



Kovács Gáborné - Dr. Kovács Miklós  
SZE-MTK, Mechatronika és Gépszerkezettan Tanszék

# Műszaki ábrázolás

2012

Műszaki és természettudományos alapismeretek  
tananyagainak fejlesztése a mérnökképzésben  
Pályázati azonosító: TÁMOP-4.1.2.A/1-11/1-2011-0054



# Tartalom

## I. MODUL: A MŰSZAKI RAJZOKRA VONATKOZÓ ÁLTALÁNOS TUDNIVALÓK

### 1. Szabványosítás

- 1.1. A szabványosítás célja, feladata
- 1.2. Nemzetközi szabványosítás.
- 1.3. Nemzeti szabványosítás.

### 2. Rajzlapméretek, a műszaki rajz vonalai

- 2.1. Rajzlapméretek
- 2.2. A műszaki rajz vonalai
  - 2.2.1. Vonalvastagságok
  - 2.2.2. Vonalfajták
  - 2.2.3. A vonalak rajzolásakor betartandó szabályok

## II. MODUL: TÉRELEMEK ÁBRÁZOLÁSA

### 3. Pont vetületei

### 4. Szakasz vetületei

- 4.1. Általános helyzetű szakasz
- 4.2. Speciális helyzetű szakaszok



### III. MODUL: SÍKLAPÚ TESTEK VETÜLETI ÁBRÁZOLÁSA

**5. Négyzög alapú hasáb vetületei**

**6. Hatoldalú hasáb vetületei**

**7. Gúla vetületei**

### IV. MODUL: FORGÁSTESTEK VETÜLETI ÁBRÁZOLÁSA

**8. Henger vetületei**

**9. Kúp vetületei**

**10. Gömb vetületei**

### V. MODUL: ÁTHATÁSOK. VETÍTÉSI RENDSZEREK. RAJZI EGYSZERŰSÍTÉSEK

**11. Áthatások**

11.1. Áthatás síklapú testek között

11.2. Áthatás forgástestek között

11.3. Áthatás síklapú és forgástestek között

**12. Vetítési rendek**

**13. Rajzi egyszerűsítések, különleges ábrázolások**

13.1. Áthatások egyszerűsített ábrázolása

13.2. Részvetületek alkalmazása



### 13.3.Különleges ábrázolási módok

#### VI. MODUL: METSZETI ÁBRÁZOLÁS

#### 14. Metszet keletkezése

14.1.A metszeti ábrázolás elve

14.2.Metszetek jelölése

#### 15. Egyszerű metszetek

15.1.Teljes metszet

15.2.Félmetszet

15.3.Félnézet-félmetszet

15.4.Kitöréses metszet

#### 16. Szelvények, keresztmetszetek

16.1.Szelvény keletkezése

16.2.Szelvény elhelyezése

#### 17. Összetett metszetek. Metszet tilalma

17.1.Lépcsős metszet

17.2.Befordított metszet

17.3.Metszet tilalma

#### VII. MODUL: MÉRETMEGADÁS MŰSZAKI RAJZOKON

#### 18. A méretmegadás előírásai





18.1.A méretmegadás általános előírásai

18.2.A méretmegadás elemei

18.3.Méretvonalak, méretsegédvonalak és mutatóvonalak

18.4.Méretvonal-határoló, végpont és kiindulási pont ábrázolása

18.5.Méretek jelölése a rajzon

18.6.Alakhoz kapcsolódó méretek

18.7.Különleges méretmegadások és egyszerűsítések

18.8.Kúpos és lejtős tárgyrészek méretmegadása

## **19. A mérethálózat felépítése**

19.1.A mérethálózat felépítése

19.2.Bázistól induló méretezés

19.3.Láncszerű méretmegadás

19.4.Méretezés koordinátákkal

19.5.Gyakorlati szempontok

VIII. MODUL: FELÜLETMINŐSÉG. TŰRÉSEK ÉS ILLESZTÉSEK

## **20. A felületminőség alapfogalmai és megadása a rajzon**

20.1.A felületminőség alapfogalmai

20.2.A felületi érdesség megadása a rajzon

20.3.A rajzjelet kiegészítő adatok

20.4.Az érdesség jelének és számértékének elhelyezése a rajzon



## 20.5.Egyszerűsítések az érdesség megadásában

### 21. Tűrések és illesztések

#### 21.1.A mérettűrések

#### 21.2.A tűrés (tűrésmező) nagysága

#### 21.3.A tűrésmező elhelyezkedése

#### 21.4.A mérettűrések megadása

#### 21.5.A felületi érdesség és a tűrés összefüggése

#### 21.6.A mérettűrések mérése

### 22. Alak- és helyzettűrések

#### 22.1.Alafogalmak

#### 22.2.Az alak- és helyzettűrések megadása

#### 22.3.A tűrésezett elemek

#### 22.4.Bázisok

#### 22.5.Korlátozó előírások

### 23. Illesztések

#### 23.1.Az illesztések alapfogalmai

#### 23.2.Laza illesztés

#### 23.3.Szilárd illesztés

#### 23.4.Átmeneti illesztés

#### 23.5.Illesztési rendszerek

#### 23.6.Illesztésválaszték



## 23.7.Az illesztések megadása a rajzon

### IX. MODUL: JELKÉPES ÁBRÁZOLÁSI MÓDOK

## 24. A csavarmenetek ábrázolása és jelölése

24.1.A csavarvonal, csavarmenet

24.2.A csavarmenetek részletes ábrázolása

24.3.A csavarmenetek jelképes ábrázolása

24.4.A csavarmenetek méretmegadása

24.5.Csavarmenetek tűrésének és illesztésének jelölése és megadása

## 25. Bordás tengelykötés ábrázolása

## 26. Fogaskerek ábrázolása

## 27. Rugók egyszerűsített ábrázolása

## 28. Hegesztett kötések

## 29. Csavarkötések

## 30. Rögzítő elemek

30.1.Szegek és csapszegek

30.2.Ékek

30.3.Reteszek

## A feladatok megoldása



## Előszó

Mi a műszaki ábrázolás tananyag újra feldolgozásának az indoka?

A Műszaki ábrázolás mint tananyag a műszaki képzés oktatási feladatában már régóta jelentős szerepet játszik – a műszaki objektum elképzelője (tervező) és a megvalósító (kivitelező) között teremt egyértelmű kapcsolatot, a nemzetközi munka megosztás során a szerepe még meg is növekszik, ezért a vonatkozó előírások nemzetközi (ISO – EN – MSZ EN – MSZ EN ISO) szabványokban vannak lefektetve. Ezek ismertetése és készség szinten való elsajátítása nyilván elsőrendű oktatási feladat. Ennek a feladatnak a megoldásához

- meg kell határozni az ismertetésre kerülő tananyagot (mint egyéb feladatoknál, itt sem lehet teljességre törekedni, a gyakorlat a későbbiekben szükségessé teheti a nem ismertetett előírások használatát is),
- ki kell dolgozni az ismeretek átadására vonatkozó legcélszerűbb módszereket.

A tananyag az elmúlt évtizedekben (mondhatni évszázadban) kikristályosodott, annak bírálata ill. módosítása itt és most nem áll módunkban, a mi feladatunk annak készséggé fejlesztése, a megfelelő oktatási módszerek segítségével.

Régebben *hosszú ideig* az oktatás módszere is a kialakult hagyományokat követte amelynek lényege:

- az ismeretanyag közlése (előadás) és elsajátításának ellenőrzése (vizsga)
- a tananyag gyakorlatba való átültetése (rajzfeladatok kidolgozása – annak folyamatos konzultálása, az ennek eredményeképpen kialakult feladatmegoldás értékelése) *Ennek a folyamatnak a lényege az oktató és hallgató állandó közvetlen kapcsolata*

Az utóbbi idők előzőektől eltérő oktatási formái megkövetelik az oktatási módszertan átdolgozását, miután akár a levelező, akár a távoktatási forma ezt a kapcsolatot átformálja (a találkozás közvetlensége helyett esetenkénti lehetőség áll csak fenn) és az egyik fél (a hallgató), önálló munkájának fontosságát előtérbe helyezi.



Ennek a fő oktatási célnak az elérésére kell kidolgozni új módszereket, figyelembe véve a korszerű technika által megnyílt lehetőségeket is.

Ez a jegyzet ezt a feladatot kívánja megvalósítani, kiegészítve még azzal a követelménnyel, hogy a különböző szakokat elsajátítók egyaránt hatékonyan használhassák.

Ez lenne tehát a megkívánható fejlődés útja, amely – mint az közismert – koránt sem zökkenőmentes. Nem nehéz belátni, hogy hatékonyságát csak bizonyos idő elteltével (tapasztalatok) lehet megítélni. Mindenesetre a szükséges lépéseket meg kell tenni, akkor is, ha tudjuk hogy a (nem létező) végső megoldáshoz eljussunk.

(Mottó: tökéletes megoldás nincs, de ettől függetlenül törekedni kell arra)

Ez az első lépés lenne ez a jegyzet is. Az előre látható módosítások szükségessége miatt (is) célszerű a választott elektronikus forma – annak ellenére, hogy vannak akik ellenzik ezt a formát. Márpedig ebben a témakörben a változtatások viszonylag gyakori szükségessége – már csak a szabványok változása miatt is – előre látható.

Az eddigiekben az oktatási módszerek taglalását végeztük. Feltétlenül meg kell azonban jegyezni azt is, hogy az eredményes munkához *mindkét fél* közreműködése szükséges. Az oktatás lehetőségeit ki is kell használni, a tanácsokat meg kell fogadni. Hosszú évtizedek oktatási tapasztalatai szerint a végrehajtást ellenőrizni is kell – ennek módját világosan elő kell írni, és gondosan megtervezni – ez azonban legalábbis egyelőre – nem ennek a jegyzetnek a feladata.

Bándy Alajos



## Bevezetés. A tárgy célja

A műszaki szakemberek közötti információcsere egyik legfontosabb eszköze a rajz. A műszaki életben a gépalkatrészek, munkadarabok alakjának, méreteinek és egyéb jellemzőinek kifejezésére a rajz alkalmasabb, mint az élő beszéd.

A műszaki területen dolgozóknak tudniuk kell rajzot készíteni, illetve rajzot olvasni. Ez utóbbi azt jelenti, hogy a géprajzi ismeretek segítségével a rajz alapján képesnek kell lenniük tárgyak alakjának elképzelésére. A műszaki rajzok nagy előnye, hogy nemzetközileg elfogadott előírások (szabványok) alapján készülnek, így a más nyelvterületen készült rajzok megértéséhez sem kell nyelvismeret. A műszaki rajz elsajátítása tehát egyben a műszaki szakemberek nemzetközi nyelvének megtanulását is jelenti.

A tárgy célja, hogy Ön képes legyen a szabályoknak megfelelő műszaki rajzot készíteni gépalkatrészekről, illetve műszaki rajz alapján el tudja képzelni, hogyan néz ki egy adott alkatrész a valóságban.

Ön a későbbiek során több olyan tantárgyat fog tanulni, amelyben a gépek alkatrészeit a műszaki rajz nemzetközi szabályai szerint ábrázolják, ez alapján kell képet alkotnia a gépek felépítéséről. Egyes tárgyak esetén pedig a beadandó rajzi feladatokat kell műszaki rajzként elkészítenie. Ahhoz, hogy a tanulás ezekből a tárgyakból is eredményes legyen, Önnek ismernie kell az ebben a tárgyban megtanulható rajzi szabályokat, ábrázolási módokat. A műszaki ábrázolás tehát több más tárgy tanulásának alapját és feltételét jelenti.

A tananyagot modulokra és leckékre osztottuk. A lecke a tananyag egy olyan egysége, amelyet javasunk egyszerre, egy menetben elsajátítani. Több, logikailag összefüggő lecke alkot egy modult. A leckék végén ellenőrző kérdések, az egyes modulok végén pedig modulzáró feladatsor segíti az önellenőrzést. Javasoljuk, hogy ezeket az ellenőrző feladatokat mindenképpen oldja meg. Ezek rajzolási és rajzolás jellegű feladatok, a vizsgán is ilyenekkel fog találkozni.

**Munkájához sok sikert kívánunk!**



## A tananyag használata

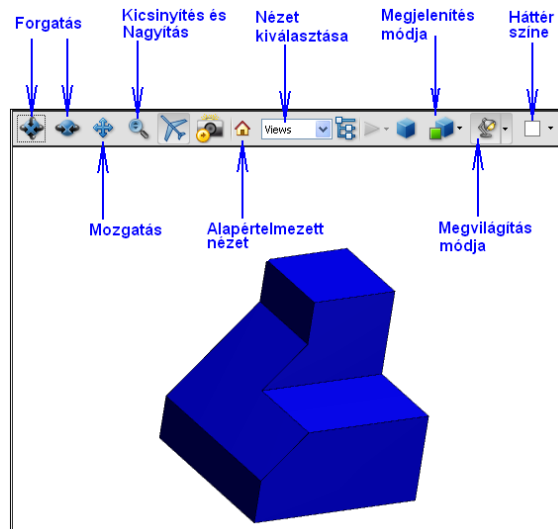
Javasoljuk, hogy a tanuláshoz szerezzen be egy sima lapú füzetet. Ezeket a rajzokat nem kell beadni, csak önellenőrzés célját szolgálják, a rajzi feladatok megoldása szerepel a leckék végén. A rajzolás és a rajzolvasás tanulása csak akkor lesz eredményes, ha a tananyagban megjelenő rajzok egy részét saját maga is lerajzolja a füzetébe.

A vetületi ábrázolásról szóló leckékben lehetősége lesz arra, hogy a testeket több oldalról is megnézze. Ehhez az itt láthatóhoz hasonló interaktív pdf-állományok állnak rendelkezésre. Az állományok megtekintéséhez Acrobat Reader 8.0, vagy annál magasabb verziószámú olvasó-szoftverre lesz szüksége, amely ingyenesen letölthető a [www.adobe.com](http://www.adobe.com) honlapról.

Az állomány megnyitása után először az egerrel kattintani kell a képre. Ekkor megjelenik az eszköztár. (A fontosabb funkciók ikonjait láthatja ezen az ábrán.) Az állományok előre definiált nézeteket tartalmaznak, ezeket a "views" listából választhatja ki. Amennyiben az egeret lenyomott bal gomb mellett mozgatja az ábra felett, tetszőleges helyzetbe forgathatja a testet.

Próbálja ki ezt **ide kattintva!**

Szintén a vetületi ábrázolással foglalkozó részben talál olyan videókat, amelyek a vetületkészítés lépéseit mutatják be. Javasoljuk, hogy először nézze végig a teljes videót, majd indítsa el újra, állítsa meg az egyes lépések között, és elemezze az ábrákat. Az elemzéshez szempontokat fog találni az adott leckékben.



## I. MODUL

# A MŰSZAKI RAJZOKRA VONATKOZÓ ÁLTALÁNOS TUDNIVALÓK

Ha Ön akár kézzel, akár számítógéppel műszaki rajzot készít, ismernie kell bizonyos, a rajzkészítéssel kapcsolatos szabályokat. Tudnia kell, hogy milyen méretűek lehetnek a rajzlapok, amelyekre rajzolunk (a számítógépes tervező szoftverek is ezekkel a méretekkal dolgoznak). Ismernie kell, hogy milyen vonalak alkalmazhatók a rajzokon, és mi ezeknek a vonalaknak a jelentése. Ebben a modulban ezekkel az alapvető, minden műszaki rajzon alkalmazandó szabályokkal ismerkedhet meg.





## 1. Szabványosítás

*Megjegyzés: ez a tananyagrészt tájékoztató jellegű, nem része vizsgának, ezért nem tartoznak hozzá követelmények és ellenőrző kérdések.*

Szabványon a műszaki életben olyan előírást értünk, amely valamilyen ismétlődő műszaki tevékenység egységes és legkedvezőbbnek ítélt megoldási módját adja meg.

### 1.1. A szabványosítás célja, feladata

A szabványosítás célja a műszaki ábrázolás tekintetében az, hogy a műszaki rajzok egységes elvek, ábrázolási módok alapján készüljenek, azaz a műszaki rajzok minden, a szabványt ismerő ember számára ugyanazt jelentsék.

A műszaki életben szabványok írják elő például:

- az egyes gépalkatrészek jellemző méreteit (pl. a csavarok, csavaranyák, csapágys, stb. méretválasztékát),
- az úttestek szélességét,
- az útburkolat vastagságát,
- vasúti sínek távolságát,
- a mobiltelefonok frekvenciáját,
- a tej zsírtartalmát.
- a szállításra használt konténerek méreteit,
- a postai borítékok nagyságát.
- stb.



## 1.2. Nemzetközi szabványosítás.

A szabványok nemzetközi egységesítése érdekében jött létre a Nemzetközi Szabványügyi Szervezet (ISO). Az ISO szabványait világszerte elismerik, számos ország veszi át ezeket nemzeti szabványként.

## 1.3. Nemzeti szabványosítás.

Magyarországon a szabványok kibocsátására a Magyar Szabványügyi Testület (MSZT) jogosult. Az MSZT által kibocsátott szabványok kibocsátói jele az MSZ.

Példa a szabványra: MSZ 7841:1991 Ez a szabvány például a műhelyrajzokra vonatkozó előírásokat tartalmazza.

Az MSZ jelölés utáni szám (7841) a szabványszám (azonosító jelzet), a kettőspont utáni rész (1991) a kibocsátás éve utal. Az MSZT feladatai közé tartozik a nemzetközi szabványok átvétele. Az ilyen szabványok jelölése például: MSZ ISO 128.

Az Európában érvényes szabványok nemzeti szabványként az MSZ EN jelzetet kapják. Például MSZ EN 45020. Ha olyan nemzetközi szabványt vezetünk be, amelyet már európai szabványként is közzétettek, akkor a jelzet a következő: MSZ EN ISO. Az alábbi ábrán a Magyar Szabvány egy részletét láthatja.

2000. december

---

**MAGYAR SZABVÁNY**

---

**MSZ EN ISO 5457**

---

**Termékek műszaki dokumentációja.**

**A rajzlapok kialakítása és méretei**

**(ISO 5457:1999)**



## 2. Rajzlapméretek, a műszaki rajz vonalai

### Követelmények

Ön akkor sajátította el megfelelően a tananyagot, ha

- adott listából ki tudja választani az A0-s rajzlap méreteit,
- felsorolásból ki tudja választani, hogyan származtatjuk az eggyel kisebb rajzlapot adott rajzlapból,
- önállóan ki tudja számítani adott (A1, A2, A3, A4) rajzlap méreteit,
- önállóan le tudja rajzolni az egyes vonalfajtákat,
- párosítani tudja egymáshoz az egyes vonalfajták ábráját és azok megnevezését,
- adott listából ki tudja választani az egy vonalcsoporthoz tartozó vonalvastagságokat.

### Időszükséglet

A tananyag elsajátításához körülbelül 20 percre lesz szüksége.

### Kulcsfogalmak

- A0 rajzlap,
- rajzlap származtatása,
- vonalfajták (folytonos, szaggatott, pontvonal, kétpont vonal, törésvonal, szabadkézi törésvonal),
- vonalcsoport.

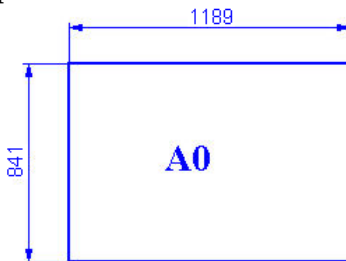
## 2.1. Rajzlapméretek

A rajzok készítéséhez fehér színű műszaki rajzlapot, vagy pauszpapírt használunk. A rajzlapok méretének meghatározásakor három feltételből indultak ki:

- A kiinduló rajzlap területe  $1 \text{ m}^2$  legyen.
- A rajzlap kiinduló alakja olyan téglalap legyen, amelynek hosszabbik oldalát felezve megkapjuk a kisebb rajzlapot.
- A keletkező kisebb téglalap oldalainak aránya egyezzen meg az eredeti téglalap oldalainak arányával.

**Aktivitás:** Jegyezze meg az A0 rajzlap méreteit!

A három feltétel alapján a kiinduló rajzlapméret  $1189 \times 841 \text{ mm}$ . Ennek szabványos jelölése *A0*.



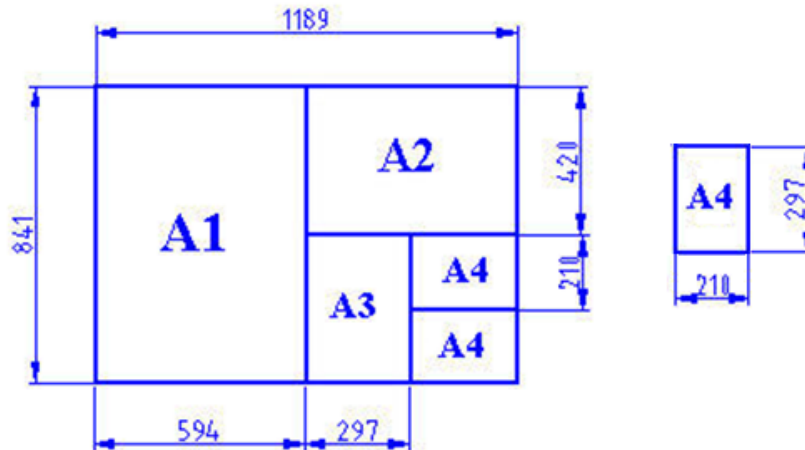
**Aktivitás:** Jegyezze meg, hogyan származtatjuk az A0-nál kisebb rajzlapokat! Jegyezze meg az A4 rajzlap méreteit!

Az ennél kisebb *rajzlapokat úgy származtatjuk*, hogy mindig a hosszabbik oldalt felezzük. Ezek alapján a többi rajzlapméret az alábbi ábra szerint alakul. A leggyakrabban használt rajzlap az A4-es, ennek méreteit a rajzon

külön kiemeltük. Ezt a rajzlapot a legtöbbször álló helyzetben használjuk, így a méretét 210x297 -ként adjuk meg.

| Nagyságjel | Méretek [mm] |
|------------|--------------|
| A0         | 1189x841     |
| A1         | 841x594      |
| A2         | 594x420      |
| A3         | 420x297      |
| A4         | 297x210      |

Ahogy az a fenti táblázatból látható, az egyes oldalak felezésekor, amennyiben nem egész szám adódik, lefelé kerekítünk. Az egyes rajzlapok méretét a következő ábra szemlélteti:





## 2.2. A műszaki rajz vonalai

A műszaki rajzokon az alkalmazott vonalak vastagsága és fajtája egyaránt jelentéssel bír.

### 2.2.1. Vonalvastagságok

A vonalak vastagságukat tekintve lehetnek vékony és vastag vonalak. A szabvány ezekre 1:2 vastagsági arányt ír elő, tehát a vastag vonal vastagsága a vékony vonalénak kétszerese. Ezek alapján a vonalakat úgynevezett vonalcsoportokba soroljuk. A táblázat oszlopai felelnek meg egy *vonalcsoportnak*.

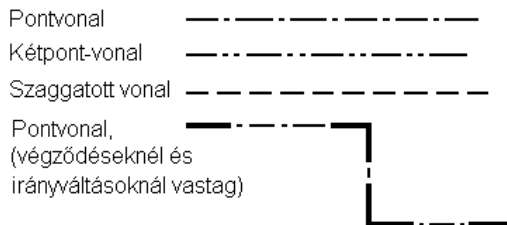
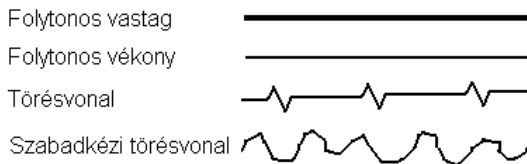
**Aktivitás:** Jegyezze meg az egyes vonalcsoportokhoz tartozó vonalvastagsági értékeket!

|              |      |      |     |
|--------------|------|------|-----|
| Vékony vonal | 0,25 | 0,35 | 0,5 |
| Vastag vonal | 0,5  | 0,7  | 1,0 |

Egy rajzon csak a táblázat egy-egy oszlopának megfelelő vonalvastagságokat, azaz egy vonalcsoport elemeit szabad alkalmazni.

### 2.2.2. Vonalfajták

**Aktivitás:** Rajzolja le a füzetébe az alábbi vonalfajtákat, és tanulja meg azok nevét!





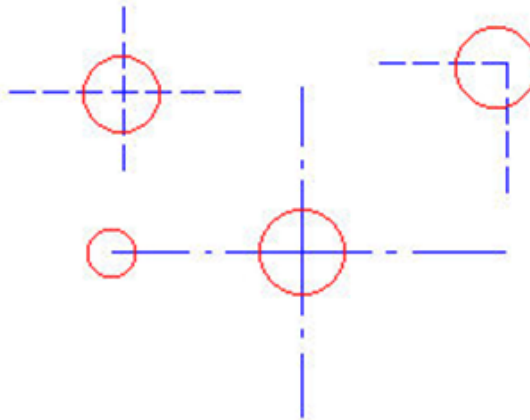
A pontvonal és a kétpont vonal rajzolásakor a vonalak 7-8 mm hosszúságúak. A vonalak közötti pontok rövid, 1...2 mm hosszú vonalszakasszal helyettesíthetők. Amelyik vonalfajtánál nincs utalás a vastagságra, azt vékony vonallal kell rajzolni.

### 2.2.3. A vonalak rajzolásakor betartandó szabályok

Az egyes vonalfajták rajzolásakor az alábbi szabályokat kell betartani:

- a vonalak elemei és az elemek közötti hézagok egy vonalon belül azonos nagyságúak
- a vonalak vonalszakasszal kezdődnek, végződnek, metsződnek

**Aktivitás:** Nézze meg az alábbi ábrán a fent említett szabályok érvényesülését! A pirossal rajzolt körök a vonalszakaszok végződésének és metsződésének helyes rajzolására hívják fel a figyelmet. Rajzolja le füzetébe az ábrákat!





## Quiz Önellenőrző kérdések

1. Válassza ki az alábbi listából az A0 rajzlap méreteit!

1141x849

1189x841

1198x814

1149x841

2. Válassza ki az alábbi listából, hogy a kiinduló rajzlapból milyen módon származtatjuk a kisebb rajzlapot!

A hosszabbik oldalt felezzük, a rövidebbet duplázzuk.

A hosszabbik oldalt felezzük, a rövidebb változatlan marad.

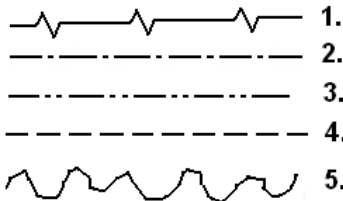
A rövidebbik oldalt felezzük, a hosszabb változatlan marad.

3. Készítsen a füzetébe szabadkézi rajzot a következő vonalfajtról: szaggatott vonal, pontvonal, kétpont vonal, törésvonal!

4. Írja be az A4-es lap milliméterben mért méreteit a mezőkbe! Az első mezőbe a rövidebbik oldal méretét írja!

x

5. Párosítsa egymáshoz az alábbi ábrán látható vonaltípusokat és azok megnevezését! Írja be a vonaltípus ábrája melletti számot a megfelelő mezőbe!



Szabadkézi törésvonal

Pontvonal

Kétpont-vonal

Szaggatott vonal





6. Válassza ki az alábbi listából azokat az elemeket, amelyek egy vonalcsoporthoz tartozó vonalvastagságokat tartalmaznak!

0,25; 0,35

0,25; 0,5

0,35; 0,5

0,35; 0,7

0,5; 1





## II. MODUL

# TÉRELEMEK ÁBRÁZOLÁSA

A gépalkatrészek ábrázolása legtöbbször azt jelenti, hogy térbeli testekről kell műszaki rajzot készíteni. Ahhoz, hogy az összetettebb térbeli testek ábrázolását könnyebben megértse, először a legegyszerűbb térelemek, a pont és a szakasz ábrázolását mutatjuk be Önnek.



Ez a modul két leckéből áll. Az önellenőrző kérdéseket a második lecke végén találja, így a követelményeket erre a két leckére összefoglalóan adjuk meg:

### **Követelmények**

Ön akkor sajátította el megfelelően a tananyagot, ha

- pont vetületeit ábrázolói vetületek közül ki tudja választani a helyeset,
- térhatású ábrán látható szakaszhoz párosítani tudja a szakasz vetületeit,
- önállóan meg tudja rajzolni egy szakasz harmadik vetületét két adott vetület alapján.

### **Időszükséglet**

A tananyag elsajátításához az első lecke esetén körülbelül 20 percre, a második lecke esetén körülbelül 30 percre lesz szüksége.

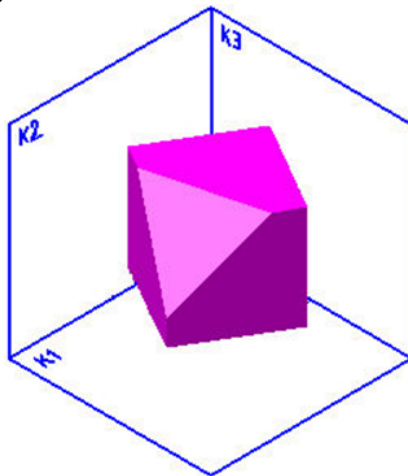
### **Kulcsfogalmak**

- vetület,
- képsík,
- rendező.

### 3. Pont vetületei

Műszaki rajzok készítésekor általában az a feladatunk, hogy a térbeli tárgyakat a rajzlap síkjában, azaz két dimenzióban, vetületekkel ábrázoljuk. A háromdimenziós testek geometriai szabályok szerint létrehozott kétdimenziós képét **vetület**nek nevezzük.

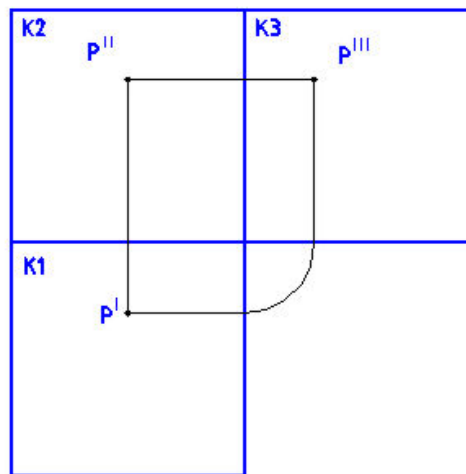
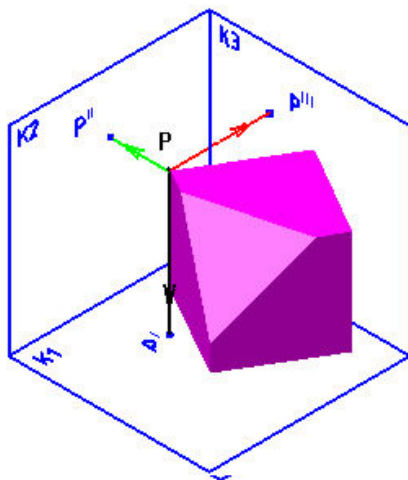
A geometriai szabályokat, azaz azt a módszert, amellyel a vetület elkészíthető, a legegyszerűbb térelem, a pont ábrázolásán keresztül mutatjuk be. A ábrázolandó tárgyakat **képsík**-rendszerben helyezzük el. Az egyes képsíkok (amelyeket K1-gyel, K2-vel és K3-mal jelölünk) egymásra merőlegesek. Az alábbi ábrán a képsíkok közé a példa kedvéért elhelyeztünk egy csonkolt kockát.



A következő oldalon található animáción a pont ábrázolásának lépéseit követheti nyomon. A kép a kiinduló állapotot és a végeredményt ábrázolja. Kattintson a képre az animáció megtekintéséhez! Először nézze végig az animációt, majd indítsa el újra, az egyes képek között állítsa meg, és tanulmányozza a képeket az alábbi leírás alapján!



1. kép: Ábrázolandó pontként a csonkolt kocka egyik, az ábrán P-vel jelölt csúcsát választjuk.
2. kép: A pontból az egyes képsíkokra merőlegesen vetítőegyeneseket bocsátunk. Az egyenesek és a sík metszéspontját  $P'$ ,  $P''$ ,  $P'''$ -mal jelöljük. (A vesszők száma a képsík sorszámára utal.)
3. kép: A kockát eltávolítjuk.
4. kép: A  $P'$ ,  $P''$ ,  $P'''$  pontokból a vetítőegyeneseikkel párhuzamos vonalakat rajzolunk a képsíkok metszésvonaláig. Ezeket a vonalakat **rendező**nek nevezzük.
5. kép: Az eredeti pontot és a vetítőegyeneseket eltávolítjuk.
6. kép: A K3 síkot a K2 síkjába forgatjuk.
7. kép: A K1 síkot a K2 síkjába forgatjuk.
8. kép: Az eddigi műveletek eredménye a K2-re merőleges nézetből.
9. kép: A végleges ábra színes vonalak nélkül

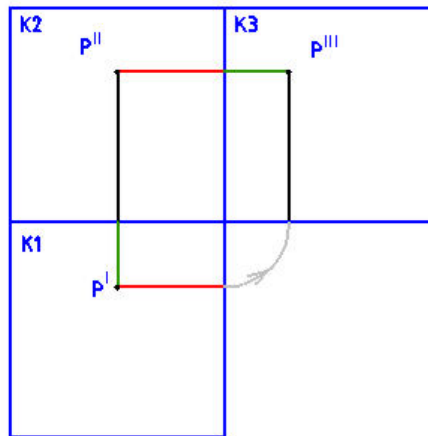
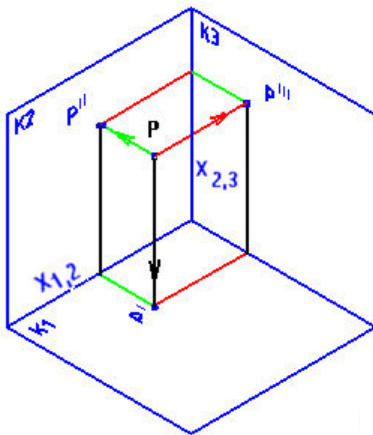




A K1 és K2 képsíkok metszésvonalát  $x_{1,2}$ -vel, a K2 és a K3 metszésvonalát  $x_{2,3}$ -mal jelöljük. A vetületi képek között szoros összefüggés van.

Figyelje meg a következő ábrán az alábbiakat:

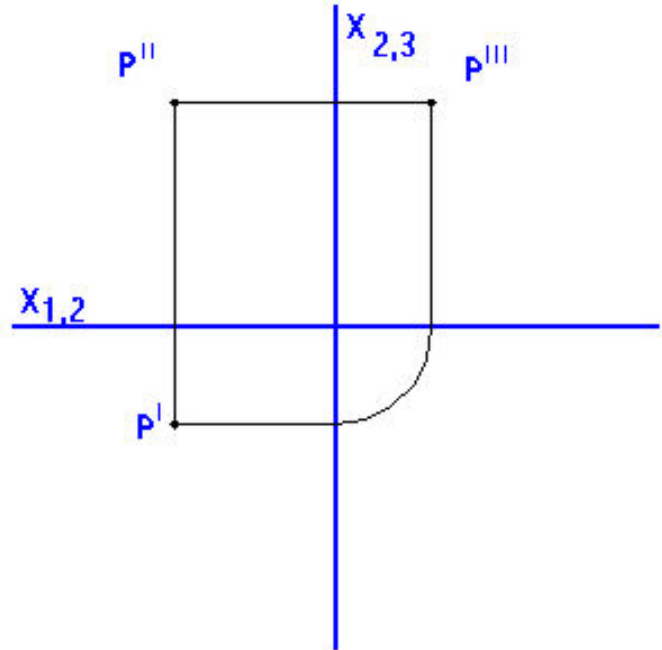
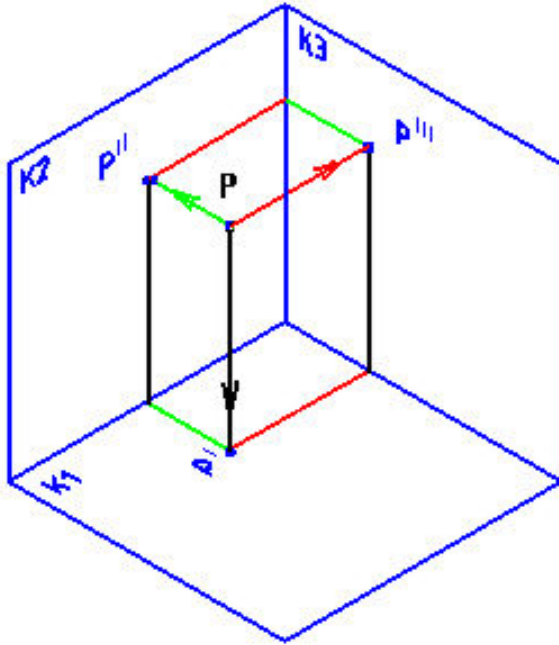
- A P pont P'' és P''' képe az  $x_{1,2}$  tengelytől azonos távolságra található, vagyis ezek egy rendezőre esnek, amely ebben az esetben vízszintes helyzetű.
- A P' és P'' az  $x_{2,3}$ -tól található azonos távolságra, így ezek szintén egy rendezőre esnek, amely ebben az esetben függőleges helyzetű.
- A P'  $x_{1,2}$ -től mért távolsága egyenlő a P'''  $x_{2,3}$ -tól mért távolságával. Ezt a távolságot vetítjük át a két tengely közötti negyed körívvel.



A térhatású ábrán és a vetületi képen azonos színnel jelölt szakaszok egyenlő hosszúságúak.



A továbbiakban -ahogy az a következő képen látható- a vetületi ábrákról elhagyjuk a felesleges elemeket: a képsíkokat külön nem jelöljük, helyettük csak a metszésvonalait tüntetjük fel.

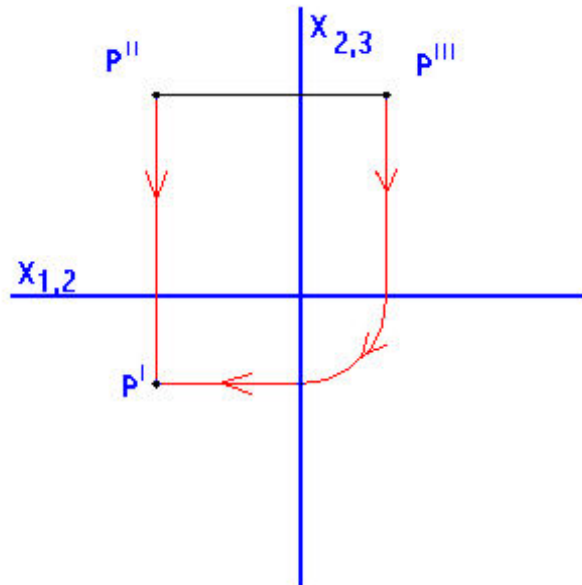
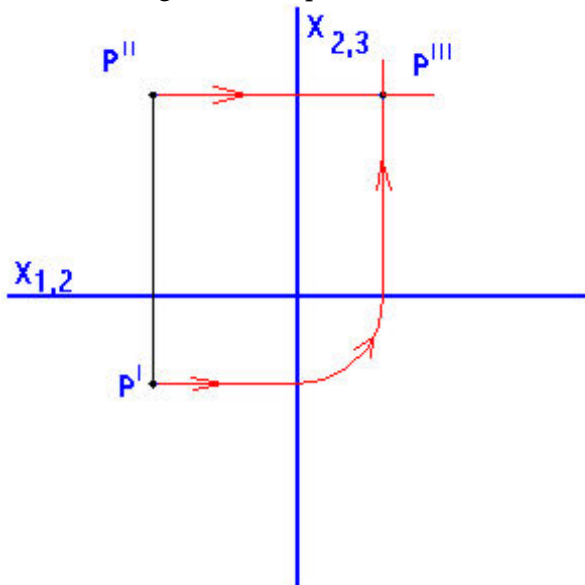




Ezeket az összefüggéseket felhasználva egy pont bármely két adott vetületi képéből a harmadik kép egyértelműen meghatározható.

Nézzünk erre példákat!

A bal oldali ábrán a P pont első és második képe adott, ebből szerkesztettük meg a harmadik képet. (A szerkesztővonalakat pirossal jelöltük.) A jobb oldali ábrán a P pont második és harmadik képe adott, ebből szerkesztettük meg az első képet.



Javasoljuk, hogy készítsen szabadkézi rajzot az ábrákról! Először rajzolja be a pont adott képeit, majd határozza meg a hiányzó képet!

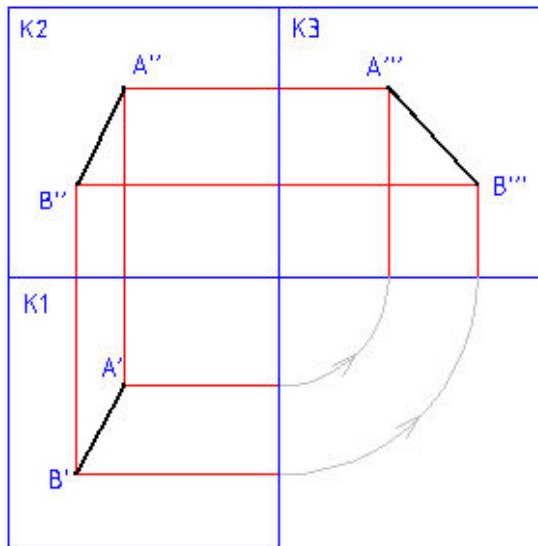
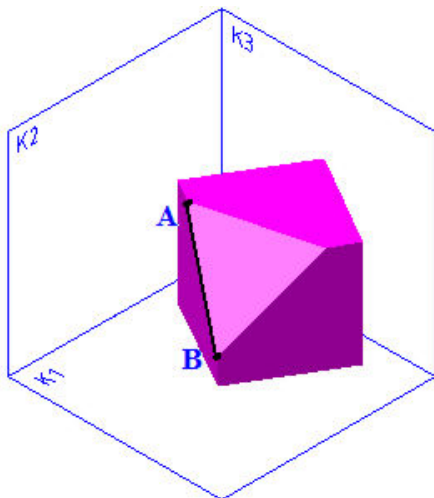


## 4. Szakasz vetületei

Mivel a szakaszt két végpontja egyértelműen meghatározza, vetületeit megkapjuk, ha két végpontjának megfelelő vetületeit egymással összekötjük. A szakasz vetületeinek rajzolása ez alapján visszavezethető pont vetületeinek meghatározására. Az alábbi képeken követheti a szakasz vetületeinek meghatározását a pont ábrázolásánál már megismert módszer szerint.

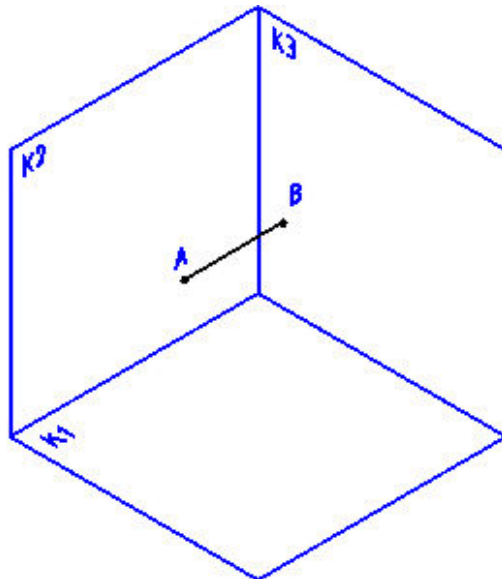
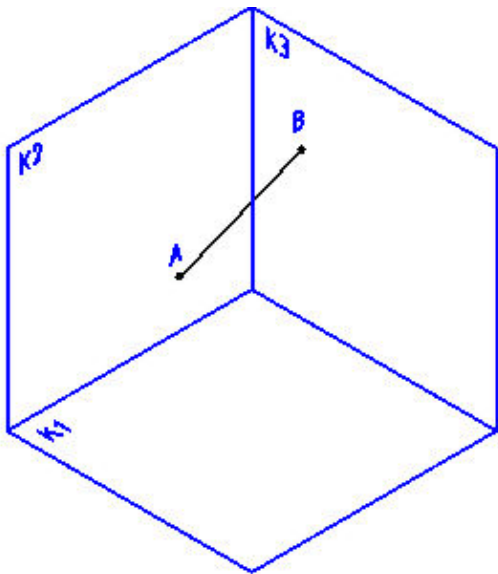
### 4.1. Általános helyzetű szakasz

Az ábrázolandó szakasz általános helyzetű, azaz nem párhuzamos egyik képsíkkal sem, illetve nem merőleges egyikre sem. Azért, hogy az AB szakasz térbeli helyzete jobban elképzelhető legyen, a szakaszt a csonkolt kocka egyik élként rajzoltuk be az ábrába. Kattintson a bal oldali ábrára az animáció megtekintéséhez!



## 4.2. Speciális helyzetű szakaszok

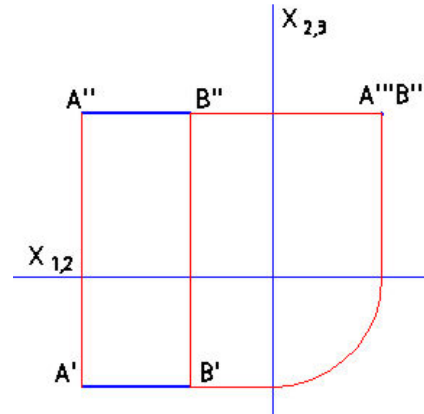
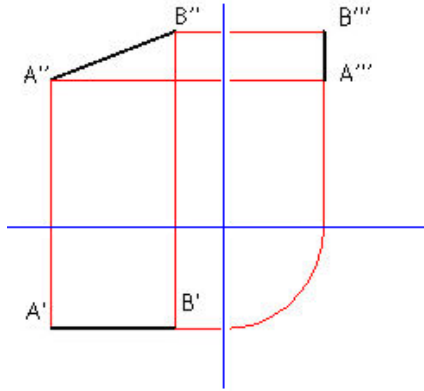
A következő animációk egy K2 képsíkkal párhuzamos szakasz vetületeit mutatják be. A jobb oldali ábrán látható szakasz emellett merőleges a K3 képsíkra.



A szakasz csak azon a képsíkon látszik valódi méretében, amellyel párhuzamos. A fenti esetben a valódi hossz a K2 képsíkon látszik. Ha a szakasz valamelyik képsíkra merőleges, akkor azon a képsíkon a vetülete egyetlen pont lesz. Ez a helyzet a K3-ra merőleges szakasz esetén, a jobb oldali animáción figyelhető meg. A fenti esetben a szakasz végpontjai a harmadik (K3) képsíkban egybeesnek.



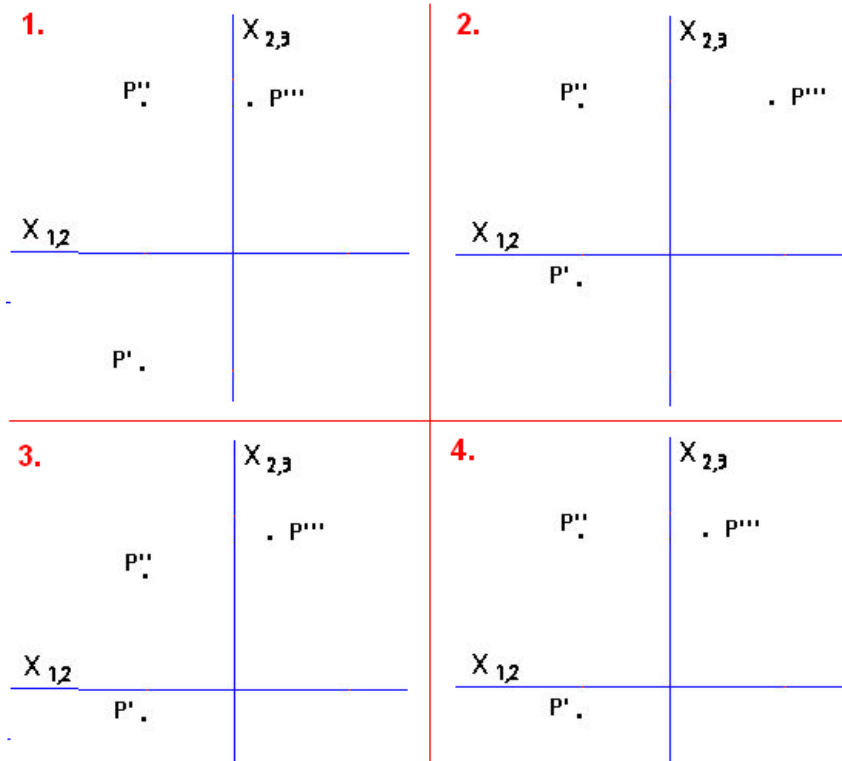
A pontok megadásakor annak a pontnak a betűjelét írjuk előre, amelyik közelebb van a szemlélőhöz. (Ebben a példában a K3 síkra merőlegesen néző szemlélőhöz az A pont van közelebb, ezért a jelölésben az "A" áll elől.) A szakaszok vetületei az alábbi ábrákon láthatók.



## Quiz

### Önellenőrző kérdések

1. Jelölje meg, hogy az alábbi ábrák közül melyik mutatja helyesen egy pont vetületeit!



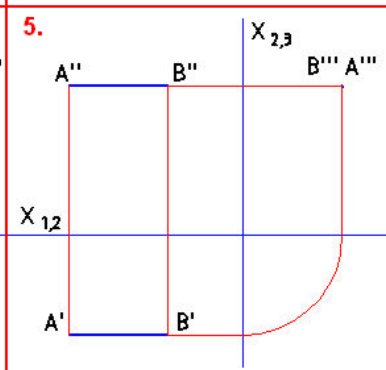
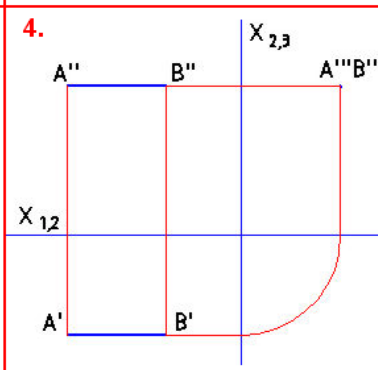
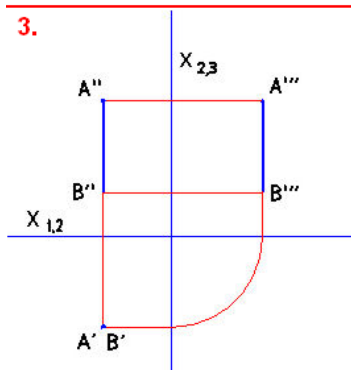
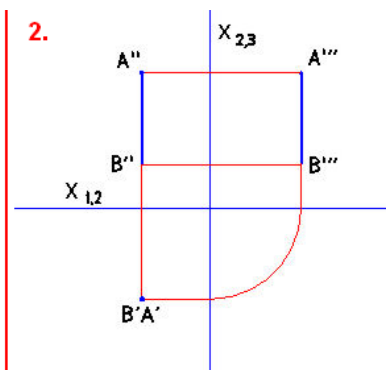
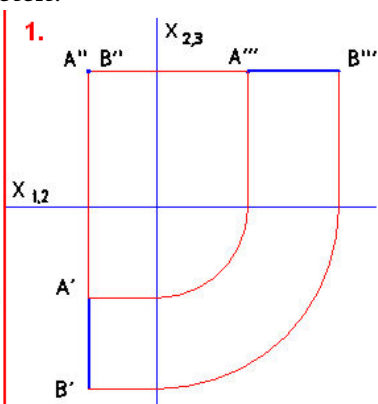
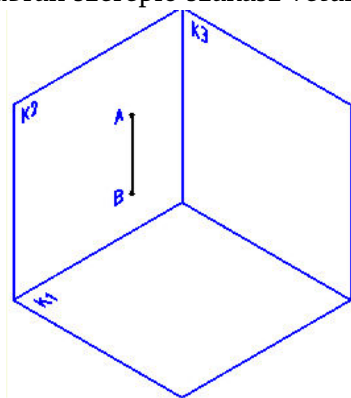
1. ábra

2. ábra

3. ábra

4. ábra

2. Az alábbi képen egy térhatású ábrát és öt vetületet lát. Jelölje meg, hogy az öt ábra közül melyik mutatja térhatású ábrán szereplő szakasz vetületeit!



1. ábra

2. ábra

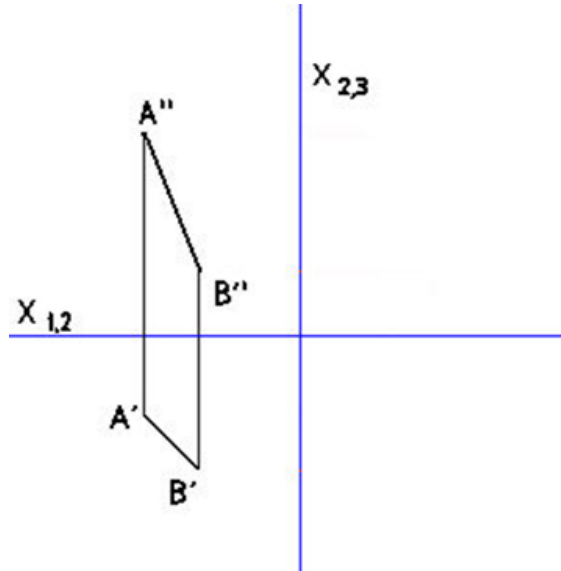
3. ábra

4. ábra

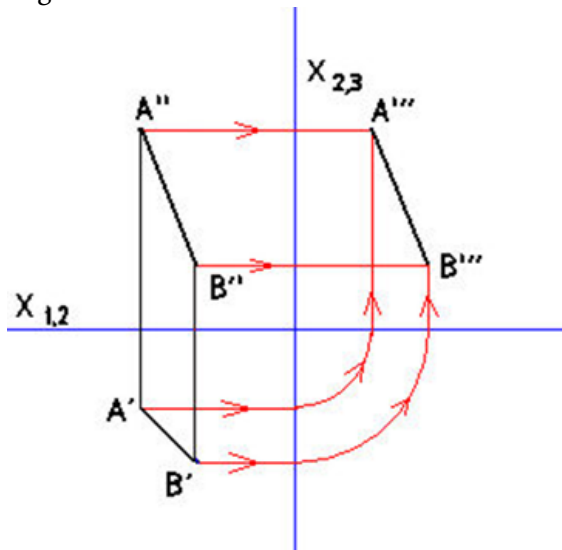
5. ábra



Az alábbi ábrán egy rajzolósi feladatot talál. Adott egy AB szakasz K1 és K2 képsíkon látható képe. Az Ön feladata az, hogy rajzolja meg a harmadik képet. Javasoljuk, hogy először készítsen szabadkézi vázlatot az ábráról, majd próbálja meg az ebben a leckében megismert módszerrel elvégezni a hiányzó kép szerkesztését. A feladat megoldását a következő oldalon találja. A szerkesztés elvégzése után annak segítségével ellenőrizheti munkáját.



Az előző oldalon látható feladat megoldása.





## III. MODUL

# SÍKLAPÚ TESTEK VETÜLETI ÁBRÁZOLÁSA

A gépészetben előforduló alkatrészek különböző (hasáb, gúla, kúp, gömb stb.) alakú részekből állnak össze. A bonyolult alkatrészek ábrázolása előtt megismerkedünk ezeknek az elemi testeknek a rajzolásával, jellegzetességeivel. Az egyszerű testeken keresztül megismert vetületi és metszeti ábrázolás jelenti az alapját a későbbi, összetettebb alkatrészek ábrázolásának és rajzolvasásának.





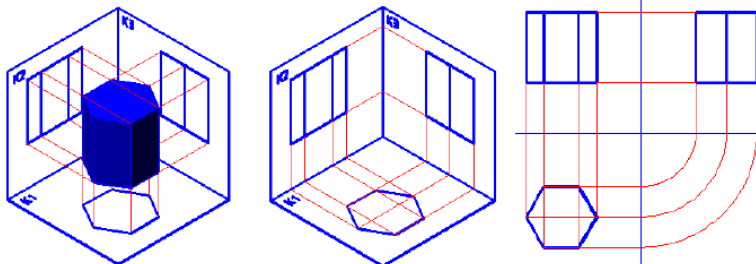
A síklapú testek és a forgástestek ábrázolásával foglalkozó modulokban a leckék logikai felépítése és a számonkérés módja azonos (csak a rajzolás "tárgya" változik), így a követelmények is azonos elvek szerint fogalmazhatók meg. Minden leckére vonatkozó követelmények a síklapú testek és a forgástestek ábrázolásával kapcsolatban a következők.

## Követelmények

Ön akkor sajátította el megfelelően a tananyagot, ha

- több vetület közül ki tudja választani, hogy adott térhatású ábrához melyik vetület tartozik,
- több térhatású ábra közül ki tudja választani, hogy adott vetülethez melyik térhatású ábra tartozik,
- térhatású ábra alapján szabadkézzel meg tudja rajzolni egy adott test vetületeit.

A fenti követelményeket nem tüntetjük fel minden lecke elején, ott csak az ezeken túli követelmények jelennek meg. Egy adott test vetületeit általában három ábrán mutatjuk be (példaként lásd alábbi ábrát!). Az első a képsíkok közé helyezett test, a második a képsíkon keletkező vetületek, a harmadikon a kész vetületek láthatók.



A tananyag feldolgozásához az alábbi módszert javasoljuk:

- nézze végig az egyes testek vetületeit bemutató ábrákat,



- a vetítővonalak segítségével elemezze, hogy az egyes vetületi képeken melyek lesznek a testek látható és nem látható élei,
- a harmadik ábra alapján készítsen saját füzetébe szabadkézi rajzot a vetületei képekről.





## 5. Négyzög alapú hasáb vetületei

### Kulcsfogalmak:

- nézet,
- előlnézet,
- nem látható él jelölése,
- európai vetítési rend.

### Időszükséglet:

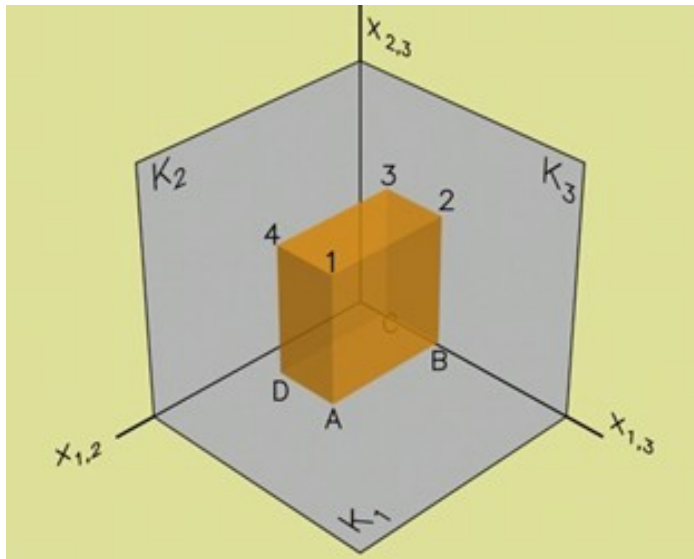
A tananyag elsajátításához körülbelül 80 percre lesz szüksége.



Ebben a leckében a testek vetületeinek keletkezését mutatjuk be. Az alábbi videón egy négyszög alapú hasáb (téglatest) vetületein keresztül kísérheti figyelemmel a vetületek keletkezését.

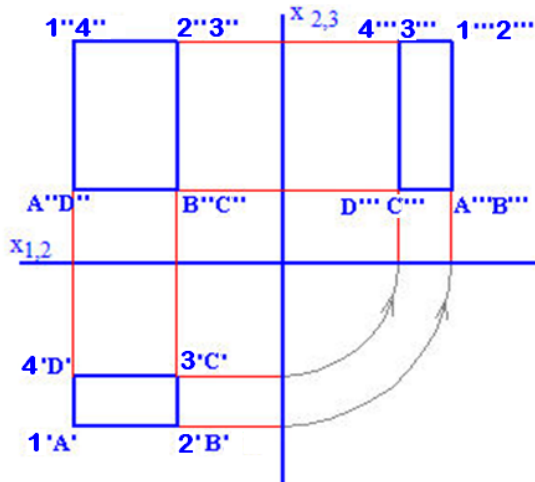
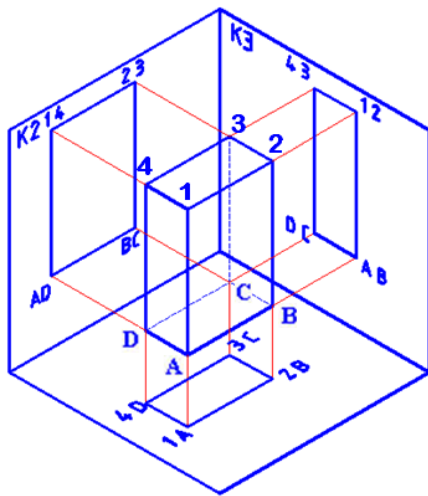
A videón az alábbiakat figyelje meg:

A kezdő ábrán egy képsíkok közé helyezett négyszög alapú hasábot lát. A hasáb képét felülről, előlről (az ábra jobb alsó sarkának irányából), majd balról rávetítjük a képsíkokra. A térbeli képsíkrendszert ezután síkba forgatjuk. A videó végén láthatja a három vetületet.





A vetületekkel ábrázolt hasáb csúcsait az alábbi ábrán pontokkal jelöltük. Az egyes vetületi képek meghatározása ennek segítségével visszavezethető a pont, illetve a szakasz vetületeinek elkészítésére.



Az ábra segítségével térhatású ábrán és vetületi képen egyaránt megfigyelheti a jelölt pontok és a vetületek összefüggését az alábbiak szerint:

Válasszuk ki a példa kedvéért a B pontot!

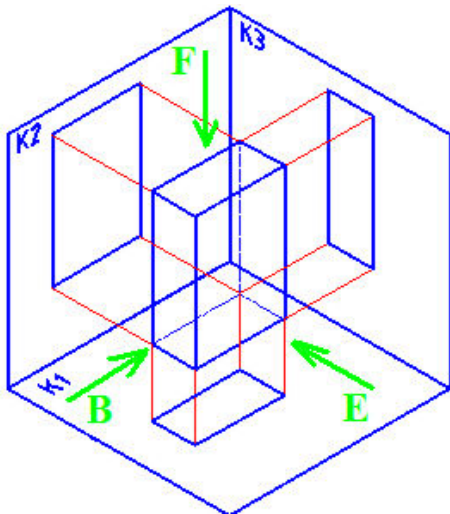
- A B'' és a B' ugyanarra a függőleges rendezőre esnek.
- A B' pontból indulva a vízszintes rendező, a negyedkörív, majd a függőleges rendező mentén eljutunk a B''' ponthoz.
- A B'' és a B''' ugyanarra a vízszintes rendezőre esnek.
- Az egymást takaró pontok jelölésekor a szemléltetőhöz közelebbi pont betűjele található elől. (Például a K2 síkon az A''D'' pontoknál, vagy a K3 síkon az A'''E''' pontok esetén.)



Az egyes képsíkokon keletkező vetületeket, az úgynevezett **nézeteket** névvel láthatjuk el, aszerint, hogy a tárgyat melyik irányból nézve keletkezik az adott vetület. Az ábrán az "E" az előlnézeti, az "F" a felülnézeti, a "B" a baloldali nézeti irányt jelöli.

Ez alapján

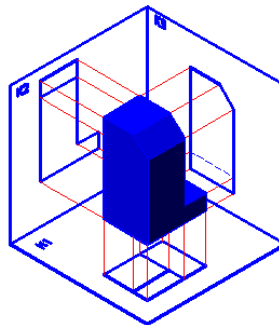
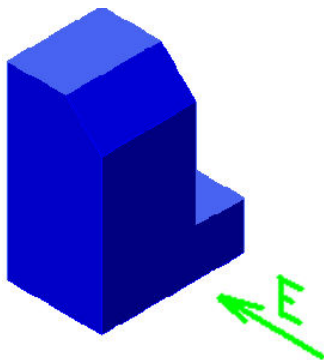
- a K2 képsíkon keletkező vetület az előlnézet, vagy más néven főnézet,
- A K1 képsíkon a felülnézet,
- a K3 képsíkon a bal oldali nézet keletkezik.



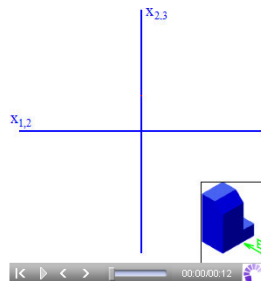
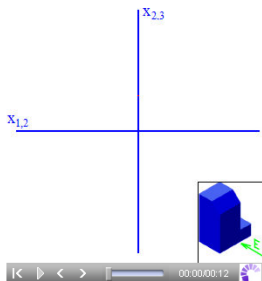
A tárgyat mindig úgy helyezzük el a képsíkok között, hogy az **előlnézet** a tárgy legjellemzőbb képét mutassa.

## Aktivitás: Jegyezze meg a nem látható él jelölésének módját!

Nézzünk egy példát arra, hogyan rajzoljuk meg egy adott test vetületeit! Az ábrázolandó tárgy a bal oldali ábrán látható. Az előlnézeti irányt a nyíl jelzi. A képsíkok közé helyezett tárgyat és három vetületét a jobb oldali ábra mutatja. Figyelje meg a jobboldali ábra balnézeti vetületén, hogy azt az **élt, amely az adott vetületen nem látható** (mert a test valamelyik lapja eltakarja) **vékony szaggatott vonallal** kell jelölni.

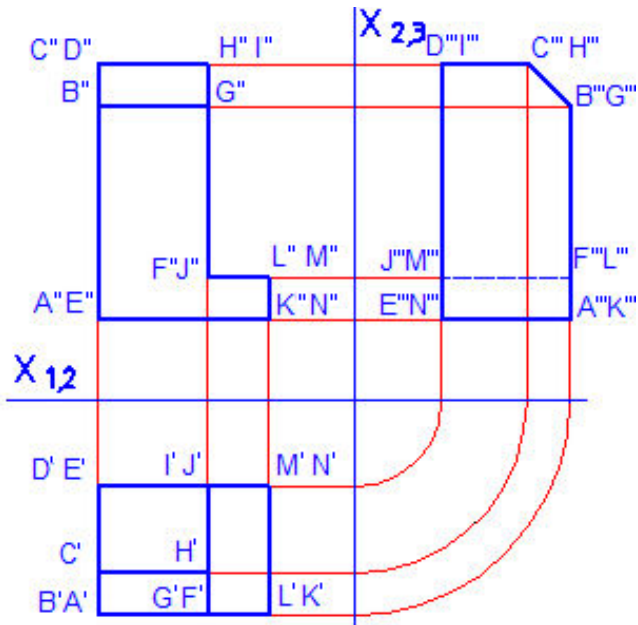
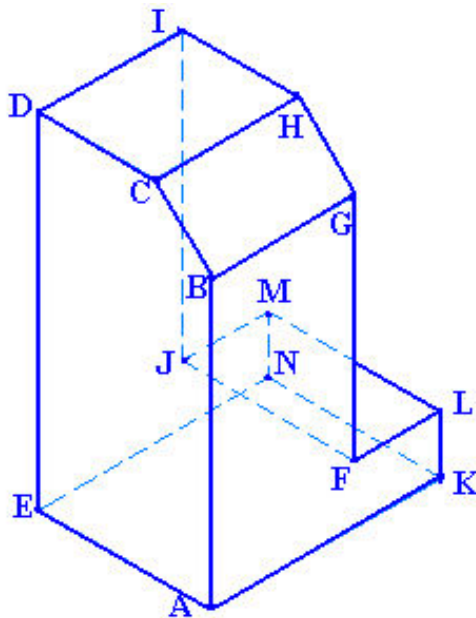


Az alábbi két animáció segítségével követheti a vetületkészítés lépéseit. Az animációk a vetületek rajzolásának többféle lehetséges sorrendjét mutatják be.





Figyelje meg a következő ábrán a térhatású képen jelölt pontok és a vetületi képeken megadott pontok közötti összefüggést!



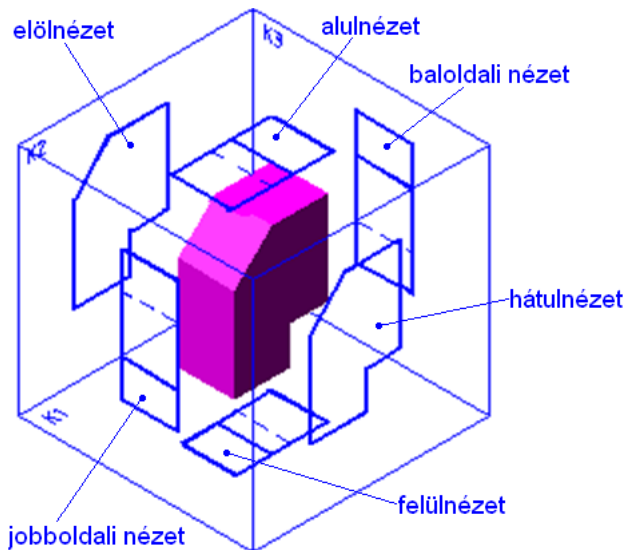
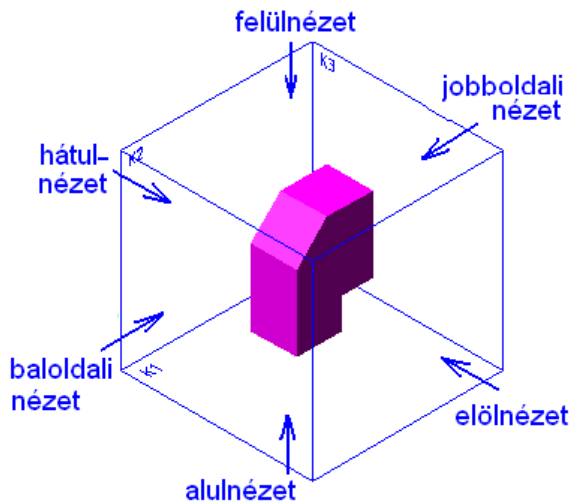
Figyelje meg az ábrán, hogy a nézeti kép egy vonala adott esetben lehet a test egy lapjának képe is. Például a test felső (a C,H,D,I csúcsok által meghatározott) lapjának a képe az előlnézeti és a baloldali nézeti képen egyetlen vonal. Egy tárgyról természetesen nem csak három vetület készíthető. Egymásra merőleges képsíkok segítségével akár hat vetületet is létrehozhatunk. Erre láthat példát a következő ábrákon.





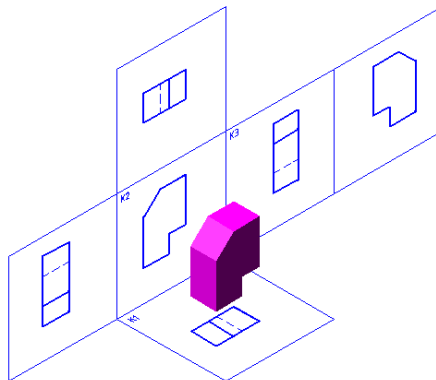
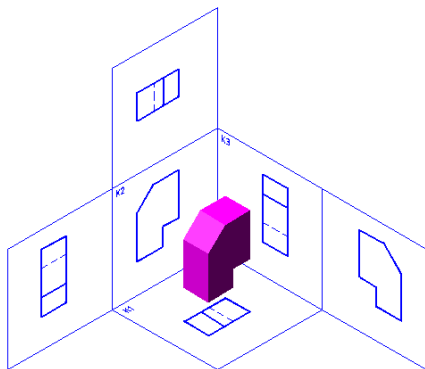
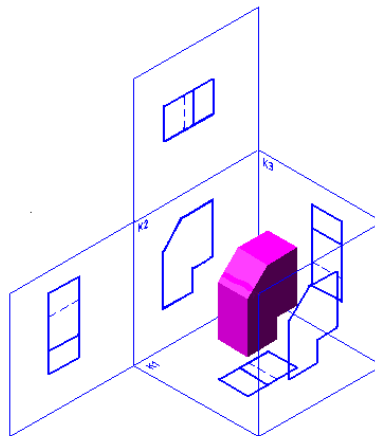
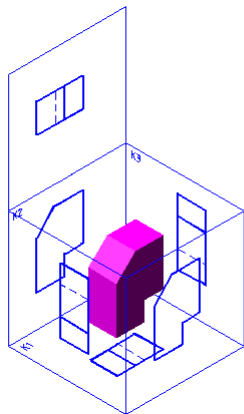
A tárgyat egy képzeletbeli kocka belsejébe helyezzük. Az ábrán bejelöltük a nézeti irányokat.

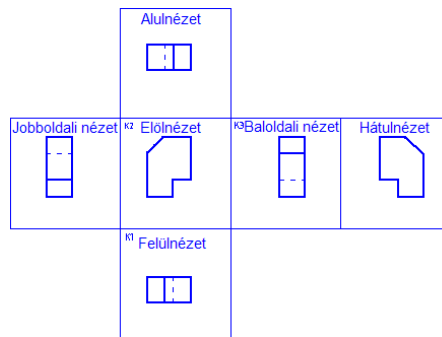
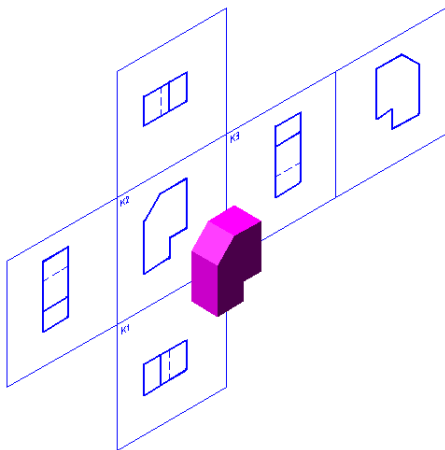
**Aktivitás:** Keresse meg az egyes élek megfelelőjét a vetületeken és a térhatású ábrán, különös tekintettel a szaggatott vonallal jelölt nem látható élekre!





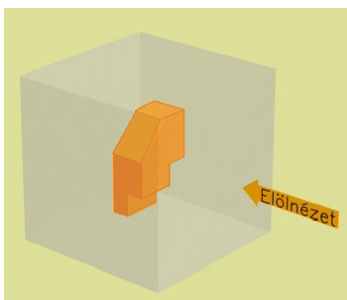
A következő ábrákon bemutatjuk a hat vetület elhelyezésének módját. A kockát, amelynek a lapjai az egyes képsíkoknak felelnek meg, síkba terítjük, az alábbiak szerint. A főnézet a K2 síkon keletkező vetület.





Figyelje meg az utolsó ábrán a vetületi képek elhelyezkedését! A központi helyen az előlnézet található. Ettől balra a jobboldali nézet, jobbra a baloldali nézet majd a hátulnézet. Az alulnézet felülre, a felülnézet alulra kerül. A vetületek ilyen elhelyezése az úgynevezett **európai vetítési rend**.

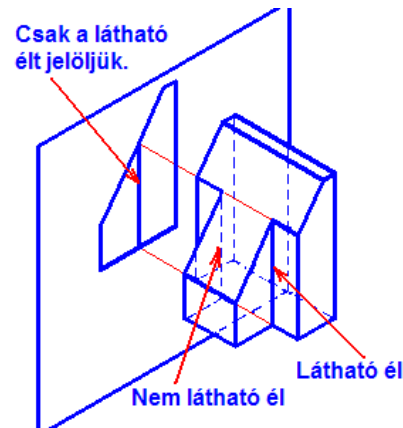
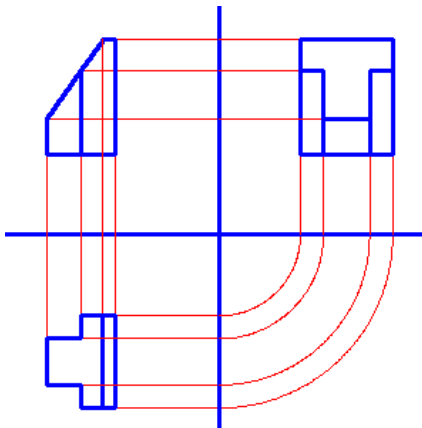
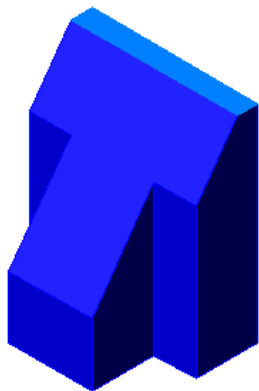
**Aktivitás:** Készítsen hat vetületet az alábbi ábrán látható tárgyról! A rajz elkészítése után kattintson az ábrára, nézze meg a videót, majd az alapján ellenőrizze a megoldást!





Egy adott tárgyról annyi vetületet kell rajzolni, ahány a tárgyat egyértelműen meghatározza. A hat vetület közül a főnézetet mindig meg kell rajzolni. Azt, hogy ezen kívül még mely vetületek szükségesek, a tárgy alakja dönti el. Az előlnézet mellett a tárgyról leggyakrabban felülnézetet és/vagy baloldali nézetet rajzolunk.

Nézzünk még egy példát a téglatest ábrázolására. Kattintson a bal oldali képre az animáció megtekintéséhez. A középső képen a test vetületeit látja.

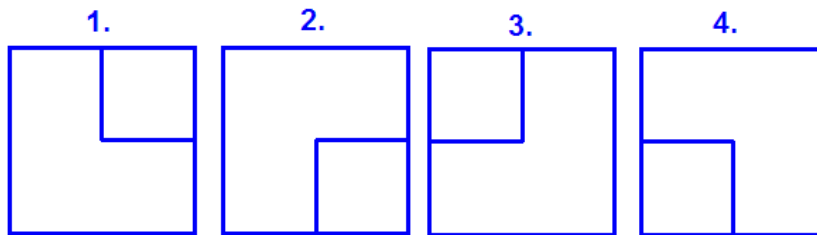
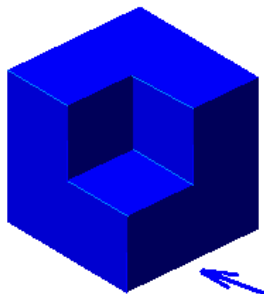


**Aktivitás:** Figyelje meg, hogy az előlnézeti képen a középső, függőleges helyzetű él tulajdonképpen két él képe.

Ezek közül az élek közül az egyik látható él, ezt vastag vonallal jelöljük. A másik ebből a nézőpontból nem látható, ezt szaggatott vonallal kellene jelölni, azaz ugyanarra a helyre egy vastag és egy szaggatott vonalat kellene rajzolnunk. Ha két él képe egybeesik, akkor a nem látható él szaggatott vonalát a vastag vonal eltakarja, tehát a nem látható élt ilyen esetben nem jelöljük. Ezt szemlélteti a jobb oldali ábra.

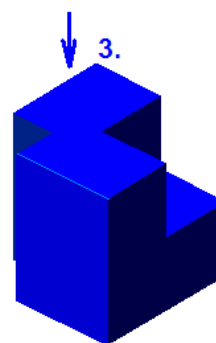
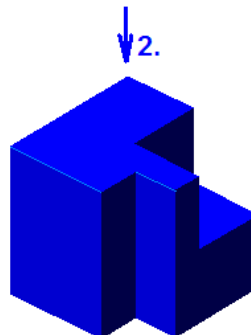
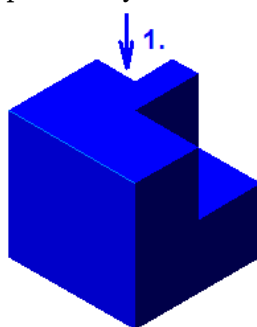
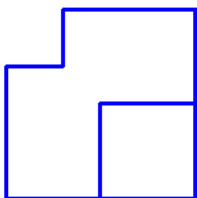
## Quiz Önellőrző kérdések

1. Az alábbi ábrán egy tárgy térhatású ábráját és előlnézeti képeket lát. Az előlnézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a térhatású ábrához hányas számú előlnézeti kép tartozik.



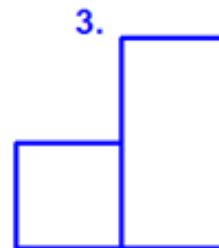
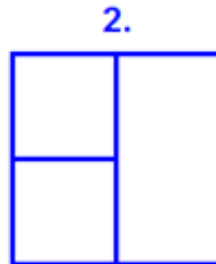
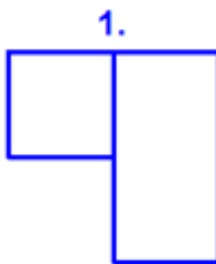
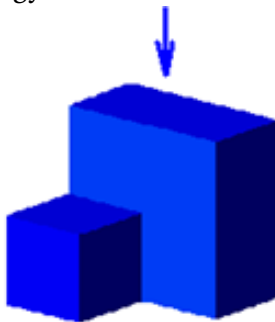
1. 2. 3. 4.

2. Az alábbi ábrán tárgyak térhatású ábráit és egy felülnézeti vetületet lát. A felülnézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a vetületi képhez hányas számú térhatású ábra tartozik!



1. 2. 3.

3. Az alábbi ábrán egy tárgy térhatású ábráját és felülnézeti képeket lát. A felülnézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a térhatású ábrához hányas számú felülnézeti kép tartozik

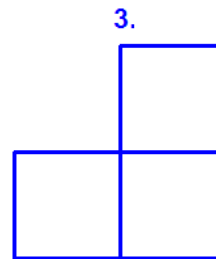
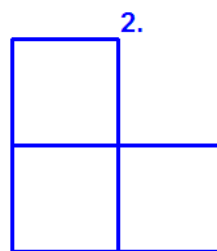
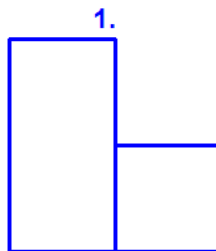
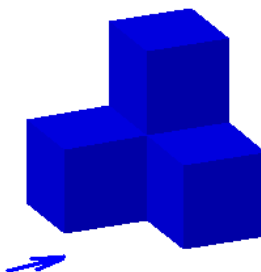


1.

2.

3.

4. Az alábbi ábrán egy tárgy térhatású ábráját és baloldali nézeti képeket lát. A balnézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a térhatású ábrához hányas számú baloldali nézeti kép tartozik!

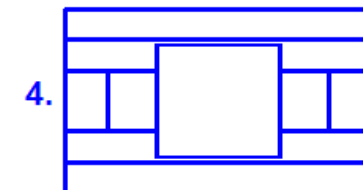
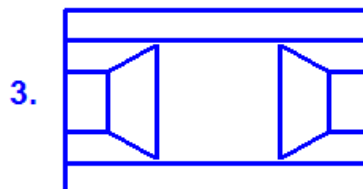
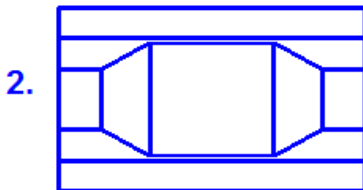
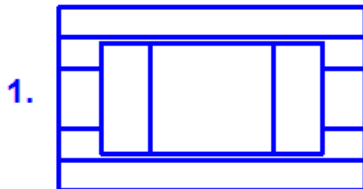
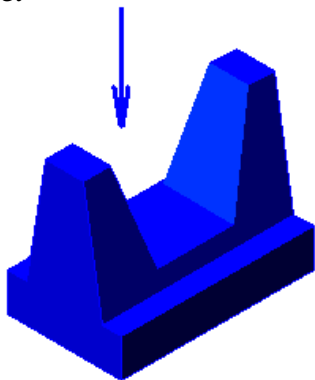


1.

2.

3.

5. Az alábbi ábrán egy tárgy térhatású ábráját és felülnézeti képeket lát. A felülnézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a térhatású ábrához hányas számú felülnézeti kép tartozik!



1.

2.

3.

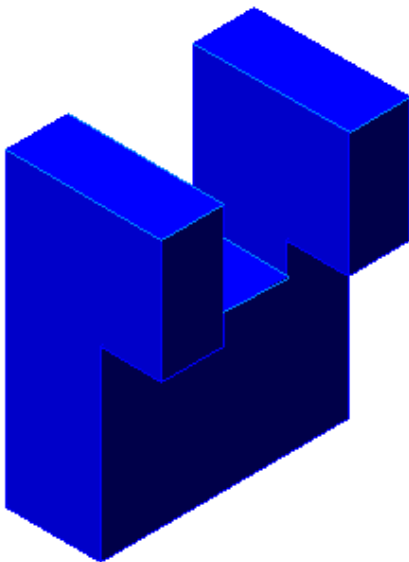
4.

## Önálló rajzoló feladatok

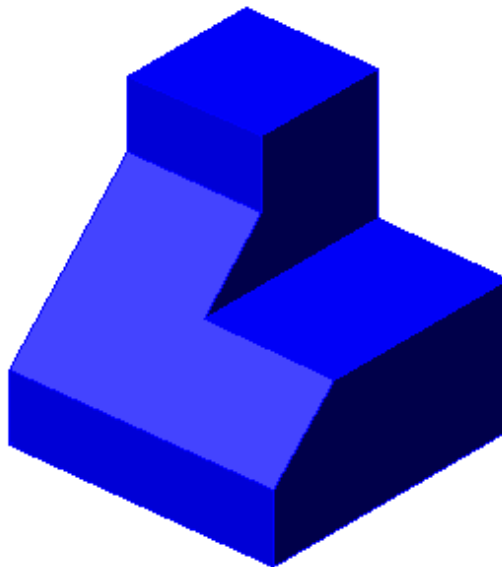
Készítse el az alábbi testek vetületeit a füzetében, a megadott utasításoknak megfelelően! Miután megrajzolta a vetületeket, a következő oldal ábrái segítségével ellenőrizheti munkáját.

Ábrázolja a hasábokat három nézetben: előlnézetben, balnézetben és felülnézetben. Az előlnézeti irányt a lap jobb alsó sarka irányából értelmezzük.

1. feladat



2. feladat



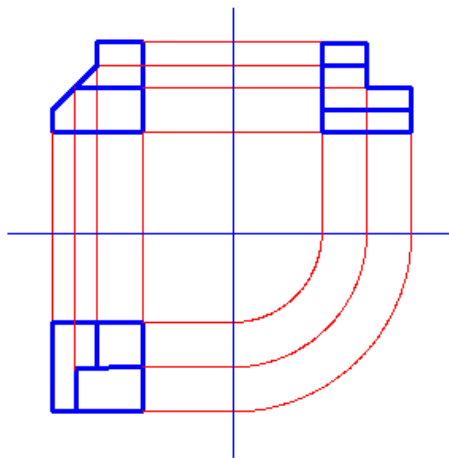
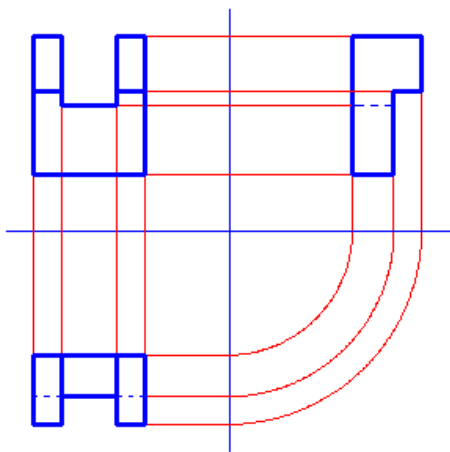
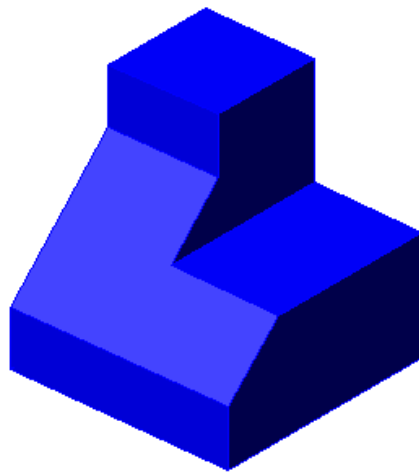
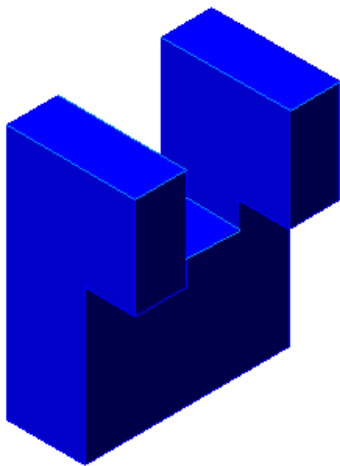
Az alábbi interaktív ábrák segítséget nyújtanak a feladatok megoldásának elkészítéséhez. Kattintson a megfelelő szövegre az ábra megtekintéséhez!

[Segítség az 1. feladathoz.](#)

[Segítség a 2. feladathoz.](#)



Az előző oldalon látható feladatok megoldása:





## 6. Hatoldalú hasáb vetületei

### Követelmény:

- szabadkézi rajzon tudja ábrázolni a hatszög laptávolságát és csúctávolságát.

### Időszükséglet:

A tananyag elsajátításához körülbelül 80 percre lesz szüksége.

### Kulcsfogalmak:

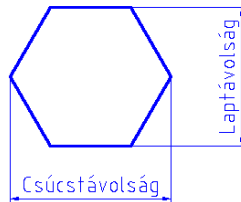
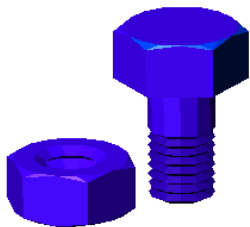
- laptávolság,
- csúctávolság,
- szimmetriasík.



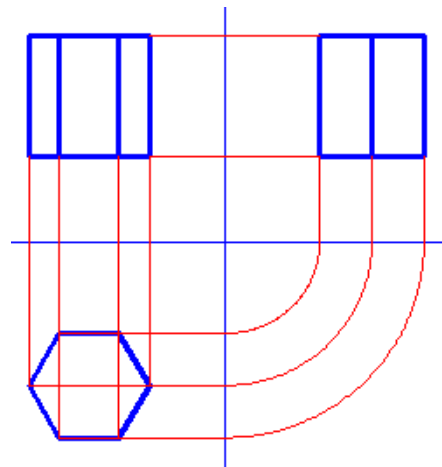
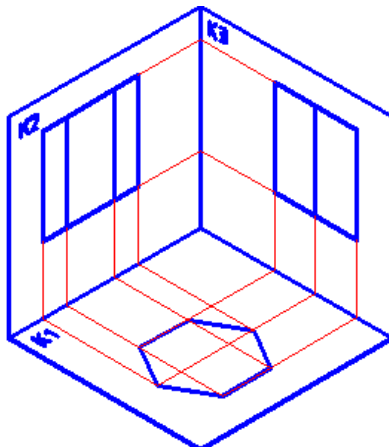
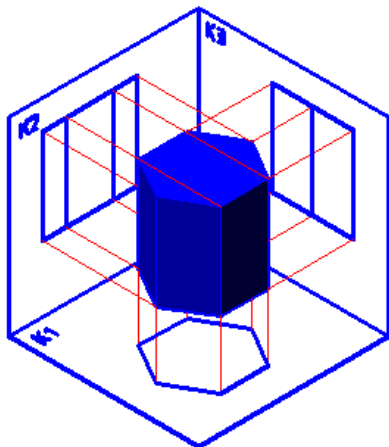


**Aktivitás:** Jegyezze meg, mit értünk laptávolság és csúcsávolság alatt! Készítsen szabadkézi rajzot az ezt bemutató ábráról!

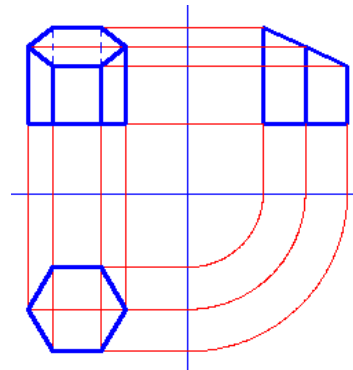
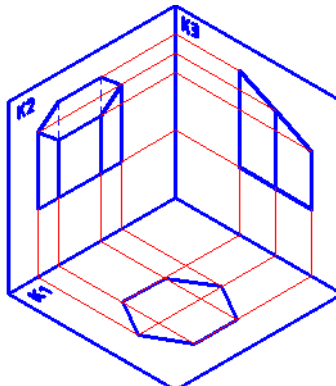
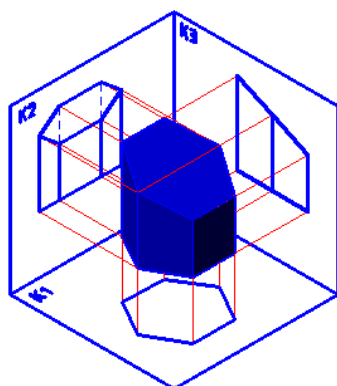
A gépészeti rajzokon gyakran találkozunk hatlapfejű csavarok, csavaranyák illetve más, hatoldalú hasábra visszavezethető alkatrészek ábrázolásával. Ebben a leckében a hatoldalú hasáb ábrázolását mutatjuk be. A hasáb alaplapja szabályos hatszög. Ennek két jellemző mérete a **laptávolság** és a **csúcsávolság**.



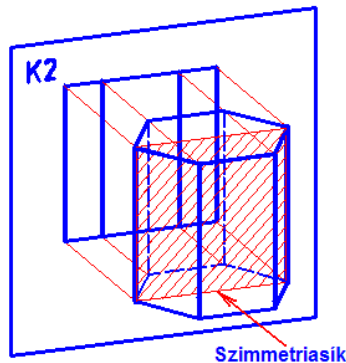
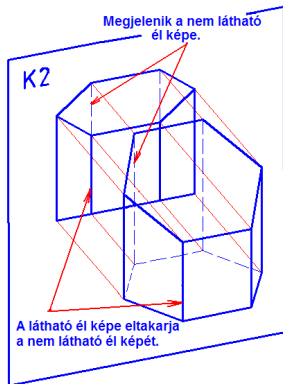
A hatoldalú hasábot először csonkítatlan állapotban ábrázoljuk. Az alábbi ábrákon a képsíkok közé helyezett csonkítatlan hasábot, a hasáb képét a képsíkokon, majd a vetületi ábrákat látja.



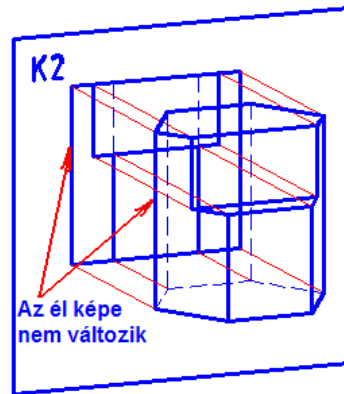
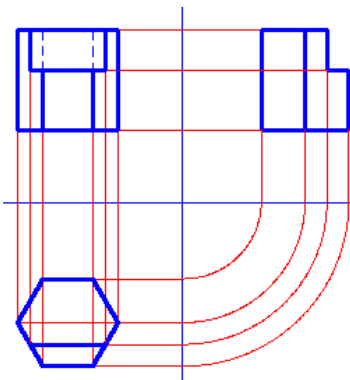
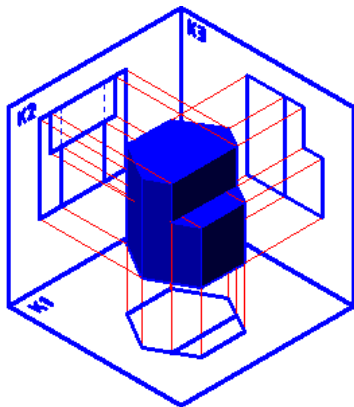
Az alábbiakban ferde, a K3 síkra merőleges síkkal csonkolt hatoldalú hasáb vetületeit mutatjuk be. Figyelje meg, hogy a csonkítás ellenére a felülnézeti kép szabályos hatszög maradt, mivel a hatszög a hasáb oldallapjainak a felülnézeti képe.



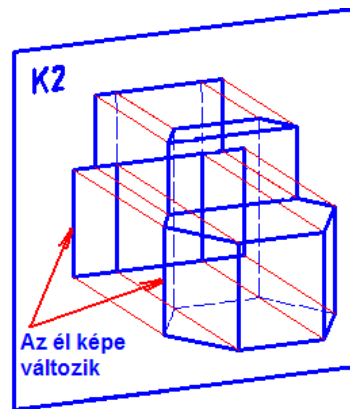
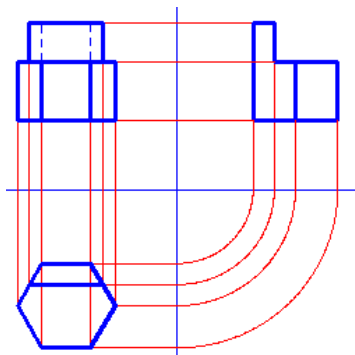
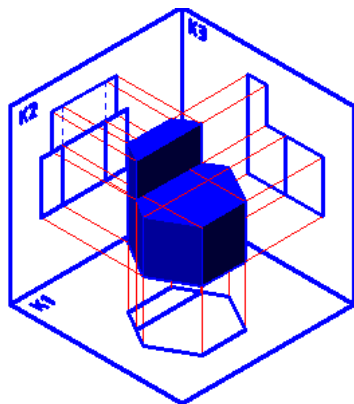
A hasáb elölnézeti képén látható, hogy csonkítatlan állapottól eltérően itt két szaggatott vonal jelenik meg (a nem látható élek jelöléseként). Az alábbi ábrák közül a bal oldali ehhez ad magyarázatot. A későbbiekben többször hivatkozunk a hatoldalú hasáb (egyik) szimmetriasíkjára. A jobb oldali ábra a hasáb egyik szimmetriasíkját mutatja be. A szimmetriasík olyan sík, amely a testet két egybevágó részre osztja.



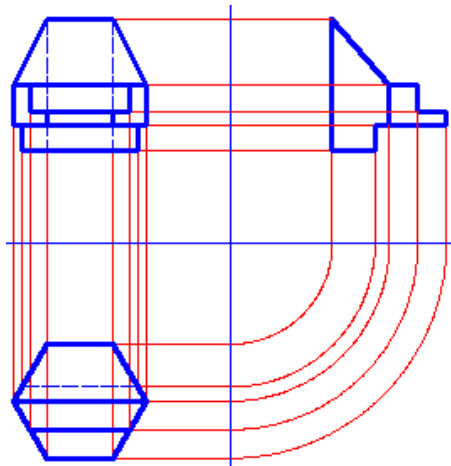
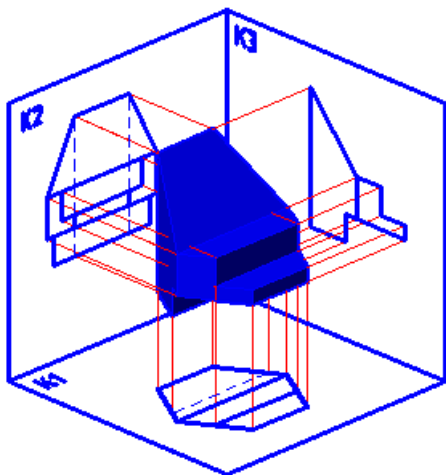
A következő hasábot (az előlnézeti nézőponthoz viszonyítva) a szimmetriasík előtt csonkítottuk. Figyelje meg az előlnézeti képen, hogy ilyen csonkítás esetén az előlnézeti képen a két "szélső" él képe a csonkítatlan állapottal összehasonlítva nem változik.

