7.89. ábra):

- a rugóhuzal szelvényeit elméleti alakúra (pl. kör, négyzet, téglalap) kell rajzolni (a),
- a rugómenetek vonalát egyenesre rajzoljuk (valójában görbe) (b),
- a huzal középvonalát nem kell megrajzolni (c),
- nagy menetszámú ($n \geq 5$) rugó esetén elegendő a rugóvégek és még egy-két menet megrajzolása, a rugó középrésze elhagyható (d).



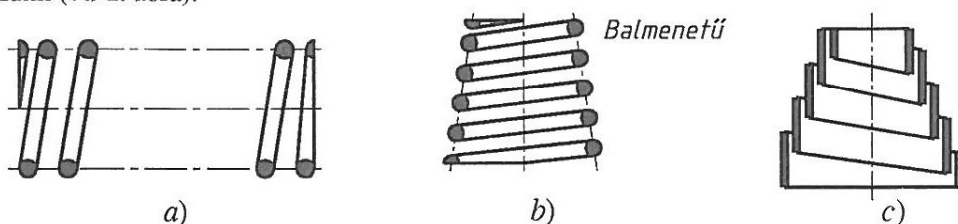
7.89. ábra. Egyszerűsítések a nyomó csavarrugók rajzán

A csavarrugók menetemelkedését mérethelyesen, a rugóvégek kialakítását pedig a valóságos alaknak megfelelően kell ábrázolni. A nyomórugók végei – a felhasználási körülményeknek megfelelően – lehetnek nyitottak vagy zártak, és köszörült vagy köszörületlen kivitelűek (7.90. ábra).



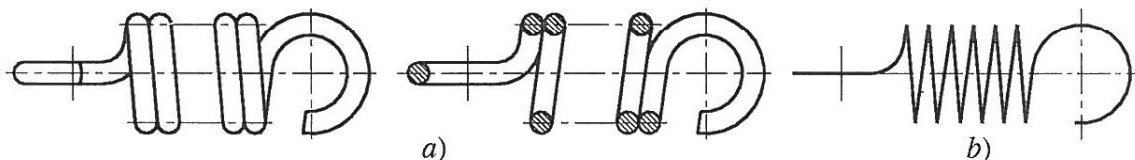
7.90. ábra. Nyomó csavarrugók különféle végkialakításai
a) nyitott, ill. zárt köszörületlen rugóvég; b) nyitott, ill. zárt köszörült rugóvég

A csavarrugókat a valóságos csavarodási irány szerint ábrázoljuk. A bal csavarodású rugó rajzán az ábra mellé kell írni a „Balmenetű” szöveget, vagy az adattáblázatban kell jelölni a csavarodási irányt. Ha metszeti rajzon a rugó szelvényének mérete kicsi (kb. < 2 mm), akkor vonalkázás helyett feketítést alkalmazunk (7.91. ábra).

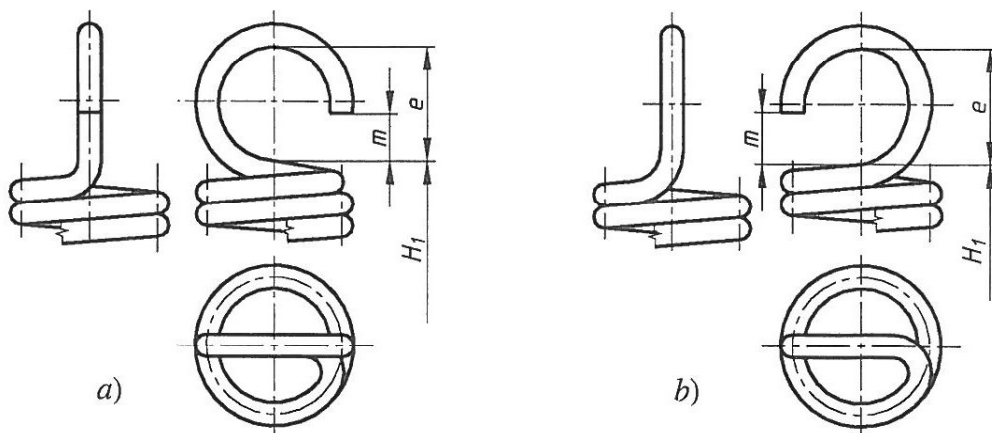


7.91. ábra. Kis szelvényméretű rugók metszeti ábrázolása
a) hengeres nyomórugó $n > 4$; b) kúpos nyomórugó; c) tekercsrugó

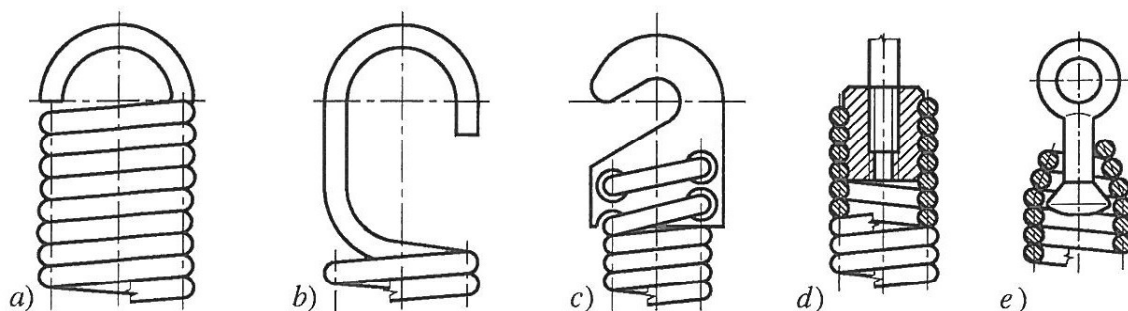
A nyomórugók rajzain alkalmazott egyszerűsítések értelemszerűen alkalmazhatók a húzó csavarrugók ábrázolásakor. A terheletlen húzórugó meneteit egymás mellé rajzoljuk (7.92. ábra). A húzórugók végeit a valóságos alaknak megfelelően kell ábrázolni. A gyakoribb szemkialakításokat szemlélteti a 7.93. és a 7.94. ábra.



7.92. ábra. Húzó csavarrugó különféle ábrázolási lehetőségei
a) egyszerűsített ábrázolás nézetben, ill. metszetben; b) jelképes ábrázolás



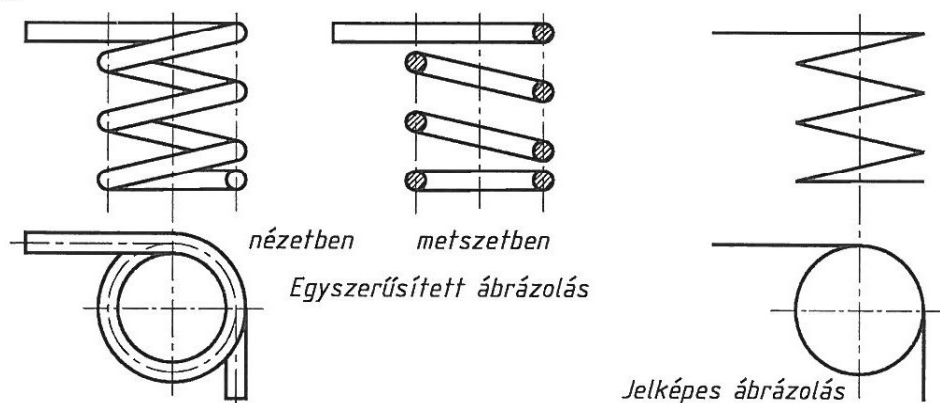
7.93. ábra. Rugóvégek kialakításának ábrázolása
a) angol, b) német szemkialakítás



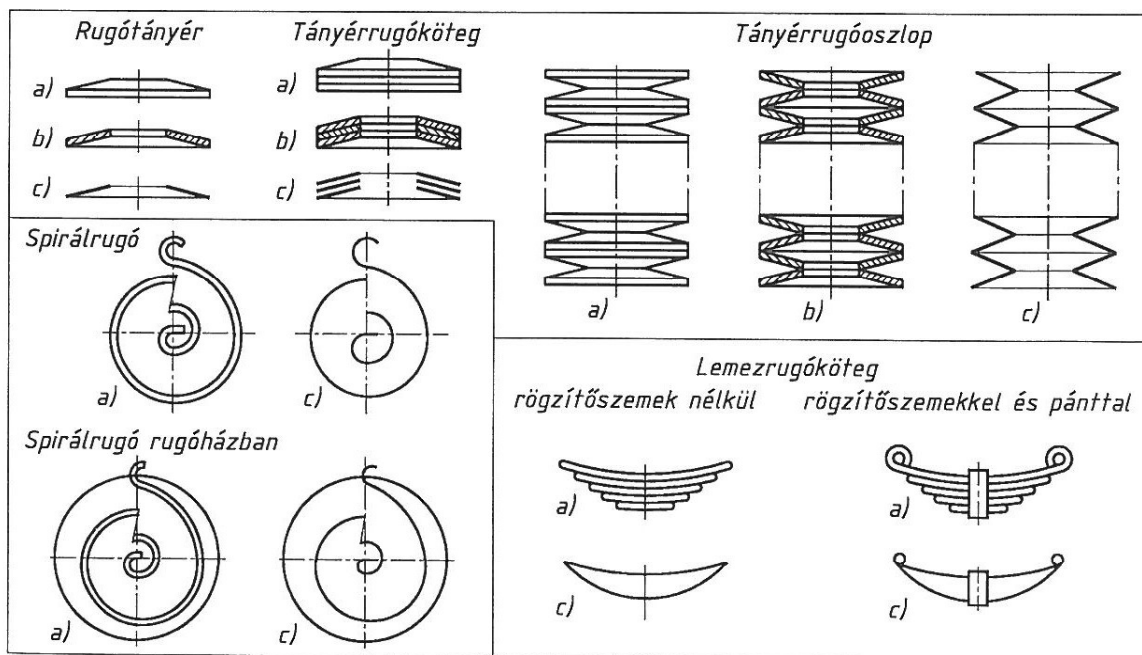
7.94. ábra. Húzó csavarrugó végeinek különféle megoldásai

a) félszem; b) nyújtott szem; c) becsavart lemezszem;
d) becsavart menetes elem; e) kúpos végű betétes szem

A forgató csavarrugó – hasonlóan az előző rugófajtákhoz – ábrázolható egyszerűsítve vagy jelképesen (7.95. ábra). A tányérrugó, a spirálrugó és a lemezzrugóköteg ábrázolási lehetőségeit a 7.96. ábra foglalja össze.



7.95. ábra. Forgató csavarrugó különféle ábrázolási lehetőségei



7.96. ábra. Tányér-, spirál- és lemezzrugó különféle kivitelei és ábrázolásuk
a) nézetben; b) metszetben; c) jelképesen

7.6.2. Rugók alkatrészrajza

A rugók alkatrészrajzain alkalmazzuk az előzőekben ismertetett ábrázolási egyszerűsítéseket és megadjuk a gyártáshoz és az ellenőrzéshez szükséges méreteket. A rugó műszaki követelményeit (kikészítés, keménység stb.) adattáblázatban közöljük, a terhelési tulajdonságait pedig a rugóerő-diagram megrajzolásával adhatjuk meg.

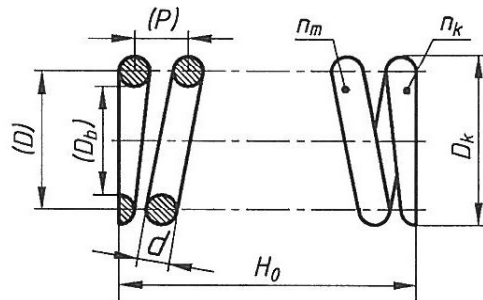
A rugókat alkatrészrajzon terheletlen állapotban ábrázoljuk. Kövessük végig a rajzolás menetét egy hengeres nyomó csavarrugó példáján (7.97. ábra)! A rugó tervezése (méretezése) után rendelkezésünkre állnak a következő adatok:

- a rugó D_k külső vagy D_b belső átmérője;
- a rugó H_0 terheletlen hossza;
- a rugóhuzal d átmérője;
- az n_m működő és az n_δ összes menetek száma;
- a rugó végeinek kialakítása (pl. zárt, síkra köszörült) és a
- menetemelkedés iránya (pl. jobb).

A rajz elkészítéséhez a következő adatok meghatározása szükséges:

- a rugó középátmérője: $D = D_k - d$ vagy $D = D_b + d$;
- a menetemelkedés: $P = (H_0 - d)/n_m$;
- a felfekvő (elköszörült) menetek száma: $n_k = (n_\delta - n_m)/2$ és
- a huzal kiterített hossza: $l \approx D \cdot \pi \cdot n_\delta$.

A rugó szerkesztésének lépéseit a 7.98. ábra, az alkatrészrajzát pedig a 7.99. ábra szemlélteti. A 7.100. ábrán egy húzó csavarrugó alkatrészrajza tanulmányozható.