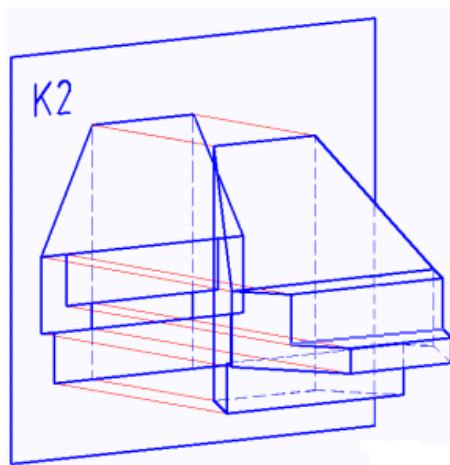


Nézzük meg, hogyan változnak a vetületi képek, ha a hasábot a szimmetriasík mögött csonkítjuk!



Végül nézzünk példát egy olyan hasábra, amelyen az eddig bemutatott csontkítások közül többféle is előfordul. Az alsó ábra néhány jellemző pontot mutat be az előlnézeti vetület könnyebb megértéséhez.

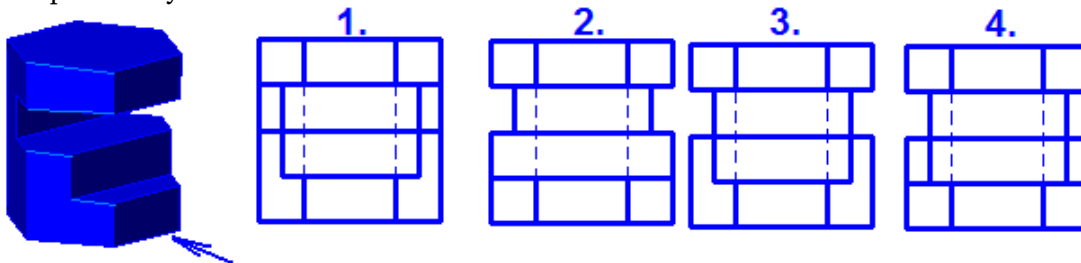




## Quiz

### Önellenőrző kérdések

1. Az alábbi ábrán egy test térhatású képét és vetületeket lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a térhatású képhez hányas számú vetületi ábra tartozik!



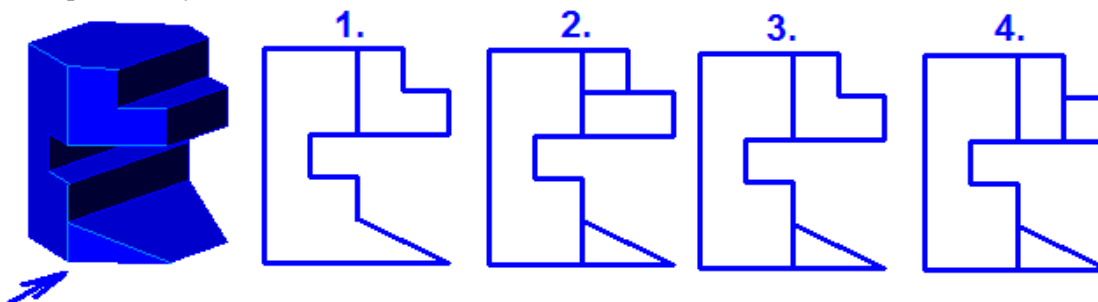
1.

2.

3.

4.

2. Az alábbi ábrán egy test térhatású képét és vetületeket lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a térhatású képhez hányas számú vetületi ábra tartozik!



1.

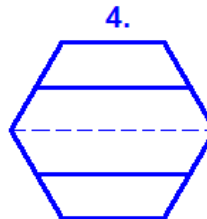
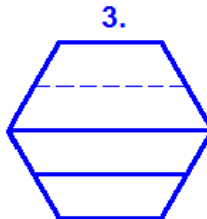
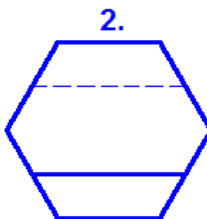
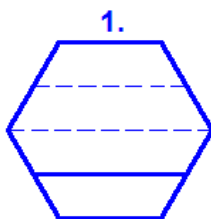
2.

3.

4.



3. Az alábbi ábrán egy test térhatású képét és vetületeket lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a térhatású képhez hányas számú vetületi ábra tartozik!



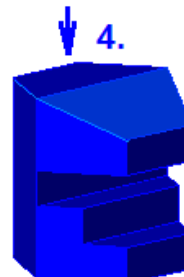
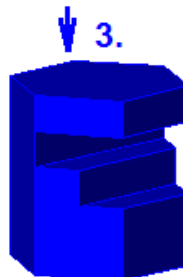
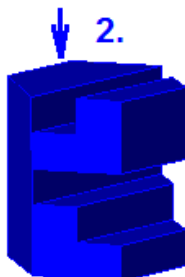
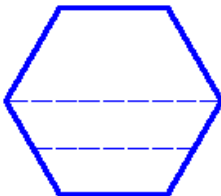
1.

2.

3.

4.

4. Az alábbi ábrán egy vetületi képet és térhatású ábrákat lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a vetületi képhez hányas számú térhatású ábra tartozik!



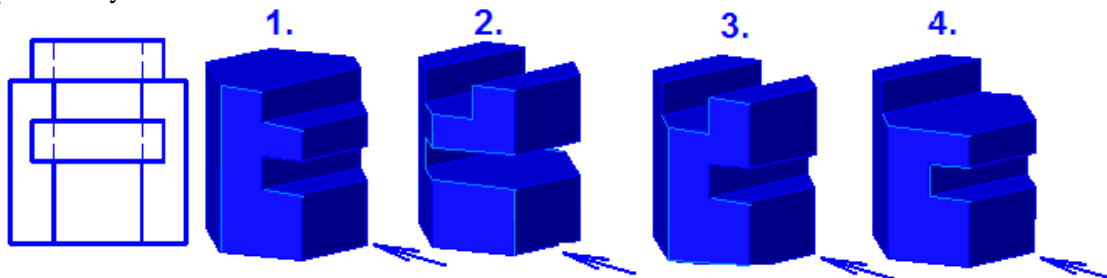
1.

2.

3.

4.

5. Az alábbi ábrán egy vetületi képet és térhatású ábrákat lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a vetületi képhez hányas számú térhatású ábra tartozik!



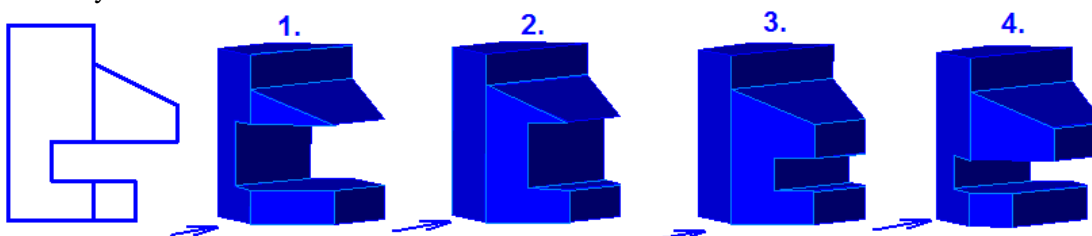
1.

2.

3.

4.

6. Az alábbi ábrán egy vetületi képet és térhatású ábrákat lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a vetületi képhez hányas számú térhatású ábra tartozik!



1.

2.

3.

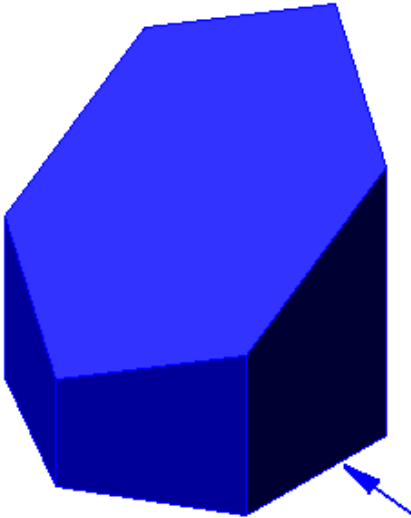
4.

7. Szabadkézi rajzon ábrázoljon egy hatszöget, és jelölje be a rajzon a hatszög csúctávolságát és laptávolságát!

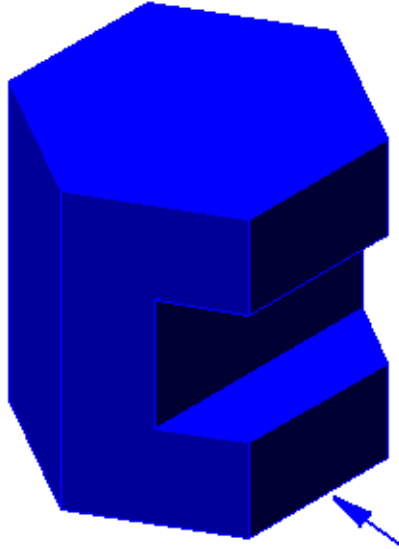
## Önálló rajzoló feladatok

Készítse el az alábbi testek előlnézeti, felülnézeti és baloldali nézeti vetületeit a füzetében! Miután megrajzolta a vetületeket, a következő oldal ábrái segítségével ellenőrizheti munkáját. Az előlnézet nézeti irányát nyíl jelzi.

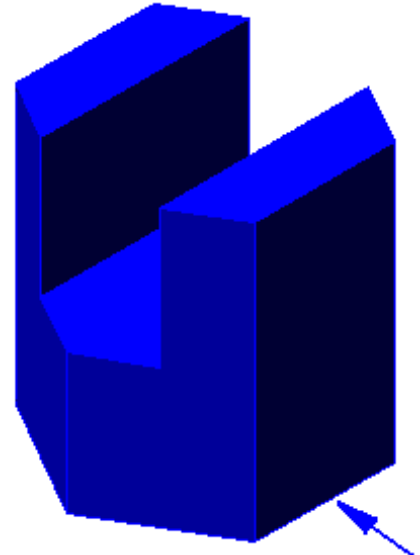
1. feladat

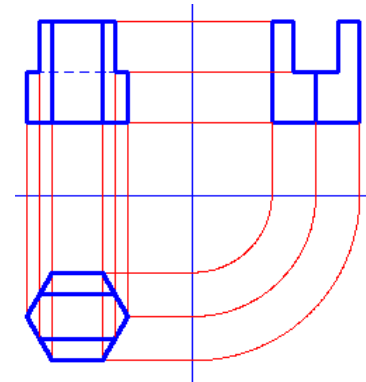
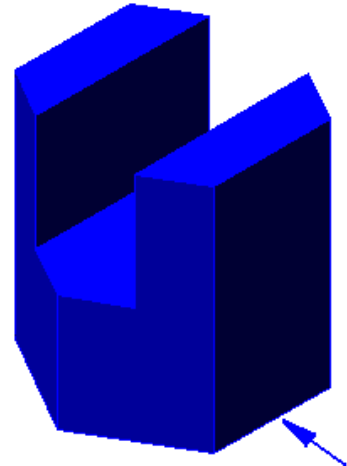
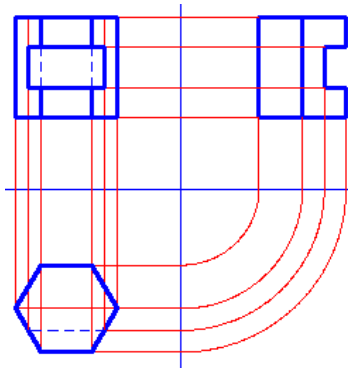
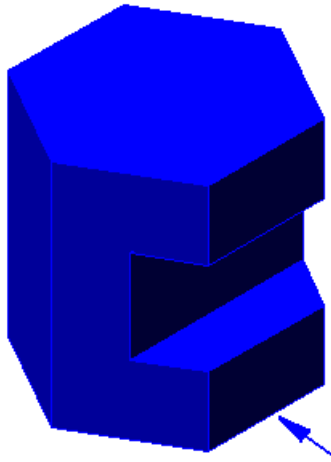
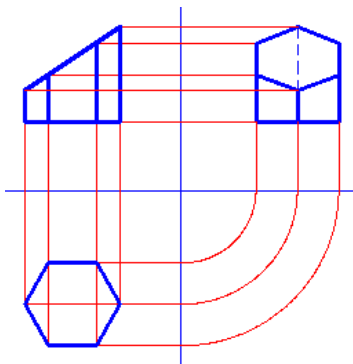
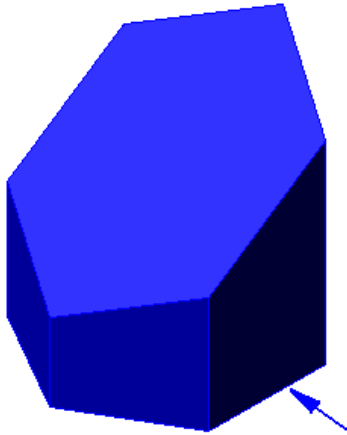


2. feladat



3. feladat





Az alábbi interaktív ábrák segítséget nyújtanak a feladatok megoldásának ellenőrzéséhez. Kattintson a megfelelő szövegre az ábra megtekintéséhez.

[Segítség az 1. feladathoz.](#)

[Segítség a 2. feladathoz.](#)

[Segítség a 3. feladathoz.](#)



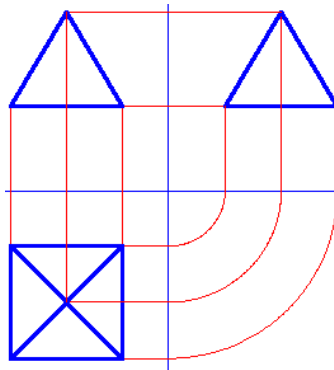
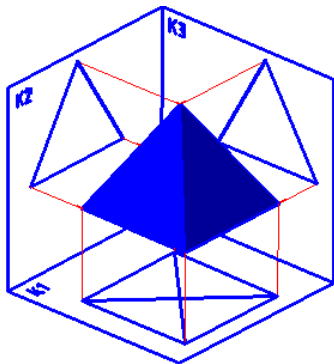
## 7. Gúla vetületei

### Időszükséglet:

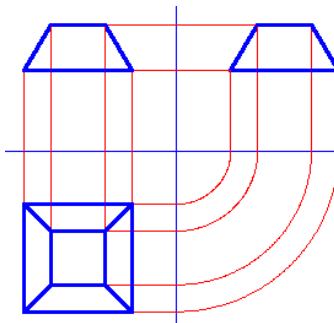
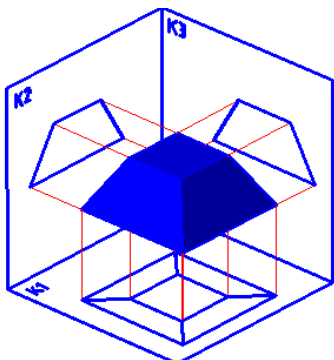
A tananyag elsajátításához körülbelül 80 percre lesz szüksége.



Az előző leckékben tárgyalt testek közös jellemzője, hogy felületük négyszögekből (négyzetekből és téglalapokból) állt. A gúla abban különbözik ezektől, hogy ennek oldallapjai háromszögek. Az alaplap tetszőleges sokszög lehet, mi ezek közül a négyzet alapú gúlát vizsgáljuk. A gúlát először csonkítatlan állapotban ábrázoljuk. A négyzet alapú gúla felülnézeti képe négyzet, az előlnézet és az oldalnézet pedig egyenlőszárú háromszög.

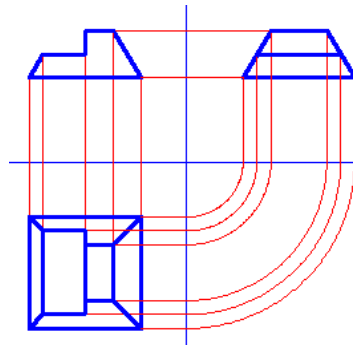
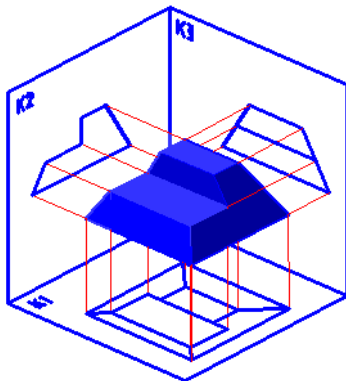


Ha a gúlát vízszintes helyzetű síkkal csonkítjuk, akkor mindegyik nézet változik. A felülnézetben egy négyzet jelenik meg, az előlnézeti és az oldalnézeti kép pedig egyenlőszárú trapéz lesz.

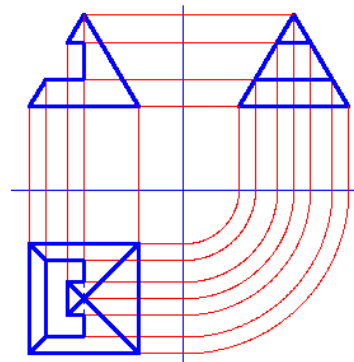
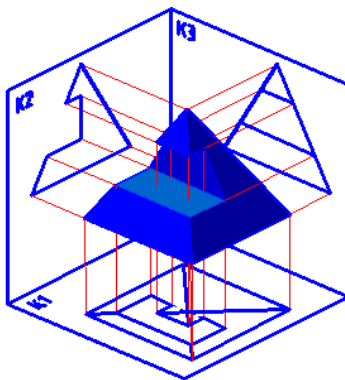
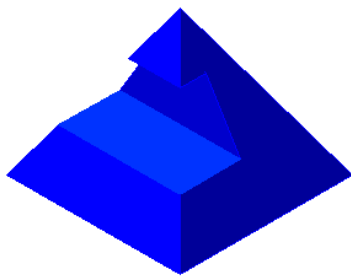


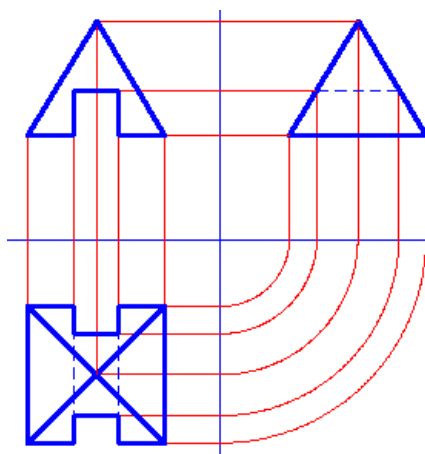
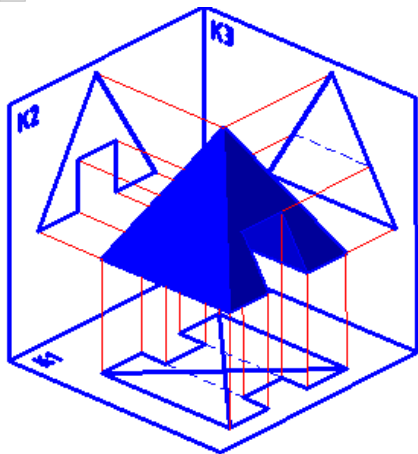


Egy adott gúla esetén a felülnézeten kialakuló négyzet mérete függ a metszősík helyzetétől. Minél közelebb van a sík a gúla alaplapjához, annál nagyobb lesz a négyzet mérete. A gúlát most vízszintes és függőleges síkkal egyszerre csonkítjuk. A vetületi képek a korábban bemutatottak alapján egyszerűen elkészíthetők. Mivel mindkét vízszintes sík csak a gúla szimmetriasíkjáig metszi a testet, a felülnézeten a négyzetek helyett itt téglalapokat látunk.

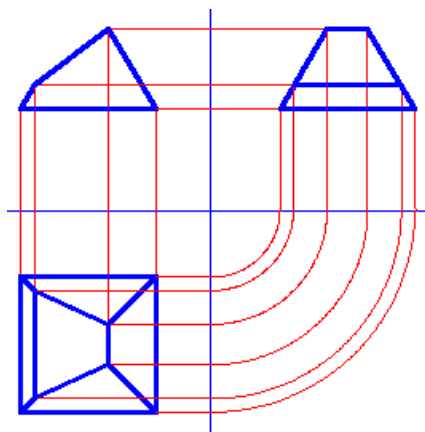
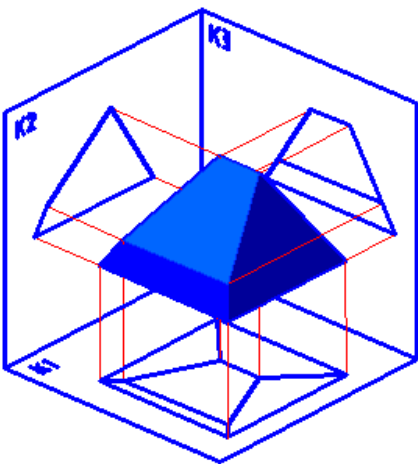


Nézzünk még két jellemző példát a vízszintes és függőleges síkokkal történő csonkításra!





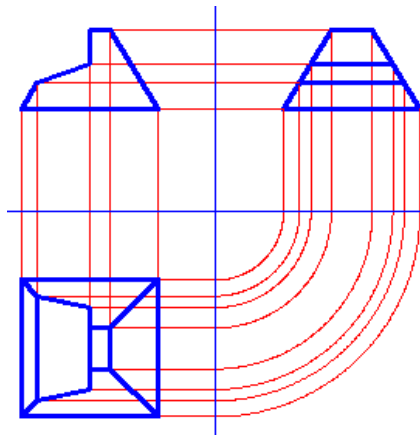
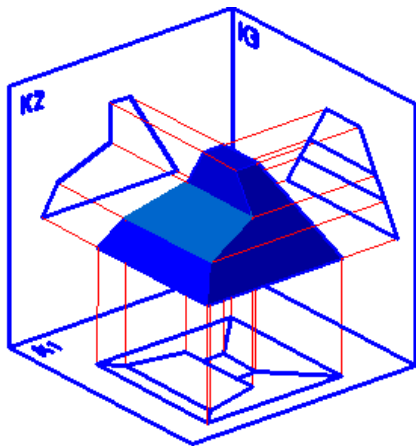
A gúlát egy, a K2 síkra merőleges ferde síkkal csonkítjuk.







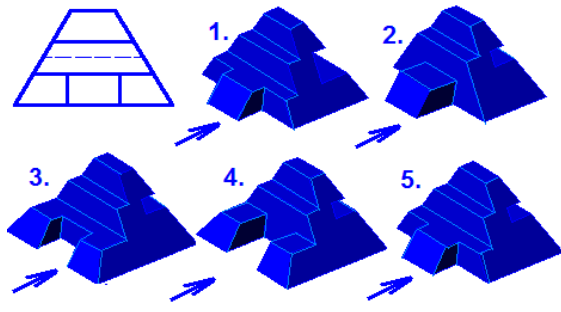
Végül nézzünk példát olyan gúlára, amelyen az eddig bemutatott csonkítások közül többféle is előfordul.



## Quiz

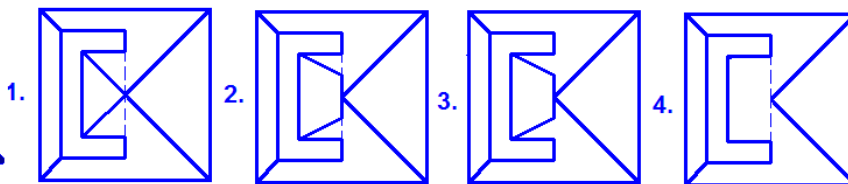
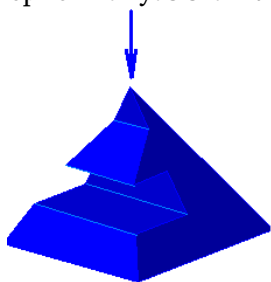
### Önellenőrző kérdések

1. Az alábbi ábrán egy vetületi képet és térhatású ábrákat lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a vetületi képhez hányas számú térhatású ábra tartozik! (Figyelem, több megoldás van!)



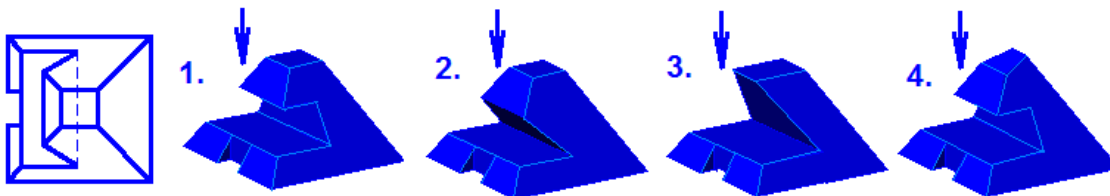
1.                      2.                      3.                      4.                      5.

2. Az alábbi ábrán egy test térhatású képét és vetületeket lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a térhatású képhez hányas számú vetületi ábra tartozik!



1.                      2.                      3.                      4.

3. Az alábbi ábrán egy vetületi képet és térhatású ábrákat lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a vetületi képhez hányas számú térhatású ábra tartozik!



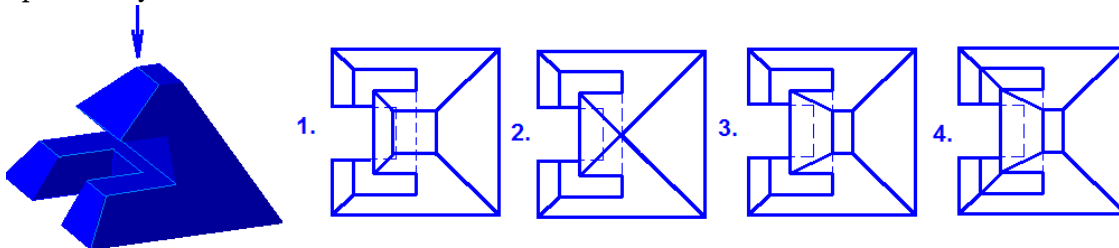
1.

2.

3.

4.

4. Az alábbi ábrán egy test térhatású képét és vetületeket lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a térhatású képhez hányas számú vetületi ábra tartozik!



1.

2.

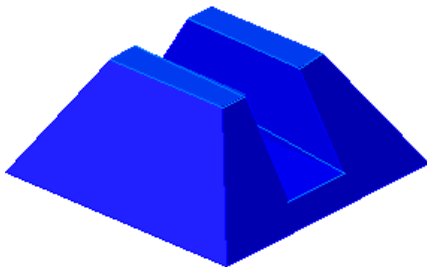
3.

4.

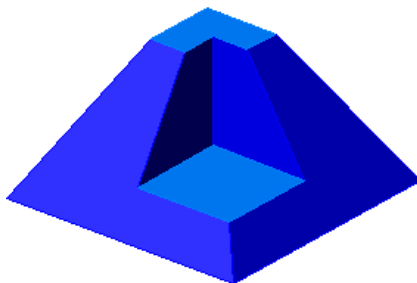
## Önálló rajzolósi feladatok

Készítse el az alábbi testek előlnézeti, felülnézeti és baloldali nézeti vetületeit a füzetében! Miután megrajzolta a vetületeket, a következő oldal ábrái segítségével ellenőrizheti munkáját.

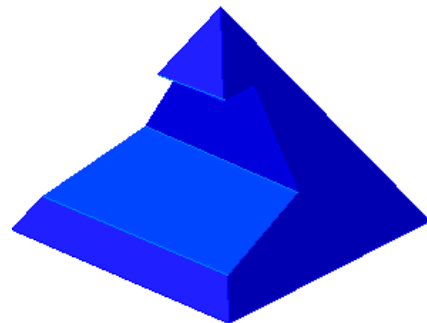
1. feladat



2. feladat



3. feladat



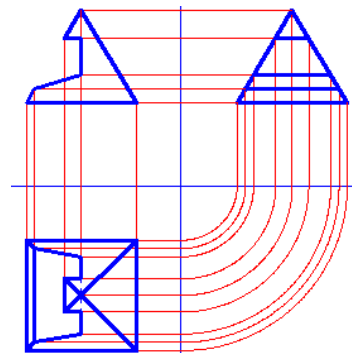
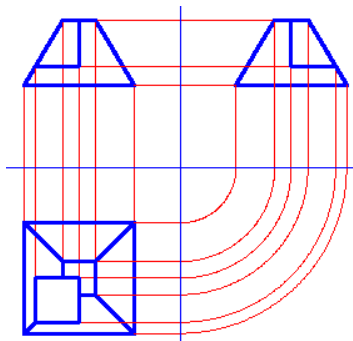
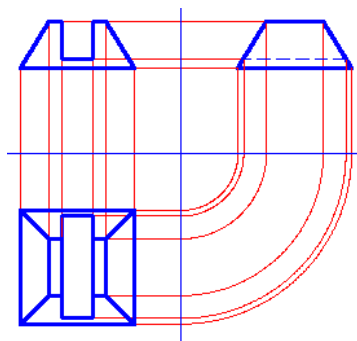
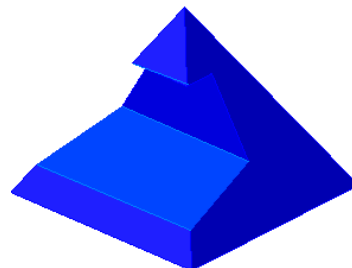
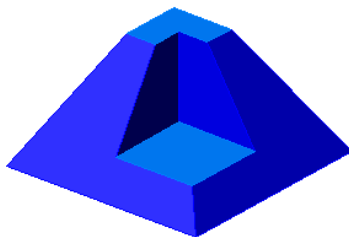
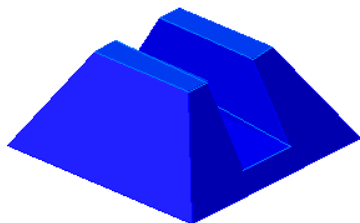
Az alábbi interaktív ábrák segítséget nyújtanak a feladatok megoldásának elkészítéséhez. Kattintson a megfelelő szövegre az ábra megtekintéséhez!

[Segítség az 1. feladathoz.](#)

[Segítség a 2. feladathoz.](#)

[Segítség a 3. feladathoz.](#)

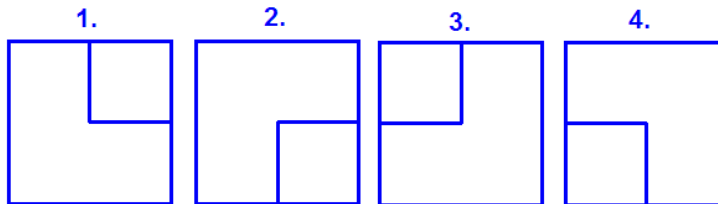
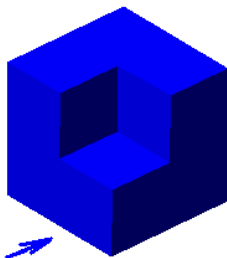
Az előző oldalon látható feladatok megoldása:



## Modulzáró feladatok

### Quiz

1. Az alábbi ábrán egy test térhatású képét és vetületeket lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a térhatású képhez hányas számú vetületi ábra tartozik!



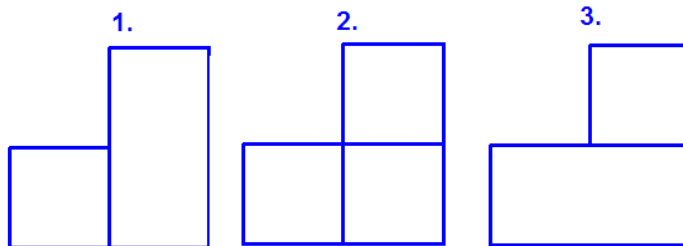
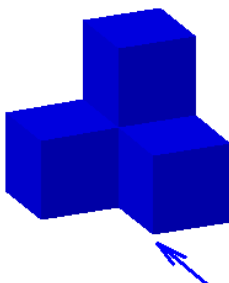
1.

2.

3.

4.

2. Az alábbi ábrán egy test térhatású képét és vetületeket lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a térhatású képhez hányas számú vetületi ábra tartozik!

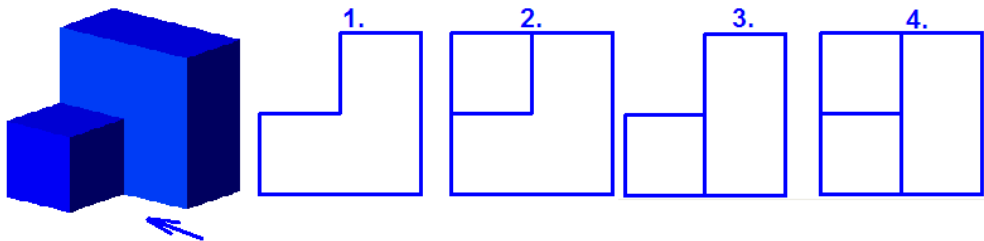


1.

2.

3.

3. Az alábbi ábrán egy test térhatású képét és vetületeket lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a térhatású képhez hányas számú vetületi ábra tartozik!



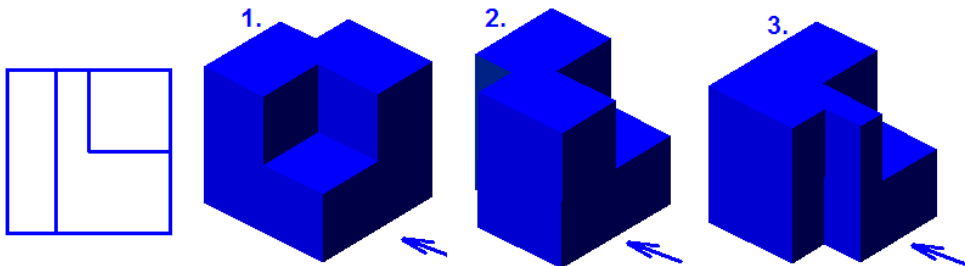
1.

2.

3.

4.

4. Az alábbi ábrán egy vetületi képet és térhatású ábrákat lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a vetületi képhez hányas számú térhatású ábra tartozik!

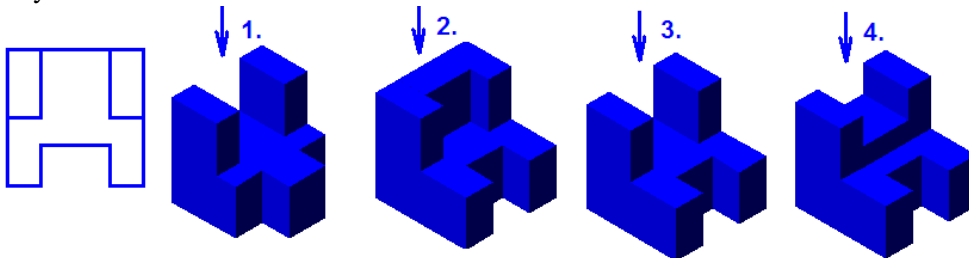


1.

2.

3.

5. Az alábbi ábrán egy vetületi képet és térhatású ábrákat lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a vetületi képhez hányas számú térhatású ábra tartozik!



1.

2.

3.

4.

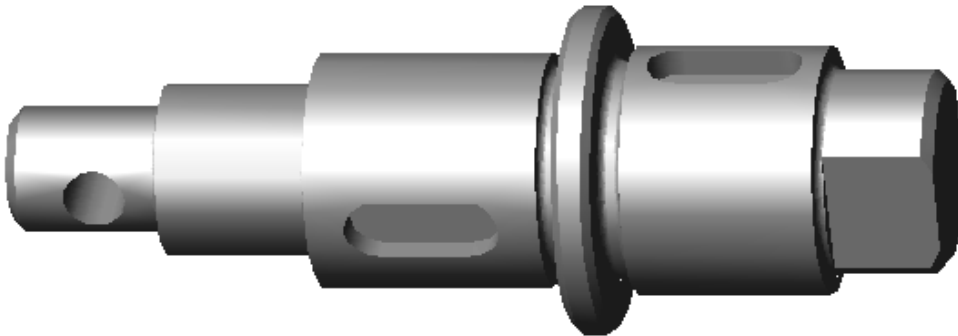


## IV. MODUL

# FORGÁSTESTEK VETÜLETI ÁBRÁZOLÁSA

A gépészet területén nagyon sok helyen találkozunk forgástestekkel. Forgástestek keletkeznek például esztergáló megmunkálás esetén. Ezeknek a testeknek közös jellemzője, hogy egy síkidom tengely körüli megforgatásával jönnek létre. A forgástestek szimmetriatengelyre merőleges metszete kör.

Az alábbi ábrán egy forgástestekből származtatható gépalkatrészt lát.





## 8. Henger vetületei

### Követelmény:

Ön akkor sajátította el megfelelően a tananyagot, ha

- ábra alapján felismeri a letörést, a beszúrást és a lekerekítést.

**Időszükséglet:** A tananyag elsajátításához körülbelül 80 percre lesz szüksége.

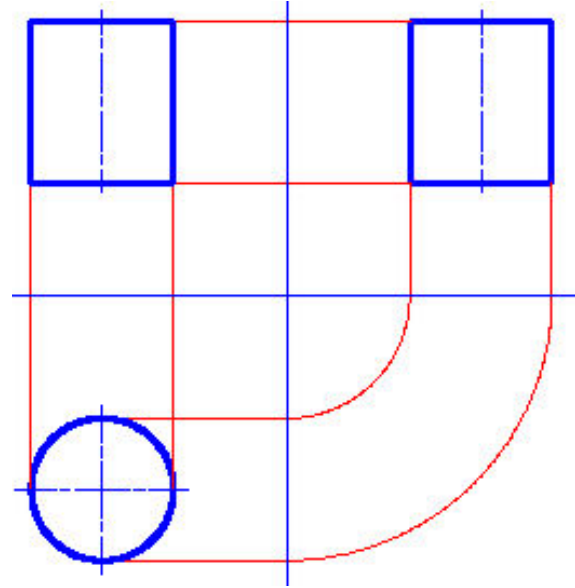
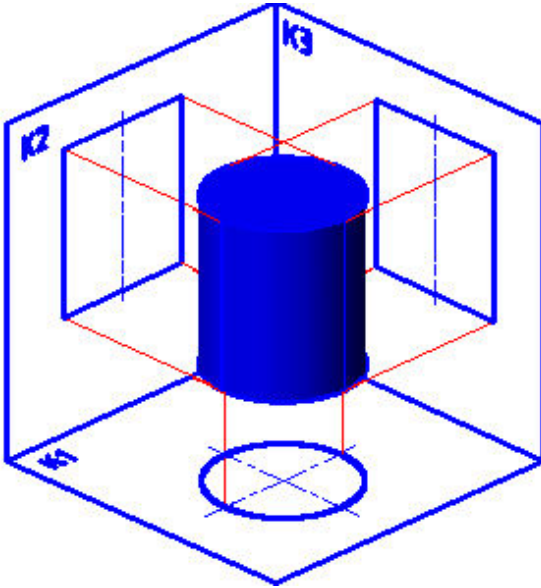
### Kulcsfogalmak:

- letörés,
- lekerekítés,
- beszúrás.



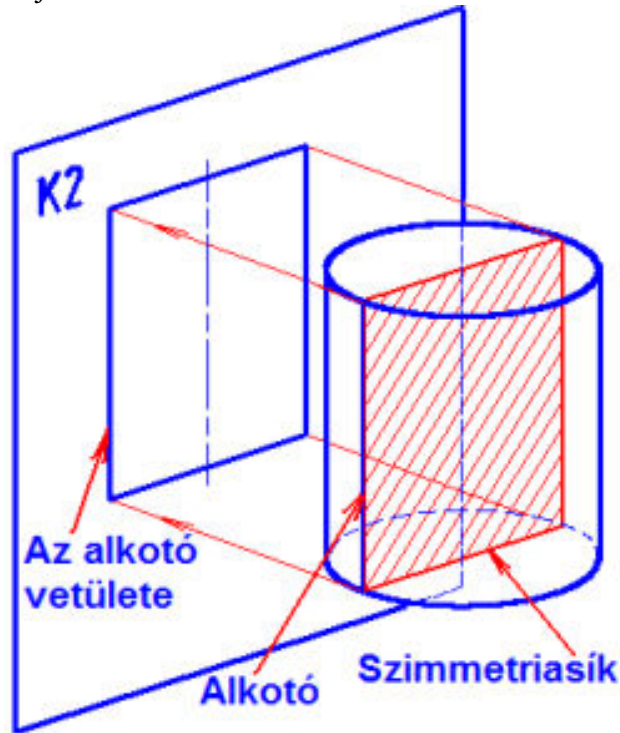


Hengert egy téglalap forgatásával kapunk. A henger alaplappja és fedőlapja körlap, az e két rész közötti felületet palástnak nevezzük. Elsőként a csonkítatlan henger ábrázolását mutatjuk be.



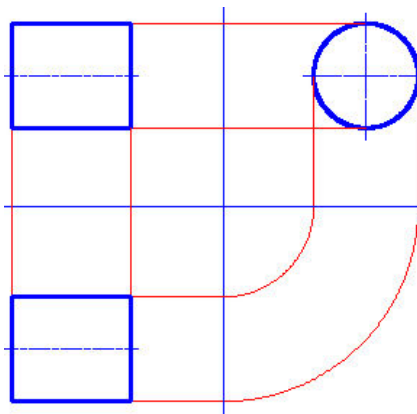
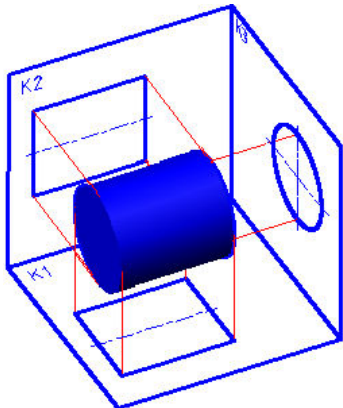
A forgástestek esetén a vetület szimmetriatengelyét vékony pontvonallal jelöljük. Figyelje meg ezt a vetületi ábrákon! Megjegyezzük, hogy a henger K2 és K3 síkon keletkező vetülete téglalap.

Érdekesség, hogy a henger palástján nem találunk élet, a vetületi képen ennek ellenére megjelenik két függőleges él. Ebben az esetben a henger szimmetriasíkjába eső alkotók képe látható a vetületeken függőleges élként. (Lásd alábbi ábra). A hengernek természetesen több szimmetriasíkja is van. Az ábra a K2-vel párhuzamos helyzetűt mutatja be. A balnézeti vetületen azokat az alkotókat ábrázoljuk, amelyek a henger K3 síkkal párhuzamos szimmetriasíkjába esnek.

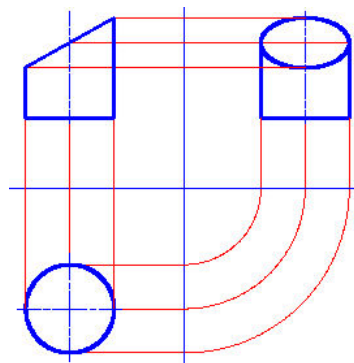
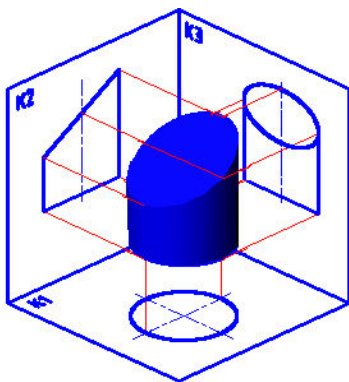




A hengeres, tengelyszerű alkatrészeket gyakran vízszintes tengellyel ábrázoljuk. Nézzük meg ebben a helyzetben is a henger vetületeit!



A hengert egy K2 síkra merőleges ferde síkkal csonkítjuk. A csonkítás hatására a felülnézeti kép nem változik. A balnézet vetületen ellipszis keletkezik. Figyelje meg a balnézeti vetületen, hogy a csonkítás miatt az alkotók vetülete rövidebb, mint a csonkítatlan henger esetén. Az alkotók képe az ellipszis szimmetriatengelyéig ér.



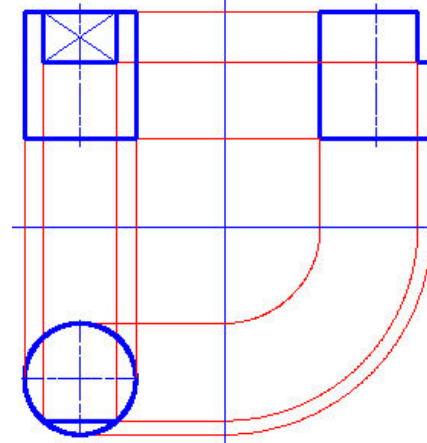
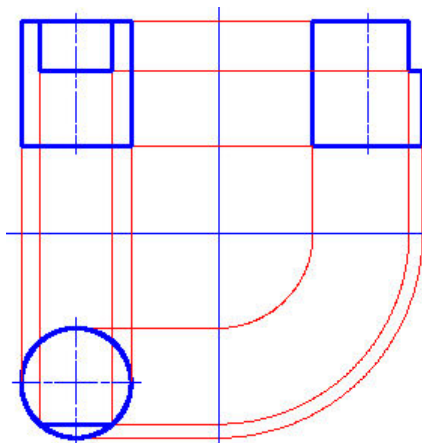
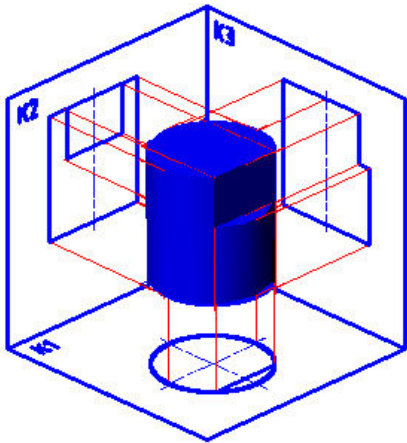


A hengeres alkatrészekon gyakran alakítanak ki egymással párhuzamos sík felületeket, úgynevezett "lelapolást", például annak érdekében, hogy a munkadarab csavarkulccsal megfogható legyen. Az alábbiakban egy ilyen hengert mutatunk be. Az ábrázolandó henger csak egy sík felületet tartalmaz.

**Aktivitás:** Jegyezze meg, hogyan jelöljük a forgástesteken a sík felületet!

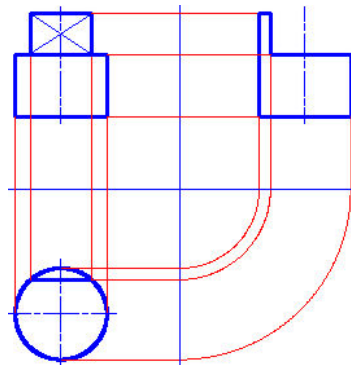
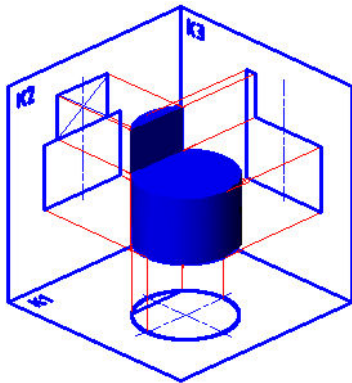
A túlnyomórészt forgásfelülettel határolt alkatrészen előforduló sík felületre a **sík átlóinak vékony folytonos vonallal való megrajzolásával** hívjuk fel a figyelmet (lásd jobb oldali ábra!).

A jelölést csak akkor kell alkalmazni, ha a vetületekből nem tűnik ki egyértelműen a felület sík jellege. Mivel a hengerről itt több vetületet is rajzoltunk, amelyekből megállapítható, hogy sík felület is található rajta, a sík jelölése itt nem lenne kötelező.

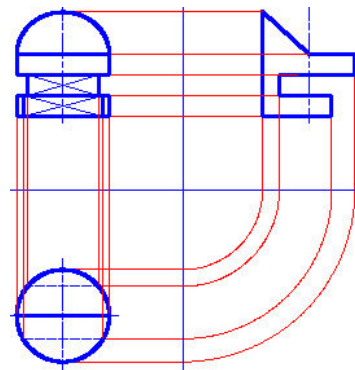
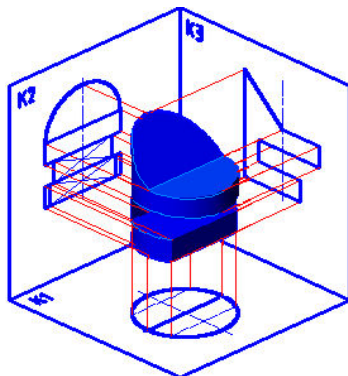
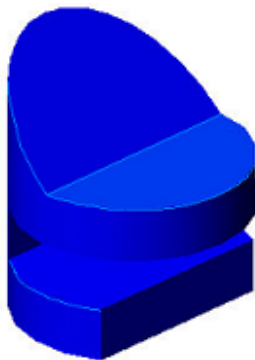




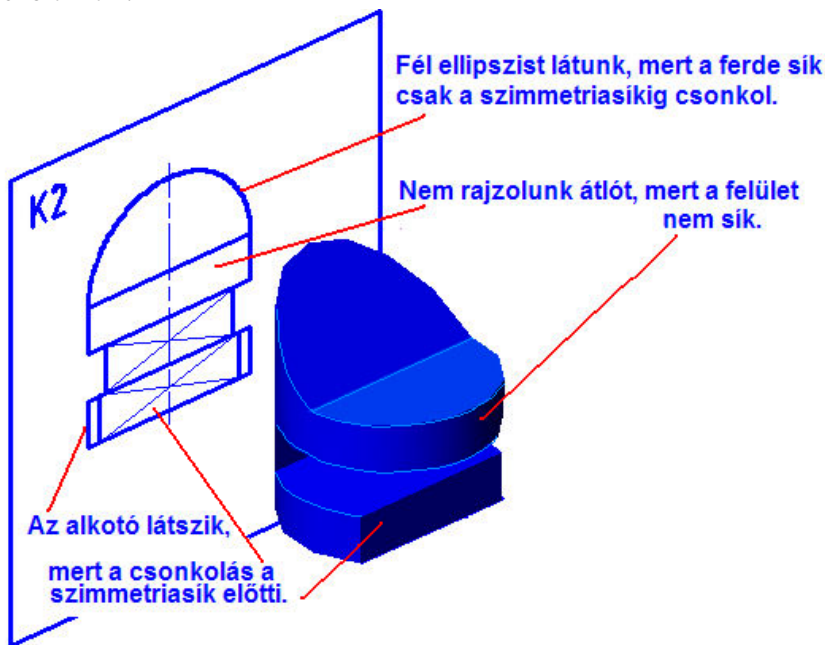
A következő ábrák egy olyan henger vetületeit mutatják be, amelyet a szimmetriasík mögött csonkítottunk.



Hasonlítsa össze a keletkezett vetületeket az előző ábrán bemutatottakkal. Ha a henger a szimmetriasík előtt csonkítjuk, az alkotók képe az előlnézetben a csonkítatlan állapothoz képest nem változik. Ezt láthatta az előző ábrán. A szimmetriasík mögötti csonkítás esetén az alkotók egy részét "levágjuk", így ezek vetülete is rövidebb lesz. Nézzük meg egy olyan henger vetületeit, amelyen az eddig tárgyalt csonkítások mindegyike előfordul.



Az előző ábra megrajzolásakor a legnagyobb nehézséget az előlnézeti vetület elkészítése okozza. Ehhez talál magyarázatot a következő ábrán.

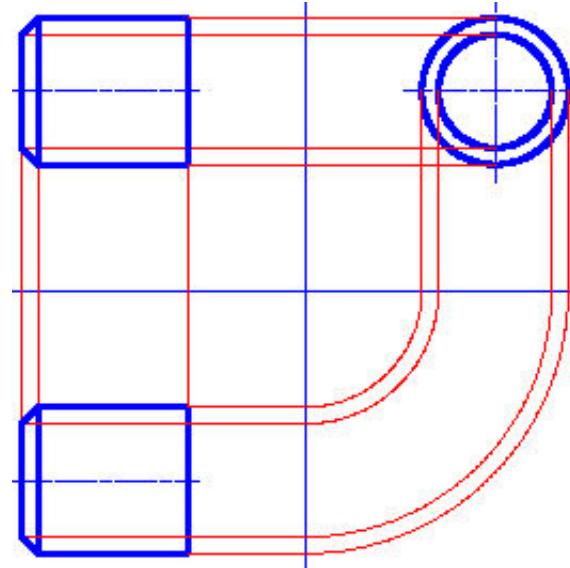
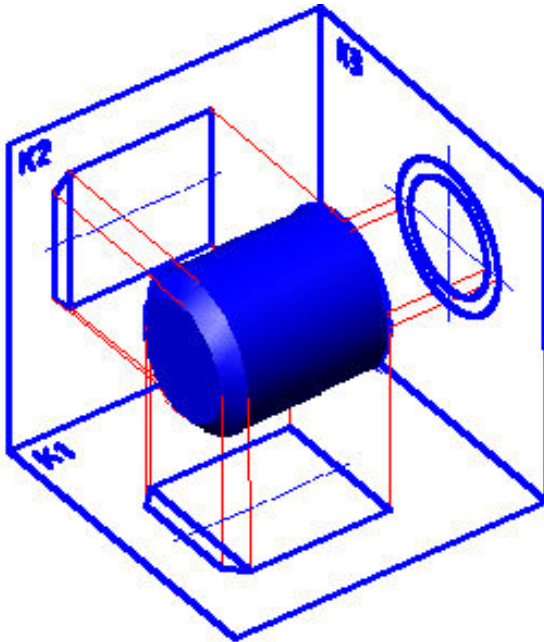


A gépészeti rajzokon gyakran előforduló hengeres alkatrészek jellemző részleteit (letörés, beszúrás, lekerekítés) mutatják be a következő rajzok.



**Aktivitás:** Jegyezze meg, mit nevezünk letörésnek, lekerekítésnek és beszúrásnak a hengeres felületeken!

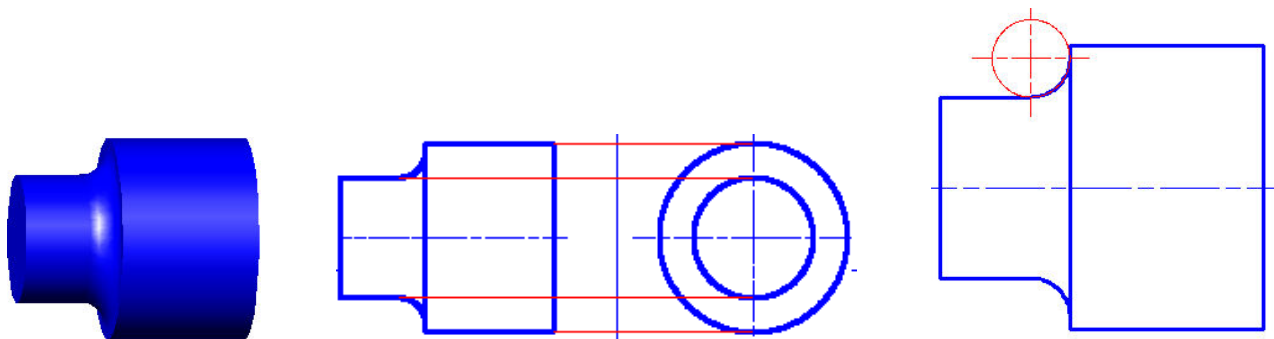
**Letörést** az éles, balesetveszélyes sarkok megszüntetése, illetve más alkatrészek kapcsolódásának megkönnyítése érdekében alkalmaznak. Ilyet találunk például a csavarok menetes részének végén.



Figyelje meg a vetületi képeken, hogy a felülnézeti és az előlnézeti vetület teljesen egyforma. A felülnézet így elhagyható lenne. Mivel a balnézet sem tartalmaz semmi új információt az előlnézethez képest, ez is elhagyható (A pontvonal utal arra, hogy a test hengeres.) Itt tehát elég volna egyetlen vetület a tárgy egyértelmű megadásához. A tárgy hengeres voltára a méretmegadással is lehet utalni, erről egy későbbi leckében lesz szó.

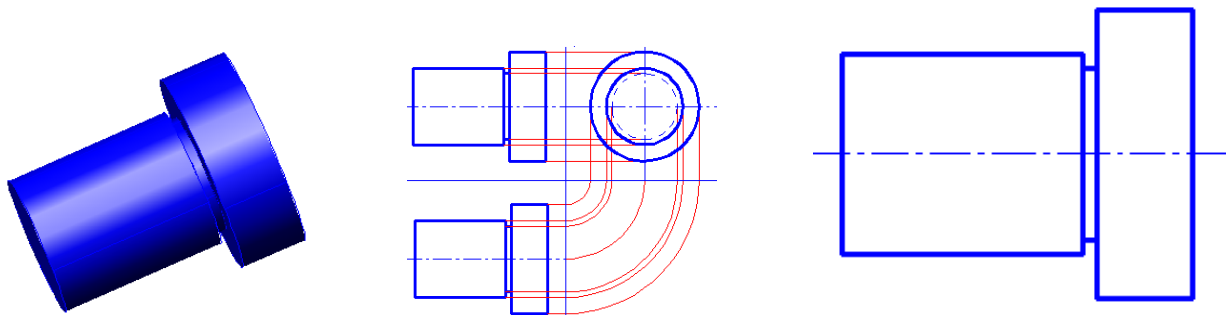


**Lekerekítés** a henger két különböző átmérőjű része közé készítenek, hogy az egyes átmérők közötti éles átmenetet megszüntessék, növelve ezzel az alkatrész igénybevételekkel szembeni ellenállását.



Figyelje meg a középső ábrán, hogy a balnézeti képen a lekerekítés nem látható, mivel a körív érintőlegesen, éles átmenet nélkül kapcsolódik a felületekhez. A nagyított jobb oldali ábrán piros színnel jelöltük azt a kört, amelynek negyedrésze alkotja a lekerekítés kontúrját.

Az alkatrészek átmérő-változásainál gyakran készítenek **beszúrást**.

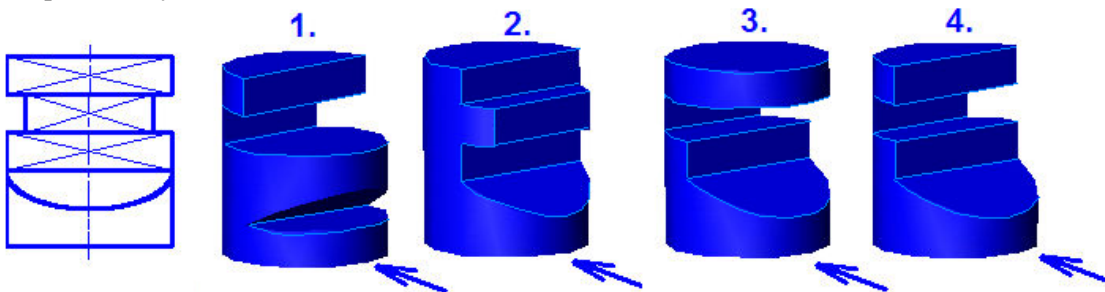


Megjegyzés: a tárgy egyértelmű megadásához itt is elegendő lenne az előlnézet (lásd jobb oldali ábra!).

## Quiz

### Önellenőrző kérdések

1. Az alábbi ábrán egy vetületi képet és térhatású ábrákat lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a vetületi képhez hányas számú térhatású ábra tartozik!



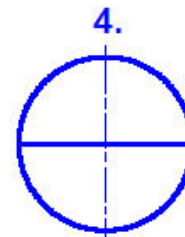
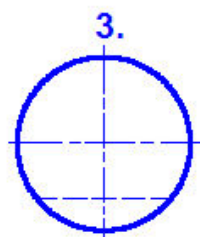
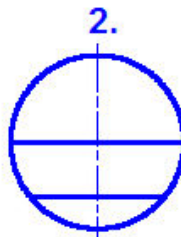
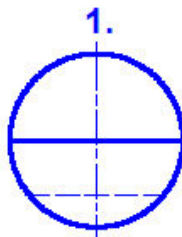
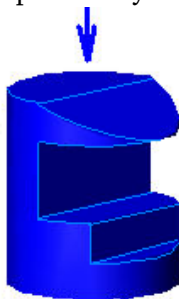
1.

2.

3.

4.

2. Az alábbi ábrán egy test térhatású képét és vetületeket lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a térhatású képhez hányas számú vetületi ábra tartozik!



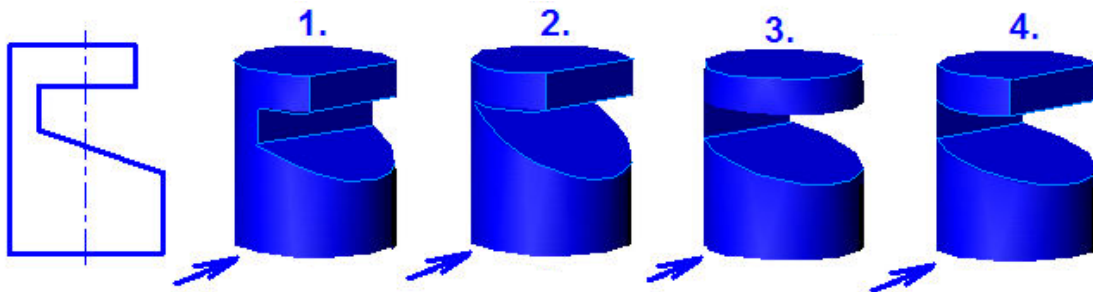
1.

2.

3.

4.

3. Az alábbi ábrán egy vetületi képet és térhatású ábrákat lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a vetületi képhez hányas számú térhatású ábra tartozik!



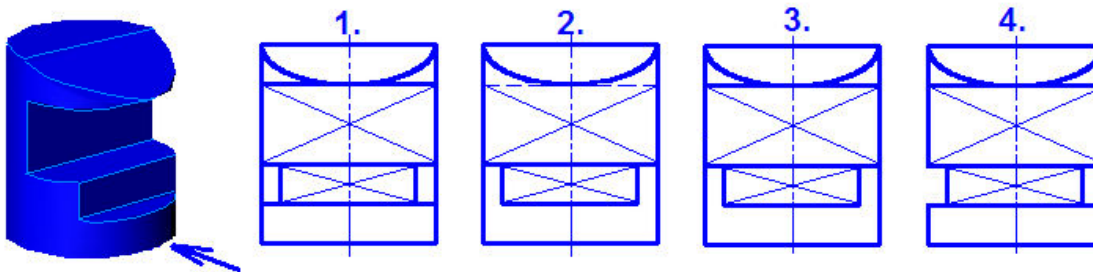
1.

2.

3.

4.

4. Az alábbi ábrán egy test térhatású képét és vetületeket lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a térhatású képhez hányas számú vetületi ábra tartozik!



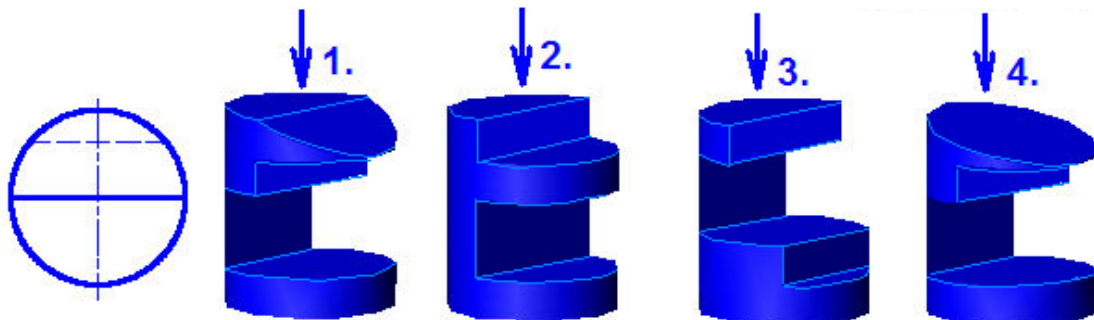
1.

2.

3.

4.

5. Az alábbi ábrán egy vetületi képet és térhatású ábrákat lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a vetületi képhez hányas számú térhatású ábra tartozik!



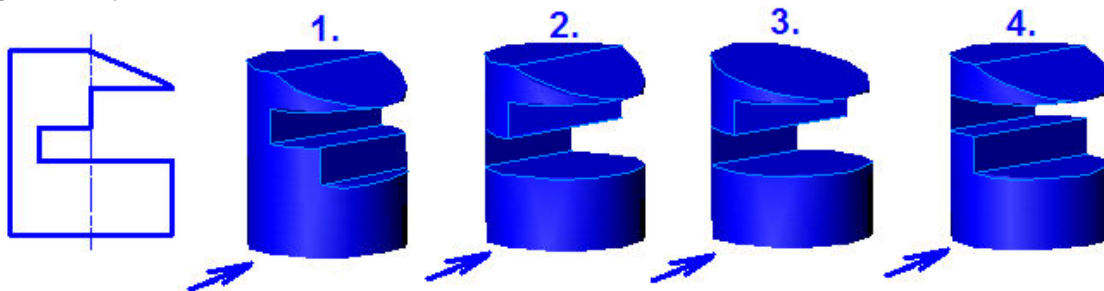
1.

2.

3.

4.

6. Az alábbi ábrán egy vetületi képet és térhatású ábrákat lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a vetületi képhez hányas számú térhatású ábra tartozik!



1.

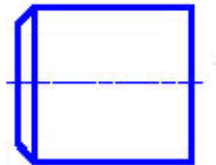
2.

3.

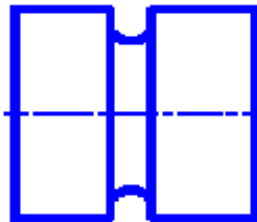
4.

7. Döntse el, hogy az alábbi ábrák közül melyiken látható lekerekítés, letörés, illetve beszűrés! Írja be az ábra számát a megfelelő mezőbe!.

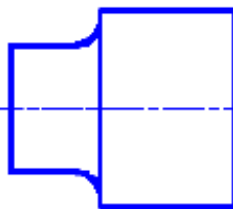
1.



2.



3.



Lekerekítés

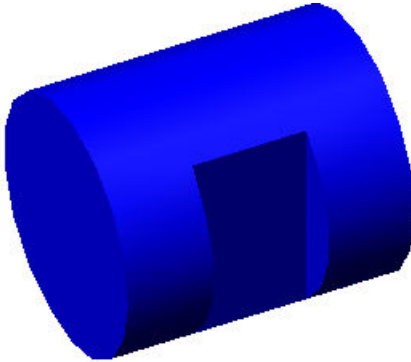
Letörés

Beszűrés

## Önálló rajzoló feladatok

Készítse el az alábbi testek előlnézeti, felülnézeti és baloldali nézeti vetületeit a füzetében! Miután megrajzolta a vetületeket, a következő oldal ábrái segítségével ellenőrizheti munkáját.

1. feladat



2. feladat



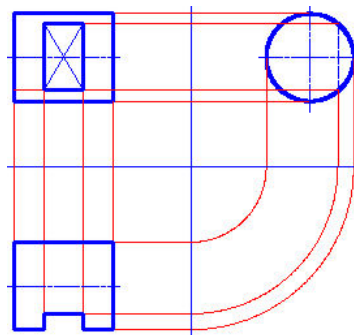
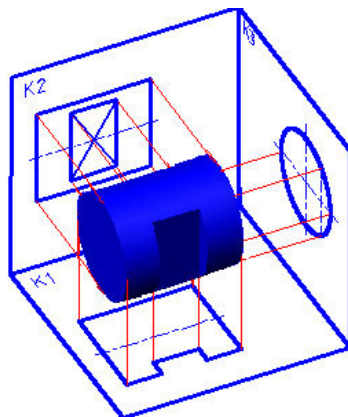
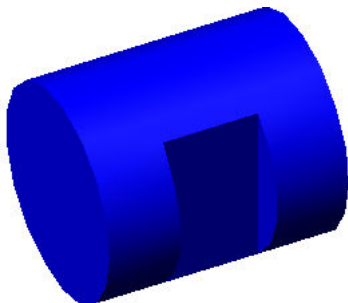
Az alábbi interaktív ábrák segítséget nyújtanak a feladatok megoldásának elkészítéséhez. Kattintson a megfelelő szövegre az ábra megtekintéséhez!

[Segítség az 1. feladathoz.](#)

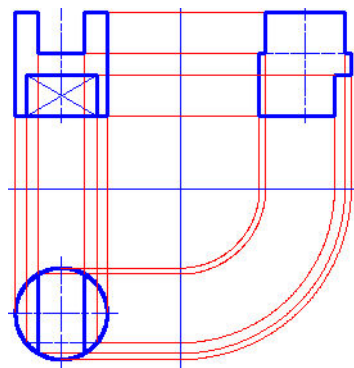
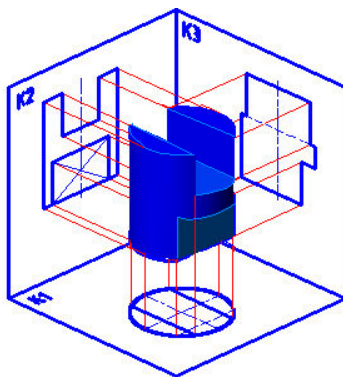
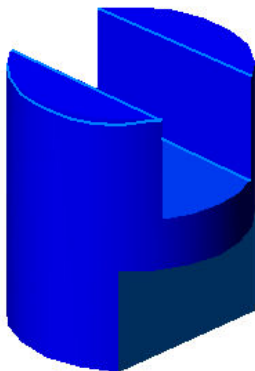
[Segítség a 2. feladathoz.](#)

Az előző oldalon látható feladatok megoldása.

1. feladat:



2. feladat:







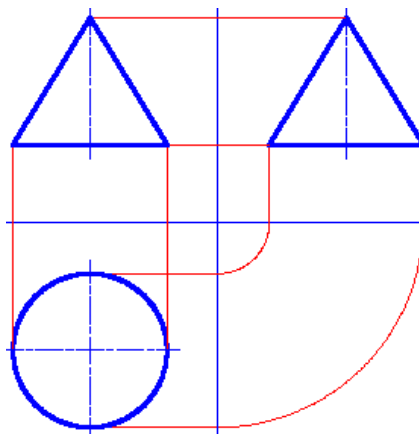
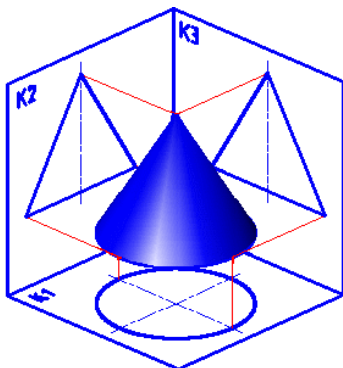
## 9. Kúp vetületei

**Időszükséglet:** A tananyag elsajátításához körülbelül 80 percre lesz szüksége.

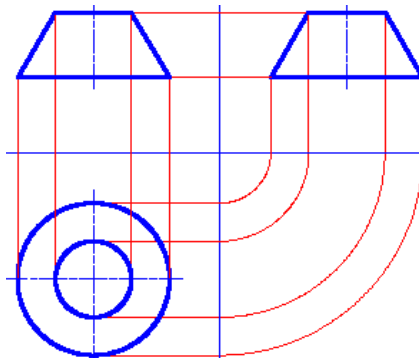
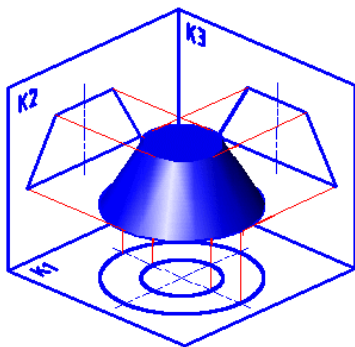




A kúpot csonkítatlan állapotban ábrázolva felülnézetként kört, oldalnézetként egyenlő szárú háromszöget látunk.



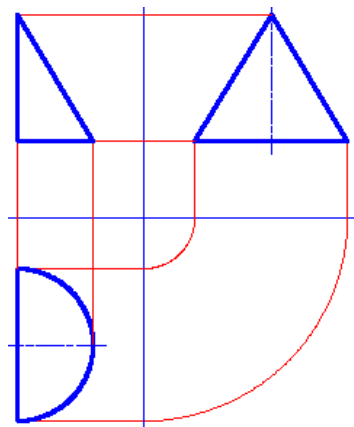
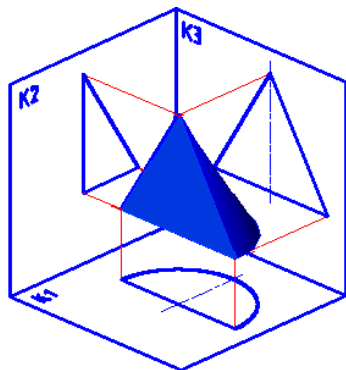
A vízszintes síkkal való csonkítás a felülnézetben kör alakú metszésfelületet eredményez. Minél közelebb van a csonkító sík a kúp alaplapjához, annál nagyobb lesz a kör alakú metszésfelület átmérője.



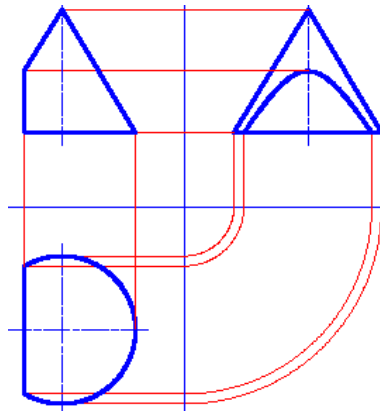
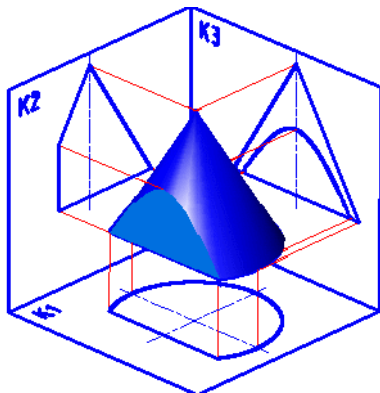
Függőleges síkkal történő csonkítás esetén a keletkező metszévonalak jellege szoros összefüggésben van a sík



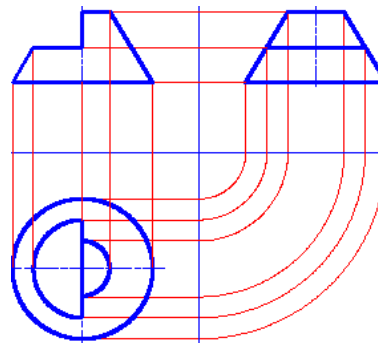
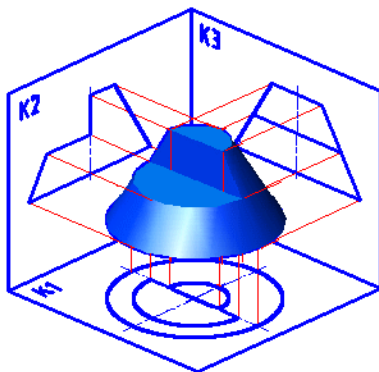
helyzetével. Elsőként nézzük azt az esetet, amikor a sík a kúp szimmetriasíkjába esik. A csonkítás metszésvonala ebben az esetben *egyenes*, amely egybeesik a kúp alkotójával



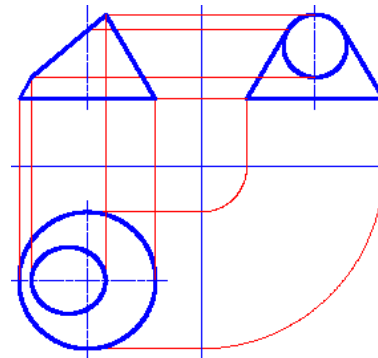
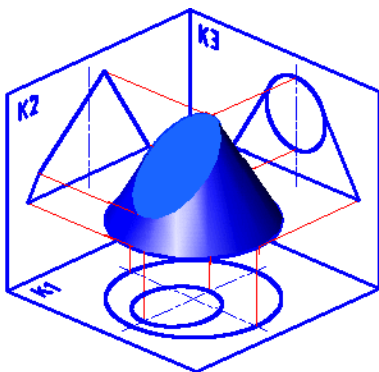
A következő ábra azt az esetet mutatja be, amikor a sík nem esik egybe a szimmetriasíkkal, de azzal párhuzamos. A keletkező metszésvonal ebben az esetben *parabola*.



Ha a kúpot két különböző helyzetű vízszintes síkkal csonkítjuk, a felülnézetben két különböző átmérőjű félkört látunk. Mivel a függőleges csonkítás a szimmetriasíkba esik, a metszésvonal képe a baloldali nézeti vetületen egyenes lesz. Figyelje meg a felülnézetben a két különböző átmérőjű félkört!



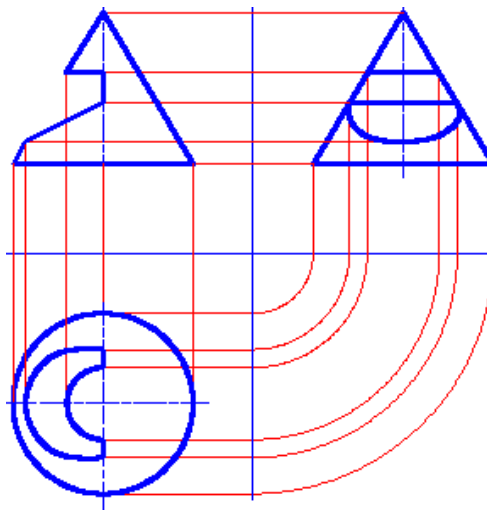
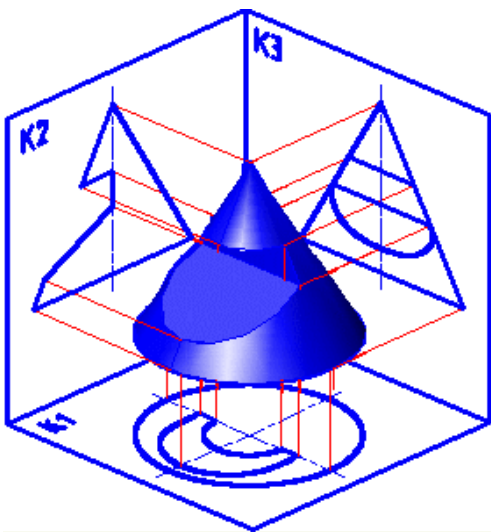
A csonkítást a következő esetben egy ferde helyzetű, a K2 képsíkra merőleges síkkal végezzük. A keletkező metszésfelületek határoló vonala *ellipszis*.





Az alábbi ábra egy vízszintes, függőleges és ferde síkkal csonkított kúp vetületeit mutatja be. Figyelje meg a vetületi képeken az alábbiakat:

- a felülnézetben egy félkört és egy ellipszis egy részét látjuk,
- a felülnézeti képen a félkör átmérőjének megfelelő hosszúságú szaggatott vonal a nem látható élet jelöli,
- a függőleges csonkító sík a szimmetriasíkba esik, a metszésfelület határolóvonala a baloldali nézetben egyenes.



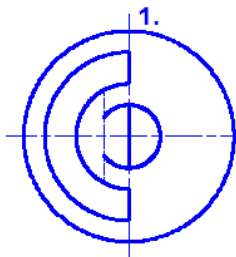
## Quiz

### Önellenőrző kérdések

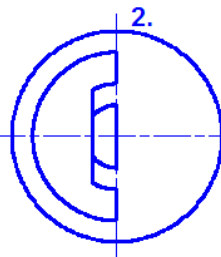
1. Az alábbi ábrán egy test térhatású képét és vetületeket lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a térhatású képhez hányas számú vetületi ábra tartozik!



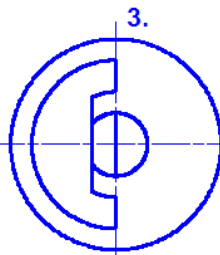
1.



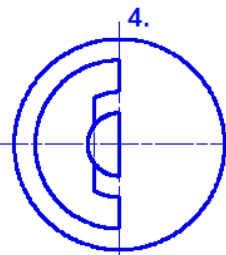
2.



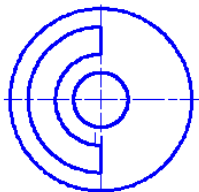
3.



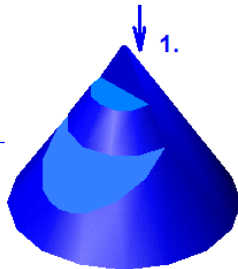
4.



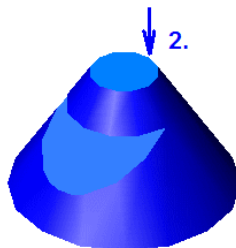
2. Az alábbi ábrán egy vetületi képet és térhatású ábrákat lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a vetületi képhez hányas számú térhatású ábra tartozik!



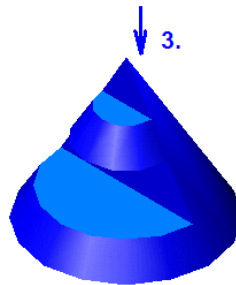
1.



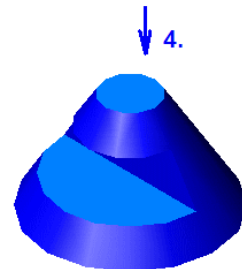
2.



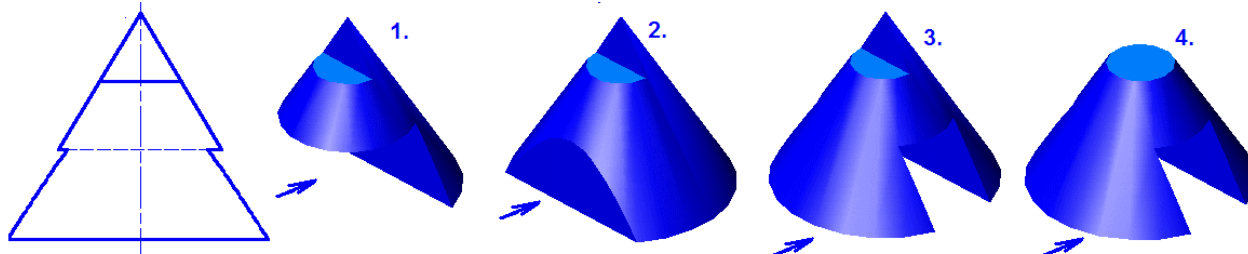
3.



4.



3. Az alábbi ábrán egy vetületi képet és térhatású ábrákat lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a vetületi képhez hányas számú térhatású ábra tartozik!



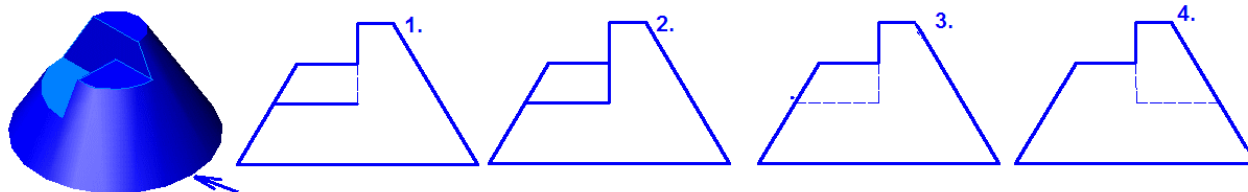
1.

2.

3.

4.

4. Az alábbi ábrán egy test térhatású képét és vetületeket lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a térhatású képhez hányas számú vetületi ábra tartozik!



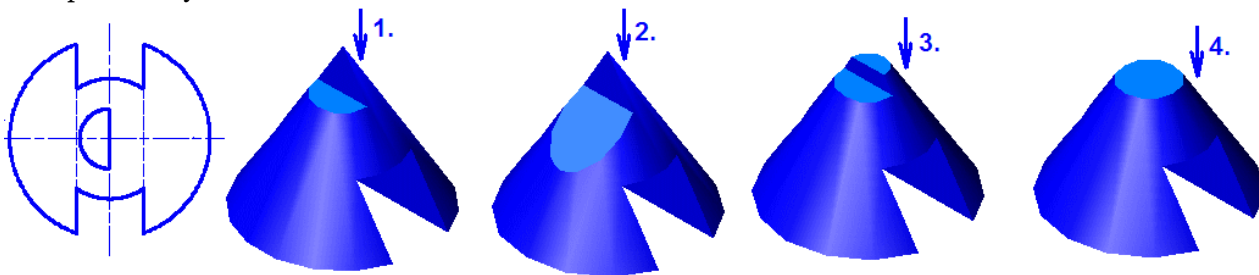
1.

2.

3.

4.

5. Az alábbi ábrán egy vetületi képet és térhatású ábrákat lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a vetületi képhez hányas számú térhatású ábra tartozik!



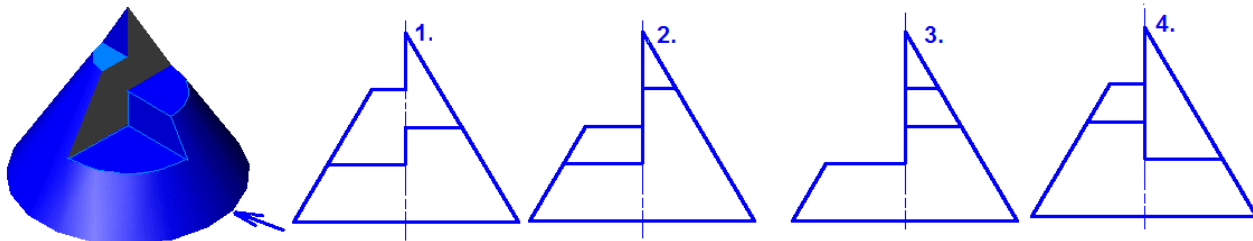
1.

2.

3.

4.

6. Az alábbi ábrán egy test térhatású képét és vetületeket lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a térhatású képhez hányas számú vetületi ábra tartozik!



1.

2.

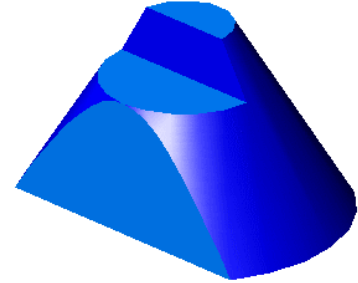
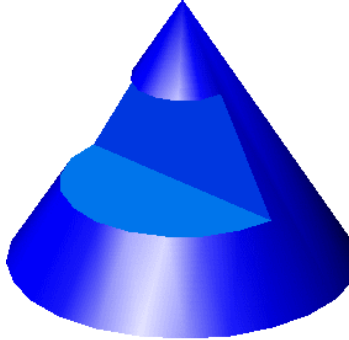
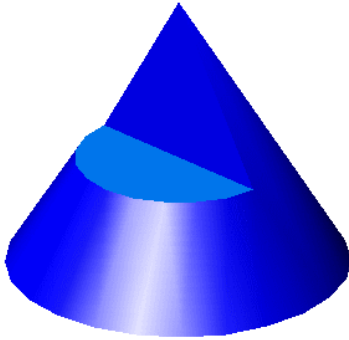
3.

4.



## Önálló rajzoló feladatok

Készítse el az alábbi testek előlnézeti, felülnézeti és baloldali nézeti vetületeit a füzetében! Miután megrajzolta a vetületeket, a következő oldal ábrái segítségével ellenőrizheti munkáját. 1. feladat 2. feladat 3. feladat



Az alábbi interaktív ábrák segítséget nyújtanak a feladatok megoldásának elkészítéséhez. Kattintson a megfelelő szövegre az ábra megtekintéséhez!

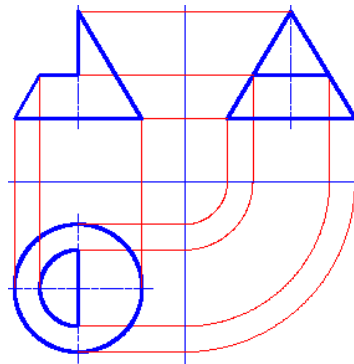
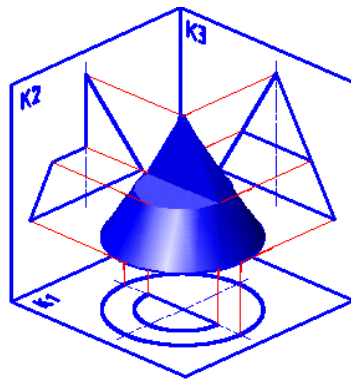
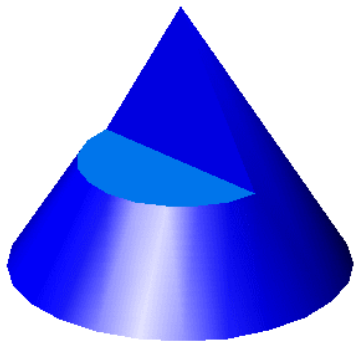
[Segítség az 1. feladathoz.](#)

[Segítség a 2. feladathoz.](#)

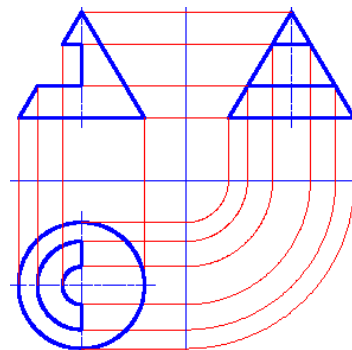
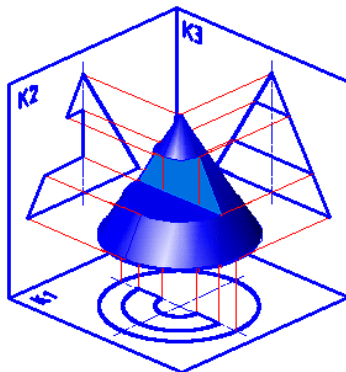
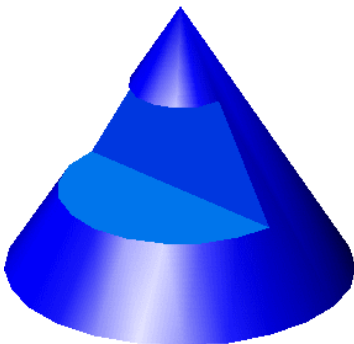
[Segítség a 3. feladathoz.](#)

# Az önálló rajzolósi feladatok megoldása.

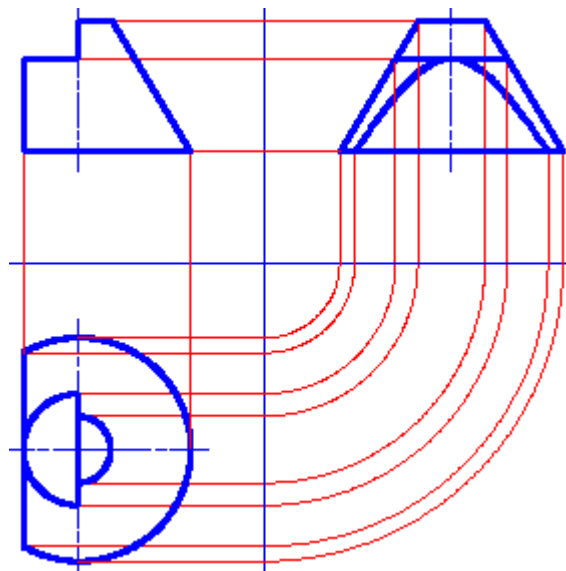
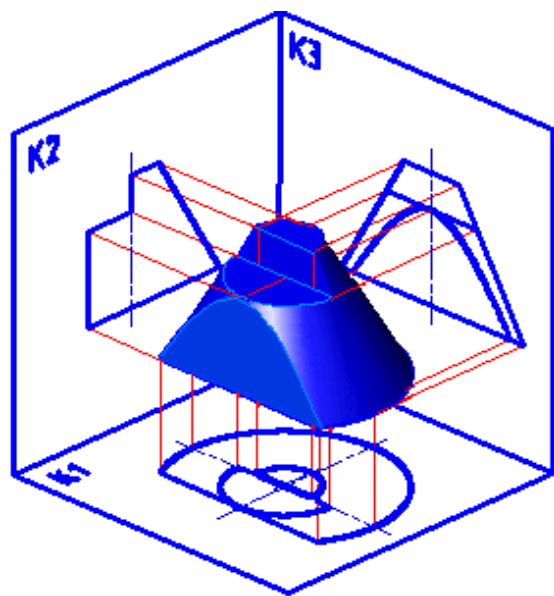
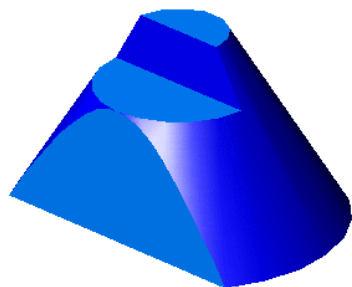
## 1. feladat:



## 2. feladat:



3. feladat:





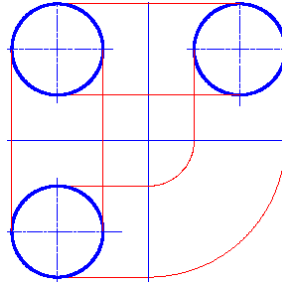
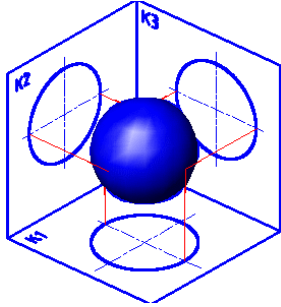
## 10. Gömb vetületei

**Időszükséglet:** A tananyag elsajátításához körülbelül 80 percre lesz szüksége.

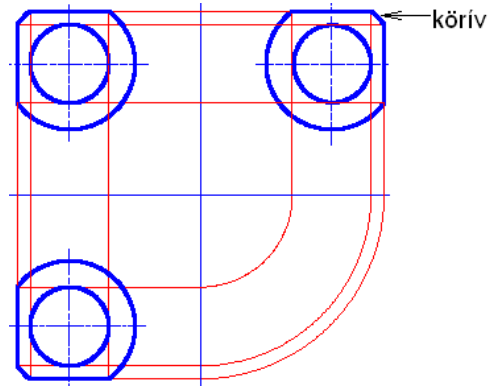
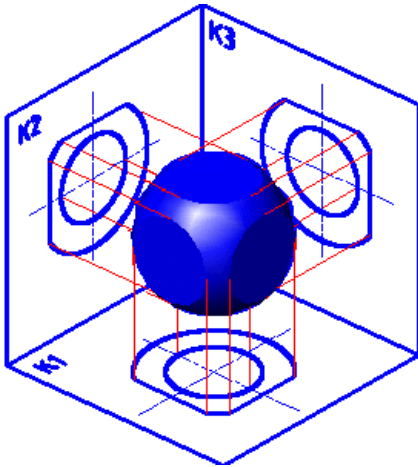




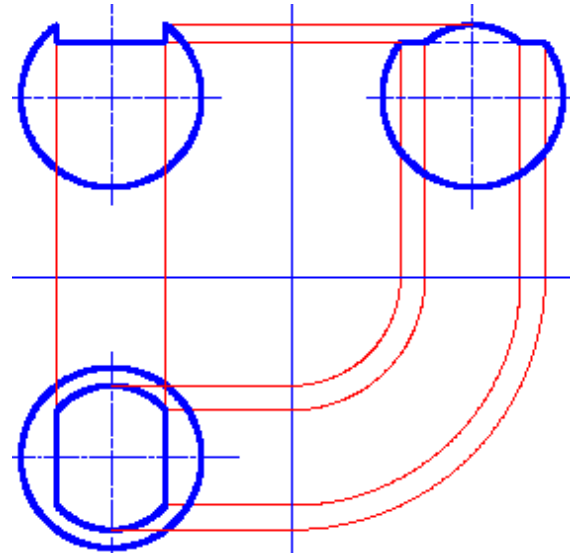
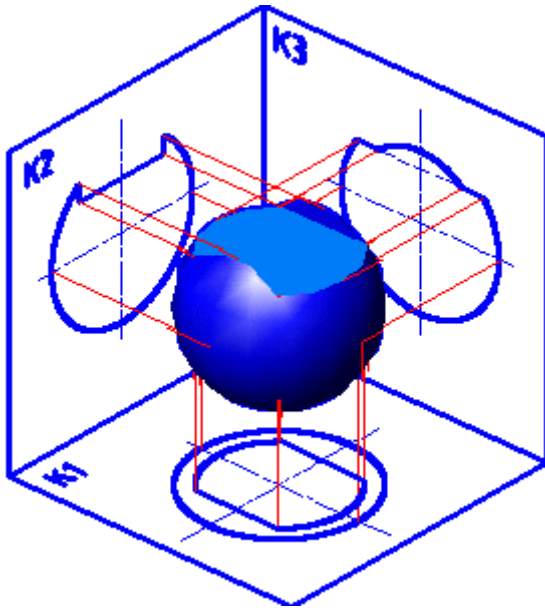
A gömb csonkítatlan állapotban való ábrázolása egyszerű feladat, mivel a gömb valamennyi vetülete kör.



Az alábbiakban egy, a képsíkokkal párhuzamos síkokkal csonkított gömb vetületeit mutatjuk be. Ha a csonkító sík valamelyik képsíkkal párhuzamos, akkor a csonkítás eredménye az adott síkon keletkező vetületen körként jelenik meg. Ennek a körnek az átmérője természetesen kisebb, mint a gömb átmérője.



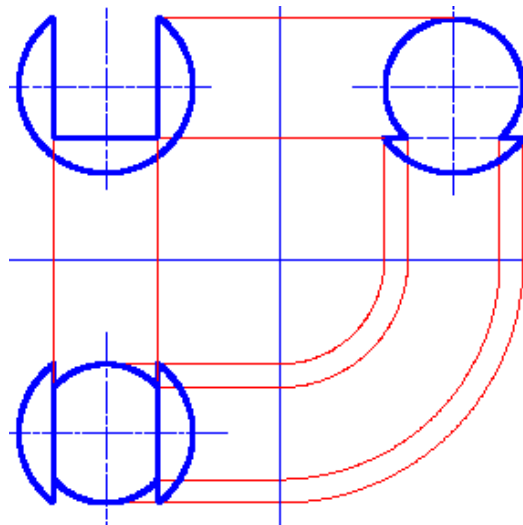
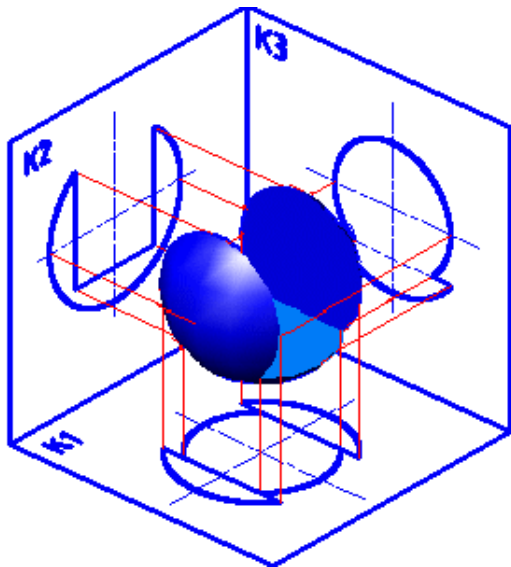
Az alábbiakban a gömböt csak a felső részén, a vízszintes szimmetriasíkja felett csonkítjuk.



Figyelje meg a vetületeken az alábbiakat:

- a baloldali nézeti képen a szaggatott vonal a nem látható élet jelöli;
- a gömböt a vízszintes szimmetriasíkja felett csonkítottuk, így a felülnézeti képen a csonkítatlan állapotnak megfelelő kontúrvonal (a gömb átmérőjével megegyező átmérőjű kör) teljes egészében látható;
- a csonkítás miatt keletkező élek képe a felülnézeten az eredeti átmérőnek megfelelő körön belül jelenik meg;
- mivel a csonkító sík a K1 képsíkkal párhuzamos, a K1 képsíkon a csonkítás miatt megjelenő ív körív.

Az alábbiakban a gömböt a felső részén, a vízszintes szimmetriasíkja alatt csonkítjuk.