Példa

Adott: $D_k = 30 \text{ mm}$

$H_0 = 58 \text{ mm}$

$d = 3 \text{ mm}$

$n_m = 5$

$n_\delta = 6,5$

Ebből:

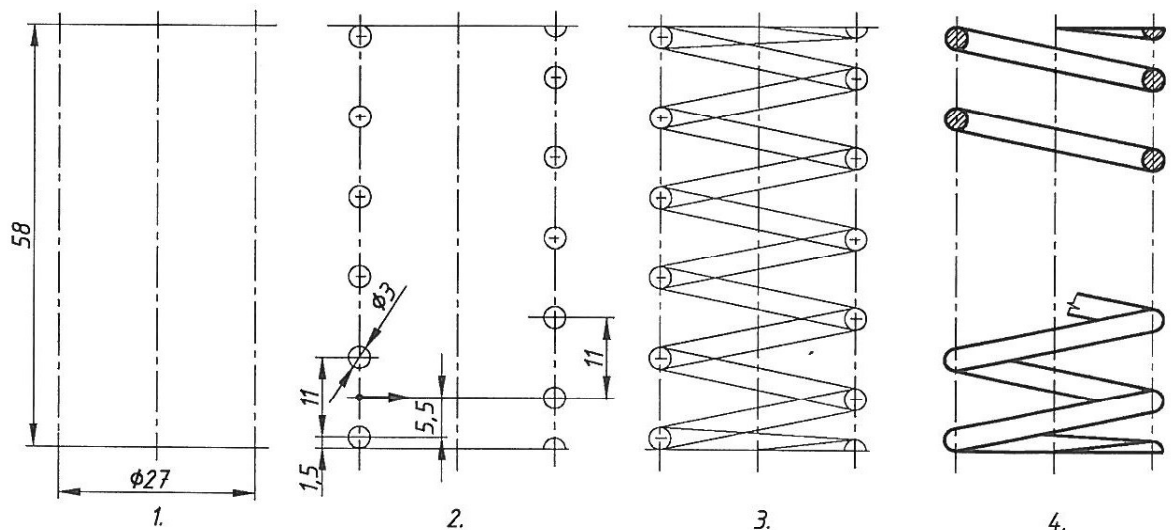
$D = 30 - 3 = 27 \text{ mm}$

$P = (58 - 3)/5 = 11 \text{ mm}$

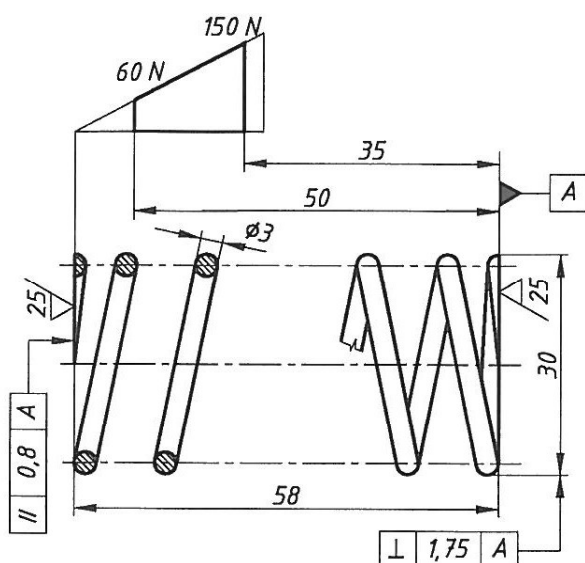
$n_k = (6,5 - 5)/2 = 0,75$

$l \approx 27 \cdot 3,14 \cdot 6,5 \approx 552 \text{ mm}$

7.97. ábra. Nyomó csavarrugó méreteinek meghatározása



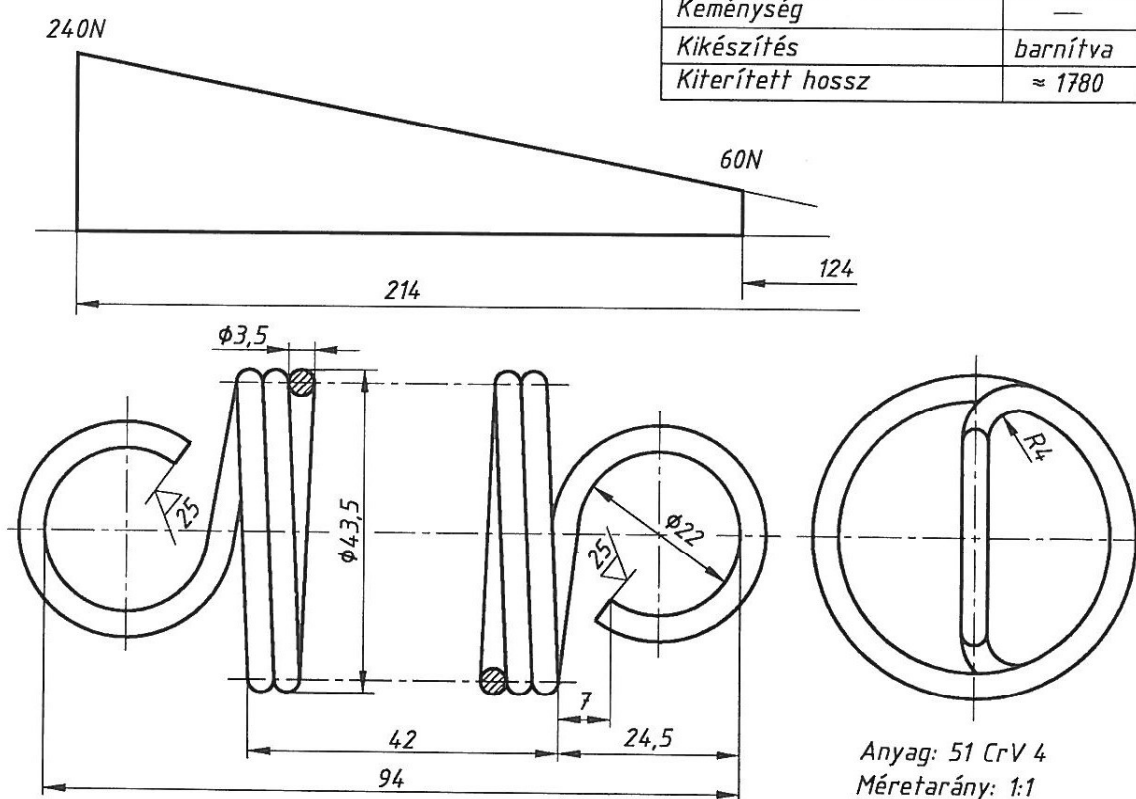
7.98. ábra. Nyomó csavarrugó szerkesztésének lépései 1.-4.



Megnevezés	Adat
Működő menetszám	5
Összes menetszám	6,5
Tekercselés iránya	jobb
Keménység	—
Kikészítés	barnítva
Ellenőrzőhüvely átmérője	30,5
Kiterített hossz	≈ 552

Anyag: 38 Si 7
Méretarány: 1:1

7.99. ábra. Nyomó csavarrugó alkatrészrajza



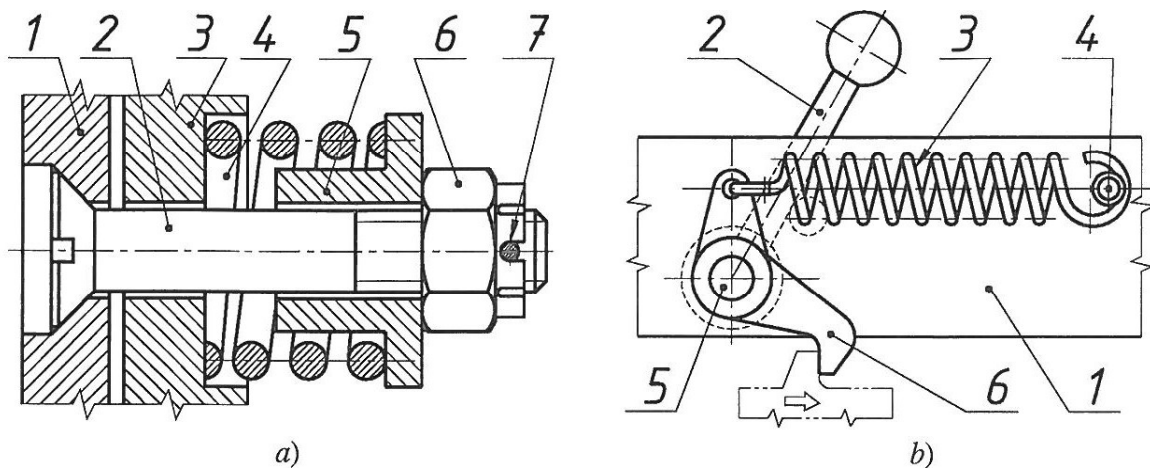
Megnevezés	Adat
Működő menetszám	12
Tekercselés iránya	jobb
Keménység	—
Kikészítés	barnítva
Kiterített hossz	≈ 1780

Anyag: 51 CrV 4
Méretarány: 1:1

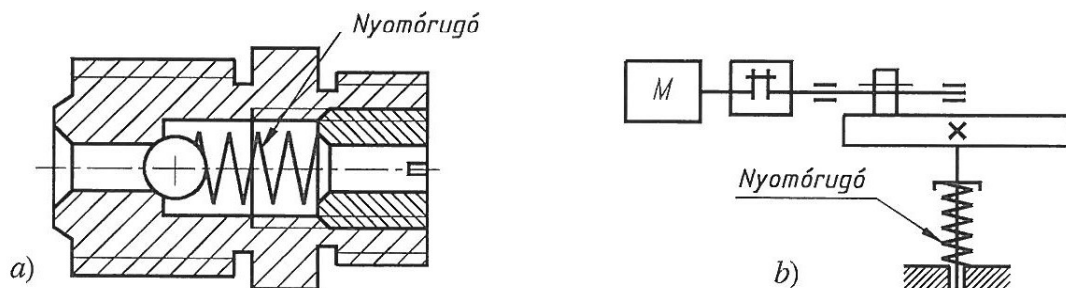
7.100. ábra. Húzó csavarrugó alkatrészrajza

7.6.3. Rugóbeépítések ábrázolása

Összeállítási rajzokon a rugó ábrázolási megoldása igazodjon a szerkezet többi részének ábrázolásához! Ha a szerkezetet metszetben rajzoltuk, akkor a rugót is metszetben kell ábrázolni (7.101.a) ábra), nézeti vetületen viszont a rugó is nézetben rajzolendő (7.101.b) ábra). Ha a rugó rajzi mérete kicsi (pl. vékony huzalból készülő rugóknál), akkor jelképes (vonalas) ábrázolást alkalmazhatunk. Ugyancsak jelképesen rajzoljuk a rugókat a kinematikai rajzokon is (7.102. ábra).



7.101. ábra. Rugók ábrázolása összeállítási rajzokon



7.102. ábra. Rugó jelképes ábrázolása
a) összeállítási rajzon; b) kinematikai rajzon

Ellenőrző kérdések

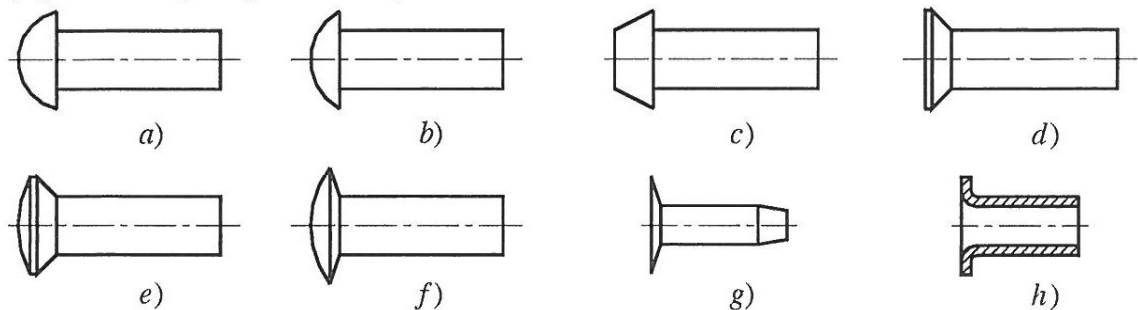
1. Milyen ábrázolási megoldásokat alkalmazhatunk rugók rajzolásakor?
2. Milyen egyszerűsítések alkalmazhatók csavarrugók ábrázolásakor?
3. Hogyan végződhetnek a nyomó csavarrugók?
4. Hogyan kell a kis rajzi méretű rugószelvényeket jelölni?
5. Mi a különbség az angol és a német szemkialakítás között?
6. Milyen nem saját anyagból készülő szemkialakításokat alkalmaznak húzórugók végein?
7. Ismertessük a nyomó csavarrugó fő méreteinek összefüggéseit!
8. Ismertessük a nyomó csavarrugó szerkesztésének menetét!
9. Végezzünk rajzolvasást a nyomó és a húzó csavarrugók alkatrészrajzain (7.99. és 7.100. ábrák)!
10. Hogyan kell ábrázolni összeállítási rajzon a rugókat?

7.7. Nem oldható kötések ábrázolása

A korábbiakban megismert kötőgépelemekkel (csavarokkal, ékekkel, reteszekkel, szegekkel stb.) olyan kapcsolat létesíthető az alkatrészek között, amely szükség esetén szétbontható az elemek roncsolódása nélkül. Ha erre nincs szükség – vagyis nem követelmény az összekötött alkatrészek szétszerelhetősége – ún. nem oldható kötések alkalmaznak. Ilyen kötésnek tekintjük a szegecskötést, a hegesztést, a forrasztást és a ragasztást.

7.7.1. Szegecskötések és szegecskötések ábrázolása

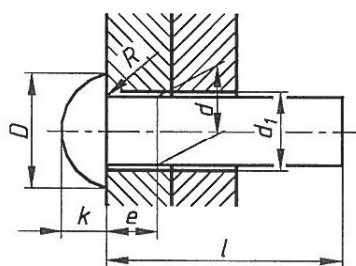
A szegecskötések hengeres szárral készülő kötőelemek, amelyek végére a szegecskötés létrehozásakor képlékeny alakítással zárófejet alakítunk ki. A gyakorlatban alkalmazott szegecsfajták alakját, méreteit és anyagait szabványok írják elő. Fő típusait a 7.103. ábra szemlélteti.



7.103. ábra. Szabványos szegecs típusok

a) félgömbfejű; b) az alacsony félgömbfejű; c) trapézfejű; d) süllyesztett fejű; e) lencsefejű; f) lemezszegecs; g) szíjszegecs; h) csőszegecs

A szabványos szegecs méretválasztékát a méretpótló betűjelek alapján állapíthatjuk meg a megfelelő szabványból, vagy szerkesztési segédletek táblázataiból (7.104. ábra). A szegecs jellemző méretei a d szárátmérő és az l szárhossz. A szegecsre – pl. megrendeléskor vagy darabjegyzékben – a szabványos megnevezéssel kell hivatkozni.



Megnevezés:

Félgömbfejű szegecs MSZ 4254 6x25-S235JR

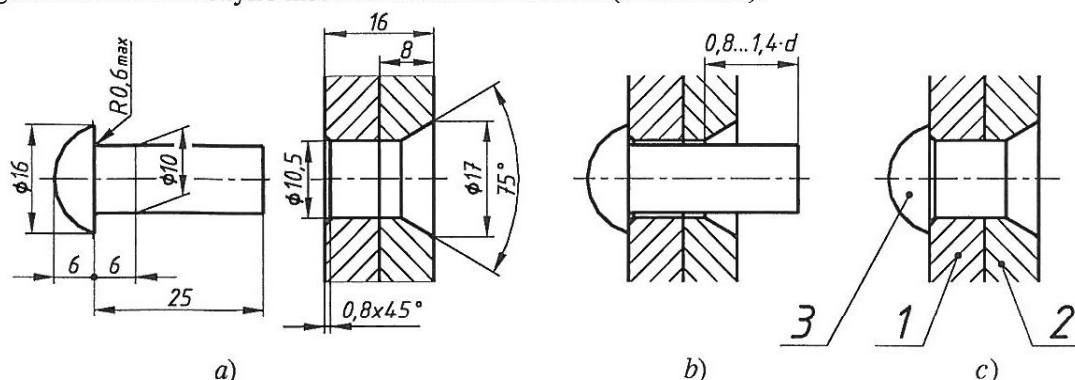
d	1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10
D	1,8	2,1	2,9	3,5	4,4	5,3	7,1	8,8	11	14	16
d_1	1,05	1,25	1,65	2,1	2,6	3,1	4,2	5,2	6,3	8,4	10,5
k	0,6	0,7	1,0	1,2	1,5	1,8	2,4	3,0	3,6	4,8	6
R_{max}	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
e	1,5	1,5	1,5	1,5	3	3	3	4	4	4	6
l	2–8	2–10	3–12	3–16	3–20	3–40	5–50	7–60	7–60	7–70	13–100

7.104. ábra. Példa szegecs méreteinek értelmezésére

A szegecsket önálló gyártási rajzon (alkatrészrajzon) ritkán ábrázoljuk, inkább szegecskötéseken kerül erre sor. A szegecskötéshez az összekötendő anyagokba (pl. lemezekbe) a szárátmérőnél nagyobb, d_1 méretű furatot kell készíteni. Süllyesztett- vagy lencsefej részére a furatot a fej kúpszögének megfelelő – a szárátmérőtől függően 60°, 75°, 90° vagy 120°-os – szögben süllyesztjük. A zárófej kialakításához a szegecsszárat az összekötendő vastagságnál hosszabbra hagyjuk.

A szegecskötés ábrázolható részletesen vagy jelképesen.

Részletes ábrázolás esetén be kell tartani a műszaki ábrázolás általános előírásait (MSZ ISO 128). A szegecskötésekről többnyire metszeti vetületet készítnünk (7.105. ábra).



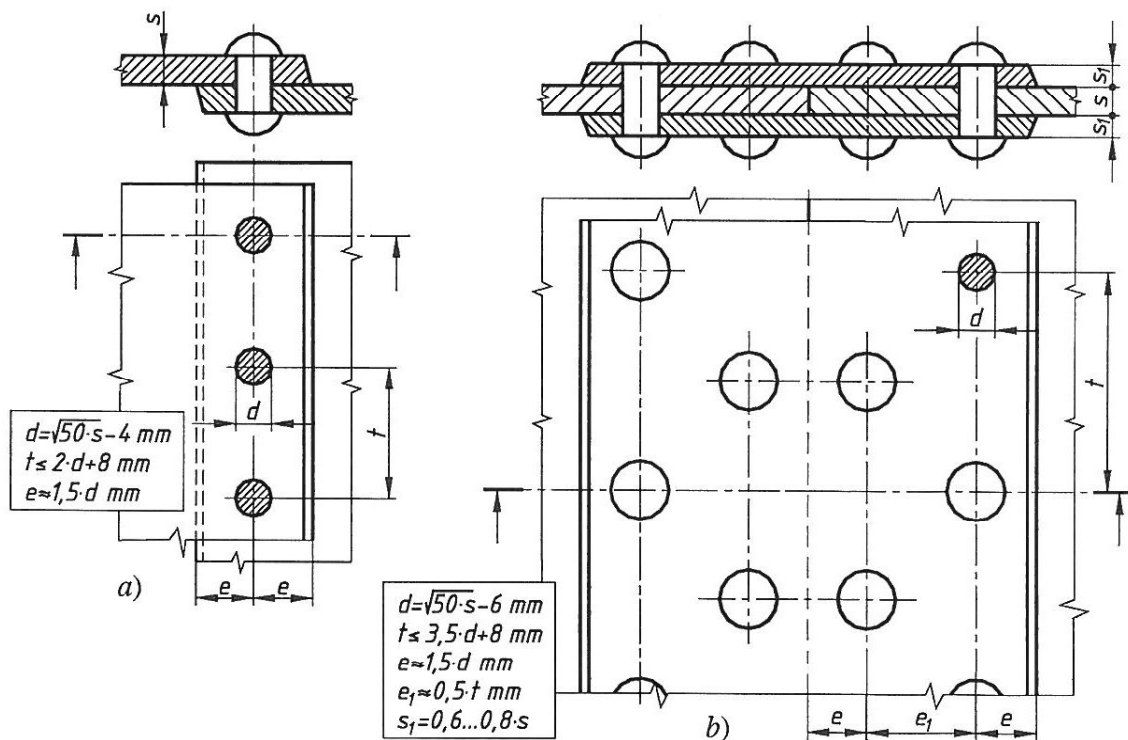
7.105. ábra. Szegecskötés részletes ábrázolása

a) a kötés elemei; b) ráhagyás a zárófej kialakításához; c) a kész szegecskötés

A szegecskötés *részletes ábrázolásakor* követendő szabályok:

- tömör szegecsot hosszirányában metszeni nem szabad, tengelyére merőlegesen lehet;
- a szegecsszár szegecseléskor zömítődik, ezért a furat kontúrvonalát külön nem rajzoljuk meg;
- az összekötendő lemezek metszett felületeit ellentétes irányban kell vonalkázni;
- elhagyható a szegecs furatának éltompítása, a szegecsfej és a szár átmeneti rádiusza és a lazán csatlakozó elemek (pl. a csőszegecs szára és a furat) közötti hézag.

A szegecskötéseket főként tapasztalati képletek alapján méretezik és alakítják ki. Az egysoros, átlapoló és a kétsoros, hevederes kötés részletes ábrázolása és méretösszefüggései elemezhetők a 7.106. ábrán.



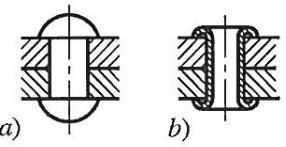
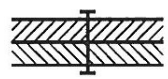
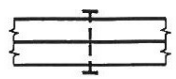
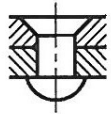
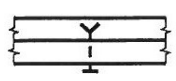
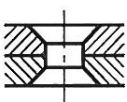
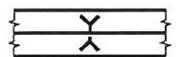
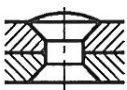
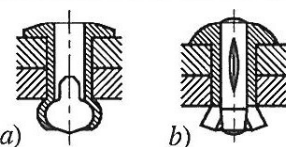
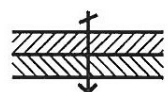
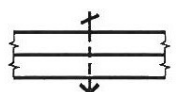
7.106. ábra. Szegecskötések ábrázolása és összefüggései

a) átlapoló; b) hevederes

A szegecselt kötések *jelképesen is ábrázolhatók* a 7.19. táblázat szerint. A jelképeket vastag vonallal kell megrajzolni. Némileg eltér a furatok és a szegecses jelképes ábrázolása fémszerkezetek erősen kicsinyített (1:5, 1:10 stb. arányú) műszaki rajzain (7.20. táblázat).

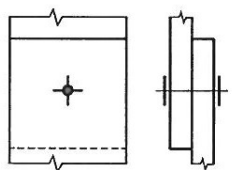
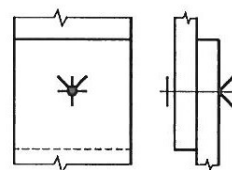
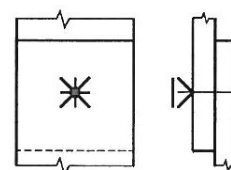
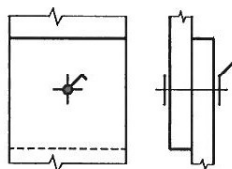
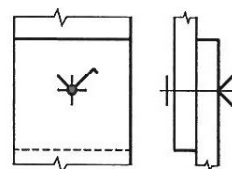
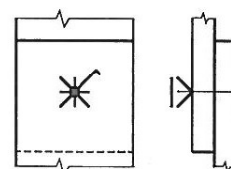
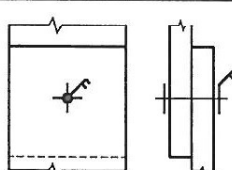
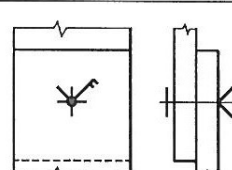
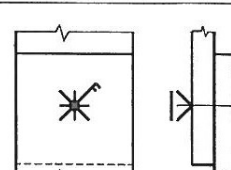
Példák szegecselt kötés jelképes ábrázolására.

7.19. táblázat

A szegecs megnevezése	A szegecselt kötés ábrázolása		
	részletesen	jelképesen	
		metszetben	nézetben
a) félgömbfejú szegecs félgömb zárófejjel b) csőszegecs			
Süllyesztettfejú szegecs félgömb zárófejjel			
Süllyesztettfejú szegecs süllyesztett zárófejjel			
Lencsefejú szegecs süllyesztett zárófejjel			
Különleges szegecs a) pop-szegecs b) Kerpín-szegecs			

Szegecskötés jelképei fémszerkezetek rajzán.

7.20. táblázat

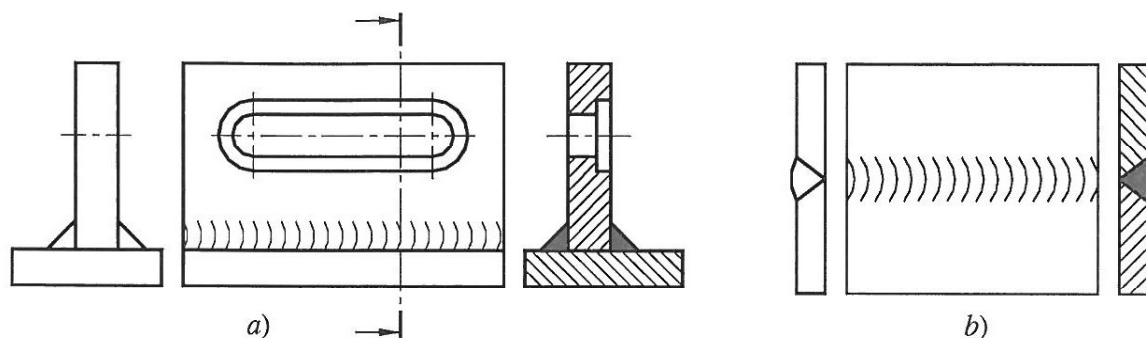
A szegecskötés	Furatban elhelyezett szegecs ábrázolása		
	süllyesztés nélkül	egy oldalon süllyesztve	mindkét oldalon süllyesztve
műhelyben szerelve			
helyszínen szerelve			
helyszínen szerelve és a furat is a helyszínen fúrva			

7.7.2. Hegesztési varratok ábrázolása rajzjelekkel

A hegesztett alkatrészeket a műszaki rajzra vonatkozó általános szabályok szerint kell ábrázolni. A rajtuk levő hegesztési varratokat ábrázolhatjuk:

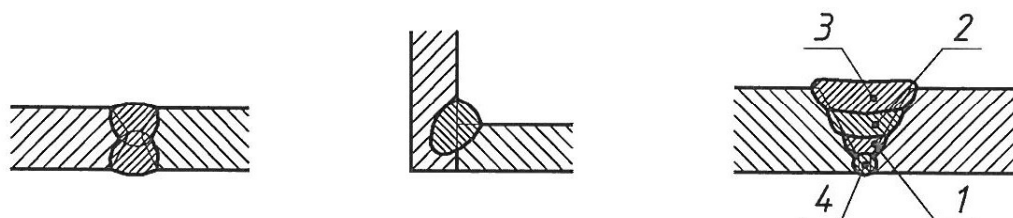
- a géprajz általános előírásai szerint, de kissé egyszerűsítve, vagy
- jelképesen, szabványos rajzjelekkel.

A varratokat nem tudjuk a valóságos alakjuknak megfelelően ábrázolni, ezért egyszerűsítve – elméleti alakúra – rajzoljuk azokat (7.107. ábra). A varratot hosszirányára merőleges nézetben vastag, folytonos vonallal ábrázoljuk, metszetben pedig a szelvényét befeketítjük. Hosszirányú nézetén a varratot – a varratvastagságnak megfelelő méretű – vékony, íves szabadkézi vonalakkal jelöljük. Amennyiben szükséges, lehetőség van a varrat beolvadási övezetének vagy készítési sorrendjének valósághű ábrázolására is (1.108. ábra).



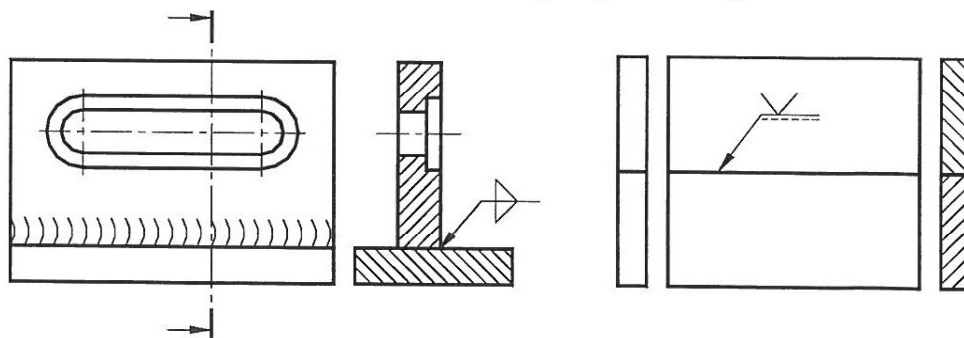
7.107. ábra. Hegesztett kötések egyszerűsített ábrázolása

a) kettős sarokvarrat; b) V varrat



7.108. ábra. Különféle varratok beolvadási övezetének ábrázolása

A gyakori hegesztési varratokat egyszerűsítetten (jelképekkel), az MSZ EN 22553 szabványban megadott rajzjelekkel célszerű ábrázolni (7.109. ábra). Ilyenkor a varratokat nem rajzoljuk ki, hanem a rajzjel tartalmazza a varrat fajtáját, méreteit stb. A rajzjelekkel való ábrázolás *alapjelekből* áll, amelyeket ki lehet bővíteni *kiegészítőjelekkel*, *méreteket megadó jellel* és *kiegészítő utasításokkal*.