Figyelje meg a vetületeken az alábbiakat:

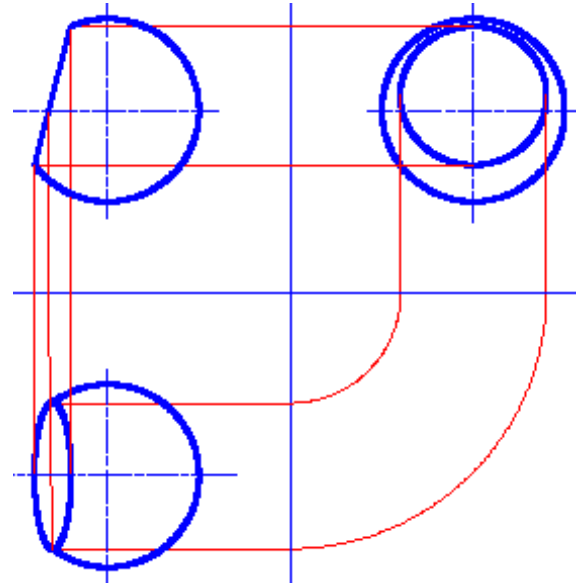
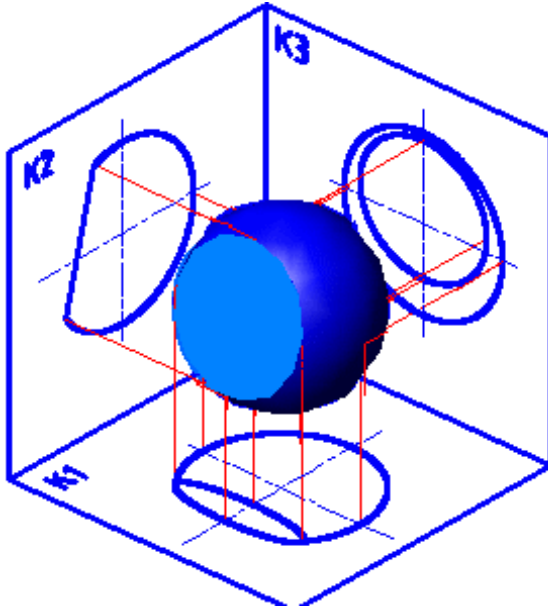
- a baloldali nézeten itt is megjelenik a nem látható él szaggatott vonala;
- gömböt a vízszintes szimmetriasíkja alatt csonkítottuk, ezért gömb átmérőjének megfelelő kör a felülnézeti képen megszakad;
- a baloldali nézeten hasonló jelenség látható: mivel a gömböt (a baloldali nézet nézőpontjából tekintve) a függőleges szimmetriasík előtt és mögött is csonkítottuk, a gömb átmérőjének megfelelő méretű kör egy része "eltűnik", csak a szaggatott vonal alatti csonkítatlan részen marad látható.

Az [itt elérhető](#) interaktív ábra segítségével megnézheti a vetületeket.



A gömböt egy a K2 képsíkra merőleges, ferde helyzetű síkkal csonkítjuk.

A csonkító sík a másik két képsíkra nem merőleges. Ekkor a csonkítás eredménye a K1 és a K3 képsíkokon ellipszisként látszik.

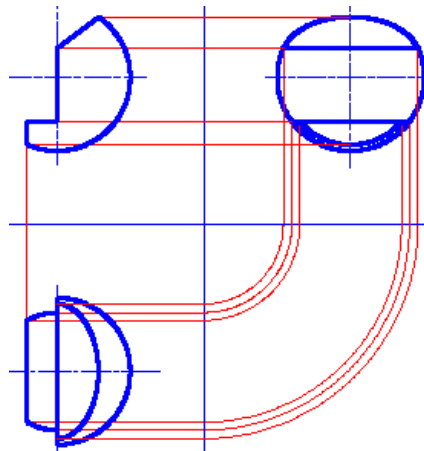
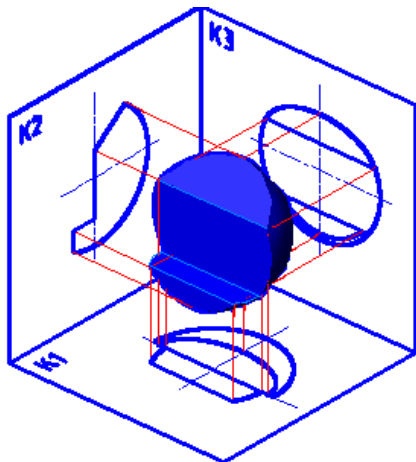


A csonkító sík a szimmetriasík alatt is csonkítja a gömböt, ezért a felülnézetben az eredeti kör megszakad, helyette az ellipszis jelenik meg.

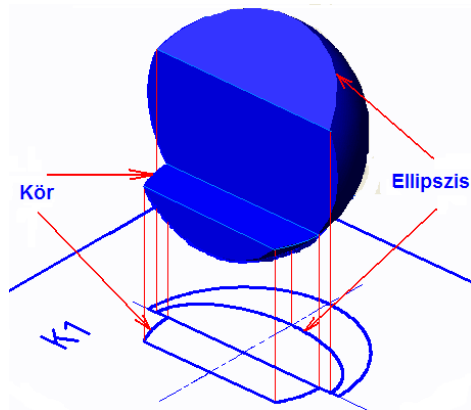
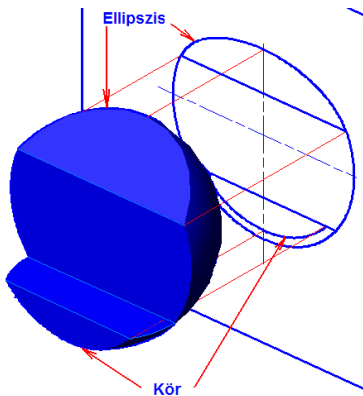




Az alábbi ábrákon egy olyan gömb látható, amelyen a korábban bemutatott csonkítások közül több is előfordul.



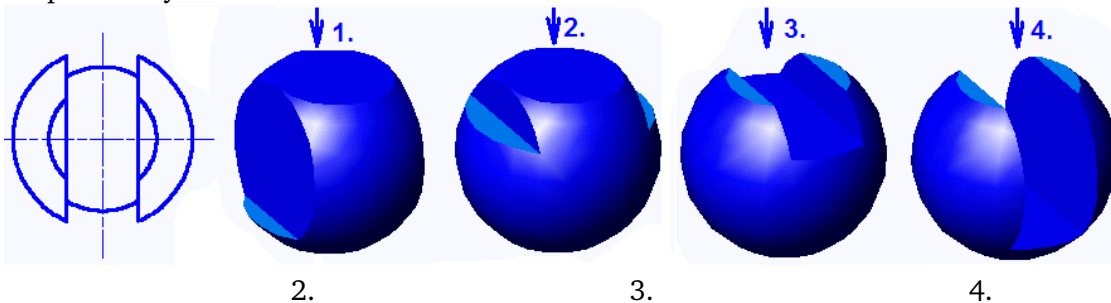
A fenti gömb vetületeihez magyarázatot talál az alábbi ábrákon. Az [itt elérhető](#) interaktív ábra segítségével megnézheti a vetületeket.



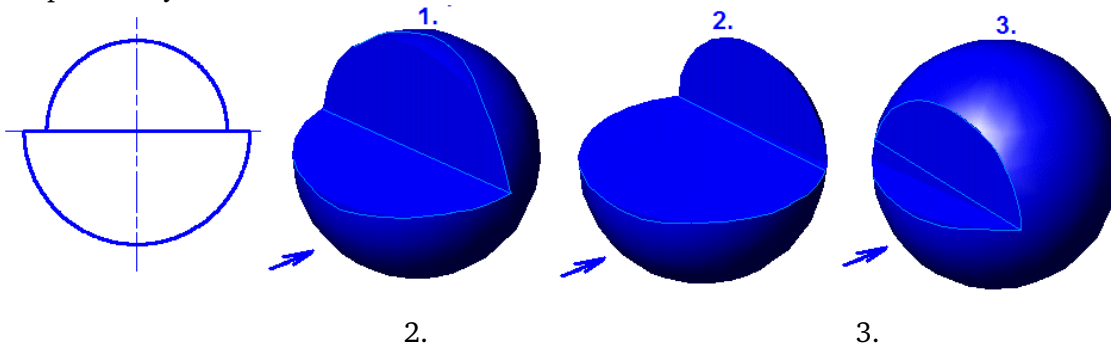
## Quiz

### Önellenőrző kérdések

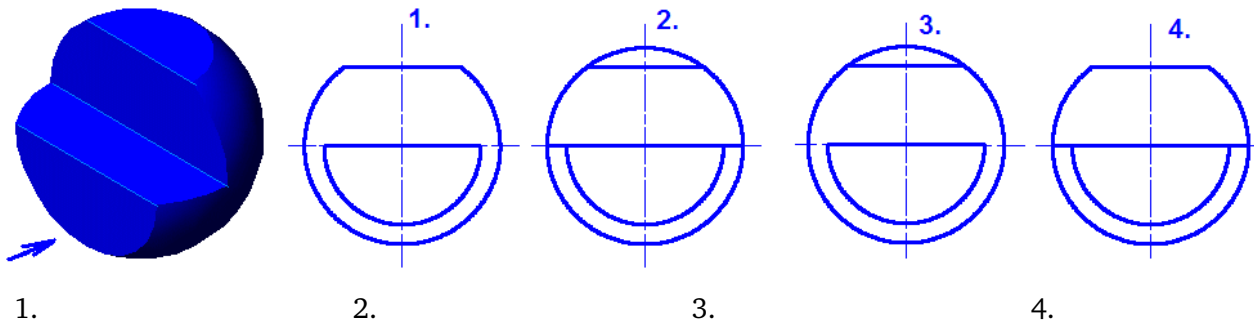
1. Az alábbi ábrán egy vetületi képet és térhatású ábrákat lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a vetületi képhez hányas számú térhatású ábra tartozik!



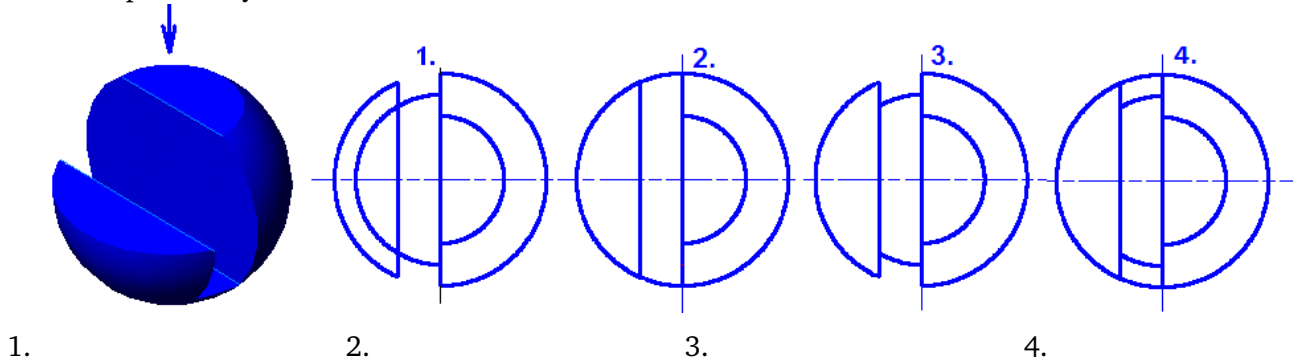
2. Az alábbi ábrán egy vetületi képet és térhatású ábrákat lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a vetületi képhez hányas számú térhatású ábra tartozik!



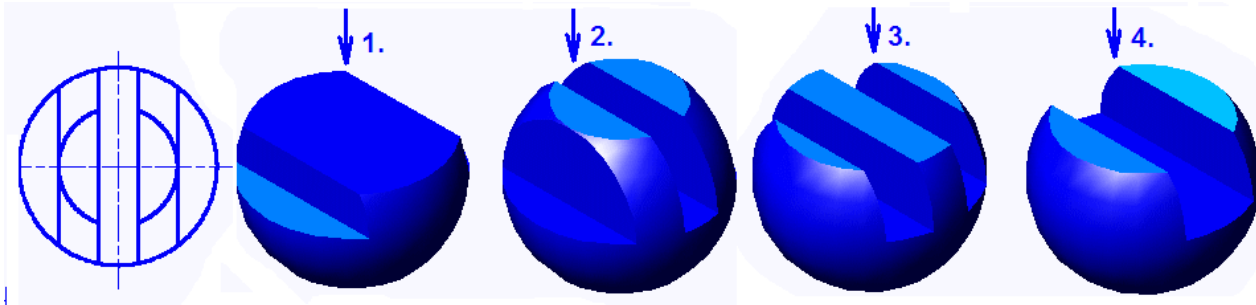
3. Az alábbi ábrán egy test térhatású képét és vetületeket lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a térhatású képhez hányas számú vetületi ábra tartozik!



4. Az alábbi ábrán egy test térhatású képét és vetületeket lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a térhatású képhez hányas számú vetületi ábra tartozik!



5. Az alábbi ábrán egy vetületi képet és térhatású ábrákat lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a vetületi képhez hányas számú térhatású ábra tartozik!



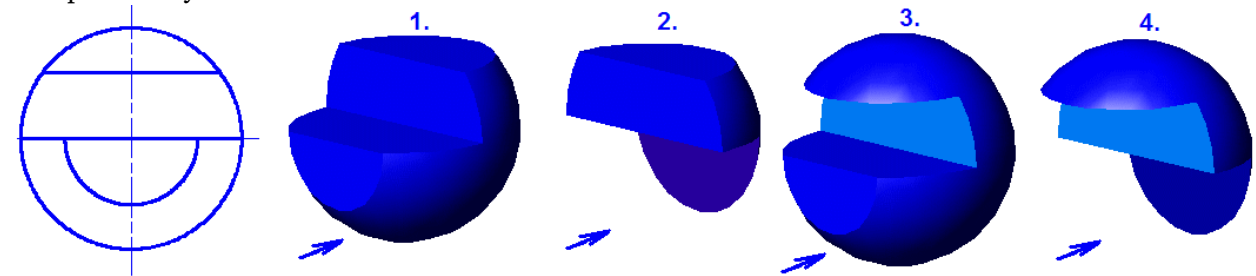
1.

2.

3.

4.

6. Az alábbi ábrán egy vetületi képet és térhatású ábrákat lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a vetületi képhez hányas számú térhatású ábra tartozik!



1.

2.

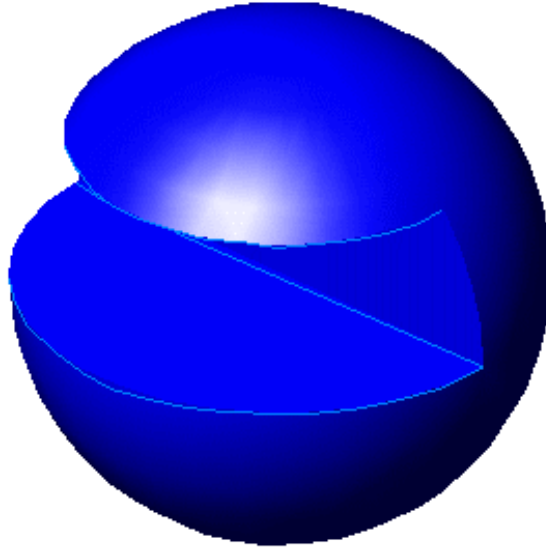
3.

4.



## Önálló rajzolósi feladat

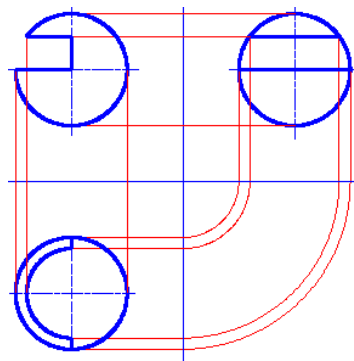
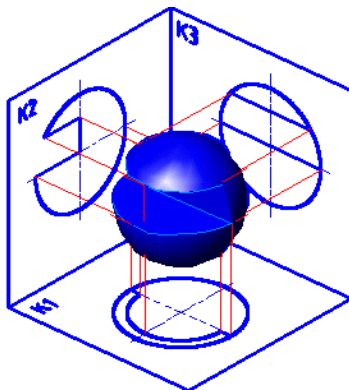
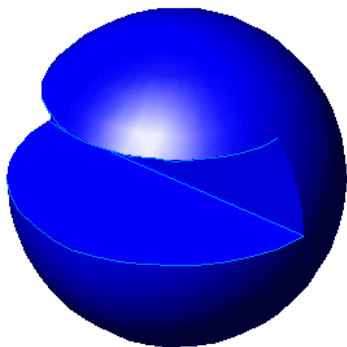
Készítse el az alábbi gömb előlnézeti, felülnézeti és baloldali nézeti vetületeit a füzetében! Miután megrajzolta a vetületeket, a következő oldal ábrái segítségével ellenőrizheti munkáját.



Az alábbi interaktív ábra segítséget nyújt a feladat megoldásának elkészítéséhez. Kattintson a szövegre az ábra megtekintéséhez!

[Segítség a feladathoz.](#)

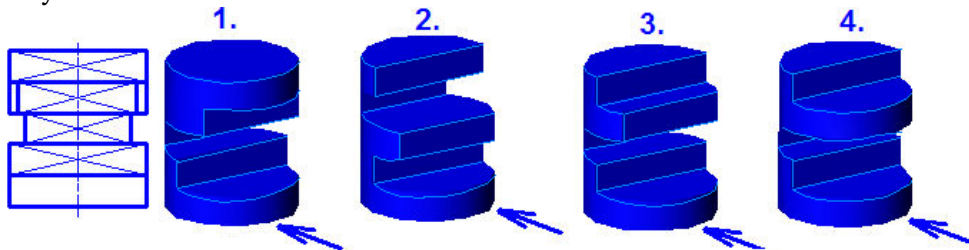
Az előző oldalon látható feladat megoldása.



## Modulzáró feladatok

### Quiz

1. Az alábbi ábrán egy vetületi képet és térhatású ábrákat lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a vetületi képhez hányas számú térhatású ábra tartozik!



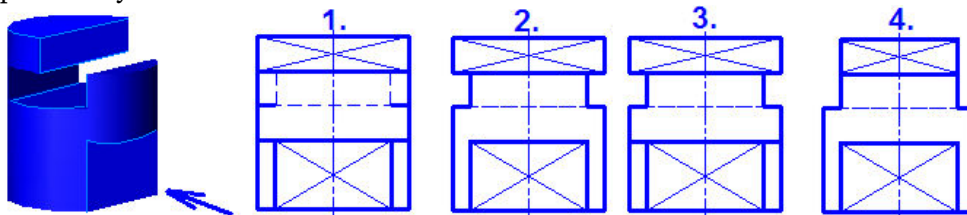
1.

2.

3.

4.

2. Az alábbi ábrán egy test térhatású képét és vetületeket lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a térhatású képhez hányas számú vetületi ábra tartozik!



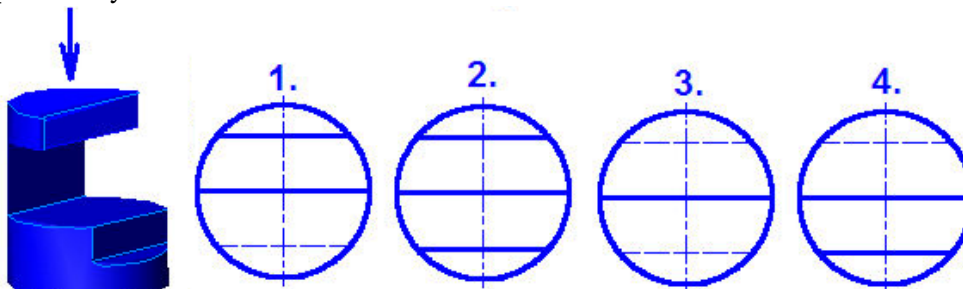
1.

2.

3.

4.

3. Az alábbi ábrán egy test térhatású képét és vetületeket lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a térhatású képhez hányas számú vetületi ábra tartozik!



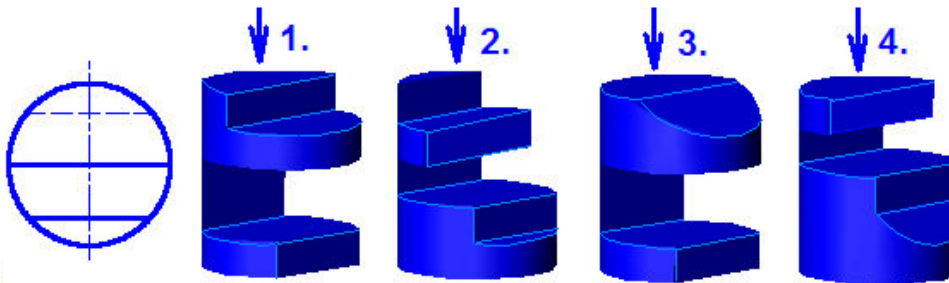
1.

2.

3.

4.

4. Az alábbi ábrán egy vetületi képet és térhatású ábrákat lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a vetületi képhez hányas számú térhatású ábra tartozik!



1.

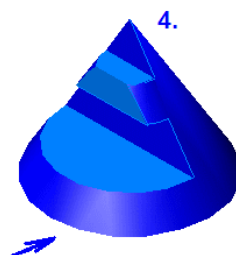
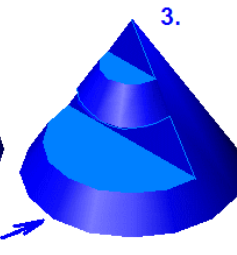
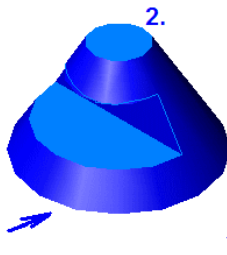
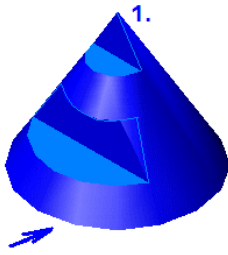
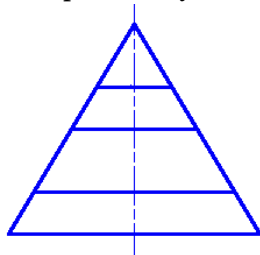
2.

3.

4.



5. Az alábbi ábrán egy vetületi képet és térhatású ábrákat lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a vetületi képhez hányas számú térhatású ábra tartozik!



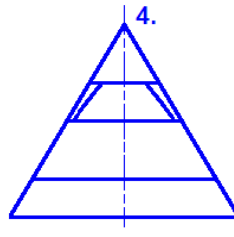
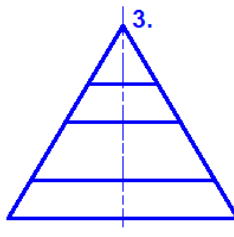
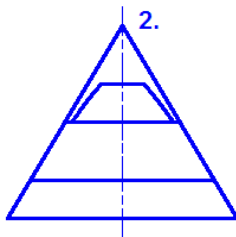
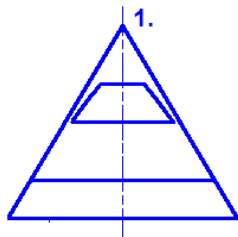
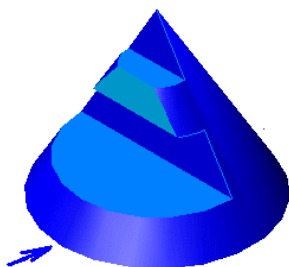
1.

2.

3.

4.

6. Az alábbi ábrán egy test térhatású képét és vetületeket lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a térhatású képhez hányas számú vetületi ábra tartozik!



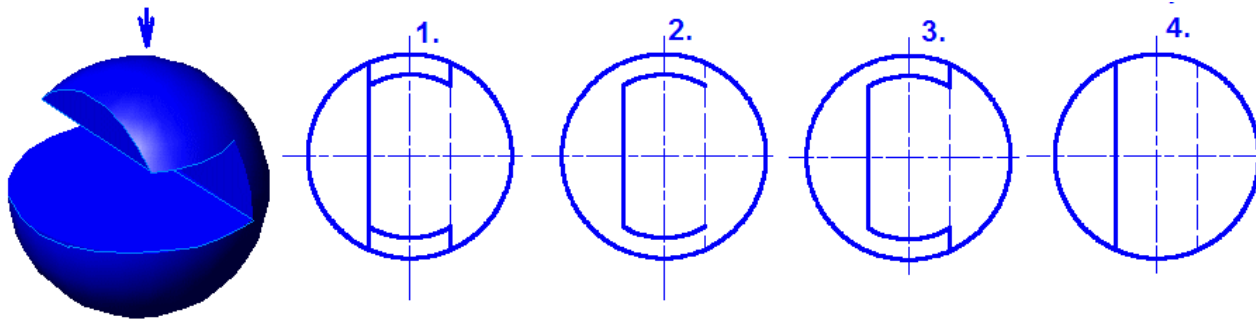
1.

2.

3.

4.

7. Az alábbi ábrán egy test térhatású képét és vetületeket lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a térhatású képhez hányas számú vetületi ábra tartozik!



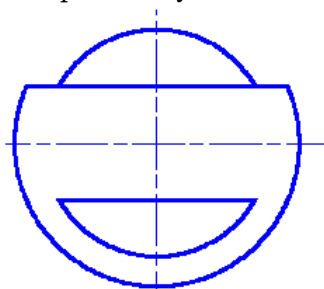
1.

2.

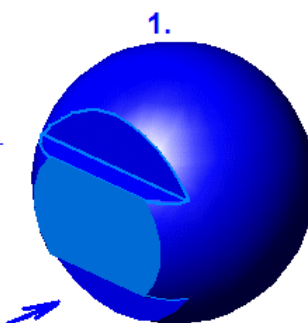
3.

4.

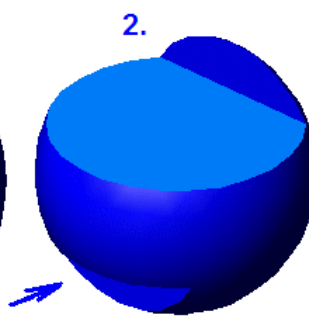
8. Az alábbi ábrán egy vetületi képet és térhatású ábrákat lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a vetületi képhez hányas számú térhatású ábra tartozik!



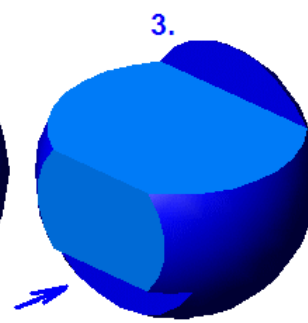
1.



2.



3.



## V. MODUL

# ÁTHATÁSOK. VETÍTÉSI RENDSZEREK. RAJZI EGYSZERŰSÍTÉSEK

Ez a modul három témakörrel foglalkozik:

- Az áthatások tárgyalásakor azt vizsgáljuk, hogy melyek az ábrázolási jellemzői a több elemi testből felépülő testeknek.
- Az eddig tárgyat vetület-elhelyezési rend az európai vetítési rendnek felel meg. A gyakorlat során Ön találkozhat olyan ábrákkal, amelyek amerikai vetítési rend alapján készültek. A két rendszer közötti összefüggéseket, különbségeket mutatja be a modul második leckéje.
- A harmadik lecke azokat a lehetőségeket tárgyalja, amelyekkel egyszerűsíthetjük a rajzi munkát.



## 11. Áthatások

### Követelmények:

Ön akkor sajátította el megfelelően a tananyagot, ha

- saját szavaival el tudja mondani, mit értünk áthatás és áthatási vonal alatt,
- párosítani tudja egymáshoz a testek áthatását ábrázoló tárthatású ábrákat és azok vetületeit.

### Időszükséglet:

A tananyag elsajátításához körülbelül 50 percre lesz szüksége.

### Kulcsfogalmak:

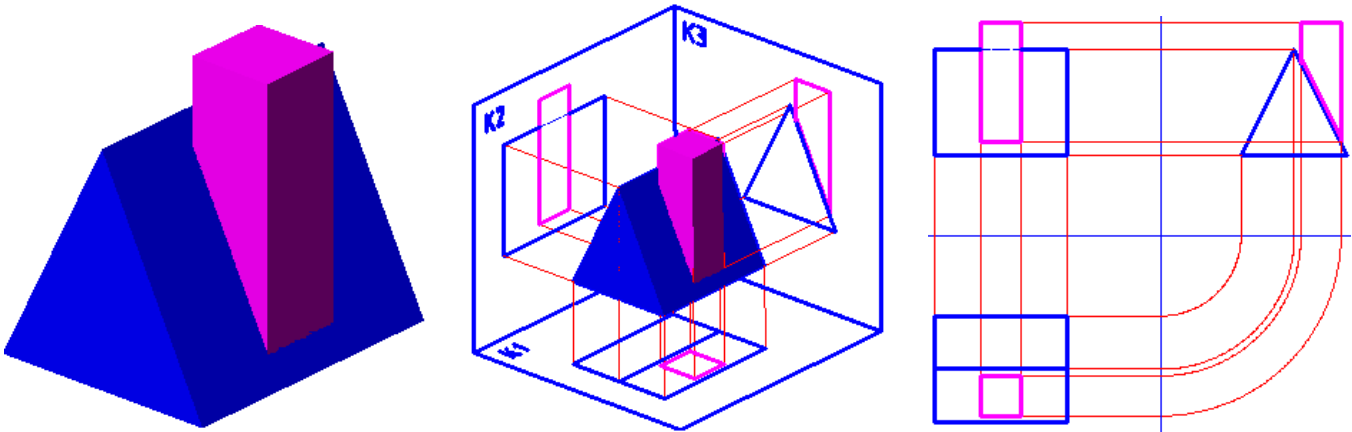
- áthatás,
- áthatási vonal.

**Aktivitás:** Jegyezze meg, mit értünk áthatás és áthatási vonal alatt!

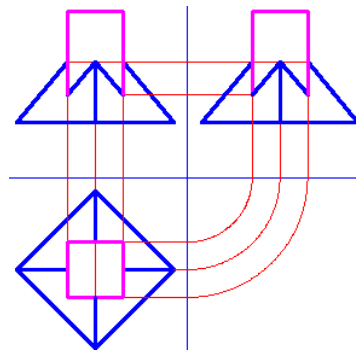
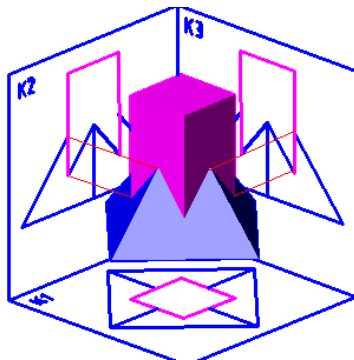
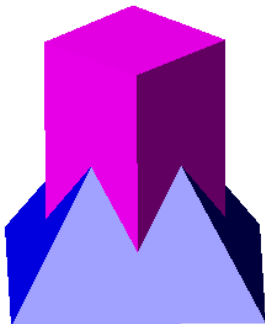
Az egymással érintkező, egymásba hatoló mértani testek felületeinek metsződését **áthatásnak** nevezzük. A felületek metszészvonala az **áthatási vonal**. Az áthatást háromféle esetben vizsgáljuk: síklapú testek között, forgástestek között, valamint síklapú és forgástestek között.

### 11.1. Áthatás síklapú testek között

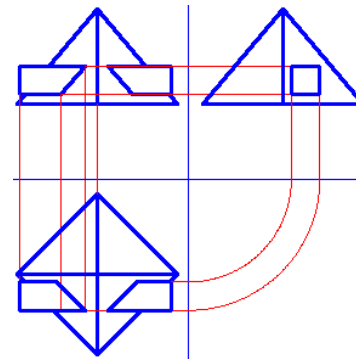
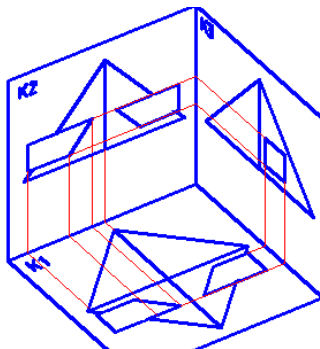
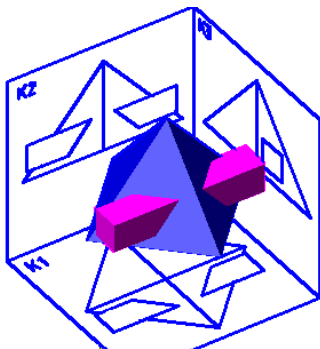
A síklapú testek közötti áthatás eredményeként a felületek metszészvonala mindig egyenes szakaszokból álló, úgynevezett törtvonal lesz. Elsőként egy háromszög alapú és egy négyszög alapú hasáb áthatását vizsgáljuk. (A háromszög alapú hasábot az egyik oldalapjára fordítottuk.) Az előlnézeti vetületen a szaggatott vonal a háromszög alapú hasáb felső élének takart helyzetben levő részét jelöli.



Második példánkban gúla és négyzet alapú hasáb áthatását mutatjuk be. A testek függőleges szimmetriatengelye egybeesik. A térhatású ábrán (az ábra könnyebb áttekinthetősége érdekében) csak a fontosabb vetítővonalakat tüntettük fel.

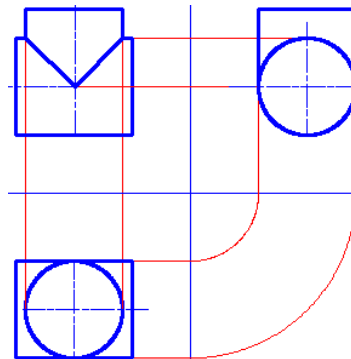
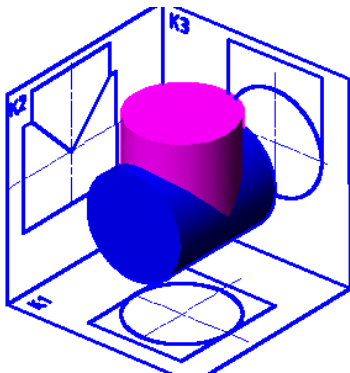


A harmadik példa szintén gúla és hasáb áthatását mutatja be, a testek szimmetriatengelye itt kitérő helyzetű. Mivel a térhatású képen a vetítőegyenesek nem tartalmaznának többletinformációt, elhagytuk őket. A vetületei képeken a takart éleket nem tüntettük fel.

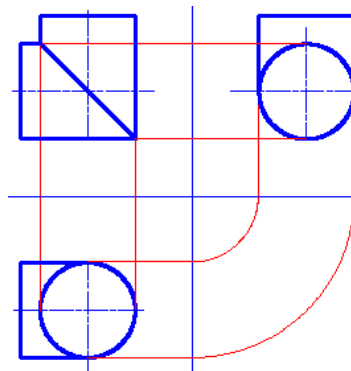
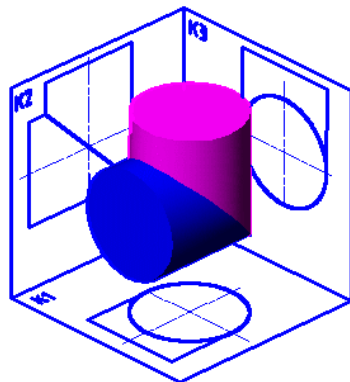


## 11.2. Áthatás forgástestek között

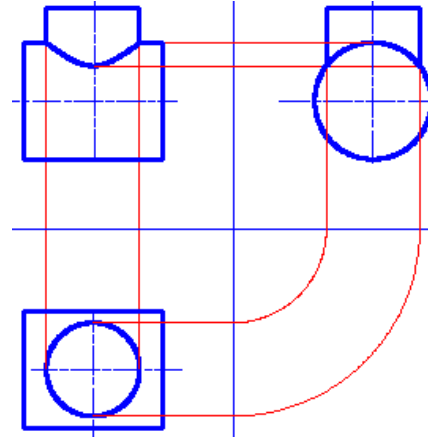
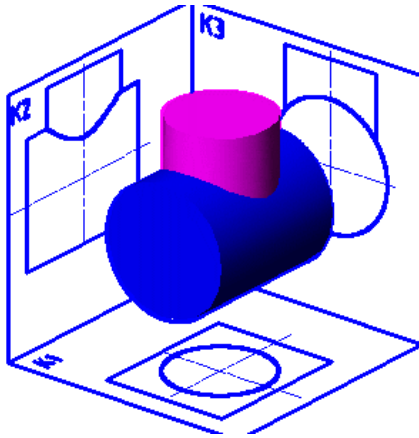
Ebben e részben elsősorban a hengerek közötti áthatást vizsgáljuk. A hengerek az első példában azonos átmérőjűek, tengelyeik merőlegesek egymásra. A vetületi képeken látható, az áthatási vonal képe egyenes.



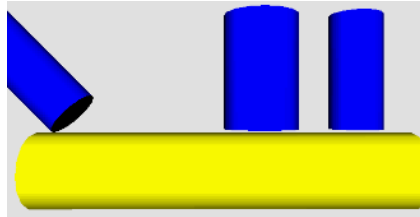
A fenti bemutatott áthatás egy speciális esetét mutatják a következő ábrák. Az áthatási vonal képe itt is egyenes.



A következőkben különböző átmérőjű hengerek áthatására mutatunk példát. Az áthatási vonal és a képe itt görbe.



A következő animáció a hengerek közötti áthatást szemlélteti. Kattintson a képre az animáció megtekintéséhez!



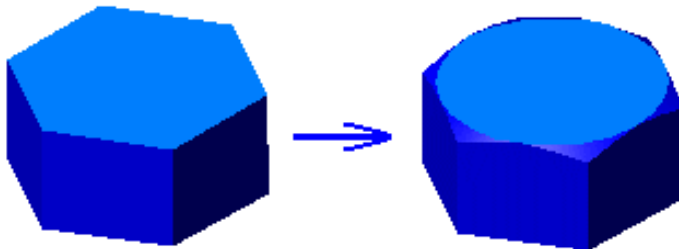


### 11.3. Áthatás síklapú és forgástestek között

Ezek közül az áthatások közül a gépészeti gyakorlatban nagyon gyakran előforduló hatoldalú hasáb-kúp áthatást mutatjuk be. A hatlapfejú csavarok és csavaranyák ábrázolásakor találkozunk ezzel. Ezeknek az alkatrészeknek a csúcsait 120 fokos csúcsszöggel letörik, hogy az éles sarkokat megszüntessék.

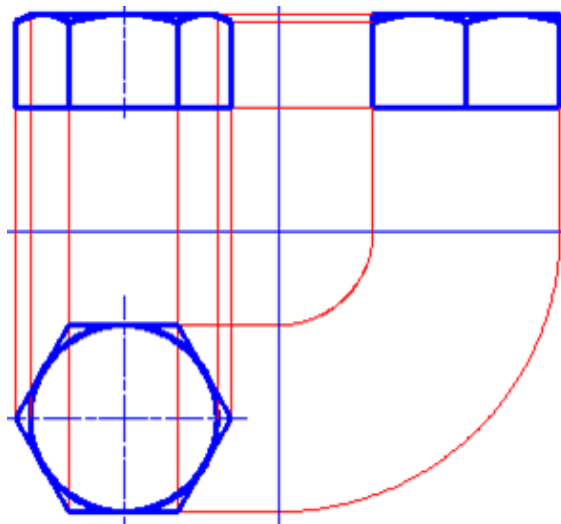
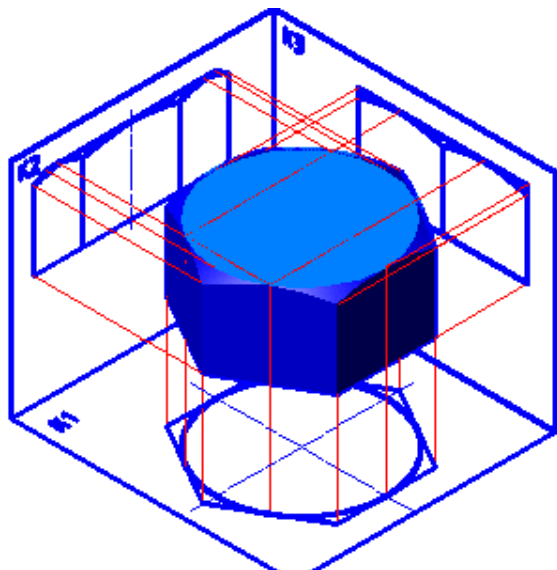
Kattintson a képre az animáció megtekintéséhez! Az alábbiakat figyelje meg az egyes képeken:

- Az első képen a hasáb világoskék színű fedőlapja szabályos hatszög.
- A kúp alakú szerszám tulajdonképpen azokat a részeket távolítja el, amelyek a második képen kék színnel jelölve látszanak.
- A két test áthatásából csak a hasábot vizsgáljuk tovább, a kúpot eltávolítjuk. Ezt láthatja a harmadik és a negyedik képen.
- Az utolsó képen a fedőlap (az áthatás vonala a csúcsok letörése után) kör alakú lesz.





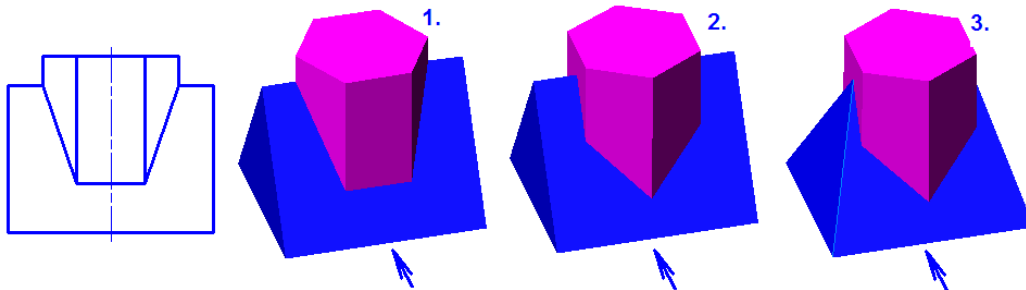
Az alábbi képek az áthatás eredményének a vetületeit mutatják be. Figyelje meg a felülnézeti képen a letörés miatt keletkező kört!



## Quiz

### Önellenőrző kérdések

1. Fogalmazza meg, mit értünk áthatás és áthatási vonal alatt!
2. Az alábbi ábrán egy vetületi képet és térhatású ábrákat lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a vetületi képhez hányas számú térhatású ábra tartozik!

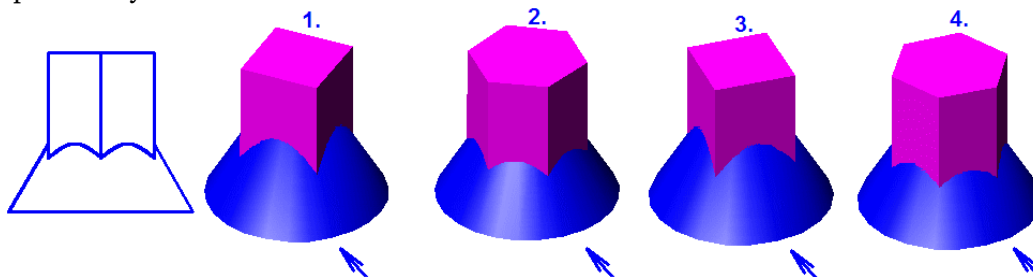


1.

2.

3.

3. Az alábbi ábrán egy vetületi képet és térhatású ábrákat lát. A nézeti irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a vetületi képhez hányas számú térhatású ábra tartozik!



1.

2.

3.

4.



## 12. Vetítési rendek

### Követelmények:

Ön akkor sajátította el megfelelően a tananyagot, ha

- térhatású ábra és vetületi képek alapján el tudja dönteni, hogy a vetületek melyik (európai, vagy amerikai) vetítési rend szerint készültek,
- ábra alapján felismeri az európai és az amerikai vetítési rendszer jelölését,
- adott tárgyat ábrázolni tud a megadott vetítési rendben.

### Időszükséglet:

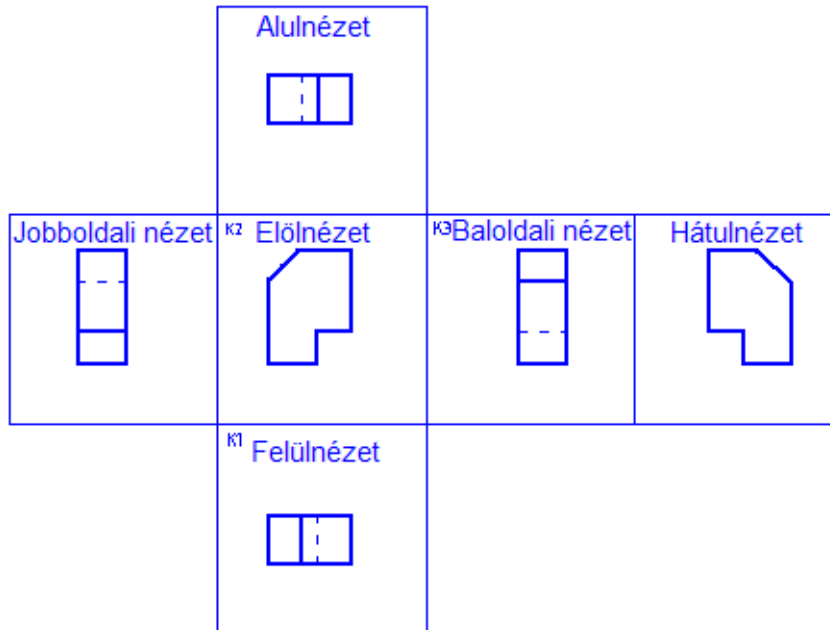
A tananyag elsajátításához körülbelül 25 percre lesz szüksége.

### Kulcsfogalmak:

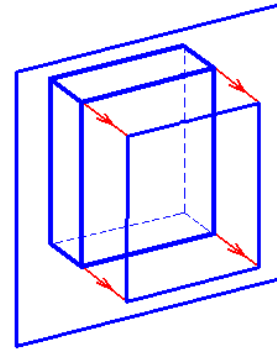
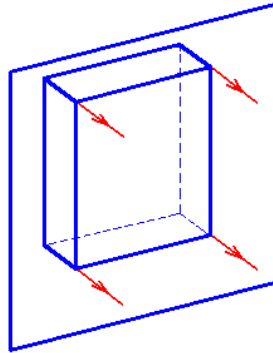
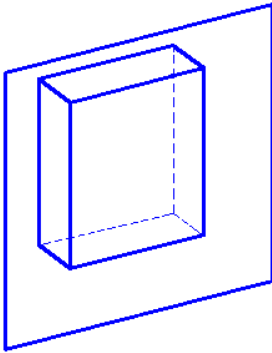
- európai vetítési rend,
- amerikai vetítési rend.



A vetületkészítés során tananyagunkban az úgynevezett *európai vetítési rendet* alkalmaztuk. A tárgyat a nézőpont és a képsík között helyeztük el. A vetületek elhelyezése ennek megfelelően -ahogy azt korábban megismertük- a következő:

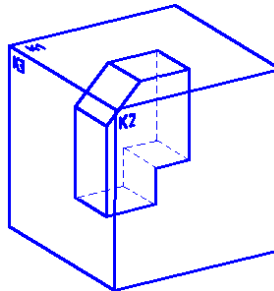


Az angolszász országokban egy másik módszert, az úgynevezett *amerikai vetítési rendet* alkalmazzák a vetületkészítés során. Ez annyiban különbözik az európai rendtől, hogy a tárgyat a képsík **mögött** helyezzük el. A vetület így módon a nézőpont és a tárgy közötti képsíkon keletkezik. Ezt a vetítési rendet mutatják be a következő képek, egyetlen vetületi kép segítségével. Figyelje meg az ábrákon, hogy a vetítőegyenesek a tárgyról a nézőpont felé mutatnak.



Figyelje meg a következő animáció segítségével, hogy több vetület esetén milyen változásokat eredményez az amerikai vetítési rend alkalmazása az európaihoz képest:

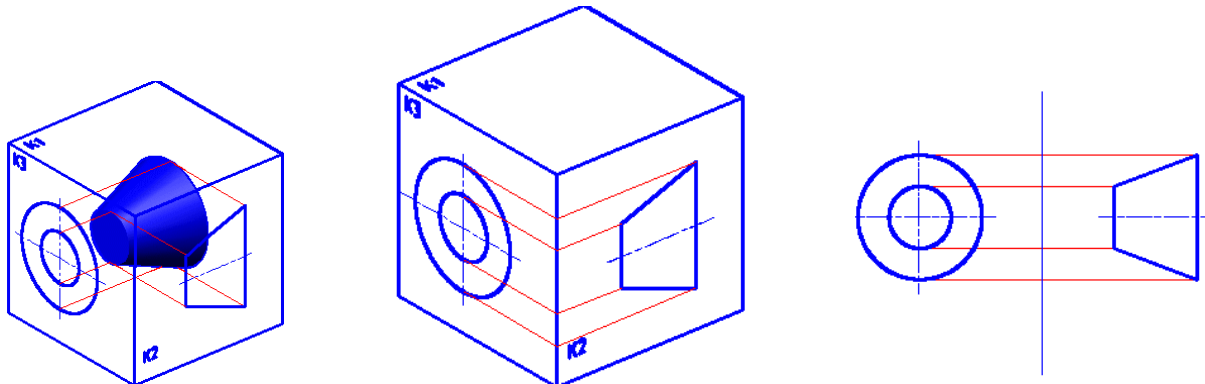
- a K1 képsíkon nem alulnézeti, hanem felülnézeti képet látunk: a szaggatott vonallal jelölt él akkor nem látható, ha tárgyra felülről nézünk rá;
- hasonló a helyzet a K3 képsíkon keletkező vetületre: ez baloldali nézeti vetület, mert a szaggatott vonallal jelölt él akkor nem látható, ha a tárgyat balról nézzük.





Az amerikai vetítési rend szerint készült vetületek közös jellemzője, hogy a vetületek az előlnézeti vetülethez képest a "nevüknek megfelelő" helyre kerülnek. Azaz a *felülnézet* az előlnézeti kép *fölé*, a *baloldali nézeti kép* az előlnézeti képtől *balra*, stb.

Nézzük meg egy forgástest amerikai vetítési rend szerint készített vetületeit! (Mivel a tárgy felülnézeti képe teljesen megegyezik az előlnézeti képpel, a felülnézetet nem rajzoltuk meg.)



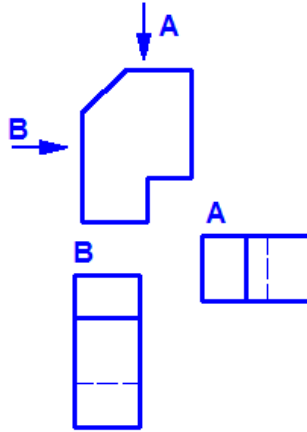
A csonkakúp e két vetületén egyértelműen látszik, hogy az amerikai vetítési rend szerint készültek. A műszaki rajzokon az ezekből a vetületekből képzett jellel jelöljük az amerikai vetítési rend alkalmazását:



Ha a vetületek az európai vetítési rend szerint készültek, akkor ezt külön nem kell jelölni. Amennyiben mégis szükség van rá, az európai vetítési rendre a következő jellel utalhatunk:



A nézetek elhelyezésének van egy további szabványos lehetősége is. Ez a nézési irányt mutató nyilak módszere. Ha sem az európai, sem az amerikai vetítési rend nem alkalmazható, vagy nem előnyös, akkor ezzel a módszerrel a nézetek tetszőleges helyen elhelyezhetők. Ennek a módszernek az alkalmazása csak akkor javasolt, ha az európai, vagy az amerikai rend használata semmiképpen sem lehetséges.



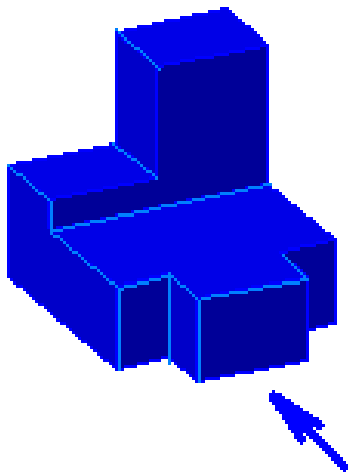


## Quiz

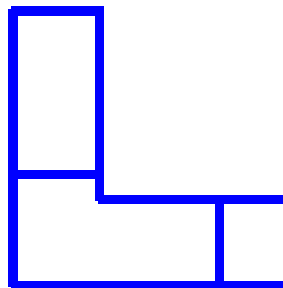
### Önellenőrző kérdések

1. Az alábbi képen egy tárgy térhatású ábráját és két, a tárgyról készült vetületi képet lát. Az egyik vetület az előlnézet, a másik oldalnézet. (Az előlnézet irányát nyíl jelzi.) Jelölje meg, hogy a vetületek melyik vetítési rend szerint készültek!

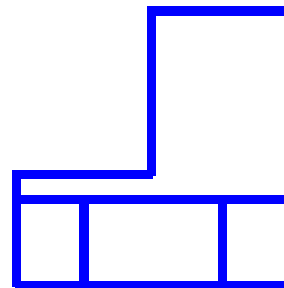
*Javaslat a feladatok megoldásához: Az előlnézet mellett a feladatokban egy további nézet adott. Próbálja meg eldönteni hogy melyik irányból kell nézni az alkatrészt, hogy az adott nézetnek megfelelő képet lássuk. Ha ez sikerült (pl. az adott nézet a bal oldali nézetnek felel meg), akkor már csak azt kell megnézni, hogy ez a nézet az előlnézethez képest hol helyezkedik el. (Pl. ha a balnézeti kép az előlnézet jobb oldalán látható, akkor európai rendszer szerint készültek az ábrák. Ha az ábrán a balnézeti vetület az előlnézet bal oldalán áll, akkor amerikai rendszer szerinti a vetítés.)*



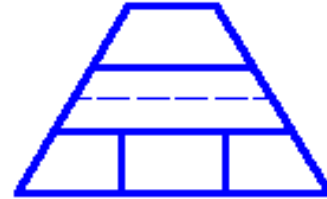
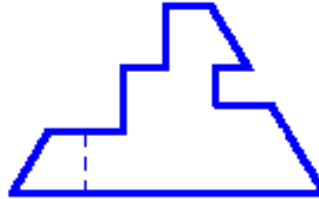
Európai.



Amerikai.



2. Az alábbi képen egy tárgy térhatású ábráját és két, a tárgyról készült vetületi képet lát. Az egyik vetület az előlnézet, a másik oldalnézet. (Az előlnézet irányát nyíl jelzi.) Jelölje meg, hogy a vetületek melyik vetítési mód szerint készültek!



Európai.

Amerikai.

3. Jelölje meg, hogy az alábbi jelölés melyik vetítési rendszerre utal!



Európai.

Amerikai.



### 13. Rajzi egyszerűsítések, különleges ábrázolások

#### Követelmények:

Ön akkor sajátította el megfelelően a tananyagot, ha

- párosítani tudja egymáshoz a rajzi egyszerűsítéssel ábrázolt testek vetületeit és térhatású ábráit,
- adott ábráról el tudja dönteni, hogy az milyen fajta rajzi egyszerűsítéssel, illetve különleges ábrázolással készült.

#### Időszükséglet:

A tananyag elsajátításához körülbelül 60 percre lesz szüksége.

#### Kulcsfogalmak:

- tagolóvonal,
- részvetület,
- résznézet,
- helyi nézet,
- kiemelt részlet,
- lyukkör
- alakítás előtti körvonal,
- mozgó alkatrész szélső helyzete.

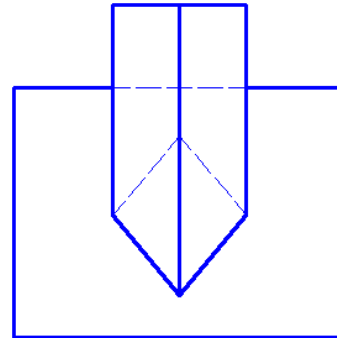
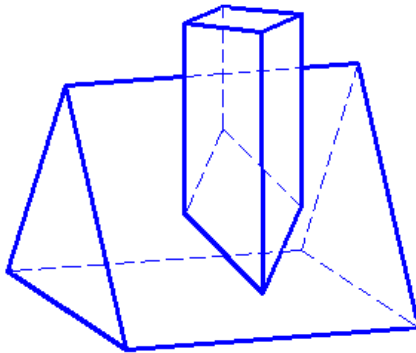
A tananyag feldolgozásához javasoljuk, hogy készítsen szabadkézi rajzot a leckében látható vetületi ábrákról, és jegyezze meg az egyes egyszerűsítési módok, különleges ábrázolások elnevezését!



A szabvány lehetőséget ad az eddig bemutatottaktól eltérő ábrázolási megoldásokra is. Ezen ábrázolási módok célja, hogy a rajzi munkát egyszerűsítsük, egy-egy tárgyrészletet szemléletesebben mutassunk be, és a tárggyal kapcsolatban további információkat közöljünk.

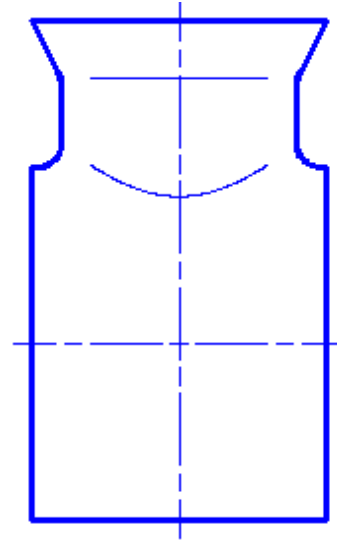
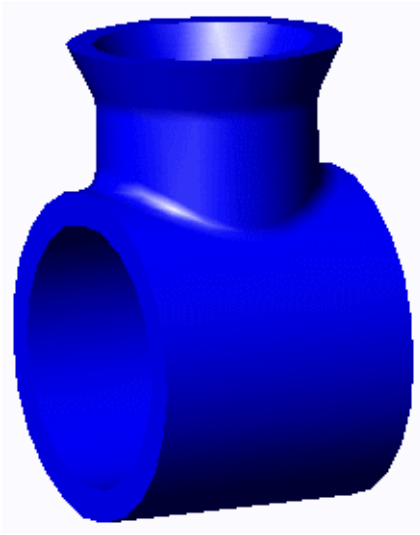
### 13.1. Áthatások egyszerűsített ábrázolása

A "Testek áthatása" című leckében bemutattuk a különféle felületek áthatásának ábrázolását. Most kitérünk arra, hogy mikor szükséges ezeket az áthatásokat részletesen ábrázolni, illetve mikor elégséges azok egyszerűsített ábrázolása. A felületek áthatása valóságos és elméleti lehet. Valóságos áthatás esetén a testek határozott élben metszik egymást. Ebben az esetben az áthatási vonalat, ha az látható, vastag vonallal jelöljük, ha nem látható, akkor vékony szaggatott vonallal ábrázoljuk. Erre mutat példát az alábbi két ábra. A bal oldali térhatású képen mutatja az áthatást, a a jobb oldali pedig vetületi ábrán. (A jobb oldali ábrán látható vízszintes szaggatott vonal nem áthatási vonal, az a háromszög alapú hasáb takart élét jelöli.)





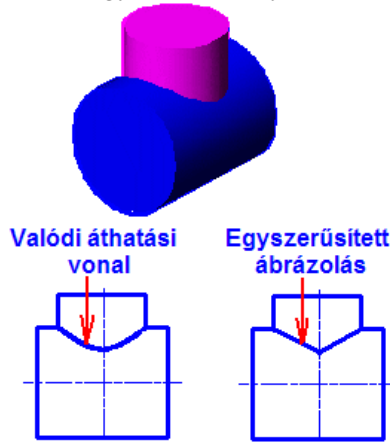
Elméleti áthatások akkor keletkeznek, ha a felületek nem határozott élben, hanem lekerekítéssel találkoznak. Ezeket az áthatási vonalakat nézetben folytonos vékony vonallal, úgynevezett **tagolóvonallal** kell ábrázolni. A tagolóvonalak helyét a felületek képzelt találkozási vonala (ahol a lekerekítés nélkül találkoznának) határozza meg. A tagolóvonal nem érhet a tárgy körvonaláig.



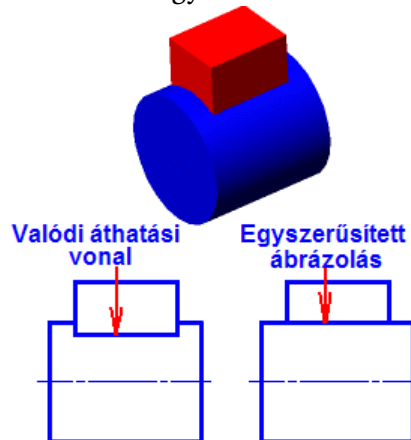
A kúp és henger áthatási vonala egyenes. Ezt jelzi a felső tagolóvonal. Alatta különböző átmérőjű hengerek áthatása során keletkező görbe tagolóvonal látható. A nem látható éleket a rajzon nem jelöltük be.

Az áthatások egyszerűsített ábrázolása elméleti és valóságos áthatások esetén is megengedett, ha az nem megy az érthetőség rovására. Az egyszerűsítés során a következőket lehet alkalmazni:

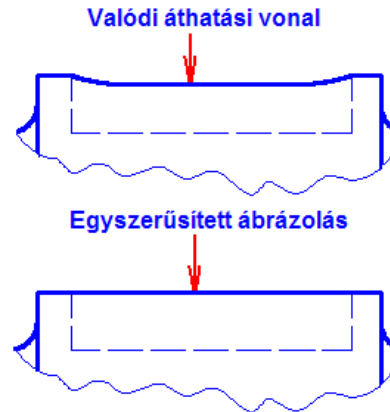
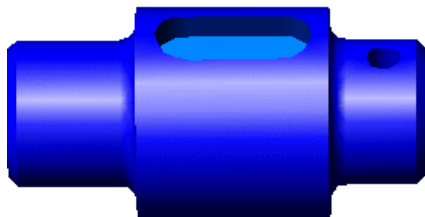
- két henger között az áthatás görbe vonala egyenessel helyettesíthető



- henger és derékszögű hasáb között az áthatás egyenes vonalát el lehet hagyni.



- hengeres tengelyrész és horony áthatási vonala egyenes vonallal helyettesíthető.  
Nézze meg a bal oldali képen tengely térhatású ábráját, az áthatási vonalat az animáció (kattintson a középső képre a megtekintéshez), majd a vetületi ábrákat a jobb oldali képen! (A vetületi ábrán csak a tengely egy részét rajzoltuk meg. Erre utalnak szabadkézi törésvonalak.)

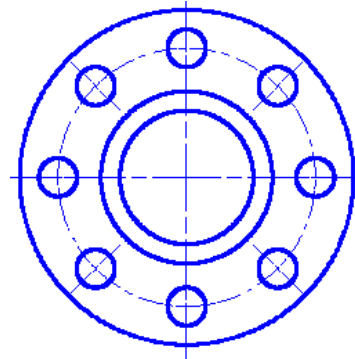
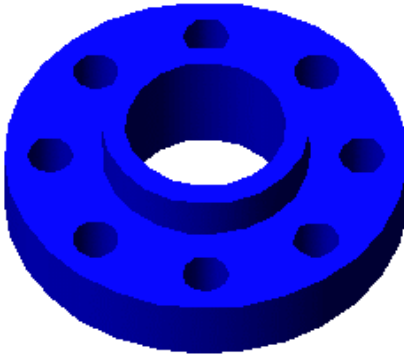


## 13.2. Részvetületek alkalmazása

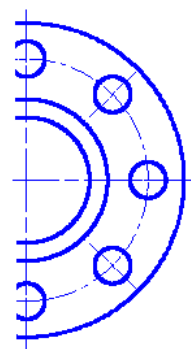
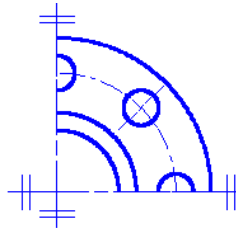
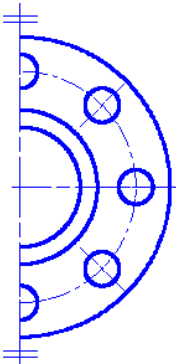
### Szimmetrikus tárgyak ábrázolása

Szimmetrikus tárgyaknak szabad csak egy részét, a felét, vagy a negyedét ábrázolni. Ebben az esetben a szimmetriavonal két végére, rá merőlegesen, két-két rövid párhuzamos vonalat kell rajzolni. A párhuzamos vonalak elhagyhatók, ha a tárgy megrajzolt körvonalai kissé túlnyúlnak a szimmetriavonalon.

Az alábbi ábrán egy test térhatású képét és felülnézeti vetületét látja. A tárgy furatainak középpontjai egy körön, az úgynevezett **lyukkörön** helyezkednek el. A lyukkört pontvonallal jelöljük.



Az ábrázolandó tárgy felülnézeti vetületének vízszintes és függőleges helyzetű szimmetriatengelye van, ezért lehetséges a félvetület (bal oldali ábra), illetve a negyedvetület (középső ábra) alkalmazása. Itt láthat példát arra, hogy a szimmetriát jelző párhuzamos vonalak elhagyhatók, ha a tárgy megrajzolt körvonalai kissé túlnyúlnak a szimmetriavonalon (jobb oldali ábra).

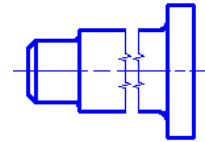
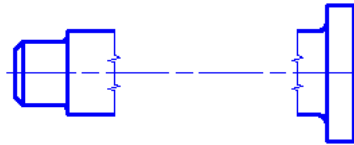
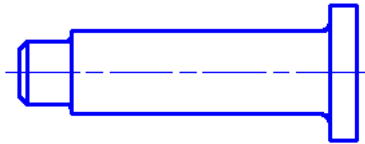




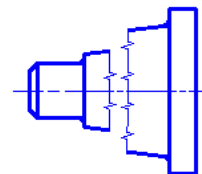
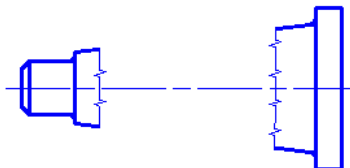
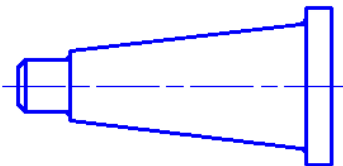
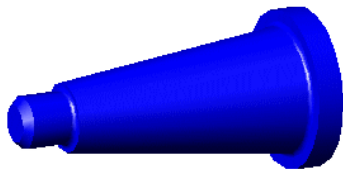
## Törésvonallal megszakított ábrázolás

Hosszú tárgyak esetén elegendő a tárgynak csak azokat a részeit megrajzolni, amelyek az egyértelmű meghatározáshoz szükségesek. A jellegtelen részeket el lehet hagyni úgy, hogy a megmaradó részeket szorosan egymás mellett ábrázoljuk. A törésvonalat vékony vonallal kell rajzolni.

A bal oldali ábrán a teljes vetületi képet látja. A középső ábrán elhagytuk a lényegtelen részt, a jobb oldali ábrán pedig egymás mellé rajzoltuk a megmaradt részeket.

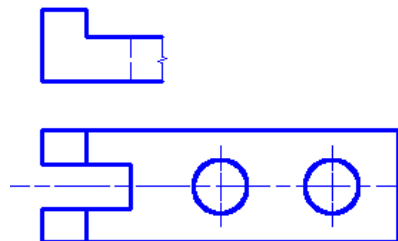
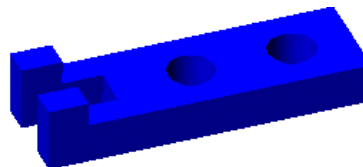
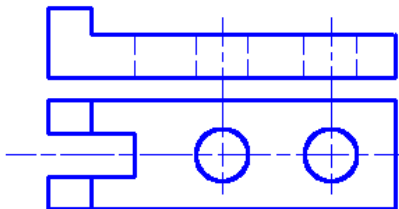
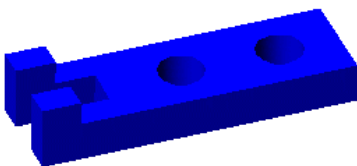


A kúpos, vagy lejtős tárgy kitöréses ábrázolása során ügyelni kell a kontúrvonalak helyzetére. Figyelje meg a jobb oldali ábrán, hogy a két részből álló vetület baloldali részén a kúpos rész kontúrvonalai párhuzamosak maradnak a jobboldali rész kontúrvonalaival, de nem esnek egy egyenesre.



## Résznézet

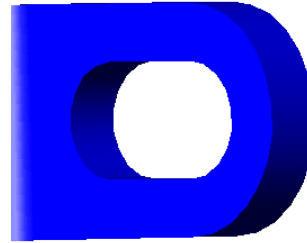
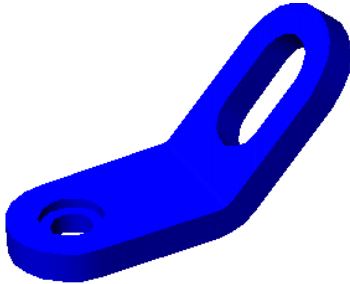
Előfordul, hogy a teljes nézeti kép nem ad több információt a tárgyról. Ekkor elegendő csak azt a részt ábrázolni, amely a megértéshez szükséges. Az alábbi tárgy alakja -a bal oldali rész kivételével- a felülnézetből meghatározható. Az előlnézeti vetületnek ezért csak azt a részét rajzoljuk meg, amely a baloldali részt is egyértelművé teszi.



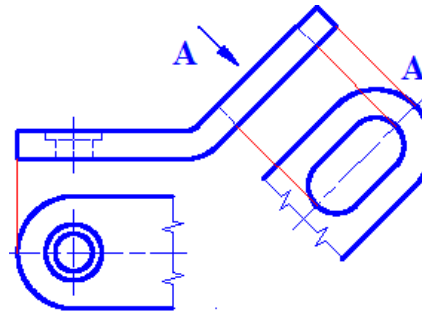
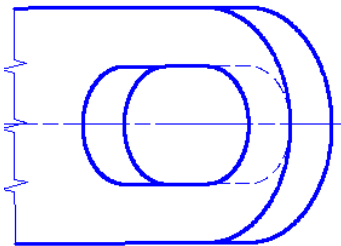


## A nézetrendtől eltérő elhelyezésű nézet

Ha a tárgyfelület egy része nem párhuzamos a vetítési alapsíkokkal, akkor ez a rész a vetítési alapsíkokon csak torzulással lenne ábrázolható. Erre láthat példát a bal oldali ábrán és a mellette levő animáción, amely a tárgynak csak a ferde részletét mutatja. Figyelje meg, hogy felülnézetből a horony kör alakú részei ellipszisként látszanak.

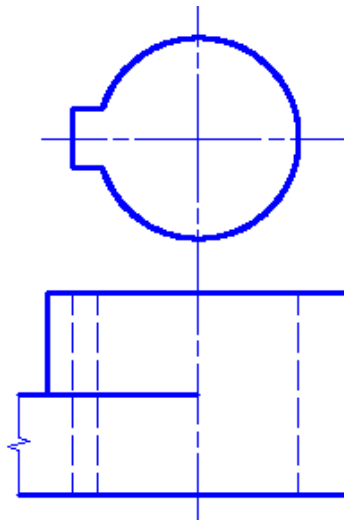
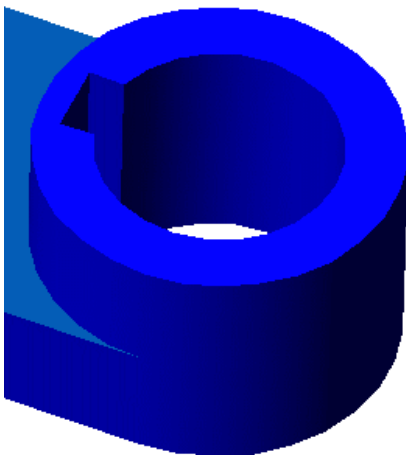


Az alábbi, bal oldali ábra a felülnézeti vetületet mutatja. A jobb oldali ábrán látható, hogy a ferde részletű tárgy egy olyan vetítési segédképsíkon ábrázolható, amely ezzel a tárgyfelülettel párhuzamos. A nézeti irányt nyíllal jelöljük és nagybetűvel azonosítjuk a résznézettel.



## Helyi nézet

Tárgyak egyes részeit gyakran ábrázoljuk a teljes vetület helyett annak csak egy részével, úgynevezett helyi nézettel. A helyi nézet a főnézethez vékony pontvonallal kapcsolódik. Az alábbi ábrán látható helyi nézet a hornyos furatot ábrázolja. A teljes felülnézeti vetület helyett csak a furat körvonalát rajzoljuk meg. A helyi nézet az amerikai vetületi elrendezés szerint készíthető.

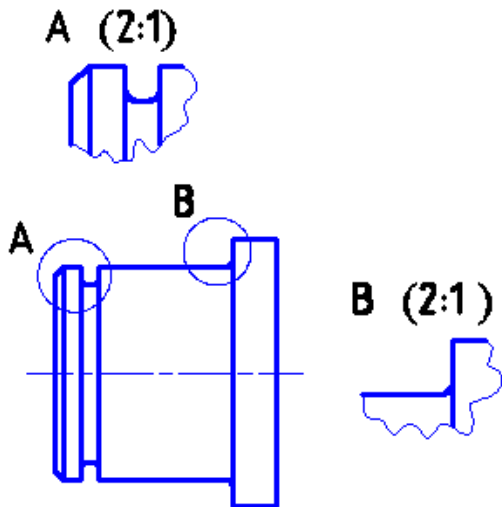
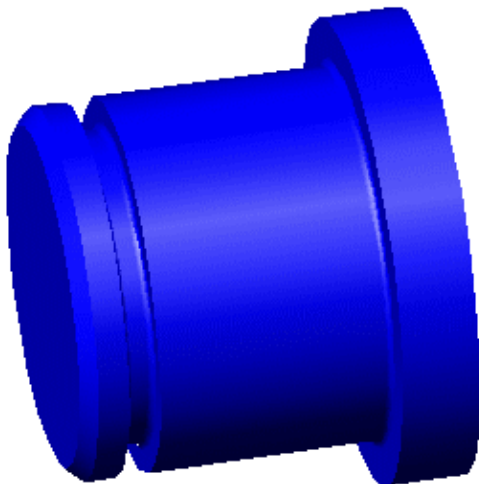




## Nagyobb léptékű kiemelt részlet

Kiemelt részletet akkor alkalmazunk, ha a tárgy egyes részeit kis méretük miatt nem tudjuk eredeti nagyságukban ábrázolni. A kiemelt részlet rajzolásával lehetőségünk van arra, hogy a tárgy ezen részeit felnagyítva ábrázoljuk. Figyelje meg a bal oldali ábrán, hogy a tárgyon beszúrás és lekerekítések találhatók. A lekerekítés sugara 1 mm, ezt a méretet a rajzon nem lehet érzékelteni.

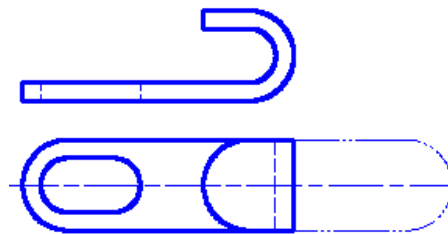
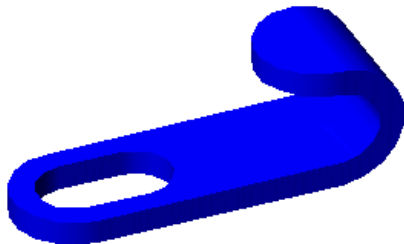
A jobb oldali ábra mutatja a megoldást. A kiemelt részeket folytonos vékony törésvonallal kell határolni, és nagybetűvel azonosítani. A betű mellett fel kell tüntetni, hogy hányszorosára nagyítottuk a részletet. (a 2:1 jelölés arra utal, hogy a nagyítás kétszeres).



### 13.3. Különleges ábrázolási módok

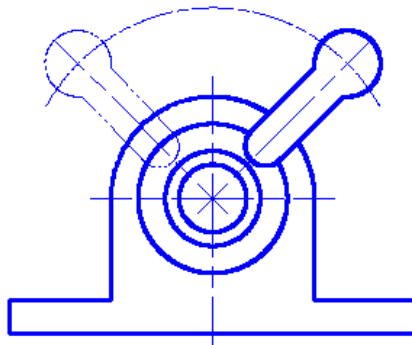
#### Eredeti (alakítás előtti) körvonal

Ha a tárgy eredeti alakját is szükséges megadni (például méretmegadás miatt), akkor azt *vékony kétpont-vonallal* lehet ábrázolni.



#### Mozgó alkatrészek szélső helyzete

Több alkatrészt tartalmazó rajzokon szükség lehet (például a helyszükséglet meghatározásához) a mozgó alkatrészek szélső állásának ábrázolására. A szélső állásokban ábrázolt mozgó alkatrész egyik körvonalát vékony kétpont-vonallal kell rajzolni. A tárgy kontúrvonalait, amelyek a kétpont-vonallal ábrázolt rész mögött vannak, láthatóként kell ábrázolni.





## Áttetsző, vagy átlátszó tárgyak ábrázolása

Minden áttetsző, vagy átlátszó tárgyat átlátszatlanként kell ábrázolni.

## Színek alkalmazása

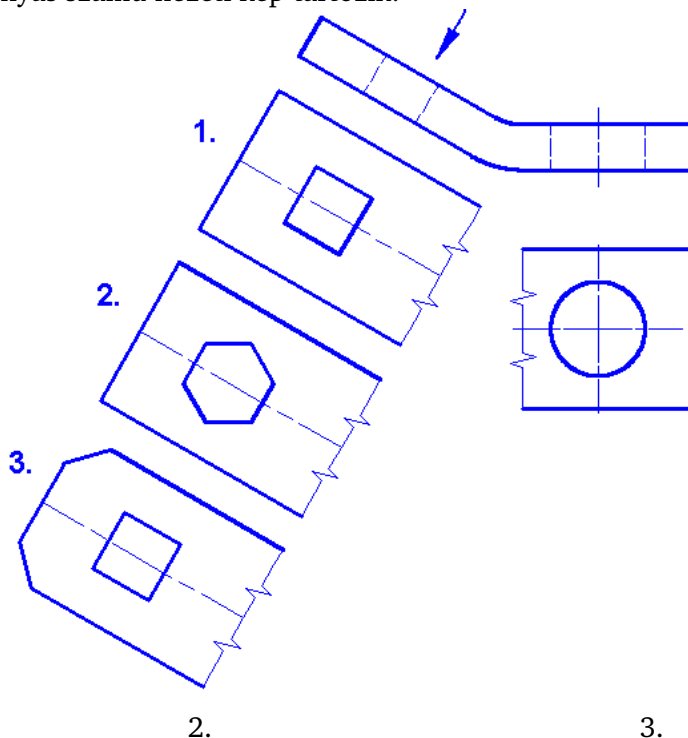
Műszaki rajzokon a színek használata nem ajánlatos. Ha azonban az ábra megértéséhez szükséges a színek használata, akkor a színek jelentését az ábrán, vagy a megfelelő dokumentumban meg kell adni.



## Quiz

### Önellenőrző kérdések

1. Az alábbi ábrán egy előlnézeti vetületet és három adott irányú nézeti képet lát. Jelölje meg, hogy az előlnézeti vetülethez hányas számú nézeti kép tartozik!



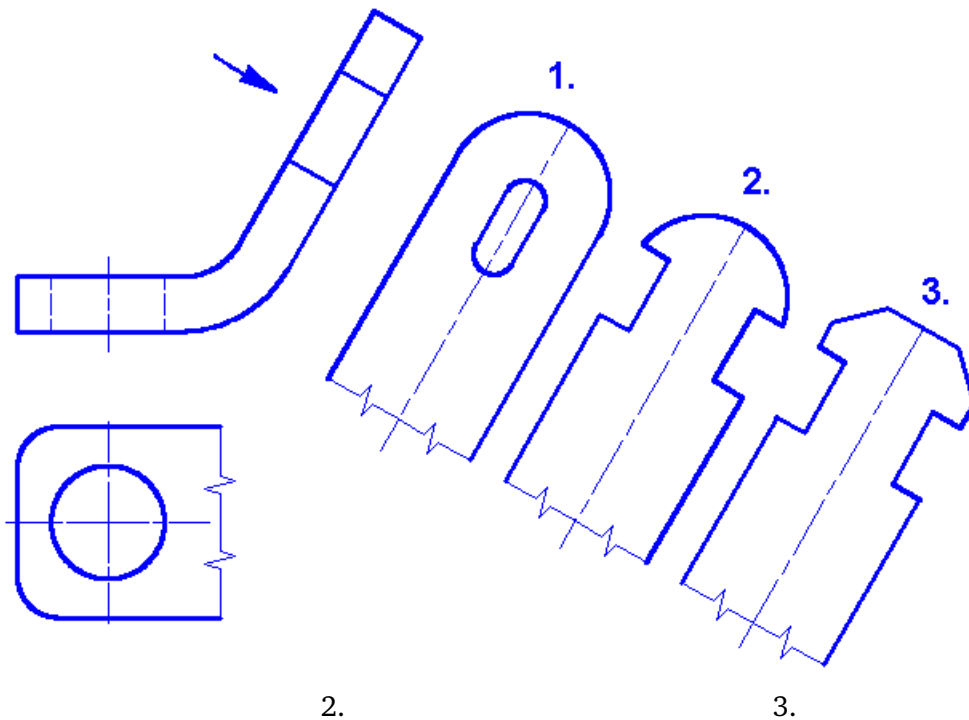
1.

2.

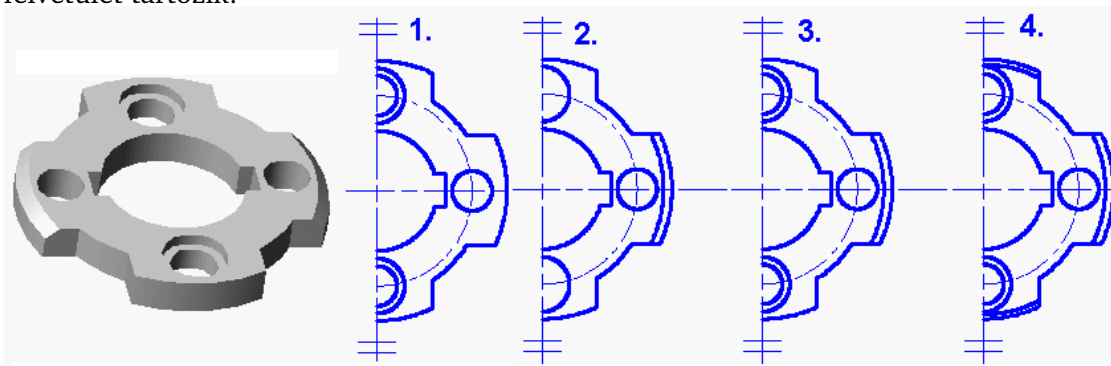
3.



2. Az alábbi ábrán egy előlnézeti vetületet és három adott irányú nézeti képet lát. Jelölje meg, hogy az előlnézeti vetülethez hányas számú nézeti kép tartozik!



3. Az alábbi ábrán négy félvetületet és egy térhatású ábrát lát. Jelölje meg, hogy a térhatású ábrához hányas számú félvetület tartozik!



1.

2.

3.

4.

4. Az alábbi ábrán egy negyedvetületet és három térhatású ábrát lát. Jelölje meg, hogy a negyedvetülethez hányas számú térhatású ábra tartozik!

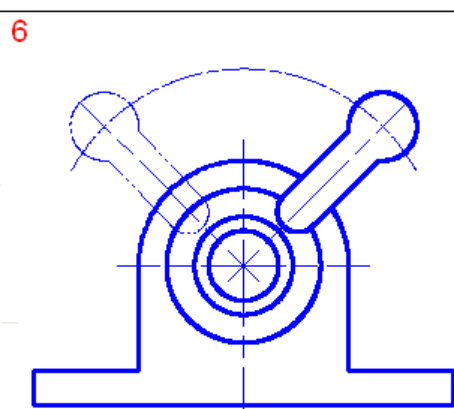
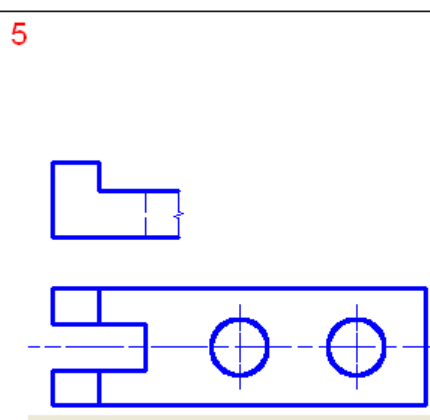
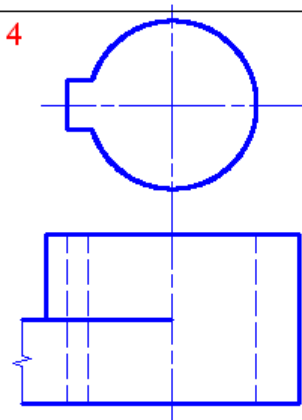
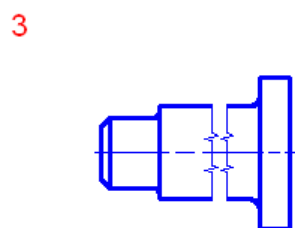
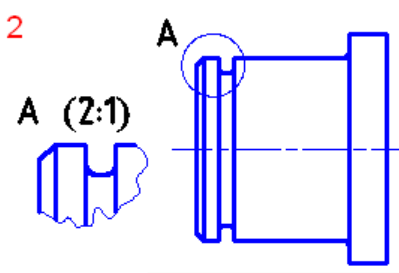
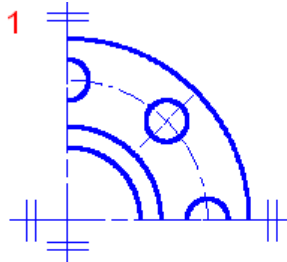


1.

2.

3.

5. Az alábbi kép számozott ábráin többféle ábrázolási módot lát. Döntse el, hogy melyik ábra milyen ábrázolási mód alapján készült, majd írja be az ábrák számát a megfelelő mezőkbe!



Részvetület a(z)

számú ábra.

Kiemelt részlet a(z)

számú ábra.

Helyi nézet a(z)

számú ábra.

Mozgó alkatrész szélső helyzete a(z)

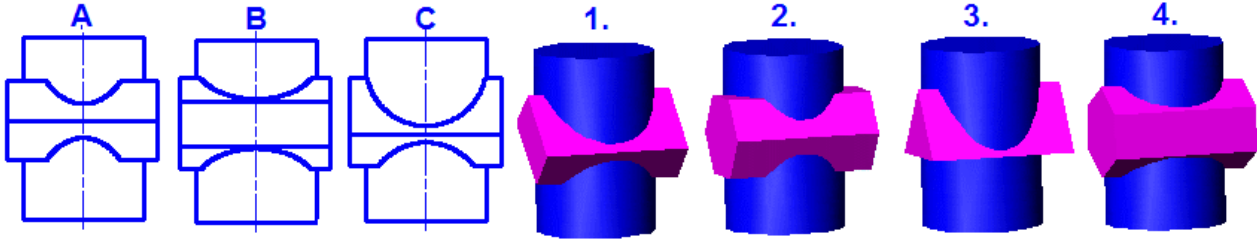
számú ábra.

Részsnézet a(z)

számú ábra.

## Quiz Modulzáró feladatok

1. Az alábbi képen három vetületet és négy térhatású ábrát lát. Döntse el, hogy az egyes vetületekhez hányas számú térhatású ábra tartozik, majd írja be a megfelelő számokat a mezőkbe!



Az "A" betűjelű vetületi képhez a(z)

A "B" betűjelű vetületi képhez a(z)

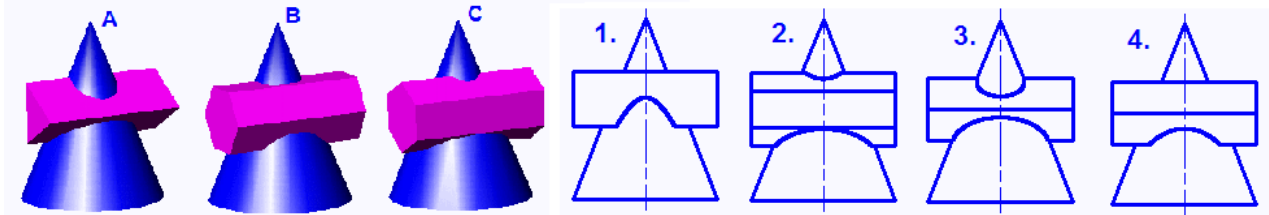
A "C" betűjelű vetületi képhez a(z)

számú térhatású ábra tartozik.

számú térhatású ábra tartozik.

számú térhatású ábra tartozik.

2. Az alábbi képen három térhatású ábrát és négy vetületet lát. Döntse el, hogy az egyes térhatású ábrákhoz hányas számú vetületi kép tartozik, majd írja be a megfelelő számokat a mezőkbe!



Az "A" betűjelű térhatású ábrához a(z)

A "B" betűjelű térhatású ábrához a(z)

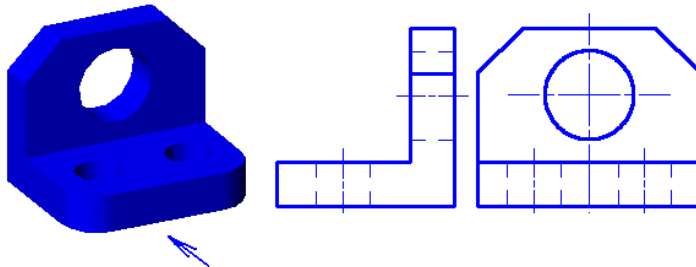
A "C" betűjelű térhatású ábrához a(z)

számú vetületi kép tartozik.

számú vetületi kép tartozik.

számú vetületi kép tartozik.

3. Az alábbi képen egy térhatású ábrát, valamint egy előlnézeti és egy oldalnézeti vetületi képet lát. Az előlnézet vetítési irányát nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy a vetületek az európai, vagy az amerikai vetítési rend szerint készültek!

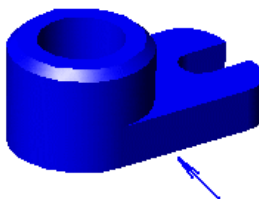


Az amerikai vetítési rend szerint.

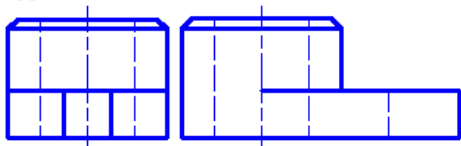
Az európai vetítési rend szerint.

A két vetületi kép alapján nem lehet eldönteni.

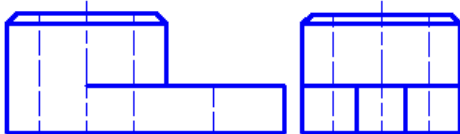
4. Az alábbi képen egy térhatású ábrát és páronként összetartozó vetületi képeket lát. Az előlnézeti vetítési irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy melyik vetületepár készült az **amerikai** vetítési rend szerint!



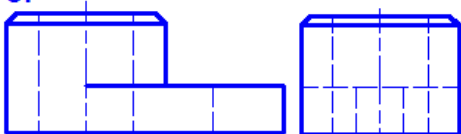
1.



2.



3.

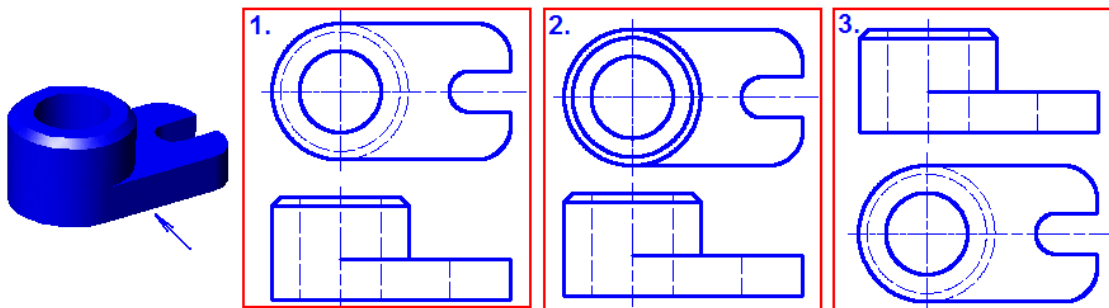


1.

2.

3.

5. Az alábbi képen egy térhatású ábrát és páronként összetartozó vetületi képeket lát. Az előlnézeti vetítési irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy melyik vetületepár készült az **európai** vetítési rend szerint!

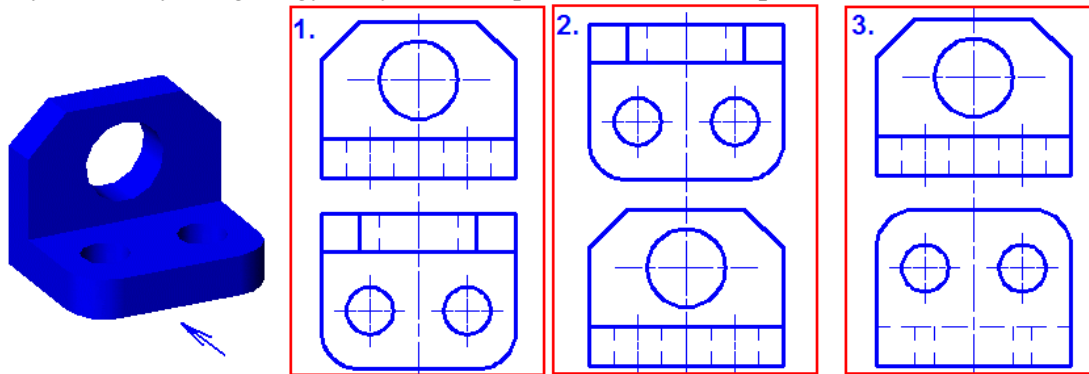


1.

2.

3.

6. Az alábbi képen egy térhatású ábrát és páronként összetartozó vetületi képeket lát. Az előlnézeti vetítési irányt nyíl jelzi. Jelölje meg, hogy melyik vetületepár készült az **európai** vetítési rend szerint!

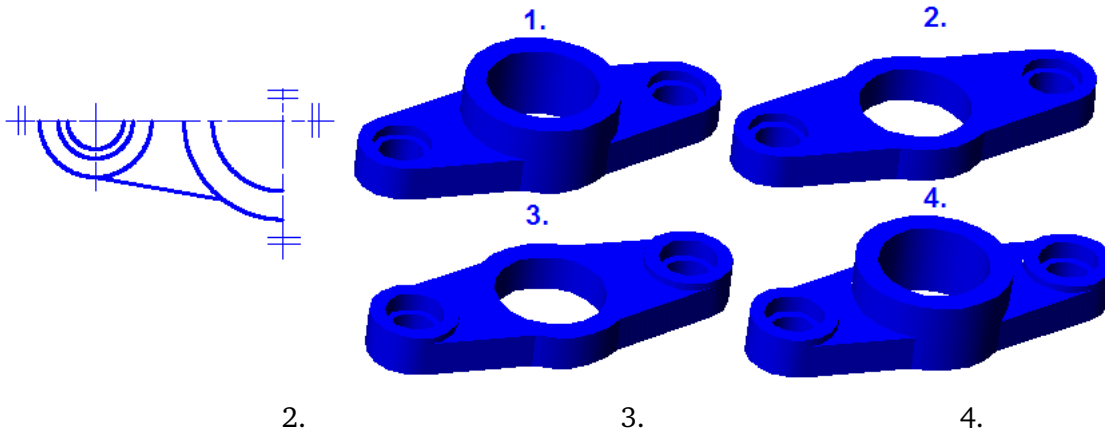


1.

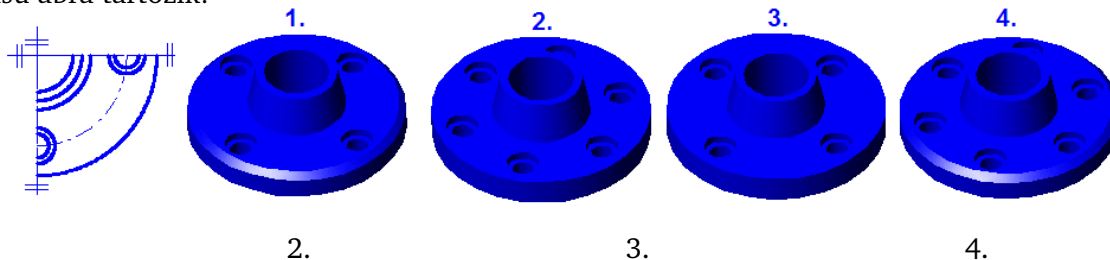
2.

3.

7. Az alábbi képen egy negyedvetületi képet és térhatású ábrákat lát. Jelölje meg, hogy a vetülethez melyik térhatású ábra tartozik!



8. Az alábbi képen egy negyedvetületi képet és térhatású ábrákat lát. Jelölje meg, hogy a vetülethez melyik térhatású ábra tartozik!





## VI. MODUL

# METSZETI ÁBRÁZOLÁS

A tananyag eddigi részében a tárgyaknak elsősorban a külső felületét ábráztuk. A gépészeti gyakorlatban azonban sokszor kell olyan tárgyról műszaki rajzot készíteni, amelynek a belső, kívülről nem látható részletei is fontosak. Ebben a modulban ennek hatékony megvalósítására mutatunk módszereket.





## Követelmények ennek a modulnak minden leckéjére vonatkozóan:

Ön akkor sajátította el megfelelően a tananyagot, ha

- több metszeti vetület közül ki tudja választani, hogy adott térhatású ábrához melyik metszeti vetület tartozik,
- több térhatású ábra közül ki tudja választani, hogy adott metszeti vetülethez melyik térhatású ábra tartozik,
- térhatású ábra alapján szabadkézzel meg tudja rajzolni egy adott test metszeti vetületeit.

Az ettől eltérő követelményeket az egyes leckék elején közöljük.





## 14. Metszet keletkezése

### Időszükséglet:

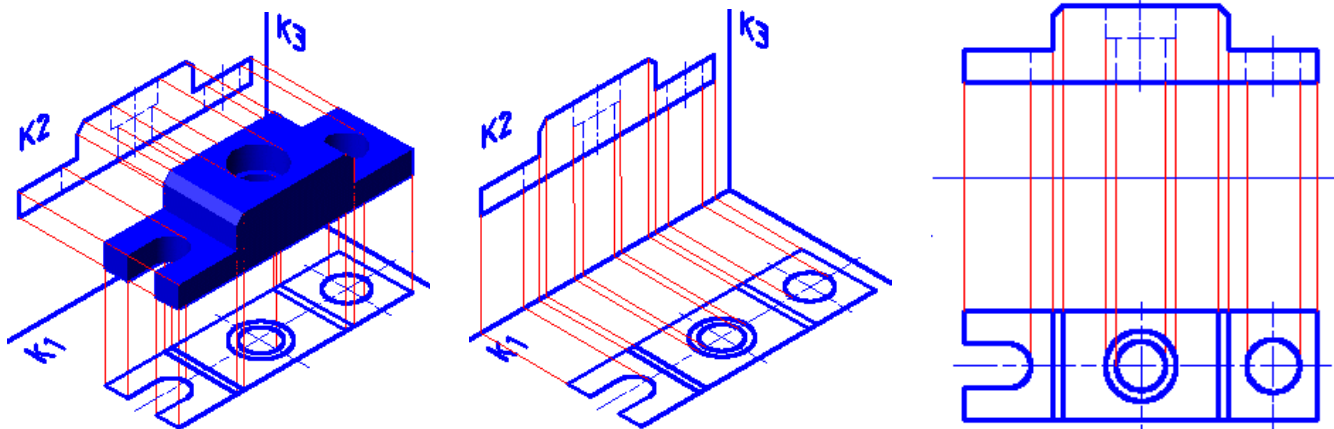
A tananyag elsajátításához körülbelül 90 percre lesz szüksége.