7.109. ábra. Hegesztett kötések ábrázolása rajzjelekkel

A hegesztési varratok alap- és kiegészítőjelei

A különféle hegesztéseket olyan alapjel jelöli, amely általában hasonló a hegesztési varrat keresztmetszetének (szelvényének) alakjához (7.21. táblázat). A rajzzel az alkalmazott hegesztési eljárást nem mutatja meg.

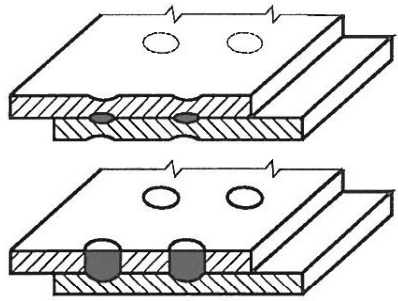
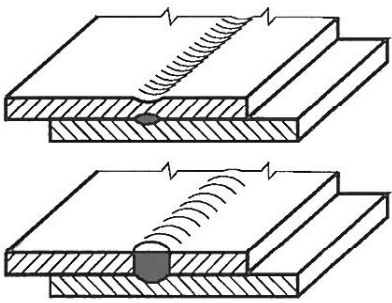
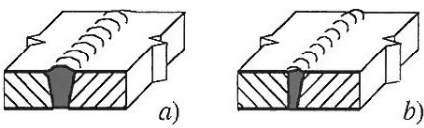
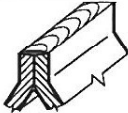
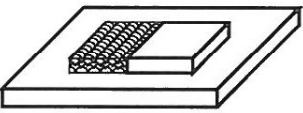
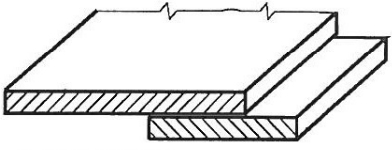
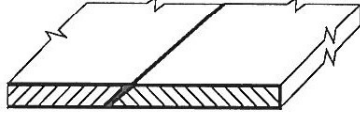
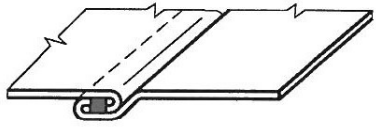
A hegesztési varratok alapjelei.

7.21. táblázat

Sor-szám	Megnevezés	Képies ábrázolás	Rajzzel
1.	Felperemezett lemezek közötti tompavarrat (peremvarrat)		
2.	Egyoldali tompa I varrat		
3.	a) egyoldali tompa V varrat		
4.	b) egyoldali tompa 1/2 V varrat		
5.	a) egyoldali tompa Y varrat		
6.	b) egyoldali tompa 1/2 Y varrat		
7.	a) egyoldali tompa U varrat		
8.	b) egyold. tompa J (1/2U) varrat		
9.	Gyökutánhegesztett tompavarrat Hátoldali varrat		
10.	Sarokvarrat		
11.	Horonyvarrat		

A hegesztési varratok alapjelei.

7.21. táblázat (folytatás)

Sor-szám	Megnevezés	Képies ábrázolás	Rajzjel
12.	Ponthegeztés, pontvarrat		
13.	Vonalhegeztés, vonalvarrat		
14.	a) meredekfalú tompa V varrat		
15.	b) m. falú tompa 1/2 V varrat		
16.	Homlokvarrat		
17.	Felrakóhegeztés		
18.	Varrat a felületen		
19.	Ferde varrat		
20.	Hajtogatott varrat		

Szükség esetén az alapjeleket lehet kombinálni. A két oldalról hegesztett varratok esetén az alapjeleket a referenciavonalra szimmetrikusan helyezjük el (7.22. táblázat).

Kettős varratok rajzjelei.

7.22. táblázat

Megnevezés	Rajzjel	Megnevezés	Rajzjel
Gyökutánhegesztett peremvarrat		Kettős Y varrat	
Kettős I varrat		Kettős 1/2Y varrat	
Gyökutánhegesztett V varrat		Kettős U varrat	
Kettős V varrat (X varrat)		Kettős 1/2U varrat	
Kettős 1/2V varrat (K varrat)		Kettős sarokvarrat	

Az alapjeleket ki lehet egészíteni olyan további rajzjelekkel, amelyek a hegesztési varrat szabad felületének (koronafelületének) az alakjára (sík, domború vagy homorú) utalnak. A kiegészítőjeleket csak akkor kell alkalmazni, ha a varratfelület alakját részletesen elő kell írni.

A varrat jellemzőinek megadása további, ún. kiegészítő utasításokat tehet szükségessé. Ilyenek a körbemenő varratra utaló kis kör, valamint a szerelési (helyszíni) varratra utaló zászló, amelyeket a varratra mutató vonal és a referenciavonal csatlakozásánál kell elhelyezni. A hegesztési eljárást szükség esetén számmal (az MSZ ISO 4063 szerint) kell megadni, amit a referenciavonal végén kialakított villa ágai közé kell beírni (7.23. táblázat).

Hegesztési varratok kiegészítőjelei és utasításai.

7.23. táblázat

Megnevezés	Rajzjel	Megnevezés	Rajzjel
Sík (általában lemnunkált) varrat		Olvadó betéttel Alátét alkalmazásával	
Domború varratfelület		Körbemenő varrat jelölése	
Homorú varratfelület		Szerelési (helyszíni) varrat	
Varratátmenet éles sarok nélkül		A hegesztési eljárás jelölése	

A rajzjelek elhelyezése a műszaki rajzokon

A hegesztési varratok rajzjelekkel való (jelképes) ábrázolásakor maguk a rajzjelek csak a varratalakra utalnak. Az egyértelmű meghatározáshoz meg kell még adni a varrat helyzetét, méreteit és egyéb jellemzőit (pl. a hegesztési eljárást).

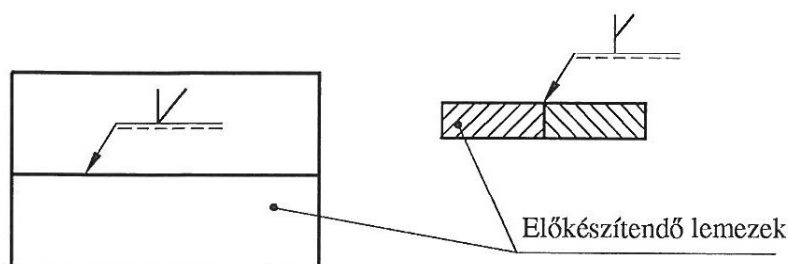
A rajzjel elhelyezése szigorúan utal a varrat helyére, ezért nagy gonddal kell azt megadni. Különösen az egyoldali varratok előírásánál lehet ennek jelentősége, ahol nem mindegy, hogy a varratot melyik oldalra kell készíteni (pl. a lemezek leélezése miatt).

A rajzjeleket a rajzon ún. kettős referenciavonalon (hivatkozási vonalon) kell elhelyezni, amit nyílhegyben végződő mutatóvonal köt össze a kapcsolódó felületek helyével (7.110. ábra). A referenciavonal legyen párhuzamos az ábra alapvonalával! Ha ez nem lehetséges, akkor arra merőlegesen kell megrajzolni. A szaggatott vonal elhelyezhető a folytonos vonal alatt vagy felett egyaránt. Szimmetrikus varratok esetén a szaggatott vonal felesleges, ezért elhagyható.

A mutatóvonal elhelyezése a varrat helyzetének szempontjából általában nem meghatározó, de az 1/2V, 1/2Y és 1/2U varratoknál a nyíl az előkészítendő lemezre mutasson (7.111. ábra).

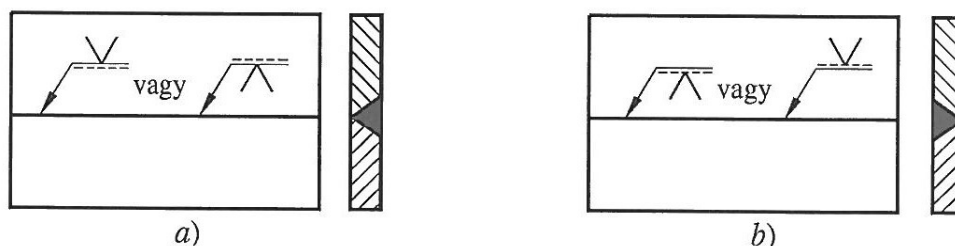


7.110. ábra. A rajzjel elhelyezése és a referenciavonal elemei
1 mutatóvonal; 2a referenciavonal (folytonos); 2b azonosítóvonal (szaggatott); 3 varrat jele



7.111. ábra. A mutatóvonal iránya 1/2 varratoknál

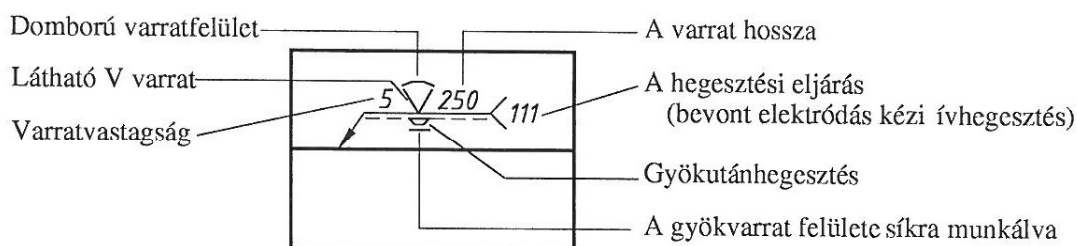
Ha a mutatóvonal nyílja látható varratra, azaz a nyíl felőli oldalról hegesztendő varratra mutat, akkor a varrat rajzjelét a referenciavonal folytonos vonalán kell elhelyezni. Ha viszont a hegesztési varrat a másik (takart) oldalon van, akkor a rajzjelet a szaggatott vonalon helyezzük el (7.112. ábra). Az ábrán illusztrált elveket valamennyi varratfajta rajzjeleinek elhelyezésénél alkalmazhatjuk.



7.112. ábra. A rajzjel elhelyezése a varrat láthatóságától függően
a) varrat a nyíl felőli (látható) oldalon; b) varrat a másik (takart) oldalon

A hegesztési varratok méretmegadása

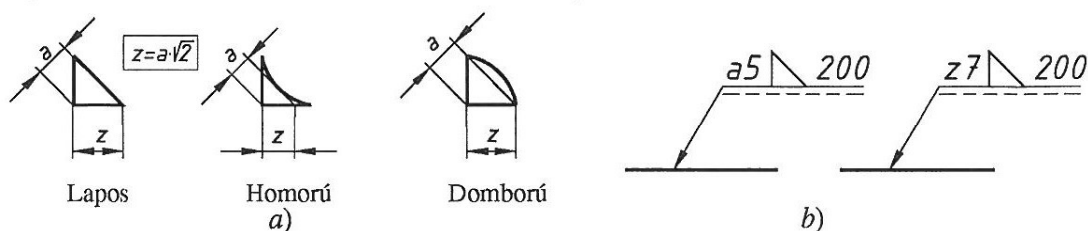
A rajzon minden egyes hegesztési rajzjelet mérettel kell ellátni (az ismétlődő méretek a rajzon kiemelhetők). A méreteket úgy helyezzük el, hogy a keresztmetszet fő méretei a jel bal oldalára, a hosszúság méretei pedig a jel jobb oldalára kerüljenek (7.113. ábra)!



7.113. ábra. Példa hegesztési varrat méretmegadására

Ha a jelet nem követi hossz méret, akkor a varrat a munkadarab teljes hosszában folyamatos. A másik oldali utasítás (pl. gyökvarrat) hiánya azt jelenti, hogy az egyoldali hegesztés varrata teljesen kitölti a kapcsolódó felületeket.

Sarokvarrat esetében a méretek megadására két lehetőség van. Vagy a varrat keresztmetszetébe írható legnagyobb egyenlőszárú háromszög alapjához tartozó magasságot (a varrat legkisebb vastagsági méretét) adjuk meg (ennek jele a), vagy pedig a varrat keresztmetszetébe írható legnagyobb egyenlőszárú háromszög szárhosszát (a varratoldal méretét) írjuk elő (ennek jele z). A sarokvarrat méretmegadásakor a varrat fő mérete előtt fel kell tüntetni a megfelelő azonosító betűt (7.114. ábra). Varratfajták méretmegadására és fő méreteinek értelmezésére látunk példákat a 7.24. és 7.25. táblázatokban.



7.114. ábra. Sarokvarrat méretmegadása és értelmezése
a) sarokvarratok jellemző méretei; b) példák méretmegadásra

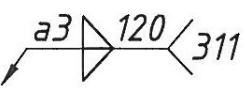
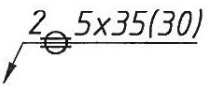
Hegesztési varratok méretmegadása.

7.24. táblázat

7.2.4. ábrák			Magyarázat
Peremvarrat	I varrat	V varrat	s: a varrat felső és alsó síkja közötti távolság
Szakaszos sarokvarratok a) b)			l: a varratszakasz hossza e: a varratszakaszok közötti távolság n: a varratszakaszok száma a: varratvastagság a) részletes ábrázolás b) jelképes ábrázolás
Ponthegesztés a) b)		Vonalvarrat (pontosoros kötés) a) b)	
v: a pontosor távolsága a lemez szélétől n: a pontok száma e: kiosztás d: pontátmérő		n: a varratszakaszok száma l: a varratszakasz hossza e: kiosztás c: a varrat szélessége	

Példák varratméretek előírására és értelmezésére.