### Kulcsfogalmak:

- metszeti vetület,
- metszősík,
- nézetvonal,
- vonalkázás,
- nyomvonal.



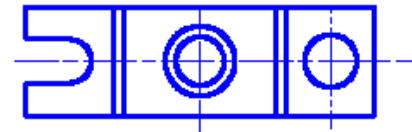
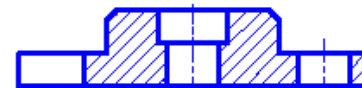
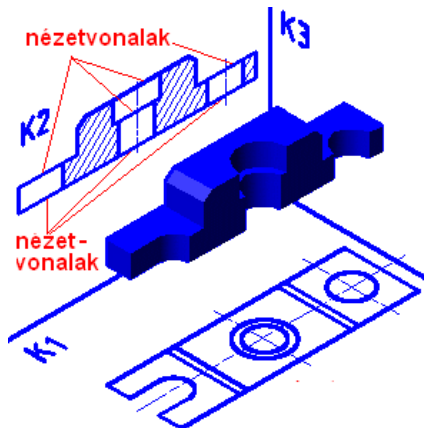
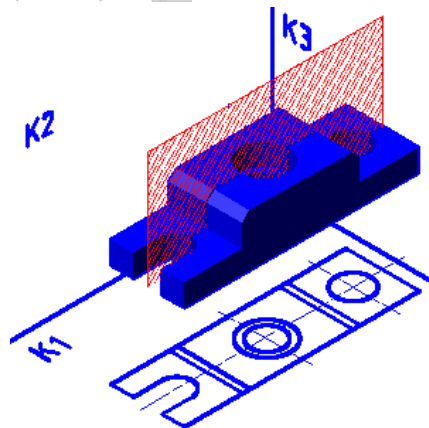
Ha egy üreges tárgyat a vetületei ábrázolás eddig tanult szabályai szerint ábrázolunk, akkor a tárgy belső részleteit (furatok, hornyok, stb.) vékony szaggatott vonalakkal rajzoljuk. A belső részletek ebben az esetben nem látható élként jelennek meg. Az alábbi ábrák erre mutatnak példát. (A tárgyról csak két vetületet készítettünk, mert az egyértelmű megadáshoz ennyi is elegendő.)



A szaggatott vonalak sok esetben megnehezítik a rajz értelmezését, ezért olyan tárgyak esetén, amelyek több belső részlettel rendelkeznek, nem célszerű a nézeti vetület alkalmazása. A tárgyak belső részleteinek szemléletes bemutatására a **metszeti ábrázolás** szolgál. Az ábrázolás során keletkező rajzot **metszeti vetületnek** nevezzük.

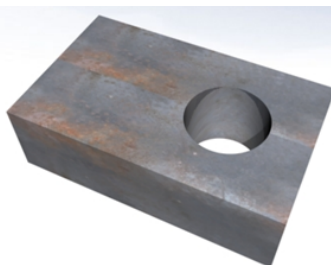
### 14.1. A metszeti ábrázolás elve

A metszeti ábrázolás lényege az, hogy az üreges tárgyat egy képzeletbeli síkkal (vagy síkokkal) elvágjuk, majd a **metszősík(ok)** és a képsík közé eső részt ábrázoljuk a vetületi ábrázolás szabályai szerint. A metszősík mögött látható éleket is meg kell rajzolni, ezek képei lesznek az úgynevezett **nézetvonalak**. Ezt a folyamatot szemléltetik az alábbi ábrák.

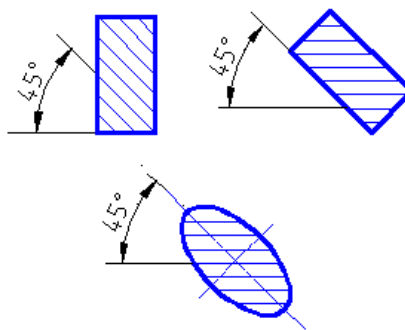
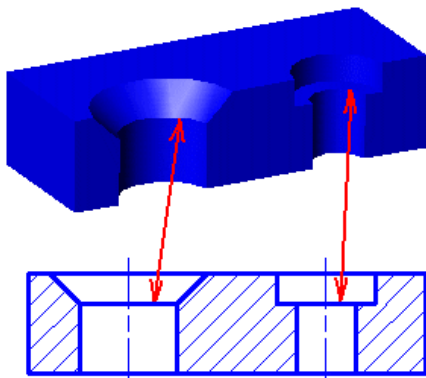


A bal oldali ábrán vörös vonalkázással jelöltük a metszősíkot. A középső ábrán már eltávolítottuk a metszősík és a nézőpont közé eső részt. A K2 képsíkon ábrázoltuk a metszeti vetületet. Ahol a sík a tárgy anyagát metszette, ott a metszeti vetületen a metszett felületet **vonalkázással** jelöljük. A metszeti vetület és a felülnézet a jobb oldali képen látható. (Meggjegyezzük, hogy a jobb oldali ábrán látható vetítővonalakat és a képsíktengelyt nem szokás megrajzolni, ezek most csak a jobb érthetőség miatt szerepelnek a rajzon.) Ezzel a vetület fogalma kibővül, vagyis a vetületet nézeti és/vagy metszeti vetületként értelmezhetjük.

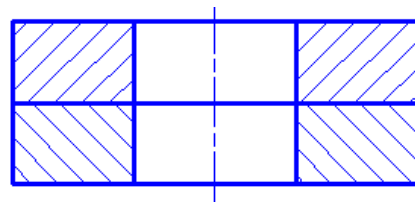
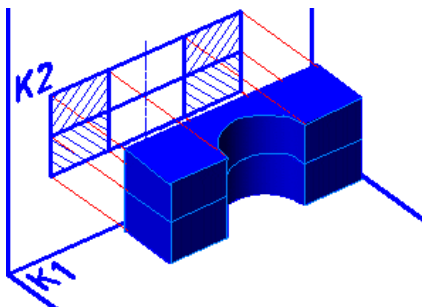
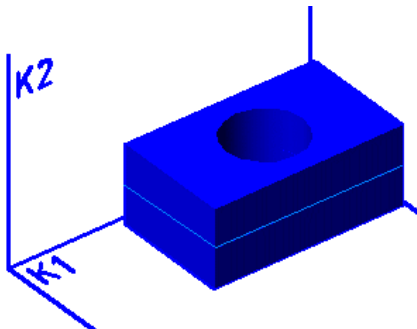
Az alábbi videó a metszet keletkezését mutatja be. Kattintson az alábbi képre a megtekintéshez!



Az alábbiakban a bal oldali ábrán a furatok metszeti jelölésének egy jellemző vonására hívjuk fel a figyelmet. Ahol a furat átmérője változik, ott látható él (nézetvonal) keletkezik, amit a metszeti vetületen jelölni kell. A metszeti képen a metszett felületet vonalkázással jelöljük. A vonalkázás folytonos vékony vonallal készül, a metszet körvonalaihoz, vagy szimmetriavonalaihoz viszonyított 45 fokos szögben (jobb oldali ábra).

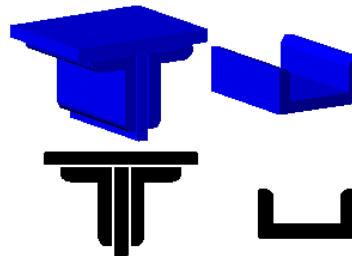
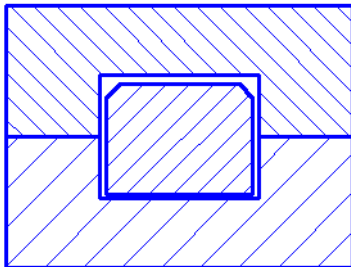


Ugyanazon alkatrész metszett felületeit azonos vonalkázással kell jelölni. A csatlakozó alkatrészek vonalkázása különböző irányú. Ezt két azonos alakú és méretű, egymásra helyezett munkadarab példáján keresztül mutatjuk be:

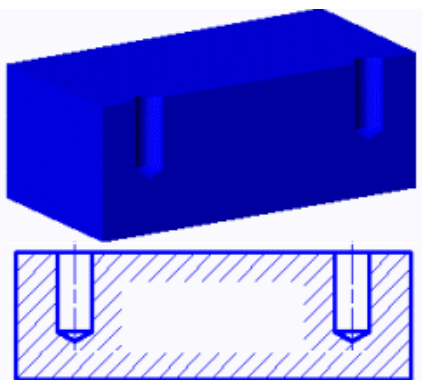




Ha kettőnél több csatlakozó alkatrészt ábrázolunk metszettel, akkor az egyes darabokat különböző sűrűségű vonalkázással kell elkülöníteni egymástól (bal oldali ábra). Ha a keresztmetszetek nagyon vékonyak (2 mm-nél vékonyabbak), és vonalkázásuk nem lehetséges, akkor a vonalkázás helyett ezeket be lehet feketíteni. Ebben az esetben az egyes keresztmetszetek között (legalább 0.7 mm) hézagot kell hagyni (jobb oldali ábra). A kép felső részén az egyes keresztmetszetek térhatású ábráit, az alsó részén a metszeti jelölésüket láthatja.



Nagy felületeket elegendő csak a metszet körvonalai mentén vonalkázni (bal oldali ábra). Az eddigi ábrákon alkalmazott vonalkázás az anyagfajtától független jelölése a metszeteknek. Az egyes anyagfajtákat a metszeti jelöléssel is megkülönböztethetjük egymástól. A leggyakrabban előforduló jelöléseket a jobb oldali ábra tartalmazza.

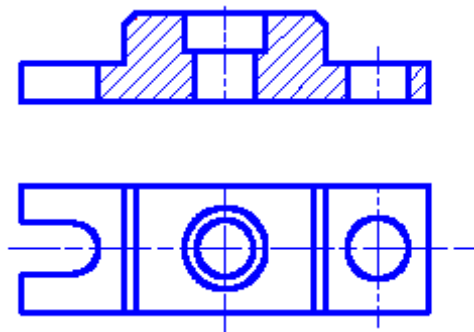
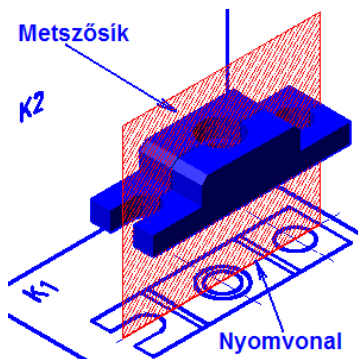


|                          |  |                 |  |
|--------------------------|--|-----------------|--|
| <b>Fa keresztmetszet</b> |  | <b>Beton</b>    |  |
| <b>Fa hosszmetset</b>    |  | <b>Folyadék</b> |  |
| <b>Szemcsés anyag</b>    |  | <b>Üveg</b>     |  |

## 14.2. Metszetek jelölése

**Aktivitás:** Jegyezze meg, mit értünk nyomvonal alatt! Tanulja meg, milyen esetekben nem kell a metszősík nyomvonalát jelölni!

A metszősík és a képsík metszésvonalát **nyomvonalnak** nevezzük. Az ábrán a metszősík a K1 és K3 képsíkokat metszi. A képen csak a K1 síkkal alkotott metszésvonalát jelöltük, mivel a K3 képsíkot a vetületkészítésnél nem használtuk.

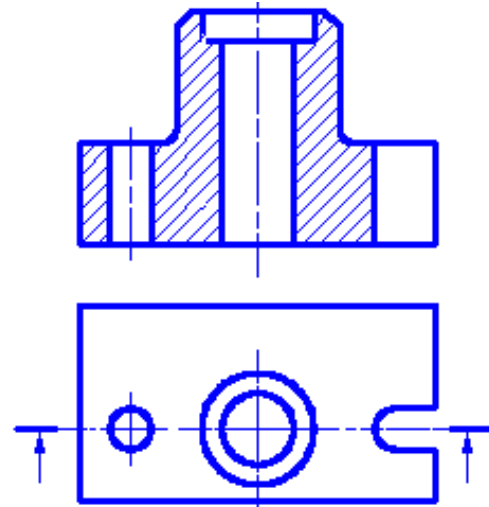
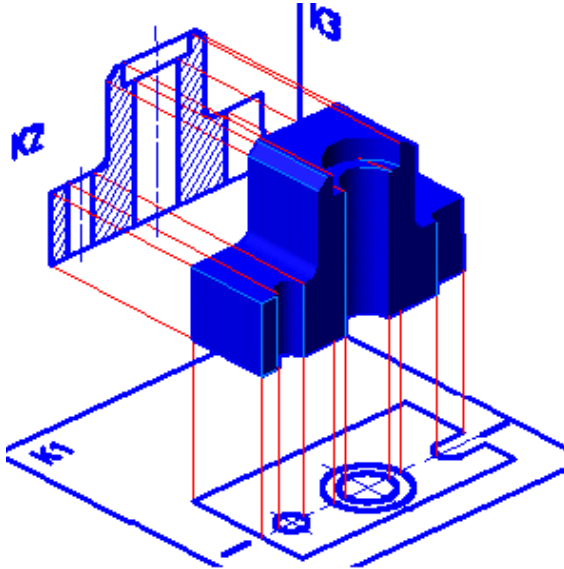


A metszeti kép csak akkor egyértelmű, ha pontosan látjuk, hogy hol metsztettük el a tárgyat. Ezt a metszősík nyomvonala mutatja. Nem kell jelölni a nyomvonalat, ha a metszősík helyzete egyértelmű, azaz

- a metszősík a tárgy szimmetriasíkjával egybeesik,
- a tárgyról csak egyetlen metszetet készítettünk, és
- a metszeti képet a vetítési rendnek megfelelően helyezzük el.

A fenti tárgy ábrázolása esetén a tárgyat középen kettévágva egy metszetet készítettünk, az előlnézeti metszeti vetület alá került a felülnézeti kép. Ezért nem kellett jelölni a nyomvonalat.

Ha a metszősík helyzete nem egyértelmű (azaz nem a szimmetriasíkba esik), vagy több metszősík van, akkor a nyomvonalat jelölni kell. Először nézzünk példát olyan metszetre, ahol egy metszősík van, és az nem a tárgy szimmetriasíkjába esik (mivel a ennek tárgynak nincs szimmetriasíkja). A nyomvonalat a tárgy vetületén kívülre rajzolt vastag vonalszakaszokkal jelöljük.



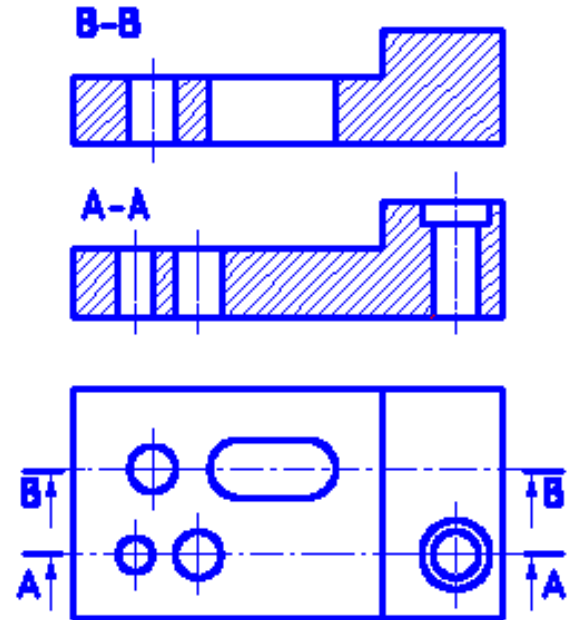
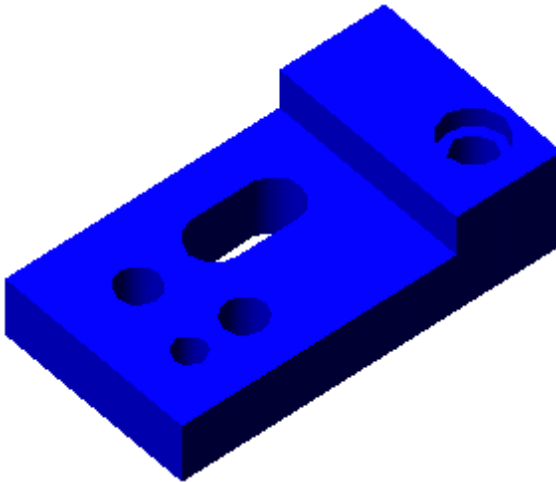
A nyomvonal jelölésekor a vetítési irányt is jelölni kell. A jobb oldali ábrán láthatja ennek a jelölési módját, a metszősík nyomvonalához csatlakozó nyilat.



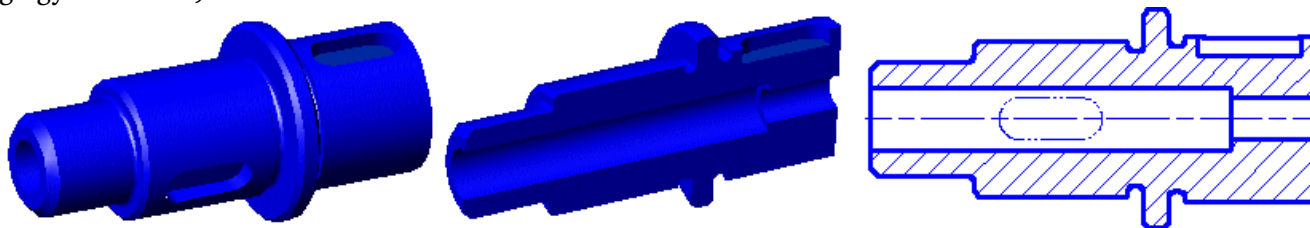


Következő példánkban két metszősíkkal metsszük el az alkatrészt. Mivel itt több metszősík van, nem elegendő csak a nyomvonalak és a vetítési irány jelölése, az egyes metszősíkokat betűkkel is azonosítani kell. Azonosító jelként az abc nagy betűit használjuk. Egy alkatrész minden metszetét azonos irányú és sűrűségű vonalkázással kell ellátni.

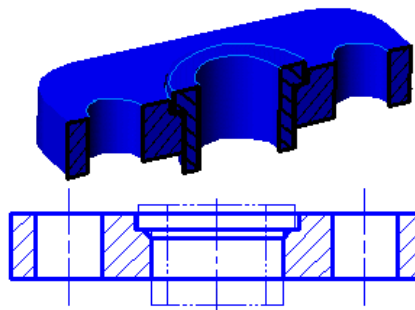
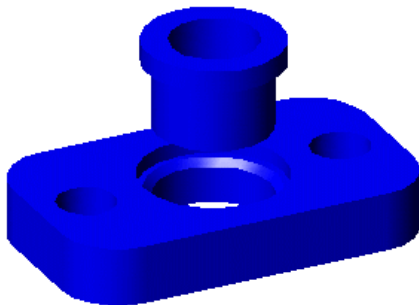
Az ábrákon látható, hogy a tárgynak az "A"-val jelölt metszősík mögötti részén még van két üreges rész. Ezeknek a nem látható éleit a metszeti vetületen nem jelöljük. Éppen ezért készítettünk a második metszősíkkal egy újabb metszetet, hogy ezeket a részeket is megmutassuk.



Egyes esetekben szükség lehet arra, hogy a metszősík előtti részeket is ábrázoljuk. Ezek jelölése vékony kétpont vonallal történik. A tárgyat eredeti és elmetsett állapotában mutatja ez az ábra. A metszősík előtt egy horony látható, amit ha a metszeti vetületen meg tudunk mutatni, akkor nem kell több vetületet rajzolni a tárgyról. (Az alábbi ábrán szereplő alkatrész esetén a felső horony szélességének megadása miatt szükség lenne még egy vetületre.)



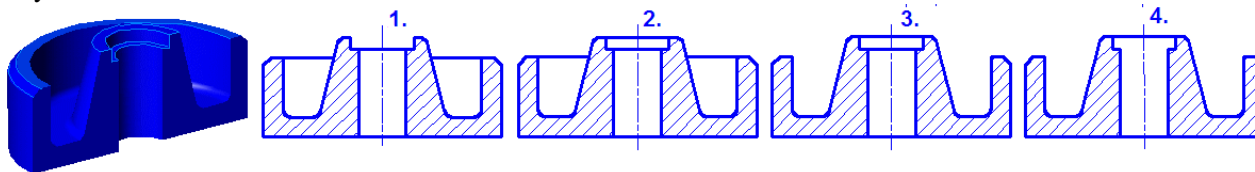
Egyes esetekben célszerű a tárgyhoz csatlakozó alkatrészek megrajzolása magyarázatként. A csatlakozó alkatrészt vékony kétpont vonallal rajzoljuk, úgy, hogy ne takarja el a tárgy körvonalait. A bal oldali ábra a két alkatrészt összeszerelés előtti helyzetben ábrázolja. Az ábrázolandó alkatrész az alsó, a csatlakozó a felső. A jobb oldali kép bemutatja a csatlakoztatott alkatrészeket térhatású ábrán, illetve azok vetületi ábrán történő jelölését. Figyelje meg a képen, hogy ha a csatlakozó alkatrészt is metszetben ábrázoltuk volna a vetületi képen, akkor eltakarta volna az ábrázolandó alkatrész középső furatának nézetvonalait.



## Quiz

### Önellenőrző kérdések

1. Az alábbi ábrán egy test térhatású képét és metszeti vetületeket lát. Jelölje meg, hogy a térhatású képhez hányas számú vetületi ábra tartozik! !



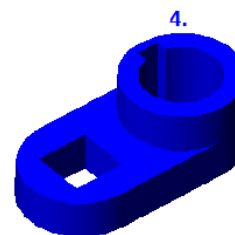
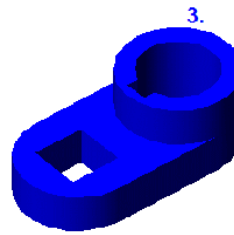
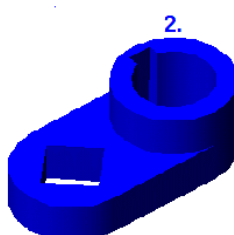
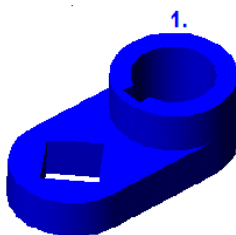
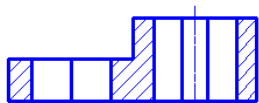
1.

2.

3.

4.

2. Az alábbi ábrán egy metszeti vetületi képet és térhatású ábrákat lát. Jelölje meg, hogy a vetületi képhez hányas számú térhatású ábra tartozik!



1.

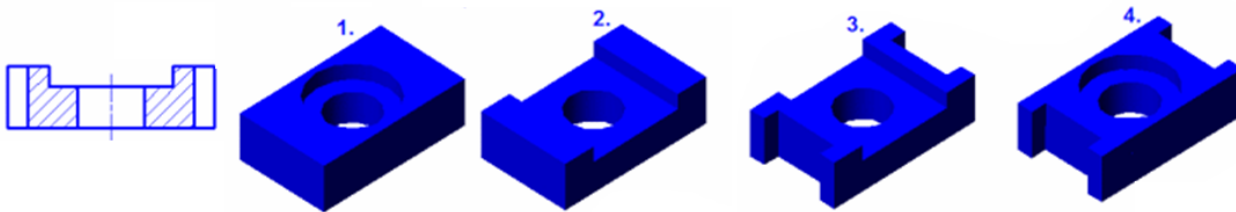
2.

3.

4.



3. Az alábbi ábrán egy metszeti vetületi képet és térhatású ábrákat lát. Jelölje meg, hogy a vetületi képhez hányas számú térhatású ábra tartozik!



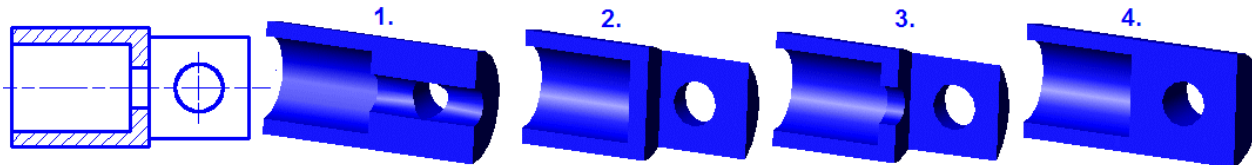
1.

2.

3.

4.

4. Az alábbi ábrán egy metszeti vetületi képet és térhatású ábrákat lát. Jelölje meg, hogy a vetületi képhez hányas számú térhatású ábra tartozik!



1.

2.

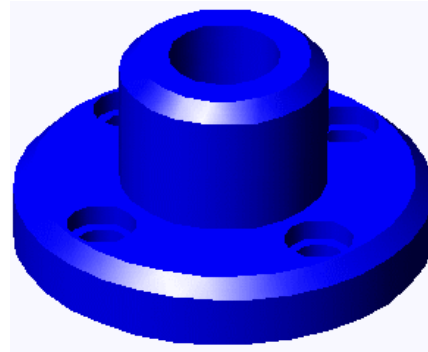
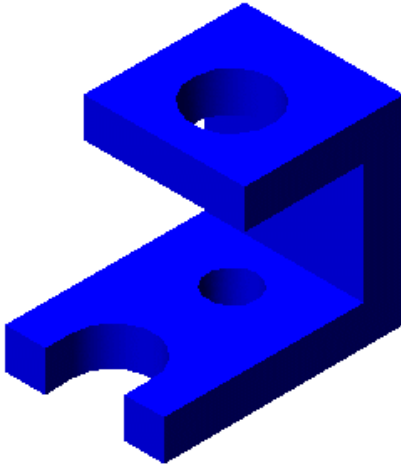
3.

4.

## Önálló rajzoló feladatok

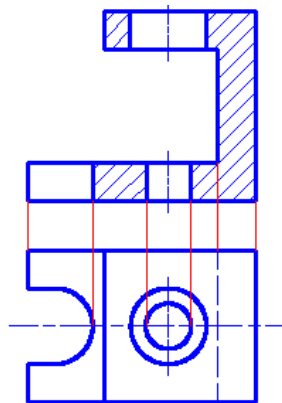
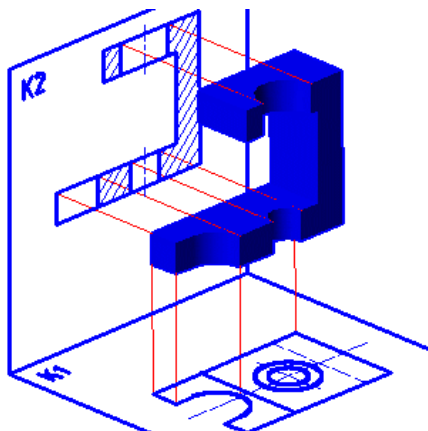
Ábrázolja az alkatrészeket előlnézeti metszeti vetülettel és felülnézettel!

A bal oldali alkatrész esetén a furatok és a horony a tárgy szimmetriasisíkja esnek. A felülnézeti vetület elkészítésekor vegye figyelembe, hogy a tárgy felső és alsó részén látható furatok középpontja egybeesik.

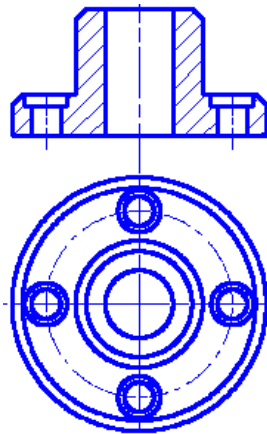
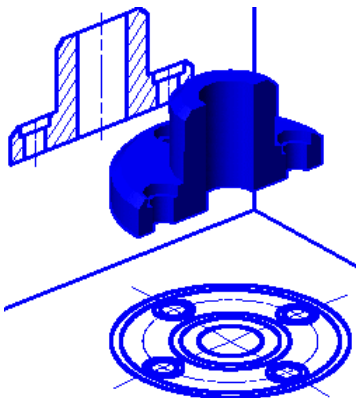


A megoldásokat a következő oldalon találja.

A metszősík egybeesik a tárgy szimmetriasíkjával, ezért a metszősík nyomvonalát nem kell jelölni.



Az alábbi alkatrész két külső hengeres felületén letörést látunk. A letörések kontúrvonala a felülnézeti vetületen körként jelenik meg. Erre már korábban, a "Henger vetületei" című leckében láthatott példát.





## 15. Egyszerű metszetek

### Követelmények:

Ön akkor sajátította el megfelelően a tananyagot, ha

- adott metszeti vetületről el tudja dönteni, hogy az teljes metszet, félmetszet, félnézet-félmetszet vagy kitöréses metszet.

### Időszükséglet:

A tananyag elsajátításához körülbelül 60 percre lesz szüksége.

### Kulcsfogalmak:

- teljes metszet,
- félmetszet,
- félnézet-félmetszet,
- kitöréses metszet.

A tananyag feldolgozásához javasoljuk, hogy készítsen szabadkézi rajzot a leckében látható metszeti ábrákról, és jegyezze meg az egyes metszeti ábrázolások elnevezését!



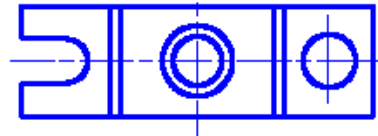
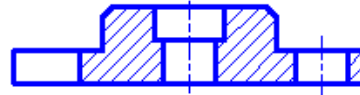
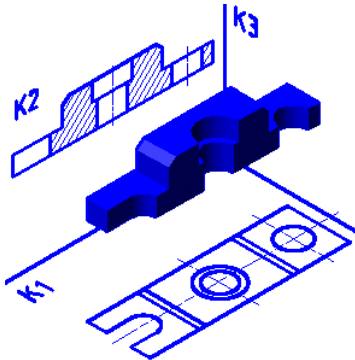
A különböző kialakítású alkatrészek metszeti ábrázolására több lehetőségünk is van, a metszeteknek több fajtája közül választhatunk. Mindig nekünk kell megállapítanunk, hogy az adott tárgy esetén melyik a legkedvezőbb megoldás. Az ábrázolási mód megválasztásakor - hasonlóan a nézeti vetületekhez - a metszetek esetén is két szempontot kell figyelembe venni:

- az alkatrész alakjának bemutatása egyértelmű legyen,
- ezt a lehető legkevesebb rajzmunkával tudjuk megvalósítani.

Az **egyetlen metszősíkkal képzett metszetet egyszerű metszetnek** nevezzük. A gyakorlatban az egyszerű metszet különféle megoldásait alkalmazhatjuk.

### 15.1. Teljes metszet

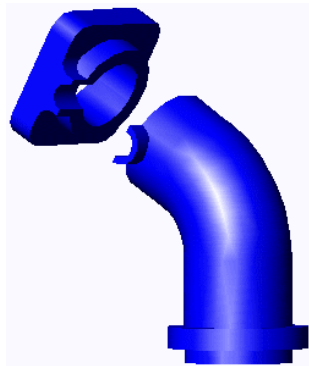
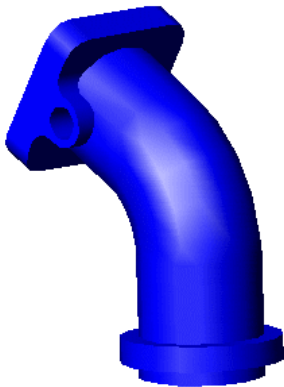
A 14. leckében úgynevezett teljes metszeti vetületeket láthatott. **Teljes metszet** esetén a metszősík nyomvonala egyenes, a sík az alkatrészt teljes egészében átmetszi. Figyelje meg az alábbi ábrán ezeket a jellemzőket!:



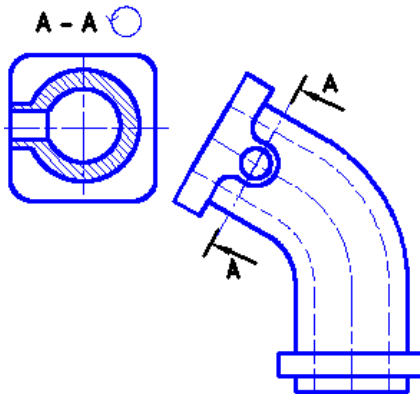
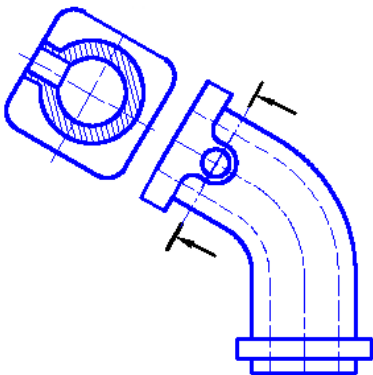




A teljes metszet készülhet olyan metszősíkkal is, amely egyik képsíkkal sem párhuzamos. Erre mutat példát az alábbi két ábra.

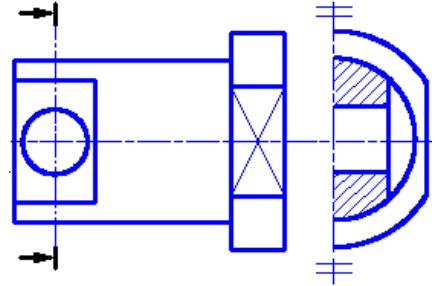
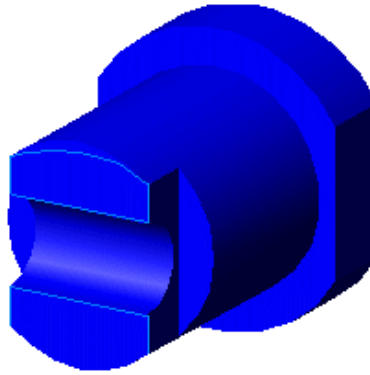
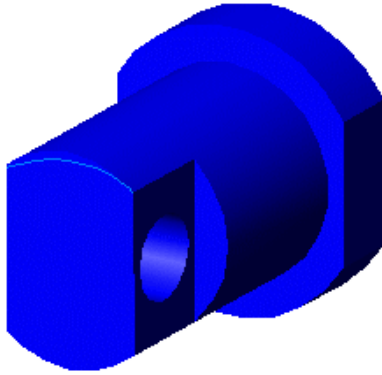


A ferde síkkal képzett metszetek esetén a metszeti vetület elhelyezésére több lehetőségünk van. Elhelyezhetjük a metszetet a vetítés irányában, vagy elcsúsztathatjuk és el is forgathatjuk. Az elforgatás tényét jelölni kell. Ezt mutatja be jobb oldali ábra. Figyelje meg a metszeti vetület "A-A" jelölése mellett a nyíllal ellátott kört!



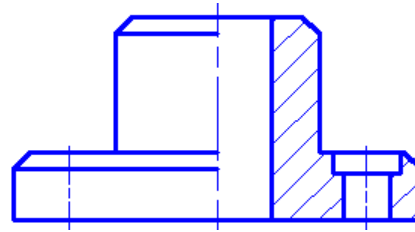
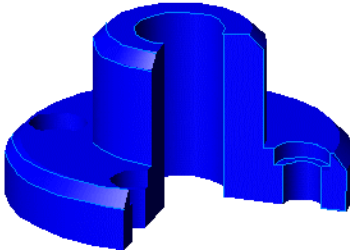
## 15.2. Félmetaszt

**Szimmetrikus tárgyak esetén** megtehetjük, hogy a **metaszeti képnek csak a felét** rajzoljuk meg. A félmetaszt alkalmazására a szimmetriatengely végein elhelyezett vonalpárral hívjuk fel a figyelmet. A térhatású ábrák az alkatrész eredeti, majd elmetasztett képét mutatják.



### 15.3. Félnézet-félmetszet

A **félnézet-félmetszet** olyan tárgyak esetén alkalmazható, amelyeknek nézeti és metszeti képe egyaránt szimmetrikus, ezért mindegyiknek csak az egyik felét kell megrajzolni, és a két felet egy ábrában egyesíteni. Az alábbi ábrán a tárgyat úgy ábrázoltuk, hogy negyedrészt eltávolítottuk a belső részletek jobb megfigyelhetősége érdekében. A félnézet-félmetszet vetítési iránya most a kép bal alsó sarka felől értendő.

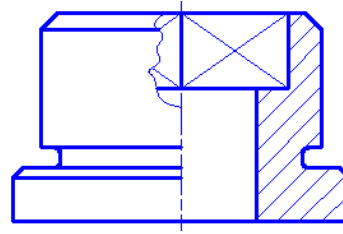
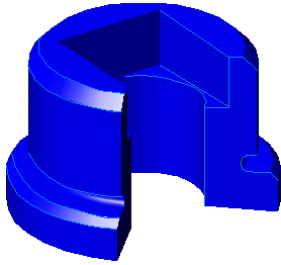


A félnézet-félmetszet alkalmazásakor az alábbiakat kell betartani:

- a félnézeti részen a nem látható élek szaggatott vonalas ábrázolása szükségtelen,
- a szimmetriatengelyre nem eshet látható él.

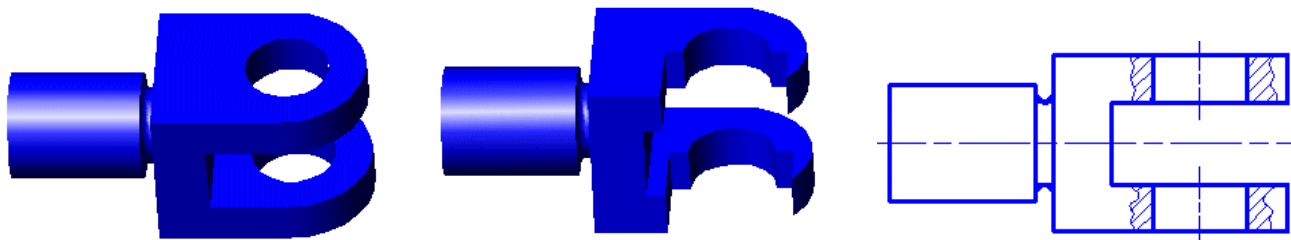


Amennyiben félnézet-félmetszet határára mégis kisebb látható él esik, akkor úgynevezett túltörést kell alkalmazni. Ezt mutatja be az alábbi két ábra. A tárgy belső, négyszög alakú részének egyik függőleges éle a szimmetriatengelyre, a félnézet-félmetszet határára esik. A túltörést vékony, szabadkézi törésvonal határolja.



## 15.4. Kitöréses metszet

A **kitöréses metszetet** tömör tárgyokban levő kisebb furatok, hornyok, stb. bemutatására alkalmazzuk, külön metszet rajzolása nélkül. A tárgyat csak a bemutatni kívánt részlet közvetlen környezetében metszi el a képzeletbeli metszősík. Figyelje meg a jobb oldali ábrán, hogy a metszősík csak a tárgynak azt a részét metszi, ahol a metszettel megmutatandó furat található. A többi részt felesleges metszeni, mert ott nincs megmutatandó belső részlet.

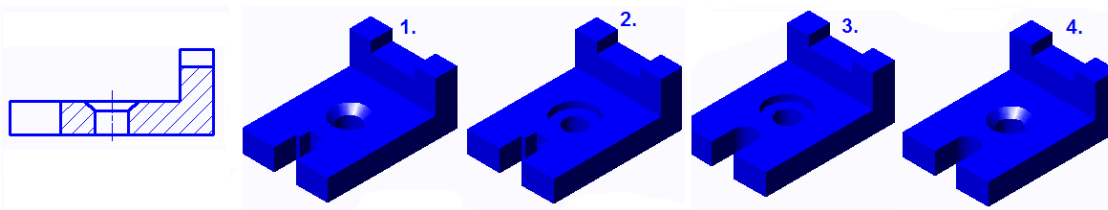


Hasonlítsa össze a középső és a jobb oldali ábrát! A metszés határát szabadkézi törésvonallal határoljuk. A határvonal nem eshet egybe látható él vonalával.

## Quiz

### Önellenőrző kérdések

1. Az alábbi ábrán egy metszeti vetületi képet és térhatású ábrákat lát. Jelölje meg, hogy a vetületi képhez hányas számú térhatású ábra tartozik!



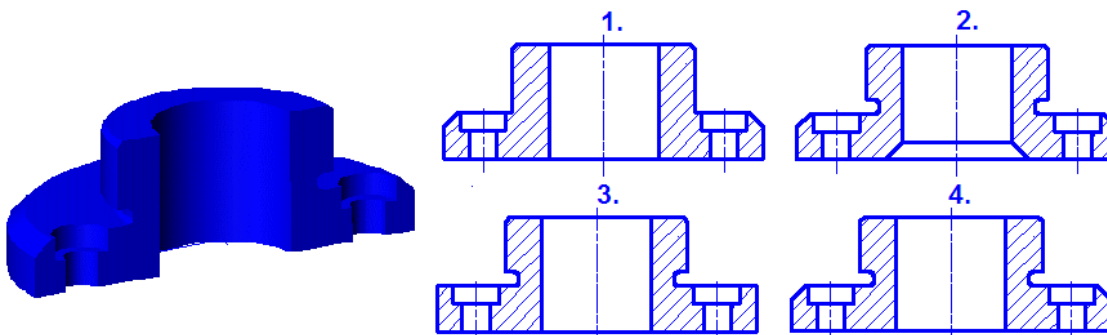
1.

2.

3.

4.

2. Az alábbi ábrán egy test térhatású ábráját és metszeti vetületeket lát. Jelölje meg, hogy a térhatású képhez hányas számú vetületi ábra tartozik! !



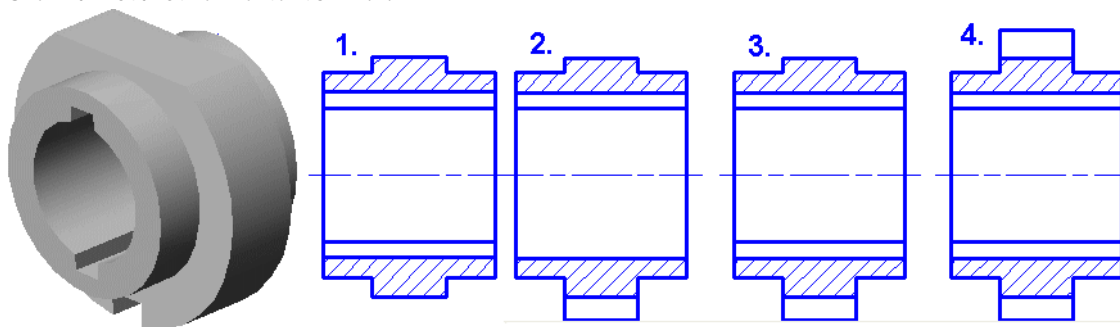
1.

2.

3.

4.

3. Az alábbi ábrán egy test térhatású ábráját és metszeti vetületeket lát. Jelölje meg, hogy a térhatású képhez hányas számú vetületi ábra tartozik! !



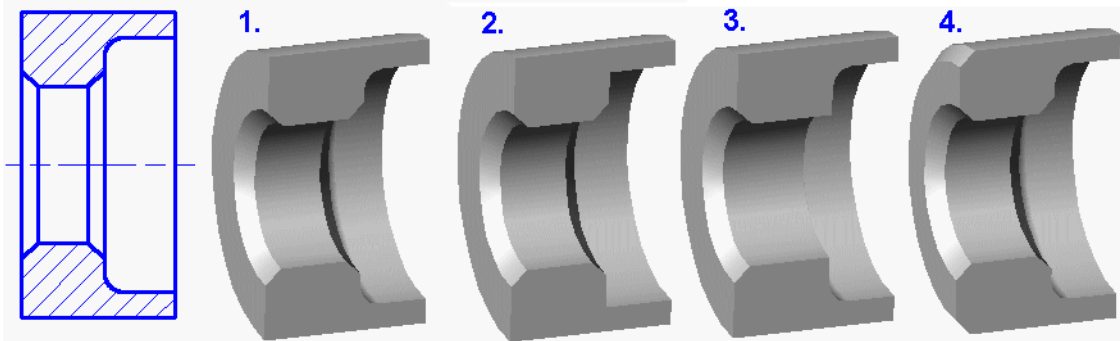
1.

2.

3.

4.

4. Az alábbi ábrán egy metszeti vetületi képet és térhatású ábrákat lát. Jelölje meg, hogy a vetületi képhez hányas számú térhatású ábra tartozik!



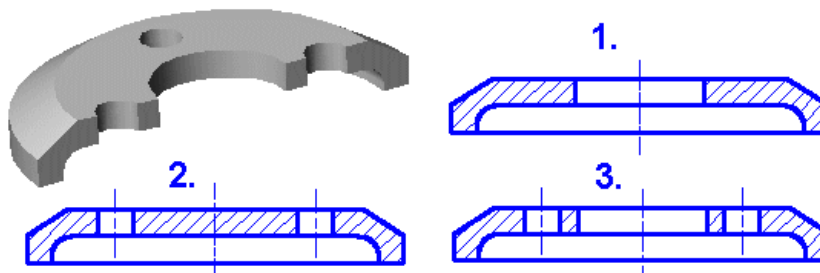
1.

2.

3.

4.

5. Az alábbi ábrán egy test térhatású ábráját és metszeti vetületeket lát. Jelölje meg, hogy a térhatású képhez hányas számú vetületi ábra tartozik! !

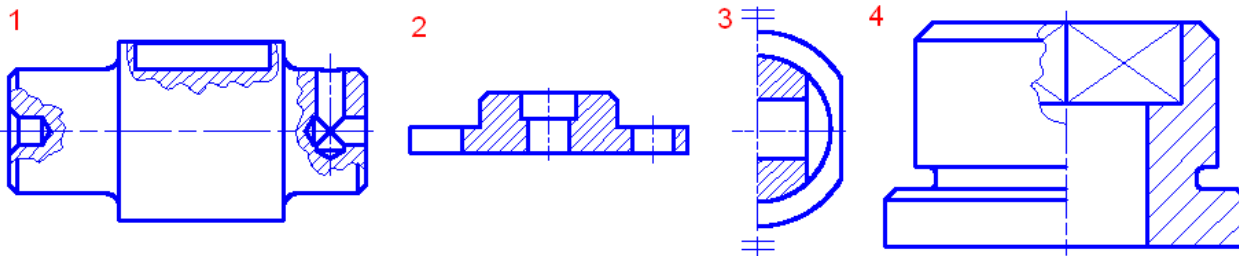


1.

2.

3.

6. Döntse el, hogy az alábbi ábrán milyen egyszerű metszeti vetületeket lát! Írja be az ábrán látható számokat a megfelelő helyre!



Félmetszet a(z)

Félnézet-félmetszet a(z)

Kitöréses metszet a(z)

számú ábrán látható.

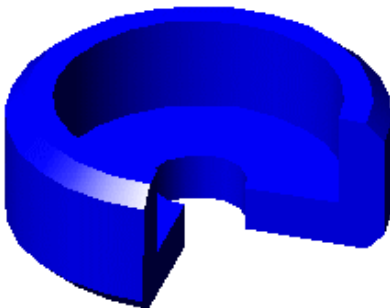
számú ábrán látható.

számú ábrán látható.

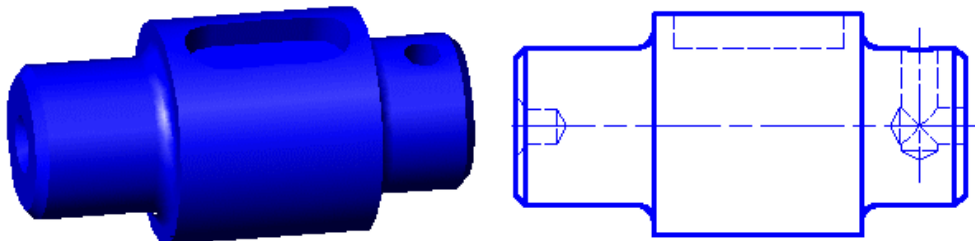


## Önálló rajzoló feladatok

1. feladat. Ábrázolja az alábbi alkatrészt félnézet-félmetszettel! (A tárgy alakja a félnézet-félmetszeti vetület - és a később tárgyalandó méretmegadás- alapján egyértelműen meghatározható, felülnézetre, vagy más vetületre nincs szükség.)

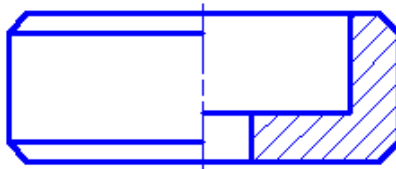


2. feladat. Az alábbi képen egy térhatású ábrát és egy nézeti képet lát. Alakítsa át a nézeti képet kitöréses metszetté! Az alkatrész jobb oldali részén két, egymásra merőleges, azonos átmérőjű furat, és ezek áthatása látható.



A megoldásokat a következő oldalon találja.

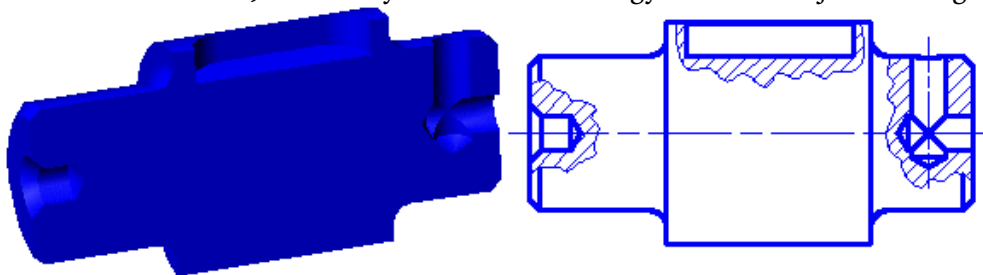
## Az 1. feladat megoldása



## A 2. feladat megoldása

A bal oldali képen a tárgyat -a jobb áttekinthetőség érdekében- teljesen elmetsett állapotban mutatjuk be. Az egymásra merőleges, azonos átmérőjű furat áthatási vonala -ahogy arról a "Testek áthatása" című leckében már volt szó- egyenes. Ezt megfigyelheti a metszett alkatrész ábráján is.

Figyelje meg, hogy ahol a tárgyat kitöréssel ábráztuk, ott a tengely végén levő letörés vonala megszakad (metszetben a külső él nem látható!). A horony áthatási vonalát egyszerűsítve rajzoltuk meg.





## 16. Szelvények, keresztmetszetek

### Időszükséglet:

A tananyag elsajátításához körülbelül 40 percre lesz szüksége.

### Kulcsfogalmak:

- szelvény.





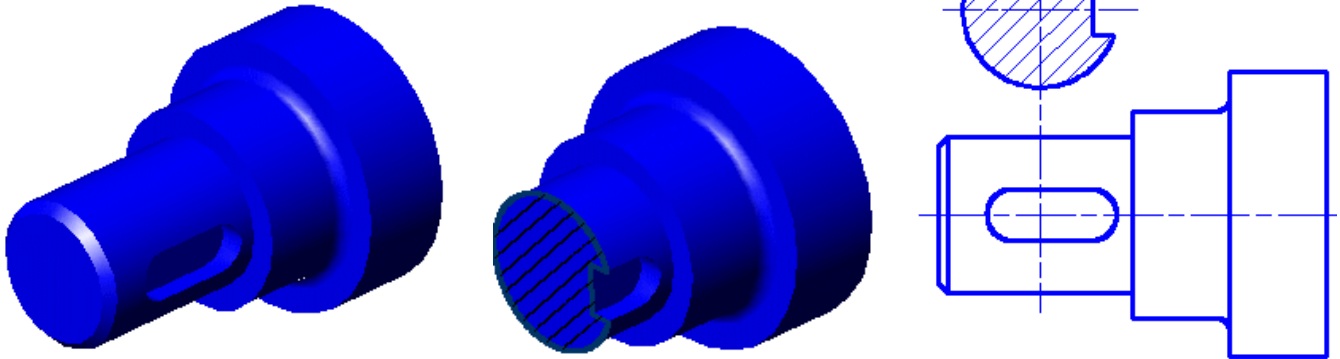
A metszeti ábrázolás során sok esetben egyszerűsítést jelent, ha a tárgynak csak a **metszősíkba eső felületét** (a szelvényt) rajzoljuk meg, a metszősík mögötti részt pedig elhagyjuk. Minden esetben, ha a tárgy ábrázolása egyértelmű, önálló képként csak a keresztmetszetet, más néven **szelvényt** is megrajzolhatjuk.

## 16.1. Szelvény keletkezése

Az alábbi ábrák a szelvénykészítés folyamatát mutatják be.

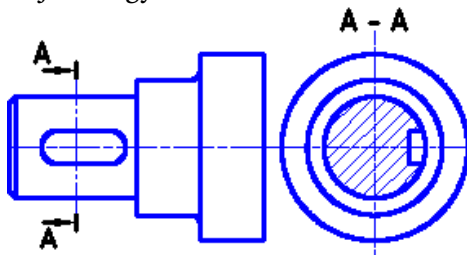
A bal oldali ábrán a szelvénnel ábrázolandó tárgy látható. A középső ábra elmetsett állapotban mutatja a tárgyat, jelölve a metszett felületet. A jobb oldali ábrán a vetület és a szelvény látható.

A szelvényt 90 fokkal elforgatva rajzoljuk meg. Figyelje meg, hogy a metszősíkot a szelvény esetén nem jelöltük, a szelvény meghosszabbított tengelyvonala utal a metszés helyére.

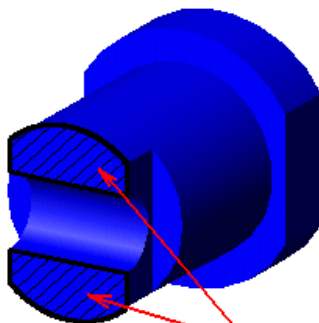
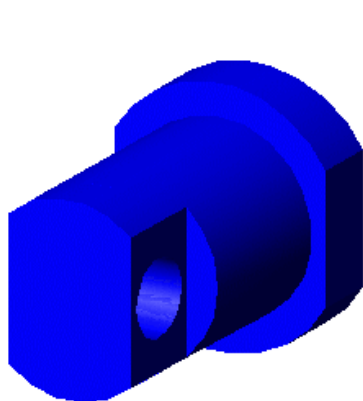




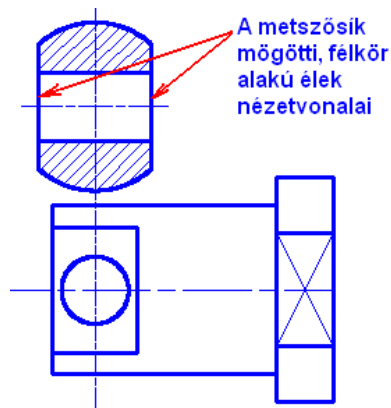
A következő ábrán a tárgy metszettel történő ábrázolása látható. Figyelje meg, hogy a fenti szelvény kevesebb rajzi munkával, áttekinthetőbben mutatja be ugyanazt a tartalmat.



Ha a szelvény a metszősík mögötti részek elhagyása miatt több darabra "esne szét", akkor az egyes részeket a metszősík mögötti élek vonalával össze kell kötni.



A szelvény két különálló részből áll.

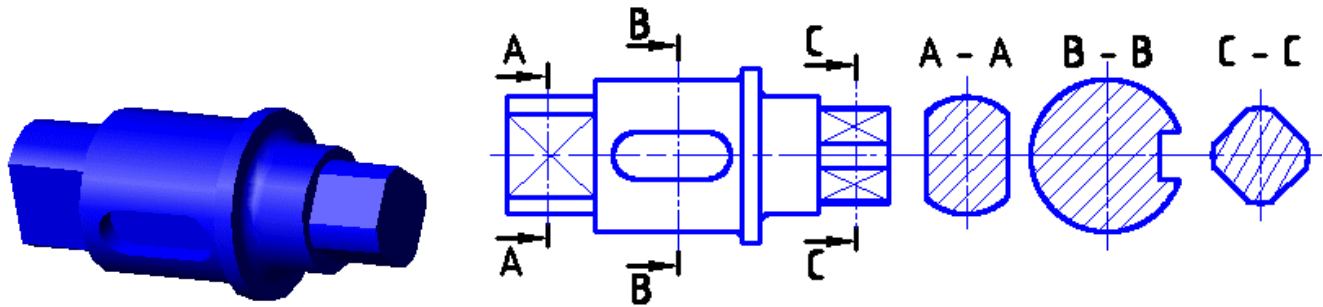


Figyelje meg az ábrákon, hogy a különálló részekből álló metszésfelület esetén a metszősík mögötti élek közül csak azokat rajzoljuk be, amelyek összekapcsolják a két részt. A többi, metszősík mögött látható élt nem rajzoljuk meg. Ahogy az ábrán láthatja, ebben az esetben is a szelvény meghosszabbított függőleges tengelyvonala utal a metszés helyére.

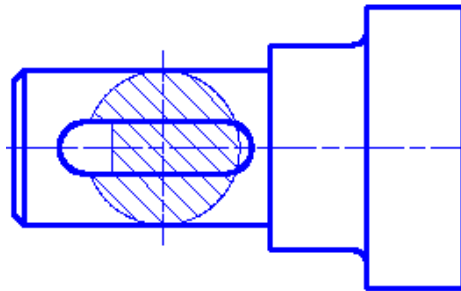
## 16.2. Szelvény elhelyezése

A szelvény rajza **elhelyezhető a vetületi képen kívül** -erre láthatott példát eddig-, és a **vetületi képen belül**. A kívül elhelyezett szelvény körvonalát vastag folytonos vonallal rajzoljuk. Ha a szelvényt a metszés helye közelében rajzoljuk meg, akkor a nézethez pontvonallal kapcsolódik. Ha más helyre kerül, vagy több szelvényt is rajzolunk, akkor a metszősíkok helyét és a szelvényeket azonosítani kell. Nézzünk példát erre!

A bal oldali ábrán az ábrázolandó tárgyat, a jobb oldalin a vetületi képet és a szelvényeket láthatja. Figyelje meg, hogy mind a metszősíkok nyomvonalát, mind a szelvényeket azonosító betűkkel láttuk el.



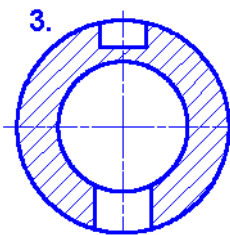
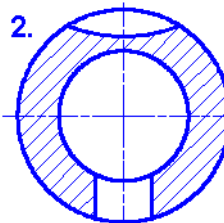
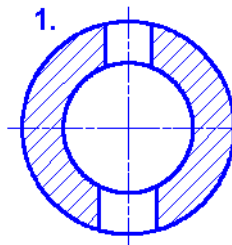
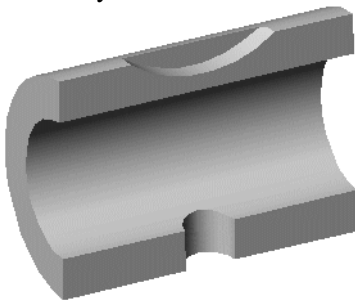
A vetületi képen belül elhelyezett szelvény körvonalát vékony vonallal rajzoljuk, a rajz síkjába beforgatva és vonalkázva.



## Quiz

### Önellenőrző kérdések

1. Az alábbi ábrán egy test térhatású képét és szelvényeket lát. Jelölje meg, hogy a térhatású képhez hányas számú szelvény tartozik!

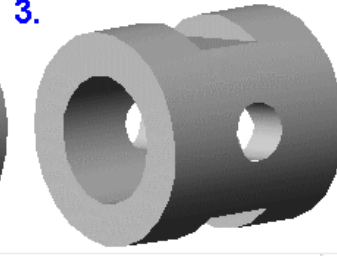
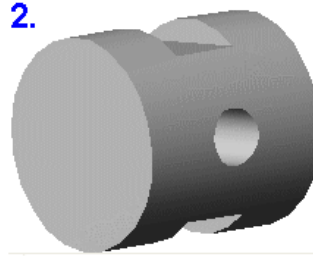
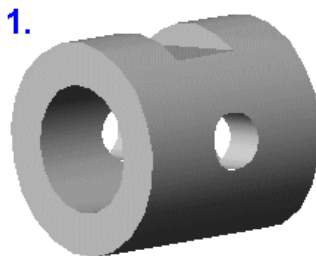
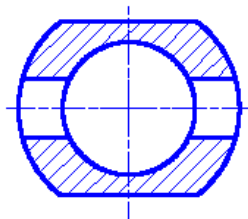


1.

2.

3.

2. Az alábbi ábrán egy szelvényt és térhatású ábrákat lát. Jelölje meg, hogy a szelvényhez hányas számú térhatású ábra tartozik!



1.

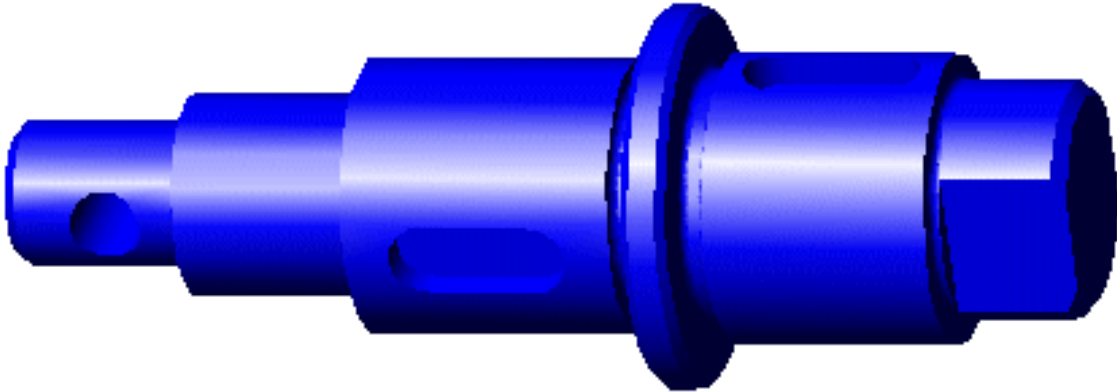
2.

3.

## Önálló rajzolósi feladat

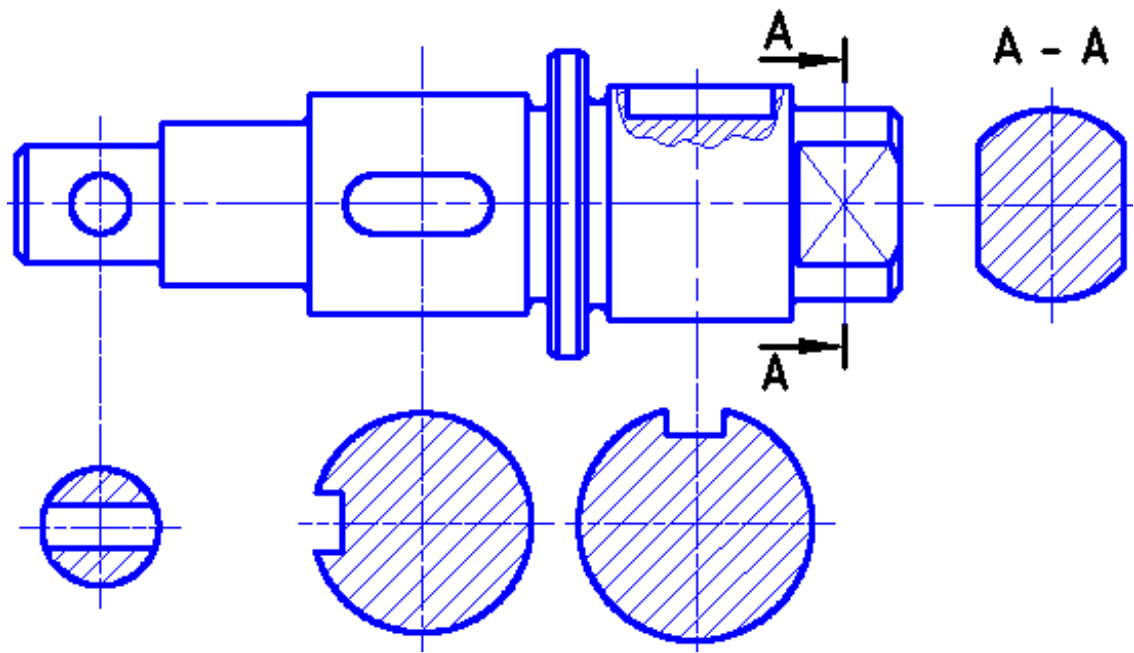
Az alábbi ábrán egy tengelyt lát. A tengely baloldali végén egy átmenő furat, középső részein egy-egy horony, a jobboldali végén lelapolás található. Oldja meg az alábbi feladatokat!

- Ábrázolja a tengelyt nézetben (a nézeti irányt a kép bal alsó sarka felől értelmezze)!
- Rajzoljon szelvényeket a furatos, a hornyos és a lelapolt részokról!
- A tengely felső részén látható hornyot rajzolja meg kitöréses metszettel!
- A furatról és a hornyokról készült szelvényeket helyezze el a metszési hely közelében, ahhoz pontvonallal kapcsolva!
- A lelapolt rész szelvényét helyezze el a metszés helyétől távolabb, és azonosítsa betűjellel!



A feladat megoldását a következő oldalon találja.







## 17. Összetett metszetek. Metszet tilalma

### Időszükséglet:

A tananyag elsajátításához körülbelül 60 percre lesz szüksége.

### Kulcsfogalmak:

- lépcsős metszet,
- befordított metszet.

A tananyag feldolgozásához javasoljuk, hogy készítsen szabadkézi rajzot a leckében látható metszeti ábrákról, és jegyezze meg az egyes összetett metszeti ábrázolások elnevezését!

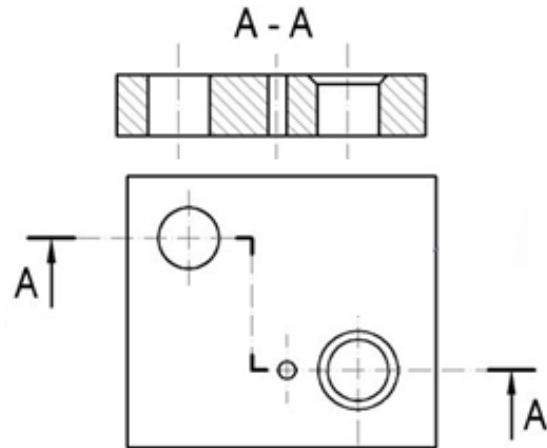
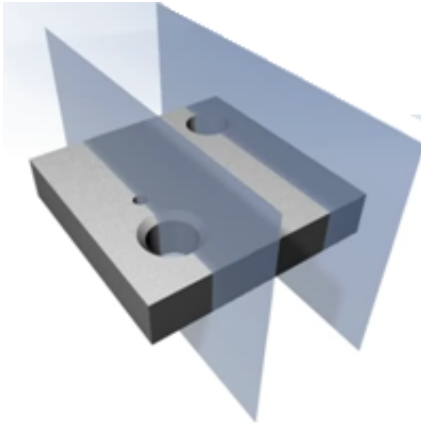




Az alkatrészek belső üregei nem mindig helyezkednek el egy síkban. Ilyenkor csak több egyszerű metszet alkalmazásával tudnánk a tárgyat egyértelműen bemutatni. Ha egy tárgyat több metszósíkkal metszünk el, és a metszeteket egy metszeti vetületben egyesítjük, akkor **összetett metszetről** beszélünk. Az alábbiakban az összetett metszetek fajtáit tekintjük át.

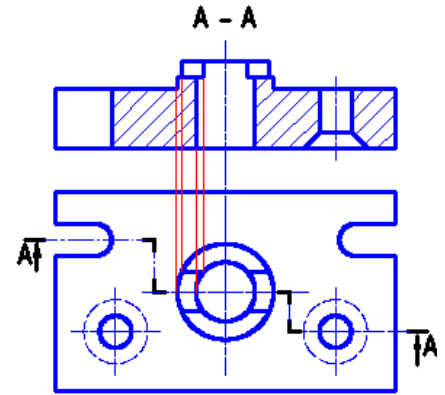
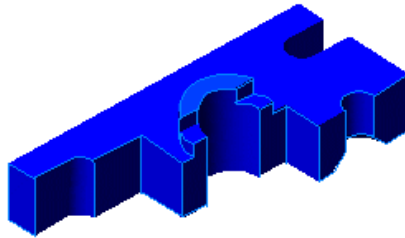
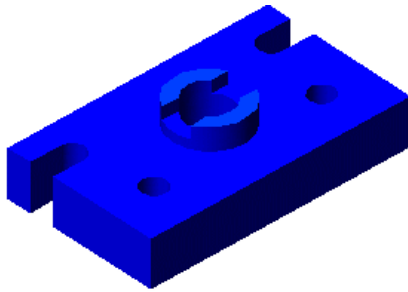
### 17.1. Lépcsős metszet

**Lépcsős metszetről** akkor beszélünk, ha egy tárgyat **két vagy több, egymással párhuzamos metszósíkkal** metszünk el. A több metszeti vetületet egy vetületté egyesítjük. Az alábbi videó a lépcsős metszet keletkezését mutatja be. Kattintson a bal oldali ábrára a videó megtekintéséhez! A jobb oldali ábra a metszeti ábrázolás eredményét szemlélteti. A metszetet az ábrán látható módon azonosítani kell.





A következő ábrán újabb példát láthat a lépcsős metszetre. Figyelje meg a középső ábrán a párhuzamos metszősíkok általi metszés eredményét! A tárgy bal oldala felől haladva az első metszősík áthalad a horony középvonalán, a második középső furaton, a harmadik pedig a sülyesztett furaton. (A furat sülyesztése a térhatású metszeti ábra jobb oldali alsó részén látható.)



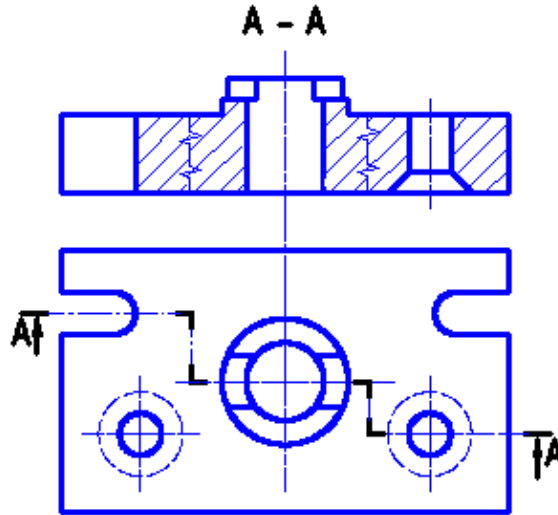
Figyelje meg a metszeti ábrán alábbiakat:

- Mivel a sülyesztés a furatok alsó részén található, ezért felülről a nagyobb átmérőjű kör nem látszik, szaggatott vonallal lehet jelölni. Ez a szaggatott vonal elhagyható volna, mert a metszeti ábra egyértelművé teszi a tárgy alakját.
- A metszősíkok nyomvonalát jelölni kell. Az síkok közötti váltást egymásra merőleges vastag vonalak jelzik.
- A metszeti vetületet úgy rajzoljuk, mintha egyetlen síkkal metszettünk volna.
- Az ábra értelmezhetőségének megkönnyítése érdekében vörös színnel berajzolunk négy vetítővonalat.

Az **itt látható** animáción segítséget talál a metszeti vetület középső részének értelmezéséhez. Az animáción A térhatású ábra adott részét kinagyítottuk, a metszősík által metszett részt vonalkázással jelöltük.



Az előző ábra metszeti vetületén nem jelöltük, hogy összetett metszetről van szó, mert ez a felülnézet, és az azon bejelölt nyomvonalak alapján megállapítható. Ha mégis jelölni szeretnénk, hogy metszeti vetület összetett metszet, akkor a metszetrészek határát törésvonallal jelöljük, a vonalzatokat pedig egymáshoz képest eltoljuk.

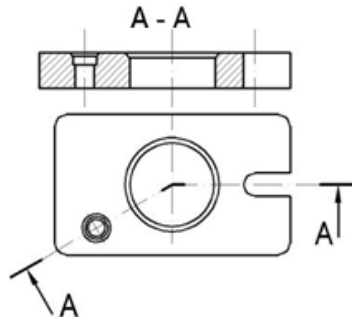
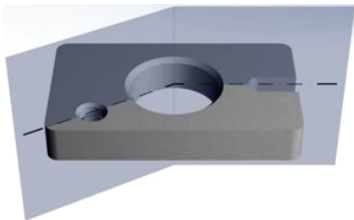


### 17.2. Befordított metszet

A befordított metszet esetén egymást metsző- egymáshoz nem 90 fokos szögben csatlakozó- síkokkal képezzük a metszetet. A metszősíkok közül az egyik valamelyik képsíkkal párhuzamos. A képsíkhhoz képest ferde helyzetű síkkal képzett részmetszetet a képsíkkal párhuzamos helyzetbe forgatjuk

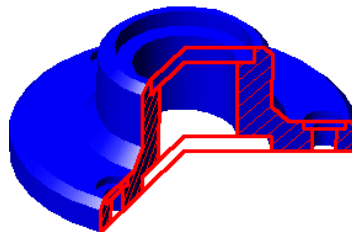
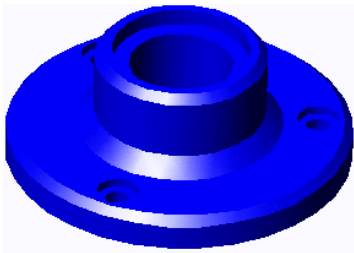


Az alábbi videó a befördített metszet keletkezését mutatja be. Kattintson a bal oldali ábrára a videó megtekintéséhez! A jobb oldali ábra a metszeti ábrázolás eredményét mutatja. A metszősíkok jelölése az ábra szerinti.



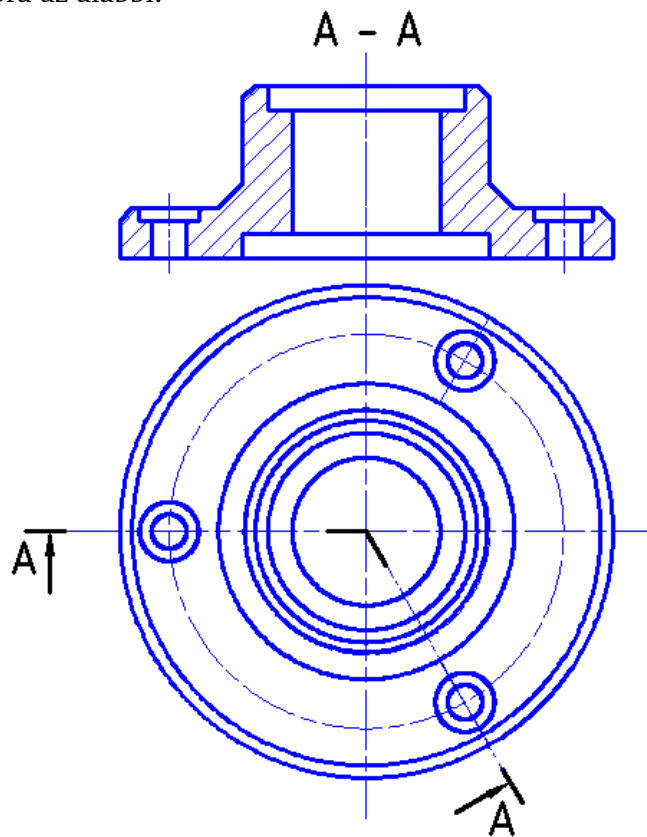
Befördített metszet alkalmazása esetén előfordulhat az -amit a vetületi ábrázolás során nem tapasztaltunk-, hogy a felülnézeti kép és az előlnézeti metszeti vetület szélességi mérete eltér egymástól. Erre láthat példát a fenti ábrán!

Az alábbi ábrák egy újabb példát mutatnak a befördített metszetre. Az alkatrészen három, egymáshoz képest 120 fokos szögben elhelyezett sülyesztett furat található. A jobb oldali ábrán a metszősík által metszett felületeket és az adott nézeti irányból látható éleket is bejelöltük. A tárgy alakjának egyértelmű megadásához a metszeti vetület nem elég, még egy felülnézeti képre szükség van, amelyen a metszősík nyomvonalát is jelölni kell.



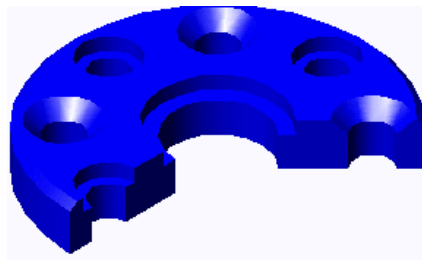
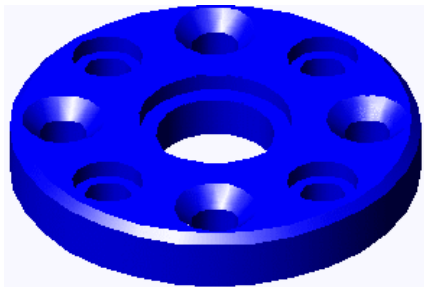


A kész vetületi és metszeti ábra az alábbi:

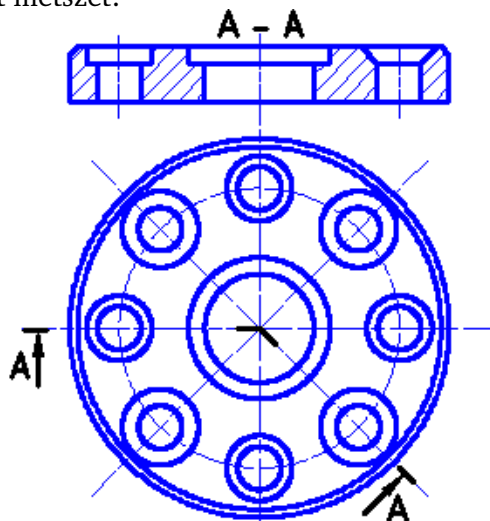




A következő ábrákon olyan alkatrész befördített metszetét láthatja, amely esetén két különböző furat megmutatása érdekében alkalmazzuk ezt az ábrázolási módot. Az ábrázolandó alkatrész eredeti és metszett állapotban:



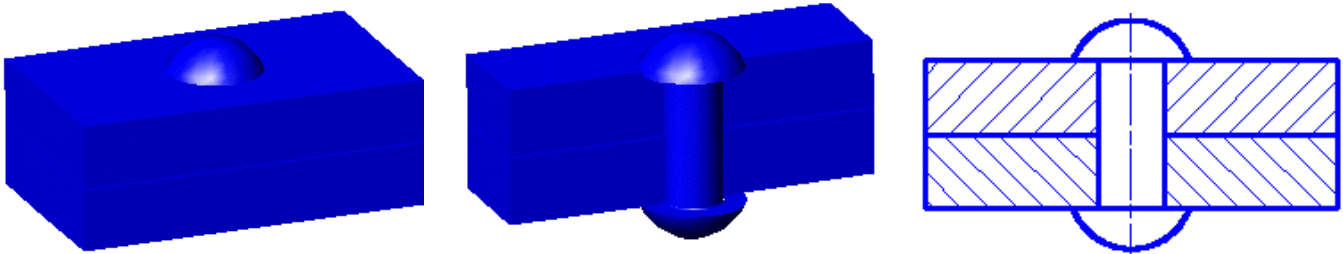
A felülnézeti vetület és a befördített metszet:



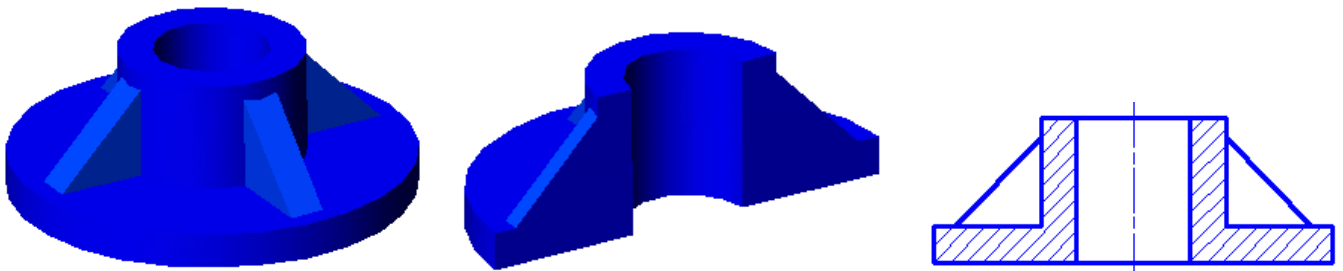


### 17.3. Metszet tilalma

Ne rajzoljunk metszetben olyan tárgyakat, tárgyrészeket, amelyek esetén a metszet nem mutat többet a nézetnél. Ennek megfelelően nem szabad hosszirányban metszeni olyan tömör alkatrészeket, mint például szegecses, csavarok, ékek, reteszek, stb. Az alábbi példa összeszegecselt lemezek egy részletét mutatja. Annak ellenére, hogy a szegecsen áthaladt a metszősík, azt nem ábrázoljuk metszetben. A szegecs a hossz tengelye mentén nem metszettük, mivel a szegecs tömör, a metszet nem mutatna többet a nézetnél.



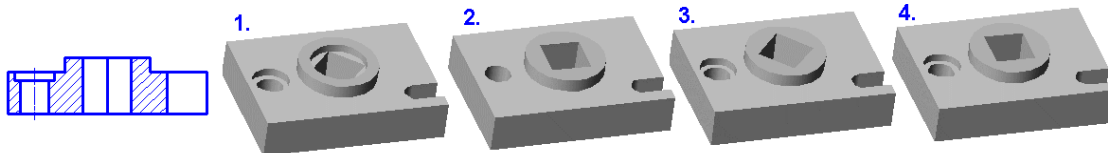
Vannak olyan tárgyrészek, amelyek nézetben hagyása metszeti ábrázolás esetén szemléletesebb vetületet ad. Ha például a metszősík merevítő bordát (lásd alábbi példa), küllőt, fogaskerék fogát hosszirányban metszi, akkor ezeket nem szabad metszetben ábrázolni.



## Quiz

### Önellenőrző kérdések

1. Az alábbi ábrán egy metszeti vetületi képet és térhatású ábrákat lát. Jelölje meg, hogy a vetületi képhez hányas számú térhatású ábra tartozik!



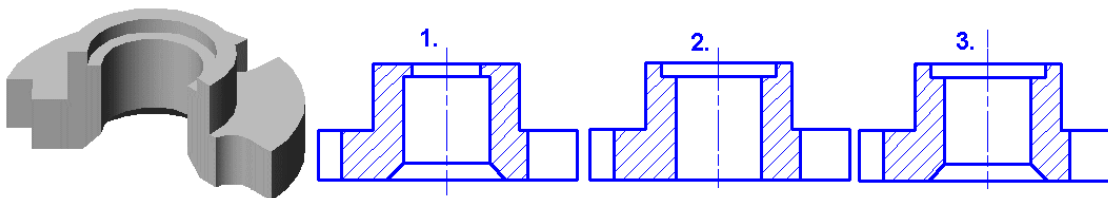
1.

2.

3.

4.

2. Az alábbi ábrán egy térhatású ábrát és metszeti vetületi képeteket lát. Jelölje meg, hogy a térhatású ábrához hányas metszeti vetület tartozik!

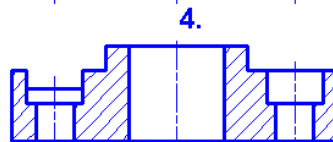
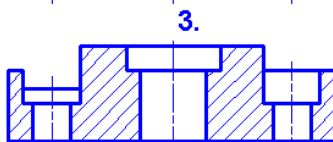
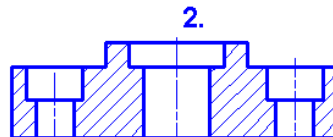
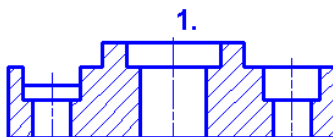
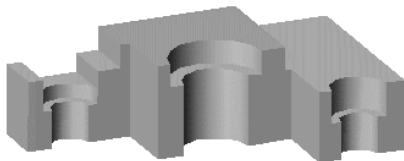


1.

2.

3.

3. Az alábbi ábrán egy térhatású ábrát és metszeti vetületi képeteket lát. Jelölje meg, hogy a térhatású ábrához hányas metszeti vetület tartozik!



1.

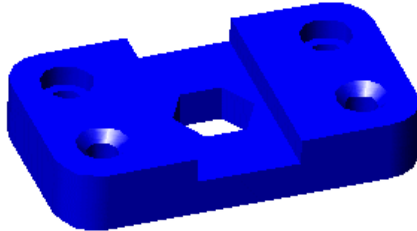
2.

3.

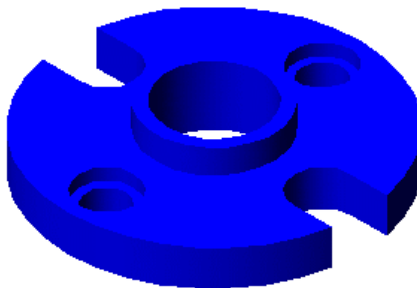
4.

## Önálló rajzoló feladatok

1. feladat. Ábrázolja az alábbi alkatrészt felülnézeti vetülettel és lépcsős metszettel!

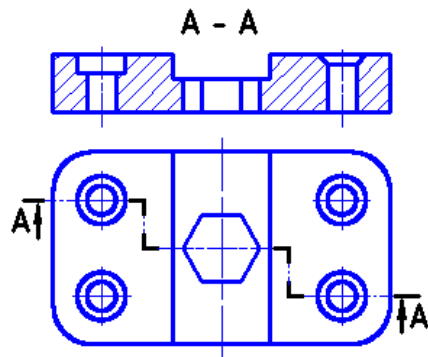
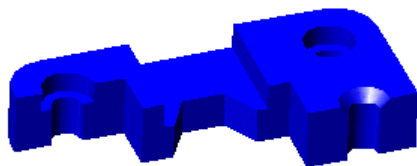


2. feladat. Ábrázolja az alábbi alkatrészt felülnézeti vetülettel és befordított metszettel!

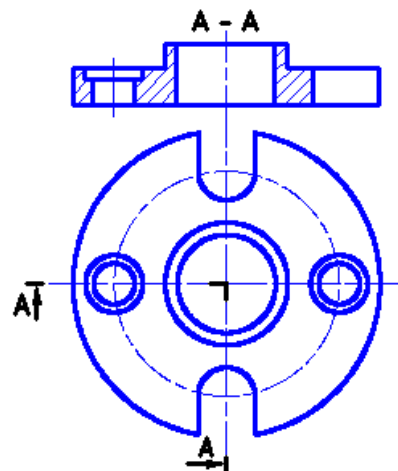
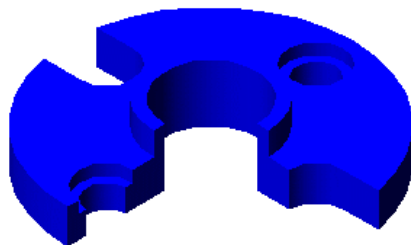


A megoldásokat a következő oldalon találja.

## Az 1. feladat megoldása

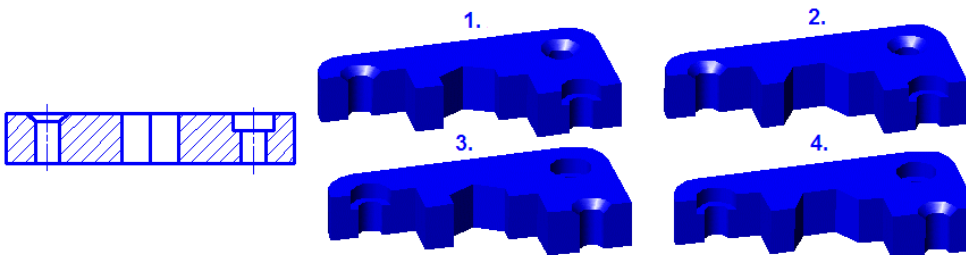


## A 2. feladat megoldása



## Quiz

1. Az alábbi ábrán egy lépcsős metszeti vetületet és térhatású ábrákat lát. Jelölje meg, hogy a vetületi képhez hányas számú térhatású ábra tartozik!



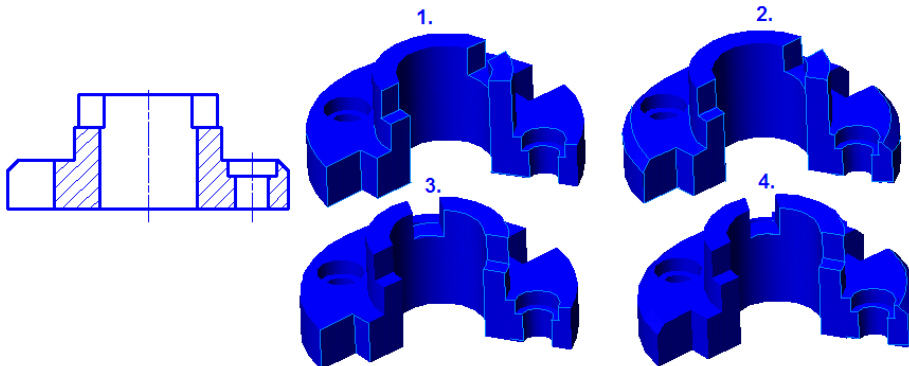
1.

2.

3.

4.

2. Az alábbi ábrán egy befordított metszeti vetületet és térhatású ábrákat lát. Jelölje meg, hogy a vetületi képhez hányas számú térhatású ábra tartozik!



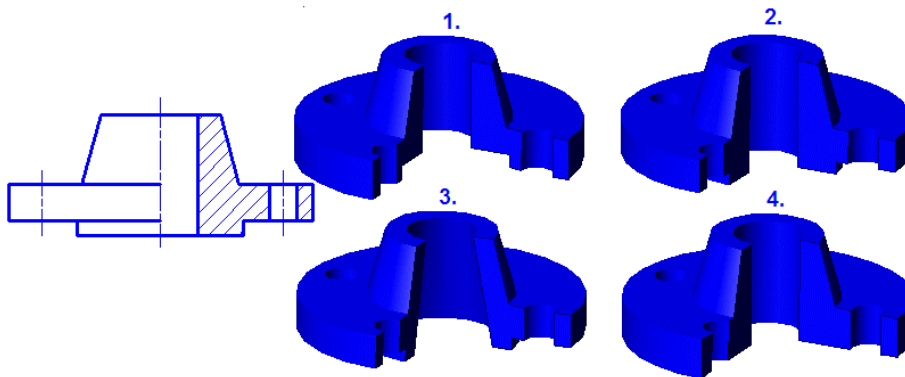
1.

2.

3.

4.

3. Az alábbi ábrán egy félnézet-félmetszeti vetületet és térhatású ábrákat lát. Jelölje meg, hogy a vetületi képhez hányas számú térhatású ábra tartozik!



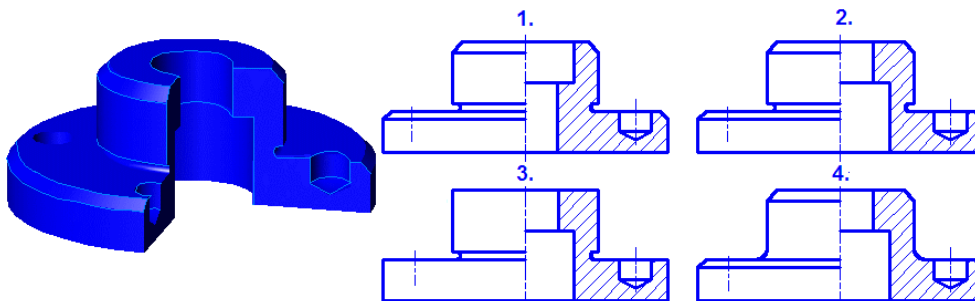
1.

2.

3.

4.

4. Az alábbi ábrán egy térhatású ábrát és félnézet-félmetszeti vetületeket lát. Jelölje meg, hogy a térhatású képhez hányas számú vetületi ábra tartozik!



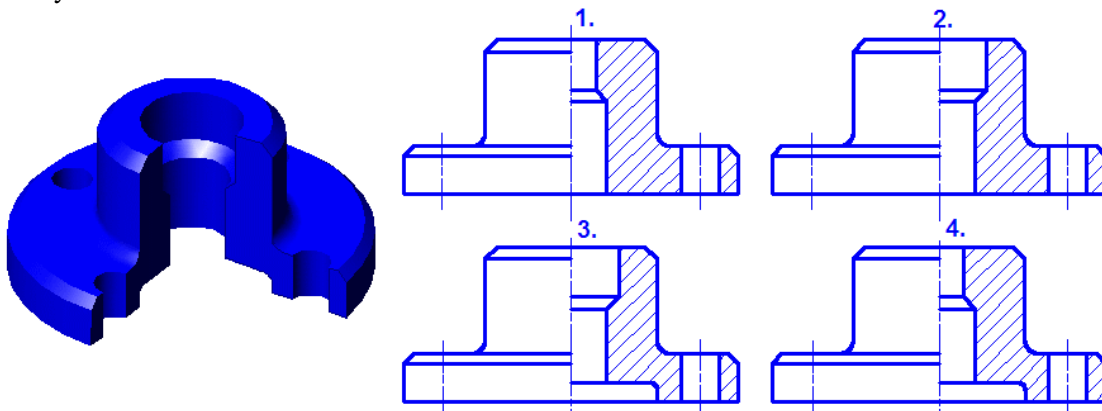
1.

2.

3.

4.

5. Az alábbi ábrán egy térhatású ábrát és félnézet-félmetszeti vetületeket lát. Jelölje meg, hogy a térhatású képhez hányas számú vetületi ábra tartozik!



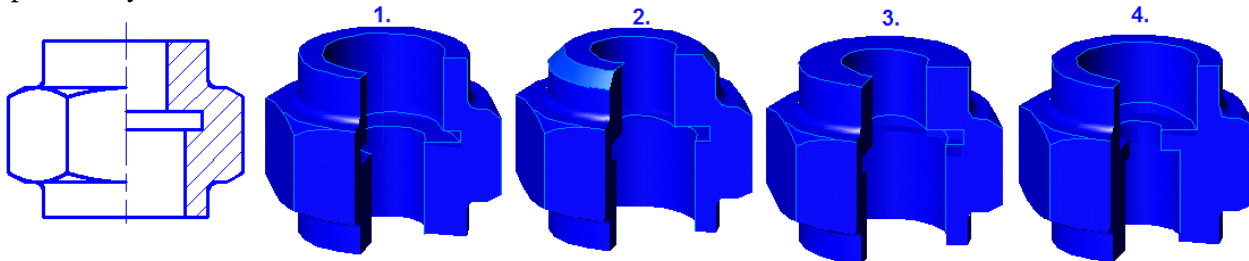
1.

2.

3.

4.

6. Az alábbi ábrán egy félnézet-félmetszeti vetületet és térhatású ábrákat lát. Jelölje meg, hogy a vetületi képhez hányas számú térhatású ábra tartozik!



1.

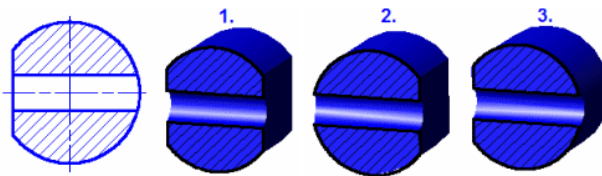
2.

3.

4.



7. Az alábbi képen egy szelvényt és térhatású ábrákat lát. Jelölje meg, hogy a szelvényhez hányas számú térhatású ábra tartozik!

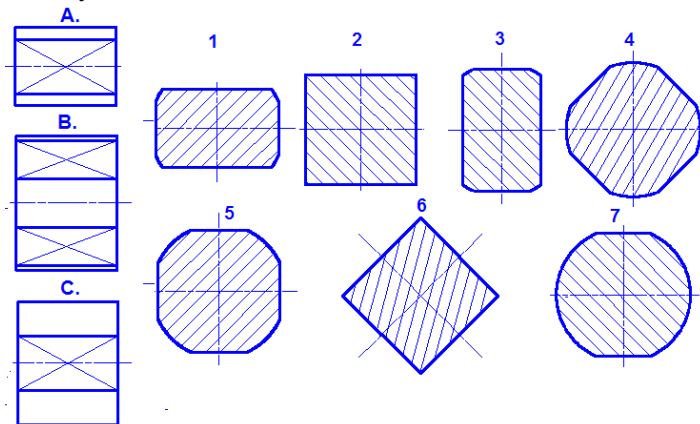


1.

2.

3.

8. Az alábbi ábrán három tengelyvég vetületi ábráját és szelvényeket lát. A tengelyvégek hengeres rész lelapolásával keletkeztek. A vetületek és a hozzájuk tartozó szelvények azonos méretűek, nagyítást, kicsinyítést nem alkalmaztunk! Döntse el, hogy melyik lelapolt részhez melyik szelvény tartozik, majd írja be a számokat a megfelelő helyre!



Az "A" betűvel jelölt vetülethez a(z)

A "B" betűvel jelölt vetülethez a(z)

A "C" betűvel jelölt vetülethez a(z)

számú szelvény tartozik.

számú szelvény tartozik.

számú szelvény tartozik.

## VII. MODUL

# MÉRETMEGADÁS MŰSZAKI RAJZOKON

Az alkatrész egyértelmű meghatározásához nem elég az alak bemutatása, a rajzon a méreteket és az előállításához szükséges egyéb előírásokat is meg kell adni. A méretmegadás általános előírásait a műszaki rajz összes fajtájára szabványok tartalmazzák. Ez a jegyzet elsősorban a gépészeti vonatkozású rajzokkal foglalkozik.



## 18. A méretmegadás előírásai

### Aktivitás

Olvassa el a jegyzet 18. fejezetét az 19. fejezetig. A feldolgozás során a következőkre figyeljen:

- Mi a méret?
- Mik a méretek megadásának fő szempontjai?
- Mik a méretmegadás elemei?
- Milyen méretezési módszereket használunk a gyakorlatban?
- Mit jelent az alakhoz kapcsolódó méret?
- Hogyan méretezzük a külső és belső sugarakat?
- Mit jelent a tájékoztató méret?
- Hogyan adjuk meg az ismétlődő méreteket?
- Hogyan méretezzük a letöréseket, hogyan adjuk meg a kúpos és lejtős tárgyrészleteket?

### Követelmény

A tananyag elsajátítása akkor tekinthető sikeresnek, ha Ön:

- Meg tudja adni rajzon egy alkatrész méreteit, meg tudja határozni egy alkatrész hiányzó méretét.
- Listából ki tudja választani és rajzon meg tud adni egy adott mérethez szükséges alakra utaló jelet.
- Felismeri és alkalmazni tudja a rajzokon azokat a különleges és egyszerűsített méretezési elveket, amelyeket a fejezet tárgyal.
- Alkalmazni tudja műszaki rajzokon a kúpos és lejtős tárgyrészletek méretezéséről tanultakat.



## Kulcsszavak

Méret, méretmegadás, méretvonal, méretsegédvonal, méretvonal határoló, méretszám, párhuzamos mérethelyezés, vízszintes mérethelyezés, átmérő, sugár, négyzet, gömbsugár, gömbátmérő, kúposág, lejtés.