7.25. táblázat

Előírás	Értelmezés
	- helyszíni hegesztés; - nyíl felőli oldalról hegesztett, domború szabadfelületű, 5 mm vastag V varrat, 250 mm varrathosszal; - síkra munkált gyökvarrat; - hegesztési eljárás (111): bevont elektródás kézi ívhegesztés
	- körbehegesztett varrat; - 4 mm varratoldal-hosszúságú, homorú szabadfelületű, egyoldali sarokvarrat, 95 mm varrathosszal; - a varrat a másik (takart) oldalra készítendő
	- 3 mm varratvastagságú, kettős sarokvarrat, lapos szabadfelülettel, 120 mm hosszon; - hegesztési eljárás (311): gázhegesztés
	- 5 db. 35 mm hosszú és 2 mm varratszélességű vonalvarrat (pontosoros kötés), egymástól 30 mm távolságra
A gyakori hegesztési eljárások számkódjai	111 bevont elektródás kézi ívhegesztés; 114 porbeles huzallal, védőgáz nélkül végzett ívhegesztés; 12 fedettívű hegesztés; 131 fogyóelektródás, semlegesgázos ívhegesztés (MIG); 135 fogyóelektródás, aktív védőgázos ívhegesztés (MAG); 136 porbeles huzallal, aktív védőgázzal végzett hegesztés; 141 volfrámelektródás, semlegesgázos ívhegesztés (TIG); 15 plazmaív-hegesztés; 311 gázhegesztés (oxigén-acetilén hegesztés).

Hegesztett kötések tűrései

Ha a rajzon a méretszám mellett vagy más módon nincs egyedi tűrés előírva, akkor a hegesztett szerkezetek hossz- és szögméreteinek megkívánt pontosságát az MSZ ISO 12180-1. szabvány szerint kell előírni. Ebben négy pontossági osztály található (A...D), és a rajzon – az erre a célra kijelölt helyen (pl. a feliratmezőben) – fel kell tüntetni a tervező által kiválasztott pontossági osztályt, pl. MSZ ISO 12180-B. A hosszméretek pontossági osztályait és az egyes mérettartományok határeltéréseit a 7.26. táblázat, a szögméreteket pedig a 7.27. táblázat tartalmazza

Hegesztett kötések hosszméreteinek pontossági osztályai.

7.26. táblázat

Pontossági osztály	Névleges mérettartományok					
	2-től 30-ig	30 felett 120-ig	120 felett 400-ig	400 felett 1000-ig	1000 felett 2000-ig	2000 felett 4000-ig
A	±1	±1	±1	±2	±3	±4
B		±2	±2	±3	±4	±6
C		±3	±4	±6	±8	±11
D		±4	±7	±9	±12	±16

Hegesztett kötések szögméreteinek pontossági osztályai.

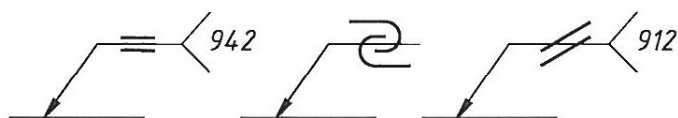
7.27. táblázat

Pontossági osztály	Névleges mérettartományok (a rövidebb szögszár hossza)					
	400-ig	400–1000-ig	1000 felett	400-ig	400–1000-ig	1000 felett
	Határeltérések			Kb. határeltérések, mm/m		
A	± 20	± 15	± 10	± 6	$\pm 4,5$	± 3
B	± 45	± 30	± 20	± 13	± 9	± 6
C	$\pm 1^\circ$	± 45	± 30	± 18	± 13	± 9
D	$\pm 1^\circ 30$	$\pm 1^\circ 15$	$\pm 1^\circ$	± 26	± 22	± 18

7.7.3. Egyéb, nem oldható kötések ábrázolása

A forrasztott kötések ábrázolására érvényesek az előző fejezet előírásai. A forrasztás megvalósítható az alkatrészek felületeinek egyszerű (egyenes vagy ferde) összeillesztésével, vagy a lemezek hajtogatásával. Az alkalmazható varratjelek a 7.21. táblázat 18–20. sorszámú jelei, ezeket adjuk meg a referenciavonalon (7.115. ábra). A forrasztási eljárást a referenciavonal végén levő villában, a megfelelő – MSZ ISO 4063 szerinti – nemzetközi kódszám megadásával írhatjuk elő (pl. keményforrasztás lánggal: 912, lágyforrasztás pákával: 952, lágyforrasztás lánggal: 942).

A ragasztott kötést nyílhegyben végződő, vékony mutatóvonalon írhatjuk elő szöveges utasítással. A mutatóvonal alatt meg kell adni az alkalmazandó ragasztóanyag pontos megnevezését (7.116. ábra).



7.115. ábra. A forrasztás rajzjeleinek elhelyezése

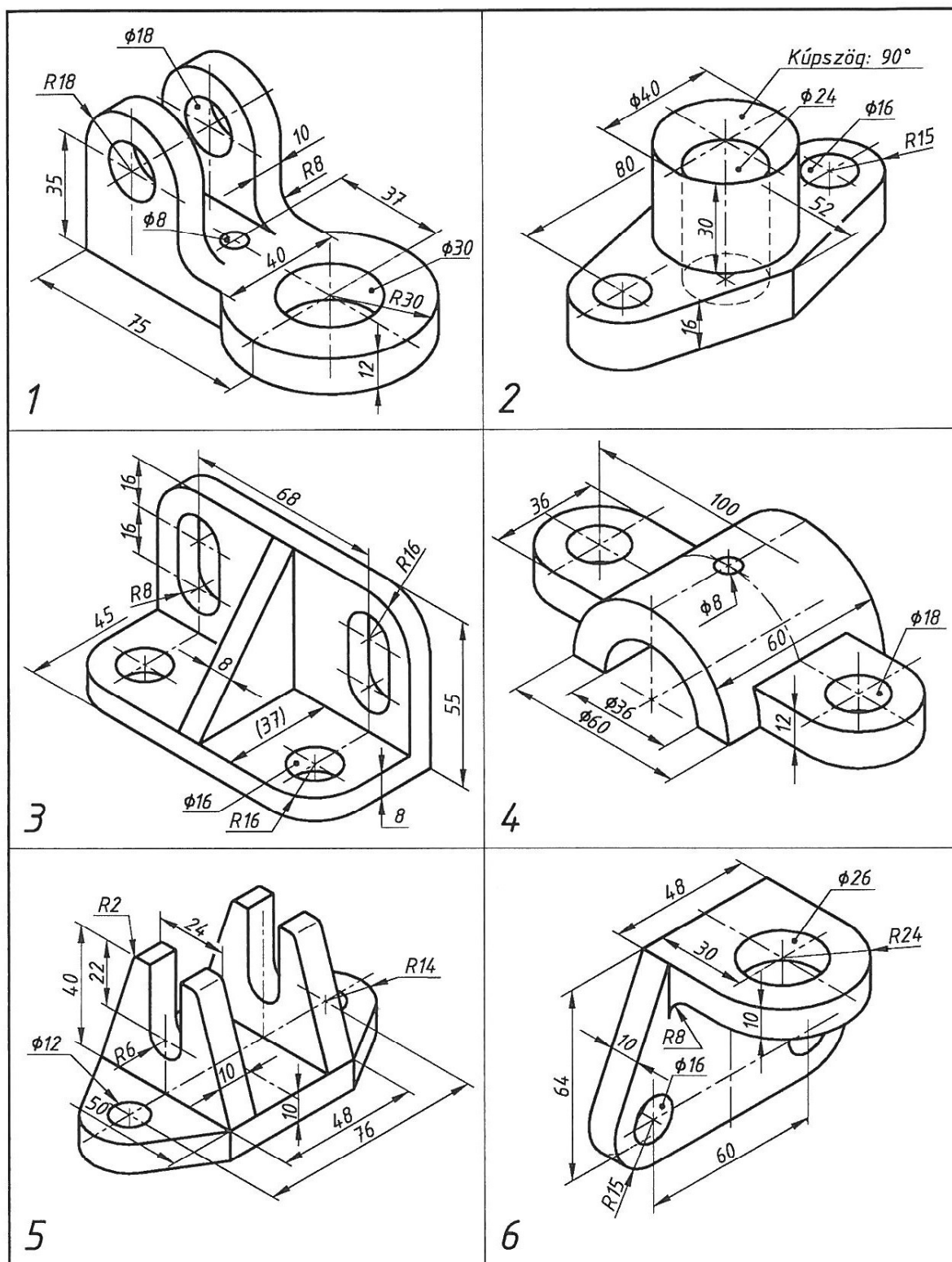


7.116. ábra. Ragasztás jelölése

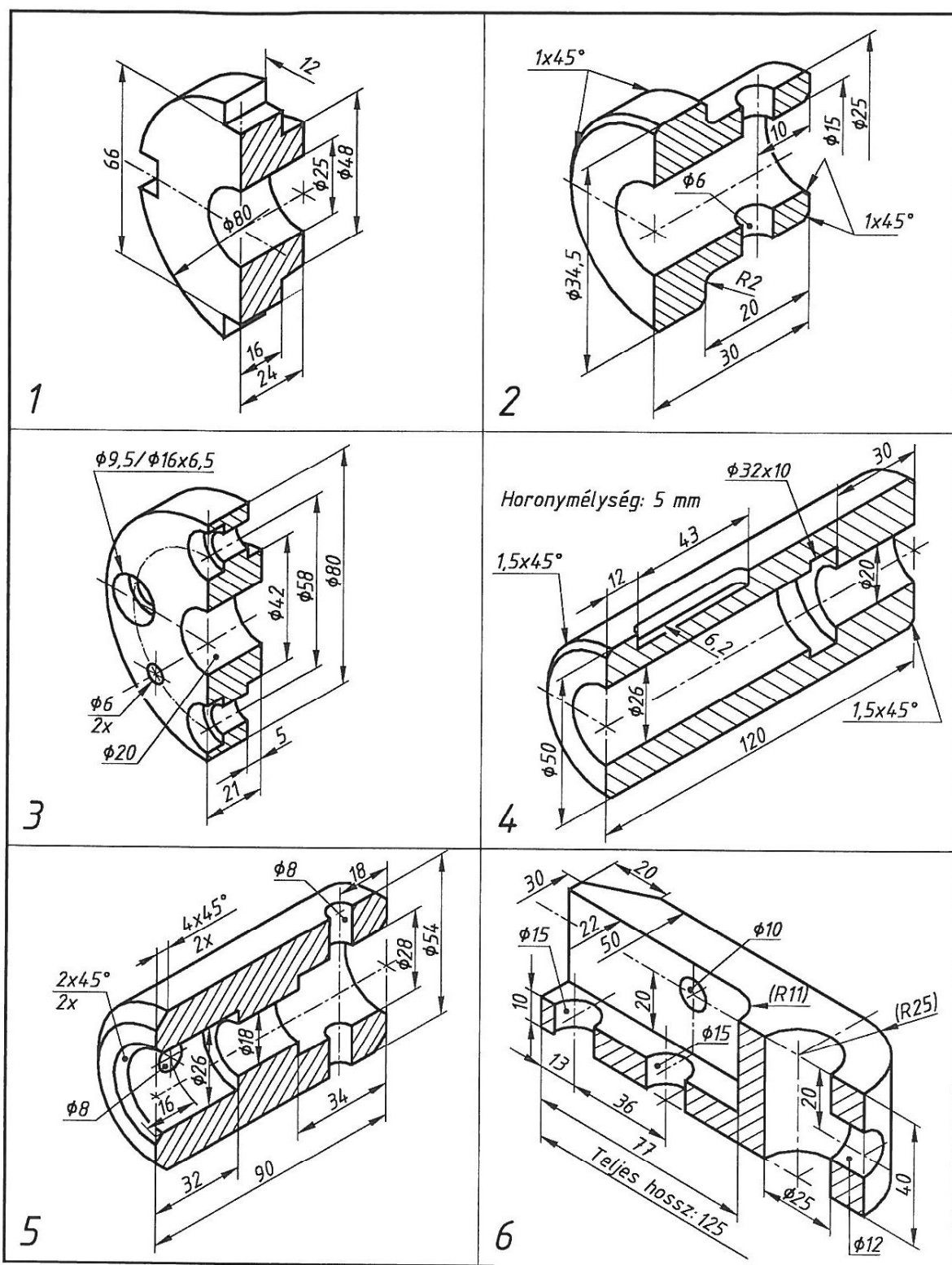
Ellenőrző kérdések

1. Milyen szabványos szegecstípusokat ismerünk?
2. Ismertessük a szegecskötés részletes ábrázolásának a szabályait!
3. Melyek a tanult átlapolt és hevederes szegecskötések fő méretösszefüggései?
4. Fémszerkezetek rajzán hogyan ábrázolhatók a szegecssek?
5. Ismertessük a varratfajtákat és a rajzjeleiket!
6. Melyek a gyakoribb kombinált alapjelek?
7. Melyek a hegesztési varratok szabad felületeit előíró kiegészítőjelek?
8. Hogyan jelöljük a körbemenő és a szereléskor készítendő varratokat?
9. Mi a gázhegesztés és a kézi villamos ívhegesztés nemzetközi kódjele?
10. Hogyan helyezhetjük el a hegesztési varrat rajzjelét a referenciavonalon?
11. Mit jelent a derékszögű sarokvarrat α , ill. z mérete?
12. Hogyan adjuk meg a hegesztett kötések tűréseit a műszaki rajzokon?