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

### 18.1. A méretmegadás általános előírásai

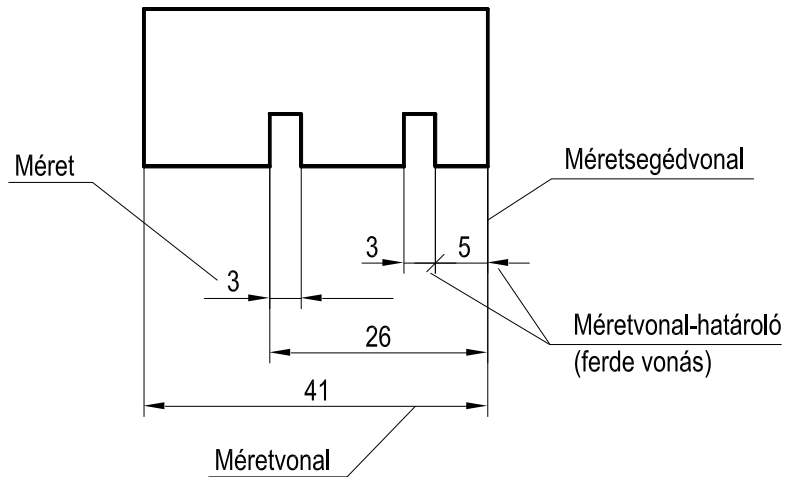
A méretek helyes megadásához a rajzok egyértelműségének biztosításához be kell tartani a következő fő szempontokat:

- Az alkatrész vagy szerkezeti egység meghatározásához szükséges összes méretet meg kell adni a rajzon.
- Minden méretet csak egyszer kell feltüntetni.
- A méreteket azon a nézeten vagy metszeten célszerű megadni, amely a legjellemzőbb az alakzatra.
- Azonos dokumentáció rajzai egyféle mértékegységgel készüljenek. A gépészeti rajzokon ez a mértékegység a mm. A mértékegységet (mm) ebben az esetben nem kell feltüntetni, de ha más is van a rajzon (pl.: m), akkor azt fel kell tüntetni a méret mellett.
- A gyártási folyamatot vagy az ellenőrzési módszert nem kell előírni, csak ha az a megfelelő működés vagy a cserélhetőség szempontjából szükséges.
- A működés szempontjából fontos méreteket, ahol lehetséges közvetlenül kell megadni.

## 18.2. A méretmegadás elemei

A méretmegadás elemei a következők (18.1. ábra):

- méretvonal,
- méretsegédvonal,
- méretvonal-határolók: méretnyíl, ferde vonás, kör (több méret kiindulási helye),
- méret (mératszám),
- mutatóvonal.



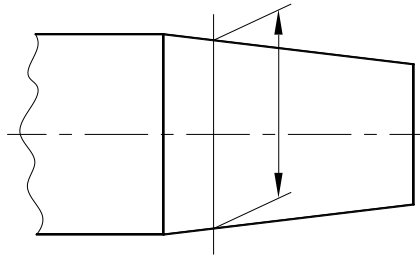
18.1. ábra.



### 18.3. Méretvonalak, méretsegédvonalak és mutatóvonalak

A **méretvonalakat**, **méretsegédvonalakat** és a **mutatóvonalakat** folytonos vékony vonallal kell rajzolni. A méretsegédvonalakat úgy rajzoljuk, hogy kissé nyúljanak túl a méretvonalon (18.1. ábra).

A méretsegédvonalakat a méretvonalra merőlegesen kell elhelyezni. Kivételesen el lehet helyezni ferdén is, de ebben az esetben is párhuzamosak legyenek egymással (18.2. ábra).

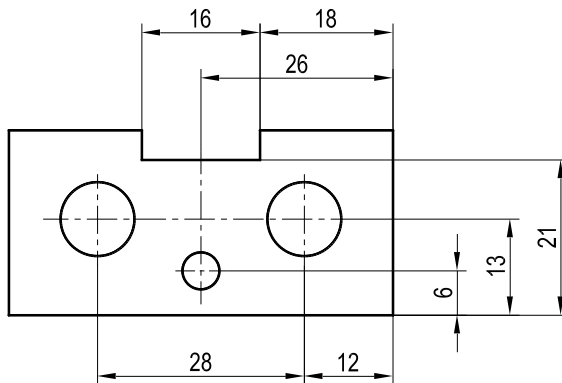


18.2. ábra.

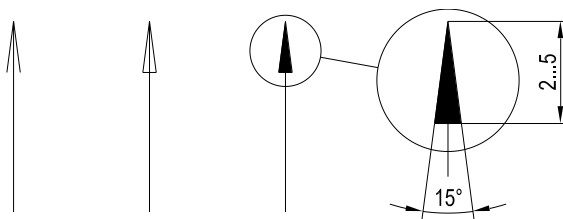
A méretsegédvonalak és méretvonalak általában ne messék egymást és más vonalakat. Ha ez mégsem kerülhető el, akkor egyik vonal se legyen megszakítva (18.3. ábra).

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

A méretvonal végződéseit jól láthatóan meg kell jelölni nyílheggyel vagy ferde vonással. A nyílhegy gépészeti rajzokon  $\approx 15^\circ$ -os szöget bezáró rövid vonalakból áll. A **nyílhegy** lehet nyitott, zárt és feketített az 18.4. ábra szerint. Hossza a rajzon alkalmazott vonalvastagság 6-8-szorosa, de legalább 2 mm legyen. Ha van elegendő hely, nyílhegyvégződést kell alkalmazni **méretvonal-határoló**ként.



18.3. ábra.

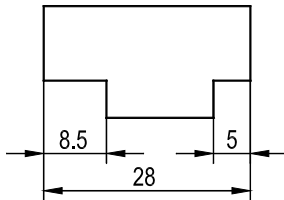


18.4. ábra.

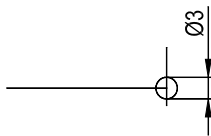
Ha a hely korlátozott, akkor a nyílhegyet a méretvonal végződésén kívül kell elhelyezni a méretvonal meghosszabbításán az 18.5. ábra szerint. Ha kevés a hely a nyílhegy számára, akkor azt ferde vonás helyettesítheti. A ferde vonás a méretsegédvonalakkal  $45^\circ$ -os szöget bezáró rövid vékony vonal (18.1. ábra). Közös bázistól induló méretek esetében a kiindulási pontot kb. az írásnagyság felével egyező átmérőjű, üres



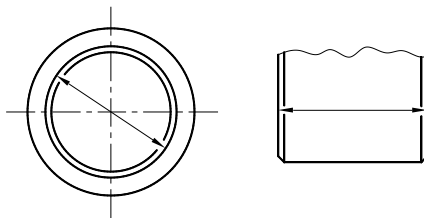
körrel jelöljük (18.6. ábra). Kontúrvonal és méretegyíl találkozásánál a kontúrvonalat meg kell szakítani (18.7. ábra).



18.5. ábra.



18.6. ábra.



18.7. ábra.



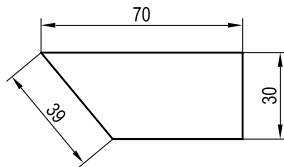


## 18.5. Méretek jelölése a rajzon

A **méretek**et a rajzokon olyan nagyságú számokkal kell megadni, amelyek jól olvashatók. A méretszámok szabvány szerintiek, általában 3,5 vagy 5 mm nagyságúak, a tűrések 2,5 mm magasak.

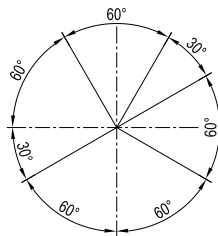
**A méretet a rajzon semmi nem keresztezheti.**

Műszaki rajzokon a méret a méretvonallal párhuzamosan, a méretvonal felett, attól kis távolságra és lehetőleg közepén helyezkedjen el. A méretet alulról, vagy jobbról olvashatóan kell elhelyezni (18.8. ábra).

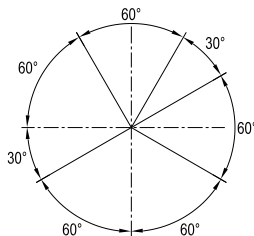


18.8. ábra.

A **szögméretek**et a 18.9. ábra szerint (a vagy b módszer) kell megadni. (Ajánlott az a ábra szerinti megadás.)



(a)

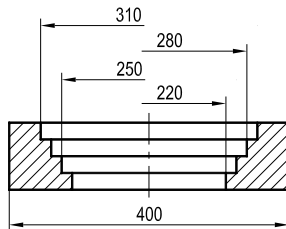


(b)

18.9. ábra.

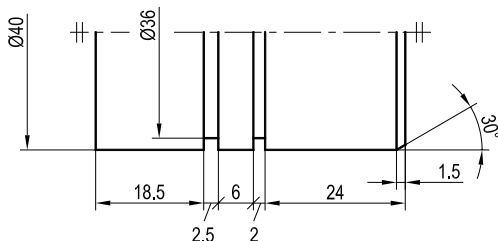


A méreteket szükség esetén elhelyezhetjük más módon is. Ahol a méretvonalnak csak egy része is elegendő, ott a méretvonal végéhez közel rajzolhatjuk a méretet. Így elkerülhető a hosszú méretvonal alkalmazása (18.10. ábra). Ezt a megoldást elsősorban ott célszerű alkalmazni, ahol több méretet kell megadni egymással párhuzamosan vagy a méretnek csak egyik felét ábrázoltuk, pl. félnézet-félmetszet.



18.10. ábra.

Kevés hely esetén a méretvonal meghosszabbított végződése fölött célszerű a méretet elhelyezni (18.11. ábra – 1,5mm-es méret).

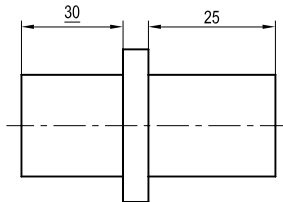


18.11. ábra.

Ha a méret számára a méretvonal fölött túl kevés a hely, akkor a méretvonalhoz csatlakozó mutatóvonal végénél adjuk meg a méretet (18.11. ábra, 2.5 és 2 méretek).



A nem méretarányosan rajzolt részek méretét (kivéve a töréssel való ábrázolást) egyenes vonallal alá kell húzni (18.12. ábra).



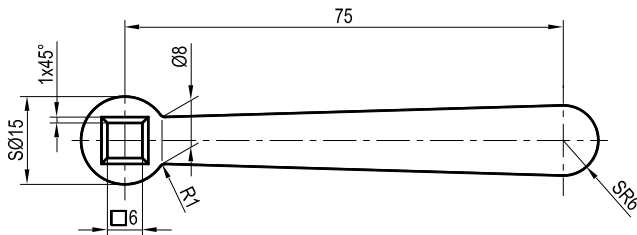
18.12. ábra.

## 18.6. Alakhoz kapcsolódó méretek

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

$\varnothing$  : Átmérő (kör)     $SR$ :Gömb sugar     $R$  : Sugár     $S\varnothing$ :Gömbátmérő     $\square$ :Négyzet

A jel a méret előtt a 18.13. ábrán láthatóan helyezhető el.

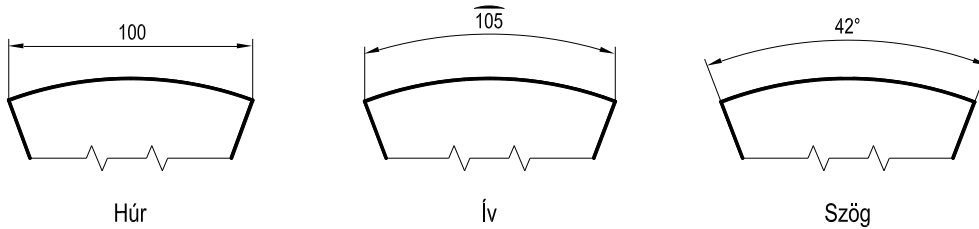


18.13. ábra.



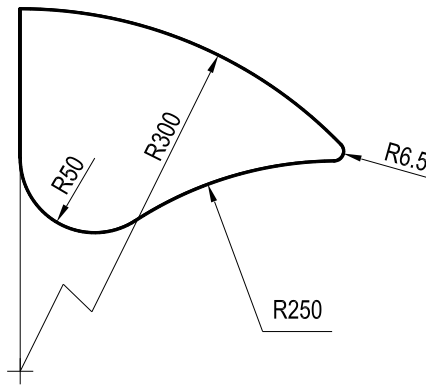
## 18.7. Különleges méretmegadások és egyszerűsítések

Húrok, ívek és szögek méretét az 18.14. ábra szerint adhatjuk meg.



18.14. ábra.

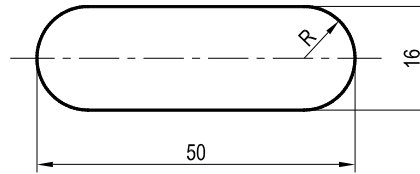
Ha az ív középpontja kívül esik a rendelkezésre álló helyen, akkor a sugár méretvonalát meg lehet törni vagy meg kell szakítani a középpont érzékeltetése miatt (18.15. ábra).



18.15. ábra.

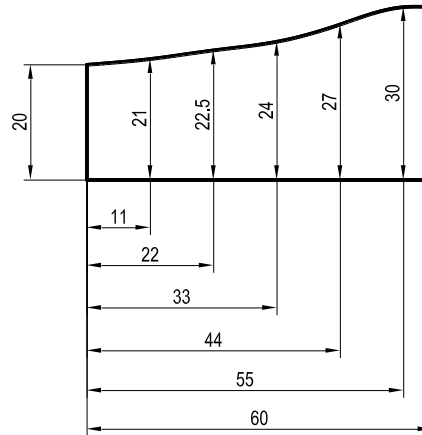


Ha a **sugár** mérete más méretekből számítható, akkor elegendő csak az R jelképpel ellátott nyílazott sugarat feltüntetni, méret nélkül (18.16. ábra).



18.16. ábra.

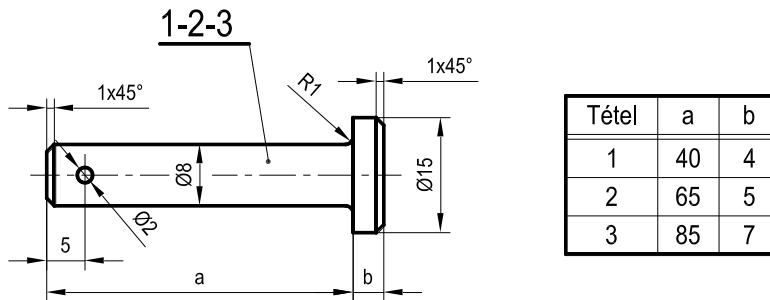
**Szabálytalan görbe** felülettel határolt alkatrész méreteit a görbe kontúrvonal koordináta- méreteivel adjuk meg a 18.17. ábrán látható módon.



18.17. ábra.

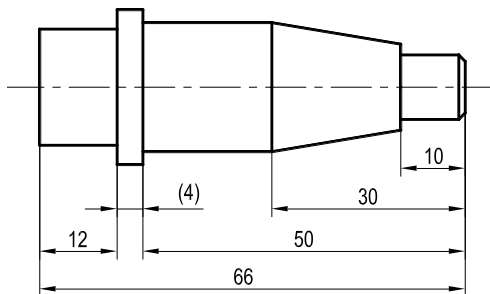


Hasonló kialakítású, de néhány méretben eltérő alkatrészek ábrázolhatók egy rajzon úgy, hogy a változó méreteket a rajzon betűvel jelöljük, a megfelelő számértékeket pedig az ábra mellett elhelyezett táblázatban adjuk meg (18.18. ábra).



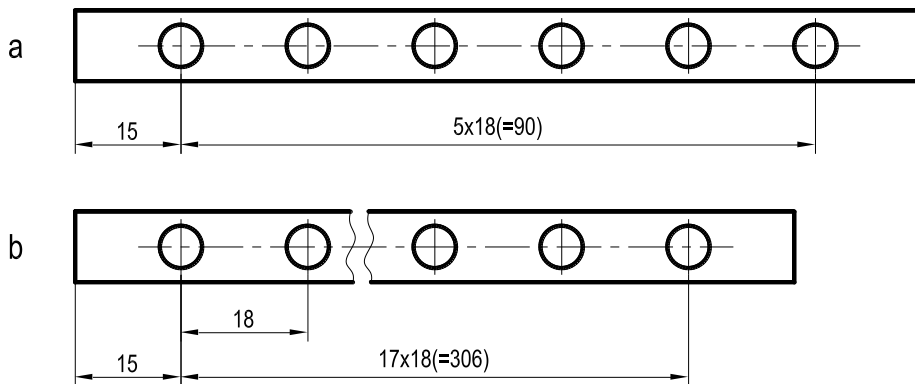
18.18. ábra.

Szükség esetén, a rajzon megadhatók olyan **kiegészítő, ill. tájékoztató méretek** is, amelyek a rajz értelmezését megkönnyítik, de az alkatrész elkészítéséhez és ellenőrzéshez nem használhatók. Az ilyen méretet zárójelben kell elhelyezni (18.19. ábra).



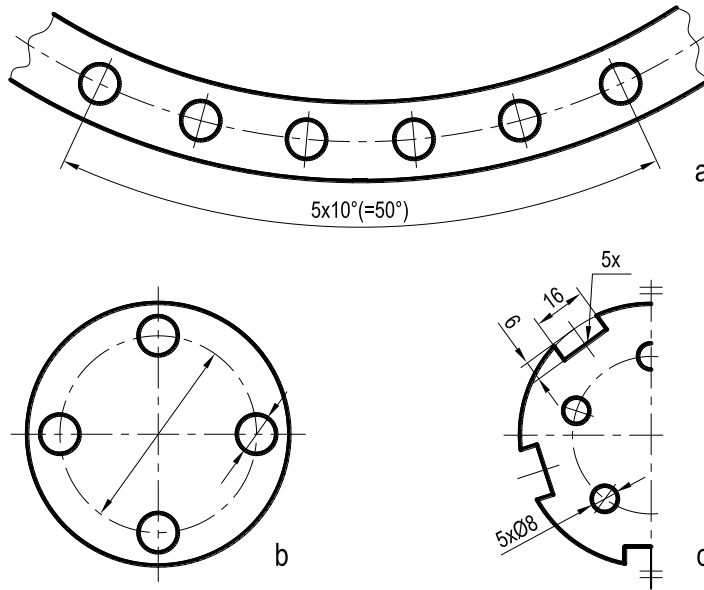
18.19. ábra.

**Egyenlő távolságra levő alakzatok**, vagy azonosan elhelyezett elemek esetén a méretezést egyszerűsíteni lehet (18.20. ábra). Ha a távolságok hossza és az osztások száma a rajzon nem látható, akkor az egyik ismétlődő távolságot méretezni kell az 18.20. b) ábra szerint.



18.20. ábra.

**Egyenlő osztásra levő furatok** vagy más alakzatok szöggel megadott elhelyezésére az 18.21. a) ábrán láthatunk példát. Kör, szokásos elnevezéssel, **lyukkör** mentén elhelyezkedő alakzatok osztásainak méretét elhagyhatjuk, ha az a rajzból egyértelműen látható (18.21. b), c) ábra). Az alakzatok méretét közvetve kell megadni az elemek számának feltüntetésével (18.21. c) ábra).

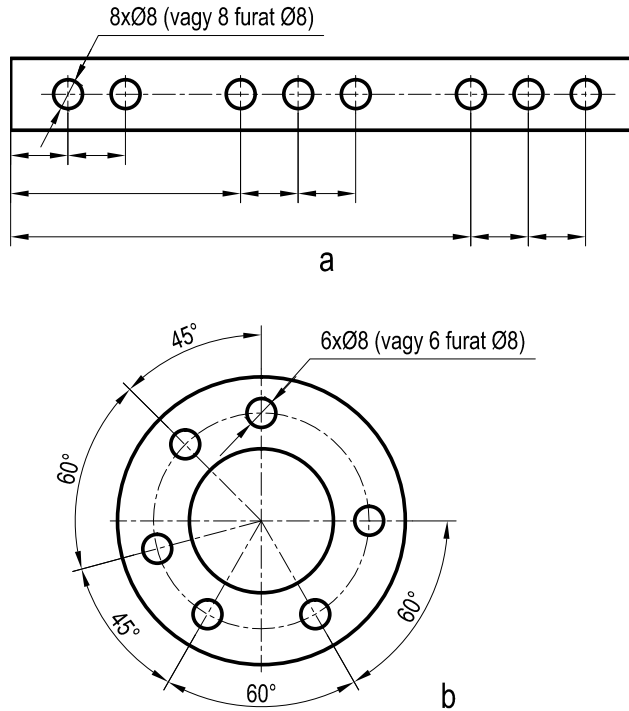


18.21. ábra.





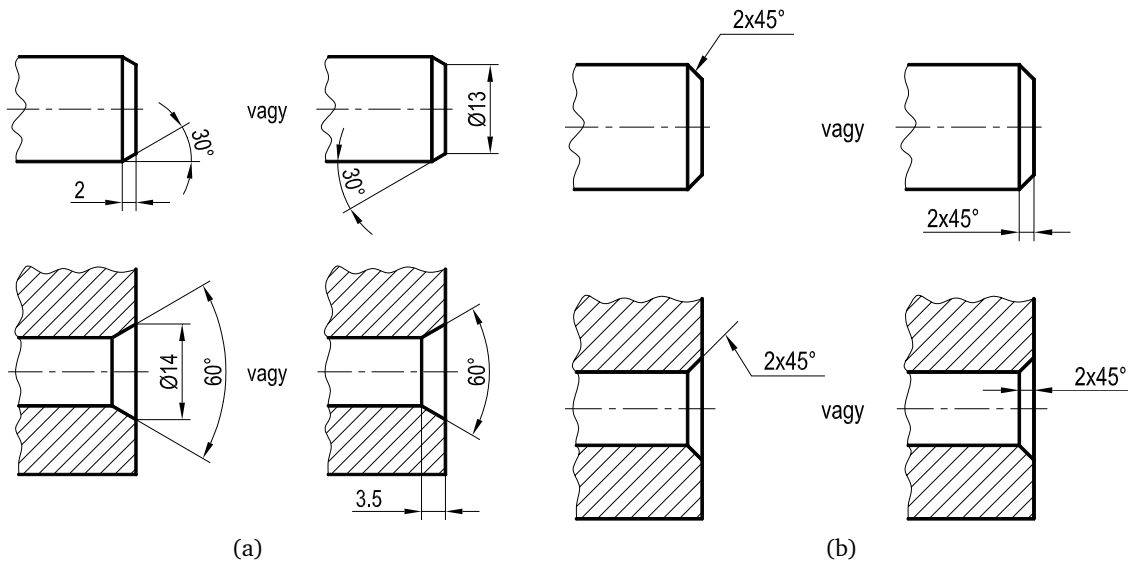
**Ismétlődő alakzatok**, azonos méretű és alakú elemek méretezhetők az azonos méretek ismétlése nélkül az 18.22. ábra szerint.



18.22. ábra.



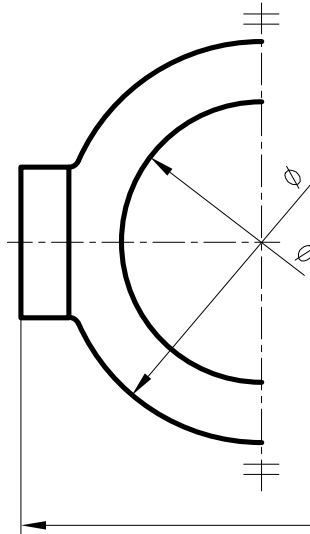
A külső és belső **élettöréseket** az 18.23. (a) ábra szerint kell méretezni. Ha az élettörés szöge  $45^\circ$ -os, akkor a méretmegadást egyszerűsíteni lehet (18.23. (b) ábra).



18.23. ábra.



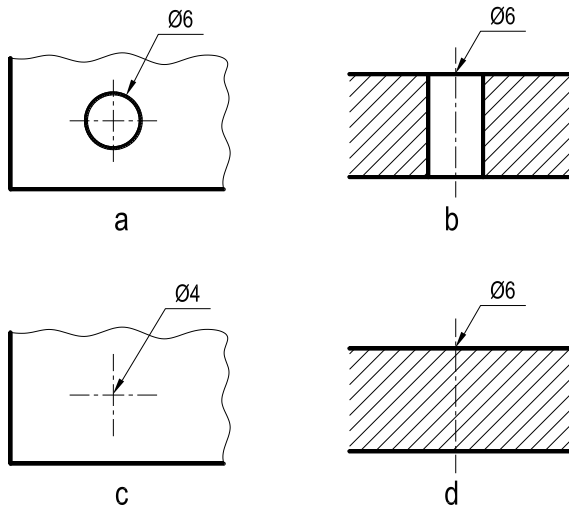
**Szimmetrikus alkatrészek** résznézetei és metszetei esetén a szimmetriatengelyt metsző méretvonalak egy kissé nyúljanak túl a szimmetriatengelyen. A méretvonal másik végződését ebben az esetben el kell hagyni (18.24. ábra).



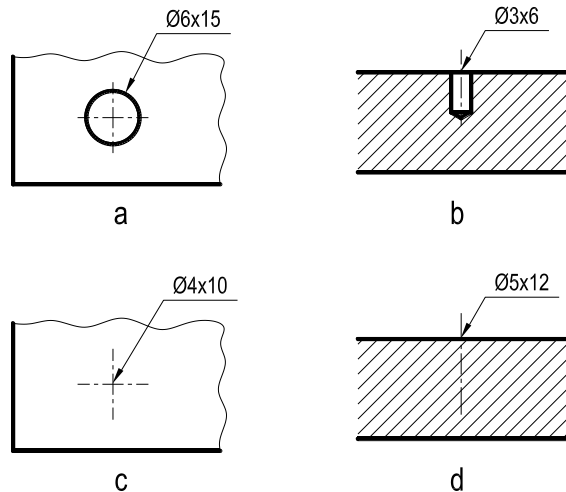
18.24. ábra.



A **furatméret** egyszerűsítve is megadható, ha annak mérete a **rajzon** kicsi,  $d \leq 6$ , vagy ha a furatot egyszerűsítve ábrázoljuk (18.25., 18.26. ábra). (Egyszerűsített furatábrázolás esetén a furat tengelyét, felülnézet esetén csak a két szimmetriavonalát ábrázoljuk.) Ezáltal elkerülhetjük a rajz mérethálózatának zsúfoltságát, és esetleg kevesebb méret is elegendő. (A 18.26. ábrán a furatátmérő mellett megadtuk a furat hosszát is.)



18.25. ábra.

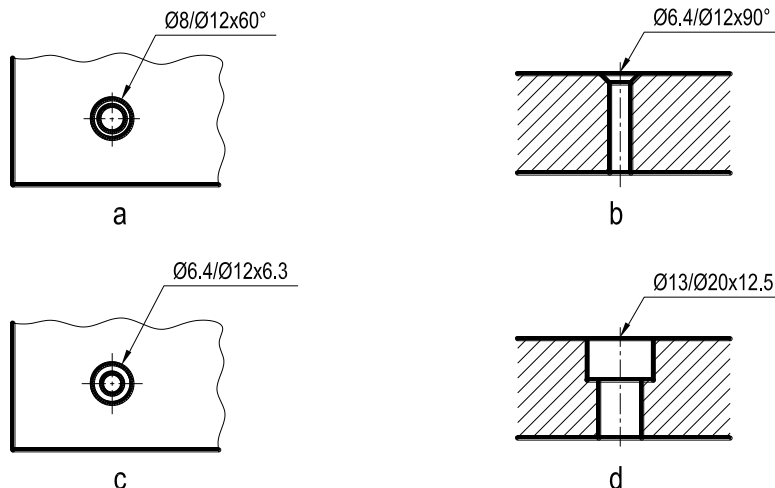


18.26. ábra.



A következő rész a 18.8. alfejezetig tájékoztató jellegű, nem tartoznak hozzá követelmények és ellenőrző kérdések, de mivel az ipari gyakorlatban gyakran alkalmazott megoldások, ezért feltétlenül elolvasásra ajánljuk.

A 18.27. ábrán sülyesztett furatok méretének egyszerűsített megadása látható. Ilyen esetben első helyen az átmenő furat mérete, a / jel után a sülyesztés mérete (átmérő és mélység vagy átmérő és kúpszög) szerepel.

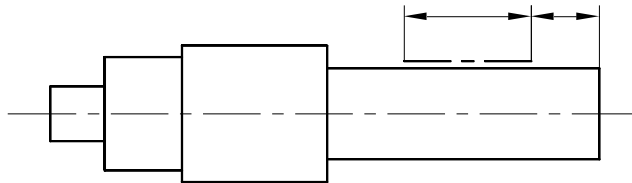


18.27. ábra.

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

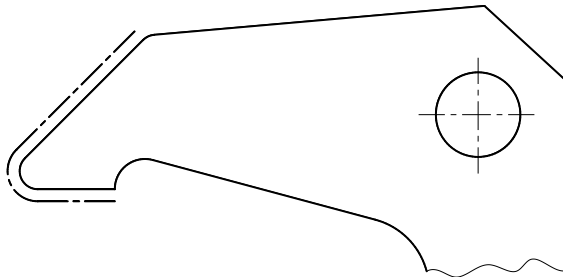


Ha a különleges követelmény forgásfelületre vonatkozik, akkor a jelölést elegendő csak az egyik oldalon megadni (18.28. ábra).



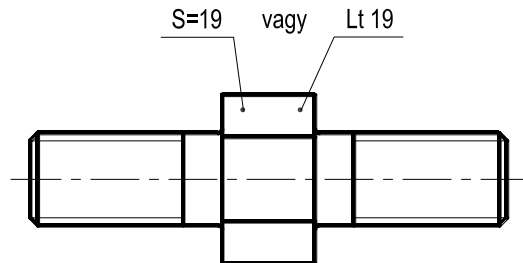
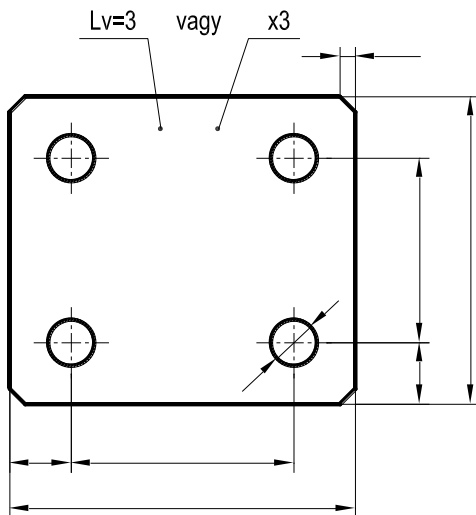
18.28. ábra.

Ha a különleges követelmény méretét és helyzetét egyértelműen meg kell adni, akkor azt a méretezési szabályok szerint tesszük (18.28. ábra). Ha a rajz egyértelműen ábrázolja a jelölés helyét, akkor azt nem szükséges méretezni (18.29. ábra)



18.29. ábra.

Bemutatunk még két egyszerűsített méretmegadási módot, amelyekkel régebbi rajzokon gyakran találkozhatunk. Ez a lemezből készült alkatrész vastagsági méretének, illetve a hatszög laptávolságának méretmegadása (18.30. ábra).

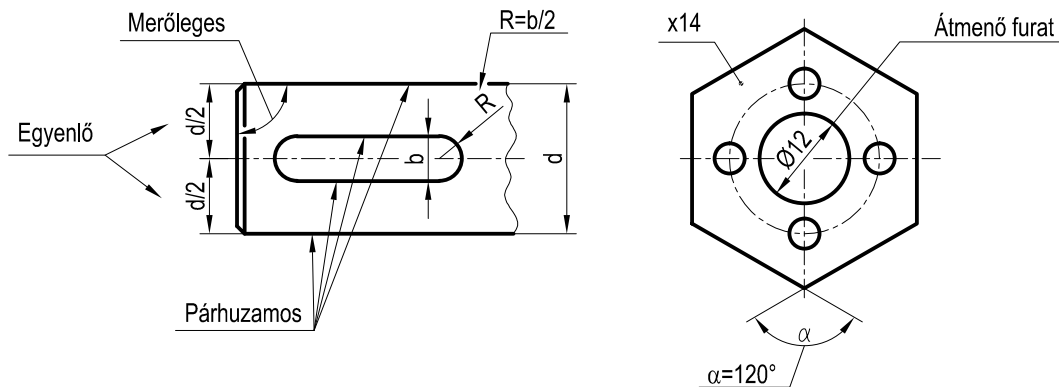


18.30. ábra.



**Magától értetődő méretet**, amely az ábrázolásból egyértelműen kiadódik, nem kell a rajzon megadni, hacsak nincs erre különleges ok (pl. tűrésezés) (18.31. ábra). Magától értetődő méretek:

- a merőlegesnek rajzolt élek vagy felületek merőlegessége;
- a párhuzamosan rajzolt élek, középvonalak vagy felületek párhuzamossága;
- az adott távolságú, párhuzamos egyeneseket összekötő félkör sugara,
- a középvonallal felezett méretek névleges fél-méretének egyenlősége;
- a szabályos alakzatok (négyzet, hatszög) szögei;
- a furat átmenő jellege, ha a rajzon a mélysége nincs beméretezve;
- a szimmetrikus alkatrészek egyik félvetületén megadott méreteinek a másik félvetülettel való azonossága;
- furatok elhelyezkedése a lyukkörön.

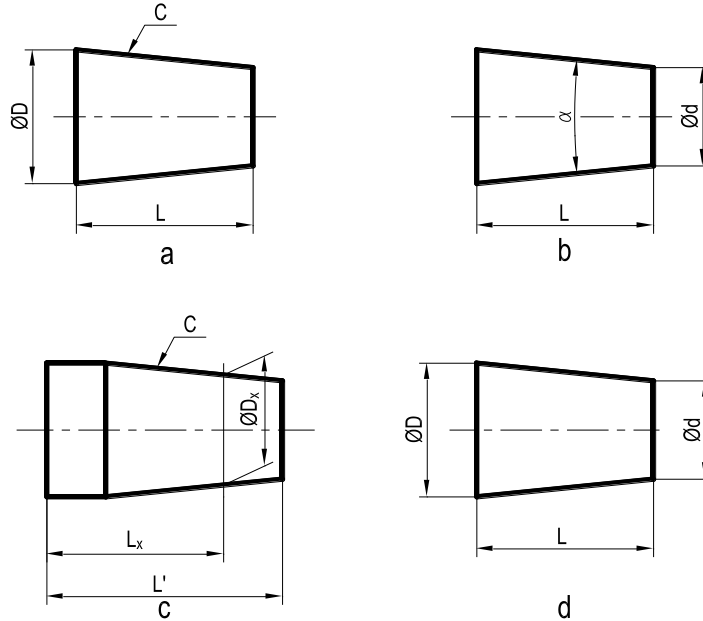


18.31. ábra.



## 18.8. Kúpos és lejtős tárgyrészek méretmegadása

A kúpok meghatározásához annyi méretet kell megadni, amennyi az egyértelműséghez szükséges. Tájékoztatásul zárójelben kiegészítő méretek (pl. a félkúpszög) is megadhatók. Néhány megoldást szemléltet a 18.32. ábra.



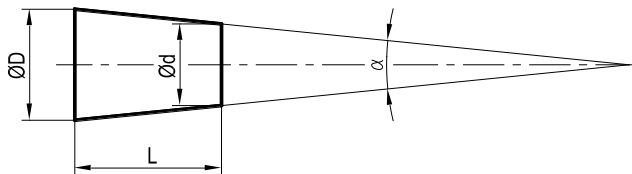
18.32. ábra.

A **kúposság** egy mérőszámmal is jellemezhető, ami a kúp két keresztmetszetében az átmérők különbségének és a közöttük levő távolságnak a hányadosa (18.33. ábra).



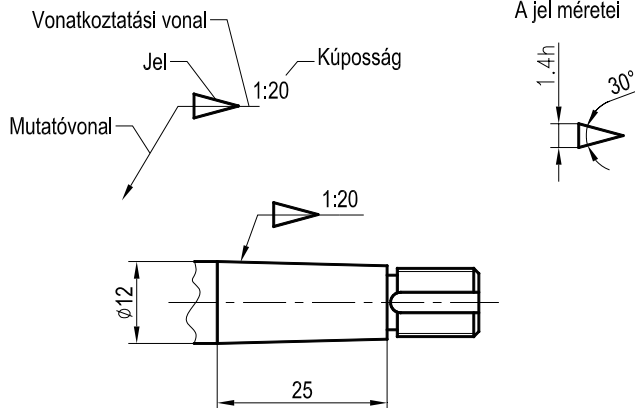
A kúposság mérőszáma a következő képlettel fejezhető ki:

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



18.33. ábra.

A kúposságot a 18.34. ábra szerint, mutatóvonalra (vonatkozási vonalra) helyezett jellel kell megadni.

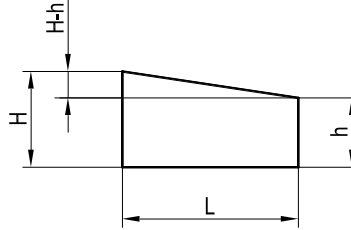


18.34. ábra.



A kúp jelét és a kúposságot a kúpfelület közelében adjuk meg. A vonatkozási vonalat mutatóvonallal, a kúp körvonalával kötjük össze. A vonatkozási vonal a kúp középvonalával párhuzamos. A jel iránya megegyezik a kúp csúcsának irányával. Előnyben kell részesíteni a kúposság 1:x aránnyal (pl.: 1:5), törtalakban (pl.: 1/5) vagy kúpszöggel (pl.: 35°) megadott méretezését. Megengedett a kúposság előírása a viszonzyszám fordítottjával (pl.: 0,2:1), százalékos formában (pl.: 20%) és a kúpszög radiánban való megadásával is (pl. 0,6 rad).

A lejtés egy sík felület ferdeségét jellemzi valamely alapsíkhoz (vagy tengelyvonalhoz) viszonyítva (18.35. ábra). Megjegyezzük, hogy a lejtés méretmegadását az érvényben levő szabványok nem tárgyalják. Ezért a kúposság fogalmának és megadási módjának figyelembe vételével határoztuk meg.



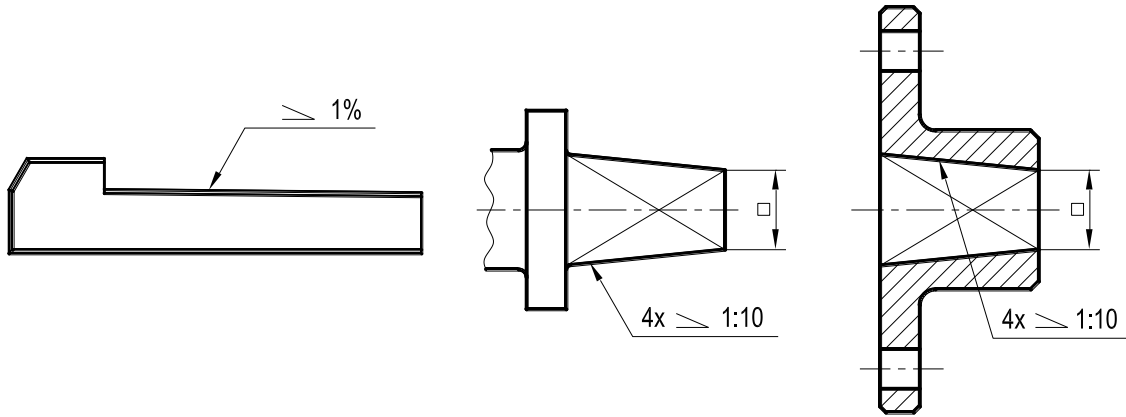
18.35. ábra.

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

$$\text{Lejtés} = \frac{H - h}{L}$$



A lejtés méretmegadása a méretszám vonalvastagságával rajzolt jellel, a kúposágnál leírtakkal egyező.  
Megadási példák a 18.36. ábrán láthatók:

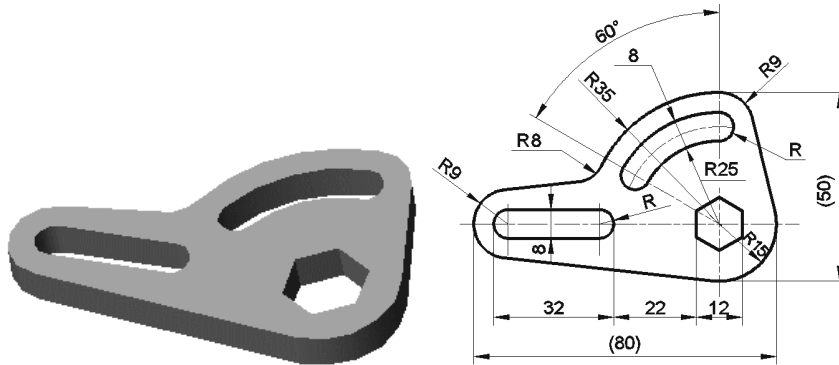


18.36. ábra.

## Önellenőrző feladatok:

## Quiz

1. Az alábbi ábrán egy lemeztárgy térhatású ábráját és méretezett vetületét látja. Tanulmányozza a rajzot, majd válaszoljon a feltett kérdésekre!



A válaszok megadásához használja a számbillentyűket!

a) Mekkora az alkatrész teljes hossza? (Vízszintes mérete?)

mm

b) Hány mm az egyenes oldalú horony végének lekerekítési sugara?

mm

c) Mekkora az alkatrész „függőleges” mérete?

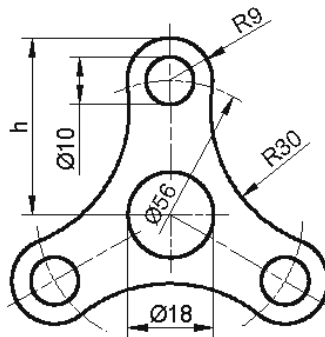
mm

d) Mekkora az íves horony kisebbik ívének sugara?

mm



2. Az alábbi ábrán egy lemeztárgy jellemző vetületét látja. Nézze meg figyelmesen a rajzot, majd válaszoljon a feltett kérdésekre!



A válaszok megadásához használja a számbillentyűket!

a) Hány fokként helyezkedik el az alkatrész 3 furata?

b) Mekkora az átmérője a két nem méretezett furatnak?

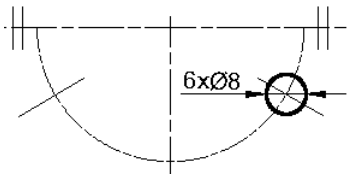
c) Hány mm a rajzon „h”-val jelölt méret?

mm

mm



3. Az alábbi ábrán egy alkatrész lyukkörrel ábrázolt részvetületét látja. Tanulmányozza a rajzot, majd válaszoljon a feltett kérdésekre!



A válaszok megadásához használja a számbillentyűket!

a) Hány furat található a lyukkörön?

b) Mekkora a furatok átmérője?

c) Hány fokra helyezkednek el egymástól a furatok?

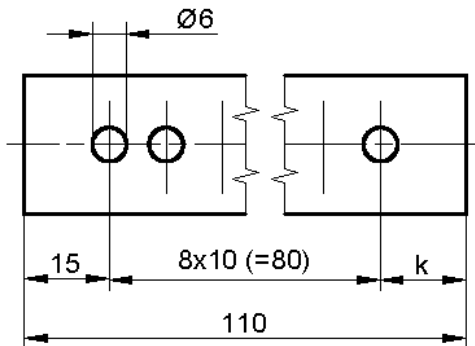
db

mm

°



4. Az alábbi ábrán ismétlődő furatok egyszerűsített ábrázolását látja. Nézze meg figyelmesen a rajzot, majd válaszoljon a feltett kérdésekre!



A válaszok megadásához használja a számbillentyűket!

a) Hány furat található összesen az alkatrészben?

db

b) Hány mm a rajzon „k”-val jelölt kiadódó méret?

mm

c) Hány mm távolságra vannak egymástól a furatok?

mm

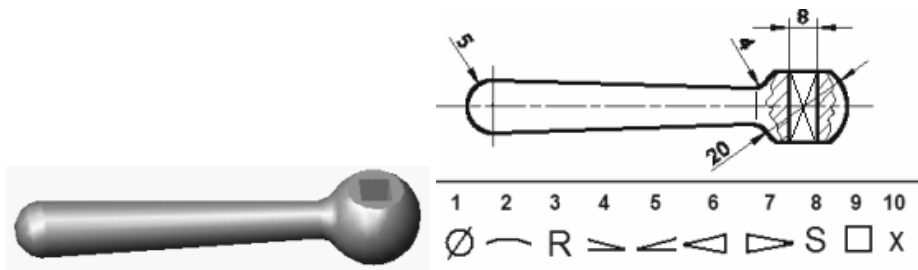




5. Az alábbi képen egy forgatókar térhatású ábráját és jellemző vetületét látja. A vetületi ábra alatt feltüntettük az alakhoz kapcsolódó jeleket is.

Nézze meg figyelmesen a tárgyat és vetületét, majd válaszoljon a feltett kérdésekre!

- A válaszokat a jelekhez tartozó sorszámokkal adja meg!
- Ha nem kell jel az adott méret elé, akkor 0-t írjon be válaszként!
- Ha valahova több jel is kell, akkor az összes jel számát írja be válaszként, szóköz nélkül!

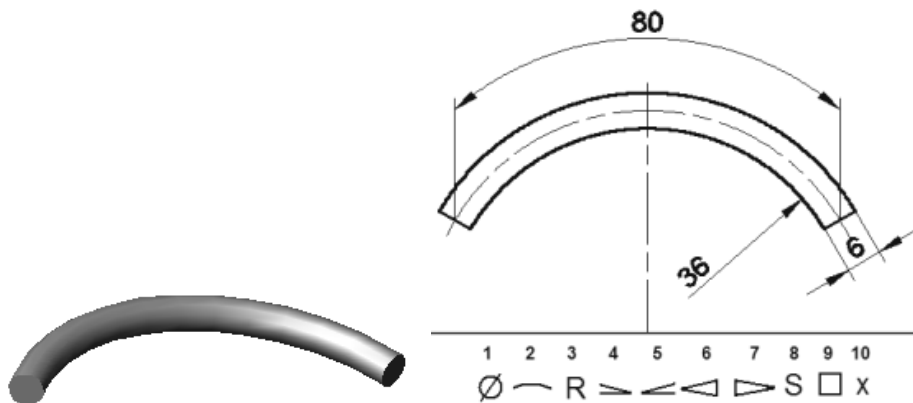


- a) Az 5-ös méreetszám elé a ..... jele(ke)t kell írni.
- b) A 4-es méreetszám elé a ..... jele(ke)t kell írni.
- c) A 20-as méreetszám elé a ..... jele(ke)t kell írni.
- d) A 8-as méreetszám elé a ..... jele(ke)t kell írni.

6. Az alábbi képen egy végig azonos átmérőjű tömör hengeres test térhatású ábráját és jellemző vetületét látja. A vetületi ábra alatt feltüntettük az alakhoz kapcsolódó jeleket is.

Nézze meg figyelmesen a tárgyat és vetületét, majd válaszoljon a feltett kérdésekre!

- A válaszokat a jelekhez tartozó sorszámokkal adja meg!
- Ha nem kell jel az adott méret elé, akkor 0-t írjon be válaszként!
- Ha valahova több jel is kell, akkor az összes jel számát írja be válaszként, szóköz nélkül!

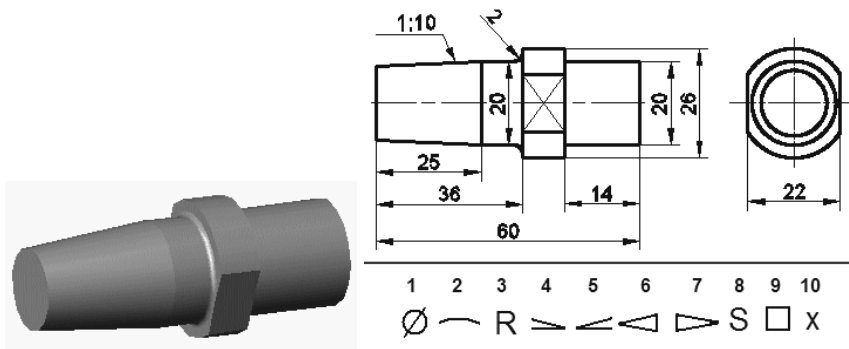


- A 36-os méretszám elé a ..... jele(ke)t kell írni.
- A 6-os méretszámok elé a ..... jele(ke)t kell írni.
- A 80-as méretszám fölé a ..... jele(ke)t kell írni.

7. Az alábbi képen egy tengely térhatású ábráját és jellemző vetületeit látja. A vetületek alatt feltüntettük az alakhoz kapcsolódó jeleket is.

Nézze meg figyelmesen a tárgyat és vetületeit, majd válaszoljon a feltett kérdésekre!

- A válaszokat a jelekhez tartozó sorszámmal adja meg!
- Ha nem kell jel az adott méret elé, akkor 0-t írjon be válaszként!
- Ha valahova több jel is kell, akkor az összes jel számát írja be válaszként, szóköz nélkül!



- Az 22-es méretszám elé a ..... jele(ke)t kell írni.
- A 20-as méretszámok elé a ..... jele(ke)t kell írni.
- Az 1:10 méretszám elé a ..... jele(ke)t kell írni.
- A 2-es méretszám elé a ..... jele(ke)t kell írni.



## 19. A mérethálózat felépítése

### Aktivitás

Olvassa el a jegyzet 19. fejezetét! A feldolgozás során az alábbiakra ügyeljen:

- Mit értünk mérethálózaton?
- Milyen mérethálózat felépítési módokat használunk?
- Milyen gyakorlati szempontokat kell figyelembe vennünk a mérethálózatok felépítésénél?

### Követelmény

A tananyag elsajátítása akkor tekinthető sikeresnek, ha Ön:

- Alkalmazni tudja a mérethálózat felépítésének szabályait és gyakorlati szempontjait.

### Kulcsszavak

Mérethálózat, bázistól induló méretezés, láncszerű méretmegadás, kombinált méretmegadás.



## 19.1. A mérethálózat felépítése

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

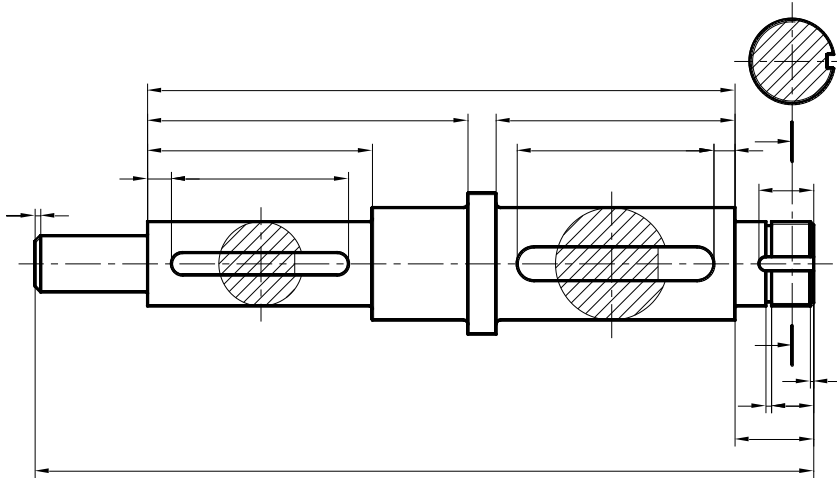


## 19.2. Bázistól induló méretezés

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

A méretmegadás bázisvonala általában:

- a működés szempontjából fontos méret határvonala (19.37. ábra);
- a működés szempontjából fontos szimmetriatengely (19.38. ábra);
- a munkadarab határoló felülete (19.39. ábra).

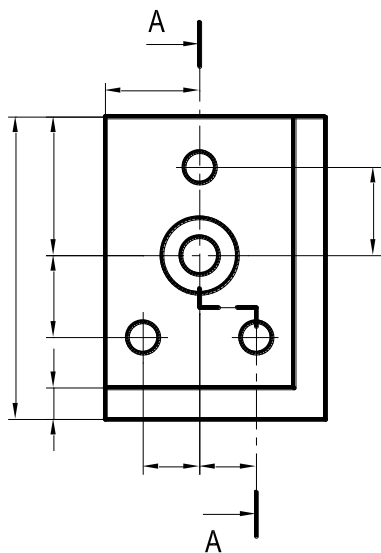


19.37. ábra.

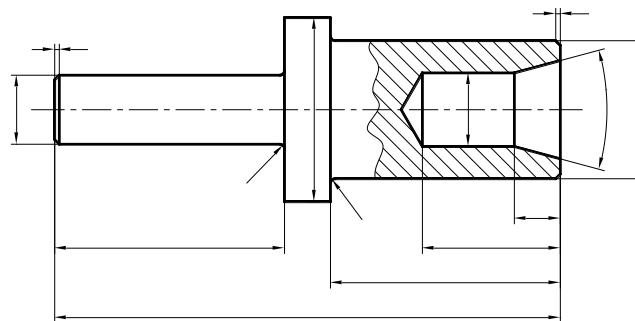
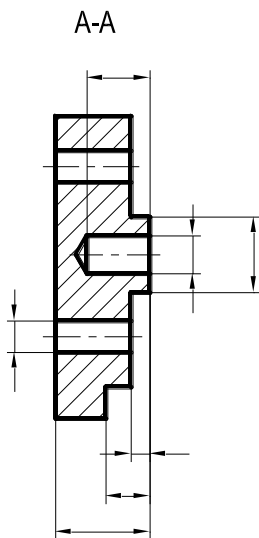


A bázistól induló mérethálózat elhelyezése szerint lehet:

- párhuzamos méretmegadás, amelynél az egyes méretvonalakat egymással párhuzamosan rajzoljuk, egymástól olyan távolságra, hogy a méreteket jól el lehessen helyezni (19.38. és 19.39. ábra).
- összevont (halmozott) méretmegadás, amely a párhuzamos méretmegadás egyszerűsítése.

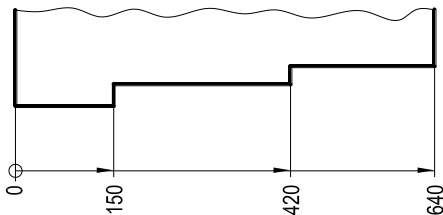


19.38. ábra.

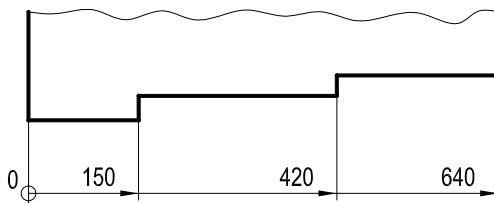
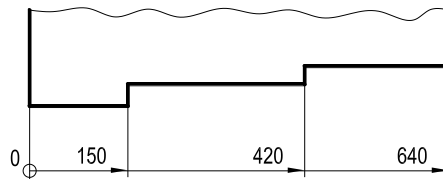


19.39. ábra.

A közös kiindulási ponttal megadott méretet az 19.40. és az 19.41. ábra szerint lehet megrajzolni. A méret a közös kiindulási ponttól a nyílhegyig tart. A méreteket vagy a nyílhegy közelében a megfelelő méretsegédvonallal egyvonalban (19.40. ábra), vagy a nyílhegy közelében a méretvonal felett, attól kis távolságra (19.41. ábra) adjuk meg.



19.40. ábra.

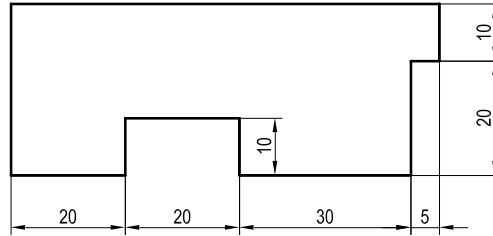


19.41. ábra.



### 19.3. Láncszerű méretmegadás

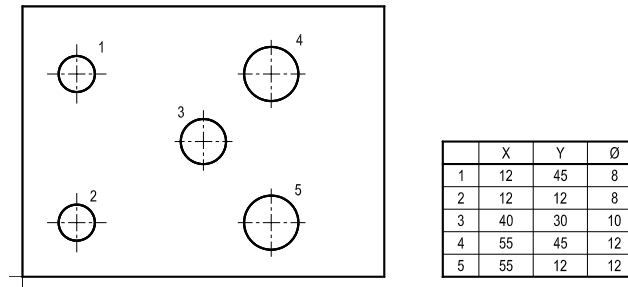
Láncszerű méretmegadáskor a méreteket egymás mellett, egymás „folytatásában” helyezzük el (19.42. ábra).



19.42. ábra.

### 19.4. Méretezés koordinátákkal

A két irányban összevont méretezés helyett a méreteket koordinátákkal is megadhatjuk. Ilyenkor a méreteket összesítő táblázatba foglaljuk (19.43. ábra).

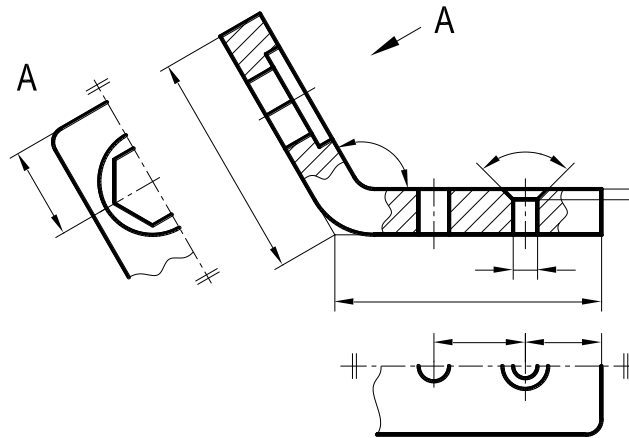


19.43. ábra.

## 19.5. Gyakorlati szempontok

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

Az szokásos vetület-elhelyezésekhez képest ferdén álló részek méreteit olyan bázisfelülettől kell megadni, amelyhez képest az egyes részletek párhuzamos, illetve merőleges méretekkel meghatározhatók. A bázisfelület helyét és helyzetét (szögét) külön meg kell adni (19.44. ábra).

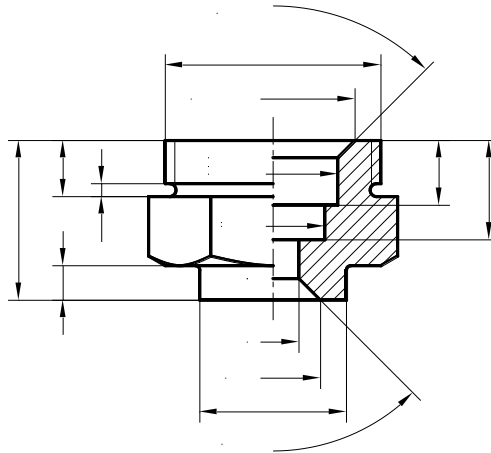


19.44. ábra.



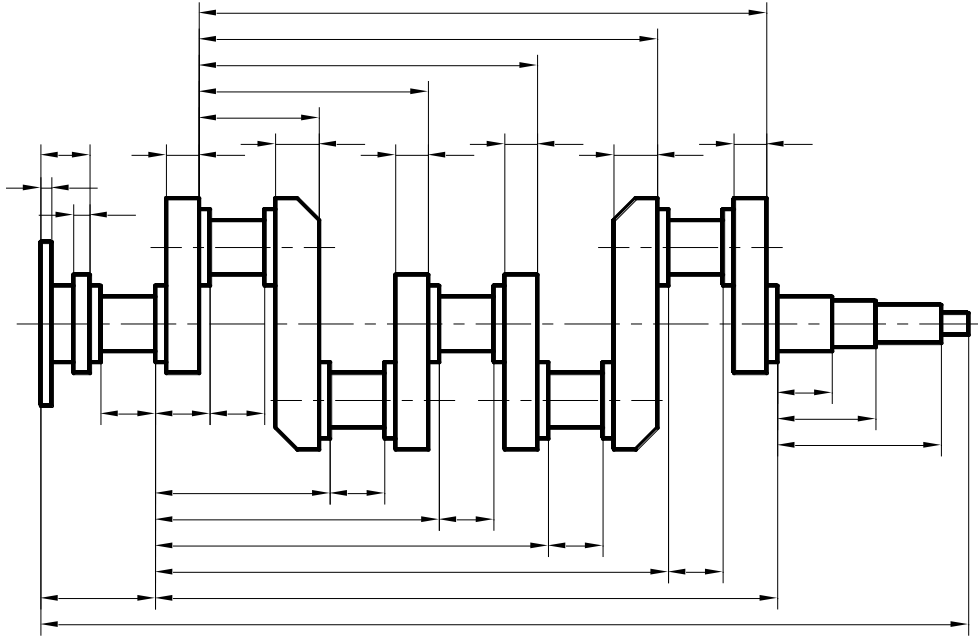
Az egy vetületen elhelyezett méreteket az áttekinthetőség érdekében csoportosítani kell:

- A 19.45. ábrán pl. a darab külső tagozódását megadó méreteket a vetület nézeti, a belső üregek méreteit pedig a metszeti részen adtuk meg.



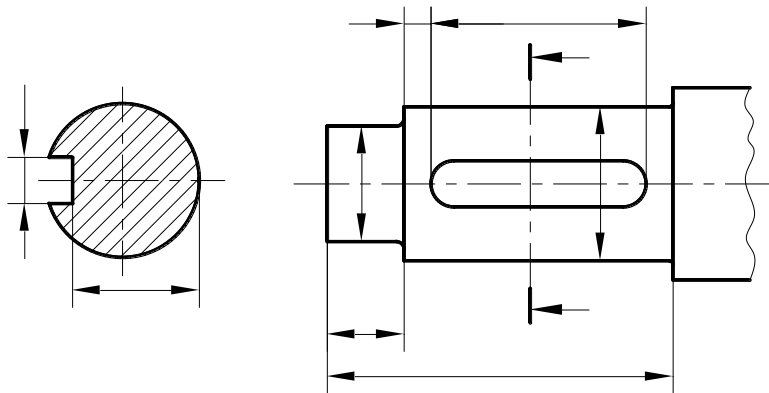
19.45. ábra.

- A nyersen maradó és megmunkált felületeket meghatározó méreteket külön választjuk (ny-től ill. m-től megadva). A két bázis helyzetét egymáshoz képest az  $\phi$ -vel jelölt méret határozza meg (19.46. ábra).



19.46. ábra.

A geometriai alakot meghatározó méreteket – mint összetartozó méretcsoportot – lehetőleg ugyanazon a vetületen kell megadni. Ilyen összetartozó méret a 19.47. ábrán a reteszhorony szelvényrajzán megadott két méret. A harmadikat, a horony hosszméretét csak a másik vetületen lehet megadni. Ugyancsak összetartozónak tekintjük a zsákfurat átmérőjét és mélységmértét, a lyukkör átmérőjét és a rajta elhelyezkedő furatok mértét, stb.

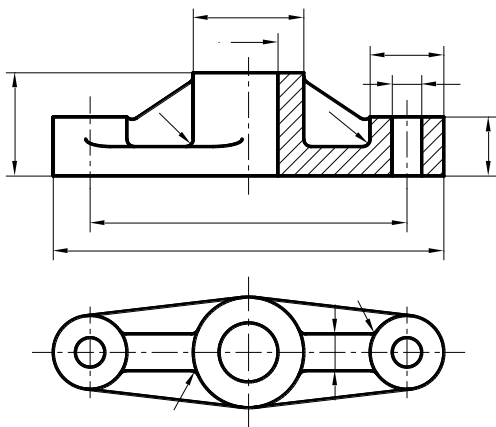


19.47. ábra.

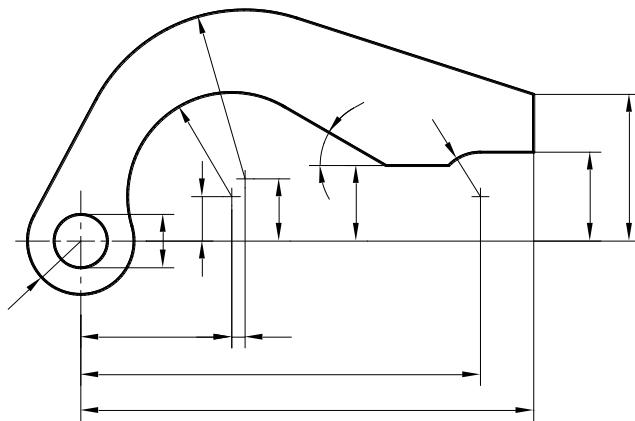


Csak egy helyen kell méretekkel illetve mérethálózattal ellátni a szimmetrikus alkatrészen tükörképként elhelyezkedő, vagy a munkadarabon ismételten előforduló és többször kirajzolt elemeket (furatokat, szemeket, bordákat, hornyokat), ha ezek azonossága a rajz alapján félreérthetetlenül felismerhető, valamint más hasonló elemtől megkülönböztethető (19.48. ábra).

Mérethálózattal kell meghatározni azokat a méreteket is (furatok, körívek középpontjának helyét), amelyek az alkatrészen nem ellenőrizhetők, de szükségesek a méretek előrajzolásához, a gyártóeszköz elkészítéséhez vagy a szerszámgép beállításához (19.49. ábra).



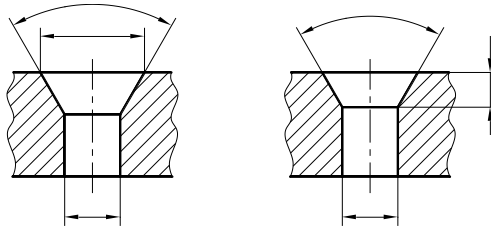
19.48. ábra.



19.49. ábra.

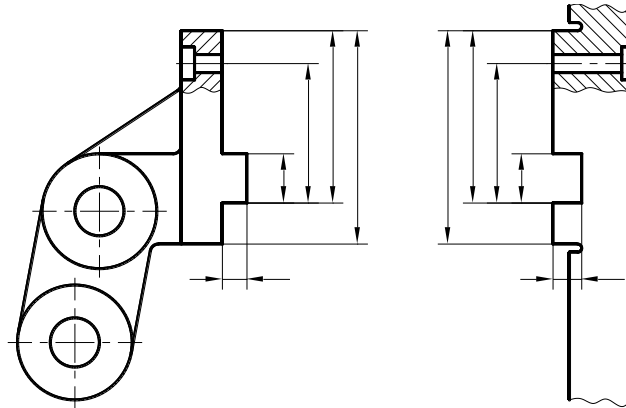


Furatsüllyesztés mérethálózatában a süllyesztő szerszám kúpszögét és a legnagyobb átmérőt vagy a süllyesztés tengelyirányú méretét szokás megadni (19.50. ábra).



19.50. ábra.

Egymáshoz csatlakozó két alkatrész egymásba illő és geometriailag hasonló kialakítású felületeit, azonos bázisvonalra támaszkodó, azonos felépítésű mérethálózattal kell meghatározni (19.51. ábra).



19.51. ábra.

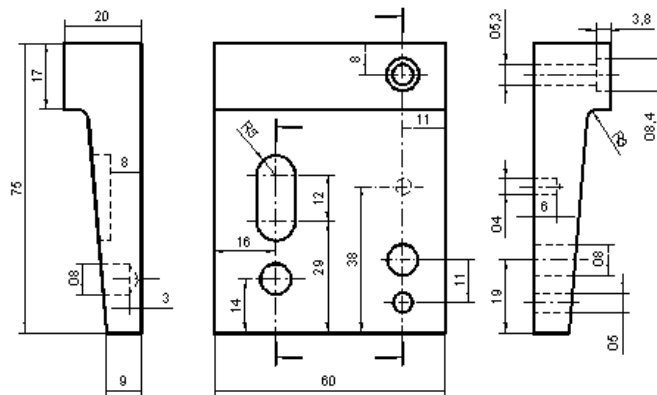
## Gyakorló és önellenőrző feladatok:

### 19.1. feladat.

Az alábbi ábrán egy szorító nézetekkel ábrázolt műszaki rajzát látja.

- Alakítsa át a jobb és bal oldali nézetet rész- illetve teljes metszetté!
- Építse fel a mérethálózatot!
- Ügyeljen a méretek szabványos megadására! (Vegye észre, hogy a horony méretezése nem megfelelő és, hogy a két egyszerű metszet miatt célszerű lesz azonosítani a metszeti vetületeket!)

Javasoljuk, hogy a megoldást csak a feladat teljes elkészülése után tekintse meg!



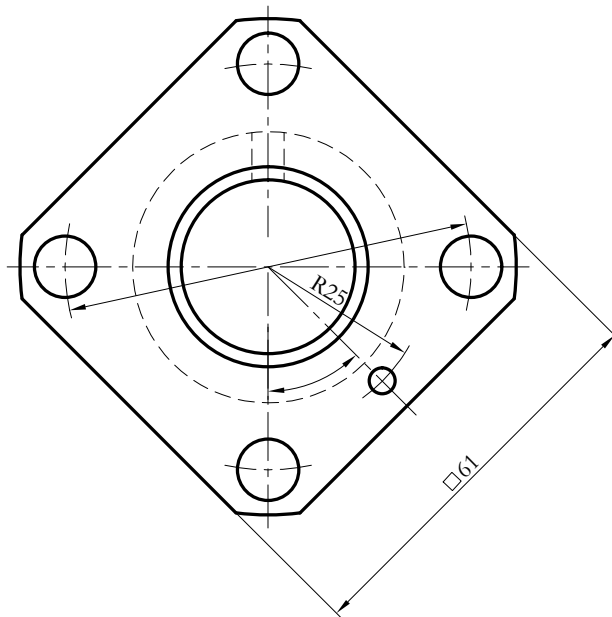
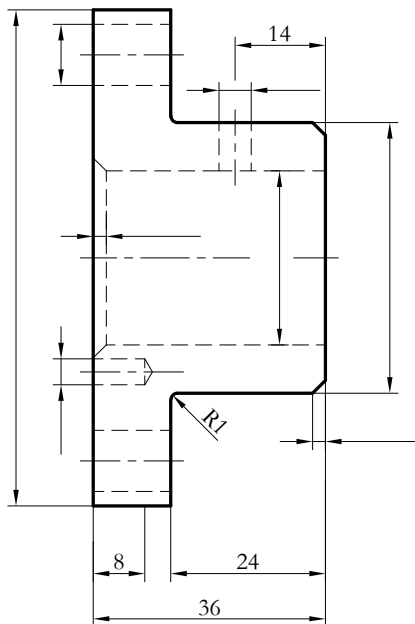


## 19.2. feladat.

Az alábbi ábrán egy persely nézetekkel ábrázolt műszaki rajzát látja.

- Ábrázolja az alkatrészt befordított metszettel!
- Építse fel a mérethálózatot!
- Ügyeljen a méretek szabványos megadására!

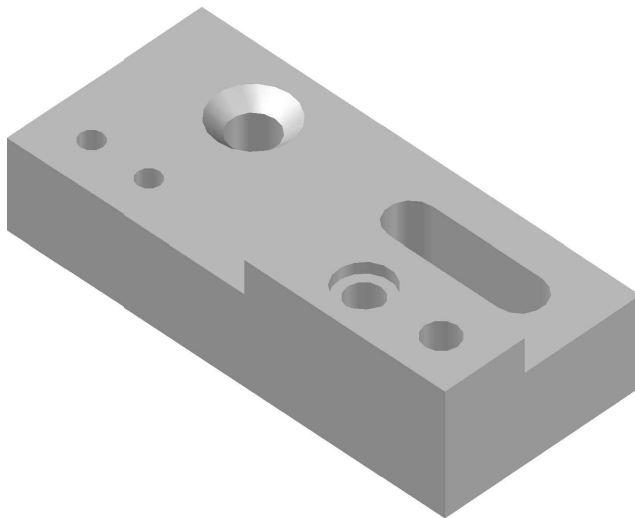
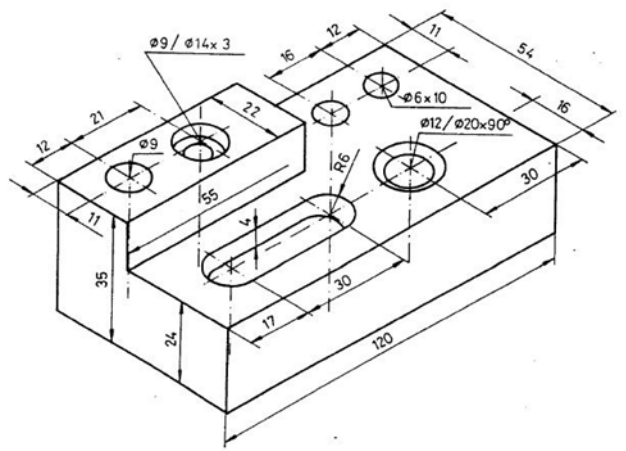
Javasoljuk, hogy a megoldást csak a feladat teljes elkészülése után tekintse meg!



### 19.3. feladat.

Az alábbi térhatású ábrán egy csonkolt hasáb alakú alkatrészt lát, különböző belső üregekkel.

- Készítse el a tárgy alkatrészzrajzát!
- Csak annyi vetületet rajzoljon, ahány egyértelműen megmutatja a darabot!
- Építse fel a mérethálózatot!



Javasoljuk, hogy a megoldást csak a feladat teljes elkészülése után tekintse meg!

Ebben a feladatban a tárgynak „csak” a térhatású ábráját adtuk meg. Erről a képről kell eldönteni Önnek, hogy hány és milyen vetület segítségével tudja egyértelműen megmutatni és méretezni az alkatrészt.



Ha tanult már műszaki ábrázolást, akkor a feladat megoldása nem okoz gondot. De ha most foglalkozik először a tárgyak műszaki ábrázolásával, akkor javasoljuk, hogy az alábbi leírás szerint próbálja megoldani a feladatot.

A rajzolás menete:

1. Elemezze a munkadarabot!

- A befoglaló forma egy olyan hasáb, amelynek felső lapját az egyik sarok kivételével lemunkáltuk.
- Az alkatrészben különböző méretű és alakú üregek vannak. Az 6-os furatok és a horony adott mélységű, a többi furat pedig átmenő. (Mivel ezeknek nincs megadva a mélysége.)

2. Vegyük észre, hogy az üregek két, egymással párhuzamosan elhelyezkedő síkban vannak, tehát két egyszerű metszettel egyértelműen ábrázolhatók!

3. Az előlnézet nézési irányát úgy válasszuk meg, hogy a két metszeti vetületet célszerűen az előlnézet helyére rajzolva és egy felülnézeti vetülettel kiegészítve az alkatrész külső és belső tagoltsága egyértelműen megmutatható legyen!

4. Mivel két egyszerű metszetet rajzolunk egymással párhuzamosan, ezért ne feledkezzünk meg a metszősíkok jelöléséről és a metszeti vetületek azonosításáról!

5. A furatok rajzolásánál figyeljünk arra, hogy a süllyesztésük eltérő és, hogy a méretek megadása a térhatású ábrán nem szabványos!

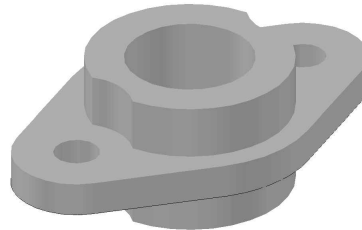
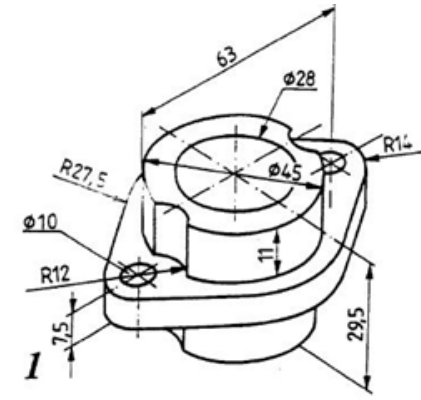
6. A mérethálózat felépítésénél kerüljük a méretvonalak, méretsegédvonalak kereszteződését, ügyeljünk a mérethatárolók és méretszámok elhelyezésére és az alakhoz kapcsolódó jelek helyes alkalmazására!

7. A méretek elhelyezésénél tartsuk be azt a szempontot, hogy a metszeti vetületen a belső, a nézeti vetületen pedig a külső méreteket adjuk meg!

## 19.4. feladat.

Az alábbi ábrán egy furatokkal ellátott csőcsatlakozó idomot lát.

- Készítse el a tárgy alkatrészrajzát!
- Csak annyi vetületet rajzoljon, ahány egyértelműen meghatározza a darabot!
- Építse fel a mérethálózatot!



Javasoljuk, hogy a megoldást csak a feladat teljes elkészülése után tekintse meg!

A rajzolás menete:

### 1. Elemezze a munkadarabot!

- A befoglaló forma egy olyan összetett alakzat, amelynek középső lekerekített pereméhez alul és felül is egy csonkolt hengeres toldat csatlakozik.
- Az alkatrészben egy  $\phi 28$ -as és két  $\phi 10$ -es átmenő furat van.

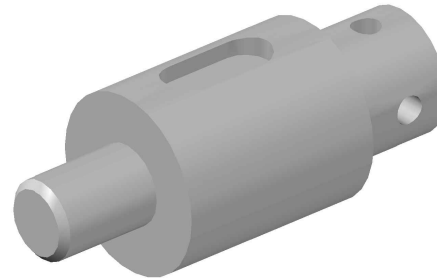
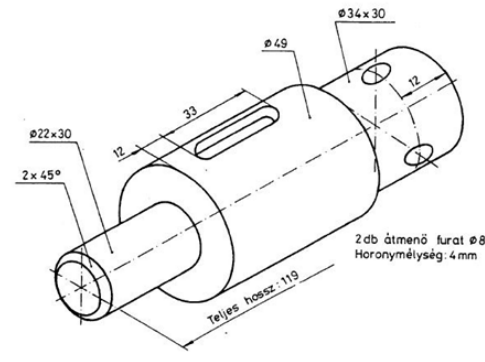


2. A furatok és a hengeres rész csonkolása is a szimmetriasíkba esik, tehát a nézési irányt célszerű úgy megválasztani, hogy a szimmetriasíkban készített metszeti vetület az előlnézet helyére kerüljön!
3. A metszeti vetülethez rajzolt felülnézettel (amit félvetülettel rajzoltunk) a darab egyértelműen megmutatható.
4. A mérethálózat felépítésénél kerüljük a méretvonalak, méretsegédvonalak kereszteződését, ügyeljünk a mérethatárolók és méretszámok elhelyezésére és az alakhoz kapcsolódó jelek helyes alkalmazására!
5. A méretek elhelyezésénél tartsuk be azt az irányelvet, hogy a metszeti vetületen a belső, a nézeti vetületen pedig a külső méreteket adjuk meg!
6. A perem rádiuszos kialakítása miatt a darab befoglaló méretét kiadódó méretként adjuk meg!



**19.5. feladat.** Az alábbi ábrán egy tengely térhatású ábráját látja.

- Készítse el a tárgy alkatrészrajzát!
- Csak annyi vetületet rajzoljon, ahány egyértelműen meghatározza a darabot!
- Építse fel a mérethálózatot!



Javasljuk, hogy a megoldást csak a feladat teljes elkészülése után tekintse meg!



## A rajzolás menete:

### 1. Elemezze a munkadarabot!

- A befoglaló forma egy különböző átmérőjű hengerekből álló alakzat.
- Az  $\varnothing 22$  és  $\varnothing 34$  mm méretű csap hossza egyaránt 30 mm.
- Az  $\varnothing 34$ mm-es tengelyvállban két egymásra merőleges  $\varnothing 8$ mm-es átmenő furat van.
- A tengely középső, legnagyobb átmérőjű részén pedig egy horony található.
- A horony rajzon nem jelölt szélessége 8, mélysége pedig 4 mm (szabványból).

2. Az ábrázolásnál vegyük figyelembe, hogy a tengelyeket hosszirányban metszeni tilos, de a tengelyükre merőlegesen annyi keresztmetszeti képet készíthetünk, amennyi az egyértelmű megmutatáshoz szükséges!

3. Az előlnézeti vetületet a tengelyre jobbról ránézve rajzoljuk és a horonyhoz rajzolt helyi nézettel, illetve a furatok szimmetriasíkján átmenő metszősíkkal készített keresztmetszeti képpel egészítsük ki!

4. Ügyeljünk a helyi nézet helyes elhelyezésére és méretezésére!

5. Mivel a metszeti vetület elhelyezésére több lehetőségünk is van, figyeljünk a metszősík, ill. a metszet azonosítására, ha szükséges!

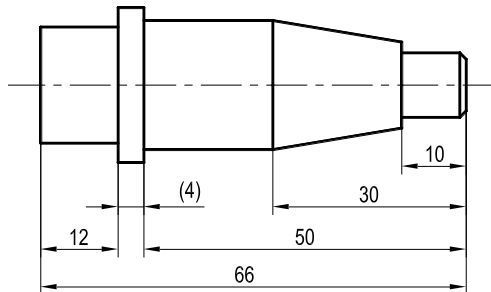
6. A mérethálózat felépítésénél kerüljük a méretvonalak, méretsegédvonalak kereszteződését, ügyeljünk a mérethatárolók és méretszámok elhelyezésére és az alakhoz kapcsolódó jelek helyes alkalmazására!

7. A méretek elhelyezésénél tartsuk be azt az irányelvet, hogy a belső méreteket lehetőleg a metszeti, metszeti vetületen a belső, a külső méreteket pedig a nézeti vetületen adjuk meg!

## Modulzáró feladatok:

## Quiz

1. Milyen méretmegadási szabályt közvetít számunkra az alábbi ábra? Jelölje a helyes választ!



Tengelyszerű alkatrész méretezése csak párhuzamos méretelhelyezéssel történhet.

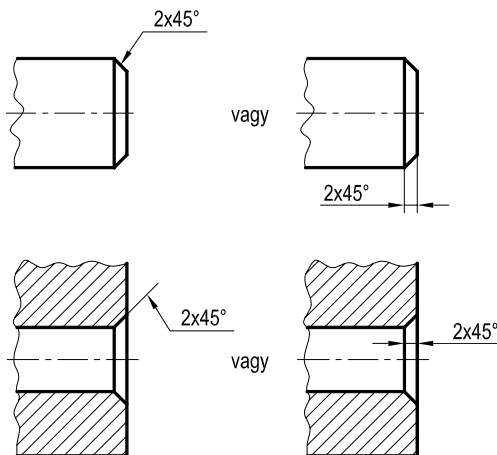
Tengelyek méretezési bázisának csak a határoló felület választható.

A rajzon megadhatók olyan tájékoztató méretek is, amelyek a rajz értelmezését megkönnyítik, de az alkatrész elkészítéséhez és ellenőrzéshez nem használhatók. Az ilyen méretet zárójelben kell elhelyezni.





2. Az alábbi ábrán külső és belső, de egyaránt  $45^\circ$ -os letörések ábrázolását és méretezését látja. Nézze meg figyelmesen a rajzokat, majd jelölje az ábrázolással kapcsolatos „igaz” állítást!



Külső és belső, de  $45^\circ$ -os élettörést egyszerűsítve is lehet méretezni. A  $45^\circ$ -os élettörések egyszerűsített méretmegadása abból áll, hogy a letörés szögét szorozva a keletkező csonka kúp magasságával egy méretvonalon, ill. mutatóvonalon adjuk meg.

A  $45^\circ$ -os élettörések méretmegadása kizárólag a letöréssel keletkezett csonka kúp magasságának méretezésével adható meg.

3. Az alábbiakban kúpos tárgyrészek méretezésével kapcsolatos állításokat olvashat. Jelölje közülük az igaz állítást!

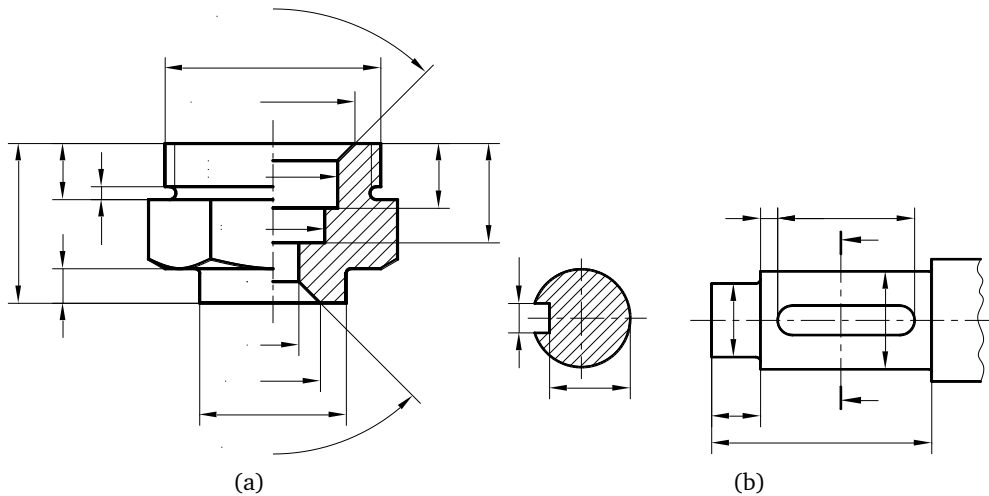
A kúpok méretmegadása minden esetben az átmérők, a kúp hossza és kúpszög megadásával történik.

A kúpok meghatározásához csak annyi méretet kell megadni, amennyi az egyértelműséghez szükséges, de előnyben kell részesíteni a kúposság 1:x aránnyal megadott méretezését.

4. Párosítsa az alábbi méretmegadásra vonatkozó meghatározásokat a hozzájuk tartozó ábrával!

A) Egy vetületen belül a külső és belső felületeket megadó méreteket csoportosítani kell.

B) A geometriai alakot meghatározó méreteket – mint összetartozó méretcsoportot –, lehetőleg ugyanazon a vetületen kell megadni.



A:

B:

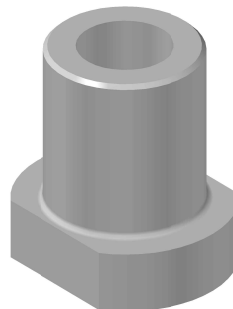
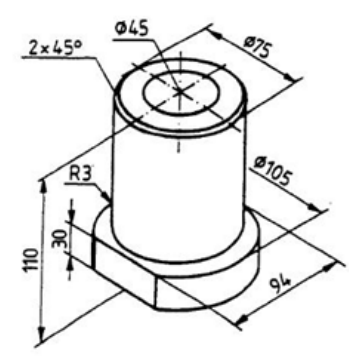


### 19.6. feladat.

Az alábbi ábrán egy átmenő furattal ellátott perselyszerű alkatrészt lát, amelynek perem részén kétoldali lelapolás található.

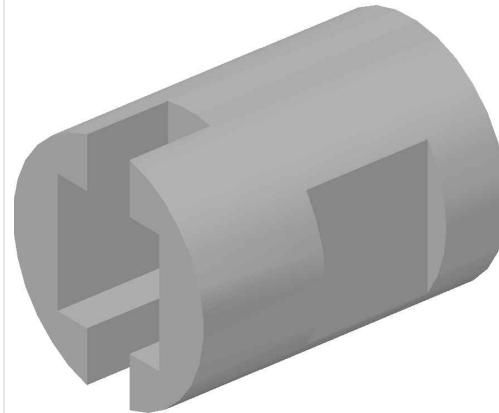
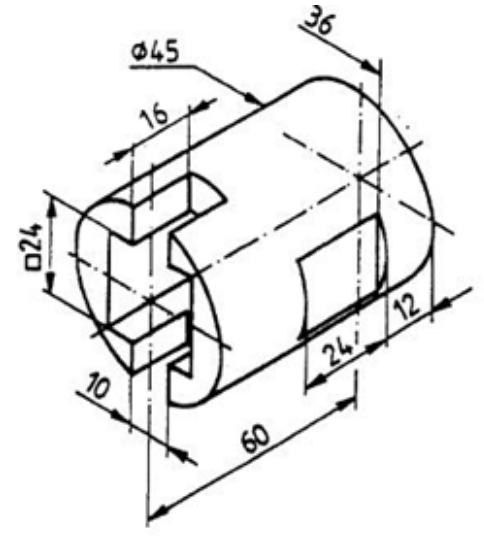
- Készítse el a tárgy alkatrészbrajzát!
- Csak annyi vetületet rajzoljon, ahány egyértelműen megmutatja a darabot!
- Ábrázolja félnézet-félmetszettel!
- A felülnézetet félvetülettel rajzolja!
- Építse fel a mérethálózatot!

Javasoljuk, hogy a megoldást csak a feladat teljes elkészülése után tekintse meg!



**19.7. feladat.** Az alábbi ábrán egy négyzet keresztmetszetű belső üreggel kialakított munkadarabot lát, amelynek bal oldalán 2 horony, a külső részén pedig kétoldalas lelapolás található!

- Készítse el a tárgy alkatrészrajzát!
- Csak annyi vetületet rajzoljon, ahány egyértelműen meghatározza a darabot!
- Az előlnézetet rajolja félnézet-félmetszettel!
- Építse fel a mérethálózatot!



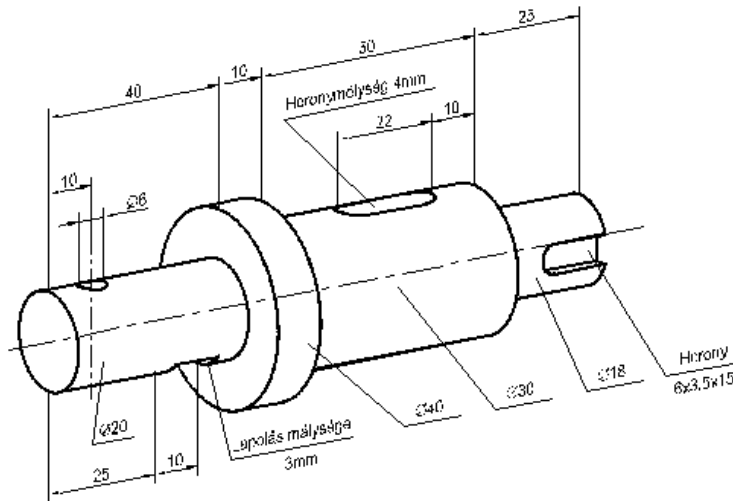
Javasoljuk, hogy a megoldást csak a feladat teljes elkészülése után tekintse meg!



**19.8. feladat.** Készítse el a térhatású ábrájával adott tengely műszaki rajzát! Az ábrázoláshoz használjon szelvényt, metszetet, kitöréses metszetet és helyi nézetet!

Rajzoláskor vegye figyelembe az alábbiakat:

- a 22 mm-es horony szélessége 8mm,
- az  $\varnothing 18$  mm-es tengelyvállban levő horony szélessége 6, mélysége 3,5, a hossza pedig 15 mm,
- a tengelyvállak R3 rádiusszal csatlakoznak egymáshoz,
- a tengely mindkét végén  $1 \times 45^\circ$ -os letörés van.





## VIII. MODUL

# FELÜLETMINŐSÉG. TŰRÉSEK ÉS ILLESZTÉSEK

Az alkatrészek felületei a leggondosabb megmunkálással sem készíthetők el tökéletesen simára. Ennek oka a megmunkáló szerszámok élének pontatlansága, a munka közben bekövetkező kopás, a munkagép, munkadarab lengése, forgácsolási jellemzők (pl. előtolás), stb. Ezek a megmunkált felületeken egyenetlenségeket okoznak, amelyeknek a megengedhető értékét a rajzon elő kell írni. A kész munkadarabok többé-kevésbé eltérnek a rajzon ábrázolt munkadaraboktól. Az eltérés háromféle lehet: méreteltérés, alakeltérés, helyzeteltérés. Ezek az eltérések nehézséget okozhatnak a szerelés, a működés és a karbantartás folyamán. Ezért az eltérések megengedhető mértékét is elő kell írni. A megengedett eltéréseket nevezzük **tűréseknek**.

Két azonos névleges méretű alkatrész egymáshoz játékkal vagy fedéssel kapcsolódhat. A kapcsolat megtervezése az illesztés, a megvalósult illesztés pedig az illeszkedés.

Ebben a részben bemutatjuk, hogyan értelmezzük és hogyan lehet előírni a rajzon a felületminőséget, a tűréseket illetve két alkatrész tervezett illesztését.



## 20. A felületminőség alapfogalmai és megadása a rajzon

### Aktivitás

Olvassa el a jegyzet 20. fejezetét. A feldolgozás során a következőkre figyeljen:

- Mi a mértani, a valóságos és az észlelt felület?
- Mi a különbség az érdesség és hullámosság között?
- Milyen paramétereket használunk a felületi érdesség jelölésére?
- Mit jelent az átlagos érdesség?
- Mit jelent az egyenetlenség magasság?
- Mik az átlagos érdesség javasolt mérőszámai?
- Milyen érdességi alapjeleket különböztetünk meg?
- Milyen információkat tartalmaznak az érdességi alapjelek?
- Milyen kiegészítő előírásokat adhatunk meg az érdességi alapjel mellé?
- Milyen szabályai vannak az érdességi jel elhelyezésének a rajzon?
- Mit jelent a kiemelt felületi érdesség?
- Hogyan függ össze a felületi finomság a gyártási eljárással?

### Követelmény

A tananyag elsajátítása akkor tekinthető sikeresnek, ha Ön:

- Meghatározások közül ki tudja választani a mértani, a valóságos és az észlelt felület fogalmát.
- Felsorolásból ki tudja választani a felületi érdesség és hullámosság jelentését.



- Felsorolásból ki tudja választani a különböző felületi érdesség paramétereit.
- Meghatározások közül ki tudja választani az átlagos érdesség és az egyenetlenségmagasság jelentését.
- Jelentéstartalmuk alapján azonosítani tudja a különböző felületi érdesség alapjeleit.
- Felsorolásból ki tudja választani a az érdességi alapjel mellett megadható kiegészítő információkat és helyüket az érdességi jel mellett.
- Alkalmazni tudja a rajzokon a különböző felületi érdesség megadásra vonatkozó szabályokat.
- Felismeri és meg tudja adni a rajzon a kiemelt felületi érdesség jelet.

## Kulcsszavak

Mértani felület, valóságos felület, észlelt felület, hullámosság, érdesség, átlagos érdesség, egyenetlenségmagasság, érdességi mérőszámok, a felületi érdesség rajzjele, a rajzjel elhelyezése, kiemelt felületi érdesség.

### 20.1. A felületminőség alapfogalmai

Mint említettük az alkatrészek felületei a leggondosabb megmunkálással sem készíthetők el tökéletesen simára. Ennek oka a megmunkáló szerszámok élének pontatlansága, a munka közben bekövetkező kopása, a munkagép, munkadarab lengése, forgácsolási jellemzők (pl. előtolás), stb. Ezek a megmunkált felületeken egyenetlenségeket okoznak, amelyeknek a megengedhető értékét a rajzon elő kell írni.

A különféle egyenetlenségek leírásához meg kell határoznunk néhány fogalmat.

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

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





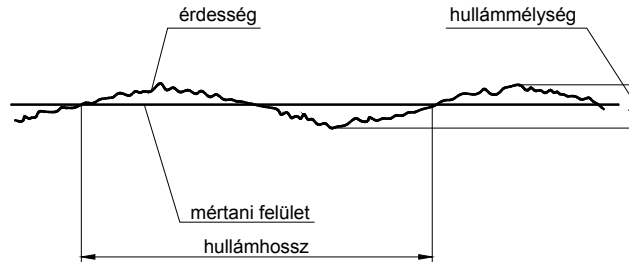
A különféle mérőeszközökkel a valóságos felületet csak bizonyos közelítéssel lehet érzékelni. A mérés eredménye az **észlelt felület**.

Az **egyenetlenség** a tényleges felületnek egy célszerűen választott, a ráfekvő felülettel egyenközű mértani felülethez viszonyított kiugrásai és bemélyedései. (Ráfekvő felület: a névleges felület alakjával azonos alakú felület, amely a valóságos felülettel érintkezik és a test anyagán kívül úgy helyezkedik el, hogy a vonatkoztatási hossz határain belül közte és a valóságos felület legtávolabbi pontja között az eltérés a legkisebb legyen.) A munkadarab felületének eltérése a mértani felülettől többféle lehet, ezek közül itt csak a következőkkel foglalkozunk:

- alakhiba,
- hullámosság,
- érdesség.

**Alakhiba:** a valóságos felület eltérése a mértani felület (névleges felület) alakjától (pl.: köralakhiba), ezzel később foglalkozunk.

**Hullámosság:** a felületnek viszonylag nagy térközű, ismétlődő felületi egyenetlensége, amelynek hullámmélysége a hullámhosszhoz viszonyítva kicsi (20.52. ábra).



20.52. ábra.

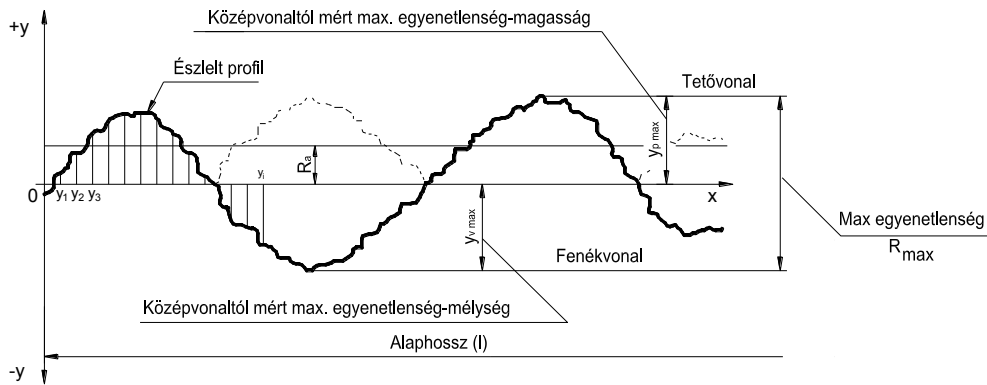


**Érdesség:** a munkadarab valóságos felületén tapasztalható viszonylag kis térközű, különféle jellegzetes mintázatú ismétlődő egyenetlenség.

A **felületminőség** a felület jellemzőinek az összessége. A legfontosabb jellemző a **felületi érdesség**, ezért ennek a vizsgálatával foglalkozunk részletesebben.

## A felületi érdesség

Az érdesség jellemzésére az átlagos érdességet ( $R_a$ ) vagy az egyenetlenség magasságot ( $R_z$ ) használjuk. Mindkét jellemzőt a felületre merőleges sík és az adott felület metszéspontjaként adódó profil megfelelő értékelésével kapjuk (20.53. ábra).



20.53. ábra.

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



Az érdesség meghatározásához használt vonalak:

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

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

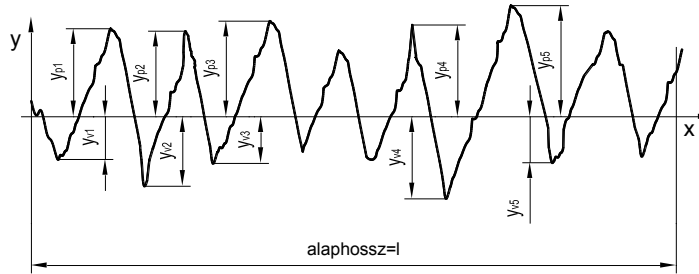
$$Ra = \frac{1}{l} \int_0^l |y| \, dx, \text{ vagy közelítően } Ra = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|,$$

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

Az érdességi mérőszámot mikrométerben ( $\mu\text{m}$ ) kell megadni.



**Az egyenetlenség magasság ( $R_z$ )** a felületi érdesség másik mérőszáma. Az egyenetlenség magasság az alaphosszon belül észlelt profil öt legkiállóbb csúcsának és az öt legmélyebb gödrének, az alábbi képlet szerinti átlaga (20.54. ábra).



20.54. ábra.

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

Az egyenetlenség magasságot szintén  $\mu\text{m}$ -ben kell megadni.

Néha szükség van a felületi egyenetlenségek maximális értékére ( $R_{max}$ ), amely a tetővonal és a fenékvonal egymástól való távolsága:  $R_{max} = y_{pmax} + y_{vmax}$ . A rajzon általában nem adjuk meg.



Az átlagos érdesség számértékeit az 1. táblázat, az egyenetlenség magasság és a maximális egyenetlenség számértékeit a 2. táblázat adataiból választhatjuk. Elsősorban a kiemelt vonalvastagságú adatokat használjuk. A számérték megadása azt jelenti, hogy az Ra vagy Rz a megadottnál nagyobb nem lehet.

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

1. táblázat. Az átlagos érdesség számértékei

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

2. táblázat. Az egyenetlenség magasság számértékei



Az átlagos érdesség megadható a vonatkozó szabvány érdességi fokozat számaival is a [3. táblázat](#) szerint. (A táblázatban az Ra értékei  $\mu\text{in}$ -ben is meg vannak adva.)

| Ra érdességi értékek |                | Az érdességi fokozatok száma |
|----------------------|----------------|------------------------------|
| $\mu\text{m}$        | $\mu\text{in}$ |                              |
| 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                           |

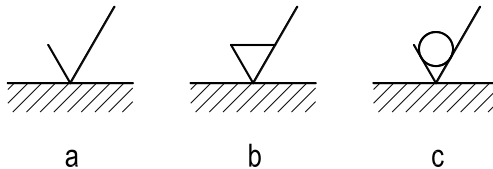
3. táblázat. Érdességi fokozat számai

## 20.2. A felületi érdesség megadása a rajzon

### Az érdesség jelölése

Egy rajzon az **összes felület érdességét meg kell adni**. A felület érdességét rajzon az érdesség alapjelével, az érdesség számértékével és — esetenként — a felület érdességének egyéb kiegészítő adataival határozzuk meg.

Az érdesség alapjele két, nem egyenlő hosszúságú egyenes vonalból áll, amelyek  $60^\circ$ -os szöget zárnak be a felületet ábrázoló vonallal ([20.55.a](#) ábra). Ez a jel önmagában "vizsgált felületet" jelent, és nem ír elő követelményeket a felületi érdesség nagyságára.

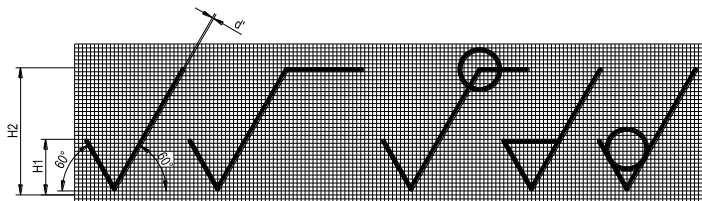


20.55. ábra.

Ha a megmunkálás anyageltávolítással (pl. forgácsolással) történik, az alapjelet a 20.55.b ábra szerint is lehet rajzolni. Ez a rajzjel önmagában "megmunkálandó felület"-et jelent, és nem ír elő követelményeket a felületi érdességre.

A 20.55.c ábrán látható rajzjelet akkor kell használni, ha az anyageltávolítás nincs megengedve (forgács nélküli megmunkálás). Ez a jel alkalmazható a gyártási folyamatra vonatkozóan annak jelölésére is, hogy a felületet az előző gyártási eljárásból eredő állapotában kell hagyni, függetlenül attól, hogy milyen gyártási eljárással keletkezett ez a felület.

A felületminőségi jellemzők megadásához a rajzjel hosszabbik ágát egy vonallal kell kiegészíteni. Ha ugyanazt a felületminőséget kell megadni egy alkatrész kapcsolódó felületein, akkor ezt a jelet még egy körrel kell kiegészíteni. Az alapjelet és a kiegészítő jeleket a 20.56. ábra szerint kell rajzolni. Méretek a 4. táblázat szerint.



20.56. ábra.

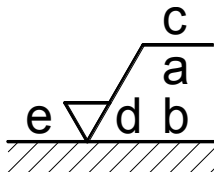


|                              |      |      |     |
|------------------------------|------|------|-----|
| Számok és betűk magassága, h | 2.5  | 3.5  | 5   |
| Jelek vonalvastagsága, d'    | 0.25 | 0.35 | 0.5 |
| Betűk vonalvastagsága, d     |      |      |     |
| Magasság, H1                 | 3.5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

4. táblázat. Rajzjelek és kiegészítő jelek méretei

### 20.3. A rajzjelet kiegészítő adatok

A felületminőség egyes előírásait a rajzjelen a 20.57. ábra szerint kell elhelyezni



20.57. ábra.

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

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

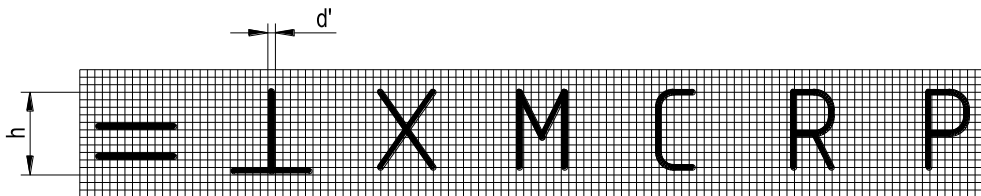
A **c** helyen adhatjuk meg a gyártási eljárás módját, a felületkezeléseket (pl. hőkezelés), bevonatokat vagy más gyártási eljárási követelményeket.

A **d** helyen lehet megadni a megmunkálással kialakított felületi mintázatot (például szerszámnyomokat),





megadva az elhelyezkedés irányát. A 20.58. ábrán a megmunkálással kialakított felületi mintázat jeleinek alakja látható.



20.58. ábra.

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

#### 20.4. Az érdesség jelének és számértékének elhelyezése a rajzon

Az érdesség jelét arra a felületre kell rajzolni, amelyre vonatkozik. Rajzolható kontúrvonalra, nézetvonalra vagy méretsegédvonalra úgy, hogy a csúcsa a felületre mutasson (20.59. ábra).

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

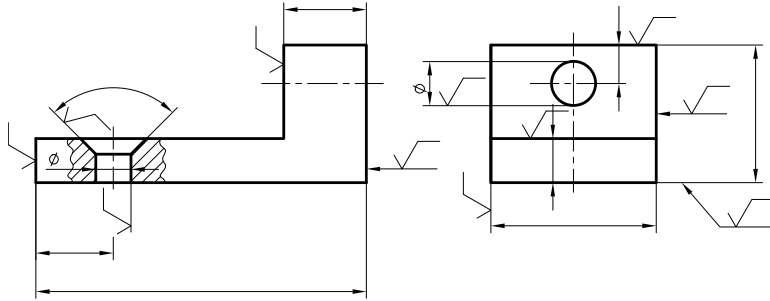
Kis méretben rajzolt felületek érdességi jele a méretvonalon is elhelyezhető, ha nem okoz félreértést, vagy a méretezéshez méretsegédvonalra nincs szükség. Ilyenkor az érdesség jelét a méretszám után kell feltüntetni a méretvonalon, vagy az ahhoz csatlakozó vízszintes vonalszakaszon (20.60. ábra).

Az érdesség számértéke a 20.57. ábra szerint helyezkedik el, a vonatkoztatott felülettel párhuzamosan. A mérőszám általában 2,5mm magas, de legfeljebb akkora, mint a méretszám.

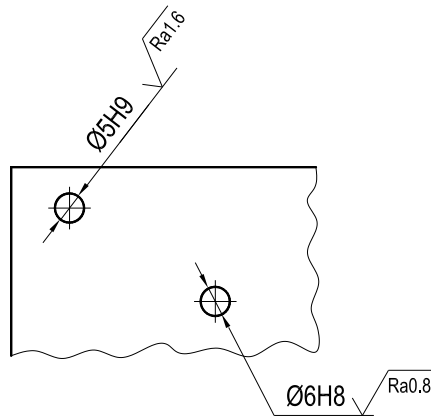
Az alkatrész minden egyes felületének érdességét csak egyszer kell meghatározni, függetlenül a vetületek számától és attól, hogy az ábrázolt felületet törés szakítja meg.



Az érdesség jelét azon a felületen kell elhelyezni, amelyen a felület mérete is meg van adva, lehetőleg a méret közelében.



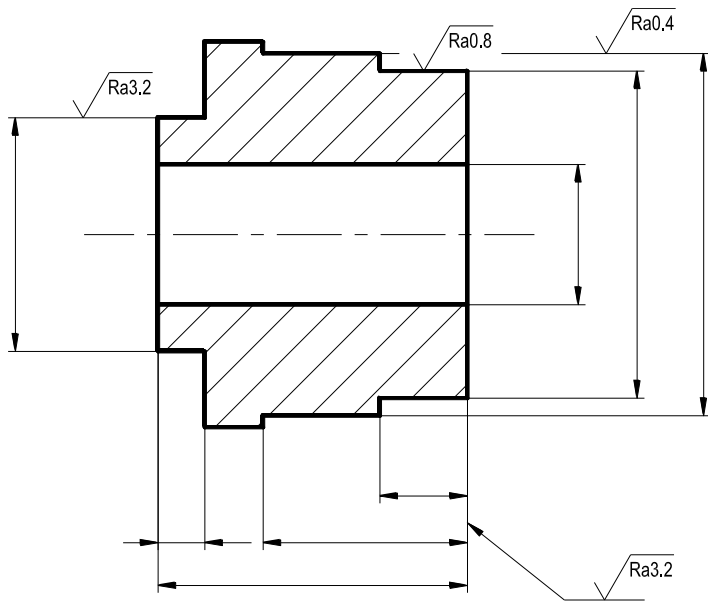
20.59. ábra.



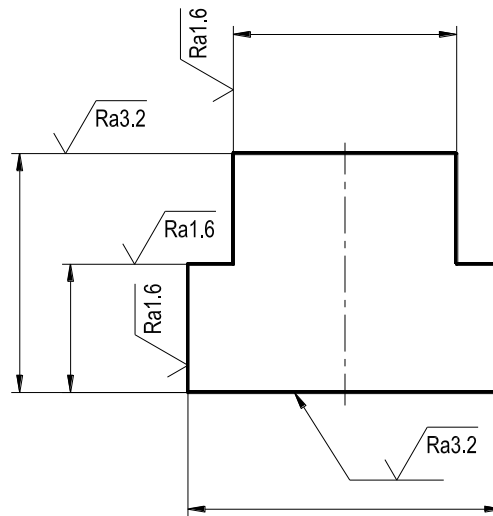
20.60. ábra.



Az érdesség jelét és a hozzá tartozó számértéket semmilyen vonal nem keresztezheti, szükség esetén a vonalat meg kell szakítani. Forgásfelületeken elég az egyik alkotón megadni a felületi érdességet (20.61. ábra). Az azonos érdességű, szimmetrikusan elhelyezkedő felületeken elegendő az érdesség jelét csak az egyik oldalon feltüntetni (20.62. ábra).



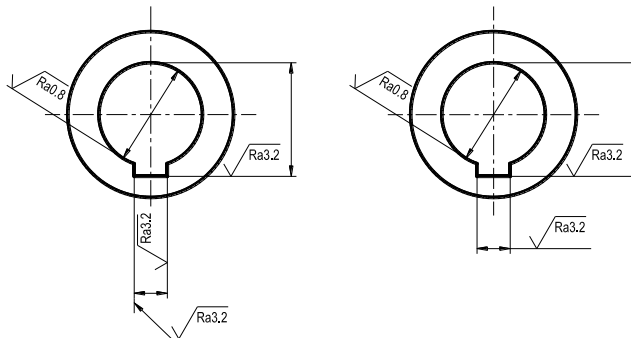
20.61. ábra.



20.62. ábra.

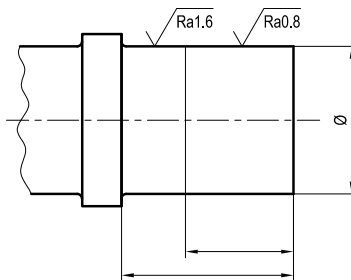


Az együtt megmunkálható, összetartozó felületeket (pl. reteszhorony oldalfelületei) is külön-külön kell ellátni érdességi jellel, illetve megadható a már említett egyszerűsített módon (20.63. ábra).



20.63. ábra.

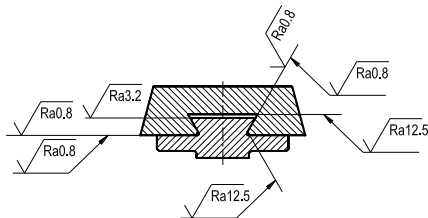
Az azonos névleges méretű, de különböző érdességű felületszakaszok érdességét külön-külön kell megadni, egymástól vékony vonallal elválasztani és helyzetét beméretezni. A választó vonalat csak látható felületen kell megrajzolni (20.64. ábra).



20.64. ábra.



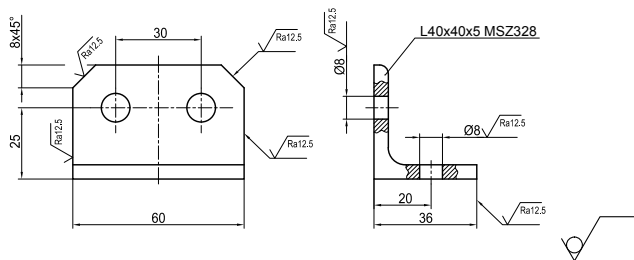
Méretezett összeállítási rajzon az alkatrészek illeszkedő felületén az érdesség jelet mindkét felületre külön–külön fel kell rajzolni, még akkor is, ha érdességük azonos (20.65. ábra).



20.65. ábra.

## 20.5. Egyszerűsítések az érdesség megadásában

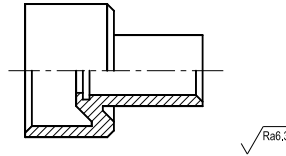
Az érdességet nem kell azokra a felületekre megadni, amelyeknek az érdességét olyan szabvány vagy rajz írja elő, amelyekre az adott rajzon utalás van. A szabványos előgyártmányból készítendő alkatrésznek csak az utólag megmunkálendő felületein kell az érdességet megadni (20.66. ábra) és kiemelt érdességi jellel kell utalni arra, hogy maradnak megmunkálatlan felületek.



20.66. ábra.



Ha az alkatrész összes felületét azonos érdességűre kell készíteni, a felületi érdesség jele kiemelve adható meg (20.67. ábra). A kiemelt érdességi jel helye a szövegmező felett van, mérete pedig kb. kétszerese a normál érdességi jelnek.



20.67. ábra.

Kiemelhető a leggyakrabban előforduló érdesség jele akkor is, ha az alkatrészen különböző érdességű felületek vannak. (Rendszerint a legdurvább felület jelképét emelik ki.) A kiemelt jel mindazon felületekre vonatkozik, amelyekre külön előírás nincs. A zárójelben megadott érdességi alapjel a kiemelt érdességen kívüli más érték(ek)re utal (20.68. ábra). A zárójelben megadhatók a kiemelt érdességtől eltérő érdességek számértékei is.

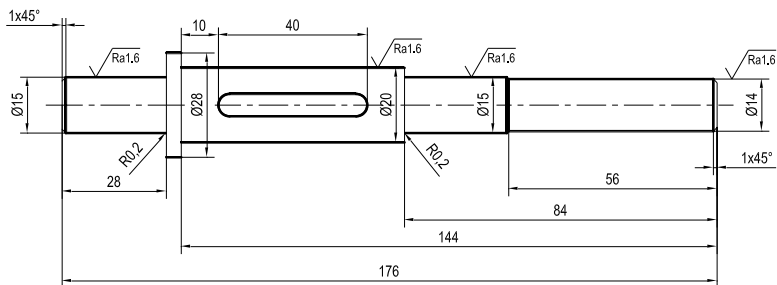
Több alkatrészt tartalmazó rajzon a kiemelt érdességi jelet a tételszám mellé kell rajzolni (20.69. ábra).

Egymáshoz csatlakozó, azonos érdességű felületek esetén az érdességet a 20.70. ábra szerint adjuk meg. Élek 45°-os tompításának érdességét a méretszám után adhatjuk meg, ha szükséges (20.71. ábra).

Fogazat működő felületének (fogfelület) érdességét az osztókörön (osztóhenger alkotón), a fenékszalagot a lábkört jelentő vonalon kell megadni, ha eltér a fog felületétől. A fejhenger érdességét a fejhenger alkotón vagy a fejkörön adjuk meg (20.72. ábra). (A megnevezések értelmezését lásd a ... pontban.)

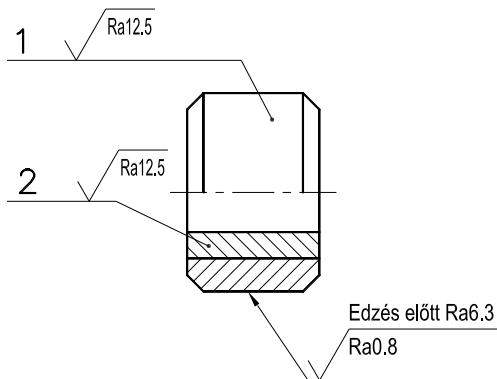
A fémes bevonatú (pl. galvanizált) vagy festett, mázolt, lakkozott, zománcozott stb. alkatrészekre előírt felületi érdesség – más előírás hiányában – a bevonás előtti állapotra vonatkozik.

Az adatokkal kiegészített, többször ismétlődő érdességi jel azonosító jellel is megadható, amelynek értelmezését a szövegmező felett meg kell magyarázni (20.73. ábra).

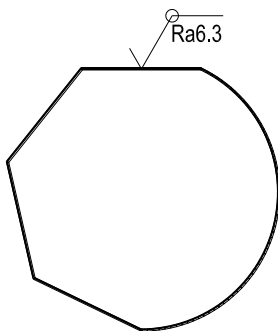


√ Ra12.5 (√)

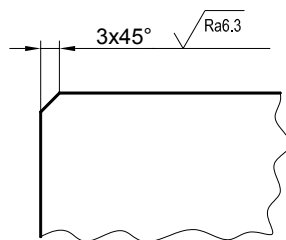
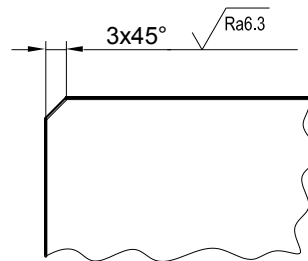
20.68. ábra.



20.69. ábra.

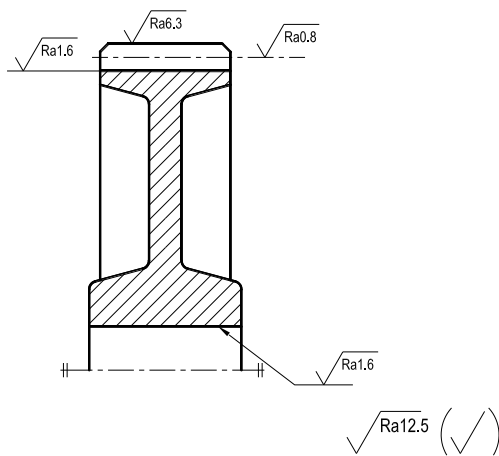


20.70. ábra.

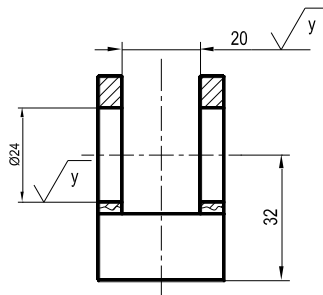
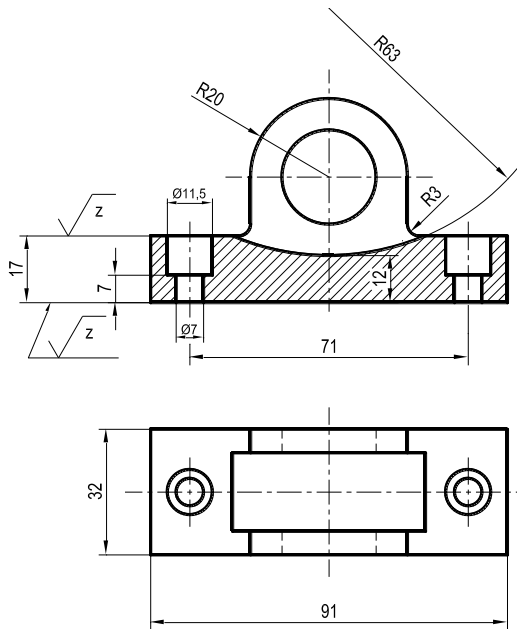


20.71. ábra.





20.72. ábra.



$$\sqrt{z} = \sqrt{\begin{matrix} \text{Ra0.8} \\ \perp \\ \text{Ra0.4} \end{matrix}}$$

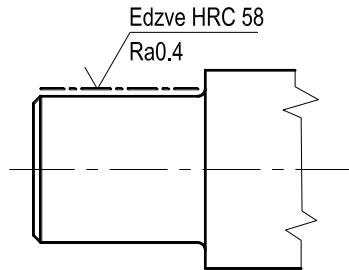
$$\sqrt{y} = \sqrt{\text{Ra3.2}}$$

$$\sqrt{\text{Ra12.5}} \left( \sqrt{\quad} \right)$$

20.73. ábra.



A 20.74. ábra felületkezelésre vonatkozó jelölést mutat.



20.74. ábra.





A felület minőségét a gyártási mód befolyásolja. A különböző megmunkálásokkal elérhető felületek minőségéről ad áttekintést az 5. táblázat.

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

5. táblázat. Különféle gyártási eljárásokkal elérhető felületminőségek



## Önellenőrző feladatok

### Quiz

1. Az alábbi meghatározások egy-egy felületminőségi alapfogalmat jelentenek. Párosítsa ezeket a meghatározásokat a megfelelő alapfogalommal!

- a) A munkadarab valóságos felületén tapasztalható, viszonylag kis térközű, különféle jellegzetes mintázatú, ismétlődő egyenetlenség.
- b) Az elkészült munkadarabot határoló felület, amely az anyagot a környezetétől elválasztja.
- c) A munkadarab rajzán ábrával és méretekkel meghatározott felület.
- d) A különböző mérőeszközökkel érzékelhető felület.

Mértani felület

Valóságos felület

Észlelt felület

Érdesség



2. Azonosítsa az átlagos felületi érdesség és az egyenetlenség magasság paramétereit, azok jelölésével!

- a)  $R_p$
- b)  $R_m$
- c)  $R_z$
- d)  $R_{max}$
- e)  $R_y$
- f)  $R_a$

Átlagos érdesség:

Egyenetlenség magasság:

3. Igaz-e az alábbi állítás? Jelölje a helyes választ!

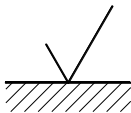
Az átlagos érdesség az észlelt profil pontjainak átlagtávolsága a középvonaltól az alaphosszon.

Igaz      Nem igaz

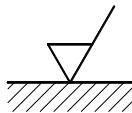


4. Az érdességi alapjelek az érdességi paraméter és mérőszám nélkül is hordoznak információt. Mi a jelentése a különböző alapjeleknek?

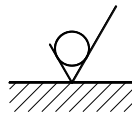
Párosítsa az alapjelek rajzait azok tartalmával!



a



b



c

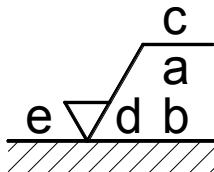
A) Forgácsolással megmunkálendő felület.

B) Forgács nélküli megmunkálás az adott felületre.

C) „Általános” felületi érdesség jel, ami nem ír elő utasítást a megmunkálás módjára.



5. A felületi érdesség jelek kiegészítő információkat tartalmazhatnak. Ezeknek az információknak a helye meghatározott a jel környezetében.



Válassza ki az alábbi csoportokból a kiegészítő adatok tartalmára és elhelyezésére vonatkozó igaz állításokat!

A "c" helyen adhatjuk meg a gyártási eljárás módját.

Az "e" helyen a felületi érdesség paramétere és számértéke szerepel.

A "d" helyen lehet megadni a megmunkálási ráhagyás értékét.

A megmunkálási ráhagyás értékét az "e" helyen lehet megadni mikronban.

Az "a" és "b" helyen a felületi érdesség paraméter alsó és felső határát adjuk meg.

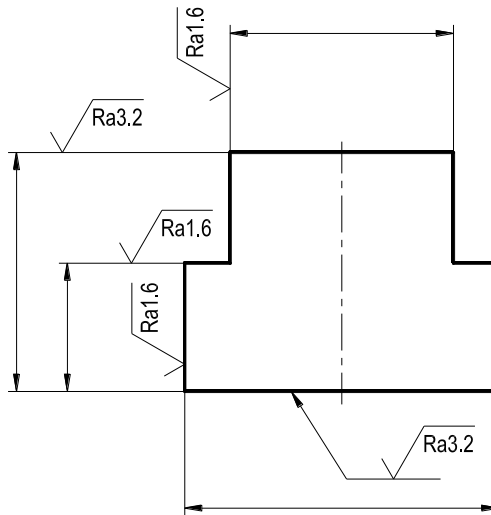
A felületi érdesség mérőszámát mikrométerben adjuk meg.

A felületi érdesség paraméter alsó és felső határát mindig megadjuk.

A megmunkálási ráhagyás mértékegysége mm.



6. Nézze meg figyelmesen az alábbi ábrát és jelölje a helyes választ!

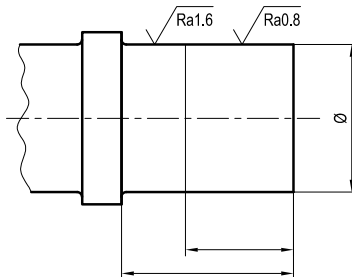


Az  $Ra\ 1,6$  érdességi előírás csak arra a felületre vonatkozik, amelyre a felületi érdességi jel mutat.

Igaz    Hamis

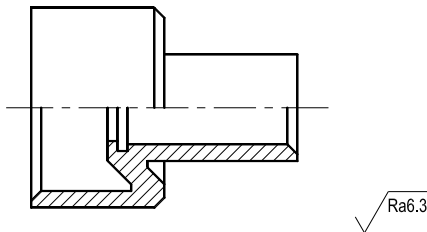


7. Mit jelent az alábbi felületi érdességi előírás? Nézze meg a rajzot és jelölje a helyes választ!



Azt jelenti, hogy a jelölt felület érdességét a két megadott érték közül tetszőlegesen választhatjuk.  
Azt jelenti, hogy az Ra 0,8 finomságú felületnek csak a jelölt határoló vonalig kell tartani.

8. Értelmezze az alábbi felületi érdesség előírást és tegye igazzá az alábbi kijelentést!

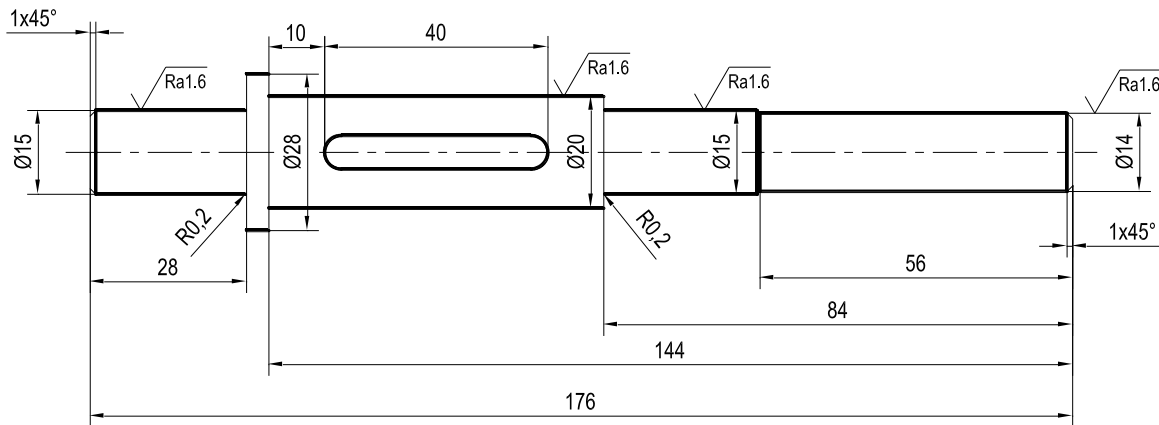


A kiemelt felületi érdesség előírás ebben az esetben azt jelenti, hogy a munkadarab .....felülete Ra 6,3 felületi érdességű.

egy tetszőlegesen megválasztott  
minden



9. Nézze meg az alábbi rajzot és válaszoljon a felületi érdességgel kapcsolatos kérdésekre!



$\sqrt{Ra 12.5} \left( \sqrt{\quad} \right)$

Mit jelent a kiemelt felületi érdesség jel utáni, zárójelbe tett alap érdességi jel?

Azt jelenti, hogy az  $Ra 12,5$  érdességű felületeken kívül más érdességű felület is van a munkadarabon.

Azt jelenti, hogy a felületeket  $Ra 12,5$  mikron felületi finomságúra is készíthetjük.

Azt jelenti, hogy a felületekre nem teszünk megmunkálási mód kikötést.



**10.** Az alábbi állítások a felületi érdességre, ill. egy adott felület minőségére vonatkoznak. Döntse el az állítások igaz vagy hamis voltát!

A felület minősége az érdesség mérőszámának növekedésével arányosan finomodik.

A köszörült felület minősége jobb, mint az esztergált felületé.

A kiemelt felületi érdesség jelet a rajz jobb alsó részén helyezzük el.

A felületi érdesség jeleket csak alulról és jobbról olvashatóan helyezhetjük el a rajzon.

A felületi érdesség jelet vastag vonallal rajzoljuk.

A felületi érdesség jel mellett az érdességi paraméter jelét is mindig szerepeltetni kell.





## 21. Tűrések és illesztések

### Aktivitás

Olvassa el a jegyzet 21 fejezetét a 22 fejezetig. A tanulás során a következőkre figyeljen:

- Mit jelent a méretszóródás, alsó határméret, felső határméret, alsó eltérés, felső eltérés, névleges méret (alapméret), alapeltérés, tűrésfokozat és tűrés fogalma.
- Mely adatok szükségesek a tűrés megadásához.
- Hogyan jelöljük és hol helyezkednek el az alapvonalhoz képest a csapok és a lyukak alapeltérései.
- Milyen, a tűrésetlen méretek határeltéréseire vonatkozó pontossági osztályokat használunk
- Hogyan adunk meg tűrésezett méreteket műszaki rajzokon.

### Követelmények

A lecke tananyagának elsajátítása akkor tekinthető sikeresnek, ha Ön képes lesz:

- Definíciókat hozzárendelni a megfelelő, tűrésekkel kapcsolatos kifejezésekhez.
- Ábra alapján meghatározni egy tűrésezett méret jellemző értékeit.
- Adott tűrésről eldönteni, hogy az csapra, vagy lyukra vonatkozik.
- Tűrésezett méretek jellemzőit táblázatból kikeresni, tűrésezett méreteket megadni és megfelelően elhelyezni rajzokon.

### Kulcsszavak

Tűrés, mérettűrés, névleges méret, alapvonal, felső eltérés, alsó eltérés, felső határméret, alsó határméret, tűrésfokozat, tűrésetlen méret, a mérettűrés megadása, a tűrésmező elhelyezkedése, a tűrésmező szélessége.



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

- méreteltérés
- alakeltérés
- helyzeteltérés

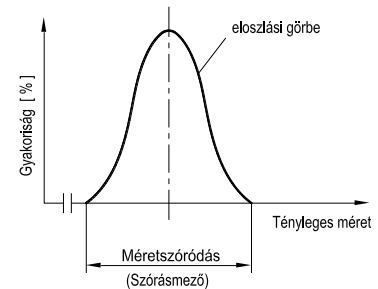
Ezek az eltérések nehézséget okozhatnak a szerelés, a működés és a karbantartás folyamán. Ezért az eltérések megengedhető mértékét elő kell írni. A megengedett eltéréseket nevezzük tűréseknek.

## 21.1. A mérettűrések

### A tűrésmező

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

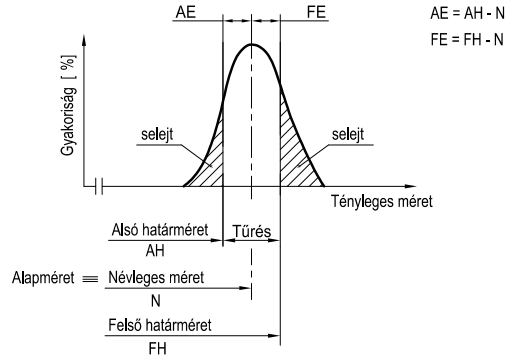
méretű alkatrész méretének ellenőrzésekor az tapasztalható, hogy a tényleges méretek nagy része megközelíti a szórásmező középértékét (21.75. ábra). Minél nagyobb a méretnek a középértéktől való eltérése, annál kisebb a gyakorisága.



21.75. ábra.



A teljes szórásmezőbe tartozó értékek nem minden esetben építhetők be a szerkezetbe. A körülmények megfelelő mérlegelésével ki lehet jelölni azt a két határt, amelyen belül a tényleges méretértékek még megfelelnek, vagyis az alsó határméretet ( $AH$ ) és a felső határméretet ( $FH$ ). Ez a két határméret határozza meg a megengedett méretszóródást, a tűrésmezőt, amit egyszerűen tűrésnek is nevezünk (21.76. ábra).

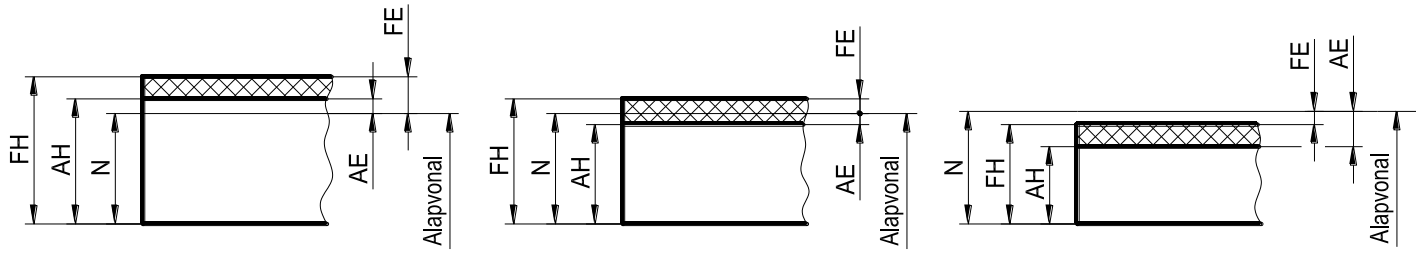


21.76. ábra.

A magyar szóhasználat a tűrés fogalmában nem csak a méretszóródás nagyságát, hanem a tűréshatárok elhelyezkedését is érti. A 21.76. ábrán a névleges méretet és a szórásmező középértékét azonosnak vettük, ez az alapméret, amelyre az eltérést vonatkoztatjuk. Az alsó határméret és az alapméret közötti különbség az alsó határeltérés ( $AE$ ). A felső határméret és az alapméret közötti különbség a felső határeltérés ( $FE$ ). A szabványos tűrésmegadásnál az alapméret mindig azonos a névleges mérettel.



A tűrésmező elhelyezkedése a névleges mérethez viszonyítva sokféle lehet. A három alaptípus a 21.77. ábrán látható. A névleges méretnek (alpméretnek) megfelelő vonalat alapvonalnak is nevezzük. A 21.77. ábrán és a későbbi ábrákon a tűréshatárokat erős torzítással ábrázoljuk, és a tűrésmezőt vonalkázzuk (szokás feketíteni is). Ezek az ábrák nem géprajzi, hanem magyarázó ábrák. Az ábrázolás azt jelenti, hogy az alkatrész elkészülése után minden olyan méret, amely az alsó és a felső határméret között van, megfelelő. Nagyon lényeges annak a megértése, hogy a tűrés előírása méretlehetőségeket jelent a megvalósulás előtt. Az elkészült alkatrésznek nincs tűrése, hanem mérete van, és ennek kell a megadott méretlehetőségeken (tehát tűréshatárokon) belül lennie.

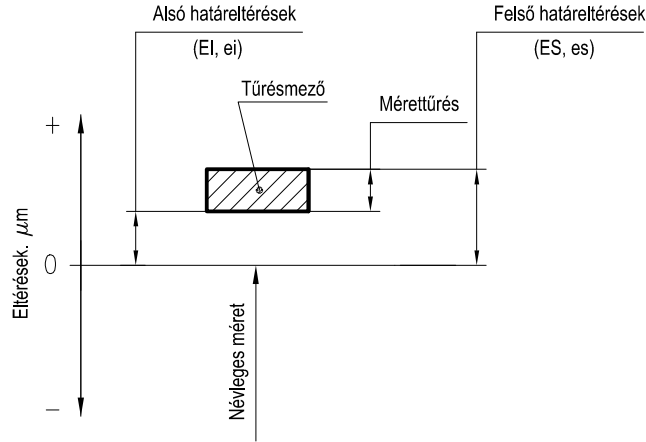


21.77. ábra.





A méret lehet kívülről vagy belülről mérhető. Alaktól függetlenül a tűrések és illesztések tárgyalásakor a külső méretet, mint csapot, a belső méretet, mint lyukat fogjuk említeni. (Itt jegyezzük meg, hogy a felső határeltérés jelölésére lyuk esetén  $ES$ , csap esetén  $es$ , míg az alsó határeltérés jelölésére lyuk esetén  $EI$ , csap esetén pedig  $ei$  jel is szolgál.) (21.78. ábra).



21.78. ábra.

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

- a tűrésmező nagysága ( $T = FH - AH$ ),
- a tűrésmező elhelyezkedése az alapvonalhoz viszonyítva.



## 21.2. A tűrés (tűrésmező) nagysága

Esetenként szabadon választott tűrések szerinti gyártás és mérés is lehetséges, de nem lenne gazdaságos. Ezért kívánatosnak látszott a megfelelően bizonyult tűrések rendszerbe foglalása. Ez lehetővé tette a tűrések egységes és rövid előírását, gyors és szabatos mérését, továbbá a cserélhetőséget az alkatrészgyártás, a szerelés, és a karbantartás folyamán.

Az így kidolgozott rendszer, a tűrések és illesztések ISO-rendszere, amelyben a tűrésnagyságot két tényező határozza meg:

- a névleges méret és
- a tűrésfokozat.

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

A névleges méret a tűrés nagyságát a tűréstényezőn keresztül határozza meg. Az 1 – 500mm-ig terjedő névleges méretekre a **tűréstényező**:

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

Ha a  $D$  értékét mm-ben helyettesítjük be, az  $i$  értéke  $\mu\text{m}$ -ben adódik. A tűréstényezőt egy-egy átmérőcsoportban a tartományhatárok mértani középátlányosára kell kiszámítani, és ez az érték – mint azt már előbb említettük – az egész tartományra érvényes.

A tűrésfokozat olyan tűréscsoportot jelent, amely minden névleges mérethez azonos pontossági szintet rendel. Az ISO rendszer valamennyi mérettartomány számára 20 tűrésfokozatot rendszeresít. A fokozatokat a következő számok jelölik:

01, 0, 1, 2, ... 18.



A tűrésnagyság — a tűrésfokozatnak megfelelően — 01-18-ig növekszik. Az azonos minőségekhez tartozó tűrésnagyságok sorozata tűrés-alapsorozatot alkot, amelynek jele az IT betűjelből és a tűrésfokozatot jelentő számjegyből áll. A tűrésnagyság ( $T$ ) a tűréstényező ( $i$ ) értékének és a minőségi tényezőnek ( $q$ ) a szorzata.

$$T = q \cdot i.$$

A  $q$  tényező, ha a tűrésfokozatot jelentő szám  $n$ ,

$$q = \left( \sqrt[n]{10} \right)^{n-1}$$

Ez az összefüggés IT5 – IT18 fokozat és 1–500mm névleges méretek között igaz. Az IT5-nél alacsonyabb fokozatokat az általános gépépítésben nem használják, ezért az ezekhez tartozó összefüggéseket nem ismertetjük. Az 500–3150mm közé eső tűrésnagyságokat hasonló módon, de más képlettel számítják, ezekkel itt szintén nem foglalkozunk.



Az IT szabványos tűrésnagyságok számértékeit a 3150 mm-ig terjedő névleges méretekre a 6. táblázat tartalmazza.

| Névleges méret, mm |     | Tűrésfokokozatok          |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |
|--------------------|-----|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
|                    |     | IT1                       | IT2 | IT3 | IT4 | IT5 | IT6 | IT7 | IT8 | IT9 | IT10 | IT11 | IT12 |
| felett             | -ig | Szabványos tűrésnagyságok |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |
|                    |     | m $\mu$                   |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |
| -                  | 3   | 0,8                       | 1,2 | 2   | 3   | 4   | 6   | 10  | 14  | 25  | 40   | 60   | 100  |
| 3                  | 6   | 1                         | 1,5 | 2,5 | 4   | 5   | 8   | 12  | 18  | 30  | 48   | 75   | 120  |
| 6                  | 10  | 1                         | 1,5 | 2,5 | 4   | 6   | 9   | 15  | 22  | 36  | 58   | 90   | 150  |
| 10                 | 18  | 1,2                       | 2   | 3   | 5   | 8   | 11  | 18  | 27  | 43  | 70   | 110  | 180  |
| 18                 | 30  | 1,5                       | 2,5 | 4   | 6   | 9   | 13  | 21  | 33  | 52  | 84   | 130  | 210  |
| 30                 | 50  | 1,5                       | 2,5 | 4   | 7   | 11  | 16  | 25  | 39  | 62  | 100  | 160  | 250  |
| 50                 | 80  | 2                         | 3   | 5   | 8   | 13  | 19  | 30  | 46  | 74  | 120  | 190  | 300  |
| 80                 | 120 | 2,5                       | 4   | 6   | 10  | 15  | 22  | 35  | 54  | 87  | 140  | 220  | 360  |
| 120                | 180 | 3,5                       | 5   | 8   | 12  | 18  | 25  | 40  | 63  | 100 | 160  | 250  | 400  |
| 180                | 250 | 4,5                       | 7   | 10  | 14  | 20  | 29  | 46  | 72  | 115 | 185  | 290  | 460  |
| 250                | 315 | 6                         | 8   | 12  | 16  | 23  | 32  | 52  | 81  | 130 | 210  | 320  | 520  |
| 315                | 400 | 7                         | 9   | 13  | 18  | 25  | 36  | 57  | 89  | 140 | 230  | 360  | 570  |
| 400                | 500 | 8                         | 10  | 15  | 20  | 27  | 40  | 63  | 97  | 155 | 250  | 400  | 630  |

6. táblázat. Tűrésfokokozatok és tűrésnagyságok

### 21.3. A tűrésmező elhelyezkedése

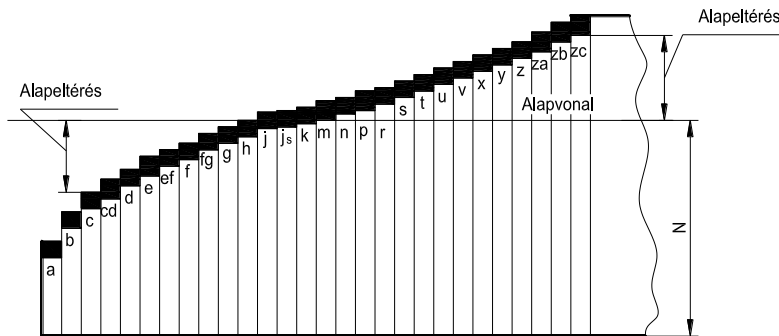
A tűrésnagyság egymagában még nem határozza meg a tűrést. Lényeges még a tűrésmező elhelyezkedése az alapvonalhoz (névleges mérethez) viszonyítva. A tűrésmező elhelyezkedésére jellemző az alapeltérés, amely a tűrésmező alapvonalhoz közelebb eső határvonala és az alapvonal között mérhető távolság. Nagysága tapasztalati képletek segítségével számítható. Az alapeltérés előjeles szám, attól függően, hogy a névleges méret felett (+) vagy alatt (-) helyezkedik el a tűrésmező kiindulásul szolgáló határméret.

A névleges méretek függvényében megállapított alapeltéréseket betűk jelölik, mégpedig a csapokhoz tartozókat kisbetűk, a lyukakhoz tartozókat pedig nagybetűk.

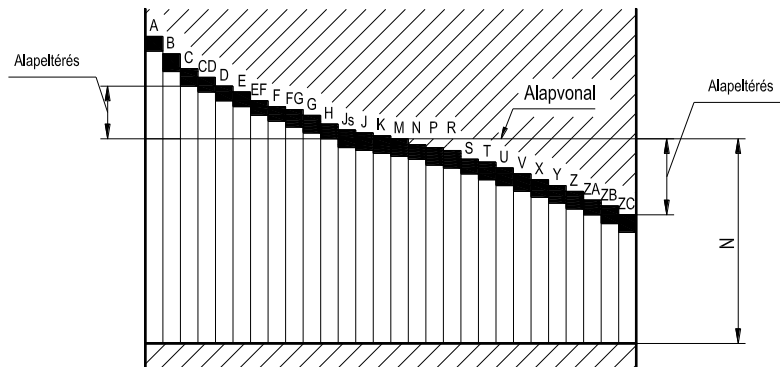
A 28 fajta alapeltérést a következő betűkkel jelölik:

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

A 21.79. ábra a csapok, a 21.80. ábra a lyukak alapeltéréseit szemlélteti. A tűrésnagyságok egy meghatározott méretre és azonos tűrésminőségre vonatkoznak.



21.79. ábra.



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

A  $k$  jelű csapok és a  $K, M, N$  jelű lyukak alapeltérése egyes minőségek esetén nulla. A  $p...zc$  jelű alapeltéréseknek megfelelő csapok mérete a névleges méretnél csak nagyobb, a  $P...ZC$  jelű lyukaké pedig csak kisebb lehet. Az alapeltérésekkel kapcsolatban jegyezzük meg:

- a csapok különböző alapeltérései – a *js*, *j* és *k* jelű alapeltérés kivételével – ugyanarra az átmérőcsoportra vonatkozóan azonos értékűek;
- a lyukak alapeltéréseire ugyanez elmondható *A...H*-ig minden minőségre, *P...ZC*-ig az IT8, ill. annál durvább minőségre. (Itt a lyuk alapeltérésének abszolút értéke megegyezik az ugyanolyan jelű csap alapeltérésének abszolút értékével.)



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

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

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

$\varnothing 40g6$

A tűréshatárokat kétféleképpen lehet meghatározni:

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



## Gyakorló feladat:

Mint említettük a tűrésértékek táblázatokban is rendelkezésünkre állnak. Lássunk most példát egy ilyen táblázatra:

| Névleges méret |     | Határeltérések mikrométerben |          |            |           |            |            |           |          |              |                      |           |            |            |            |
|----------------|-----|------------------------------|----------|------------|-----------|------------|------------|-----------|----------|--------------|----------------------|-----------|------------|------------|------------|
| felett         | -ig | H7                           | H8       | F8         | K7        | P7         | f7         | g6        | h6       | js6          | k6                   | m6        | p6         | r6         | s6         |
|                | 3   | +10<br>0                     | +14<br>0 | +20<br>+6  | 0<br>-10  | -6<br>-16  | -6<br>-16  | -2<br>-8  | 0<br>-6  | +3<br>-3     | +6<br>0              | +8<br>+2  | +12<br>+6  | +16<br>+10 | +20<br>+14 |
| 3              | 6   | +12<br>0                     | +18<br>0 | +28<br>+10 | +3<br>-9  | -8<br>-20  | -10<br>-22 | -4<br>-12 | 0<br>-8  | +4<br>-4     | +9<br>+1             | +12<br>+4 | +20<br>+12 | +23<br>+15 | +27<br>+19 |
| 6              | 10  | +15<br>0                     | +22<br>0 | +35<br>+13 | +5<br>-10 | -9<br>-24  | -13<br>-28 | -5<br>-14 | 0<br>-9  | +4,5<br>-4,5 | +10<br>+1            | +15<br>+6 | +24<br>+15 | +28<br>+19 | +32<br>+23 |
| 10             | 18  | +18<br>0                     | +27<br>0 | +43<br>+16 | +6<br>-12 | -11<br>-29 | -16<br>-34 | -6<br>-17 | 0<br>-11 | +5,5<br>-5,5 | +12<br>+1            | +18<br>+7 | +29<br>+18 | +34<br>+23 | +39<br>+28 |
| 18             | 30  | +21<br>0                     | +33<br>0 | +53<br>+20 | +6<br>-15 | -14<br>-35 | -20<br>-41 | -7<br>-20 | 0<br>-13 | +6,5<br>-6,5 | <sup>+15</sup><br>+2 | +21<br>+8 | +35<br>+22 | +41<br>+28 | +48<br>+35 |
| 30             | 50  | +25<br>0                     | +39<br>0 | +64<br>+25 | +7<br>-18 | -17<br>-42 | -25<br>-50 | -9<br>-25 | 0<br>-16 | +8<br>-8     | +18<br>+2            | +25<br>+9 | +42<br>+26 | +50<br>+34 | +59<br>+43 |

A fenti táblázat terjedelmi korlátok miatt a tűréseknek csak egy kiválasztott körét mutatja be. A mérettartomány határára eső méretek esetén abból a sorból kell kiválasztani az eltéréseket, amelyekben a keresett méret a felső érték. Például: 30mm-es névleges méret esetén a 18 – 30 mérettartomány sorából kell kikeresni az eltéréseket.

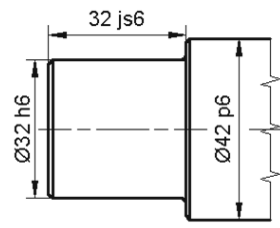
A táblázatban szereplő két adat közül a felső érték a felső határeltérés (FE), az alsó érték az alsó határeltérés (AE).





Nézzünk most konkrét példát a táblázat használatára!

Az alábbi ábrán egy tengelyvég mérettűréseit adtuk meg. Határozzuk meg a névleges méreteket, a határméreteket és a tűrésnagyságot (a tűrésmező szélességét)!



Az  $\text{Ø}32h6$  méret esetén a táblázat 30 – 50mm névleges méret rovatában és a  $h6$  oszlopában  $FE = 0$  és  $AE = -16$  értékeket találunk. Ez 0 és  $-0,016\text{mm}$  határeltérésnek felel meg. Azaz,  $a$  méret 32mm-től 0 és  $-0,016\text{mm}$ -rel térhet el.

Ez alapján az  $\text{Ø}32h6$  esetén: A (névleges méret)  $N = 32\text{mm}$

A (felső határméret)  $FH = 32 + 0 = 32\text{mm}$

Az (alsó határméret)  $AH = 32 - 0,016 = 31,984\text{mm}$

A (tűrésnagyság)  $T = FH - AH = 32 - 31,984 = 0,016\text{mm}$

A  $32js6$  esetén:

Táblázatból:  $FE = +0,008$ ,  $AE = -0,008\text{mm}$

$N = 32\text{mm}$

$FH = 32 + 0,008 = 32,008\text{mm}$

$AH = 32 - 0,008 = 31,992\text{mm}$

$T = 32,008 - 31,992 = 0,016\text{mm}$



Az  $\varnothing 42p6$  esetén:

Táblázatból:  $FE = +0,042$ ;  $AE = +0,026\text{mm}$

$$N = 42\text{mm}$$

$$FH = 42 + 0,042 = 42,042\text{mm}$$

$$AH = 42 + 0,026 = 42,026\text{mm}$$

$$T = 42,042 - 42,026 = 0,016\text{mm}$$

Lássunk most példát lyuk jellegű méret tűrésére! (A számítások ugyanúgy történnek, mint csap esetén.)

Példa:  $10H7$

Táblázatból:  $FE = +0,015$ ;  $AE = 0$

$$N = 10\text{mm}$$

$$FH = 10 + 0,015 = 10,015\text{mm}$$

$$AH = 10 + 0 = 10\text{mm}$$

$$T = 10,015 - 10 = 0,015\text{mm}$$



## A tűrésetlen méretek pontossága

Gazdasági szempontból csak azokat a méreteket tűrésezik, amelyek szóródása bizonyos határokon túl a munkadarab működőképességét, a szerelhetőségét vagy cserélhetőségét károsan befolyásolják, továbbá ha a gyárthatóság feltétlen megköveteli. (Általában mondható, hogy amikor a munkadarab másik munkadarabhoz illeszkedik.) Egyéb esetekben a méretet nem látják el tűréssel, tehát tűrésetlen méret keletkezik. (A tűrésetlen méretek megadásával a vonatkozó szabvány részletesen foglalkozik.)

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

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

Az alkatrészek tűrésetlen hosszméreteinek tűréseit a 7. táblázat tartalmazza.

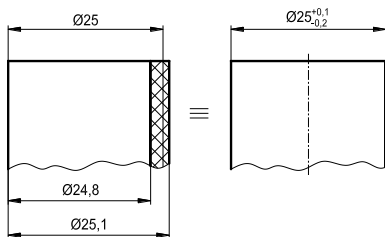
| A pontossági osztály |                 | Névleges méretsorozat és annak határeltérései |                  |                  |                     |                      |                       |                        |                        |
|----------------------|-----------------|-----------------------------------------------|------------------|-------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

7. táblázat. A tűrésetlen hosszméretek határeltérései

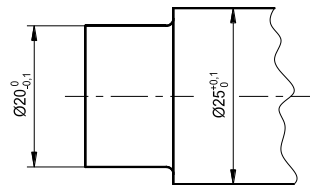


## 21.4. A mérettűrések megadása

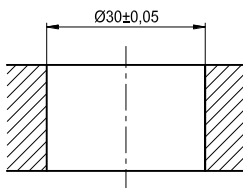
A megengedett határértérek számszerű értékével történő megadásnál a névleges méret után kell feltüntetni a tűrés határértékeit a méretszámnál egy betűnagysággal kisebb nagyságú számokkal a 21.81. ábra szerint. A megadott értékek mindig mm-t jelentenek. A határértékeket előjelükkel kell feltüntetni. A felső határértéket a méretszám közepe fölé, az alsó határértéket pedig a méretszám közepe alá kell írni. Ha az eltérés az alapvonalhoz képest mindkét irányban azonos, akkor csak egyszer kell előjellel leírni (21.82. ábra). A 0 méreteltérést is ki kell írni előjel nélkül (21.83. ábra). A szögek határértékeit fokban, percben és másodpercben kell megadni. A fok és a perc csak egész szám lehet (21.84. ábra).



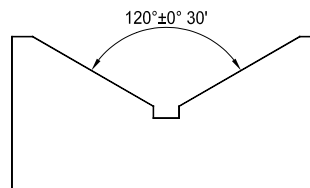
21.81. ábra.



21.83. ábra.



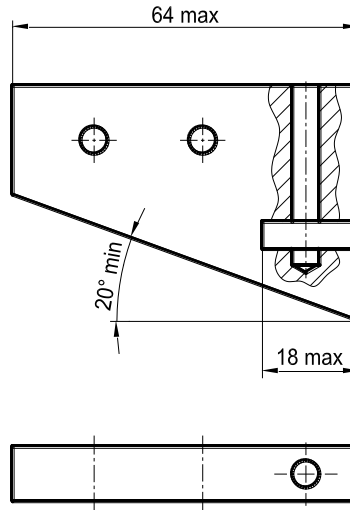
21.82. ábra.



21.84. ábra.



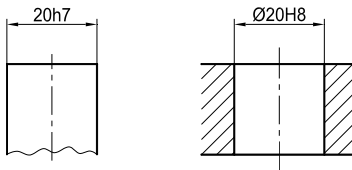
Az egy irányban határolt méretet vagy csak a felső, vagy csak az alsó határméretével kell előírni. Felső határméret esetén a névleges méret után írt max jellel, alsó határméret esetén min jellel (21.85. ábra).



21.85. ábra.

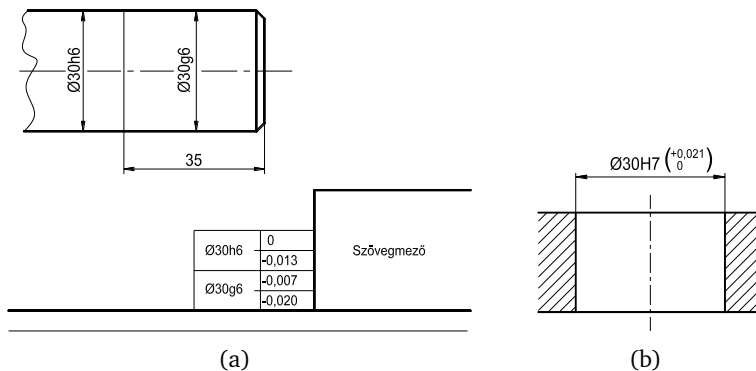


A szabványos ISO-tűrést az alapeltérésre és tűrésnagyságra utaló betűből és számból álló jellel kell megadni. A jelet a névleges méret után kell írni a méretszámmal megegyező nagyságban (21.86. ábra).



21.86. ábra.

Az azonos névleges méretű, de különböző tűrésű felületeket folytonos vékony vonallal kell elválasztani egymástól, és a névleges méretet a megfelelő tűréssel együtt, külön-külön meg kell adni mindegyik szakaszra. A szabványos tűrésekkel megadott méretek számszerű eltéréseit a szövegmező mellett vagy felett táblázatban kell megadni (21.87. (a) ábra), vagy a 21.87. (b) ábra szerint, a szabványos tűrésjel után zárójelben megadott értékkel.



21.87. ábra.



A következő rész (21.5 — 21.6) tájékoztató jellegű, ezért nem tartoznak hozzá követelmények és ellenőrző kérdések.

## 21.5. A felületi érdesség és a tűrés összefüggése

A működés

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

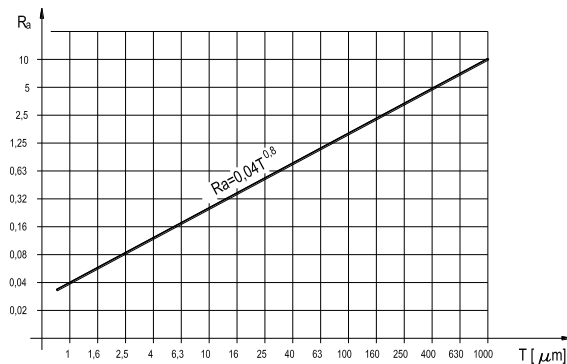
$$R_a = k \cdot T^n$$

ahol:  $R_a$  átlagos érdesség  $\mu\text{m}$ -ben

$T$  a tűrésnagyság  $\mu\text{m}$ -ben

$k$  a tűrésfokozattól függő állandó

$n$  állandó



21.88. ábra.

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

$k = 0,02$  finom fokozat esetén

$k = 0,04$  közepes fokozat esetén

$k = 0,08$  durva fokozat esetén

$n = 0,8$  mindhárom fokozatra

Az összefüggést a 21.88. ábra szemlélteti (közepes fokozatra).



A 8. táblázat a tűrésfokokozatok és a névleges méret függvényében adja meg az átlagos érdesség nagyságát (a szokásos tűrésfokokozat-tartományon belül).

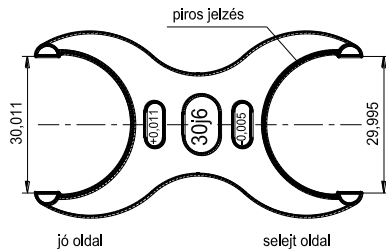
| Méretcsoport |     | Tűrésfokokozat                  |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------|-----|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|              |     | IT5                             | IT6  | IT7  | IT8  | IT9  | IT10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

8. táblázat. A felületi érdesség és a tűrés összefüggése

### 21.6. A mérettűrések mérése

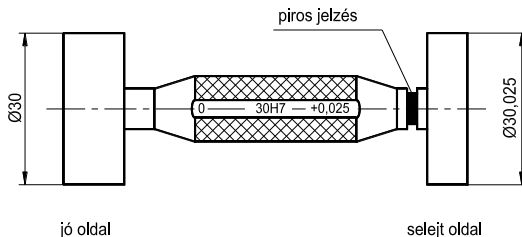
A gyártott darab tűrésének ellenőrzésére sokféle mérési lehetőség létezik (mikrométer, mérőóra stb). Ezeknek a kezelése gyakorlatot igényel, és amellet lassú. Ezért — különösen a tömeggyártásban — elterjedt az a módszer, amelynél a méretet egy idomszerrel hasonlítják össze. Ez a mérési mód a tényleges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





21.89. ábra.

Csapok mérésére a villás idomszert használják (21.89. ábra). Az idomszer jó oldala a csap felső határméretére készül, a selejt oldala pedig a az alsó határméretre. (Az idomszer méreteinek a tűrése kb. a mérendő méret tűrésének  $1/10$ -e.) A jó oldalnak („megy oldal”) rá kell mennie a csapra, hogy a csap felső határméretén belül legyen, a selejt oldalnak („nem-megy oldal”) nem szabad rámennie a csapra, mert így van a csap az alsó határméret felett. Ha a selejt oldal rámegy a csapra, a csap mérete kisebb az alsó határméretnél, a csap selejt. (Ha a „megy oldal” nem megy rá csapra, a méret nagyobb, mint a felső határméret, a csap javítható selejt.) Furatok ellenőrzésére a 21.90. ábrán látható dugós idomszer való. A jó oldal az alsó határméretre, a selejt oldal a felső határméretre készül. Az alsó határméretű oldalnak bele kell férni a furatba, ez a jó oldal („megy oldal”) a felső határméretnek pedig nem szabad belemenni, ez a selejt oldal („nem-megy oldal”).



21.90. ábra.



## Önellenőrző feladatok

### Quiz

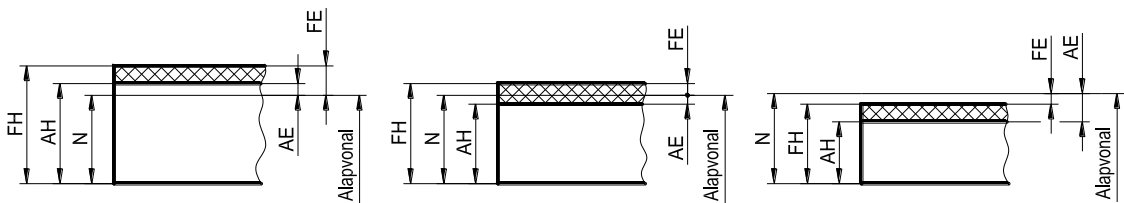
1. Olvassa el az alábbi definíciókat és válassza ki a lenti felsorolásból a nekik megfelelő kifejezés számát!
    - a) A ..... megengedett eltérést jelent egy adott mérettől, alaktól vagy helyzettől, beleértve a tűréshatárok elhelyezkedését is.
    - b) Az ..... a tűrésmező alapvonalhoz közelebb eső határvonala és az alapvonal között mérhető távolság.
    - c) Azt a megengedett méretszóródást amelyet az ..... és ..... határoz meg, tűrésnek nevezzük.
1. méretszóródás, 2. alsó határméret, 3. felső határméret, 4. alsó eltérés, 5. felső eltérés,  
6. alapeltérés, 7. tűrésfokozat, 8. tűrés. 9. névleges méret (alapméret),



2. Válassza ki az alábbi felsorolásból azokat az adatokat, amelyek egy tűrésezett méretet meghatároznak!

- a tűrés minősége (a tűrésmező szélessége),
- a méretszóródás,
- a felületi érdesség,
- a névleges méret,
- a pontossági osztály,
- a tűrésmező alapeltérése (a tűrésmező elhelyezkedése),
- a megmunkálás módja.

3. Az alábbi ábrákon a tűrésmező 3 elhelyezkedési lehetőségét látja. Az ábrák alatt felsoroltunk néhány tűrésezett méretet. Párosítsa úgy ezeket a méreteket az ábrákkal, hogy nem nézi meg a tűrések számszerű értékeit!



20f7

20H7

20m6

20p6

20js6

20E6

20h7



**21.1. feladat.** A következő táblázat segítségével határozza meg az alábbi tűrésezett méretek kért jellemzőit!

| Névleges méret |     | Határeltérések mikrométerben |          |            |           |            |            |           |          |              |           |           |            |            |            |
|----------------|-----|------------------------------|----------|------------|-----------|------------|------------|-----------|----------|--------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| felett         | -ig | H7                           | H8       | F8         | K7        | P7         | f7         | g6        | h6       | js6          | k6        | m6        | p6         | r6         | s6         |
|                | 3   | +10<br>0                     | +14<br>0 | +20<br>+6  | 0<br>-10  | -6<br>-16  | -6<br>-16  | -2<br>-8  | 0<br>-6  | +3<br>-3     | +6<br>0   | +8<br>+2  | +12<br>+6  | +16<br>+10 | +20<br>+14 |
| 3              | 6   | +12<br>0                     | +18<br>0 | +28<br>+10 | +3<br>-9  | -8<br>-20  | -10<br>-22 | -4<br>-12 | 0<br>-8  | +4<br>-4     | +9<br>+1  | +12<br>+4 | +20<br>+12 | +23<br>+15 | +27<br>+19 |
| 6              | 10  | +15<br>0                     | +22<br>0 | +35<br>+13 | +5<br>-10 | -9<br>-24  | -13<br>-28 | -5<br>-14 | 0<br>-9  | +4,5<br>-4,5 | +10<br>+1 | +15<br>+6 | +24<br>+15 | +28<br>+19 | +32<br>+23 |
| 10             | 18  | +18<br>0                     | +27<br>0 | +43<br>+16 | +6<br>-12 | -11<br>-29 | -16<br>-34 | -6<br>-17 | 0<br>-11 | +5,5<br>-5,5 | +12<br>+1 | +18<br>+7 | +29<br>+18 | +34<br>+23 | +39<br>+28 |
| 18             | 30  | +21<br>0                     | +33<br>0 | +53<br>+20 | +6<br>-15 | -14<br>-35 | -20<br>-41 | -7<br>-20 | 0<br>-13 | +6,5<br>-6,5 | +15<br>+2 | +21<br>+8 | +35<br>+22 | +41<br>+28 | +48<br>+35 |
| 30             | 50  | +25<br>0                     | +39<br>0 | +64<br>+25 | +7<br>-18 | -17<br>-42 | -25<br>-50 | -9<br>-25 | 0<br>-16 | +8<br>-8     | +18<br>+2 | +25<br>+9 | +42<br>+26 | +50<br>+34 | +59<br>+43 |

$\varnothing 30H7$ ;  $40p6$ ;  $\varnothing 15f7$

Névleges méret:

Felső eltérés:

Alsó eltérés:

Felső határméret:

Alsó határméret:

Tűrés:



## 22. Alak- és helyzettűrések

### Aktivitás

Olvassa el a jegyzetet a 23 fejezetig. A feldolgozás során ügyeljen az alábbiakra:

- Mit értünk az alak- és helyzeteltérés fogalmán.
- Tanulja meg az alak- és helyzettűrések rajzjeleit.
- Tanulja meg, hogyan lehet megadni az egyes alak- és helyzettűrési előírásokat.
- Mit értünk tűrésezett elemen.
- Mit jelent a bázis és mikor használjuk.

### Követelmény

A tananyag elsajátítása akkor tekinthető sikeresnek, ha Ön képes lesz:

- Megfogalmazni és listából kiválasztani az alak- ill. helyzettűrés meghatározását.
- Felismerni és rajzban megadni a különböző alak- és helyzettűrésre vonatkozó előírásokat.
- Felismerni és kijelölni rajzban a bázis helyét az alak- és helyzettűrések megadásakor.

### Kulcsszavak

Alaktűrés, iránytűrés, helyzettűrés, ütéstűrés, egyenesség, síklapúság, köralakúság, hengeresség, adott profil alakja, adott felület alakja, párhuzamosság, merőlegesség, hajlásszög, pozíció, egytengelyűség és központosság, szimmetria, radiális ütés, teljes ütés, tűrésezett elem, tűréskeret, bázis.



## 22.1. Alapfogalmak

Az alkatrész valóságos felülete a mértani felületet csak bizonyos eltérésekkel közelíti meg. (Az eltérések a vizsgált valóságos felülettel érintkező, az alkatrész anyagán kívül elhelyezkedő, a felülettel egyező jellegű felület, az ún. ráfekvő felület segítségével értelmezhetők.) Az előírt mértani formától való eltérés az **alakeltérés**. A valóságos felület helyzetének, illetve a felület tengelyének, szimmetriasíkjának a névleges helyzettől való eltérése a **helyzeteltérés**.

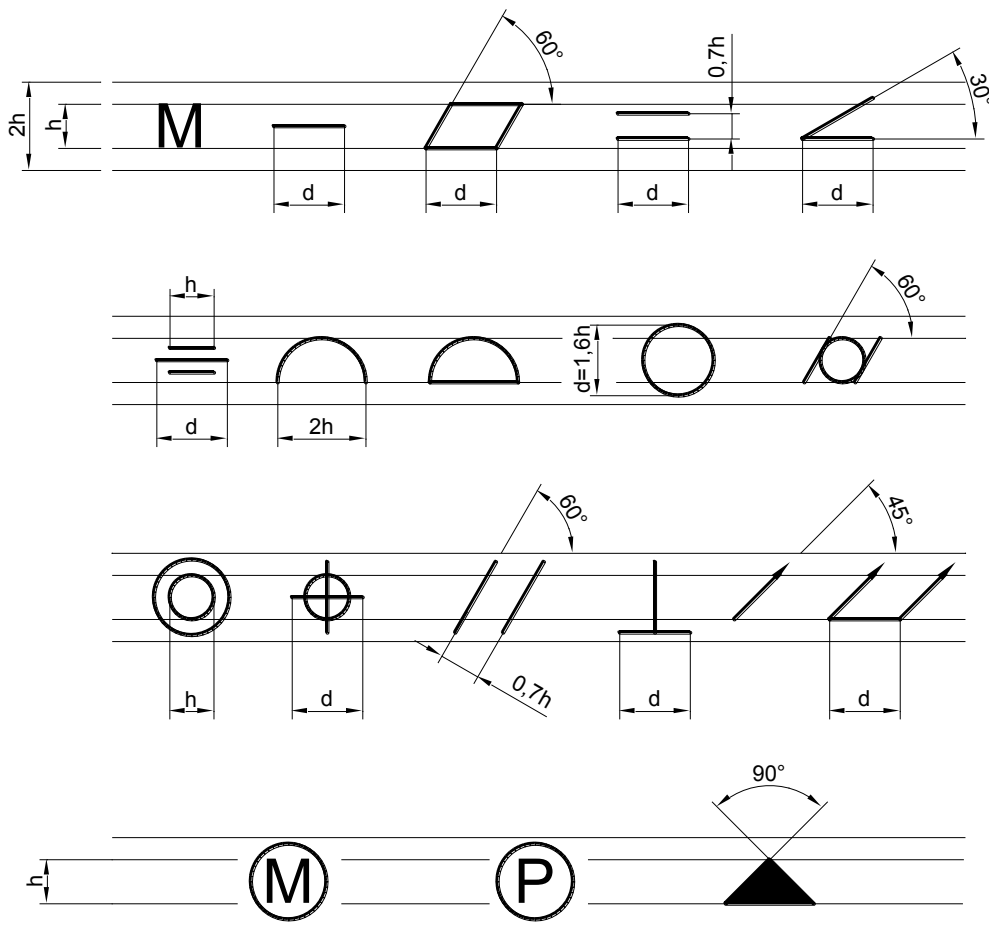
Az alak- és helyzeteltéréseket a mérettűrések is korlátozzák, mivel az alkatrészek mérettűrése alak- vagy helyzeteltérés miatt sem léphető túl. Ezért a mérettűréseknél szigorúbb alak- vagy helyzetűréseket csak akkor kell előírni, ha működési vagy gyártási okok miatt indokoltak.

## 22.2. Az alak- és helyzetűrések megadása

Az alak- és helyzetűrésezéssel részletesen szabvány foglalkozik. Az alak- és helyzetűréseket jelképesen a 9. táblázat szerinti jelekkel kell a rajzon megadni. (A táblázatban fel nem sorolt egyéb tűréseket szöveggel kell megadni.) A rajzjelek méreteit (csak tájékoztatásul) a 10. táblázat tartalmazza. A 11. táblázat a kiegészítő jeleket tartalmazza.

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

9. táblázat. Az alak- és helyzettűrések rajzjelei



10. táblázat. Alak- és helyzettűrések rajzjeleinek méretei



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

11. táblázat. Kiegészítő rajzjelek



Az alak- és helyzettűrés **rajzjelét**, a **tűrésnagyságot** és – ha szükséges – a **bázis** betűjelét két vagy több mezőre osztott tűréskeretbe kell beírni, balról jobbra a következő sorrendben (22.91. ábra):

|   |     |
|---|-----|
| — | 0,1 |
|---|-----|

|  |     |   |
|--|-----|---|
|  | 0,1 | A |
|--|-----|---|

|  |       |   |   |   |
|--|-------|---|---|---|
|  | Ø 0,1 | A | B | C |
|--|-------|---|---|---|

22.91. ábra.

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

A tűréskeretet vékony folytonos vonallal kell megrajzolni. A keretbe írt számok és betűk magassága (h) legyen azonos a rajzon alkalmazott méretszámok magasságával. A tűrésre vonatkozó feliratokat, például 6 furat, vagy 6x, a tűréskeret fölé kell írni (22.92. ábra).

6 furat

|  |       |
|--|-------|
|  | Ø 0,1 |
|--|-------|

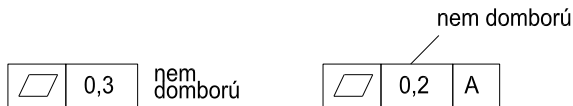
6x

|  |       |
|--|-------|
|  | Ø 0,1 |
|--|-------|

22.92. ábra.



A tűrésmezőben levő elem alakját leíró adatokat a tűréskeret közelébe kell írni, esetleg mutatóvonallal kapcsolva ahhoz (22.93. ábra).



22.93. ábra.

Ha az elemre egynél több tűrésjelet kell előírni, akkor a tűréselőírásokat tűréskeretekben kell megadni egymás alatt (22.94. ábra).

|    |      |   |
|----|------|---|
| ○  | 0,01 |   |
| // | 0,02 | B |

22.94. ábra.

## 22.3. A tűrésezett elemek

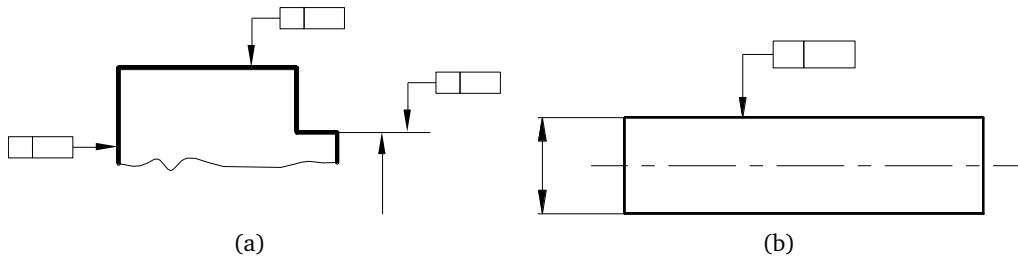
A tűréskeret lehetőleg vízszintes helyzetű legyen.

A függőleges tűréskeret adatai jobbról olvashatóak legyenek.

A tűréskeretet semmilyen vonal ne keresztesse.

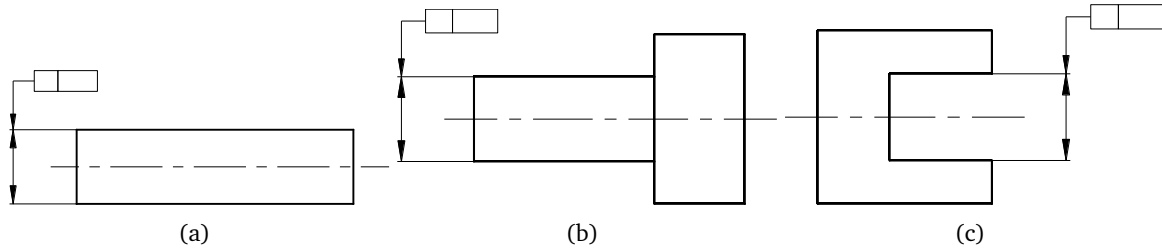
A tűréskeret kapcsolódása a tűrésezett elemhez. A tűréskeretet nyílban végződő kötővonal kapcsolja:

- a tűrésezett elem kontúrvonalához vagy a kontúrvonal meghosszabbításához (de világosan elválasztva a méretvonalától), ha a tűrés magára a vonalra vagy a felületre vonatkozik (22.95. (a), 22.95. (b) ábra). A kötővonal lehet egyenes vagy megtört vonalú. A kötővonal végén a nyíl az eltérés mérési irányából mutasson a kontúrvonalra vagy a méretsegédvonalra.



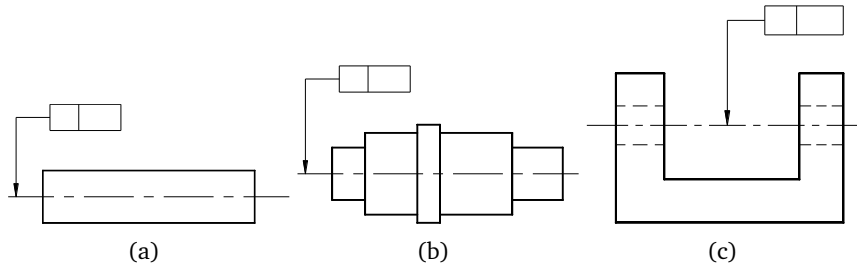
22.95. ábra.

- a méretvonal meghosszabbításához, ha a tűrés az ily módon méretezett elemmel meghatározott tengelyre vagy szimmetriasíkra vonatkozik (22.96. (a), 22.96. (b), 22.96. (c) ábra);



22.96. ábra.

- a tengelyhez, ha a tűrés az összes olyan elem tengelyére vagy szimmetriasíkjára vonatkozik, amelyeknek ez a közös tengelye vagy szimmetriasíkja (22.97. (a), 22.97. (b), 22.97. (c) ábra).



22.97. ábra.

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

## 22.4. Bázisok

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

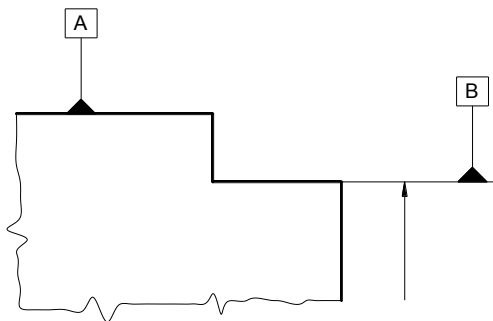
A bázist a tűréskeretbe zárt nagybetűhöz hozzákapcsolt befeketített vagy üres háromszöggel kell jelölni (22.98. ábra).



22.98. ábra.

b) A betűvel ellátott bázisháromszöget a következő helyeken kell elhelyezni:

- az elem körvonalán vagy a körvonal meghosszabbításán (de világosan elkülönítve a méretvonalától), ha a báziselem maga a vonal vagy a felület (22.99. ábra);

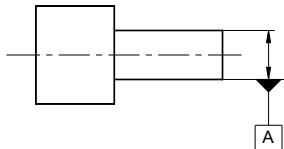


22.99. ábra.

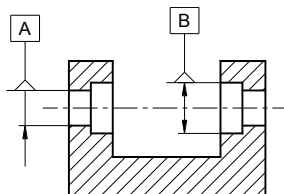


- a méretvonal meghosszabbításán, ha a báziselem tengely vagy szimmetriasík (22.100., 22.101. és 22.102. ábra);

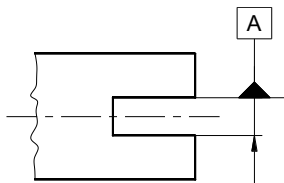
Ha nincs elegendő hely két nyíl számára, akkor egyikük helyettesíthető a bázisháromszöggel.



22.100. ábra.



22.101. ábra.

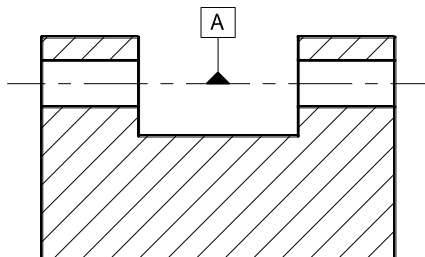


22.102. ábra.

– a tengelyen vagy a szimmetriasíkon, ha a bázis

A) egyetlen elem tengelye vagy szimmetriasíkja (pl. henger);

B) két elem által alkotott közös tengely vagy szimmetriasík (22.103. ábra).



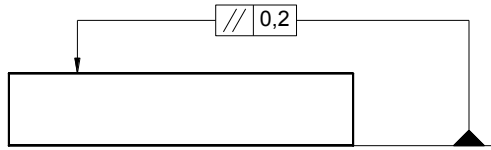
22.103. ábra.

c) Ha a tűréskeret mutatóvonallal közvetlenül összekapcsolható a báziselemmel, akkor a bázis betűjele elhagyható (22.104. és 22.105. ábra).



22.104. ábra.

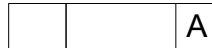




22.105. ábra.

d) Bázis jelölése:

- Egy bázist egy nagybetűvel kell jelölni (22.106. ábra)



22.106. ábra.

- Két báziselem által meghatározott közös bázist két, egymástól kötőjellel elválasztott bázis betűvel kell jelölni (22.107. ábra)



22.107. ábra.

- Ha a két vagy több báziselem sorrendje fontos, akkor a bázisok betűjeleit a tűréskeret különböző mezőiben kell megadni (22.108. ábra) úgy, hogy a sorrend balról jobbra mutassa a fontosság sorrendjét.



22.108. ábra.



- Ha a két vagy több báziselem sorrendje nem fontos, akkor a bázisbetűket ugyanabban a mezőben kell megadni (22.109. ábra).

|  |  |     |
|--|--|-----|
|  |  | A B |
|--|--|-----|

22.109. ábra.

## 22.5. Korlátozó előírások

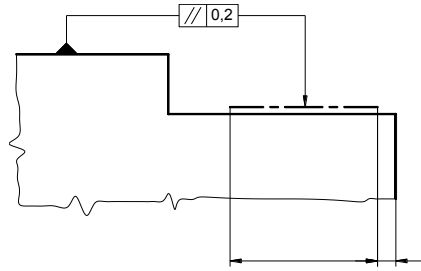
- Ha a tűrés bárhol fekvő, korlátozott hosszra érvényes, akkor e hossz értékét a tűrésnagyság után fel kell tüntetni és attól ferde vonallal el kell választani.

Felület esetében ugyanezt a jelölést kell alkalmazni. Ez azt jelenti, hogy a tűrés az összes korlátozott hosszúságú tetszőleges helyzetű és irányú vonalra érvényes (22.110. ábra).

|    |          |   |
|----|----------|---|
| // | 0,01/100 | B |
|----|----------|---|

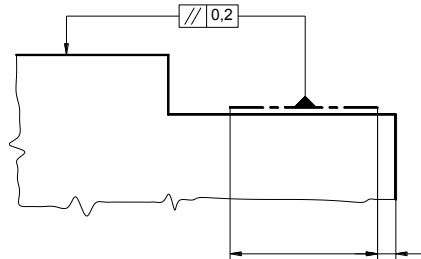
22.110. ábra.

- Ha a tűrés az elemnek csak korlátozott részére vonatkozik, akkor ennek a méreteit a 22.111. ábrán látható módon kell megadni.



22.111. ábra.

- Ha a bázis az elemnek csak korlátozott részére érvényes, akkor ennek a méreteit a 22.112. ábrán látható módon kell megadni.



22.112. ábra.



## Önellenőrző feladatok

### Quiz

1. Olvassa el az alábbi meghatározásokat és jelölje meg azokat, amelyek korrektül írják le az alak- ill. helyzeteltérések fogalmát.

A valóságos felület helyzetének, ill. a felület tengelyének, szimmetriasíkjának a névleges helyzettől való eltérése a helyzeteltérés.

Az alak- és helyzeteltérés a mérettűrések segítségével meghatározott tűrés.

Az alakeltérés a pontatlanul készített alkatrész hibája.

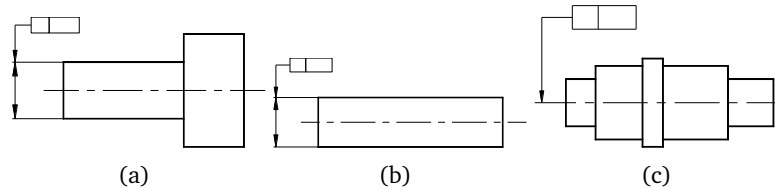
Az alakeltérés az előírt mértani formától való eltérés.

2. Igaz-e az alábbi megállapítás? Jelölje a helyes választ!

Az alak- és helyzettűrési előírásokat tűréskeretben adjuk meg. A tűréskeret általában vízszintesen helyezkedik el és nyílban végződő kötővonal kapcsolja a tűrésezett elem kontúrvonalához, méretvonal meghosszabbításához vagy egy adott tengelyhez.

Igaz      Hamis

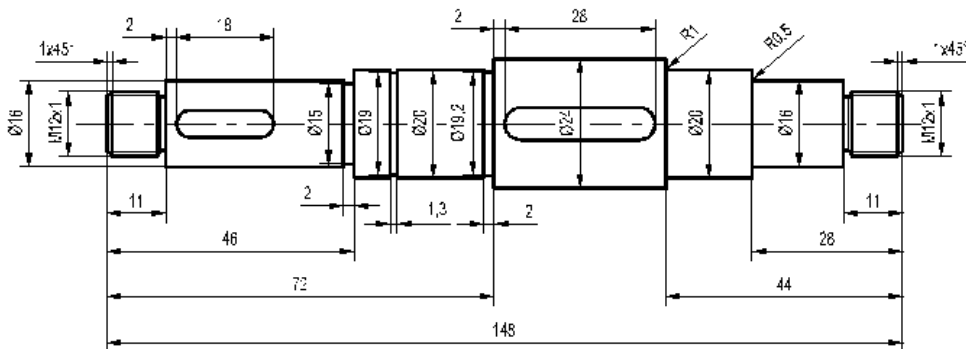
3. A tűréskeretet a tűrésezett elemhez nyilván végződő kötővonal kapcsolja. Erre lát példákat a következő ábrákon. Párosítsa ezeket a hozzájuk tartozó megfelelő leírással!



1. A tűrés az összes olyan elem tengelyére vagy szimmetriasíkjára vonatkozik, amelyeknek ez a közös tengelye vagy szimmetriasíkja.
2. A tűrés az ily módon méretezett elemmel meghatározott tengelyre vagy szimmetriasíkra vonatkozik
3. A tűrés arra a felületre vonatkozik, amelyre a tűréskeret mutat. Javítani az ábrát!



**22.1. feladat.** Az alábbi ábrán egy lépcsős tengely részben méretezett rajzát látja. Készítse el a tengely alkatrészrajzát M1:1 méretarányban az alábbiak szerint!

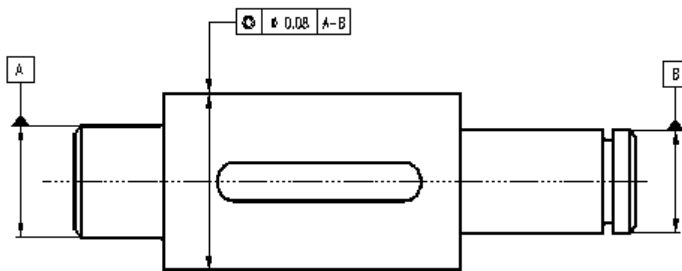


1. A reteshornyok helyén készítsen szelvényt!
2. Készítsen kiemelt részletet a menetkifutásról!
  - (a) A horony átmérője 10,2mm, szélessége 2mm.
  - (b) A menetes rész letörése 60°, a lekerekítési sugár 0,5mm.
3. Adja meg a hiányzó méreteket, tűréseket és felületi érdességeket az alábbiak szerint:
  - (a) A kisebb horony szélessége 5mm, tűrése P7; mélysége 3mm; a kiadódó méret tűrése 0; -0,1; a tengelyváll átmérője 16mm, tűrése js6; a felület köszörült (Ra0,8).
  - (b) A nagyobb horony szélessége 6mm, tűrése P7; mélysége 2,5mm; a kiadódó méret tűrése 0; -0,1; a tengelyváll átmérője 24mm, tűrése s7, felülete finomesztergált (Ra1,6).
  - (c) Az 1,3mm széles horony tűrése H13.
  - (d) A 20mm átmérőjű tengelyváll tűrése js6, felülete köszörült (Ra0,8).
  - (e) A többi felület Ra6,3 érdességű.



4. Adjon meg egytengelyűségi előírást a 24mm-es tengelyvállra úgy, hogy bázisnak a két 20mm-es tengelycsonkot választja!

Az egytengelyűség előírásához nézze meg a következő ábrát és olvassa el a hozzá tartozó magyarázó szöveget:



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

Javasoljuk, hogy a megoldást csak a teljes rajz elkészítése után tekintse meg!



## 23. Illesztések

### Aktivitás

Olvassa el a jegyzet 23 fejezetét. Az anyag feldolgozása során a következőkre figyeljen:

- Tanulja meg az illesztés fogalmát.
- Mi jellemzi a különböző illesztési módokat és illeszkedéseket.
- Milyen illesztési rendszereket használunk a gyakorlatban.
- Tanulja meg a illesztések rajzban való megadásának lehetőségeit.

### Követelmény

A tananyag elsajátítása akkor tekinthető sikeresnek, ha Ön képes lesz:

- Meghatározni és listából kiválasztani az illesztés fogalmát.
- Megfogalmazni a különböző illesztési módok jellemzőit általánosan.
- Megfogalmazni a különböző illesztési rendszerben készült illesztések jellemzőit, és meghatározni a számszerű értékeket.
- Előírni a rajzon adott elemek szükséges illesztését.

### Kulcsszavak

Játék, fedés, laza illesztés, szilárd illesztés, átmeneti illesztés, laza illeszkedés, szilárd illeszkedés, legkisebb játék, legnagyobb játék, közepes játék, legkisebb fedés, legnagyobb fedés, közepes fedés, alaplyukrendszer, alapcsaprendszer.



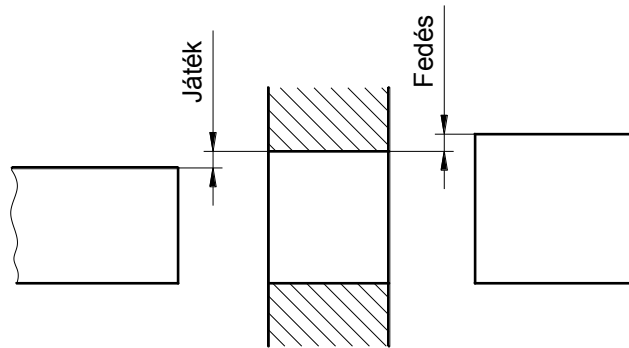
## 23.1. Az illesztések alapfogalmai

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

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

A 23.113. ábra ezeket az eseteket szemlélteti.

Megjegyezzük, hogy a következő magyarázó ábrákon a tűréseket, a játékot és fedést nem méretarányosan, hanem erősen eltúlozva ábrázoltuk.



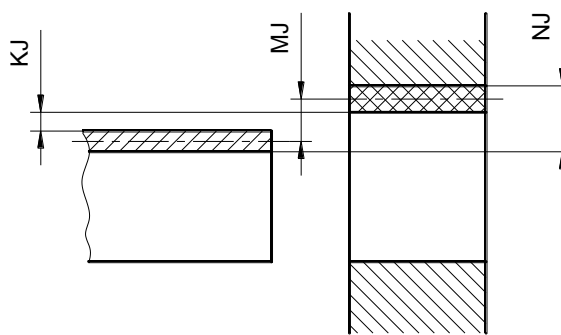
23.113. ábra.

Az illeszkedés megkívánt jellegét a két alkatrész tűrésének megfelelő előírásával lehet megvalósítani, ez az **illesztés**.

- **Laza** az illesztés, ha az előírt tűrésekkel elkészített alkatrészek között a tényleges méretek megengedett legkedvezőtlenebb szóródása esetén is biztosan játék keletkezik (23.114. ábra ).

A játék lehet:

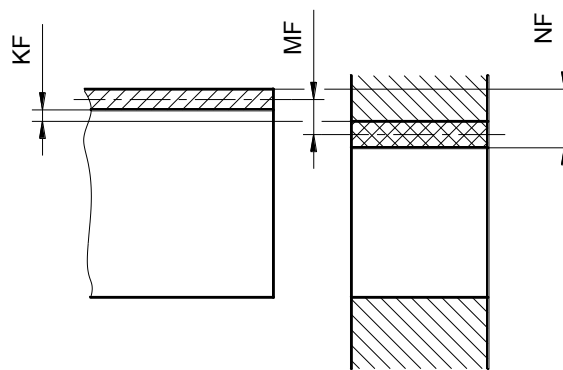
- legnagyobb játék (NJ),
- legkisebb játék (KJ),
- közepes játék (MJ), a legnagyobb és a legkisebb játék számtani középértéke, ill. a tűrésmezők középértéke közötti távolság.



23.114. ábra.

- **Szilárd** az illesztés, ha az előírt tűrésekkel elkészített alkatrészek között a tényleges méretek megengedett legkedvezőtlenebb szóródása esetén is biztosan fedés keletkezik (23.115. ábra). A fedés lehet:

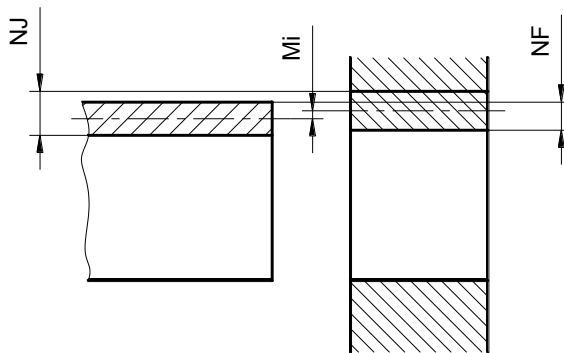
- legnagyobb fedés (NF),
- legkisebb fedés (KF),
- közepes fedés (MF), a legnagyobb és a legkisebb fedés számtani középértéke, ill. a tűrésmezők középértékének távolsága.



23.115. ábra.

- **Átmeneti** az illesztés, ha az előírt tűrésekkel elkészített alkatrészek vagy lazán, vagy szilárdan illeszkednek (23.116. ábra). Az átmeneti illesztésnél tervezéskor még nem állapítható meg, hogy az illeszkedés játék vagy fedés lesz-e, de szereléskor már egyértelműen laza vagy szilárd illeszkedés jön létre. (Ezért „átmeneti” illeszkedésről nem lehet beszélni.) Az illesztés jellemzői:

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



23.116. ábra.



A háromféle illesztésen belül jól megkülönböztethető többféle illeszkedési jelleg: egyes tengelyeket lazábban, másokat szorosabban kell ágyazni, egyes csapokat elegendő kézzel a lyukba helyezni, másokat viszont olyan szorosan kell beépíteni, hogy enyhe kalapácsütések is szükségesek szereléskor, illetve csak sajtolással szerelhetők.

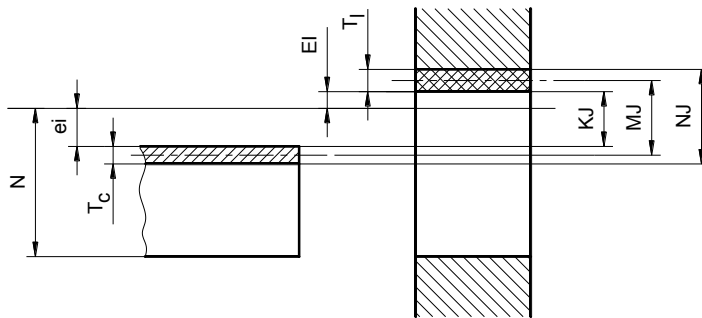
Valamennyi illeszkedési jellegre a párosítandó alkatrészek tűréseiből kiszámítható egy mérőszám, a közepes méretek különbsége ( $M_i$ ), ami az illesztés jellegét határozza meg. (A lyuk közepes méretéből kivonva a csap közepes mérete.) Ez a jellemző laza illesztés esetén a közepes játék, szilárd illesztés esetén a közepes fedés. Átmeneti illesztéskor ez lehet fedés, lehet játék. Ennek megfelelően, ha az átmeneti illesztés jellege szoros, a kapcsolódó elemek között létrejöhet játékkal történő illeszkedés is. Ezeknek a gyakorisága azonban kisebb, mint a szorosan kapcsolódóké. Fordított a helyzet, ha az illesztés jellege laza.

Az illesztések jellemzőinek számszerű értékét úgy számoljuk, hogy a lyuk határméreteiből kivonjuk a csap határméreteit. (Például laza illesztés esetén a legnagyobb játékot úgy számítjuk ki, hogy a lyuk felső határméretéből kivonjuk a csap alsó határméretét.) Egyszerűbb és szemléletesebb, ha a tűrésmezők felrajzolása után az eltérésekkel számítjuk ki az illesztés jellemzőit.





## 23.2. Laza illesztés



23.117. ábra.

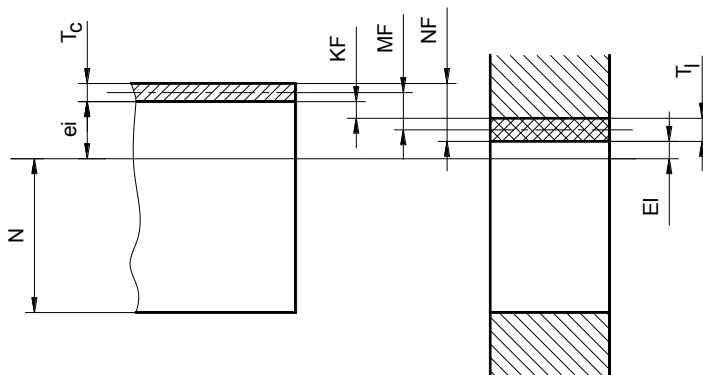
A laza illesztés jellemzői:

$$\text{Legnagyobb játék: } NJ = T_c + T_l + ei + EI$$

$$\text{Legkisebb játék: } KJ = ei + EI$$

$$\text{Közepes játék: } MJ = ei + EI + \frac{T_c}{2} + \frac{T_l}{2} = \frac{NJ + KJ}{2}$$

## 23.3. Szilárd illesztés



23.118. ábra.

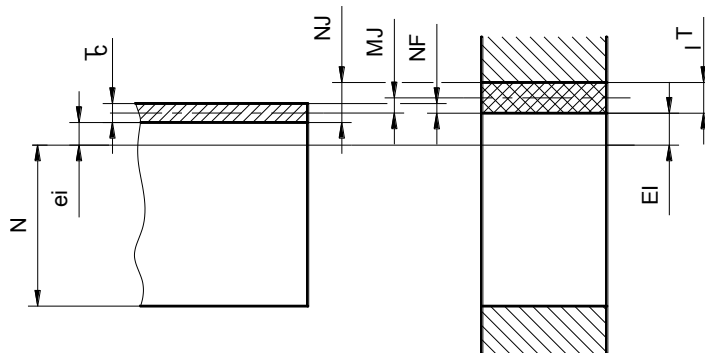
A szilárd illesztés jellemzői:

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

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

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

## 23.4. Átmeneti illesztés



23.119. ábra.

Az átmeneti illesztés jellemzői:

Legnagyobb fedés  $NF = T_c + ei - EI$

Legnagyobb játék  $NJ = T_l + EI - ei$

Közepes illesztés mérőszáma  $Mi = EI - ei + \frac{T_l - T_c}{2} = \frac{NF + NJ}{2}$







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

Alaplyukrendszer:

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

Alapcsaprendszer:

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

Mint láthatjuk az illesztés jelölése a két elem szabványos tűrésjelének dőlt vonallal elválasztott megadásával történik. Az első helyen mindig a lyuk tűrésjele áll.