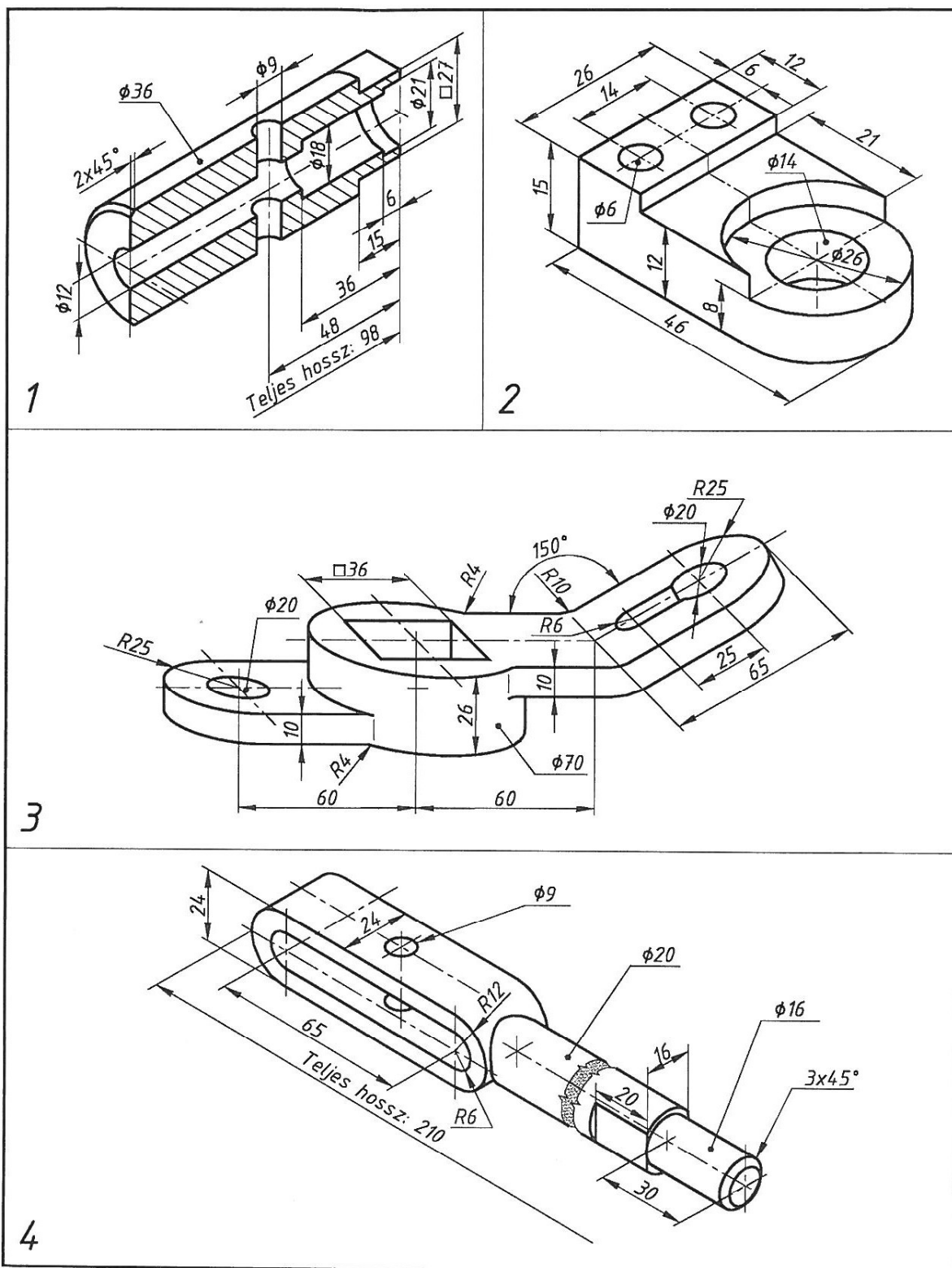
FELADATGYŰJTEMÉNY



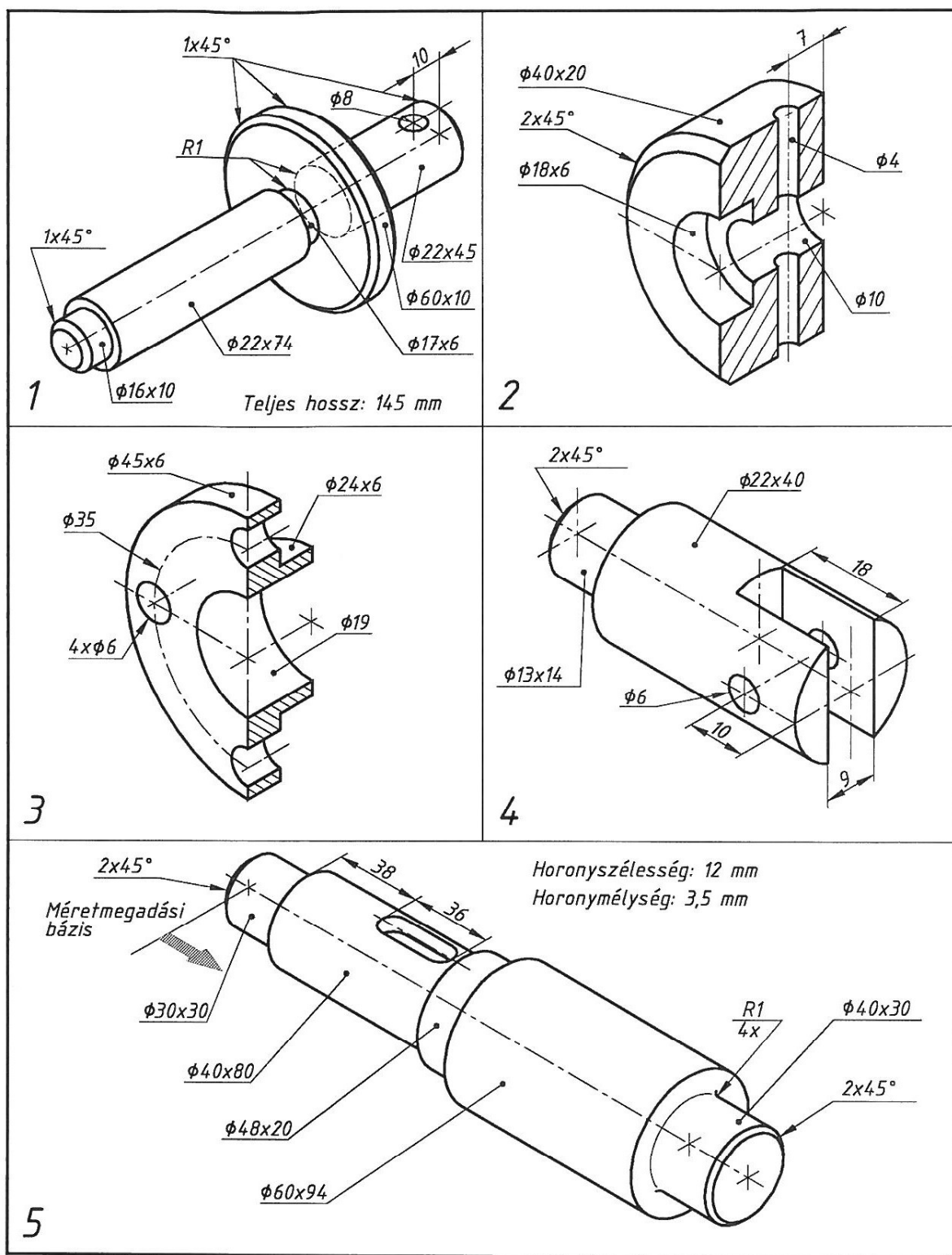
1. feladat. Készítsünk műszaki rajzokat az alkatrészekről szükséges számú nézetben és metszetben! Adjuk meg a méreteket!



2. feladat. Készítsünk műszaki rajzokat a szemléltető rajzokon látható alkatrészekről a szükséges számú nézetben és metszetben! Adjuk meg a méreteket!



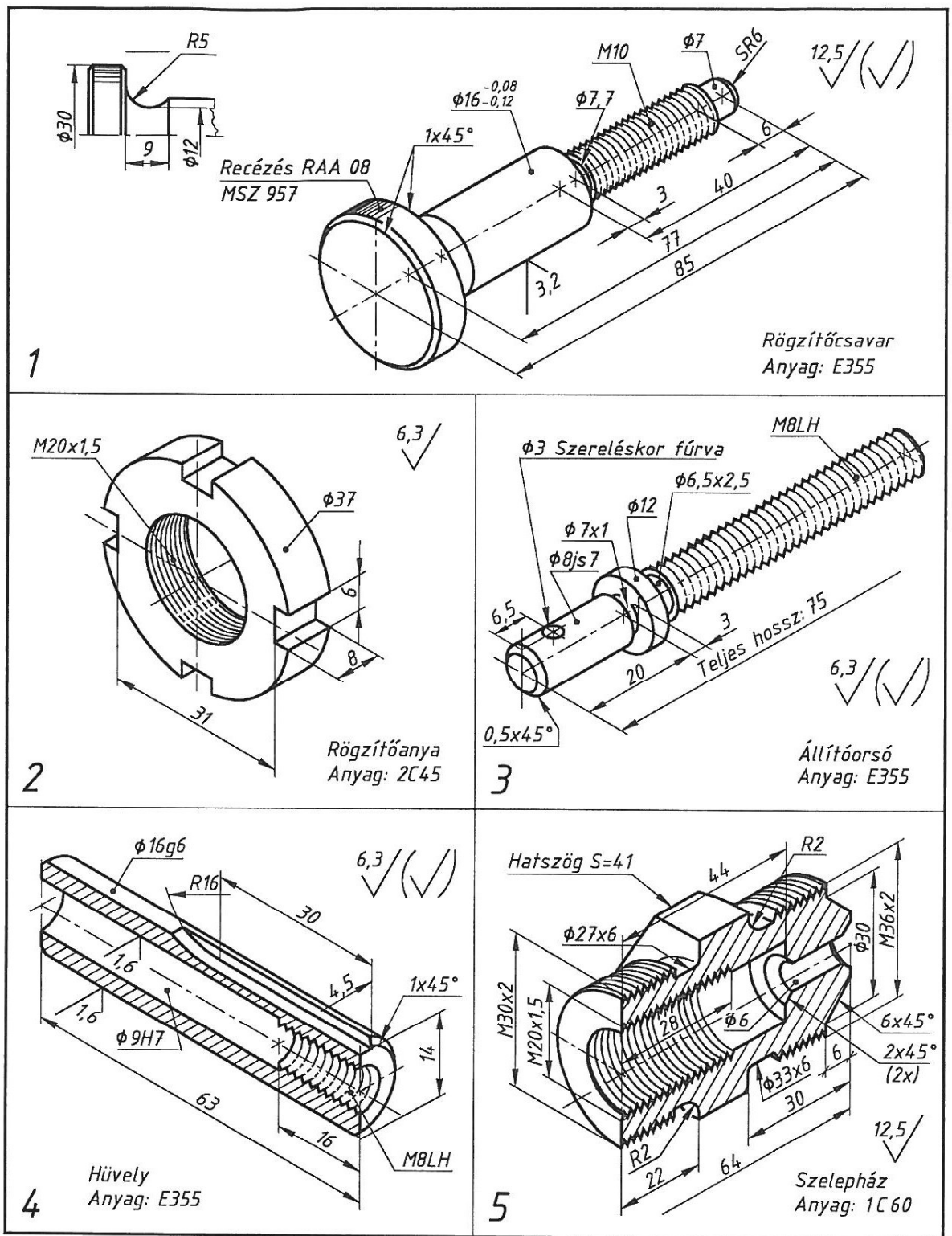
3. feladat. Szerkesszük meg a szemléltető rajzokon látható alkatrészek műszaki rajzát! Válasszunk megfelelő méretarányt, készítsünk szükséges számú nézetet, illetve metszetet és adjuk meg a méreteket! Alkalmazzuk a tanult egyszerűsítési lehetőségeket!



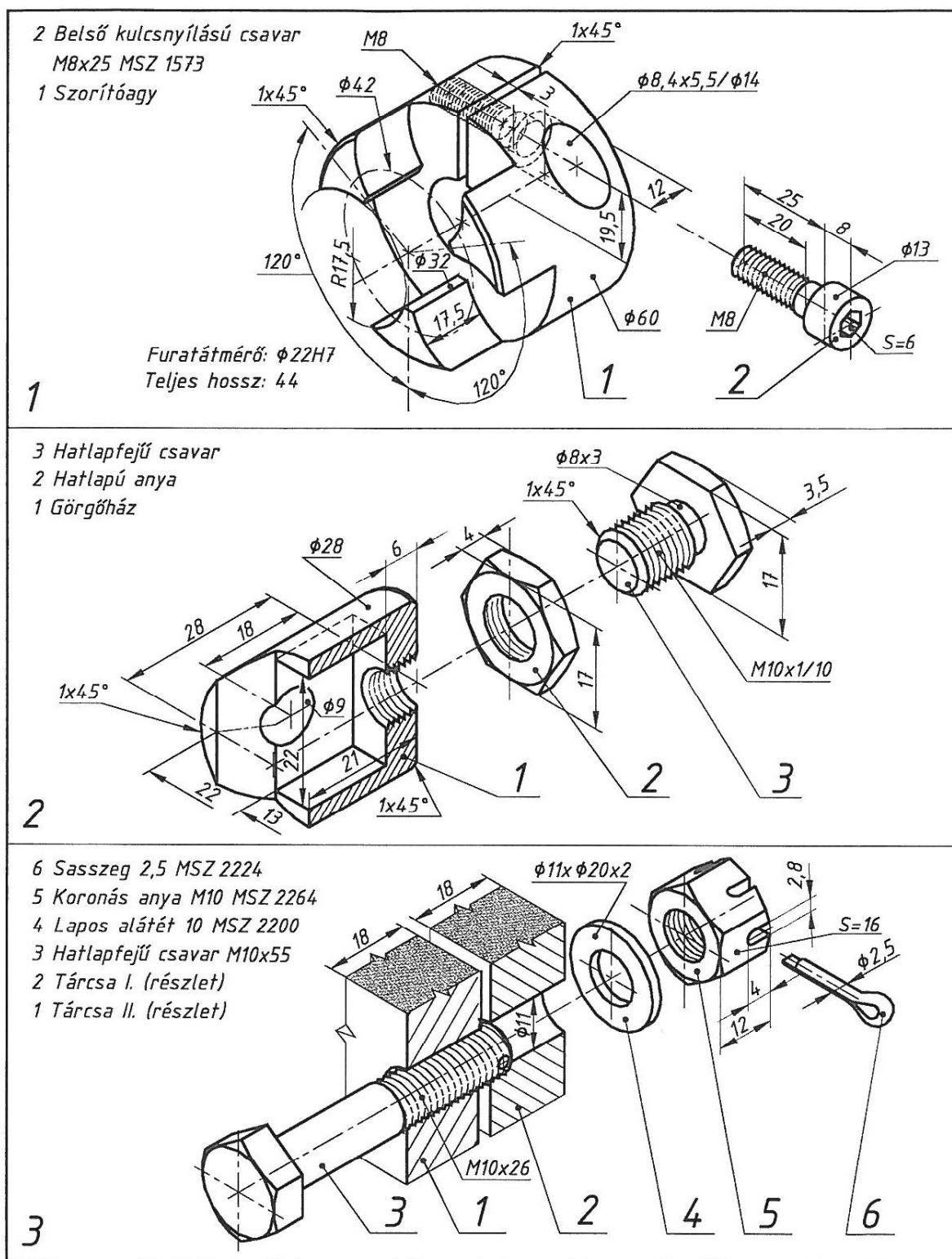
4. feladat. Ábrázoljuk az alkatrészeket szükséges számú vetülettel, megfelelő ábrázolási megoldásokat választva! Gondosan építsük fel a mérethálózatot, és adjuk meg a méreteket! (A hengerek hossza az élettörés előtti méretet jelöli.)