## 23.6. Illesztésválaszték

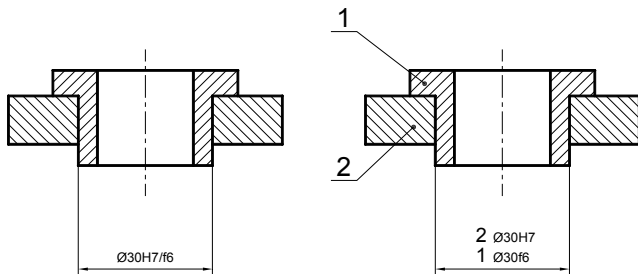
A szabványos tűréseket, mint már említettük, nem szokás minden elképzelhető párosításban használni illesztésekhez. Erre egyrészt nincs is szükség, másrészt a méréshez nagyon sok idomszer kellene. Ezért az általános gépgyártási gyakorlatban az alábbi tűrések használata szokásos. (Természetesen ez nem zárja ki a műszakilag indokolt egyéb tűrések használatát.)

Csapok: a11, b11, b12, c11, d10, e8, f6, f7, f8, f9, g5, g6, h5, h6, h7, h8, h9, h11, h12, j5, j6, k5, k6, m5, m6, n6, n7, p6, r6, s6, s7, u7, u8. Lyukak: B12, D9, D10, D11, E8, F7, F8, F9, G7, H6, H7, H8, H9, H10, H11, J6, K6, K7, M6, M7, N6, N7, P7, S7. A fenti tűrések ajánlott párosításait műszaki szakkönyvekben, tervezési segédletekben találhatjuk meg.

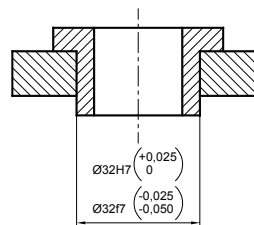
## 23.7. Az illesztések megadása a rajzon

A tűrésekhez hasonlóan az illesztések is megadhatók a tűrések szabványos jelével (23.122. ábra) vagy az egyes elemek tűréseinek számszerű felírásával (23.123. ábra).

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



23.122. ábra.



23.123. ábra.



## Önellenőrző feladatok

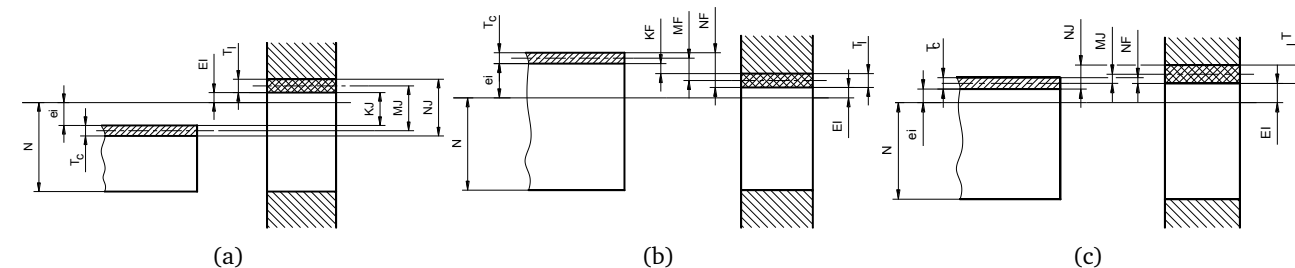
### Quiz

1. Mit jelent az illesztés fogalma? Jelölje a helyes választ!

Két azonos alpméretű kapcsolódó alkatrész, elkészülése után összeszerelve egymással, lazán vagy szilárdan illeszkedik.

Két, azonos névleges méretű alkatrész tűrésének előírása az alkatrészek megkívánt illeszkedésének megfelelően.

2. Az alábbi ábrák egy azonos névleges méretű csap és furat elhelyezkedését mutatják (a mérettűréseket és azok elhelyezkedését erősen eltűloztuk).





A) Laza illesztésről beszélünk, ha az előírt ..... készített alkatrészek között

a tényleges méretek megengedett legkedvezőtlenebb szóródása esetén is biztosan ..... lesz.

- a) játék,
- b) méretekkel,
- c) fedés,
- d) tűrésekkel,
- e) legkisebb játék.

B) ..... az illesztés, ha az előírt tűrésekkel elkészített alkatrészek között

a tényleges ..... megengedett legkedvezőtlenebb szóródása esetén is biztosan fedés keletkezik.

- a) játék,
- b) méretek,
- c) fedés,
- d) illesztés,
- e) szilárd,
- f) hézag.



C) Ha az előírt tűrésekkel készített alkatrészek .....

vagy ..... illeszkednek,

..... illesztésről beszélünk.

Mivel a tervezésnél még nem lehet megmondani, hogy az illeszkedés .....

vagy ..... lesz-e,

ezért az illeszkedés jellege ekkor még nem határozható meg.

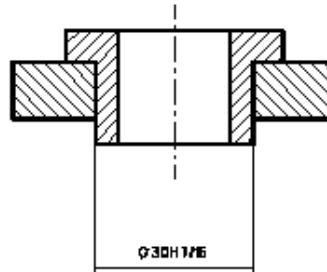
- a) hézag nélkül,
- b) szilárdan,
- c) lazán,
- d) hézaggal,
- e) szoros,
- f) átmeneti,
- g) laza,
- h) fedés,
- i) tűrés,
- j) játék.

3. A gyakorlatban a szabványos tűrésű csapok és lyukak tényleges párosításának számát korlátozzák. A korlátozás alapelve, hogy az egyik alkatrész a névleges méret közelében van, és a kívánt illesztési jelleget a másik alkatrész tényleges mérete határozza meg.

Milyen illesztési rendszert használunk, a fenti meghatározás figyelembe vételével? Jelölje a helyes választ!

- alapeltérés,
- alplyuk,
- alapillesztés,
- laza,
- alapcsap,
- átmeneti.

4. Alkalmazható-e a gyakorlatban az alábbi ábrán látható illesztés megadás?
- Jelölje a helyes választ!



Igen    Nem



**23.1. feladat.** Ábrázolja az alábbi illesztés tűrésmezőit 200:1 méretarányban! (A névleges méret méretaránya 1:1)

Adja meg az ábra alapján a legkisebb, a legnagyobb és a közepes játék nagyságát!

$\varnothing 30H7/g6$



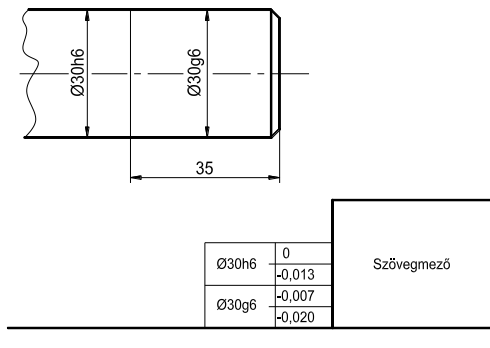




## Modulzáró feladatok

### Quiz

1. Nézze meg figyelmesen az alábbi ábrát, majd válassza ki a felsorolásból az ábrázolt rajzi megoldást leíró meghatározásokat!



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

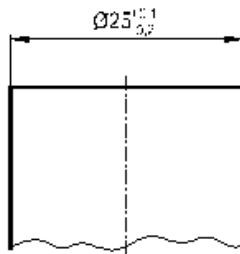
Az azonos névleges miatt a készítésnél csak az alkatrész Ø30g6 méretét kell figyelembe venni.

A szabványos tűrésekkel megadott méretek számszerű eltéréseit a szövegmező mellett vagy felett táblázatban kell megadni.

Az azonos névleges méret miatt a darabot bármelyik tűrésezett méretre készíthetjük.



2. Határozza meg az alábbi tűrésezett méretű csap jellemzőit és adja meg a megfelelő sorban!



Névleges méret: N = mm

Felső eltérés: FE = mm

Alsó eltérés: AE = mm

Felső határméret: FH = mm

Alsó határméret: AH = mm

Tűrés: T = mm



3. Az, hogy a tűréskeret nyíltban végződő kötővonala hogyan csatlakozik a tűrésezett elemhez, jelentésbeli különbséggel bír.

1. Ezt a különbséget figyelembe véve, tegye igazzá az alábbi kijelentéseket!

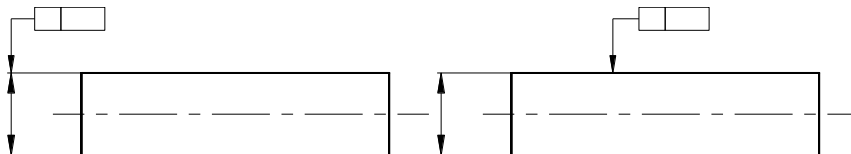
A) Ha a tűrés a méretezett elemmel meghatározott tengelyre vagy szimmetriasíkra vonatkozik, akkor a tűréskeret kötővonala .....

B) Ha a tűrés magára a vonalra vagy felületre vonatkozik, akkor a tűréskeret kötővonala .....

a) a tűrésezett elem kontúrvonalához vagy a kontúrvonal meghosszabbításához csatlakozik

b) a méretvonal meghosszabbításához csatlakozik

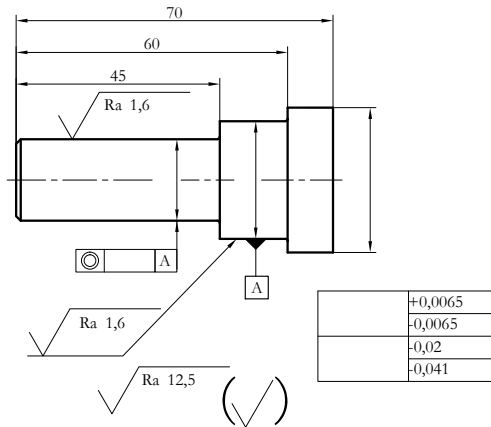
2. Nézze meg az alábbi két ábrát és párosítsa ezeket a tűréskeret elhelyezését helyesen leíró fenti kifejezéssel!





## 23.2. feladat. Készítse el az alábbi alkatrész rajzát!

- Csak annyi vetületet rajzoljon, ahány meghatározza a darabot!
- Építse fel a mérethálózatot!
- Adja meg a tűrésezett méretek alapeltéréseit táblázatban!
- Írja elő a 18mm-es tengelyváll egytengelyűségét az A-val jelölt, 26mm-es vállhoz képest!





### 23.3. feladat. Adott a következő illesztés:

$$\varnothing 30H7/p6 \quad \varnothing 30H7 (+0,021_0) \quad \varnothing 30p6 (+0,035_{+0,022})$$

- Nevezze meg az alkalmazott illesztési rendszert!
- Rajzolja le a csap és a furat tűrésmezőit!
- Számítsa ki és adja meg az ábrán a legkisebb, a legnagyobb és a közepes fedés értékét!
- Adja meg az illesztés és az illeszkedés jellegét!





## IX. MODUL

# JELKÉPES ÁBRÁZOLÁSI MÓDOK

Egy korábbi fejezetben megismerkedtünk a tárgyak valósághű ábrázolásának szabályaival, amelynek lényegét abban foglalhatjuk össze, hogy a különböző vetületeket láthatóság szerint rajzoltuk meg. Ettől az alapelvtől gyakorlatilag alig tértünk el, csupán néhány egyszerűsítést vezettünk be (szelvény, lyukkör, beforgatás). Vannak azonban az alkatrészeknek olyan ismétlődő elemei (csavarmenet, fogaskerék fogai stb.), amelyeknek a valósághű megrajzolása nehezen készíthető, időt rabló munka, ezen kívül a rajz áttekinthetőségét inkább rontja, mint elősegíti. Az alapvető géprajzi célkitűzéssel – amely az alkatrész legegyszerűbb, egyértelmű ábrázolását teszi feladatunkká — szembekerülnénk, ha ezeket a részleteket megrajzolnánk. Szükséges volt tehát egy olyan jelképrendszer kialakítása, amely az alkatrész tényleges alakjától elvonatkoztatva, alakra vonatkozó utalásokkal helyettesíti a valósághű ábra egyes részeit. Az így készített ábrák csak annak mondanak valamit, aki készítésük szabályait ismeri.

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

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

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



## 24. A csavarmenetek ábrázolása és jelölése

### Aktivitás

Olvassa el a jegyzet a 24 fejezetét. A feldolgozás során a következőkre figyeljen:

- Hogyan keletkezik a csavarmenet.
- Mik a menetek jellemző adatai.
- Milyen menetprofilokkal találkozunk a gyakorlatban, mi jellemzi ezeket.
- Mit jelent a menetek jelképes ábrázolása.
- Hogyan méretezzük szabványosan a meneteket.

### Követelmények

A tananyag elsajátítása akkor tekinthető sikeresnek, ha Ön képes lesz:

- Ábra alapján hozzárendelni a menetszelvényekhez azok betűjelét.
- Jelképes ábra alapján eldönteni, hogy az alkatrész mely részei menetesek.
- Értelmezni a menetek méretmegadásában szereplő adatokat.
- Önállóan megrajzolni egy menettel készült alkatrészt.

### Kulcsszavak

Csavarmenet, orsómenet, anyamenet, menetemelkedés, menetosztás, balmenet, jobbmenet, egybekezdésű menet, több-bekezdésű menet, menetprofil, jelképes ábrázolás, normálmenet, finommenet, csőmenet.



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

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

Az anyamenetet abban az alkatrészben is elkészíthetik, amelyhez valamit erősíteni akarnak, de legtöbbször külön szerkezeti elembe, a csavaranyába alakítják ki. A csavarok és csavaranyák sokféle változatban készülnek.

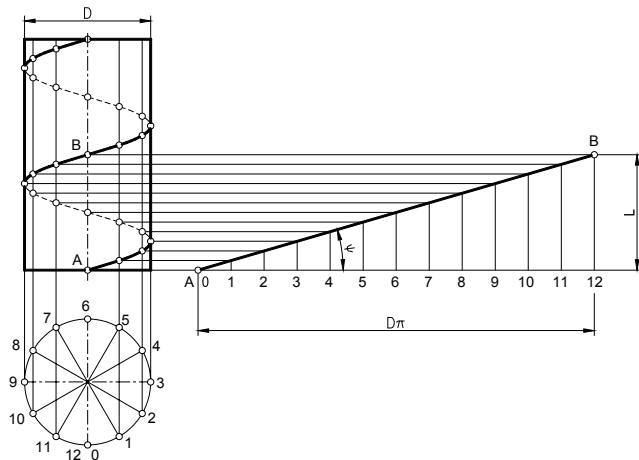
A csavarkötés esetleges harmadik eleme az alátét, amelyet főleg a gyakran oldott csavaranya alá szerelnek. A következőkben a csavarment fajtáit, ábrázolását, valamint jelölését ismertetjük.

### 24.1. A csavarvonal, csavarment

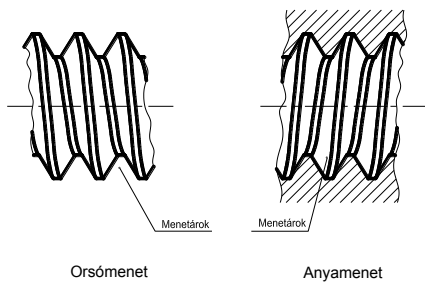
Ha egyenes körhenger (körkúp) felületére a henger (kúp) tengelyvonalához szögben hajló egyenest csavarunk, csavarvonal keletkezik. A 24.124. ábrán egy hengeres csavarvonal látható. A csavarvonal és a hengerpalást valamely alkotójának két szomszédos metszéspontja ( $A$  és  $B$ ) közötti távolság a mentemelkedés ( $P$ ). Az egyenesnek a henger tengelyére merőleges síkkal bezárt szöge a mentemelkedési szög ( $\psi$ ). A csavarvonal a csavarodás iránya szerint lehet jobb vagy bal csavarodású (emelkedésű).

Ha a hengerpaláston a csavarvonal mentén valamilyen, a csavarvonal tengelyén átmenő síkban fekvő síkidomot (háromszög, trapéz stb.) mozgatunk, **csavarment** keletkezik. A síkidomot a henger külső felületén mozgatva orsómentet, a belső felületén mozgatva anyamenetet kapunk. A valóságban nem így történik a ment előállítása, hanem a mentárok kialakításával (24.125. ábra). Ezen az ábrán a csavarmentet közel valóságghűen ábrázoltuk.



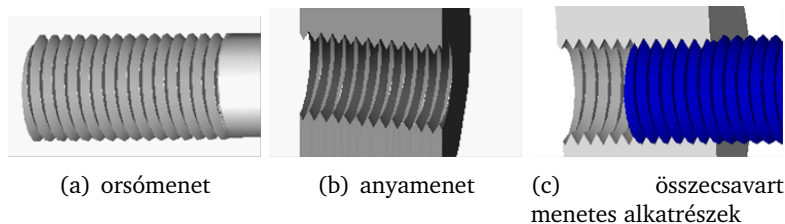


24.124. ábra.



24.125. ábra.

Orsó- és anyamenet valamint menetes alkatrészek térhatású ábráját szemlélteti a 24.126. ábra.



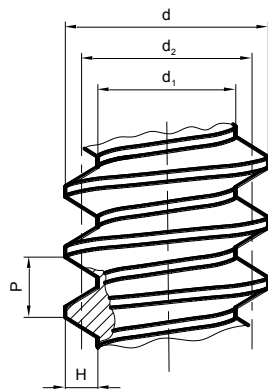
24.126. ábra.

A 24.127. ábrán a menet fő jellemzői láthatók. Ezek elnevezése:

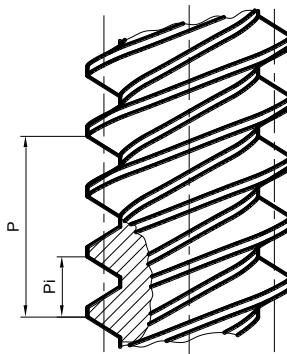
- $d$       külső vagy névleges átmérő
- $d_2$       középátmérő
- $d_1$       magátmérő
- $L$       menetemelkedés
- $\psi$       menetemelkedés szöge ( $\psi = \arctg \frac{L}{d_2 \cdot \pi}$ ) (24.124. ábra)
- $H$       menetmélység
- $P$       menetosztás

Ha a képzeletben körbevitt síkidomot egy körülfordulás alatt kétszeres vagy többszörös  $P$  értékűre emeljük, és a két menet között egy másik menetet indítunk, akkor **kétbekezdésű** ill. **több-bekezdésű** menetet kapunk. A bekezdések számát a menetemelkedés és a menetosztás hányadosa ( $L/P$ ) adja.

A csavarodás iránya szerint a csavarment lehet **jobb** vagy **bal emelkedésű**. A 24.127. ábrán látható csavarok jobb emelkedésűek vagy jobbmenetesek. Balmenet esetén a csavarodás iránya balra „emelkedik”.



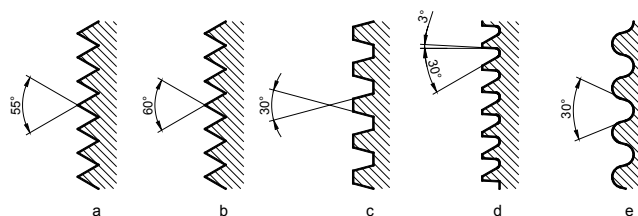
Egybekezdésű menet



Több-bekezdésű menet

24.127. ábra.

Az anyagba vágott horony alakja meghatározza a csavarmentet fajtáját. Így beszélhetünk éles-, trapéz- és fűrészménetről (24.128. ábra). (Ezekon a menetfajtákon kívül még többféle menet is létezik.)



24.128. ábra.

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



Az 55°-os csúcsszögű menet a hüvelyk mértékrendszerben készült **Whitworth-menet** (24.128.a ábra), mely régebben általánosan elterjedt volt, ma nálunk főleg a menetes csöveken, csőidomokon és csőszerelvényeken alkalmazzák egy speciális fajtáját, a csőmenetet.

A **métermenet** csúcsszöge 60° (24.128.b ábra), és mint a neve is mutatja, metrikus mértékrendszerben készül. A gépészetben használatos főbb menetfajták még többek között a **trapézmenet** (24.128.c ábra), **fűrészmenet** (24.128.d ábra) és a **zsinórmenet** (24.128.e ábra).

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

## 24.2. A csavarmentek részletes ábrázolása

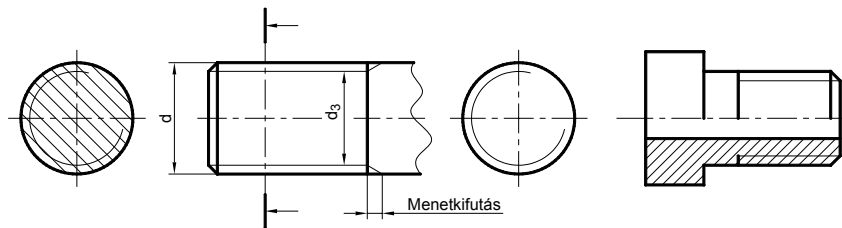
Elsősorban kiadványok, kézikönyvek, katalógusok ábráin a csavarmentet szokás valósághűen, vagy némileg egyszerűsítve ábrázolni. (Még ilyenkor sem szükséges azonban a menetprofil és a menetemelkedést pontos méretarányban rajzolni.) A csavarment (közel) valósághű ábrázolását a 24.125. ábrán már bemutattuk.

## 24.3. A csavarmentek jelképes ábrázolása

Műszaki rajzokon a csavarmentet egyezményes, egyszerűsített ábrázolással kell jelölni.

A csavarment nézeti és metszeti rajzán a menetsúcsok burkolófelületét jelölő vonalat folytonos, vastag vonallal, a menetárkok burkolófelületét jelölő vonalat pedig folytonos, vékony vonallal kell megrajzolni. Külső menet (orsóment) esetén ez azt jelenti, hogy a legnagyobb (névleges) átmérő vonalát folytonos vastag vonallal, míg a legkisebb átmérő (magátmérő) vonalát folytonos, vékony vonallal rajzoljuk. Látható menetek rajzán a teljes mélységű menet (hasznos, vagy működő menet) hosszának a határát folytonos vastag vonallal kell rajzolni, a menetkifutás ábrázolása többnyire elhagyható (24.129. ábra).

A csavarment tengelyirányú nézetén és tengelyre merőleges metszetén (keresztmetszetén) a menetárkot folytonos, vékony vonallal rajzolt, megközelítően háromnegyed körívvel kell ábrázolni. A körészlet lehetőleg



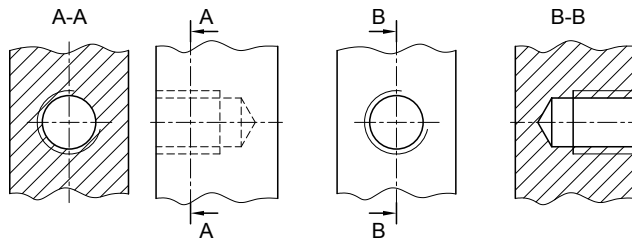
24.129. ábra.

a jobb felső negyedben legyen nyitott, de ez nem előírás.

Az anyamenet metszeti ábrázolása esetén a menetcsúcsok burkolófelületét jelölő vonalat (az anyaghatárt), azaz a legkisebb átmérő (magátmérő) vonalát és a hasznos menethossz végét folytonos, vastag vonallal, a menetárkok burkolófelületét jelölő vonalat pedig (azaz a legnagyobb átmérő vonalát) folytonos, vékony vonallal kell megrajzolni (24.130. ábra).

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

A takart csavarmenetek ábráin a menetcsúcsok, a menetárkok és a menethossz vonalait egyaránt szaggatott, vékony vonallal kell megrajzolni (24.130. ábra).

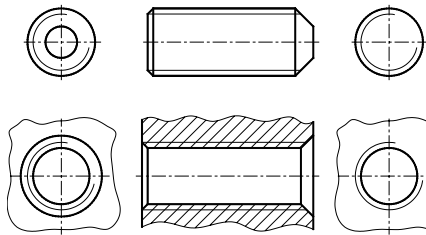


24.130. ábra.



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

A menet végződésének éltompítását a 24.131. ábra szerint rajzoljuk. Ha az éltompítás mértéke a menetmélységgel megegyezik vagy azzal közelítőleg azonos értékű, a tengelyirányú nézetben az éltompítás ábrázolását elhagyjuk.



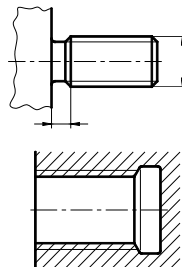
24.131. ábra.

Esztergályozással készített menet esetében a menetet készítő késnek kifutási helyet kell biztosítani. Ezt az ún. menethorony kialakításával lehet megoldani (24.132. ábra). A menethorony kialakítása és méretei szabványosak.

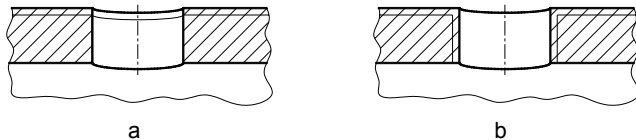
A csavarmenet menetvonalát áthatásban csak akkor kell megrajzolni, ha a rajz érthetősége megkívánja. Ilyenkor a menetvonalat az áthatással párhuzamosan kell rajzolni (24.133.a ábra). Amennyiben a furat is menetes, az áthatást csak egy vonallal rajzoljuk (24.133.b ábra).

Szerelt menetes alkatrészek jelképes ábrázolásakor úgy tekintjük, mintha az orsómenet takarná az anyamenetet (24.134. ábra).

Egyszerűsített ábrázolási módot alkalmazunk a hatlapfejű csavarok, illetve hatlapú anyák ábrázolásakor. A szabályos hatlapú hasábbból kialakított csavarfej és csavaranya sarkait  $120^\circ$ -os csúcshögű kúp mentén lemunkáljuk. Az így keletkezett hiperbola áthatási vonalakat körívvel helyettesítjük (24.135. ábra).

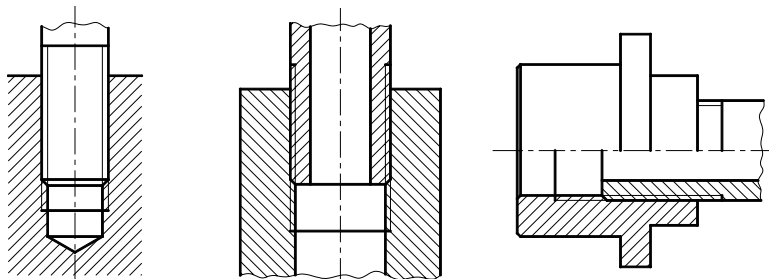


24.132. ábra.

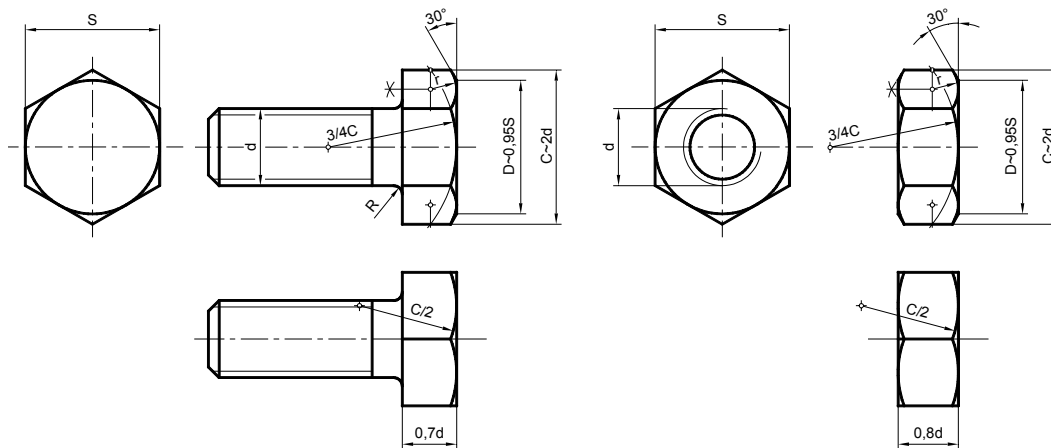


24.133. ábra.

A csavarok általában jobb emelkedésűek, de alkalmaznak bal emelkedésű csavarokat is. A balmenetet az alkatrészben is jelölni kell. A jelölés módja a csavaron, illetve az anyán kialakított horony (rovátka). A 24.136. ábrán különböző alkatrészek balmenetének jelölése látható.



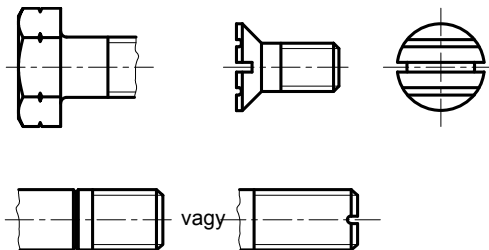
24.134. ábra.



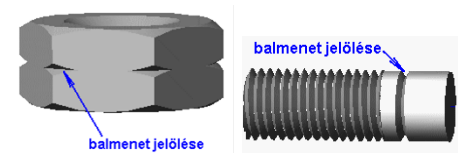
24.135. ábra.

Balmenetes orsó és anya térhatású ábrája:





24.136. ábra.



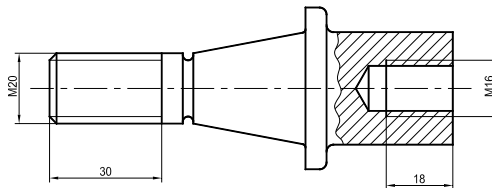
24.137. ábra.

## 24.4. A csavarmenetek méretmegadása

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

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

Szabványos menetek méretmegadásakor is be kell tartani a méretek előírásainak általános szabályait. A névleges átmérő mindig az orsómenet csúcsára vagy az anyamenet árkára vonatkozik, a menet hossza pedig a hasznos, teljes menetmélységű menethossz (24.138. ábra). (Az ábrán alkalmaztuk a 12. táblázat szerinti menetszelvény jelölést.)



24.138. ábra.

A csavarmenet méretmegadásakor mindig meg kell adni

- a menetszelvény betűjelét,
- a névleges átmérőt.

A két fő paraméteren kívül egyéb adatok is szükségesek lehetnek:

- menetemelkedés ( $L$ ) - amikor ugyanahhoz a névleges átmérőhöz többféle menetemelkedés is tartozhat (lásd később),
- menetsztás ( $P$ ),
- a menetemelkedés iránya: jobb ( $RH$ ) vagy bal ( $LH$ ).

A teljesség kedvéért megemlíthetünk még két ritkán használt adatot:

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



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

12. táblázat. Menetfajták

A különböző menetfajták szelvényének betűjelét (természetesen csak a leggyakrabban használatos menetekét) és a méretmegadás módját a 12. táblázat mutatja.

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

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

Egy névleges mérethez többféle — szintén szabványban rögzített értékű - menetemelkedés is tartozhat, amit a jelölésben meg kell adni,  $\times$  jellel a névleges mérethez kapcsolva. A finommenet menetmélysége kisebb, mint a normálmeneté, ezt a tulajdonságát például vékonyfalú csövekre vágott meneteknél használhatjuk ki.

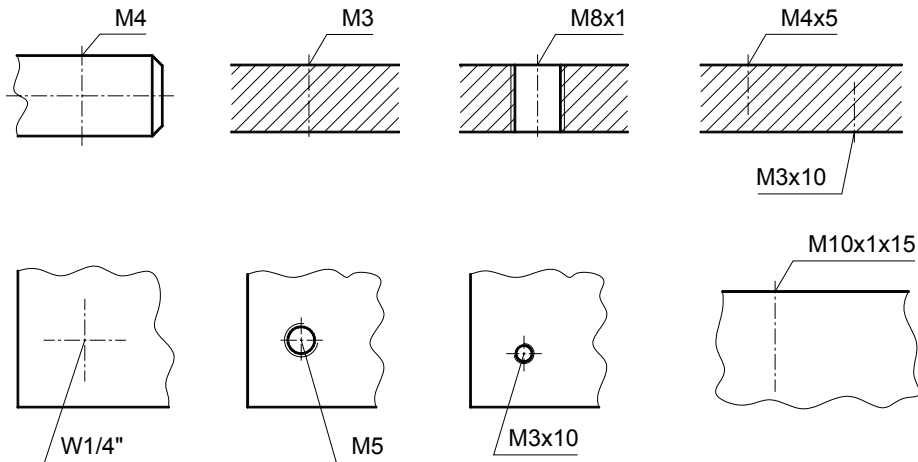
A Whitworth finommenet, az ún. csőmenet csak egyfajta menetemelkedéssel készül, jelölésében a cső hüvelyk mértérendszerben megadott névleges átmérője szerepel.



A csavarmenetek általában egybekezdésűek és jobbmenetűek, ezért ezeket külön nem kell jelölni. Ha két- vagy több-bekezdésű menetet kell készíteni, azt a rajzon nem közvetlenül írjuk elő, hanem a menetosztás megadásával. Például az  $M64 \times 6 - P2$  jelű menet 64mm külső átmérőjű, 6mm menetemelkedésű,  $P = 2$  menetosztású, 3 bekezdésű métermenetet jelent.

A balmenet  $LH$  jele a névleges méret, vagy a menetemelkedés méretszáma után van,  $M16LH$ , illetve  $M16 \times 2LH$ . Abban az esetben, ha az alkatrészen jobb- és balmenet is van, a jobbmenet  $RH$  betűjelét is meg kell adni.

Rajzainkon a kisméretű menetes átmenő- és zsákfuratokat, hasonlóan a kisméretű furatokhoz, megadhatjuk egyszerűsített módon. A kirajzolt, vagy csak a tengelyével jelölt furathoz mutató vonallal kapcsoljuk a menet méretét. A menetes furat hosszához, ha a menetemelkedés is meg van adva, akkor a menetemelkedéshez  $\times$  jellel kapcsoljuk a hasznos menethosszat (24.139. ábra).



24.139. ábra.

A következő, a csavarmentek tűrésével és illesztésével foglalkozó részt, a hasznos gyakorlati információk miatt elolvasásra ajánljuk, de ellenőrző kérdések nem tartoznak hozzá.

## 24.5. Csavarmentek tűrésének és illesztésének jelölése és megadása

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

Az alapvonal szerepét az alapszelvény veszi át. Az eltéréseket ettől kell számítani, mégpedig a menet tengelyére merőleges irányban. (Métermenet alapszelvénye látható a 24.140. ábrán) Az alapszelvény az anyamenet és az orsómenet közös elméleti szelvénye.



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

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

A tűrésnagyságok sorozatait meghatározó pontossági fokozatokat arab számok jelölik

(2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10). A közepes gyártási pontosságnak a 6 pontossági fokozat felel meg.

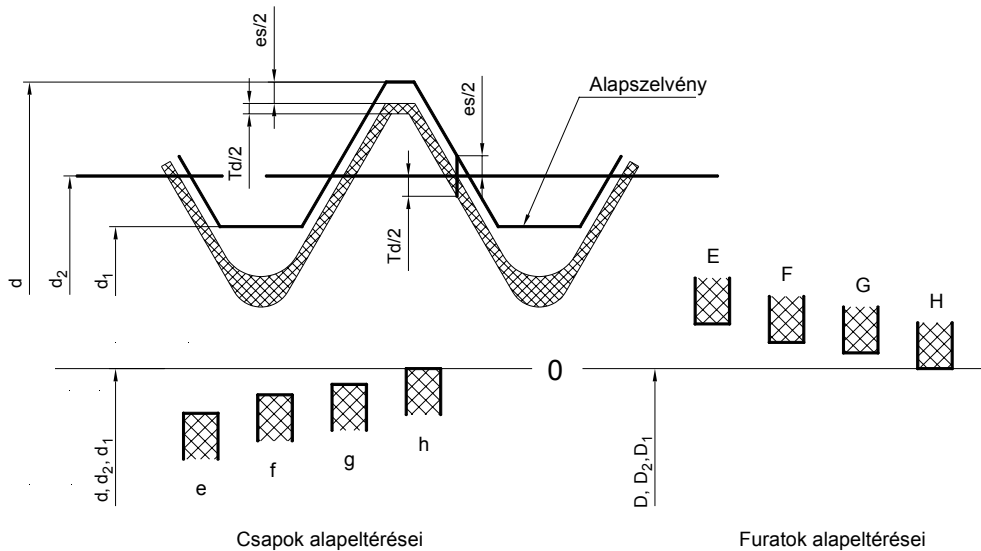
A menetátmérők alapeltérése meghatározza a menet tűrésének alapszelvényhez viszonyított elhelyezkedését.

A különböző alapeltérésű orsó- és anyamenetek párosításával a használati célnak megfelelő játék vagy fedés hozható létre a menetoldalak között.





Az anyamenetek és orsómenetek alapeltérései a 24.140. ábrán láthatók. (Ezekből az alapeltérésekből csak laza illesztés adódik.)



24.140. ábra.

A 24.140. ábra jelölései:

$es$  alapeltérés

$Td$  a  $d$  méret tűrése

$Td_2$  a  $d_2$  méret tűrése

A tűrést a rajzon tűrésjellel adjuk meg, amit a menet jeléhez gondolatjellel fűzünk. A tűrésjelben első helyen a



középátmérő tűrésjele, a második helyen pedig az orsómenet külső átmérőjének, illetve az anyamenetnek a tűrésjele áll.

Például:

$Tr20 \times 4 - 7g6g$ , ahol:

$7g$  az orsómenet középátmérőjének a tűrése

$6g$  az orsómenet külső átmérőjének tűrése

$Tr20 \times 4 - 5H6H$ , ahol:

$5H$  az anyamenet középátmérőjének a tűrése

$6H$  az anyamenet magátmérőjének tűrése

Ha a két átmérő tűrésjele azonos egyszerűsíteni is lehet (pl.  $6g6g$  helyett  $6g$ ). A menetillesztés jele olyan tört, amelynek számlálója az anyamenet tűrésjele, nevezője pedig az orsómenet tűrésjele. Pl.:

- laza illesztésű csavarkötés esetén  $M20 - \frac{6G}{6e}$ , illetve  $M20 - 6G/6e$ ,
- szilárd illesztésű csavarkötés esetén  $M16 - \frac{2H5C}{2r}$ , illetve  $M16 - 2H5C/2r$ .

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

A korábban már említett becsavarási hossz (S, N, L) kötőjellel kapcsoljuk a menettűrés jeléhez. A menettűrés megadása a teljes becsavarási hossza érvényese. A szabvány szerint a normál becsavarási hossz megadása nem szükséges, ezért a gyakorlatban ritkán adjuk meg. (A normál becsavarási hossz  $0,5d \dots 1,8d$ .) A nagy becsavarási hossz értékét mindig meg kell adni. Például:  $M16 - 7g6g - 40$ .



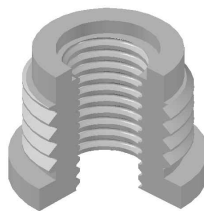
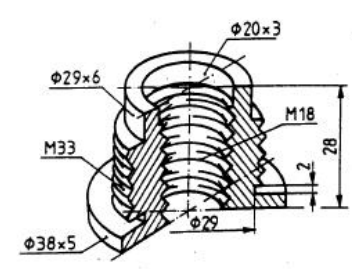


## Gyakorló feladatok

**24.1. feladat.** Rajzoljon *M20*-as hatlapfejű csavart két vetülettel!

- A csavar szára 80mm.
- A menetes rész hossza 65mm.
- A csavar fejét megrajzolhatja egyszerűsítve a 8.12 ábra segítségével vagy szabványból, a megadott méretekkel.

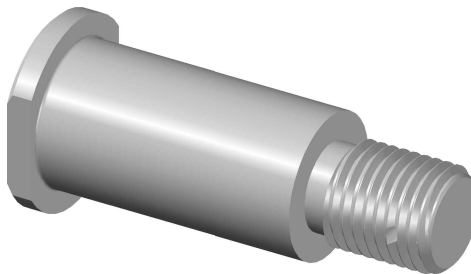
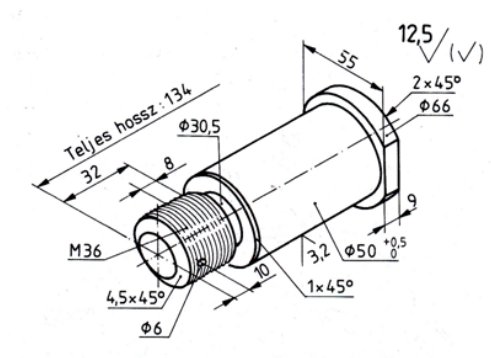
**24.2. feladat.** Készítse el az ábrán látható alkatrész rajzát!



- Ábrázolja félnézet-félmetszettel!
- Építse fel a mérethálózatot!
- Ügyeljen a menetes részek szabványos rajzolására és méretmegadására!

Javasoljuk, hogy a megoldást csak a rajz teljes elkészülése után tekintse meg!

### 24.3. feladat. Készítse el az ábrán látható menetes csap alkatrészrajzát!



- A 6-os átmenő furatot szelvénnel, a lelapolást pedig oldalnézeti vetülettel mutassa meg!
- Építse fel a mérethálózatot! Ügyeljen a menet szabványos méretmegadására!
- M1:2 méretarányban dolgozzon!

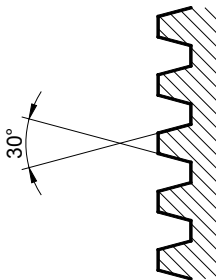
Javasoljuk, hogy a megoldást csak a rajz teljes elkészülése után tekintse meg!



## Önellenőrző feladatok

### Quiz

1. Milyen menetszelvényt szemléltet az alábbi ábra? Jelölje a helyes választ!



- metrikus menet
- trapézmenet
- fűrészmenet
- zsinórmenet



2. Egy menetes alkatrész ábráján a következő méret látható:  $Tr42 \times 4 - LH - N$  Értelmezze az adatokat és válaszoljon a következő kérdésekre!

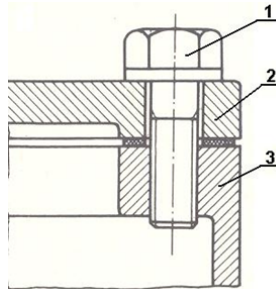
- a) A menet névleges átmérője:
- b) A menet becsavarási hossza:
- c) Menetemelkedés:
- d) A menetszelvény betűjele:
- e) A menetemelkedés iránya:

3. Hány bekezdésű az  $M56 \times 6 - 3$  jelöléssel megadott menet?

Jelölje a helyes választ!

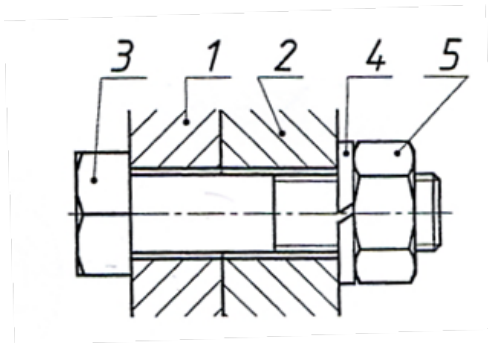
- 6 bekezdésű
- 3 bekezdésű
- 2 bekezdésű

4. Tanulmányozza az alábbi ábrát, majd jelölje a menetes alkatrészek tételszámát!



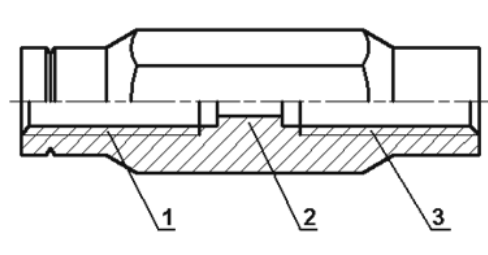
1      2      3

5. Tanulmányozza az alábbi rajzot, majd jelölje a menetes alkatrészek tételszámát!



- |   |  |
|---|--|
| 1 |  |
| 2 |  |
| 3 |  |
| 4 |  |
| 5 |  |

6. Jelölje meg az alábbi alkatrész számozott felületei közül azokat, amelyek menetesek!



1                      2                      3

Van-e az alkatrészen balmenet? Jelölje a helyes választ!

Igen, az 1 jelű rész balmenetes.

Igen, a 2 jelű rész balmenetes.

Igen, a 3 jelű rész balmenetes.

Igen, az 1 és 3 jelű rész is balmenetes.

Nincs balmenetes rész az alkatrészen.



## Aktivitás

Olvassa el a jegyzet következő, **25** alfejezetét! A tanulás során ügyeljen a következőkre:

- Hogyan ábrázolhatunk bordázott alkatrészeket.
- Hogyan adjuk meg a bordázott alkatrészek méreteit.

## Követelmény

A tananyag elsajátítása akkor lesz sikeres, ha Ön képes lesz:

- Jelképes ábra alapján eldönteni, hogy az alkatrész mely részei bordázottak.
- Értelmezni a bordázat méretmegadásában szereplő adatokat.
- Térhatású ábra alapján el tudja készíteni a bordástengely, hornyos agy és bordáskötés vetületeit.

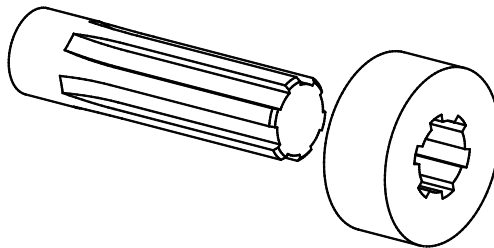
## Kulcsszavak

Bordás tengely, bordásfuratú agy, bordáskötés, evolvens profilú bordázat, párhuzamos oldalú bordázat.

## 25. Bordás tengelykötés ábrázolása

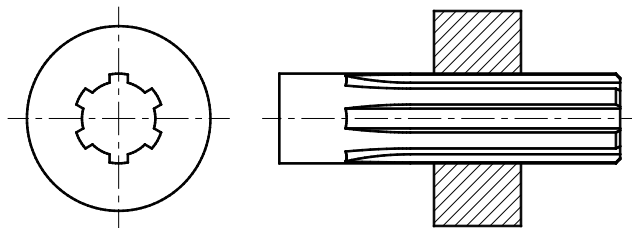
A bordás tengelykötést két elem alkotja, a bordástengely és a bordásfuratú agy. A tengelyen lévő alkotóirányú bordák kapcsolódnak az agy hornyaival. A **25.141.** ábrán ábrán egy bordástengely és egy bordázott agy axonometrikus képe látható.

Az térhatású ábrán látható bordák párhuzamos oldalfelületűek. A bordák profilja ezen kívül lehet háromszög alakú vagy evolvens görbével határolt. Az utóbbi fogalom magyarázata a következő fejezetben.



25.141. ábra.

A bordázat rajzolható — szemléltető ábrákon, prospektusokban — valóság-hű ábrázolás szabályai szerint is. Erre mutat példát a [25.142. ábra](#).

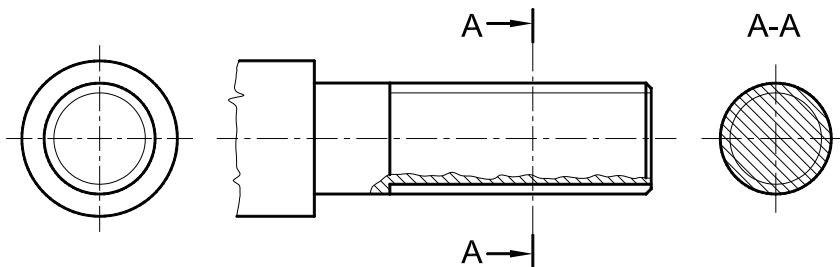


25.142. ábra.

Jelképes ábrázolásakor a külső bordázatot a [25.143. ábra](#) szerint rajzoljuk. Nézetben a külső átmérőnek megfelelő alkotót vastag, a belső átmérőnek megfelelő alkotót vékony vonallal kell rajzolni. A tengelyirányú nézetben, valamint a tengelyre merőleges metszetben hasonlóan, a külső kört vastag, a belső kört vékony vonallal ábrázoljuk.

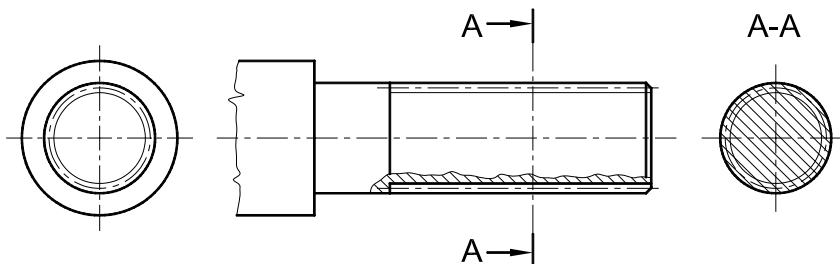


Hosszmetszetben a belső átmérőnek megfelelő alkotót szintén vastag vonallal rajzoljuk. Ugyancsak vastag vonallal kell rajzolni a hasznos bordahossz-véget is.



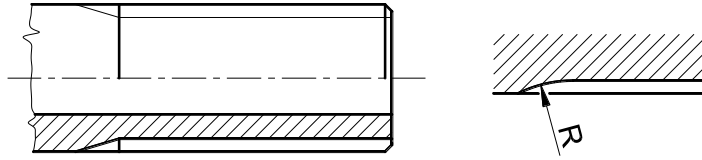
25.143. ábra.

Evolvensprofilú bordázat esetén az osztókört, illetve az osztóhenger alkotóját (a fogalom magyarázatát lásd a 26 fejezetben) a nézeten és a metszeten vékony pontvonallal meg kell rajzolni (25.144. ábra).



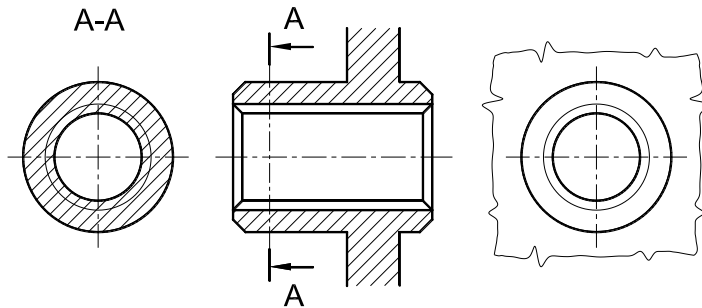
25.144. ábra.

Ha szükséges a szerszámkifutás megadása, a 25.145. ábra szerinti módon rajzolható meg.

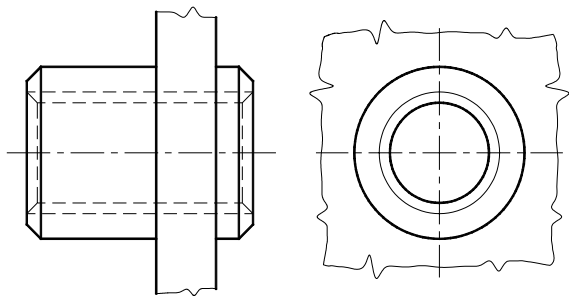


25.145. ábra.

A 25.146. ábra belső bordázatot ábrázol. Tengelyirányú nézetben és keresztmetszetben a belső átmérőt, vastag vonallal, a külső átmérőt vékony vonallal kell rajzolni. Hosszmetszetben mindkét átmérőhöz tartozó alkotót vastag vonallal ábrázoljuk. Nézetben az eltakart bordát vékony szaggatott vonal jelöli (25.147. ábra).



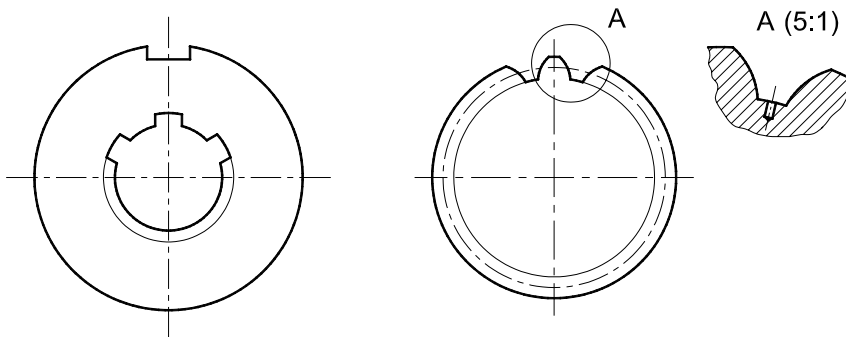
25.146. ábra.



25.147. ábra.

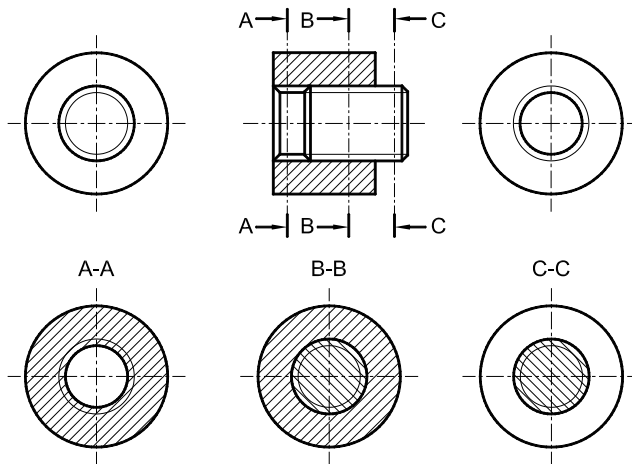
Ki kell rajzolni a bordát:

- ha a borda helyzete más elemhez viszonyítva van meghatározva,
- ha a borda részletét nagyítva kell ábrázolni (25.148. ábra).



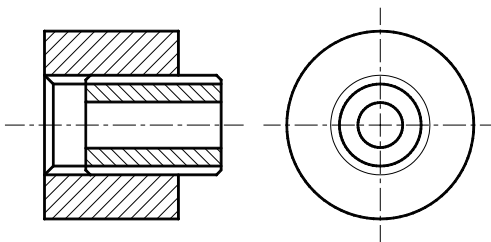
25.148. ábra.

Összeszerelt bordás tengelykötést úgy ábrázolunk, hogy a bordástengely, hasonlóan a csavarkötéshez, takarja a bordás agyat (hornyos furatot) (25.149. ábra).



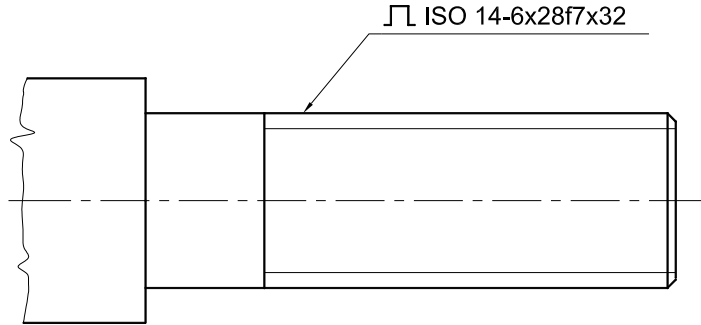
25.149. ábra.

A 25.150. ábrán egy összeszerelt bordás kötés hosszmetsete látható.



25.150. ábra.

Párhuzamos oldalú bordástengely egyszerűsített méretmegadását mutatja a [25.151. ábra](#). A szabványszám előtti jel utal a bordázat profiljára, a kötőjel után pedig a bordázat méretei következnek (bordaszám  $\times$  belső  $\times$  külső). A bordázat többi méretét, tűrését a szabvány tartalmazza.



25.151. ábra.

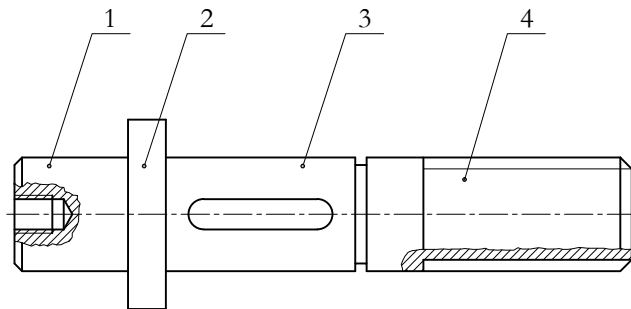


## Önellenőrző feladatok

### Quiz

1. Egy bordázott alkatrész méretmegadása a következő:  $ISO14 - 6 \times 28H7 \times 34H11 \times 7H9$  Válaszoljon a mérettel kapcsolatos kérdésekre!
  - a) Bordástengelyre vagy bordásfuratú agyra vonatkozik az előbbi méret?
  - b) Hány borda van az alkatrészen?
  - c) Milyen szélesek a bordák?
  - d) Hány milliméter a nagyátmérő mérete?

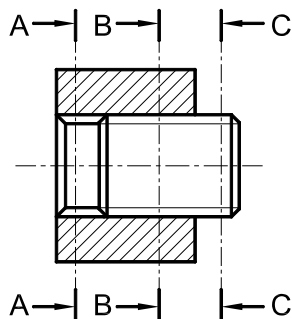
2. Az alábbi ábrán egy alkatrészt lát. Az alkatrész egyes, jól elkülöníthető részeit számokkal jelöltük. Tanulmányozza a rajzot, állapítsa meg, hogy az alkatrész mely része bordázott, majd adja meg a megoldást a kép alatti teszten!



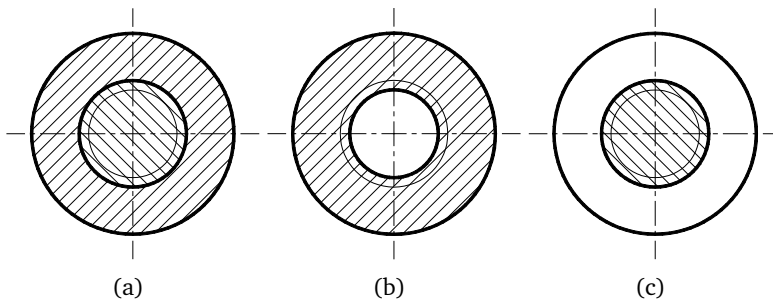
- 1  
2  
3  
4



3. Az alábbi ábrán bordáskötés rajzát látja metszetben, amelyhez 3 keresztmetszeti képet is készítettünk. A metszősíkok helyét azonosítottuk. Nézze meg az ábrát és válaszoljon a feltett kérdésre!



Hol készítettük a következő keresztmetszeti képeket? Írja be a megfelelő metszősík jelét a keresztmetszeti képhez!



- a)
- b)
- c)





## 26. Fogaskerek ábrázolása

### Aktivitás

Olvassa el a jegyzet a 26 fejezetét. A feldolgozás során figyeljen az alábbiakra:

- Tanulja meg a fogazatokkal kapcsolatos fogalmakat és rajzadási szabályokat.

### Követelmény

Ön akkor lesz sikeres a tananyag elsajátításában, ha képes lesz:

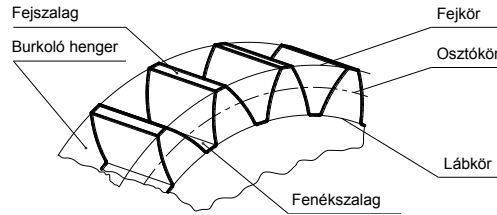
- Ábráról eldönteni, hogy az milyen fogazott alkatrészt vagy alkatrészeket ábrázol.
- Megnevezni és jelölni egy adott fogazott alkatrész rajzán a fogazat jellemzőit.
- Térhatású ábráról el tudja készíteni a fogazott alkatrész szükséges vetületeit.

### Kulcsszavak

Fogaskerék, fogazat, fejkör, osztókör, lábkör, hengeres fogaskerék, kúpfogaskerék, csiga, c sigakerék, fogasív, fogasléc, egyenes fogazat, ferde fogazat, ívelt fogazat, nyílfogazat, kilincskerék, lánckerék.

A fogaskerek, csigák, csigakerek, lánckerek és kilincskerek fogazatát — mivel a gyártás technológiája a fogak alakját meghatározza — egyszerűsített módon ábrázoljuk.

Az alábbiakban néhány, a fogazattal kapcsolatos, a rajzszabályok megértéséhez szükséges fogalmat ismertetünk. A 26.152. ábra egy külső fogazatú hengeres kerék részletét mutatja.



26.152. ábra.

A fogalmak jelentése:

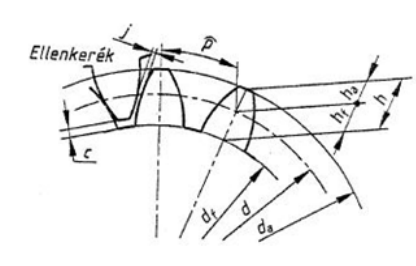
- Fejkör: a kerék tengelyére merőleges sík és a fejszalagot magában foglaló burkoló henger metszészvonala.
- Osztókör: a kerék tengelyére merőleges sík és az osztóhenger metszészvonala. (Csak elméleti kör, a fogaskeréken nem látszik.)
- Lábkör: a kerék tengelyére merőleges sík és a lábszalagot magában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

Az egyenes fogazatú hengeres fogaskerék további elemei és elnevezései a következő ábrán (26.153. ábra) láthatók.

A fogazat alapvető adatai a **fogszám** ( $z$ ) és a **modul** ( $m$ ). A modul az egyenes fogazat osztásának és a  $\pi$ -nek a hányadosa:

$$m = \frac{p}{\pi}$$

A fogosztás ( $p$ ) az osztókörnek két szomszédos fog középvonala közé eső ívhossza. (Megjegyezzük, hogy egymással kapcsolódó kerek osztásának meg kell egyeznie.)



26.153. ábra.

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.

Egymással csak azonos modulú fogaskerek kapcsolódhatnak.

A modul a fogaskerek legjellemzőbb adata, mert a fogaskerék valamennyi méretét a modullal fejezzük ki.

Az osztókör kerülete:

$$K = d \cdot \pi,$$

de kifejezhető a fogszámmal és az fogosztással is:

$$K = z \cdot p.$$

Ebből:

$$d = z \cdot \frac{p}{\pi},$$

vagyis

$$d = z \cdot m.$$

A 26.153. ábra jelöléseivel a többi jellemző:

Osztókörátmérő:

$$d = m \cdot z.$$



Fejmagasság:

$$h_a = m.$$

Lábhézag:

$$c = 0,25 \cdot m.$$

Fogmagasság:

$$h = 2,25 \cdot m.$$

Lábmagasság:

$$h_f = 1,25 \cdot m.$$

Fejkörátmérő:

$$d_a = d + 2 \cdot m.$$

Lábkörátmérő:

$$d_f = d - 2,5 \cdot m.$$

Foghézag:

$$j = p/20.$$

A fogazatot kúpfelületen is ki lehet alakítani, ekkor az előbbi elnevezések értelemszerűen módosulnak. A kúpkerék fejkörén, osztókörén és lábkörén a kúpok tengelyére merőleges legnagyobb metszetét értjük (26.155. ábra).

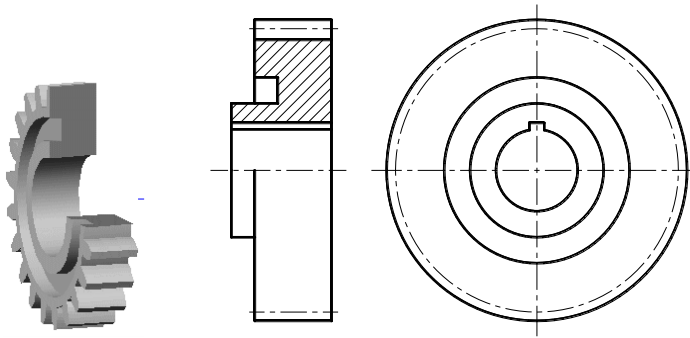
Ha a fogazatot a henger belső felületén alakítjuk ki, belső fogazatot kapunk.

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

Az elméletileg végtelen sugarú osztókörrel készített fogaskereket fogaslécnek nevezzük (26.159. ábra).

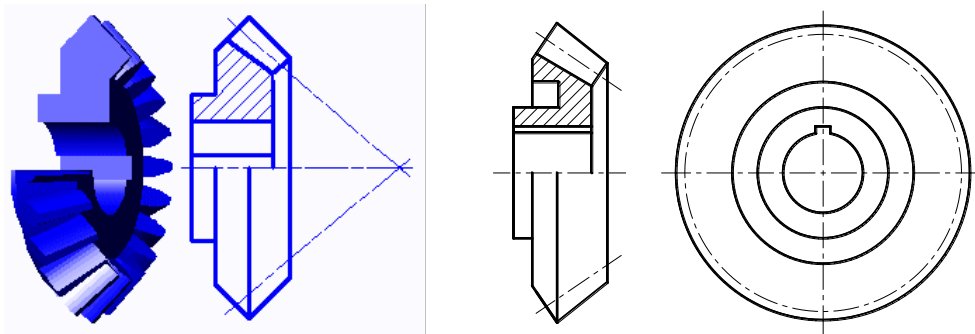
A fogaskereket egyszerűsítve ábrázoljuk. A 26.154. ábrán látható, hogy a fogazatot, nézetben és metszetben, a fejszalagot burkoló fejhenger határolja. Tengelyirányú nézeten köröket, a tengellyel párhuzamos nézeten az alkotót rajzoljuk meg. A különböző elemeket a következőképpen rajzoljuk:

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



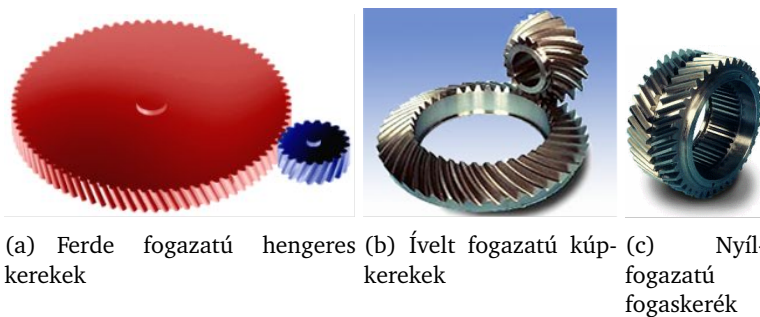
26.154. ábra. Hengeres fogaskerék térhatású ábrája, és műszaki rajza

Kúpkerék rajza látható a 26.155. ábrán. Nézetben a lábkúp alkotót nem rajzoljuk meg.

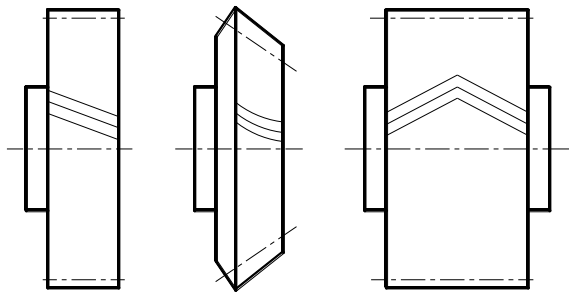


26.155. ábra.

Ha a fogaskerék vagy a fogasléc fogirányát is meg kell adni, akkor a fogaskerék tengelyével párhuzamos nézetben három, vékony folytonos vonallal kell a megfelelő alakot és irányt ábrázolni. A 26.156. ábrán ferde, ívelt és nyílfogazatú fogaskerék térhatású ábrája és a 26.157. ábrán azok szabványos rajza látható.

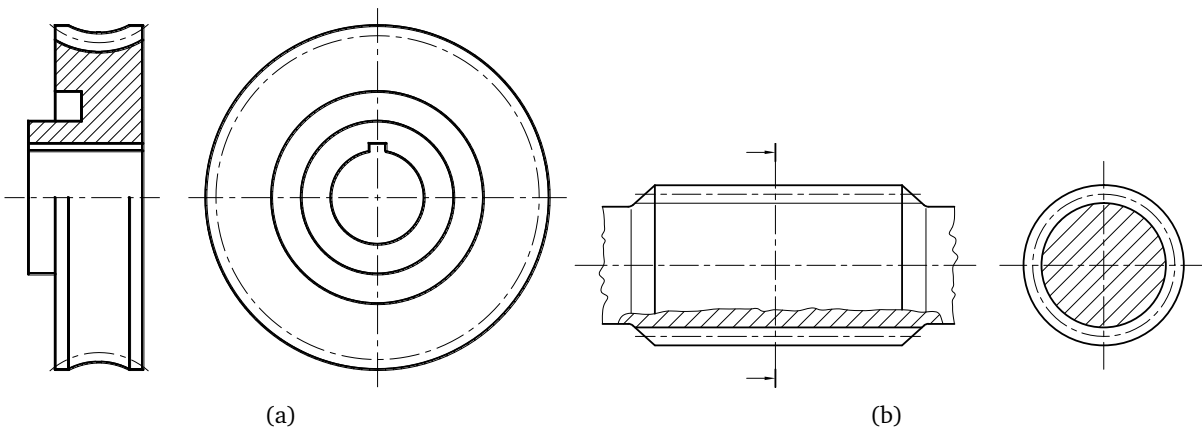


26.156. ábra.



26.157. ábra.

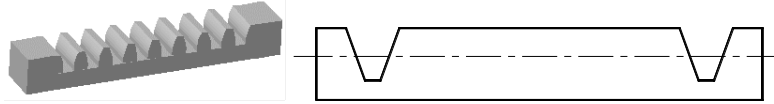
A 26.158. (a) ábrán csigakerék, a 26.158. (b) ábrán csiga rajza látható.



26.158. ábra.

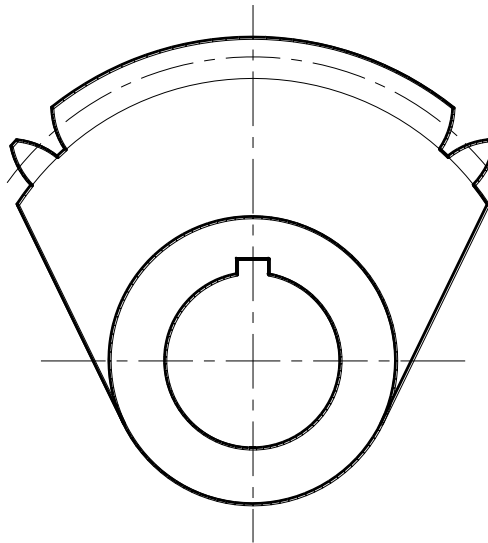


A fogasléc végtelen sugarú fogaskeréknek tekinthető. Ha szükséges a szélső fogak helyzetének a megadása, kirajzolhatjuk a fogazat határait jelentő fogárkokat (26.159. ábra).



26.159. ábra.

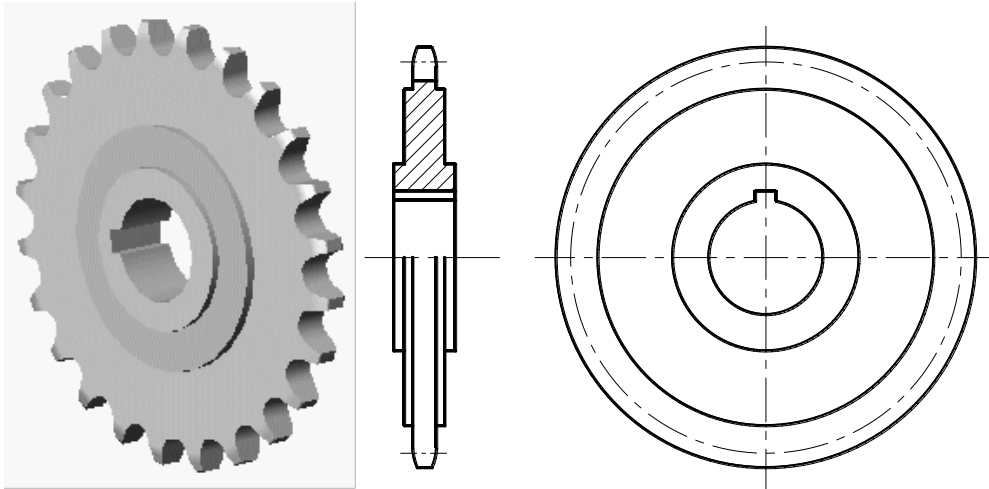
Fogasív (nem teljes körületen készült fogazat) rajza látható a 26.160. ábrán. Hasonlóan a fogasléc ábrázolásához, szükség esetén kirajzolhatók a fogazat határait jelentő fogárkok.



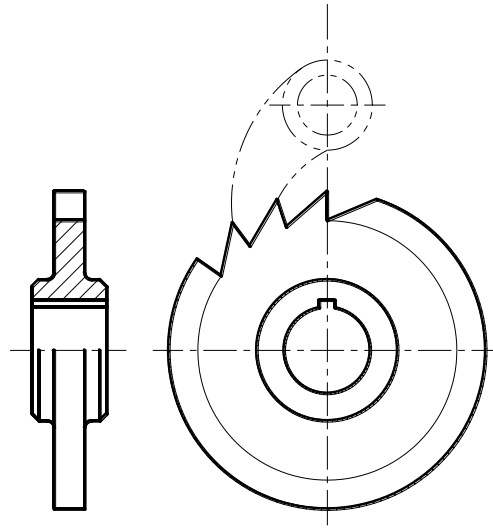
26.160. ábra.



A lánckerék és a kilincskerék a fogaskerékhez hasonló kialakítású gépelem. Rajzolásuk egyszerűsítése is azonos a fogazatnál megismert elvekkel. Ha szükséges a lánckerék fogalakjának a megadása, a [26.160.](#) ábra szerint járunk el, a lábkört is megrajzolva. Lánckerék alkatrészrajzán a fogalak méretezésekor kiemelt részletet szokás alkalmazni. Kilincskerék rajzán osztókört nem, de néhány fogat mindig kirajzolunk. A [26.161.](#) ábrán lánckerék, a [26.162.](#) ábrán kilincskerék rajza látható.

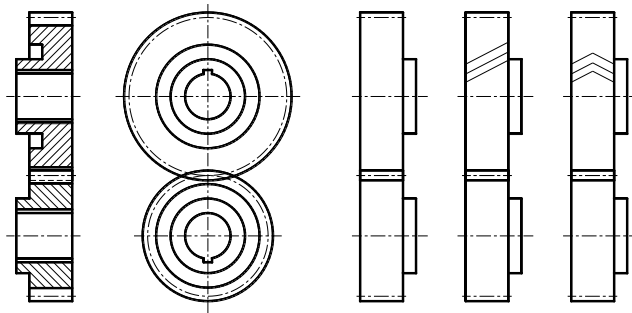


26.161. ábra.



26.162. ábra.

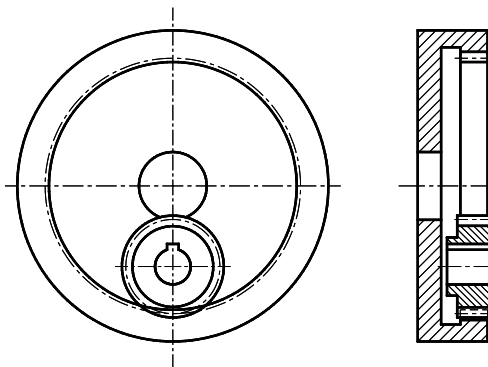
Kapcsolódó fogaskerékpárokat nézetben úgy kell ábrázolni, hogy a kapcsolódás helyén egyik fogaskerék se takarja el a másikat, viszont a metszetet úgy készítjük, mintha egyik kerék foga (bármelyik) takarná a másikat. Mivel az egyik kerék fejköre és a másik kerék lábköre között hézag van, ezt az ábrázoláskor feltüntetjük. Hengeres kerékpár külső kapcsolódását a [26.163. ábra](#) mutatja.



26.163. ábra.

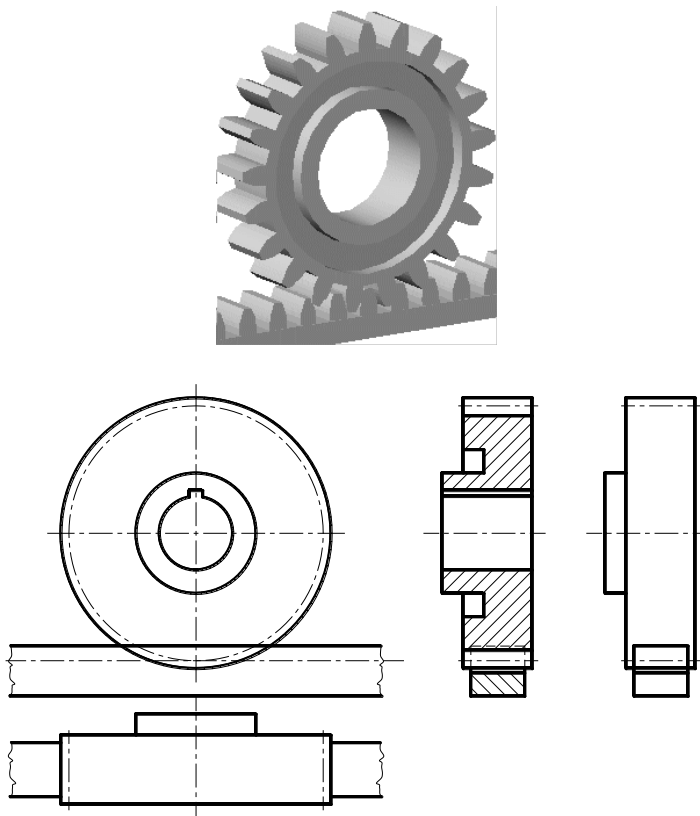
A fogaskereknek kapcsolódásának ábrázolásakor ügyeljünk arra, hogy az osztókörök érintkeznek és a fejkörök nem szakadnak meg a kapcsolódás környezetében sem (középső ábrarészlet).

Belső- és külsőfogazatú hengereskerékpár kapcsolódását láthatjuk a 26.164. ábrán.



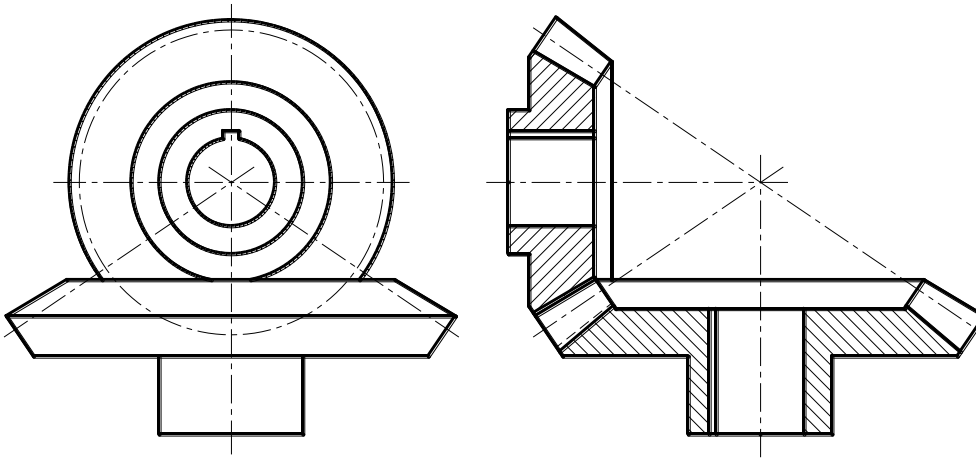
26.164. ábra.

Hengereskerék fogasléccel való kapcsolatát mutatja a 26.165. ábra.



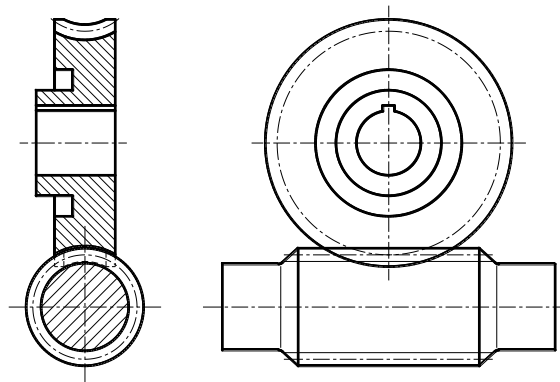
26.165. ábra.

Kúpkerékpár kapcsolódása látható a 26.166. ábrán. Itt jegyezzük meg, ha a két fogaskerék közül az egyik teljesen a másik előtt van, akkor a korábban említett általános szabálytól eltérően (nevezetesen, a kapcsolódás helyén egyik fogaskerék se takarja a másikat), ténylegesen takarja a másikat. Ha mindkét fogaskerék tengelymetszetben van, akkor választás szerint a két fogaskerék közül az egyik foga eltakarja a másikat.



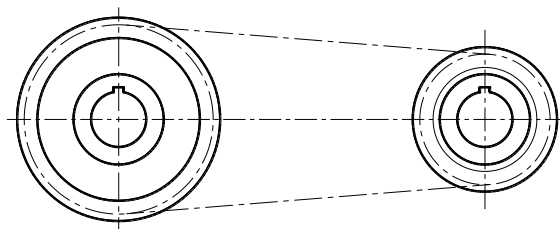
26.166. ábra.

Csiga és csigakerék kapcsolódása látható a 26.167. ábrán.



26.167. ábra.

Lánchajtás esetén a láncot vékony vonalvastagságú pontvonallal rajzoljuk, amely az osztókörökhöz érintőlegesen kapcsolódik. Erre mutat példát a 26.168. ábra.

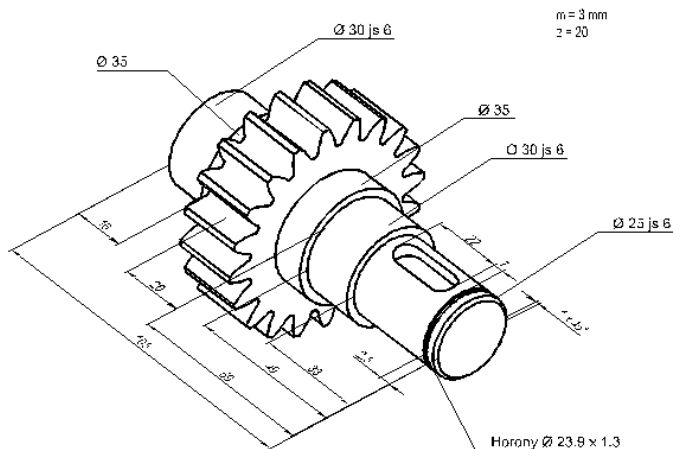


26.168. ábra.

A fogaskerek és a lánckerek műhelyrajzán, a méretezéssel meghatározható alakon kívül, adattáblázatban meg kell adni a fogazat elkészítéséhez és ellenőrzéséhez szükséges adatokat.

### 26.1. feladat.

Készítse el az alábbi fogazott tengely méretezett alkatrészrajzát!



- Csak annyi vetületet rajzoljon, ahány egyértelműen meghatározza a darabot!
- A reteszhoronynál készítsen helyi nézetet! A horony szélessége  $8N9$ , mélysége 4mm. Az  $N9$  tűrés értéke  $0; -0,036\text{mm}$ , a kiadódó méret tűrése  $0; -0,1\text{mm}$ .
- Az 1,3 méretű horonynál rajzoljon kiemelt részletet! A horony tűrése  $H11$ , értéke  $0; +0,060\text{mm}$ .
- A fogazat fejkör átmérőjének tűrése  $h11$ , a tűrés számértéke 0 és  $-0,190\text{mm}$ .
- Az  $\varnothing 25js6$  és  $\varnothing 30js6$  méretek tűrésének értéke  $-0,0065$  és  $+0,0065\text{mm}$ .

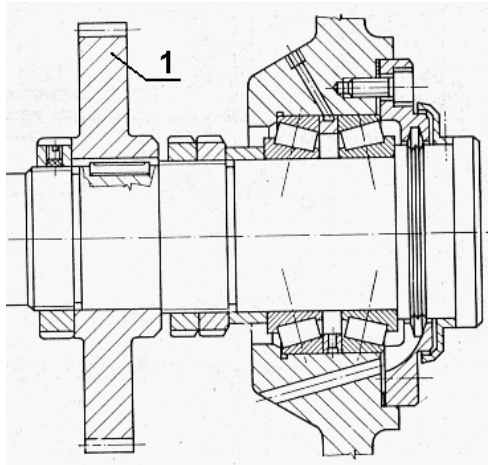


- A tűrésezett méreteknek készítsen táblázatot!
- A tűrésezett felületek köszörüléssel készülnek, a felületi érdesség mérőszáma  $1,6\mu$ . A fogazat előírt érdessége  $0,8\mu$ , a többi felület  $6,3\mu$ .
- Építse fel a mérethálózatot!

## Önellenőrző feladatok

### Quiz

1. Tanulmányozza az alábbi ábrát és jelölje a helyes választ!  
Milyen alkatrész az ábrán 1-el jelölt darab?



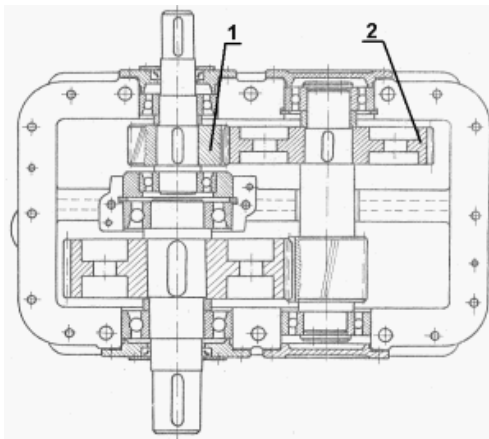
Kúpfogaskerék

Hengeres fogaskerék

Csigakerék

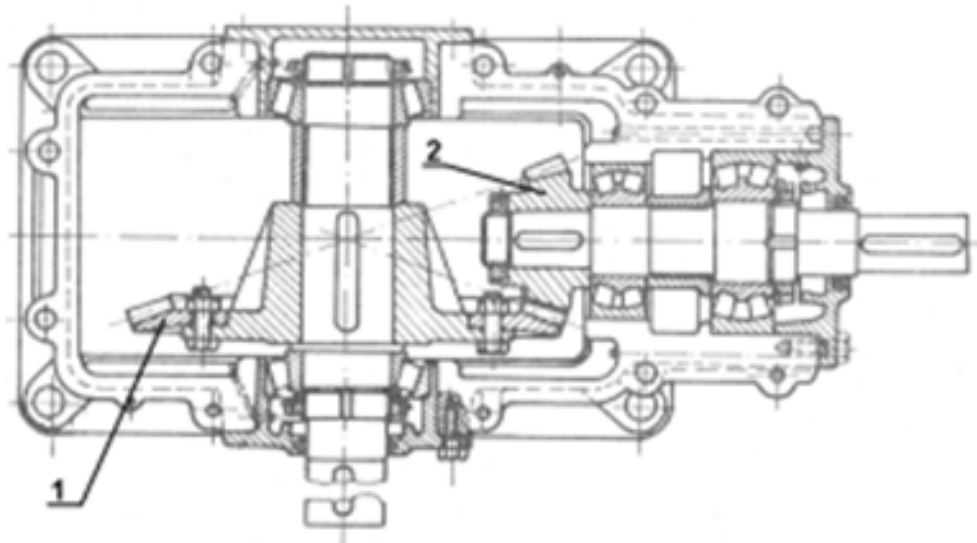


2. Tanulmányozza az ábrát, majd válaszoljon a kérdésre!  
Milyen alkatrészeket jelölnek a számok az összeállítási rajzon?



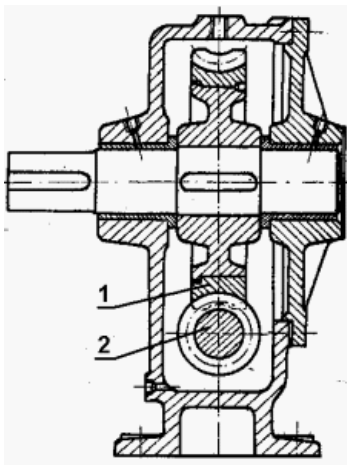
- Egyenes fogazatú hengeres fogaskerekek.
- Kúpfogaskerekek.
- Ferde fogazatú hengeres fogaskerekek.
- Csiga és csigakerék.

3. Tanulmányozza az ábrát, majd válaszoljon a kérdésre!  
Milyen kapcsolódó alkatrészeket jelölnek a számok az összeállítási rajzon?



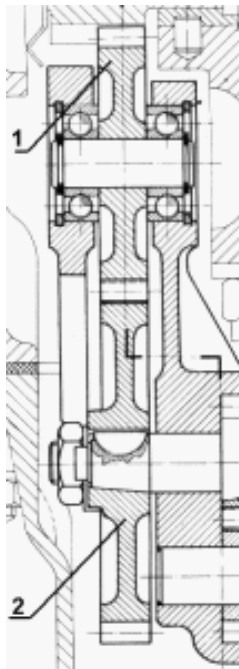
- Egyenes fogazatú hengeres fogaskerék.
- Kúpfogaskerekek.
- Ferde fogazatú hengeres fogaskerekek.
- Csiga és csigakerék.
- Nyl fogazatú hengeres fogaskerekek.

4. Tanulmányozza az ábrát, majd válaszoljon a kérdésre!  
Milyen kapcsolódó alkatrészeket jelölnek a számok az összeállítási rajzon?



Egyenes fogazatú hengeres fogaskerék.  
Kúpfogaskerekek.  
Csiga és csigakerék.  
Nyíl fogazatú hengeres fogaskerekek.  
Fogasív, fogasléc.

5. Tanulmányozza az ábrát, majd válaszoljon a kérdésre!  
Milyen kapcsolódó alkatrészeket jelölnek a számok az összeállítási rajzon?

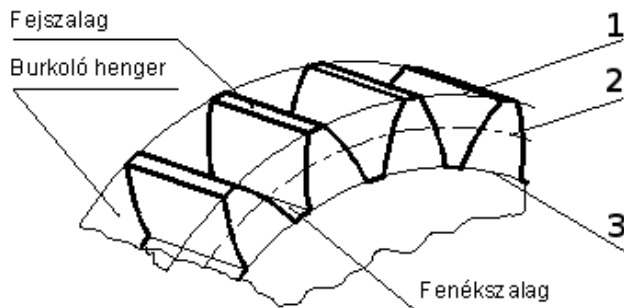


Hengeres fogaskerek.  
Kúpfogaskerek.  
Csiga és csigakerék.  
Fogasív, fogasléc.



6. Az alábbi ábrán egy külső fogazatú hengeres fogaskerék részletét látja. Az ábrán bejelöltük a fogaskerék három jellemzőjét.

Párosítsa ezeket a tárgyrészelteket (fogalmakat) a megfelelő mutatóvonallal.



a) fejkör

b) lábkör,

c) osztókör.



## 27. Rugók egyszerűsített ábrázolása

### Aktivitás

Olvassa el a jegyzet 27 alfejezetét. A feldolgozás során figyeljen az alábbiakra:

- Ismerje meg a különböző rugó fajtákat és azok ábrázolására vonatkozó előírásokat.

### Követelmény

Ön akkor lesz sikeres a tananyag elsajátításában, ha képes lesz:

- Műszaki rajzon felismerni az egyes rugókat, különböző ábrázolási módokban.
- Alkalmazni rajzban a különböző rugók ábrázolására, méretmegadására vonatkozó szabványos előírásokat.

### Kulcsszavak

Nyomó csavarrugó, húzó csavarrugó, forgató rugó, kúpos csavarrugó, tányérrugó, laprugó.

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

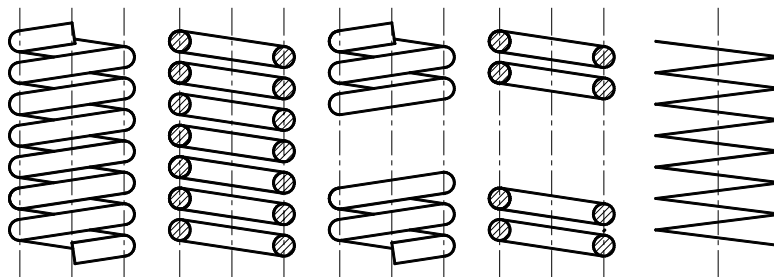
A rugókat ábrázolhatjuk nézetben vagy metszetben. Összeállítási rajzon, főleg a kis méretűeket, rajzolhatjuk vonalasan is. Vonalas ábrázolás esetén a csavarodás irányát és a keresztmetszet alakját jelölni kell.

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

A rugókat csavarodási irányuknak megfelelően ábrázoljuk. A rugók végét (a felfekvő meneteket), a kialakításnak megfelelően kell megrajzolni.

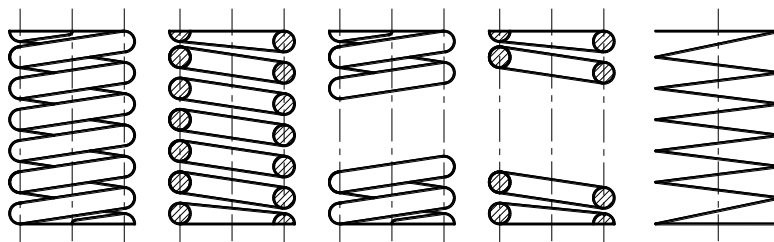
A rugómenet kontúrvonalát egyenes vonallal ábrázoljuk, a rugóhuzal középvezetét nem rajzoljuk meg. A továbbiakban különböző rugók ábrázolását mutatjuk be nézetben, metszetben, ill. egyszerűsített és vonalas ábrázolással. Az egyszerűsítés abban áll, hogy a rugónak csak a két végét rajzoljuk meg, a középső menetek kimaradnak.

A 27.169. ábrán jobb csavarodású, nyitott végű, hengeres nyomó csavarrugó rajza látható fentiek szerint.



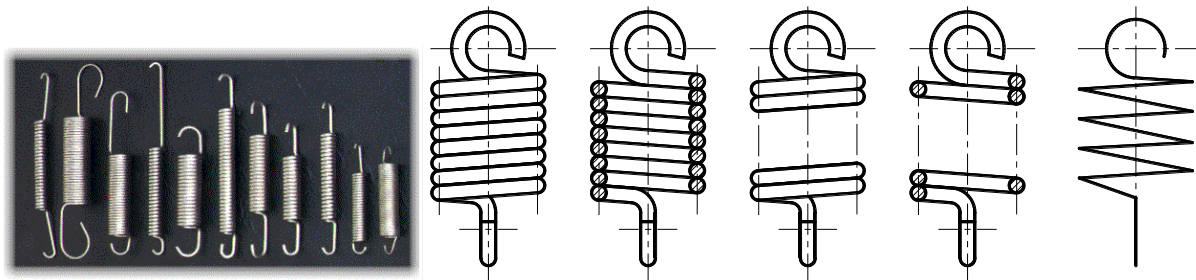
27.169. ábra.

Jobb csavarodású, visszahajlított (zárt) végű, köszörült felfekvő felületű hengeres nyomó csavarrugót mutat a 27.170. ábra.



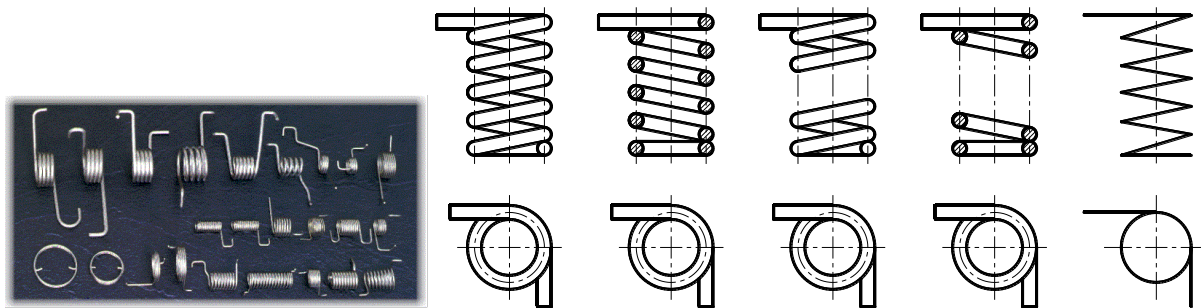
27.170. ábra.

Különböző méretű és szemkialakítású húzó csavarrugók képe és rajza látható a 27.171. ábrán. A húzó csavarrugó rögzítő szemeit mindig a kialakításnak megfelelően kell megrajzolni.



27.171. ábra.

A 27.172. ábra különböző méretű és kialakítású forgató rugó képét és rajzát mutatja.



27.172. ábra.

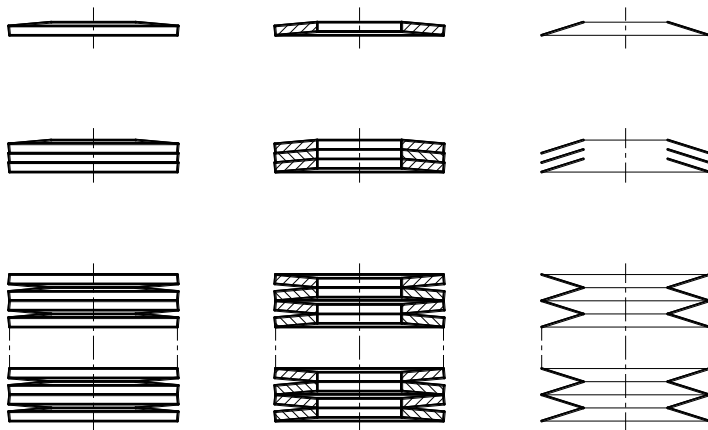


Kúpos körszelvényű csavarrugót láthatunk a 27.173. ábrán.



27.173. ábra.

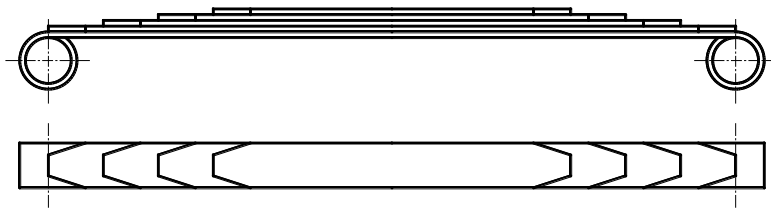
Tányérrugó térhatású ábráját és ábrázolását mutatja a 27.174. ábra. Felülről lefelé egy tányérrugó, tányérrugó köteg és tányérrugó oszlop látható, nézetben, metszetben és vonalasan.



27.174. ábra.



A téglalap vagy négyzet keresztmetszetű hengeres, illetve kúpos csavarrugók ábrázolására itt nem térünk ki, a rugók ábrázolásával foglalkozó szabványban megtalálhatók az ábrázolási szabályok. Lemezrugó rajzát mutatja a 27.175. ábra. Ezt a rugótípust általában beméretezett műhelyrajzzal szokás meghatározni.



27.175. ábra.

A rugók műhelyrajzainak kivitelére és a szükséges paraméterek megadására is vannak szabványelőírások. A szabványok nagyon sok adat táblázatos megadását írják elő, nem csak méreteket, hanem anyagjellemzőket és működési tulajdonságokat is. Ezen követelmények részletes ismertetése azonban meghaladja a tananyag kereteit.

A rugómeneteket alkatrészrajzon csak nézetben szabad ábrázolni. Az előállításra vonatkozó méreteken kívül célszerű megadni egyes jellemző méreteket is (hossz, szögelfordulás) a hozzájuk tartozó rugóerővel, nyomatékkal együtt. Ezeket diagramban vagy táblázatosan szerepeltethetjük a rajzon.

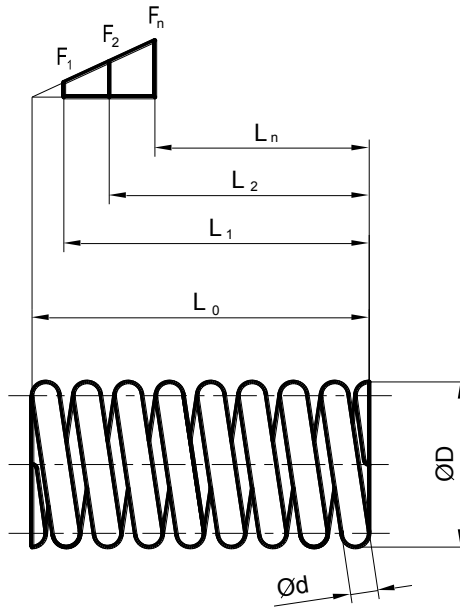
A 27.176. ábrán egy zárt végű, köszörült felfekvő felületű, hengeres nyomó csavarrugó műhelyrajzán a következő jellemzőket adtuk meg a geometriai méreteken kívül (ezek az adatok a legegyszerűbb esetben elegendők):

- a rugó terheletlen hosszát,  $L_0$ ;
- a rugó hosszát a megengedett legnagyobb  $F_n$  próbaterhelés alatt,  $L_n$ ;



- megadott  $F_1$  és  $F_2$  erőkhöz tartozó rugóhosszakat,  $L_1$  és  $L_2$  (a rugómerevség kiértékeléséhez);
- működő menetszámot;
- összes menetszámot és
- a kiegyenesített hosszt.