1	Megnevezés: Tartótuskó Anyag: AlMgSi1 Követelmények 1. A 35 mm-es magasság tűrése $\pm 0,1$ mm. 2. Az $\phi 9$ mm-es furat tűrése H7. 3. Az $\phi 12$ mm-es furat tűrése $^{+0,1}_0$ mm. 4. A 24x33-as lap párhuzamosság-tűrése az A bázishoz 0,02 mm. 5. Az $\phi 9$ mm-es furat tengelyének merőlegesség-tűrése a bázishoz 0,05 mm.
2	Megnevezés: Görgő Anyag: AlMg5H24 Követelmények 1. A 17 mm-es hossz tűrése $\pm 0,1$ mm. 2. Az $\phi 10$ mm-es furatok tűrése H7. 3. Az $\phi 13$ mm-es csap tűrése $^0_{-0,1}$ mm. 4. Az $\phi 10$ mm-es furatok egytengelyűség-tűrése 0,02 mm legyen! 5. A kiemelt érdesség: $R_a = 3,2 \mu\text{m}$.
3	Megnevezés: Talp Anyag: 1 C 60 Követelmények 1. A 8 mm-es magasság tűrése $\pm 0,1$ mm. 2. Az $\phi 12$ mm-es furat tűrése H8. 3. Az $\phi 3$ mm-es furat tűrése H7. 4. Az $\phi 12$ és $\phi 3$ mm-es furatok tengelyeinek párhuzamosság-tűrése 0,02 mm. 5. Érdességi követelmény: $R_a = 3,2 \mu\text{m}$.

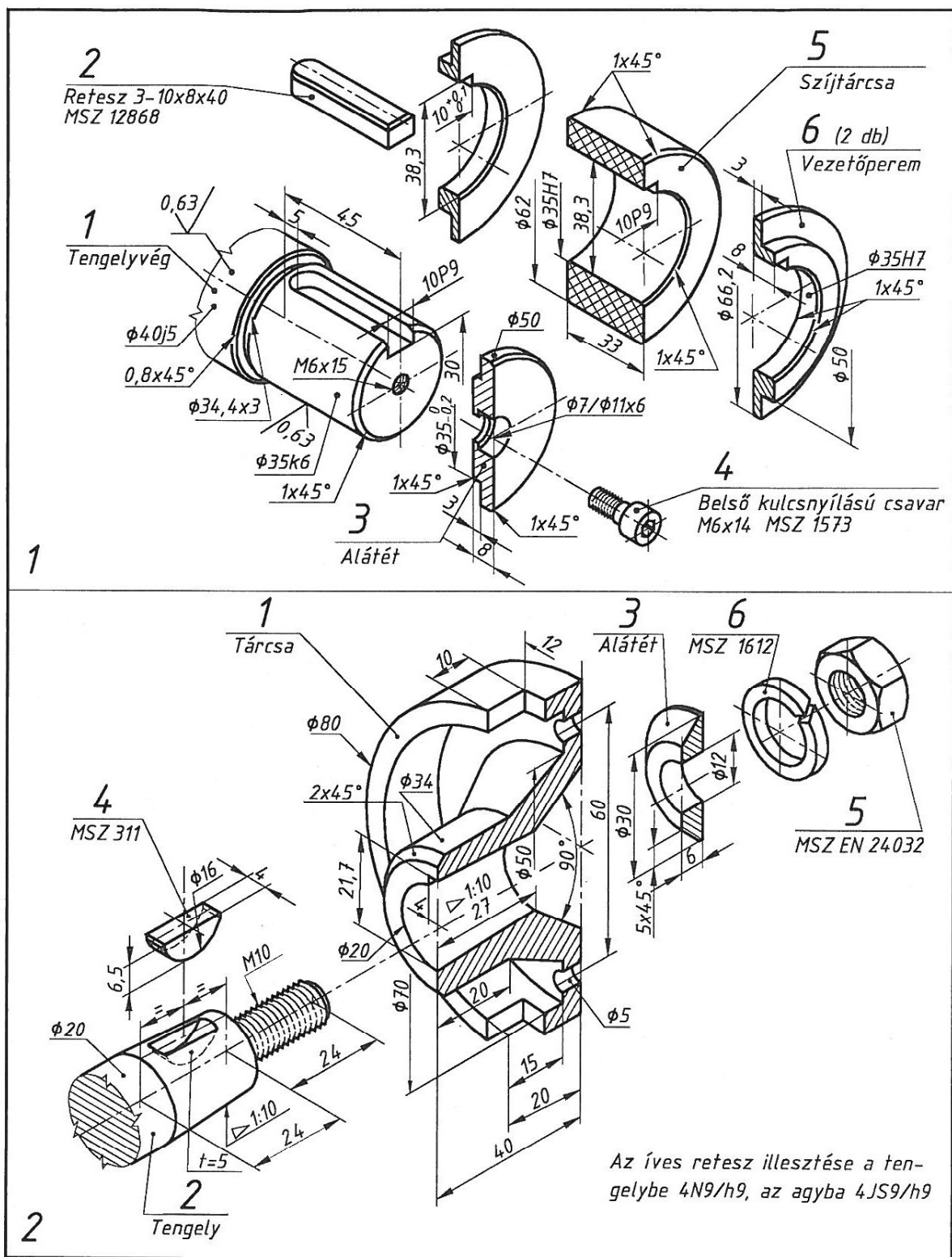
5. feladat. Készítsük el alkatrészek műszaki rajzát szükséges számú vetülettel, megfelelő ábrázolási megoldásokat választva! Végezzük el a méretmegadást! Alkalmazzuk a mérettűrések, az alak- és helyzetűrések és a felületi érdesség megadásának szabványos előírásait!



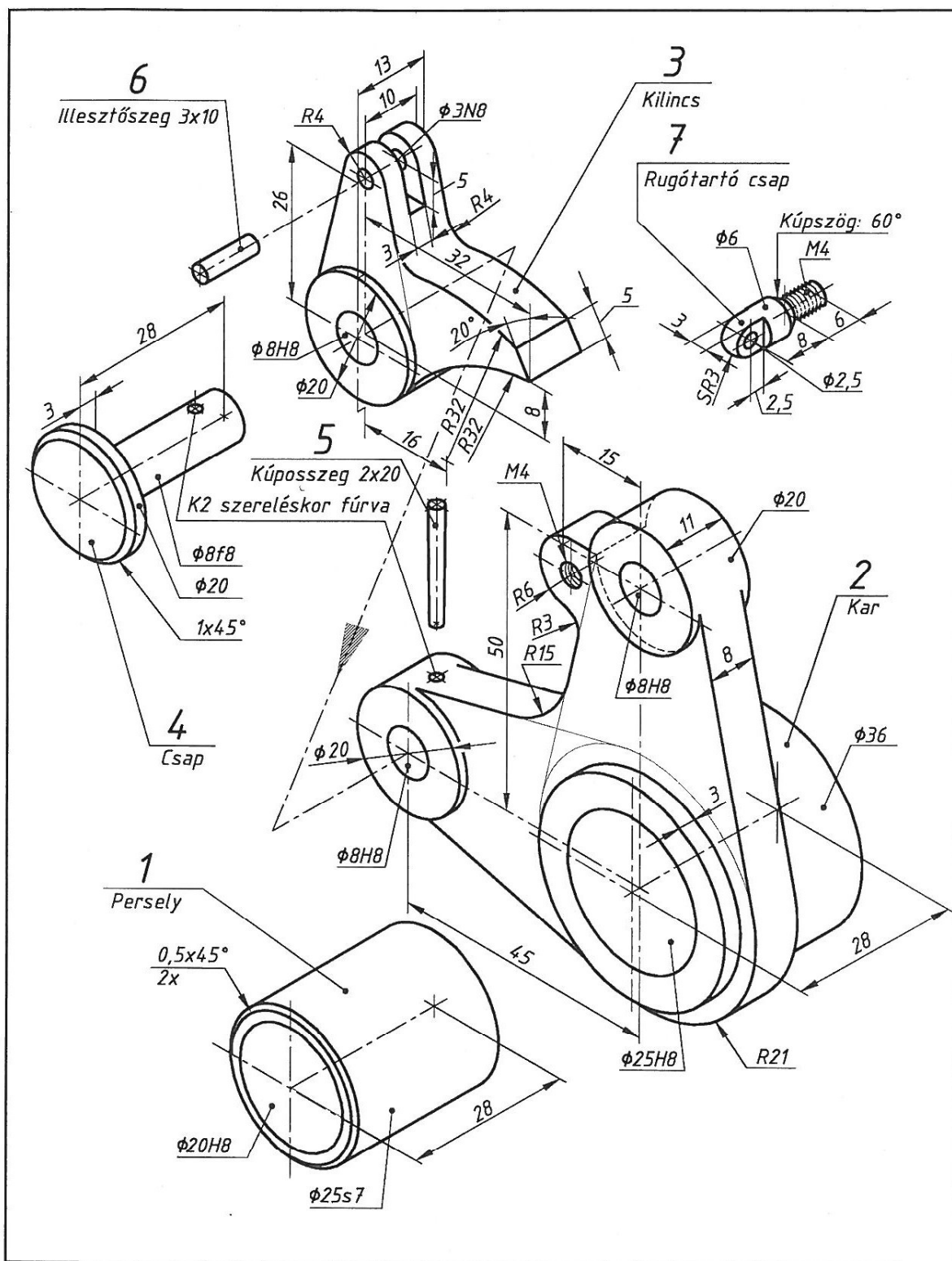
6. feladat. Készítsünk műhelyrajzokat a szemléltető képeken látható menetes alkatrészekről! Ügyeljünk az ábrázolási megoldás helyes megválasztására! Alkalmazzuk a csavarmenet jelképes ábrázolására vonatkozó előírásokat!



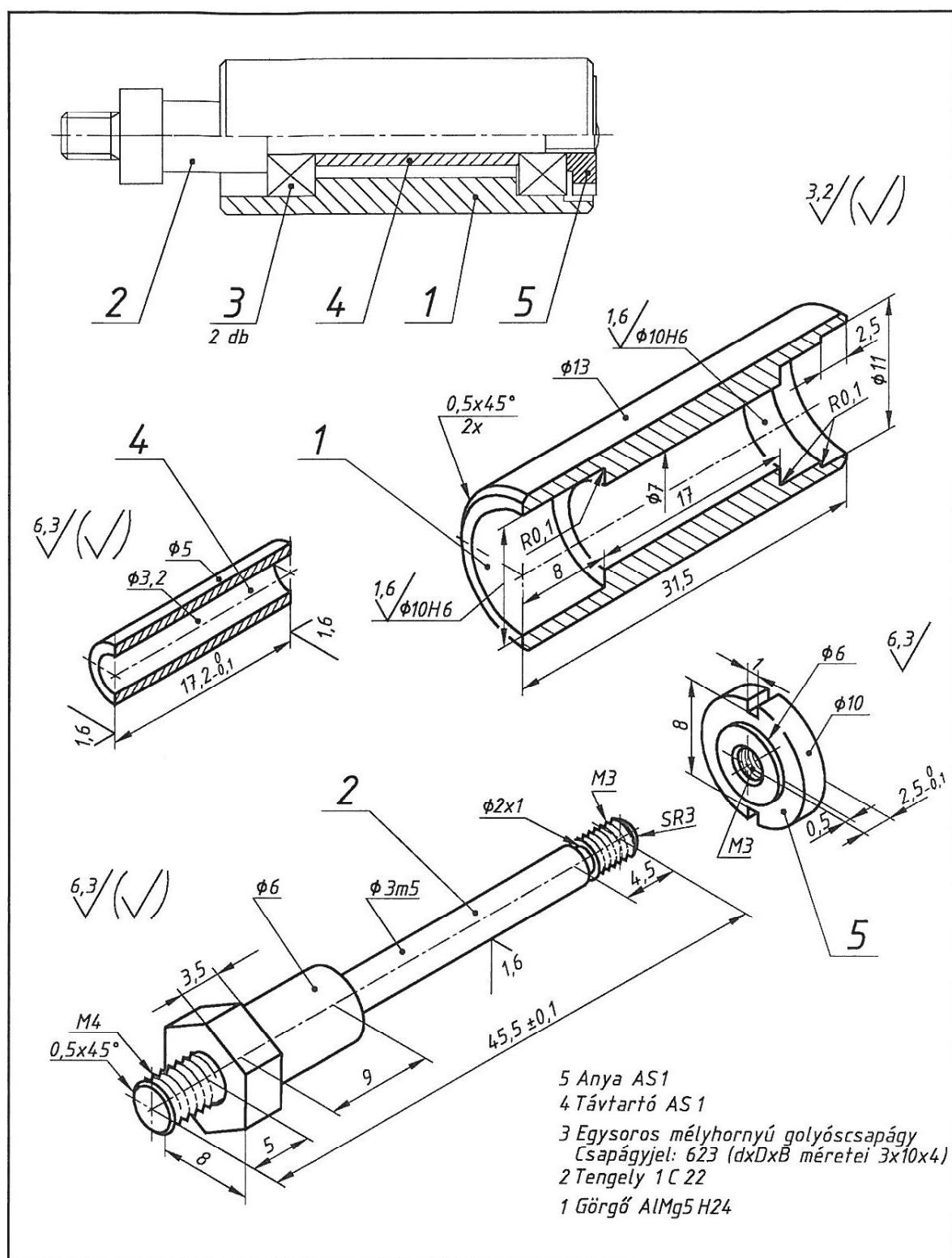
7. feladat. Ábrázoljuk a csavarkötéseket és biztosításokat összeszerelt állapotban (összeállítási rajzon)! Készítsünk darabjegyzéket! Alkalmazzuk a csatlakozó csavarmenetek ábrázolásának szabályait!



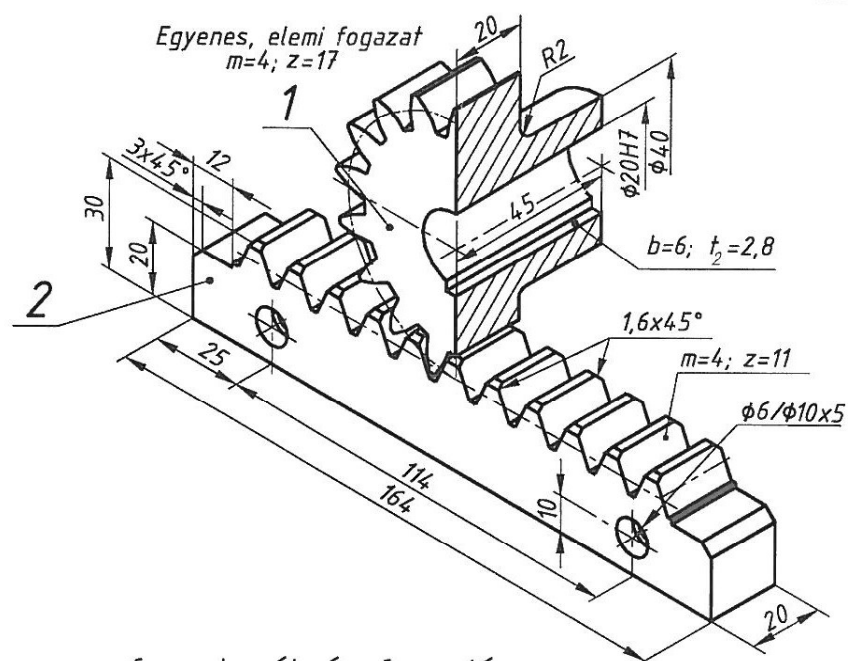
8. feladat. Készítsünk felvételi vázlatokat, majd ezek alapján szerkesztett alkatrészrajzot a szemléltető képen látható gépelemekről! Ábrázoljuk összeállítási rajzon a reteszkötéseket, készítsünk darabjegyzéket! Alkalmazzuk a reteszkötések ábrázolására vonatkozó szabályokat!



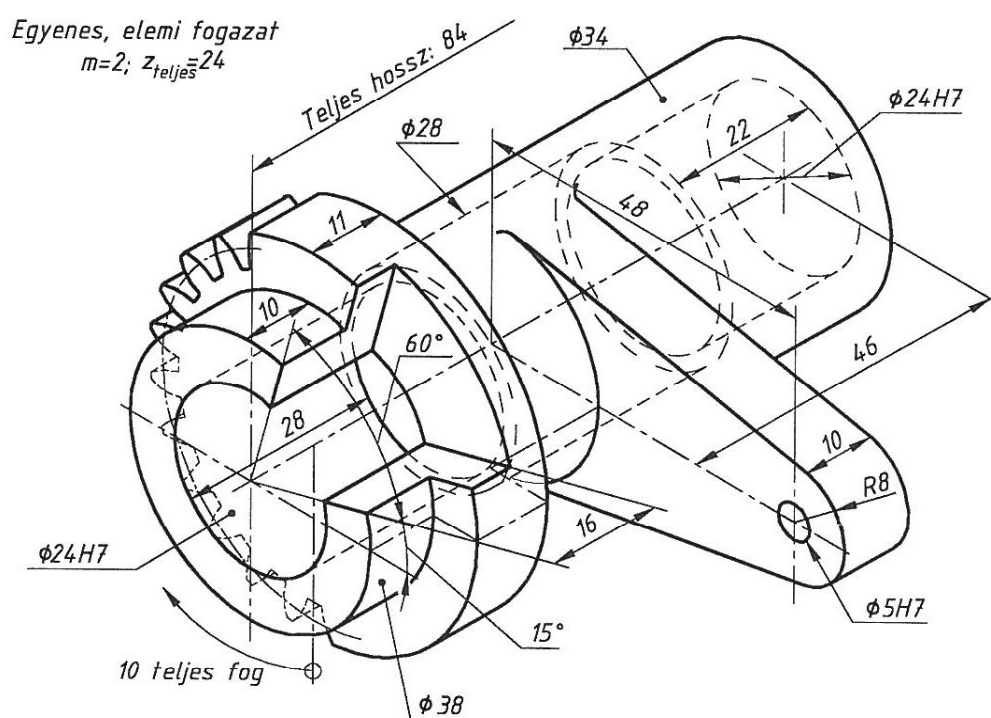
9. feladat. Készítsünk felvételi vázlatokat, majd ezek alapján szerkesztett alkatrész- és összeállítási rajzot a karra szerelt kilincsről! Lássuk el az összeállítási rajzot darabjegyzékkel! Alkalmazzuk a szegkötések ábrázolására vonatkozó szabályokat!



10. feladat. Készítsünk felvételi vázlatokat és szerkesztett alkatrészrajzokat a szemléltető képen látható alkatrészekről! Szerkesszük meg a csapágyazott görgő összeállítási rajzát, a csapágyakat egyszerűsítve ábrázoljuk! Lássuk el a rajzot darabjegyzékkel!

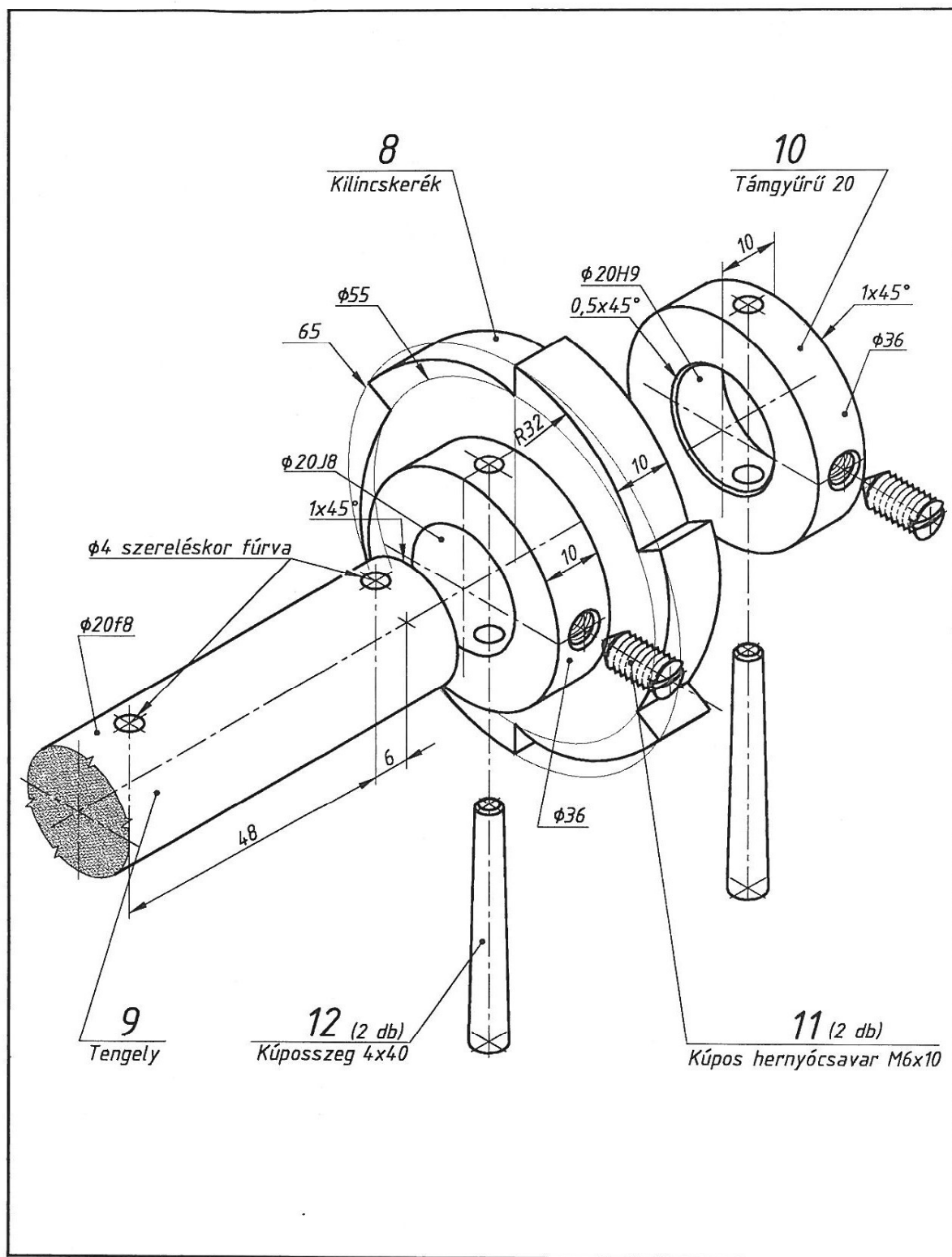


1 Hengeres fogaskerék és fogasléc

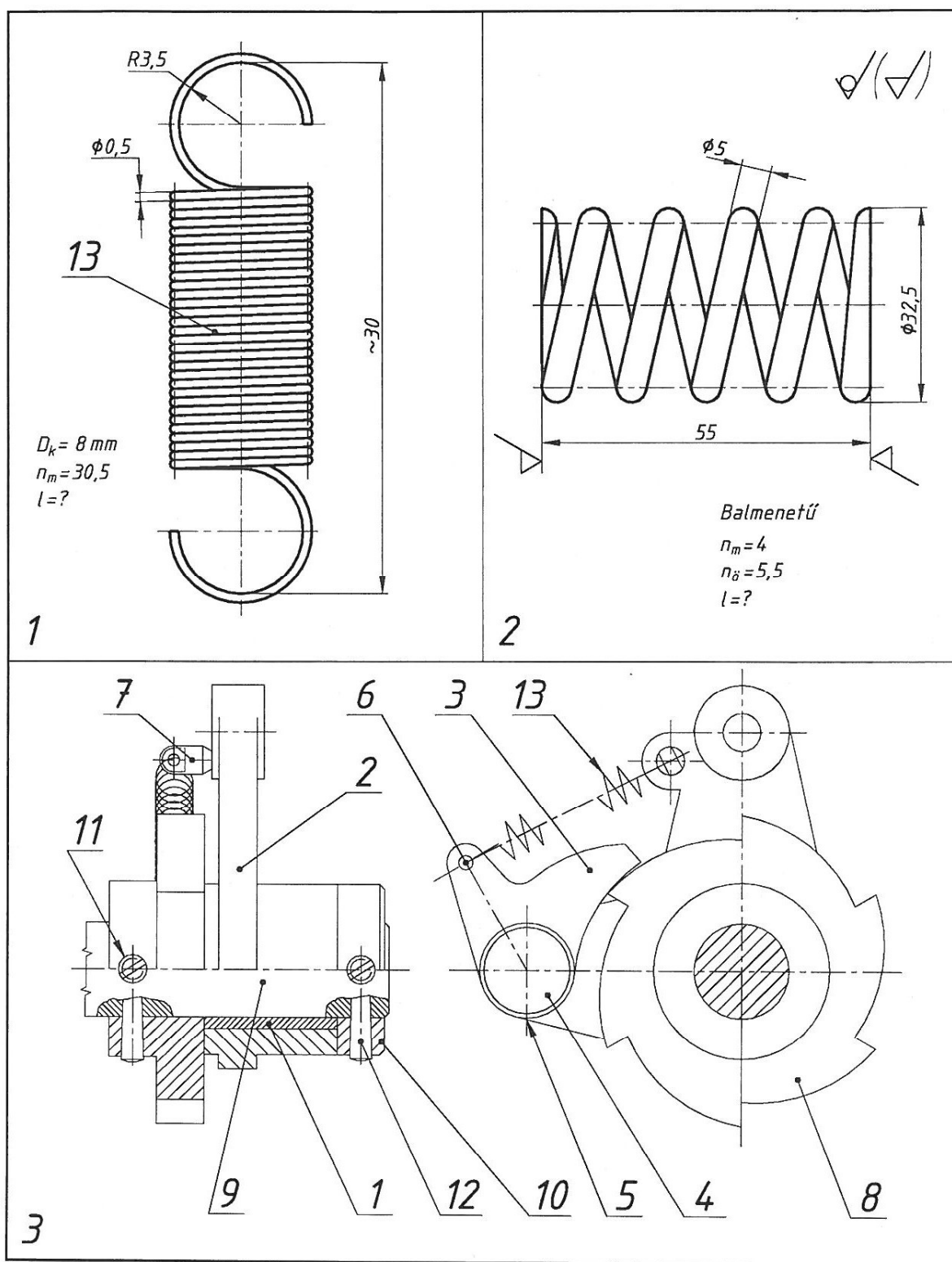


2 Fogasív

11. feladat. Készítsünk alkatrészarajzot a szemléltető képen látható három fogazott alkatrészből! Írjuk elő a felületi érdesség követelményeit és válasszunk anyagminőséget! Ábrázoljuk a fogasléccel kapcsolódó hengeres fogaskereket két vetülettel!



12. feladat. Készítsünk alkatrészrajzokat a szemléltető képen látható gépelemekről! Ábrázoljuk a tengelyre szerelt kilíncskereket és támgyűrűt összeállítási rajzon! Alkalmazzuk a csavarmenetek, a szegkötések és a fogazat ábrázolására vonatkozó szabályokat!



13. feladat. Készítsünk alkatrészrajzot a húzó és a nyomó csavarrugóról! Mindkét rugót metszetben ábrázoljuk, és alkalmazzuk a megengedett egyszerűsítéseket! Egészítsük ki a rajzot adattáblázattal a 7.99. és a 7.100. ábrákhoz hasonlóan.

A megadott összeállítás alapján készítsük el a 9. és 12. feladat egységeiből a kilincsmű összeállítási rajzát! Ábrázoljuk a 13-as jelű húzórugót jelképesen!