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

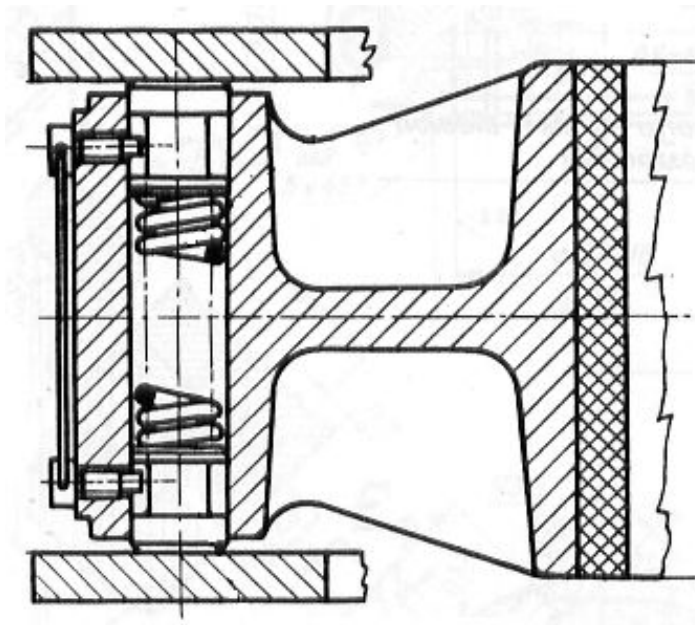


Működő menetszám:  $n_m = 7,5$   
Összes menetszám:  $n_o = 9$   
Kiegyenesített hossz:  $L$

27.176. ábra.

## Quiz

1. Tanulmányozza az alábbi ábrát, majd válaszoljon a kérdésre!  
Hány rugó látható az alábbi ábrán? Jelölje a helyes választ!

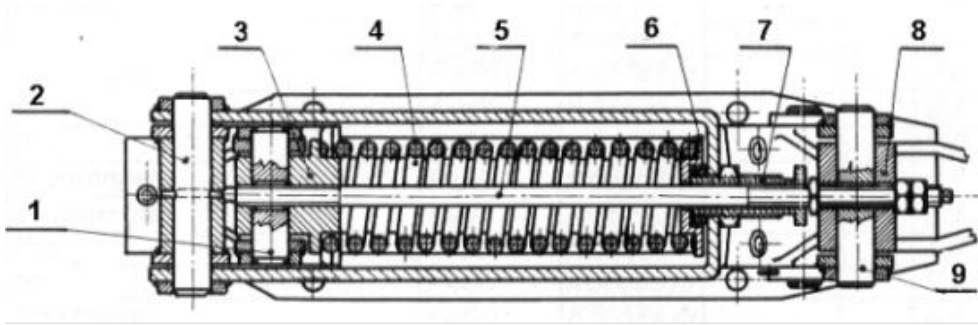


1

2

3

2. Tanulmányozza az alábbi ábrát, majd válaszoljon a kérdésre!

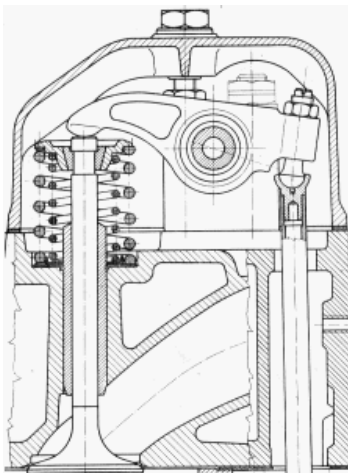


Milyen rugófajta a rajzon 4-es számmal jelölt rugó? Jelölje a helyes választ!

☐ húzórugó

☐ nyomórugó

3. Tanulmányozza az alábbi ábrát, majd válaszoljon a kérdésre!



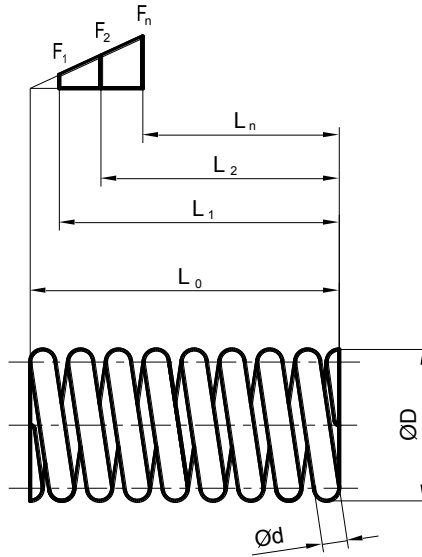
Csavarodási irányukat tekintve mit mondhatunk az ábrán látható két rugóról? Jelölje a helyes választ!

Mindkét rugó jobbsavarodású.

Az egyik rugó jobb-, a másik balcsavarodású.

Mindkét rugó balcsavarodású.

4. Tanulmányozza az alábbi ábrát, majd párosítsa a paramétereket azok jelentéseivel!



Működő menetszám:  $n_m = 7,5$

Összes menetszám:  $n_0 = 9$

Kiegyenesített hossz:  $L$

A rugó terheletlen hossza:

A rugó hossza a megengedett legnagyobb próbaterhelés alatt:

A rugóhuzal átmérője:



**27.1. feladat.** Rajzoljon jobbsavarodású zártvégű hengeres nyomó csavarrugót,  $2 \times 3/4$  menetű feltámasztással, nézetben és metszetben a következő méretekkel:

összes menetszám: 9,5

működő menetszám: 8

terheletlen hossz: 101mm ( $L_0 = \text{menetszám} \times \text{menetemelkedés} + \text{a rugóhuzal átmérője}$ )

menetemelkedés: 12mm

a rugó külső átmérője: 50mm

a rugóhuzal átmérője: 5mm







## 28. Hegesztett kötések

### Aktivitás

Olvassa el a jegyzet 28 alfejezetét. A feldolgozás során figyeljen az alábbiakra:

- Tanulja meg a hegesztési varratok megnevezéseit, ábrázolási szabályait és előírásukat rajzon.

### Követelmény

Ön akkor lesz sikeres a tananyag elsajátításában, ha képes lesz:

- Műszaki rajzon felismerni, hogy az milyen nem oldható kötést ábrázol.
- Alkalmazni rajzban a különböző hegesztési varratok ábrázolására, méretmegadására vonatkozó szabványos előírásokat.

### Kulcsszavak

Hegesztés, hegesztési eljárás, varrat, hegesztési alapjel, peremvarrat, tompavarrat, sarokvarrat, kettős varratok.

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

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



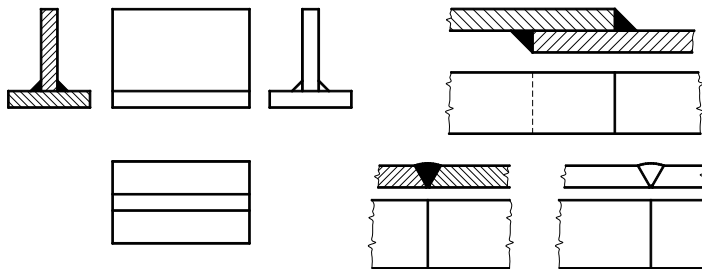
A hegesztett kötést meghatározza:

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

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

- kirajzolva és beméretezve,
- szabványos rajzjelekkel.

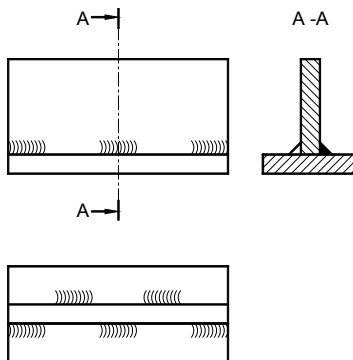
A kirajzolt kötések esetén az élkiképzést (hegesztés előtti állapot) részletesen beméretezett módon meg kell határozni. A varratot nézetben — a hosszára merőleges irányból nézve — vastag folytonos vonallal rajzoljuk. Metszetben a szelvényét befeketítjük. A varrat helyét meghatározó nézetben általában nem rajzoljuk meg az élkiképzésnek és a hézagnak, a szelvény alapján kisserkeszthető, párhuzamos vonalait, hanem helyettük csupán a varrat helyét meghatározó egyetlen vonalat rajzolunk (28.177. ábra).



28.177. ábra.

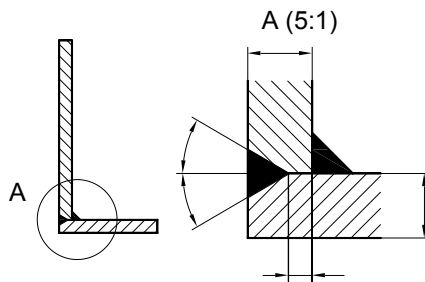


Szakaszos varratok esetén, a hosszirányú nézeten, a varratvonalon kiegészíthető a varratvastagságnak megfelelő méretű, vékony íves szabadkézi vonalakkal (28.178. ábra).



28.178. ábra.

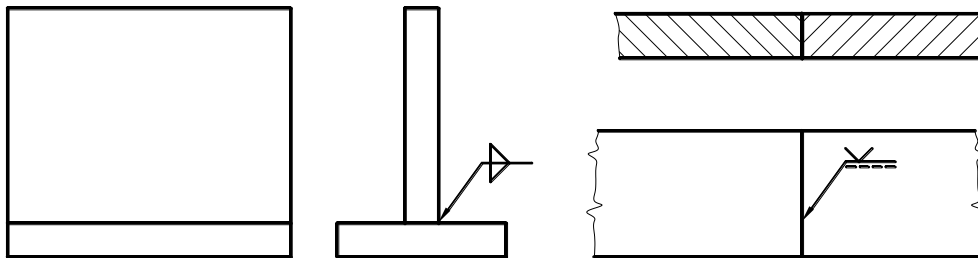
Ha a méretarány olyan, hogy a varratkialakítást a kis méretek miatt nem tudjuk beméretezni, akkor a varratot kinagyítjuk (28.179. ábra).



28.179. ábra.

A jelképesen, szabványos rajzjelekkel megadott hegesztési varratokat a vonatkozó szabvány szerint célszerű ábrázolni.

Ebben az esetben a varratokat nem kell kirajzolni, mert a rajzjel tartalmazza a varrat meghatározásához szükséges információkat. Ez az ábrázolási mód alapjelekből és kiegészítőjelekből áll. A 28.180. ábra erre mutat példát.



28.180. ábra.

Az alapjel alakja hasonló, mint a hegesztési varrat keresztmetszete, de a hegesztési eljárást nem jelzi.

A 13. (a) táblázatban a gyakrabban használt varratok alapjele látható. A 13. (b) táblázat a kiegészítő jeleket és adatokat tartalmazza.

A 28.180. ábrán rajzjelekkel megadott hegesztett kötés elvi megadási módja látható. A hegesztési varratok rajzjelekkel történő megadásakor a varrat helyét csak jelölik. Az egyértelmű meghatározáshoz szükséges még a varrat helyzetének, méreteinek és egyéb adatainak megadása.



(a) A hegesztési varratok alapjelei

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

(b) Hegesztési varratok kiegészítő jelei és adatai

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

| Megnevezés                               | Jel | Rajzjel |
|------------------------------------------|-----|---------|
| Körbemenő varrat                         |     |         |
| A varrat a helyszínén készítve           |     |         |
| A hegesztési eljárás jelölése            |     |         |
| Hivatkozás a szövegmezőben lévő adatokra |     |         |

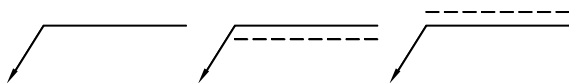
13. táblázat.



A rajzjel elemei:

- a referenciavonal és mutatóvonal (28.181. ábra);
- a kötés alapjele (ha szükséges kiegészítő jelekkel);
- a kötés jellemző adatai;
- az esetleges különleges előírások.

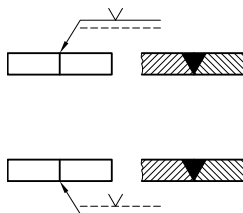
A kettős referenciavonalon (hivatkozási vonal) kell elhelyezni az egy oldalról készített hegesztési varrat rajzjelét. A referenciavonal lehetőleg vízszintes helyzetű legyen. A szaggatott vonalat a folytonos vonal alatt vagy felett helyezzük el. A folytonos vonalhoz kapcsolódik a nyílban végződő mutatóvonal (28.181. ábra), amely a varrat helyére mutat.



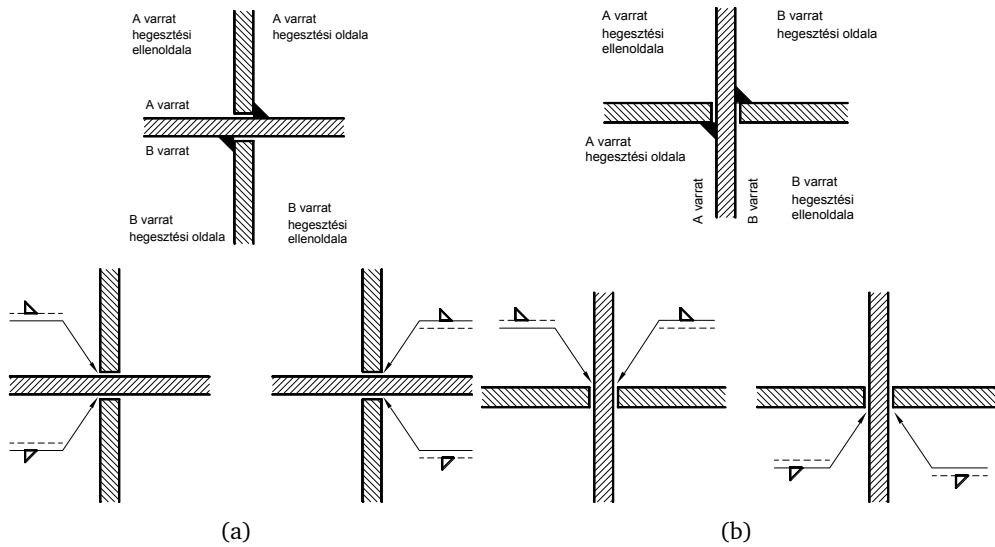
28.181. ábra.

Ha a mutatóvonal nyila a hegesztés felőli oldalról mutat a varratra, akkor a varrat rajzjelét a referencia vonal folytonos vonalára kell elhelyezni. Ha viszont a takart oldalon van, a szaggatott vonalra kell a rajzjelet tenni. Ezekre az esetekre mutat példát a 28.182. ábra.

A hegesztési varratok helyzetére és a jelölés módjára láthatunk megoldásokat a 28.183. (a) és (b) ábrán. A két oldalról hegesztett varratok megadásánál a szaggatott vonal elhagyható.



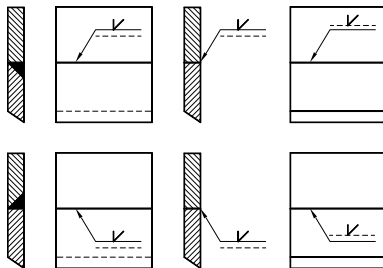
28.182. ábra.



28.183. ábra.

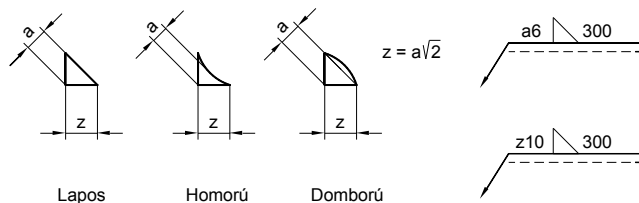


Nem szimmetrikus varratok megadása esetén a mutatóvonal nyíl a megmunkálandó alkatrészre mutasson (28.184. ábra).



28.184. ábra.

A hegesztési varratok méretmegadásakor minden hegesztési rajzjelet mérettel kell ellátni. Az ismétlődő méretek megadhatók kiemelten. A két leggyakrabban használt varratfajta a V-varrat és a sarokvarrat. A V-varrat mérete maximum az összehegesztendő lemezek vastagsága lehet. A sarokvarrat jellemző mérete a varratkeresztmetszet (derékszögű háromszög)  $a$  vagy  $z$  mérete. A varratkeresztmetszet jellemző méretét a varratjel baloldalán, a hosszát a jobb oldalán kell megadni. Ha hossz méret nincs megadva, akkor a varrat az alkatrész teljes hosszában folyamatos. A 28.185. ábrán a sarokvarrat jellemző méreteit és a megadás módját mutatja. A varratjel előtti „ $a$ ” vagy „ $z$ ” betű azt jelzi, hogy a mögötte levő számérték melyik méretre vonatkozik.

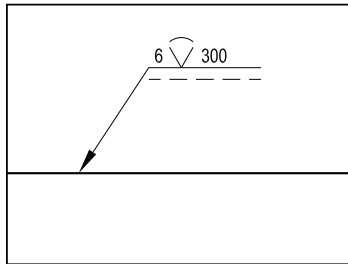


28.185. ábra.



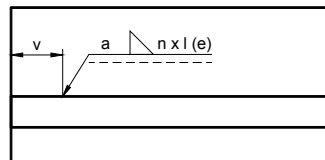
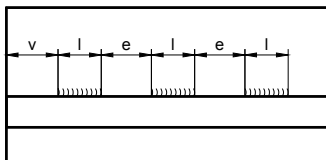
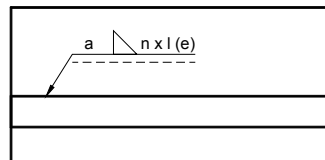
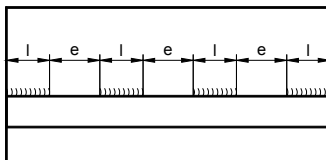


A 28.186. ábrán látható hegesztési varrat jellemzői: 6 mm vastag lemezeket összekötő, domború felületű V-varrat, 300 mm hosszan.



28.186. ábra.

A 28.187. ábrán szakaszos varratok megadása látható. A felső ábrán a varratszakasz az alkatrész szélén kezdődik, míg az alsó ábrán a szélétől adott ( $v$ ) távolságra. A jelölésben „ $n$ ” a varratszakaszok száma.



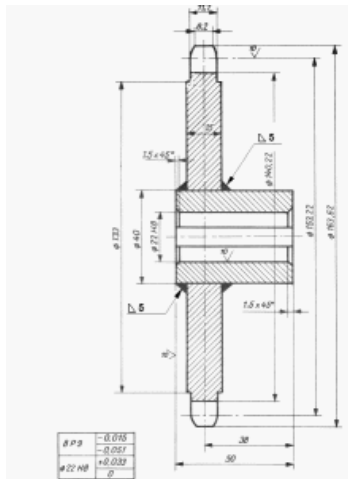
28.187. ábra.



## Önellenőrző feladatok

### Quiz

1. Nézze meg az alábbi ábrát, majd válaszoljon a kérdésre!

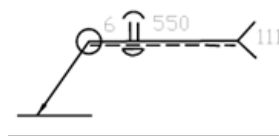


Milyen varratot használtunk a fogazott rész agyhoz való rögzítésére? Jelölje a helyes választ!

- egyoldali tompa „v” varrat,
- sarokvarrat,
- kétoldali tompa „x” varrat.



2. Mit jelentenek az alábbi hegesztési rajzjel méretei, ha a „111” jelölés bevont elektródás kézi ívhegesztésre utal? Jelölje a helyes választ!



6 mm jellemző méretű egyoldali tompa I varrat, 550 mm hosszon körbe hegesztve, korona oldalon domború varrat, gyökoldalon utánhegesztve bevont elektródás kézi ívhegesztéssel.

6 mm jellemző méretű egyoldali tompa V varrat, 550 mm hosszon helyszínen hegesztve, korona oldalon domború varrat, gyökoldalon után hegesztve bevont elektródás kézi ívhegesztéssel.

6 mm jellemző méretű egyoldali tompa I varrat, 550 mm hosszon helyszínen hegesztve, korona oldalon domború varrat, gyökoldalon után hegesztve bevont elektródás kézi ívhegesztéssel.

**28.1. feladat.** Adja meg a következő hegesztési előírást, ha az AWI hegesztés jele 141!

28 mm jellemző méretű kétoldali tompa "U" varrat 250 mm hosszon, mindkét oldalon síkra munkálva, argon-védőgáz ívhegesztéssel (AWI).



## 29. Csavarkötések

### Aktivitás

Olvassa el a jegyzet 29 fejezetét. A feldolgozás során figyeljen az alábbiakra:

- Tanulja meg a csavarkötés szabványos elemeinek megnevezését, a megnevezések tartalmi elemeit.
- Mit jelent a csavar és csavaranya minőségi besorolása.
- Milyen elemei és jellemző vetületei vannak a különböző csavarkötéseknek.
- Melyek a leggyakoribb csavarbiztosítások.

### Követelmény

Ön akkor lesz sikeres a tananyag elsajátításában, ha képes lesz:

- Műszaki rajzon felismerni, a csavarkötés egyes elemeit.
- Alkalmazni rajzban a különböző csavarkötések ábrázolására, méretmegadására vonatkozó szabványos előírásokat.
- Felismerni a különböző csavarbiztosításokat és elkészíteni ezek műszaki rajzát.
- Értelmezni a menetes alkatrészek szilárdsági csoport besorolását és megadni annak jelentését.

### Kulcsszavak

Csavarkötés, szilárdsági csoport, csavarbiztosítás, ellenanyás csavarbiztosítás, koronás anya, sasszeg, rugós alátét, hornyos csapágyanya, fogazott biztosító lemez.



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

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

### Hatlapfejű csavar MSZ EN 24014–M20x100–5.6–B–Fe/Zn

|   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

Az azonosítás elemei:

1. a szabványos megnevezés,
2. a szabványszám,
3. a menet mérete,
4. a szerkezeti hossz,
5. a szilárdsági csoport jele,
6. a pontossági fokozat jele (nem mindig szerepel),
7. a felületkezelés (nem mindig szerepel).

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



A **szilárdsági csoport** az anyagminőséggel kapcsolatos. Az első száma az acélsavar anyagának a szakítószilárdságára ( $R_m$ ), a második a folyáshatárára ( $R_{eH}$ ) utal.

- első szám:

$$\frac{R_m}{100} = \frac{500}{100} = 5$$

- második szám:

$$\frac{R_{eH}}{R_m} \cdot 10 = \frac{300}{500} = 6$$

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

**A csavaranya anyagminőségi jelében** szereplő szám a vizsgálati feszültség (N/mm<sup>2</sup>) értékének századrésze.

A vizsgálati feszültség az a feszültségérték, amellyel a csavarkapcsolatot terhelve az anya menetei nem nyíródnak le az orsó elszakadása előtt.

A csavar szakítószilárdsága nagyobb vagy egyenlő az anya vizsgálati feszültségénél.

Az anyagminőségi jel a csavaron és a csavaranyán jól láthatóan fel van tüntetve. Az anyagminőségi jelek:

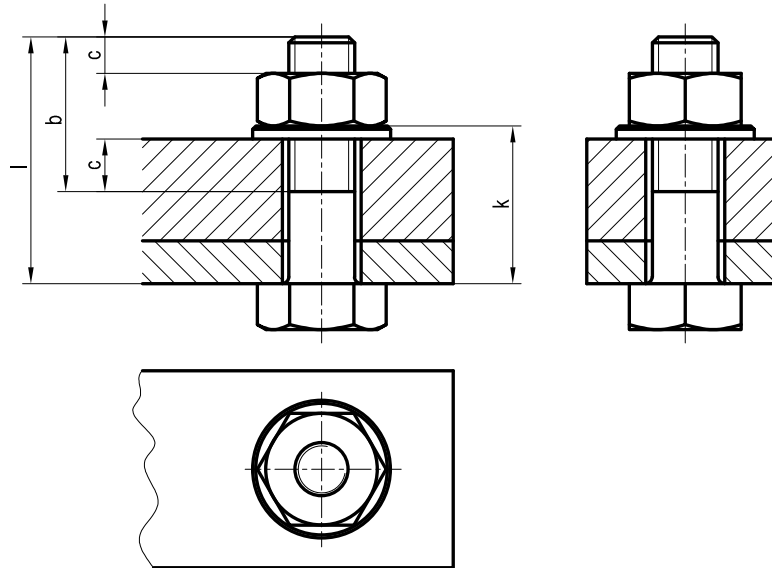
- csavar 3.6; 4.6; 4.8; 5.6; 6.6; 6.8; 6.9; 8.8; 10.9; 12.9; 14.9.
- csavaranya 4; 5; 6; 8; 10; 12; 14 (ill. alacsony anyákra 04; 05 stb.)

A méret-, alak- és helyzettűréseket és a felületi érdességet pontossági fokozattal – A, B, C – adják meg. A legfinomabb az A, a legdurvább a C fokozat. Észrevehető az a tendencia, hogy az A és B fokozatot összevonják. A kisebb méretű csavarok és csavaranyák általában A, a nagyobbak B pontossági fokozatúak. A C pontossági fokozatot a rajzon nem szokás megadni.

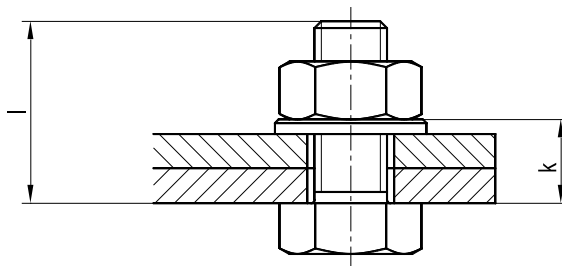
A továbbiakban néhány, a gyakorlatban gyakran előforduló csavarkötést mutatunk be. A kötések elemeinek megnevezése a mindenkori érvényes szabvány szerinti. Ezekon az ábrákon csak a kötések szerkezeti kialakítását mutatjuk meg.



A 29.188. ábrán **hatlapfejű csavar**, **hatlapú anya** és **alátét** kapcsolatát látjuk. Az összeszerelendő elemekben lévő furat nagyobb, mint a csavar névleges mérete, az átmérőkülönbség függ a névleges mérettől (0,5-2 mm). A csavar szerkezeti hosszának meghatározása a közrefogási hosszról ( $k$ ) és a hasznos menethosszról ( $b$ ) függ. A menethossz a csavar gyártási adottsága. A hossz meghatározásánál figyelembe kell venni a  $c$  biztonsági hossz nagyságát is. Egy bizonyos közrefogási hossz alatt ( $k < l - b$ ) csak **tővigmenetes csavarral** tudjuk a kapcsolatot megvalósítani (29.189. ábra).

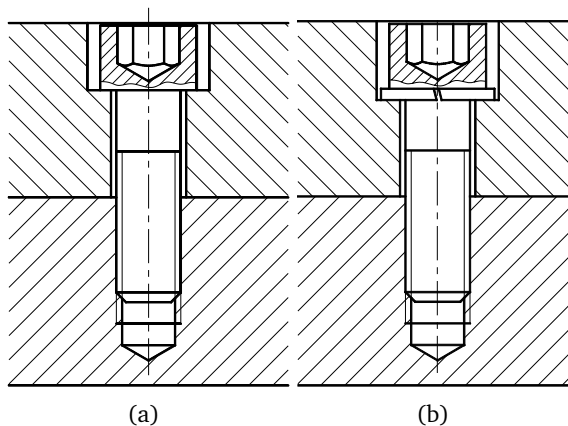


29.188. ábra.



29.189. ábra.

**Belső kulcsnyílású csavarral létrehozott kötés rajza látható a 29.190. (a) ábrán.** A süllyesztés méretei szabványosak, rugós alátéttel történő csavarbiztosítás alkalmazása esetén a süllyesztés mélysége ennek megfelelően változik (29.190. (b) ábra). A **rugós alátét** rajza a 29.197. ábrán látható.

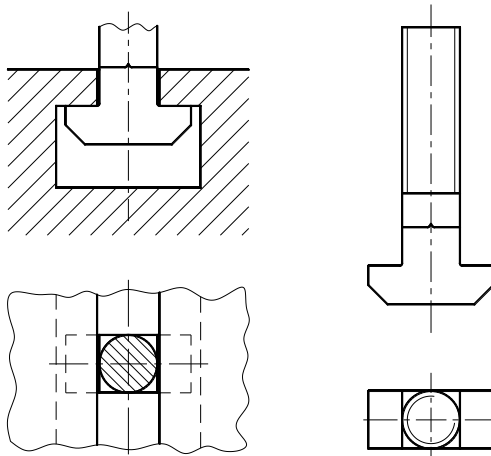


29.190. ábra.





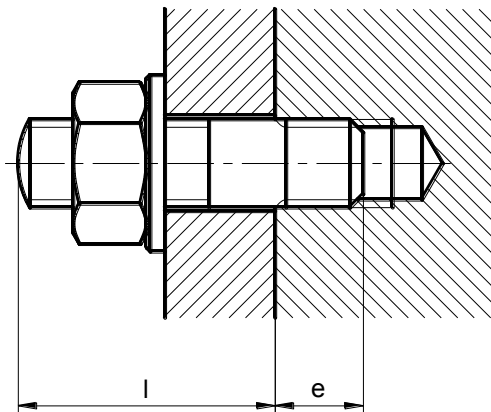
A **kalapácsfejű négylaptöví csavart** horonyhoz való rögzítéshez használják. A horony feneke olyan mély, hogy a csavart leeresztés után el lehet fordítani, majd felemelve, a négyszögű szárrész lehetővé teszi a csavar meghúzását (29.191. ábra).



29.191. ábra.

A 29.192. ábra **ászokcsavaros** kötést mutat. Az ászokcsavar két jellemző hosszmérete a becsavarás után kiálló „l” hossz, illetve az „e” becsavarási hossz. A becsavarási hossz attól függ, hogy az ászokcsavart milyen minőségű anyagba szerelik be. Az „e” értéke, ha az anyag:

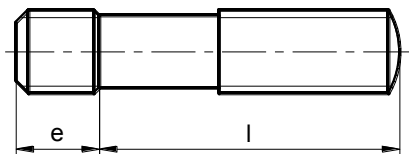
- acél  $1d$ ;
- öntöttvas  $1,25d$ ;
- könnyűfém  $2d$ .



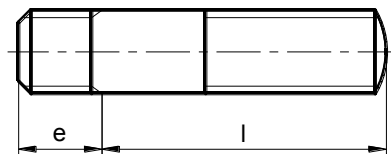
29.192. ábra.

Az ászokcsavar kétféle kivitelű lehet. Az egyik alak (1. típus) szárátmérője a menet középméretével egyező méretű, míg a másiké (2. típus) azonos a menet névleges méretével (29.193. ábra).

1. típus



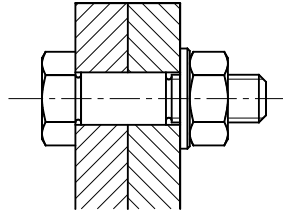
2. típus



29.193. ábra.

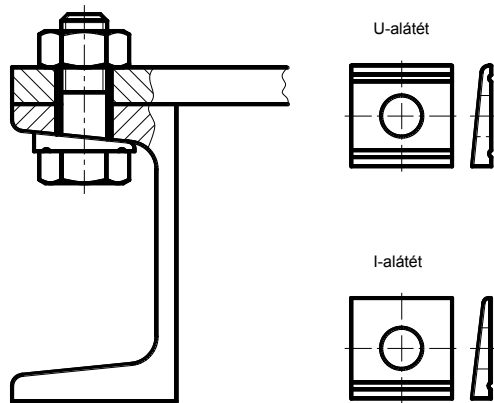


Ha az összeszerelendő alkatrészek egymáshoz viszonyított helyzetének pontosnak kell lennie, **illesztőcsavart** használunk. Az **illesztőcsavar** szára nagyobb átmérőjű, mint a menetes rész átmérője, túrése  $k_6$  (29.194. ábra).



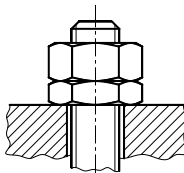
29.194. ábra.

U-acélhoz történő rögzítést mutat a 29.195. ábra. Az U-profil lejtős felülete különleges kiképzésű ún. U-alátétet kíván. (A különböző lejtések miatt I-acélhoz hasonló kialakítású, de más lejtésű alátétet kell használni. Az U-acélhoz tartozó alátétnek két, az I-acélhoz tartozónak egy jelölő hornya van.)



29.195. ábra.

A mozgó géprészek rezgése a csavarkötések meglazulásához vezethet. A meglazult csavarkötés nagy balesetveszélyt rejt magában. A lazulások megakadályozását különféle **csavarbiztosítás**okkal érhetjük el. A következőkben néhány gyakran alkalmazott, biztosító elemmel ellátott csavarbiztosítást mutatunk be. A 29.196. ábra a legegyszerűbb, **kétanyás (ellenanyás) csavarbiztosítási** módot mutatja be.



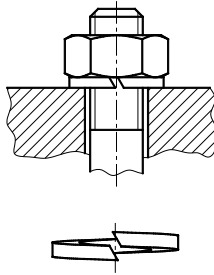
29.196. ábra.

Egyszerű és nagyon elterjedt csavarbiztosítási mód a rugós alátét használata. A **rugós alátét** rugóacélból készült felhasított gyűrű, amelynek kemény élei a csavaranya oldódásakor belevágódnak az alatta levő



anyagba, és így akadályozzák az anya elfordulását. Hátránya, hogy a kötést nem lehet gyakran oldani roncsolás mentesen.

A 29.197. ábra a csavarkötést és a rugós alátétet mutatja. (A rugós alátét élei beszerelés előtti állapotban nincsenek egy síkban.)

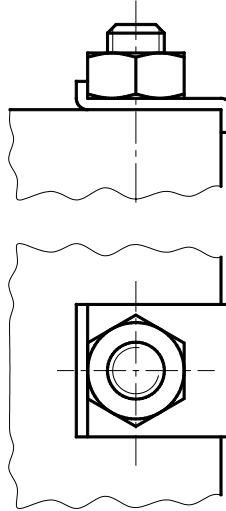


29.197. ábra.



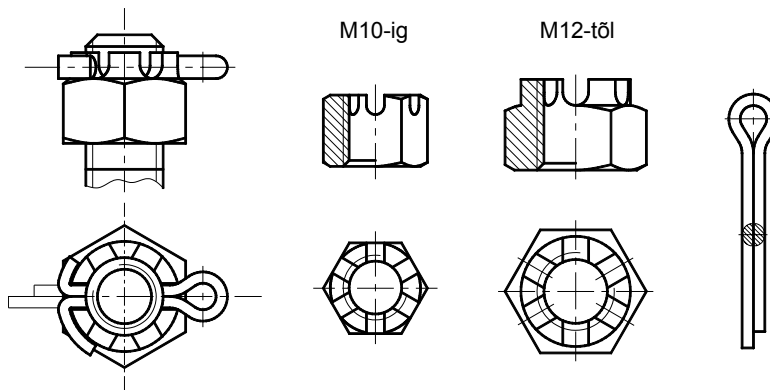


A csavarfej, vagy a csavaranya alá elhelyezett **alátétlemez felhajlításával** is meg lehet akadályozni a csavar vagy a csavaranya elfordulását (29.198. ábra). (Az alátétlemez vastagsága, a csavar méretétől függően, 0,5-1.5 mm.) Az alátétlemez alakja lehet kör, illetve téglalap.



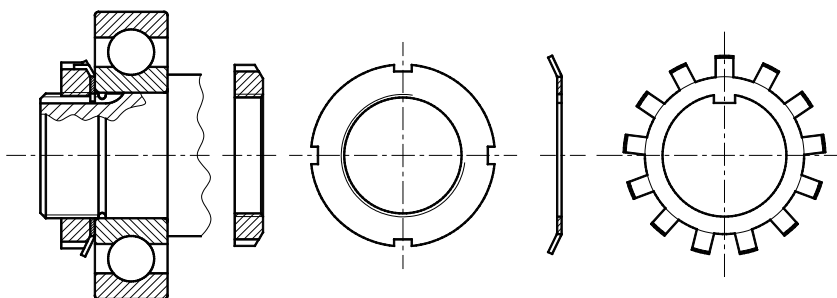
29.198. ábra.

Gyakran alkalmazott megoldás a **sasszeggel történő csavarbiztosítás**, amelyet legtöbbször **koronás anyával** együtt alkalmaznak. A 29.199. ábrán a csavarkötést és annak elemeit láthatjuk. A koronás anya M10 méretig a normálnál magasabb anya, amelyen hat darab sugárirányú horony van. Az ennél nagyobb méretű anyán egy hengeres toldaton alakítják ki a hornyokat.



29.199. ábra.

Legtöbbször gördülőcsapágyak megtámasztására használják a csapágyanyát, amelyet **fogazott biztosítólemezzel** rögzítenek. A biztosítólemez belső fogát a tengelyen levő horonyba, a külső fogainak egyikét az anya valamelyik hornyába behajlítják (29.200. ábra).



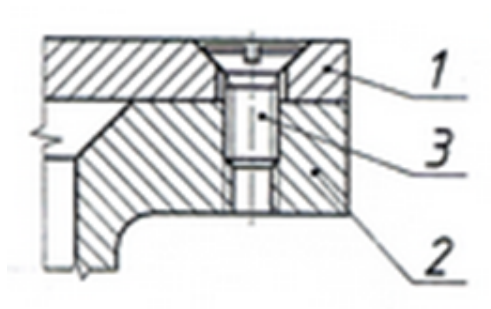
29.200. ábra.



## Rajzolvásó kérdések

1. Tanulmányozza az alábbi ábrát és próbálja megválaszolni a hozzá tartozó kérdéseket! (A válaszokat nem adjuk meg, ezért ha valamely kérdésre Ön nem érzi kielégítőnek a tudását, kérjük ismétlje át az anyagot!)

Közvetlen csavarkötés:

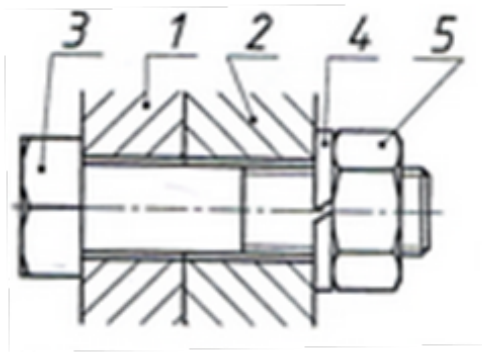


- Hány darab alkatrész látható a szemléltető rajzon?
- Soroljuk fel a szabványos alkatrészeket!
- Mit jelent a menet jelképes ábrázolása?
- Mit jelent az anyamenet névleges átmérője?
- Mit jelent az anyamenet magátmérője?
- Hogyan találkozik a rajzon az orsó és anyamenet mérete?
- Mit jelent a menetemelkedés fogalma?
- Az összeállítási rajzon melyik alkatrész van nézetben és miért?

2. Tanulmányozza az alábbi ábrát és próbálja megválaszolni a hozzá tartozó kérdéseket! (A válaszokat nem adjuk meg, ezért ha valamely kérdésre Ön nem érzi kielégítőnek a tudását, kérjük ismétlje át az anyagot!)

Közvetett csavarkötés:





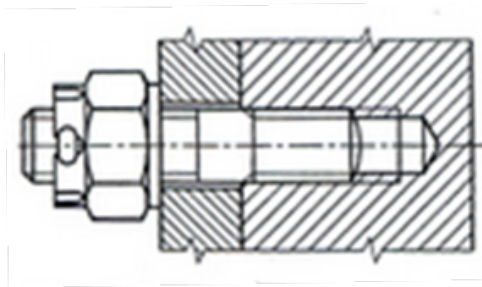
- Hány darab alkatrész látható a szemléltető rajzon?
- Nevezzük meg az egyes tételeket!
- Soroljuk fel a szabványos alkatrészeket!
- Milyen elemeket tartalmaz a csavar megnevezése?
- Mit jelent például az M12 méretelőírás?
- Milyen geometriai formák határozzák meg a csavarfejet?
- Milyen menetjellemző határozza meg a csavarfej méreteit?
- Mekkora a csavarfej magassága a névleges átmérő függvényében?
- Mekkora a csavarfej csúcsávolsága a névleges átmérő függvényében?
- Mit jelent a laptávolság fogalma?
- Mit jelent az  $1 \times 45^\circ$  éltompítás a csavarszár végén?
- Milyen menetjellemző határozza meg a csavaranya méreteit?
- Milyen azonosság van a csavarfej és a csavaranya között?
- Mekkora a csavaranya magassága a menet névleges átmérőjének függvényében?
- Hogy nevezzük a 4-es tételszámú alkatrészt?
- Mi a szerepe ennek az alkatrésznek a csavarkötésben?
- Milyen műveleti sorrenddel végezzük a csavarkötés összeszerelését?



- r) Az összeállítási rajzon melyik alkatrész van nézetben?
- s) Az összeállítási rajzon melyik alkatrész van metszetben?

3. Tanulmányozza az alábbi ábrát és próbálja megválaszolni a hozzá tartozó kérdéseket! (A válaszokat nem adjuk meg, ezért ha valamely kérdésre Ön nem érzi kielégítőnek a tudását, kérjük ismétlje át az anyagot!)

Csavarkötés ászokcsavarral



- a) Hány darab alkatrész látható a szemléltető rajzon?
- b) Nevezzük meg az egyes tételeket!
- c) Soroljuk fel a szabványos alkatrészeket!
- d) Mi jellemzi az ászokcsavart?
- e) Jobbos menet van az ászokcsavar mindkét végén?
- f) Feltétlenül szükség van az alátétre a koronás anya alatt?
- g) Mit jelent az ászokcsavar becsavarási hossza?
- h) Hogyan függ a becsavarási hossz a különböző anyagminőségektől?
- j) Találkozhatunk más kialakítású ászokcsavarral is?



## Önellenőrző feladatok

**29.1. feladat.** Rajzoljon csavarkötést 2 db 20 mm-es lemez összefogására hatlapfejű csavar, hatlapú anya és rugós alátét felhasználásával!

**29.2. feladat.** Rajzoljon kétanyás csavarbiztosítást!

### Quiz

1. Egy hatlapfejű csavar szabványos méretmegadása a következő:

Hatlapfejű csavar MSZ EN 24014 M24x85-8.8-A

Mit jelentenek a következő elemek a megnevezésben? Jelölje a helyes választ!

a) M24

a menetprofil betűjele és a menetes rész hossza,

a menetprofil betűjele és a csavar névleges átmérője,

a menetprofil betűjele és a csavar menetemelkedése.

b) 8.8

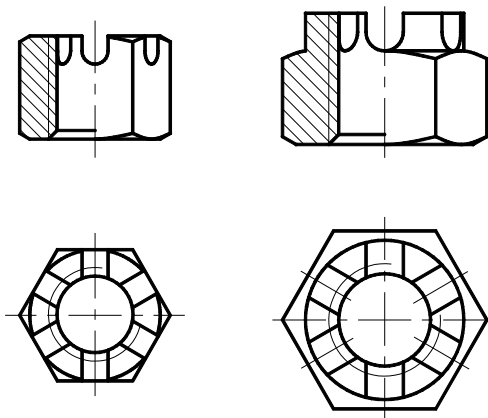
az első szám a csavar szakítószilárdságának század része N/mm<sup>2</sup>-ben, a két szám szorzata pedig a folyáshatár tizede, ugyancsak N/mm<sup>2</sup>-ben.

az első szám a csavar folyáshatárának század része N/mm<sup>2</sup>-ben, a két szám szorzata pedig a szakítószilárdság tizede, ugyancsak N/mm<sup>2</sup>-ben.

az első szám a csavar szakítószilárdságának század része N/mm<sup>2</sup>-ben, a második szám pedig a szakítószilárdság és a folyáshatár hányadosának tízszerese, ugyancsak N/mm<sup>2</sup>-ben.



2. Az alábbi ábrán látható csavaranyák közül melyik a koronás anya? Jelölje a helyes választ!



a bal oldali,  
a jobb oldali,  
mindkettő.

3. A csavaranyák szilárdságát ill. anyagminőségét a csavarokhoz hasonlóan számmal jelöljük. Pl.: 4, 5, 6 ... Mit takar ez a szám? Jelölje a helyes választ!

Ez a szám az anyában levő ötvözők számát adja meg.

A csavaranya anyagminőségi jelében szereplő szám a vizsgálati feszültség (N/mm<sup>2</sup>) értékének századrésze.

A csavaranya anyagminőségi jelében szereplő szám a folyáshatár (N/mm<sup>2</sup>) értékének századrésze.



## 30. Rögzítő elemek

### Aktivitás

Olvassa el a jegyzet 30 fejezetét. A feldolgozás során figyeljen az alábbiakra:

- Tanulja meg a rögzítő elemek szabványos megnevezését.
- Tanulja meg ábrázolni ezeket az elemeket működési helyzetükben.

### Követelmény

Ön akkor lesz sikeres a tananyag elsajátításában, ha képes lesz:

- Műszaki rajzon felismerni a rögzítő elemek különböző fajtáit.
- Alkalmazni rajzban a rögzítő elemek ábrázolására, méretmegadására vonatkozó szabványos előírásokat.

### Kulcsszavak

Hengeres szeg, illesztőszeg, illesztő hüvely, kúpos szeg, fej nélküli csapszeg, fejes csapszeg, menetes csapszeg, ék, orros ék, retesz, íves retesz, síkló retesz.

### 30.1. Szegek és csapszegek

A szegek hengeres vagy kúpos kialakításúak. Funkciójuk alkatrészek egymáshoz való rögzítése, illetve helyzetbiztosítás. A hengeres szegek fő típusai (és megnevezésük):

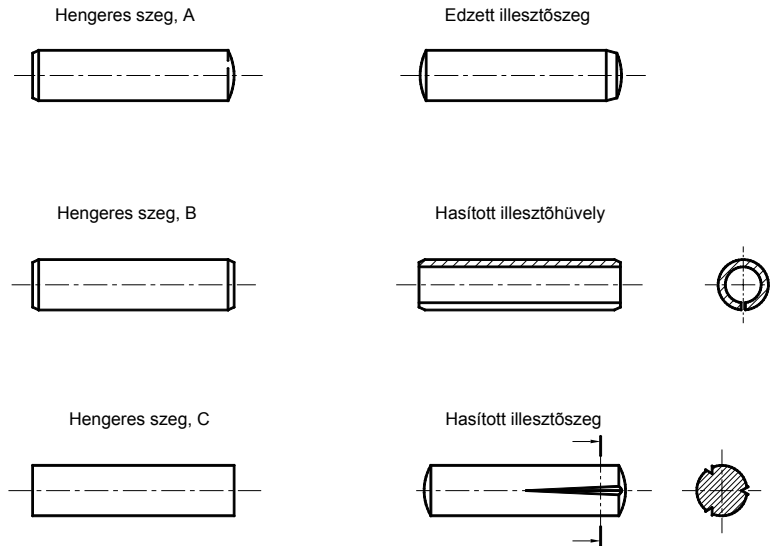
- Hengeres szeg, A (illesztőszeg), tűrés: m6;
- Hengeres szeg, B (rögzítőszeg), tűrés: h8;



- Hengeres szeg C (szegecsszeg), tűrés: h11;
- Edzett illesztőszeg, tűrés: m6;
- Hasított illesztőhüvely, a kapcsolódó furat tűrése: H12;
- Hasított illesztőszeg, a kapcsolódó furat tűrése H9 vagy H11.

A hasított szegeknek többféle típusa van a hasítás helyzetétől, hosszától, valamint a szeg fejkialakításától függően. Alakjuk, méreteik a megfelelő szabványban megtalálhatók.

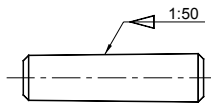
A 30.201. ábrán a hengeres szegek láthatók



30.201. ábra.



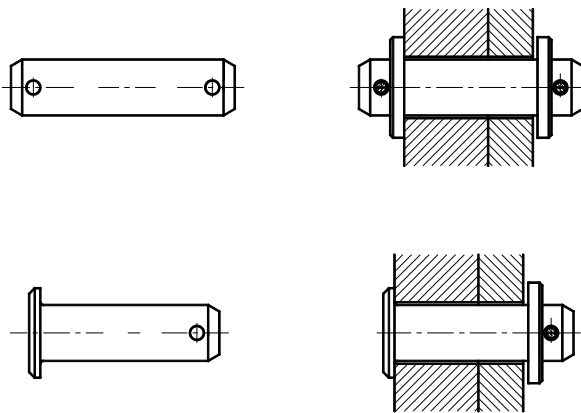
A kúpos szegek biztosítják a legpontosabb helyzetbiztosítást. Hátrányuk, hogy kúpos furatot (dörzsárzva, 1:50 kúpossággal) kell készíteni hozzá, ami drága. Kúpos szeg rajza látható a 30.202. ábrán.



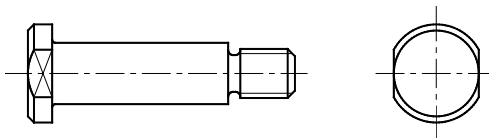
30.202. ábra.

## Csapszegek

A csapszegeket főleg csuklók, de futókerekek, görgők tengelyeként is használják. Alakjukat tekintve lehetnek fej nélküli vagy fejes csapszegek. Az illesztésük laza. Tengelyirányú rögzítésük csapszegalátét és sasszeg segítségével történik, de vannak menetes csapszegek is. A 30.203. ábra fej nélküli és fejes csapszeget, illetve csapszeges kötést ábrázol. A 30.204. ábrán menetes csapszeg rajza látható.



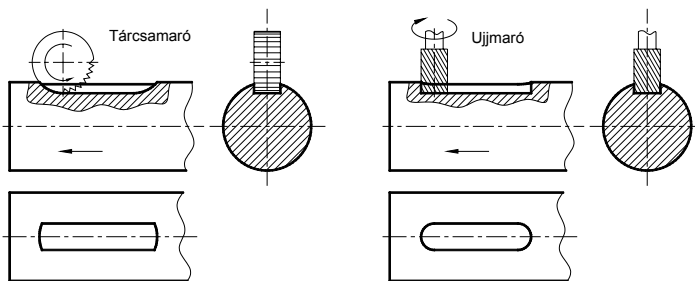
30.203. ábra.



30.204. ábra.

## 30.2. Ékek

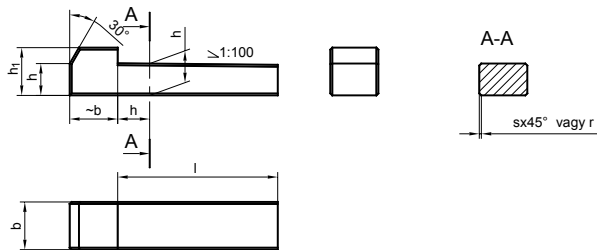
Az ék forgó mozgást átadó gépelem, tengely és a hozzá kapcsolódó agy együttforgását teszi lehetővé. A beszerelése után befeszül a két kapcsolódó elem közé, így az agy tengelyirányú rögzítése nem szükséges. A hornyos éket tárcsamarróval készített horonyba, míg fészkes éket ujjmarróval előállított horonyba szerelik. A 30.205. ábrán a hornyok előállításának módját láthatjuk.



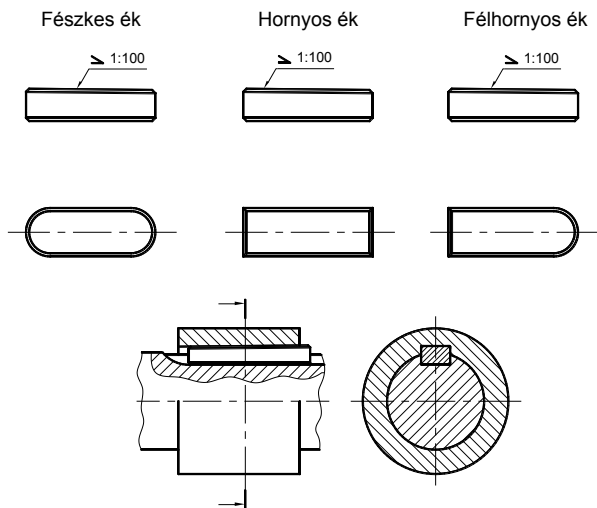
30.205. ábra.

Az ék hasáb alakú, kis lejtésű (1:100) gépelem. A lejtést a rajzon nem ábrázoljuk. A 30.206. ábrán orros ék rajza látható. A 30.207. ábra fészkes, hornyos és félhornyos éket, valamint egy hornyos ékkel szerelt ékkötést ábrázol.





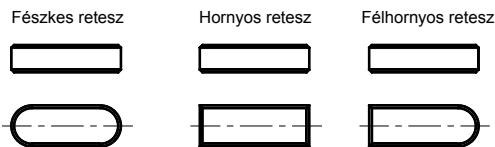
30.206. ábra.



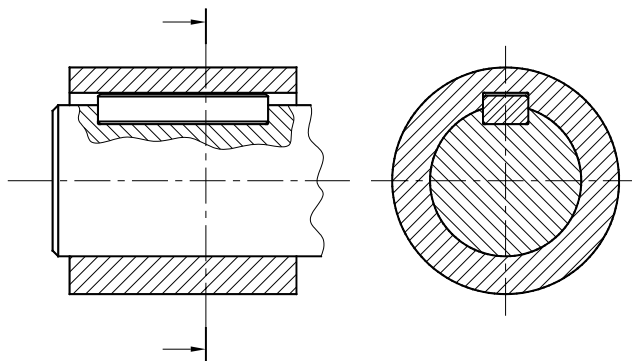
30.207. ábra.

### 30.3. Reteszek

A reteszek alapvető feladata ugyanaz, mint az ékeké, együttforgó alkatrészek közötti nyomtécátvitel. Kialakításuk annyiban különbözik az ékektől, hogy párhuzamos felületűek. Így összeszerelt állapotban a retesz felső síkja és az agyhorony között hézag adódik. A nyomtécátadást a retesz oldalfelülete végzi, így szétfeszítő erő nem keletkezik, ezért az agyat tengelyirányban rögzíteni kell. Előnye, hogy nem deformálja az alkatrészeket, s ahol a jó központosság követelmény (pl. fogaskerék rögzítése), ezt kell használni. A reteshornyokat az ékhornyokkal azonos módon készítik. A 30.208. ábrán fészkes retesz, hornyos retesz és félhornyos retesz rajza látható. Fészkes reteszkötést mutat a 30.209. ábra.



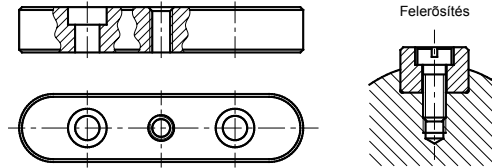
30.208. ábra.



30.209. ábra.

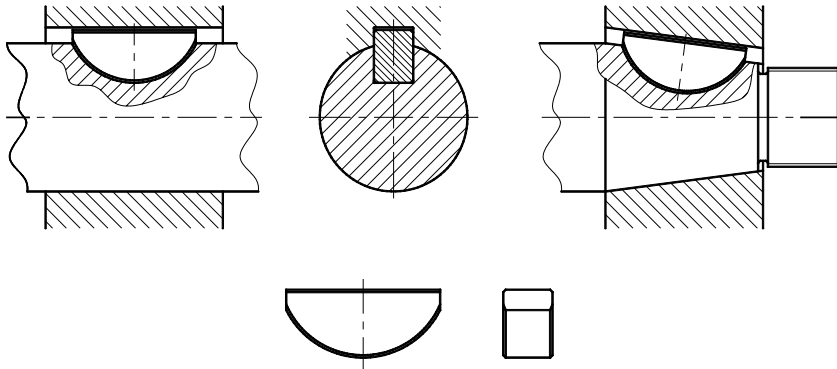


Ha az alkatrésznek a tengelyen tengelyirányban elmozgathatónak kell lennie, siklóreteszt alkalmaznak. A siklóreteszt a horonyba, a retesz hosszától függően, egy vagy két csavarral rögzítik. Hosszabb reteszek esetén, a retesz kiszerezésének megkönnyítésére, a reteszbe menetes furatot is készítenek (30.210. ábra).



30.210. ábra.

Kisebb nyomatékok átvitelére használják az íves reteszkötést. A reteszhornyot tárcsamarával készítik. A 30.211. ábra hengeres és kúpos tengelyvégre készített íves reteszkötést, valamint egy íves reteszt ábrázol.



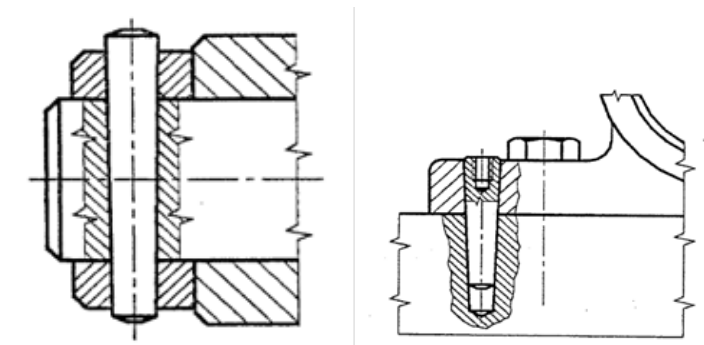
30.211. ábra.

A reteszek szabványos elemek. Méreteik, tűréseik és egyéb jellemzőik a megfelelő szabványokban megtalálhatók.

## Rajzolás kérdések

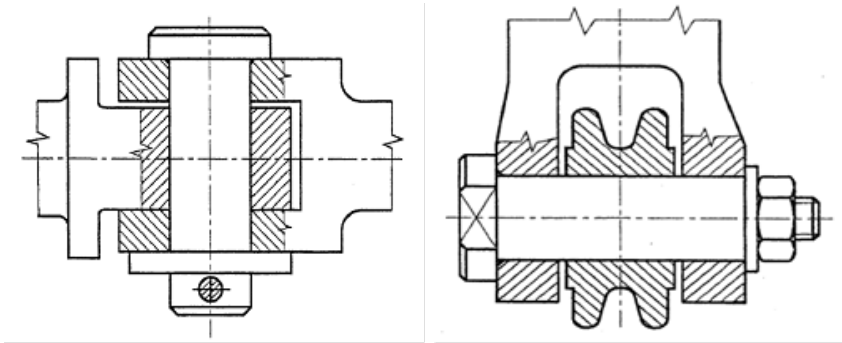
Tanulmányozza az alábbi ábrákat és próbálja megválaszolni a hozzájuk tartozó kérdéseket! (A válaszokat nem adjuk meg, ezért ha valamely kérdésre Ön nem érzi kielégítőnek a tudását, kérjük ismétlje át az anyagot!)

### a) Kúpos szeg kötések



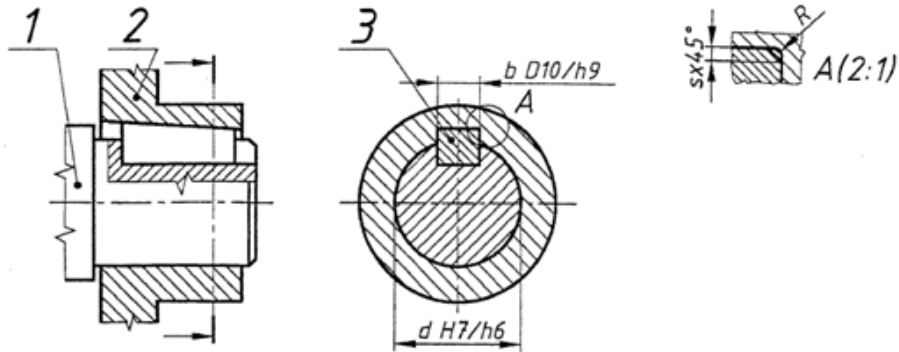
1. Hány alkatrészt látunk az egyes ábrákon?
2. Nevezze meg ezeket az alkatrészeket!
3. Milyen kötések hozhatunk létre kúpos szegekkel?
4. Melyik kúpos szeg típus készítése könnyebb és azt hogyan végezzük?
5. Mit tudunk a szegek ábrázolásáról?
6. Mi a különbség a csavarkötés és a kúpos szeg kötés között?

## b) Csapszegkötések

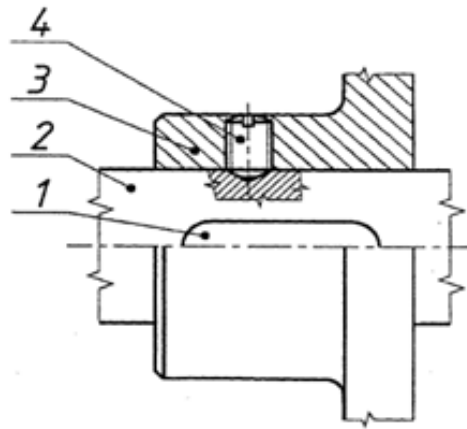
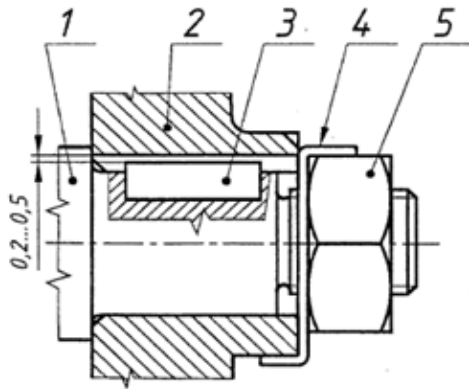


1. Hány alkatrészt látunk a csapszegkötések ábráin?
2. Hány szabványos alkatrészt látunk a csapszegkötések ábráin?
3. Nevezzük meg ezeket az alkatrészeket!
4. Mi a feladata az egyes alkatrészeknek?
5. Milyen ábrázolási szabályt kell követnünk a rajzoláskor?
6. Mi a hasonlóság és mi a különbség a csavarkötés és a csapszegkötés között?

### c) Ék- és reteszkötés



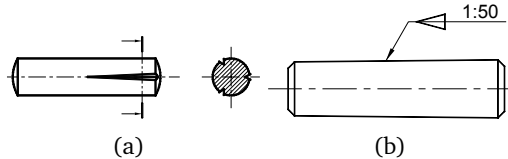
1. Nevezze meg az ékkötés ábráján látható szerkezeti elemeket!
2. Hány szabványos gépelem látható a rajzon?
3. Hány féle ék alakot ismerünk?
4. Hol használunk ékkötést?
5. Sorolja fel az ékkötés ábrázolásánál használatos rajzi szabályokat!



6. Hány szabványos alkatrész látható a reteszkötések ábráin?
7. Nevezze meg ezeket az alkatrészeket!
8. Milyen rajzi szabályokat alkalmaztunk a reteszkötések rajzolásánál?
9. Milyen szerelési sorrendet használhatunk a kötések létrehozásához?
10. Milyen retesz alakokat ismerünk?
11. Milyen lehet a retesz szélességi tűrése?
12. Milyen a reteszhorony tűrése a tengelyben?
13. Melyik csatlakozó alkatrészek méretének illesztése lehet a 10N9/h9?
14. Milyen illesztést eredményez a 10N9/h9 méretelőírás?
15. Melyik alkatrészek csatlakozó méretének illesztése lehet a 10Js9/h9?
16. Milyen illesztést eredményez a 10Js9/h9 méretelőírás?
17. Melyik alkatrészek csatlakozó méretének illesztése lehet az  $\varnothing 40H8/e7$ ?
18. Milyen illesztést eredményez az  $\varnothing 40H8/e7$  méretelőírás?
19. Mi a különbség az ék- és reteszkötés között?

## Quiz

1. Az alábbi ábrákon egy hasított illesztőszegyet és kúpos szegyet lát. Melyik ábrán látható a kúpos szeg?  
Jelölje a helyes választ!



(a)

(b)

2. Igaz-e az alábbi állítás? Jelölje!

A legpontosabb helyzetbiztosítást a kúpos szegek biztosítják. Hátrányuk, hogy kúpos furatot (dörzsárazva, 1:50 kúposággal) kell készíteni hozzájuk, ami megdrágítja alkalmazásukat.

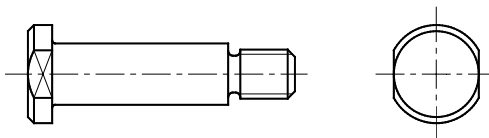
igaz

nem igaz



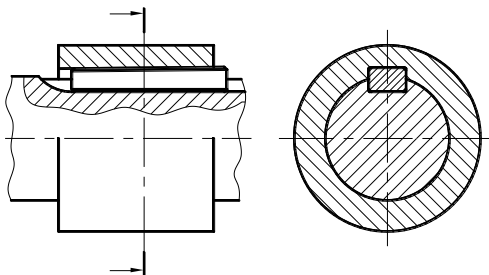


3. Az alábbi ábra egy csapszeget mutat. Mi ennek a csapszegnek a szabványos megnevezése? Jelölje a helyes választ!



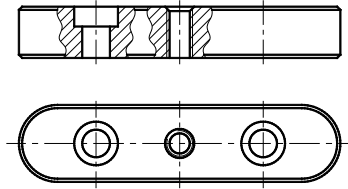
fejes csapszeg menettel,  
lépcsős csapszeg,  
menetes csapszeg.

4. Az alábbi ábrán az ékkötés jellemző vetületeit látja. Mit mondhatunk el a kötés ábrázolásáról? Jelölje a jó választ!



Az éket hosszirányban nem metsszük, csak a keresztmetszeti képen lehet metszve ábrázolni.  
Az ék metszhető bármelyik irányban, ezért a fenti vetület nem jó.

5. Milyen alkatrészt szemléltet az alábbi ábra? Jelölje a helyes választ!



fészkes retesz,  
 íves retesz,  
 siklóretesz.



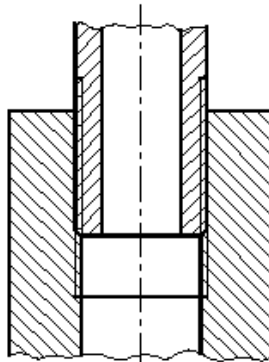
## Modulzáró feladatok

**30.1. feladat.** Ábrázolja nézetben és írja elő a rajzon az alábbi hegesztési varratot:  
6mm méretű, domború felületű V-varrat, 300 mm hosszon.

**30.2. feladat.** Rajzoljon csavarbiztosítást ászokcsavarral, koronás anyával és sasszeggel!

### Quiz

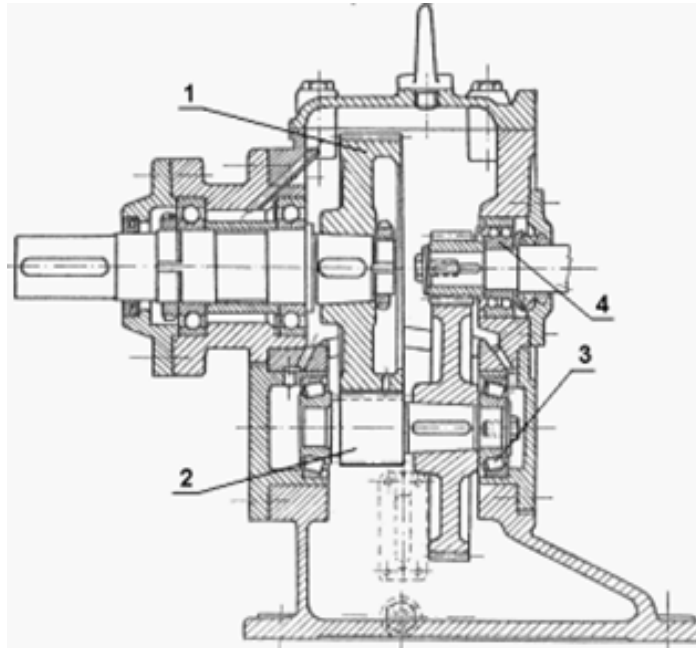
1. Tanulmányozza az alábbi ábrát, majd válaszoljon az ábrázolással kapcsolatos kérdésekre!



Igaz-e a következő állítás? Jelölje a helyes választ!

- Szerelt menetes alkatrészek ábrázolásakor úgy tekintjük, mintha az orsómenet takarná az anyamenetet.
- Metszetben az anyamenet végződését vastag vonallal rajzoljuk.
- Csavarorsót vagy bármilyen külső menetes alkatrészt tilos metszeni.

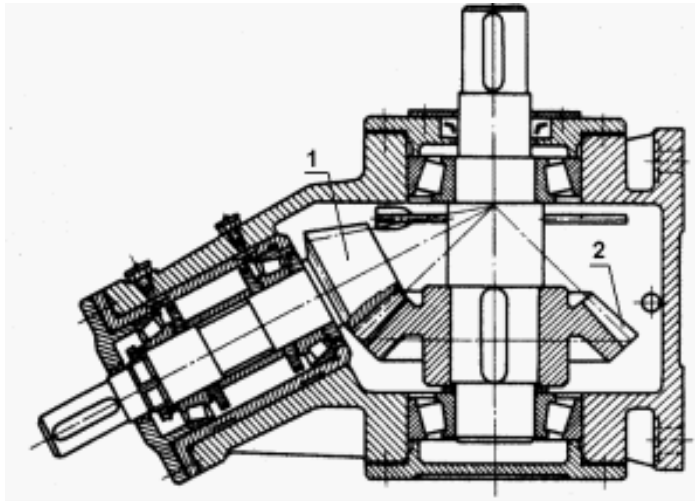
2. Tanulmányozza az alábbi ábrát, majd válaszoljon a kérdésre!



Milyen alkatrészeket jelöltünk 1-el és 2-vel az ábrán? Jelölje a helyes választ!

- kúpfogaskerek,
- csiga és csigakerék,
- hengeres fogaskerek,
- fogasív és fogasléc.

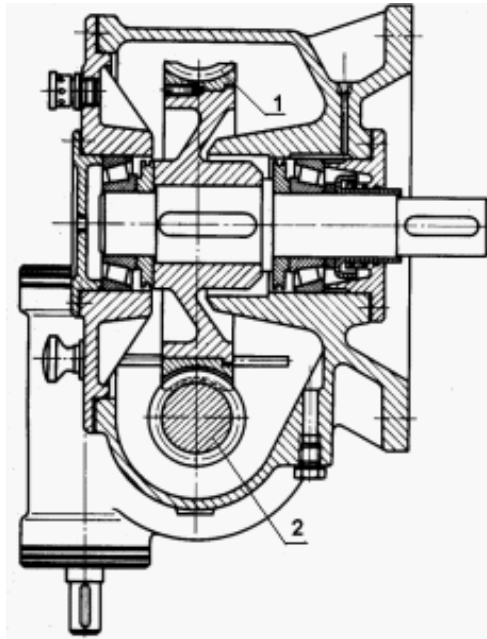
3. Tanulmányozza az alábbi ábrát, majd válaszoljon a kérdésre!



Milyen alkatrészeket jelöltünk 1-el és 2-vel az ábrán? Jelölje a helyes választ!

- csiga és csigakerék,
- kúpfogaskerekek,
- hengeres fogaskerekek,
- fogasív és fogasléc.

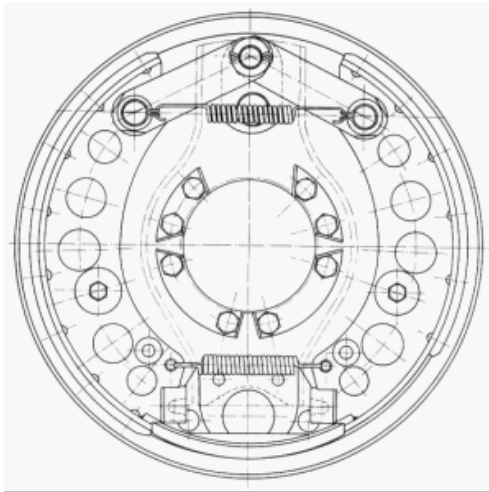
4. Tanulmányozza az alábbi ábrát, majd válaszoljon a kérdésre!



Milyen alkatrészeket jelöltünk 1-el és 2-vel az ábrán? Jelölje a helyes választ!

- kúpfogaskerek,
- csiga és csigakerék,
- hengeres fogaskerek,
- fogasív és fogasléc.

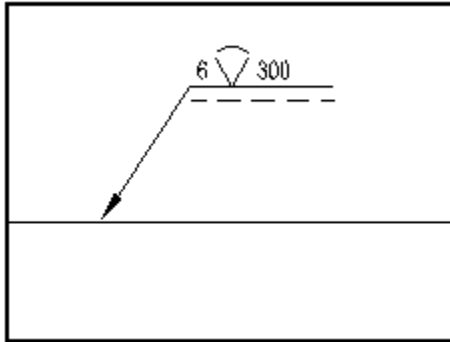
5. Tanulmányozza az alábbi rajzot, majd válaszoljon a kérdésre!



Milyen rugók láthatók a szerkezetben? Jelölje a helyes választ!

- nyomó rugók,
- húzó rugók,
- forgató rugók.

6. Tanulmányozza az alábbi ábrát, majd válaszoljon a kérdésre!



Milyen módon rögzítettük az ábrán látható csapszeget? Jelölje a jó választ!

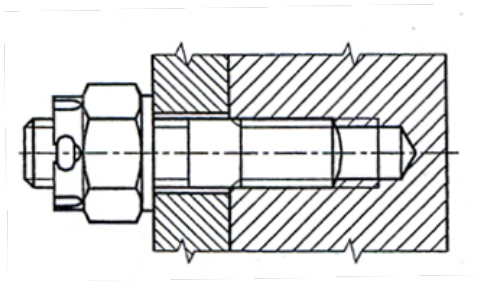
A csapszeget 2 db csapszegalátéttal és sasszeggel rögzítettük.

A csapszeget anyával rögzítettük.

A csapszeget csapszegalátéttal és sasszeggel rögzítettük.



7. A következő rajz egy reteszkötés metszeti vetülete. Nézze meg figyelmesen a rajzot és jelölje a hozzá kapcsolódó igaz állításokat!



A reteszt hosszirányba tilos metszeni.

A retesz és a tárcsa között hézagot kell rajzolni. Az ábrán ez a hézag el van túlozva.

A retesz és a tárcsa közé hézagot kell rajzolni. Ez a hézag a valóságban nagyobb, mint az ábrán.

A rajzon 1-es tételszámmal a tengelyt jelöltük.

A rajzon 5-ös tételszámmal az anyát jelöltük.

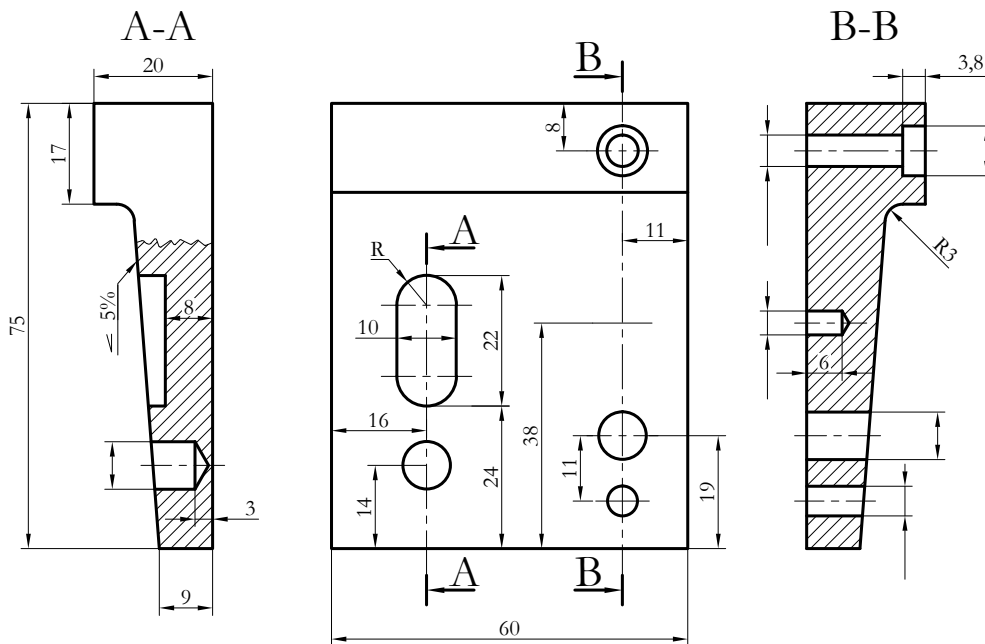
A tengely vége menetes.



## A feladatok megoldása

### 19.1. feladat. Megoldás:

←19.1. feladat

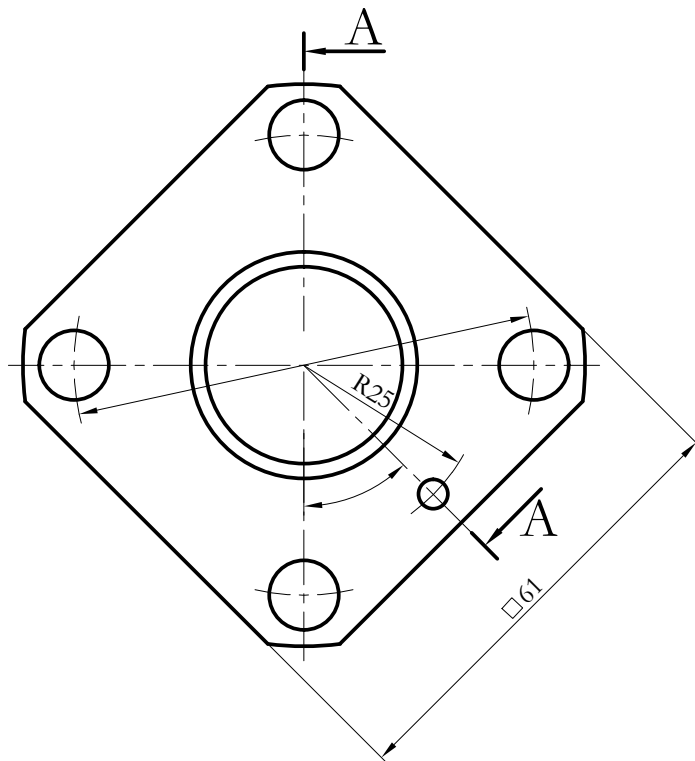
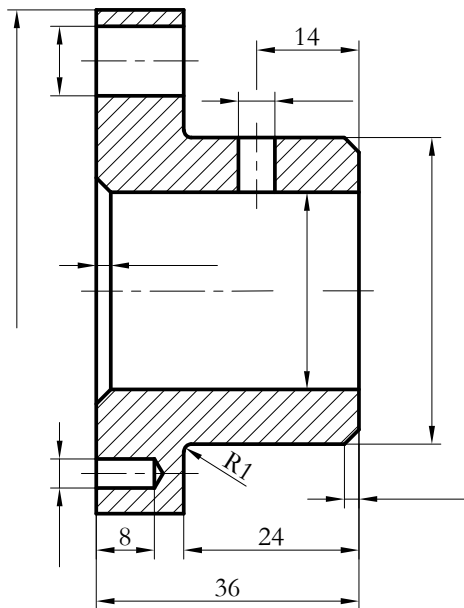




## 19.2. feladat. Megoldás:

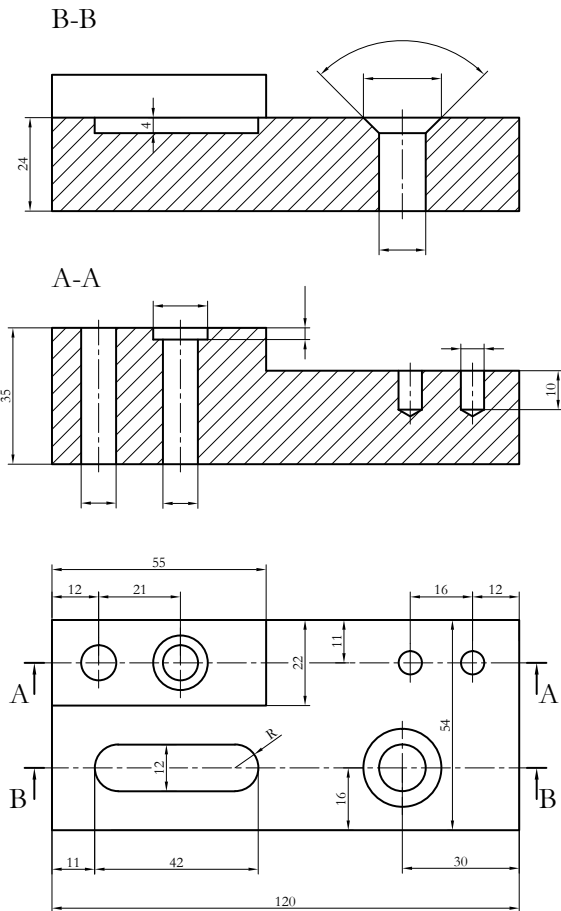
⇐19.2. feladat

A-A



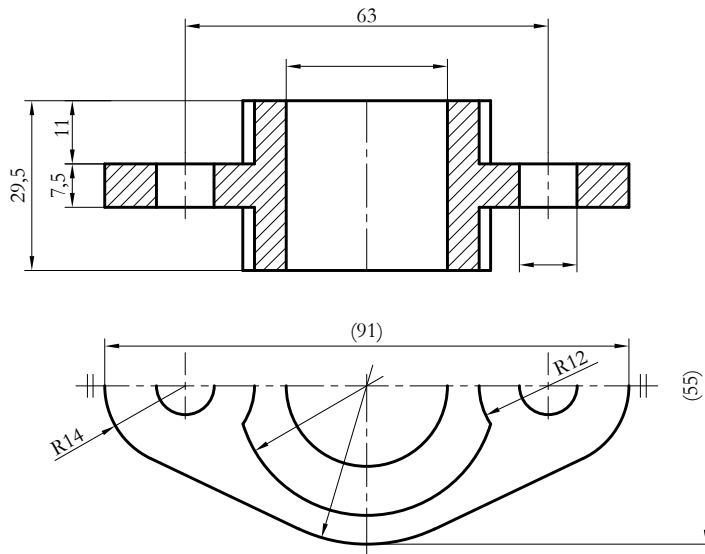
# 19.3. feladat. Megoldás:

⇐19.3. feladat



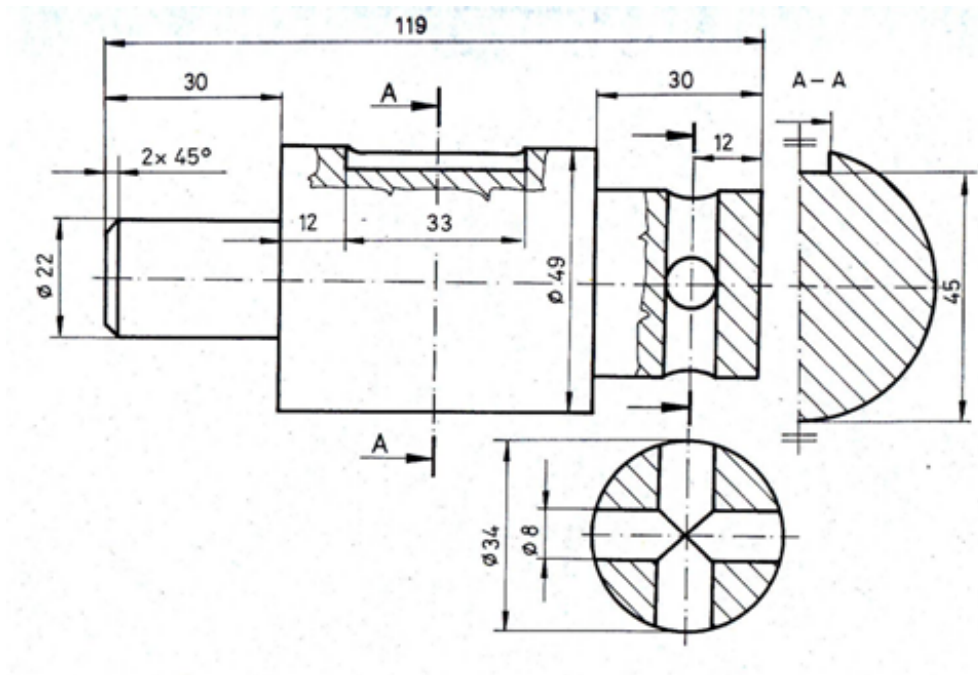


## 19.4. feladat. Megoldás:



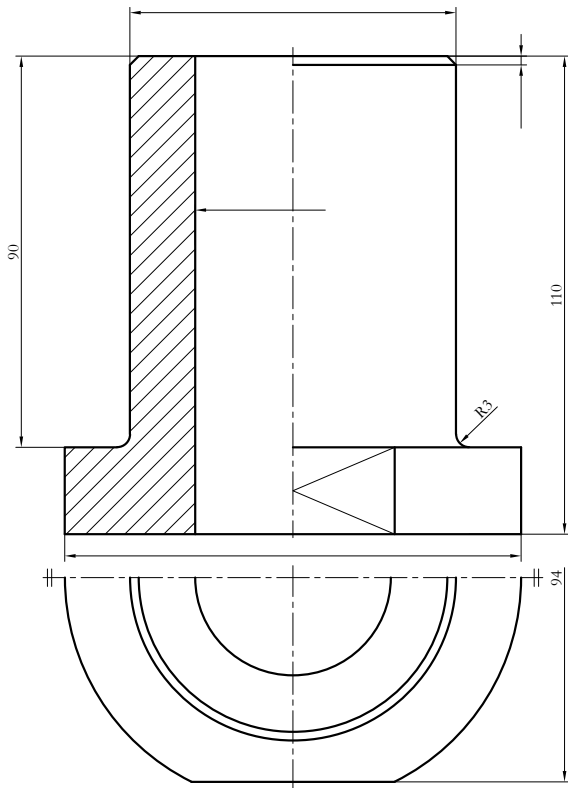
## 19.5. feladat. Megoldás:

⇐19.5. feladat



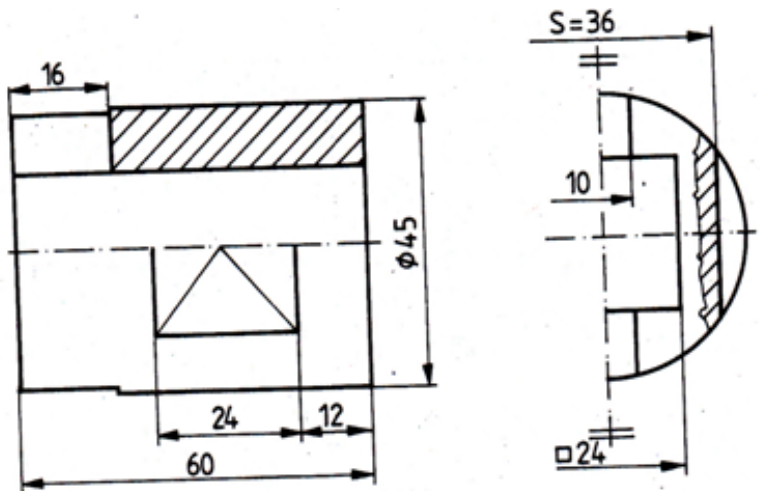
## 19.6. feladat. Megoldás:

← 19.6. feladat

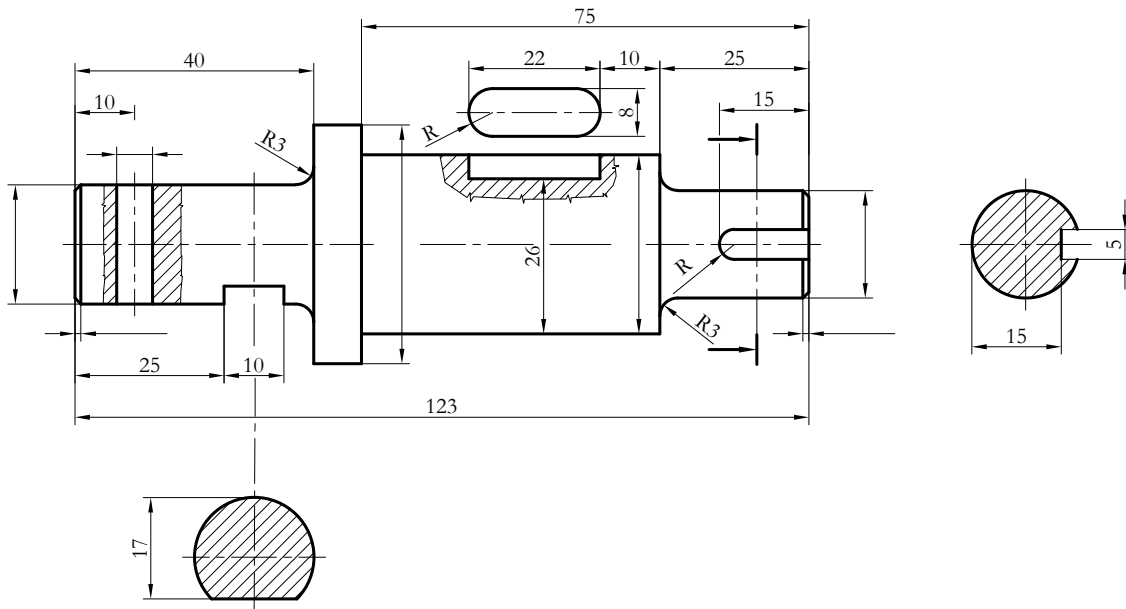


# 19.7. feladat. Megoldás:

⇐19.7. feladat









### 21.1. feladat. $\varnothing 30H7$

Névleges méret: 30mm

Felső eltérés: +0,021mm

Alsó eltérés: 0

Felső határméret: 30,021mm

Alsó határméret: 30mm

Tűrés: 0,021mm

40p6

Névleges méret: 40mm

Felső eltérés: +0,042mm

Alsó eltérés: +0,026mm

Felső határméret: 40,042mm

Alsó határméret: 40,026mm

Tűrés: 0,016mm

$\varnothing 15f7$

Névleges méret: 15mm

Felső eltérés: -0,016mm

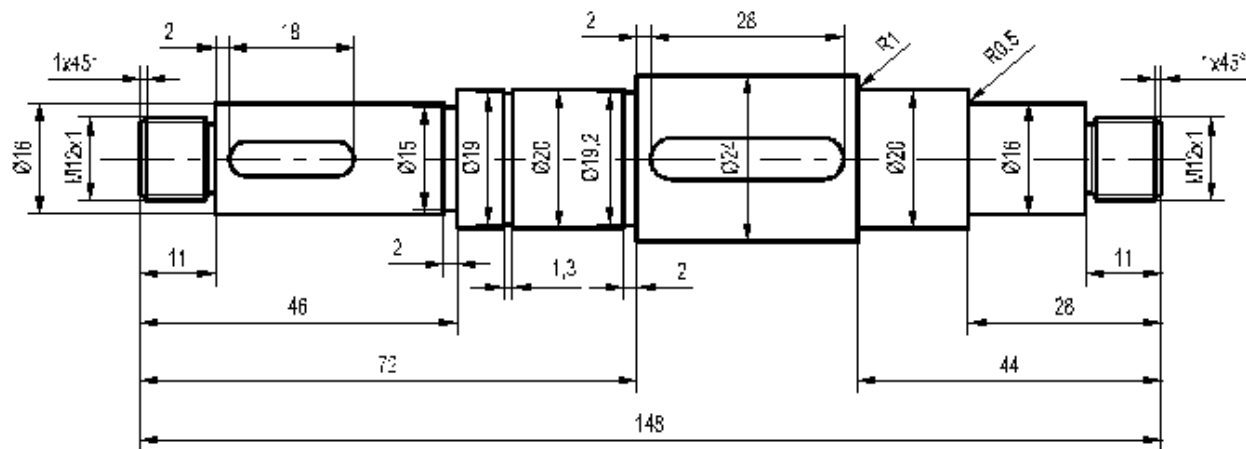
Alsó eltérés: -0,034mm

Felső határméret: 14,084mm

Alsó határméret: 14,066mm

Tűrés: 0,018mm

**22.1. feladat.** A mérethálózat felépítése nem csak a bemutatott módon lehetséges, de ez a mérethálózat-felépítés egyértelmű, áttekinthető és megfelel minden rajzi előírásnak.





### 23.1. feladat.

$$\varnothing 30H7/g6 \quad \varnothing 30H7 \begin{pmatrix} +0,021 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \varnothing 30g6 \begin{pmatrix} -0,007 \\ -0,020 \end{pmatrix}$$

$$KJ = (AHL - FHC) =$$

$$NJ = (FHL - AHC) =$$

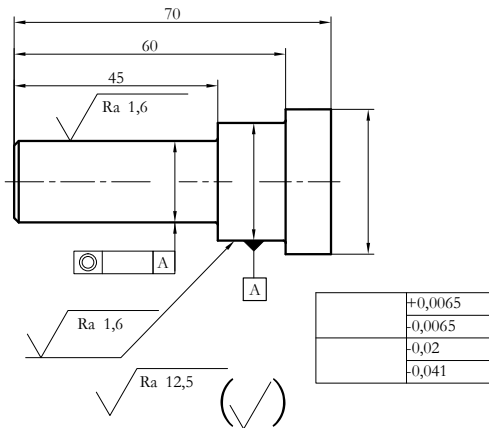
$$MJ ==$$

[⇐23.1. feladat](#)



## 23.2. feladat.

←23.2. feladat





### 23.3. feladat. Alaplyukrendszer.

$$KF = 0,001\text{mm}$$

$$NF = 0,035\text{mm}$$

$$MF = 0,018\text{mm}$$

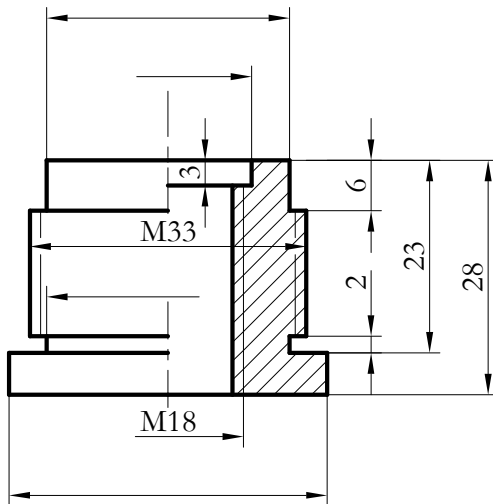
Szilárd illesztés, szoros illeszkedés.

[←23.3. feladat](#)

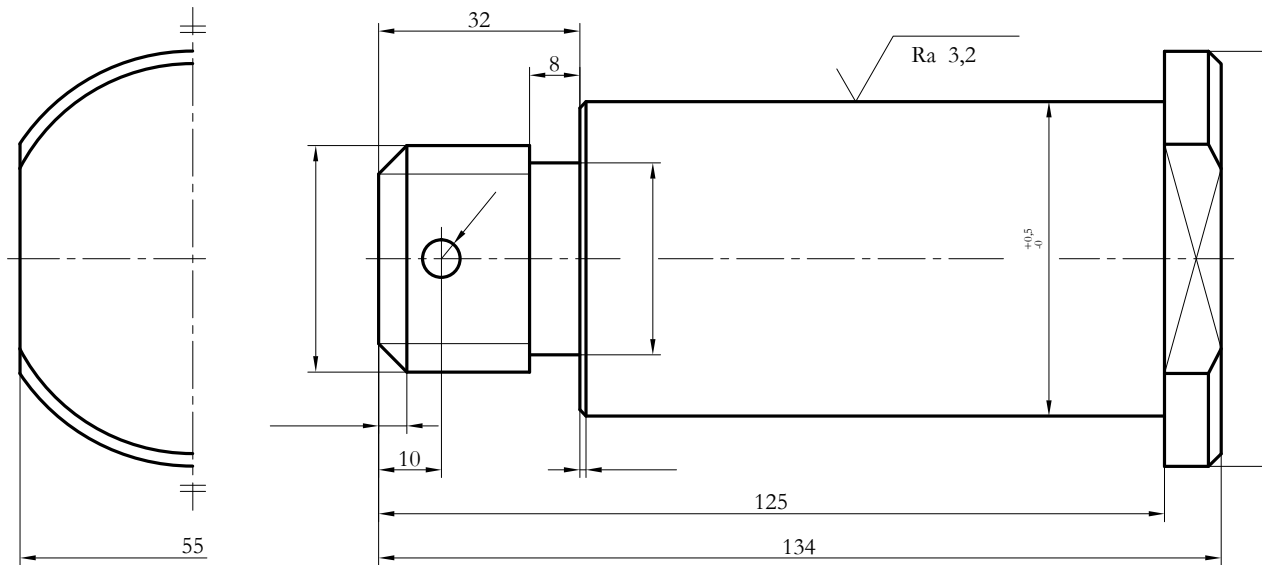


## 24.2. feladat. Megoldás:

← 24.2. feladat



## 24.3. feladat. Megoldás: (felületi érdességet átírni!)

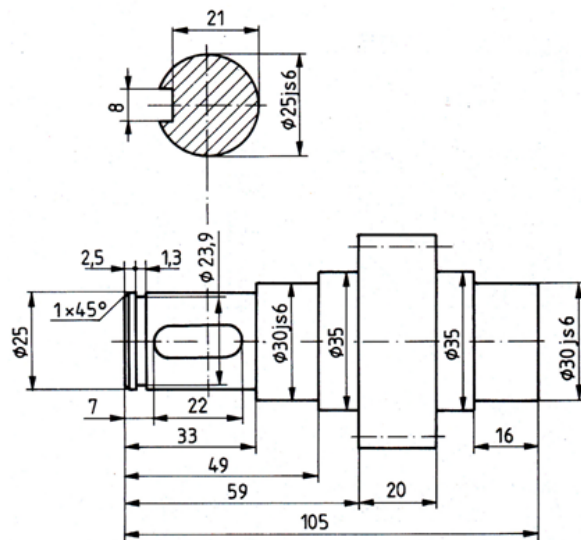


$\sqrt{Ra\ 12,5}$  (✓)



## 26.1. feladat.

←26.1. feladat



|                       |           |
|-----------------------|-----------|
| $\phi 25 \text{ js6}$ | $+0,0065$ |
|                       | $-0,0065$ |
| $\phi 30 \text{ js6}$ | $+0,0065$ |
|                       | $-0,0065$ |



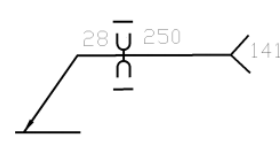
27.1. feladat. Megoldás:

⇐27.1. feladat



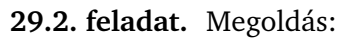


## 28.1. feladat. Megoldás:

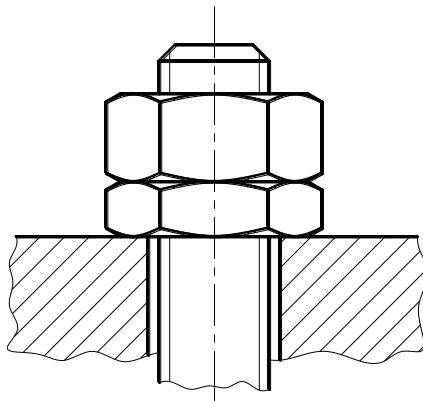


←28.1. feladat



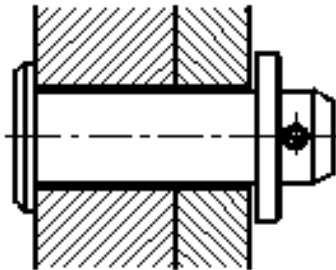


⇐29.2. feladat





### 30.1. feladat. Megoldás:



←30.1. feladat

## 30.2. feladat. Megoldás:

