

# **Gördülő csapályak (gördülő ágyazások)**

**Borbás Lajos**  
*Prof. Emeritus*

# Tartalomjegyzék

- Meghatározás
- Főbb szerkezeti elemek
- Két jellegzetes típus szerkezeti felépítése
- Gördülőelemek típusai
- Gördülőcsapágyak előnyös és hátrányos tulajdonságai
- Főbb típusok
- Gördülőcsapágyak anyaga
- Beépítés
- Illesztés
- Axiális rögzítés
- Tömítés
- Csapágyak jelölése
- Tönkremeneteli módok
- Kiválasztás

# Meghatározás

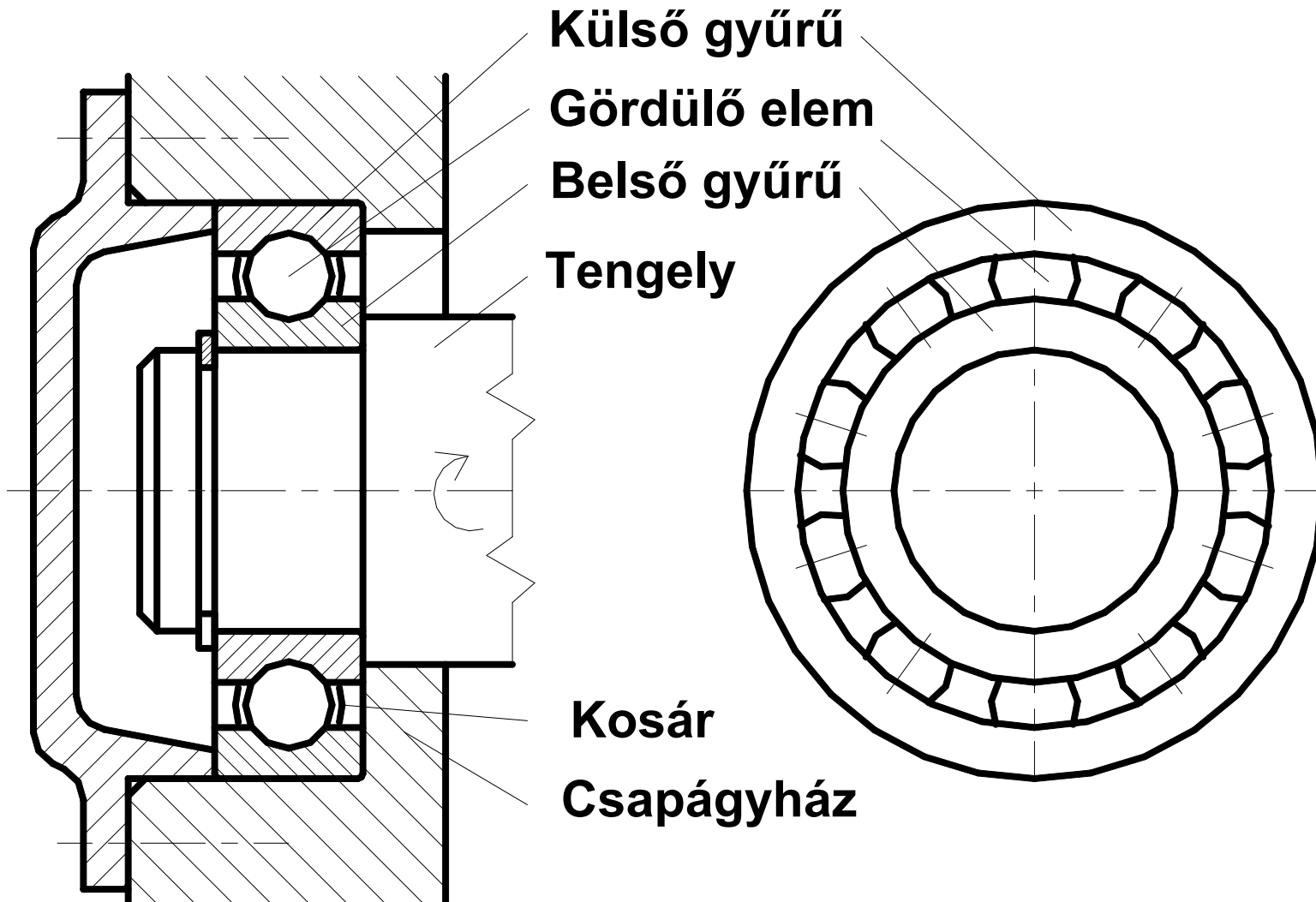
- Gördülő elemeket tartalmazó csapágyak.
  - A gördülési ellenállás nagyságrendekkel kisebb, mint a száraz súrlódás ellenállása, ezért a csatlakozó alkatrészek könnyen elfordulhatnak.

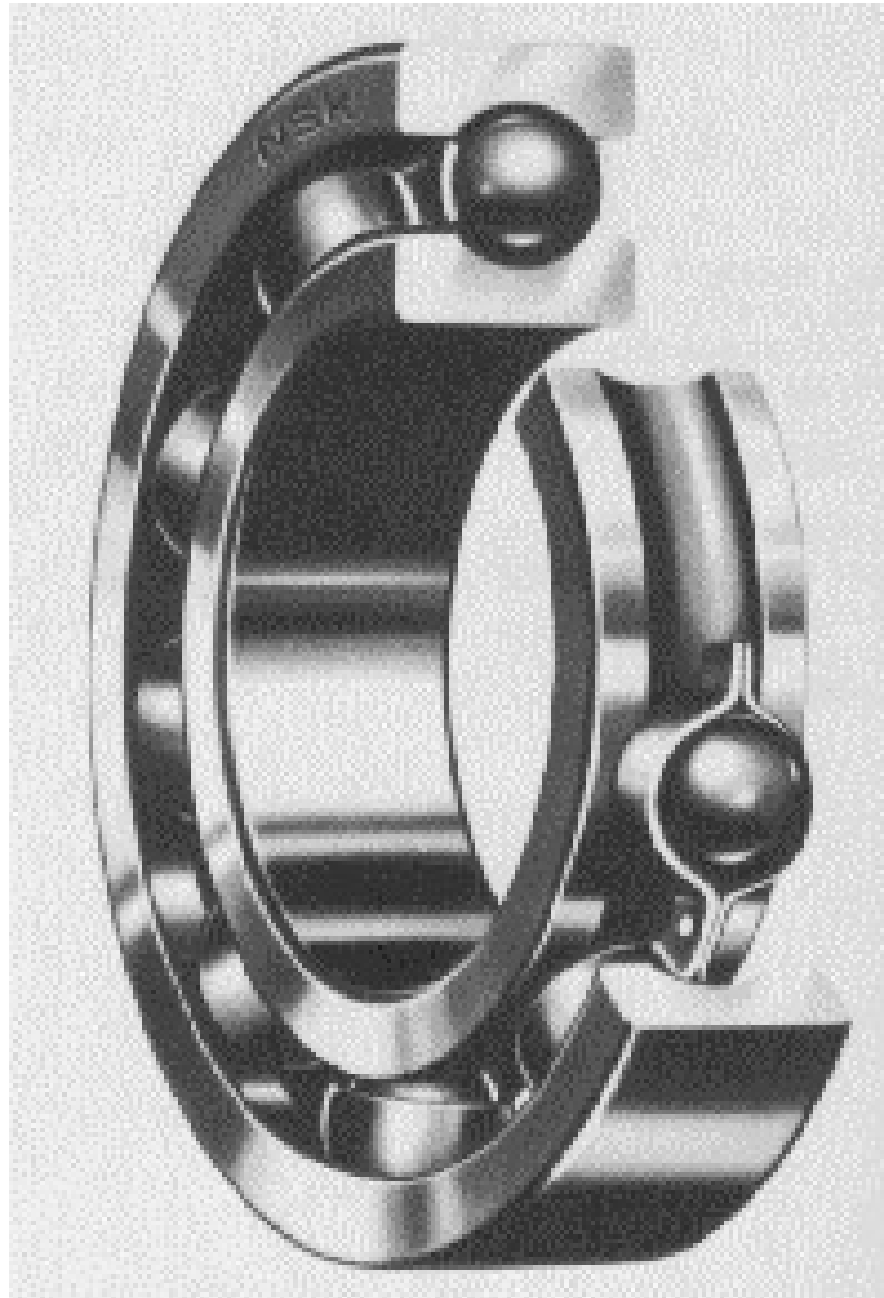
## Főbb szerkezeti elemek

- Gördülőelemek
- Gyűrűk, vagy tárcsák
- Kosárszerkezet

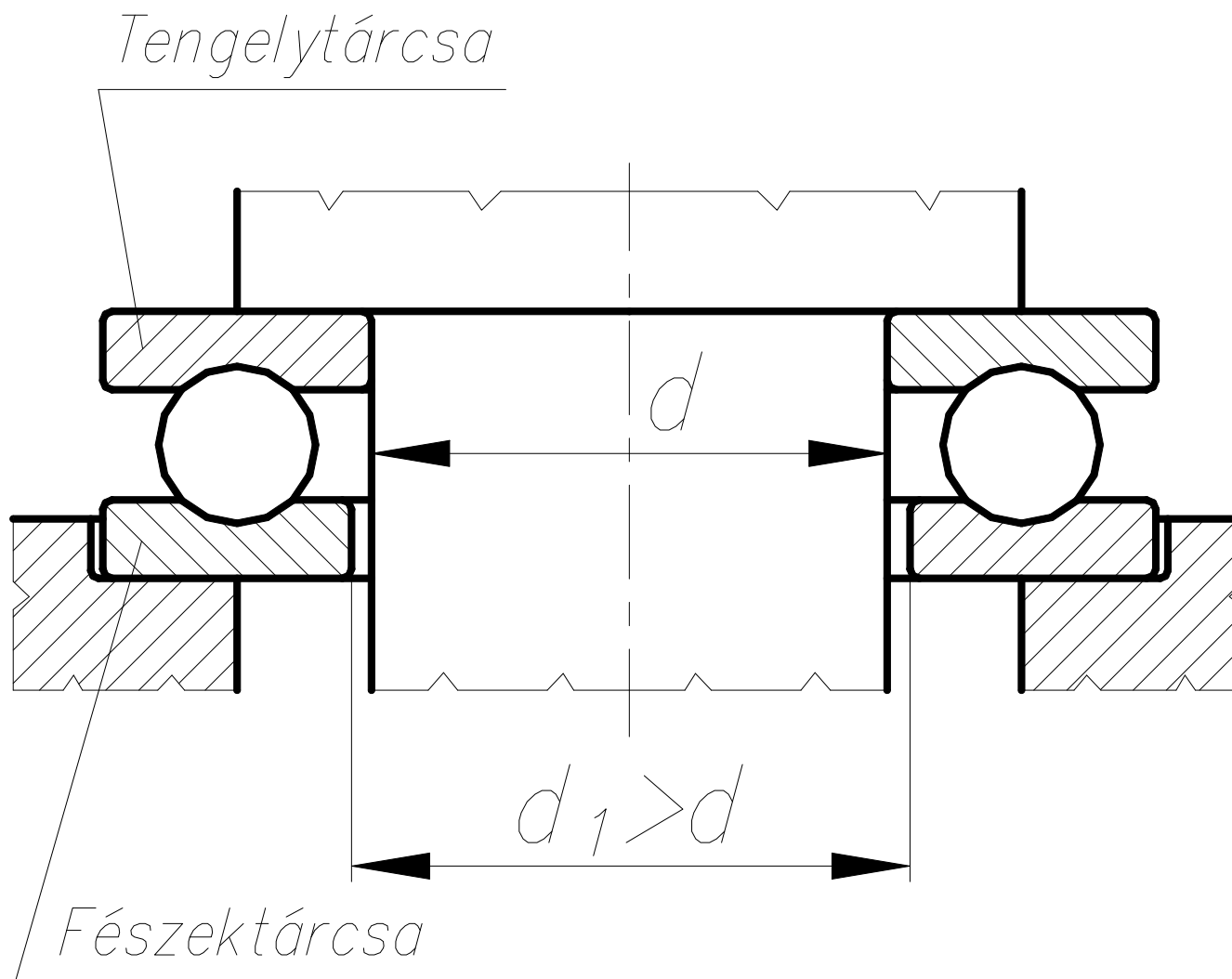
# Szerkezeti felépítés

- Egysoros mélyhornyú golyócsapágó.



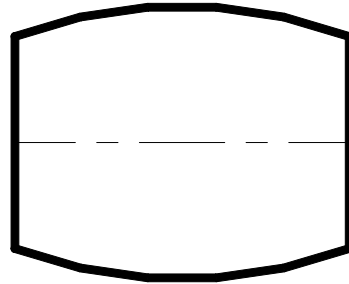


# Egyfelé ható **axiális** golyócsapágó (talpcsapágó)

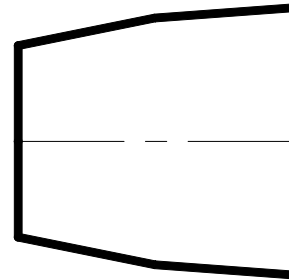




# Gördülőelemek típusai

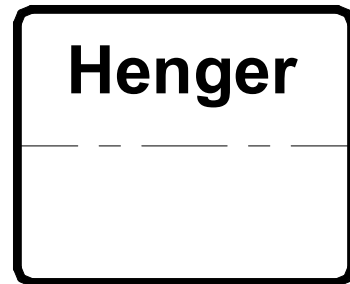
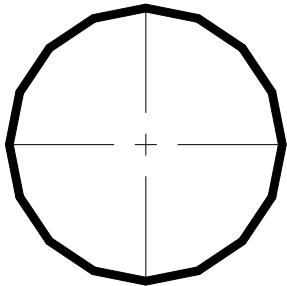


**Hordógörgő**

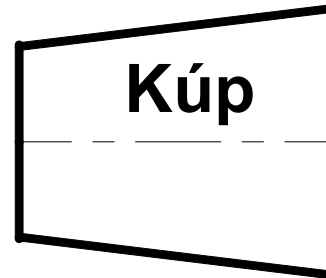


**Asszimmetrikus  
hordógörgő**

**Golyó**



**Henger**



**Kúp**

**Tűgörgő**





# Előnyök

- A kis gördülési ellenállás fordulatszámától gyakorlatilag független (siklócsapágyaknál ez nem így van).
- Forgásirány váltást jól bírja.
- Egyszerű kenés (általában zsírkenés) és tömítés. Csekély kenőanyag fogyasztás.
- Kis beépítési hossz.
- Van olyan csapágy, amely radiális és axiális terhelést is fel tud venni.
- Élettartam számítható.
- Kereskedelmi áru.

# Hátrányok

- Lökésszerű terhelésekre érzékeny.
- Szennyeződésekre érzékeny.
- Pontos szerelést igényel.
- Általában osztatlan kivitelűek, ezért szerelés csak tengelyirányú elmozdítással lehetséges.
- Zajosabb, mint a siklócsapágy.

# Főbb típusok

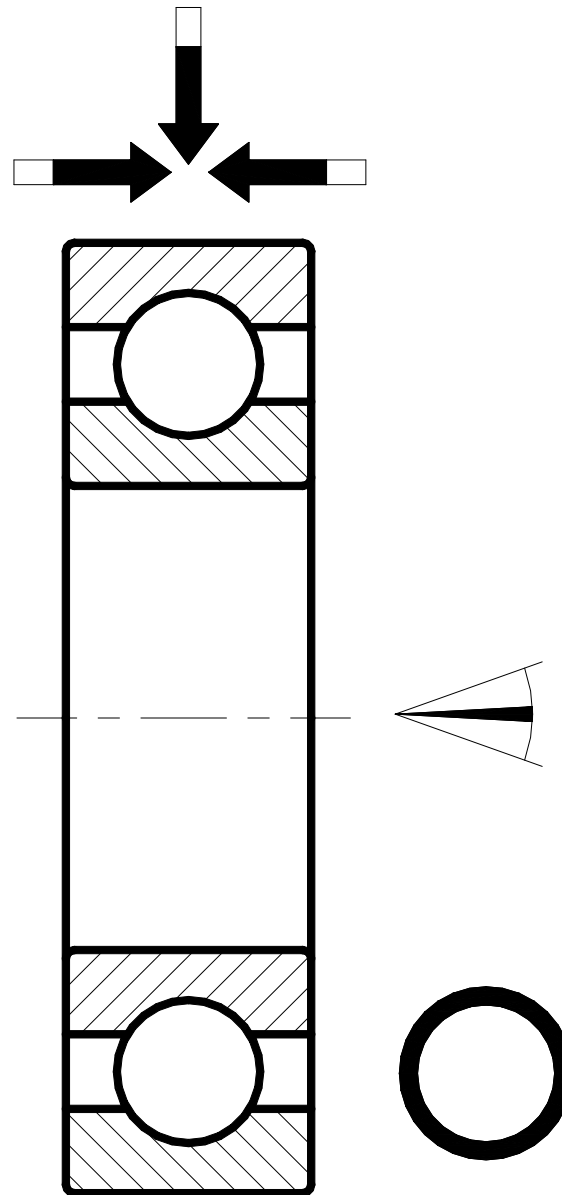
- Radiális merev golyóscsapágyak
  - Egysoros mélyhornyú
  - Kétsoros mélyhornyú
  - Egysoros ferde hatásvonalú
  - Kétsoros ferde hatásvonalú
  - Négypontérintkezésű
- Radiális merev görgőscsapágyak
  - Kúpgörgős
  - Hengergörgős
  - Tűgörgős

- Radiális beálló csapágyak
  - Kétsoros beálló golyóscsapágy
  - Egysoros hordógörgős
  - Kétsoros hordógörgős
  - Y-csapágyak
- Axiális merev csapágyak
  - Egyfelé ható axiális golyóscsapágy
  - Kétfelé ható axiális golyóscsapágy
  - Axiális kúpgörgős cs.
  - Axiális hengergörgős cs.
- Axiális beálló csapágyak
  - Egyfelé ható axiális beálló golyóscsapágy
  - Egyfelé ható axiális beálló görgőscsapágy
- Kombinált csapágyak

# Egysoros mélyhornyú golyóscsapágy

Axiálisan is terhelhető.

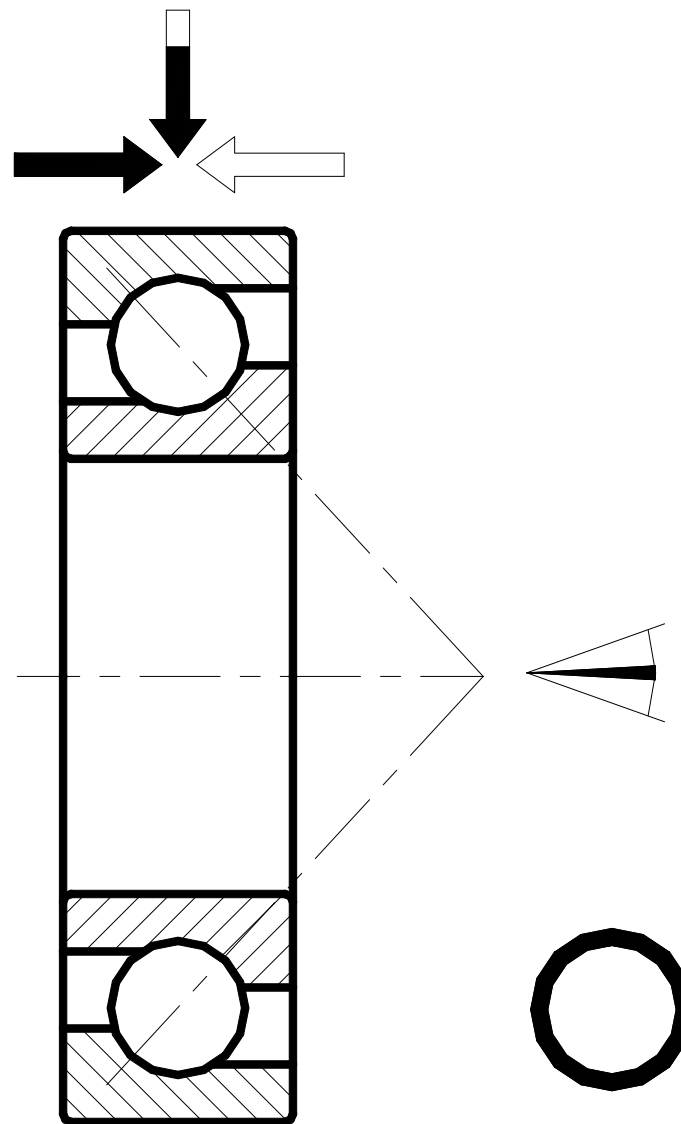
Van kétsoros változata is.

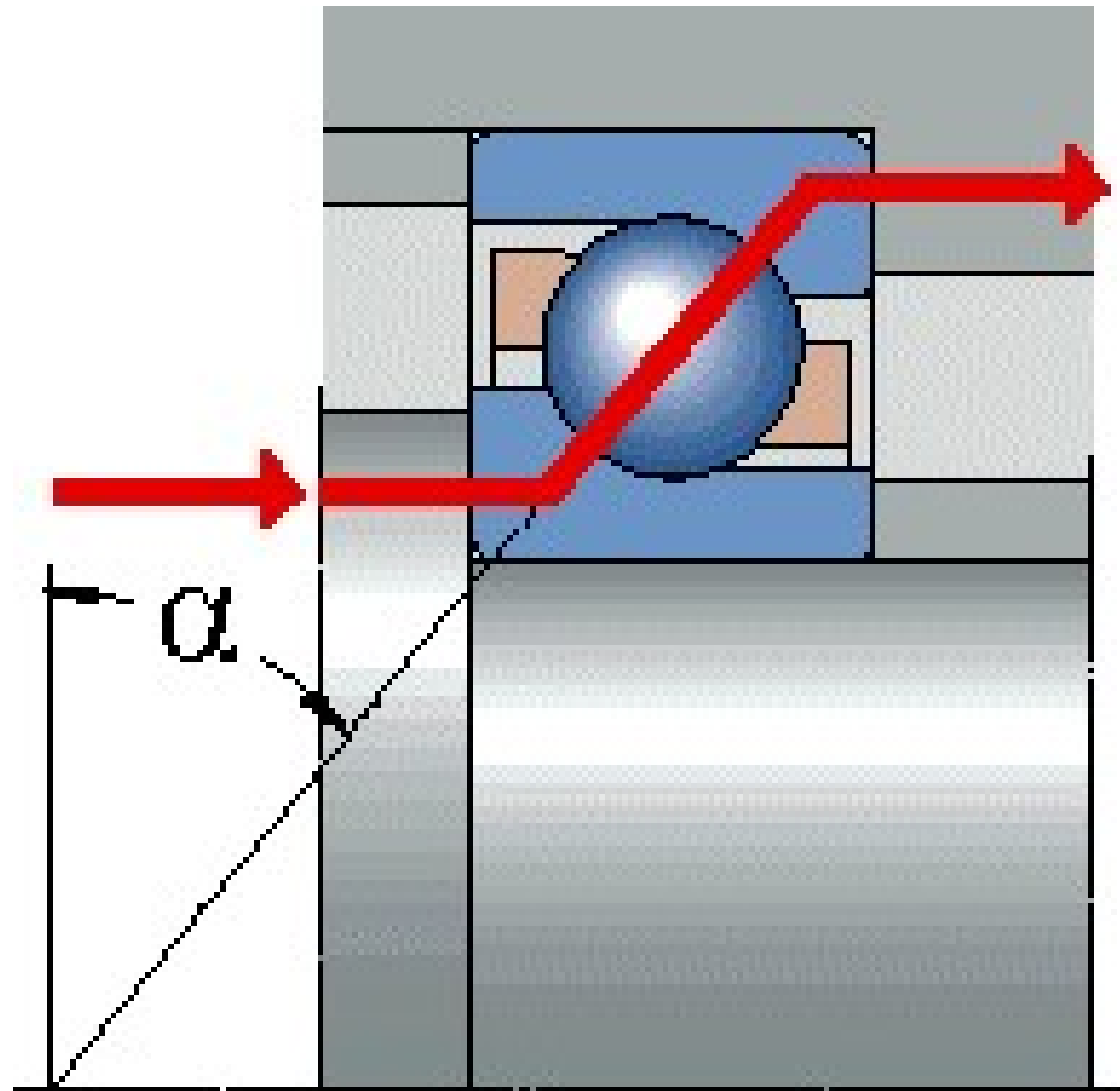


# Egysoros ferde hatásvonalú golyóscsapágy

Egyik irányban axiálisan is  
terhelhető.

Pontos axiális vezetés igénye  
esetén alkalmazzák.

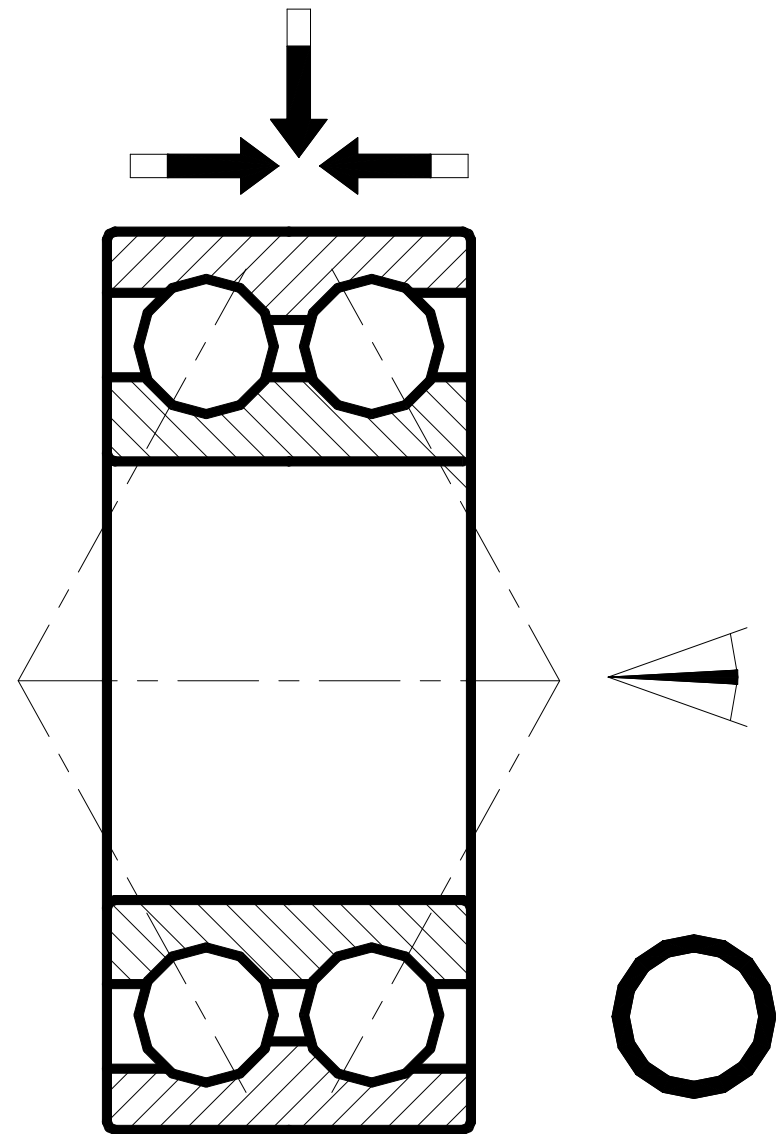




# Kétsoros ferde hatásvonalú golyóscsapágó

Mindkét irányban  
axiálisan is terhelhető.

Nyomatékkal is  
terhelhető.

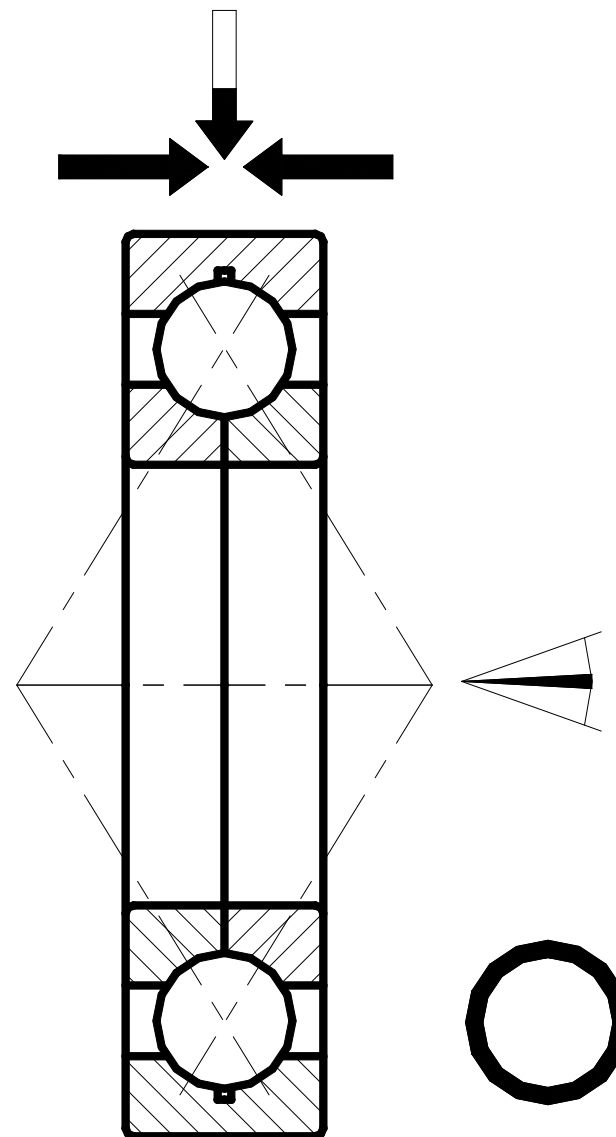




# Négypont-érintkezésű golyóscsapágy

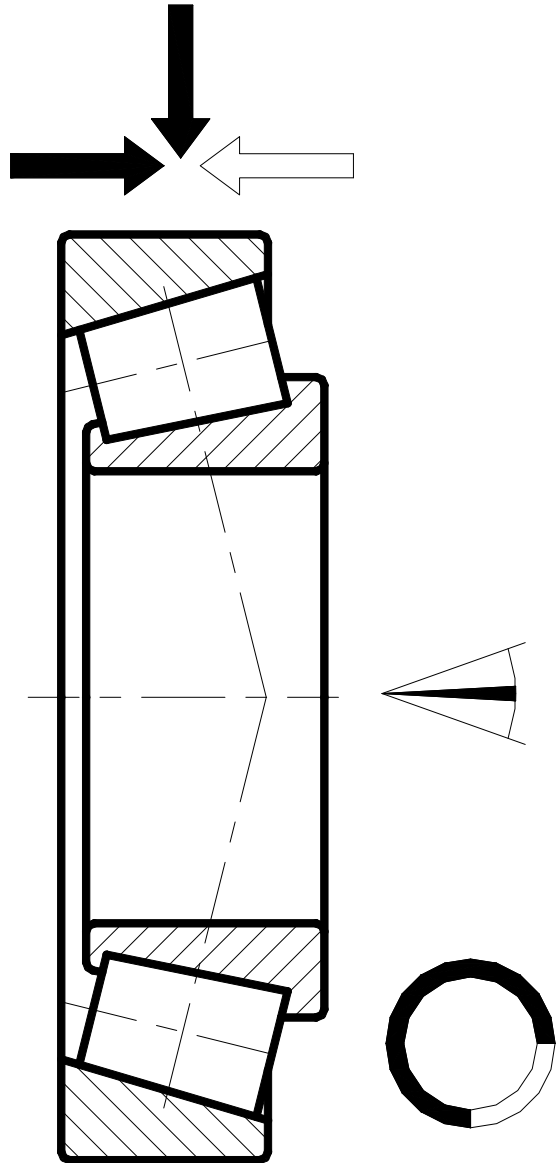
Mindkét irányban axiálisan is  
terhelhető.

Kis helyigény axiális irányban.



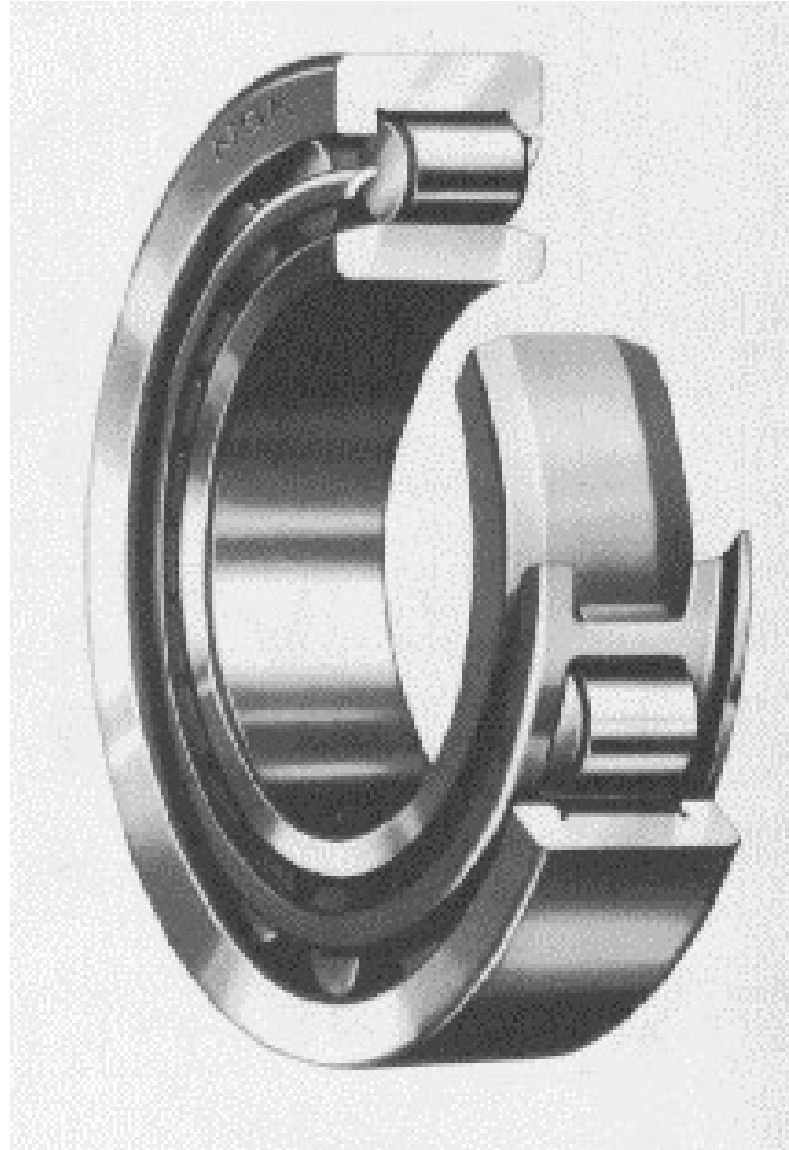
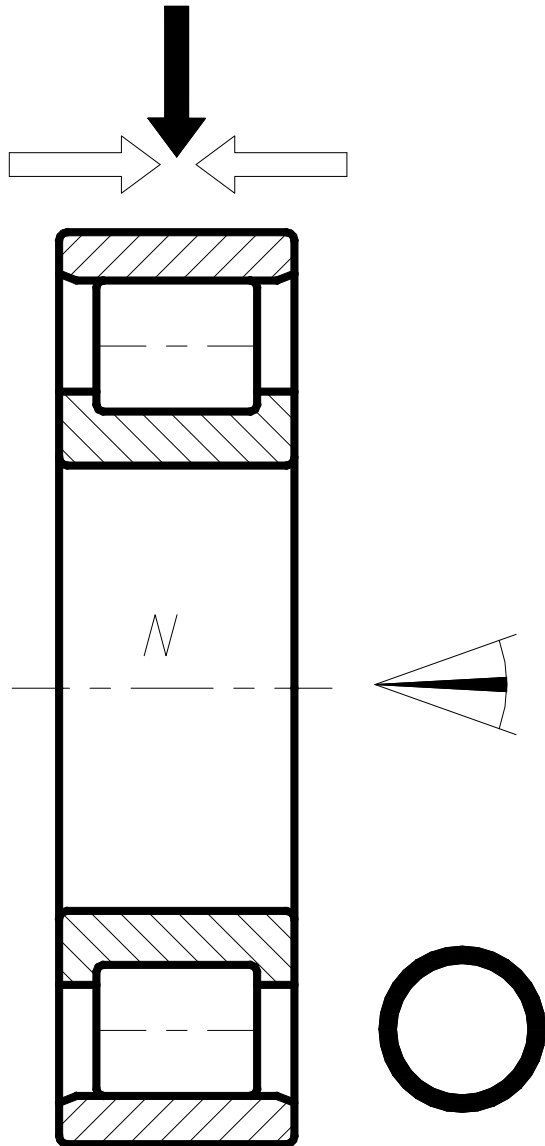
# Kúpgergős csapágy

Nagy, egyirányú axiális terhelés.

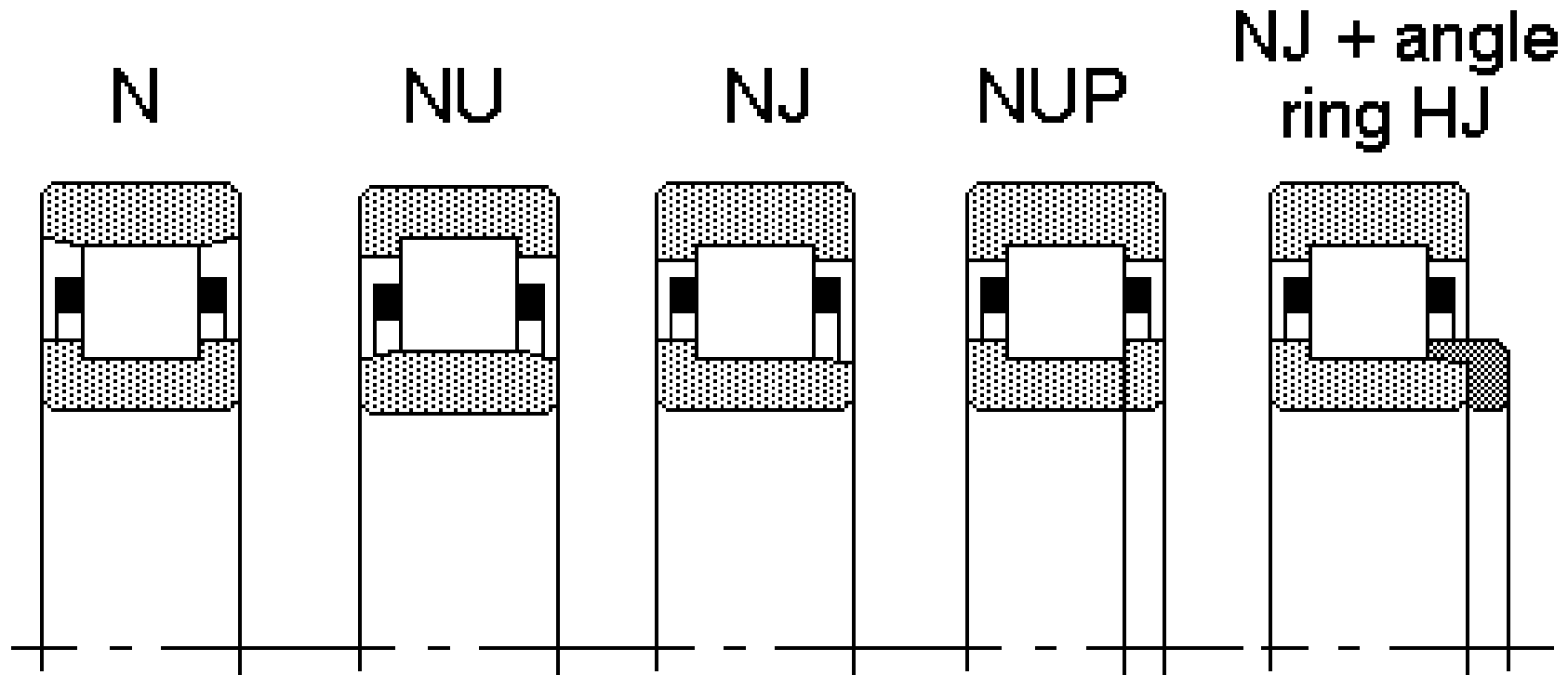


# Hengergörgős csapágy

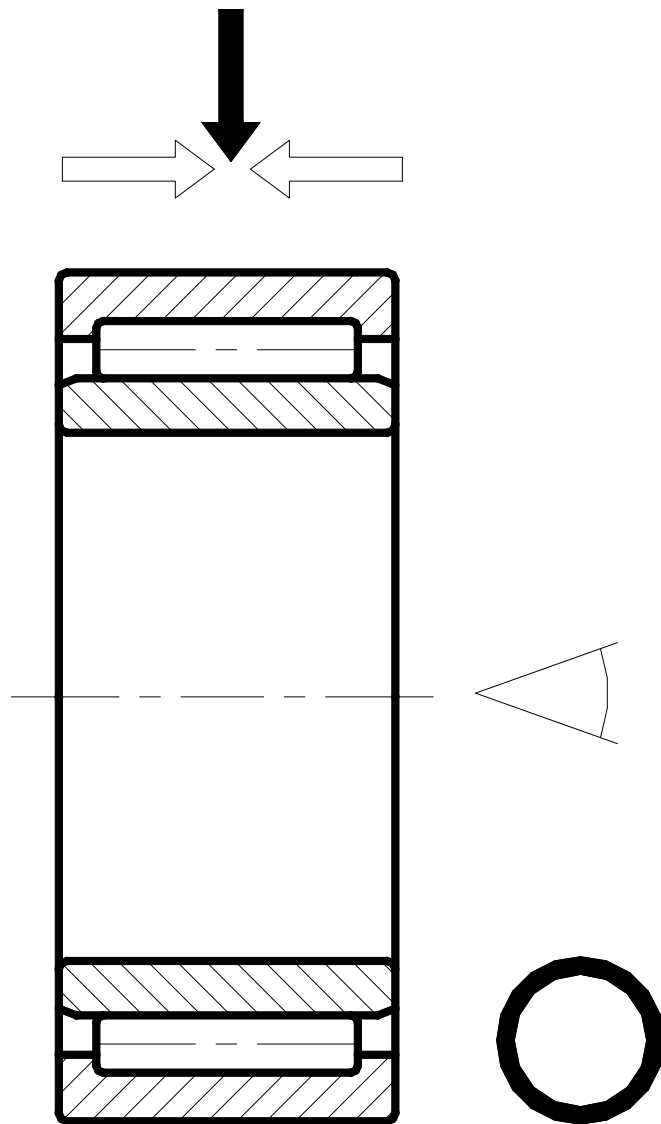
Axiálisan nem terhelhető.



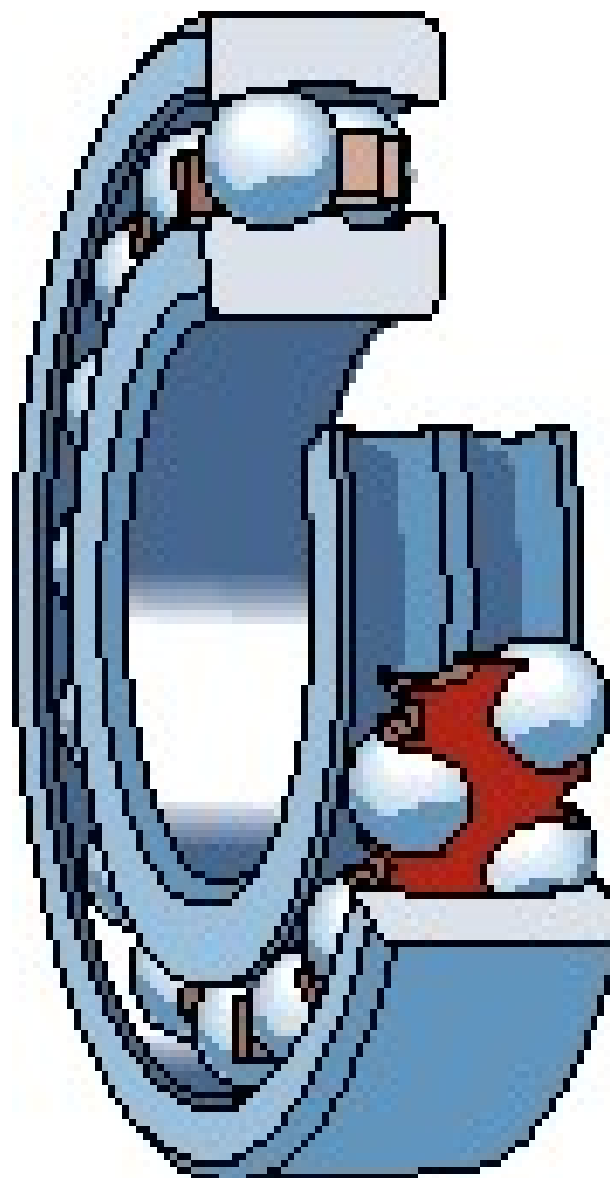
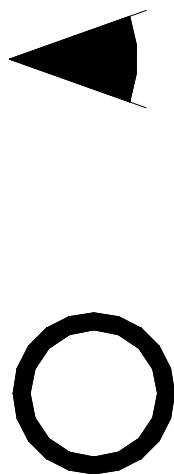
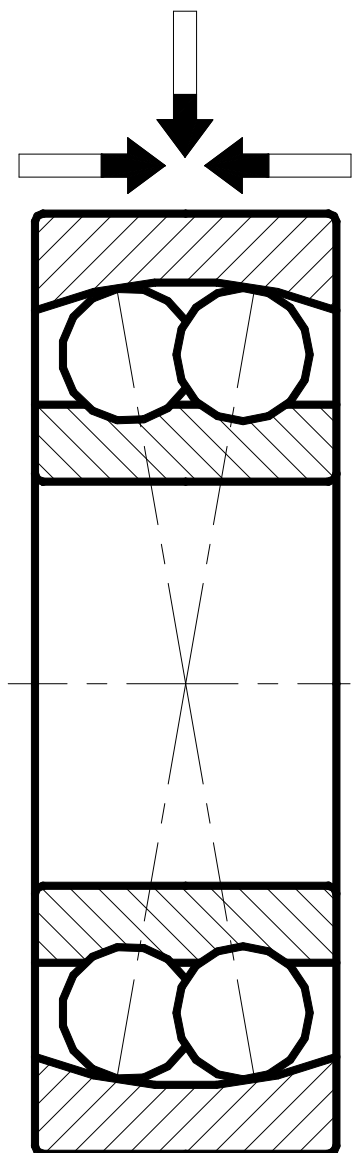
- Kis, egyirányú axiális terhelésre: NJ
- Kis, kétirányú axiális terhelésre: NUP és NJ+sarokgyűrű



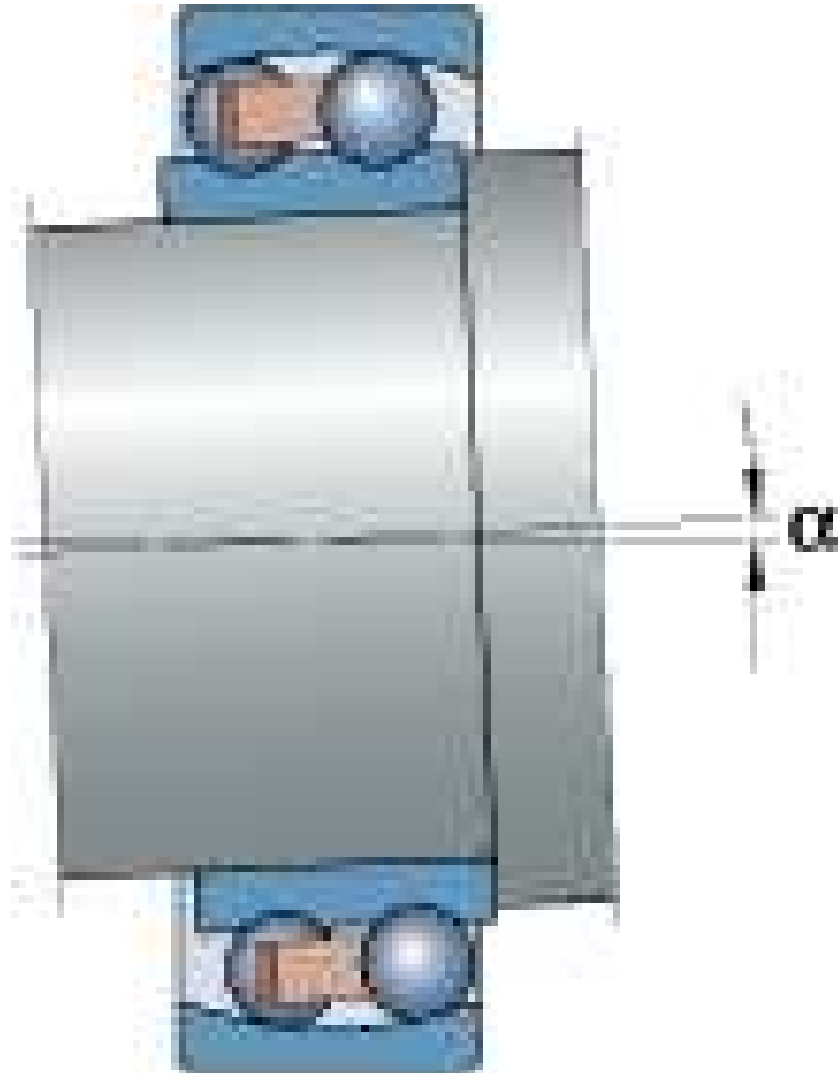
# Tűgörgős csapágy



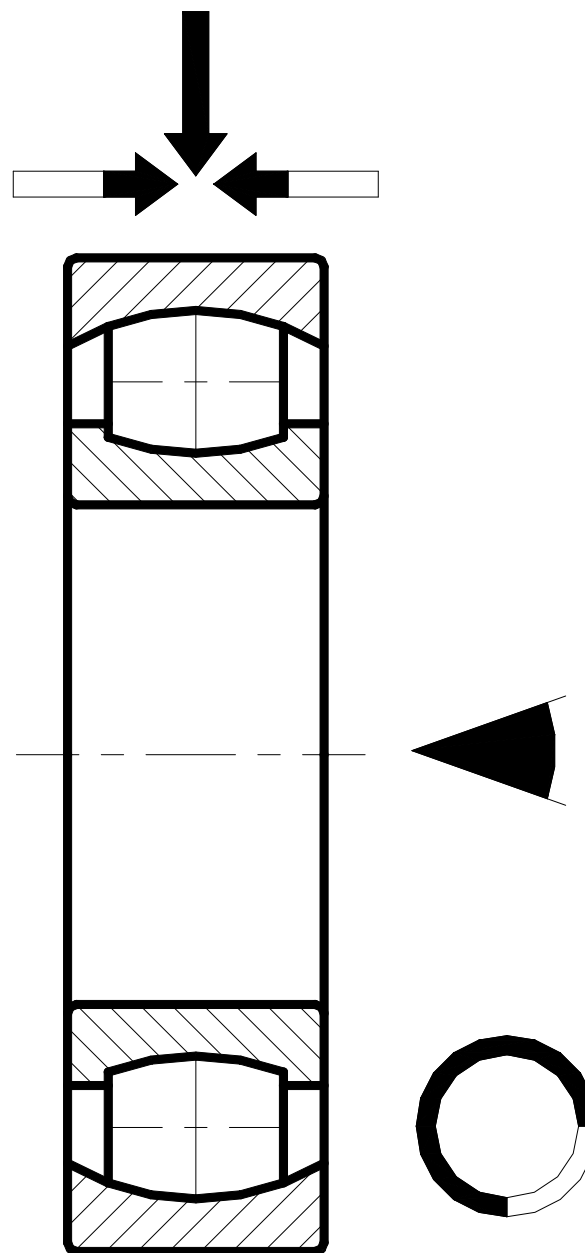
# Kétsoros beálló



2-3 fokos szögeltérés megengedett

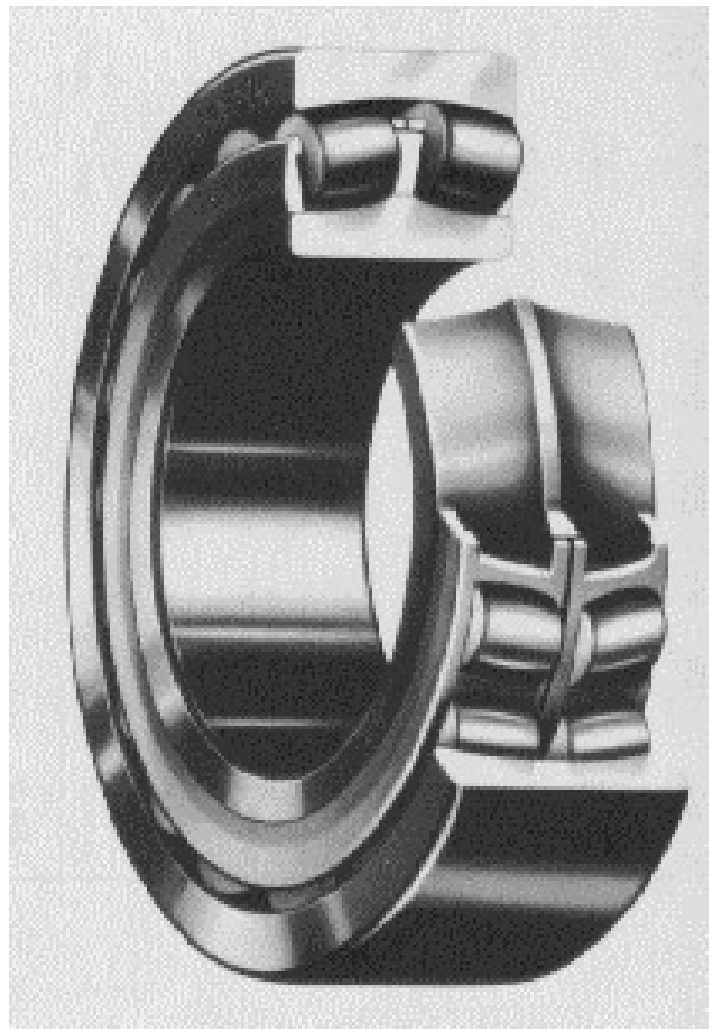
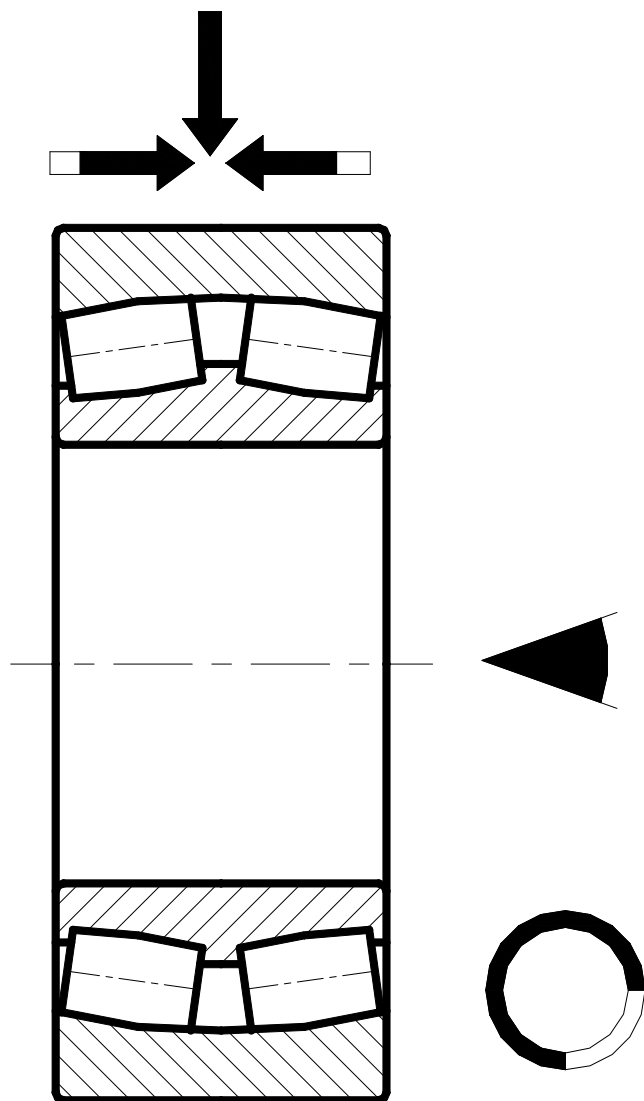


Egysoros  
hordógörgős  
csapágy

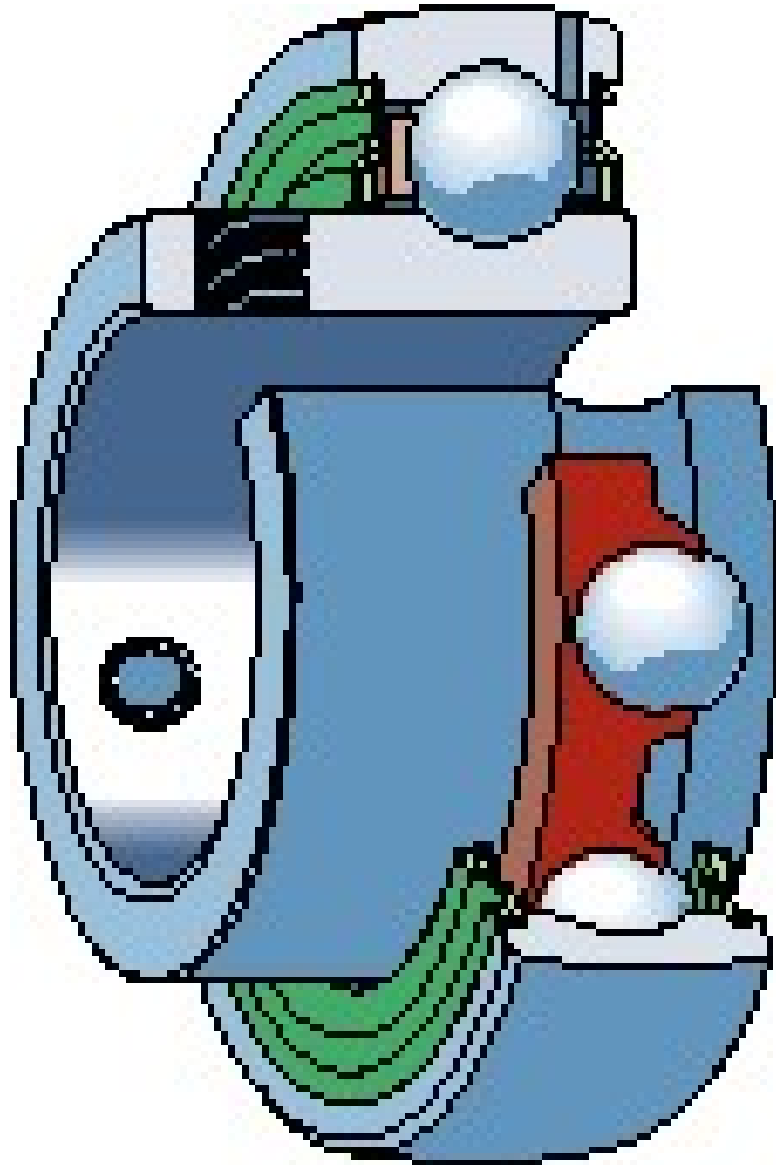




# Kétsoros hordógörgős csapágó



# Y-csapágy



Külső gyűrű gömbfelületűre van kiképezve.

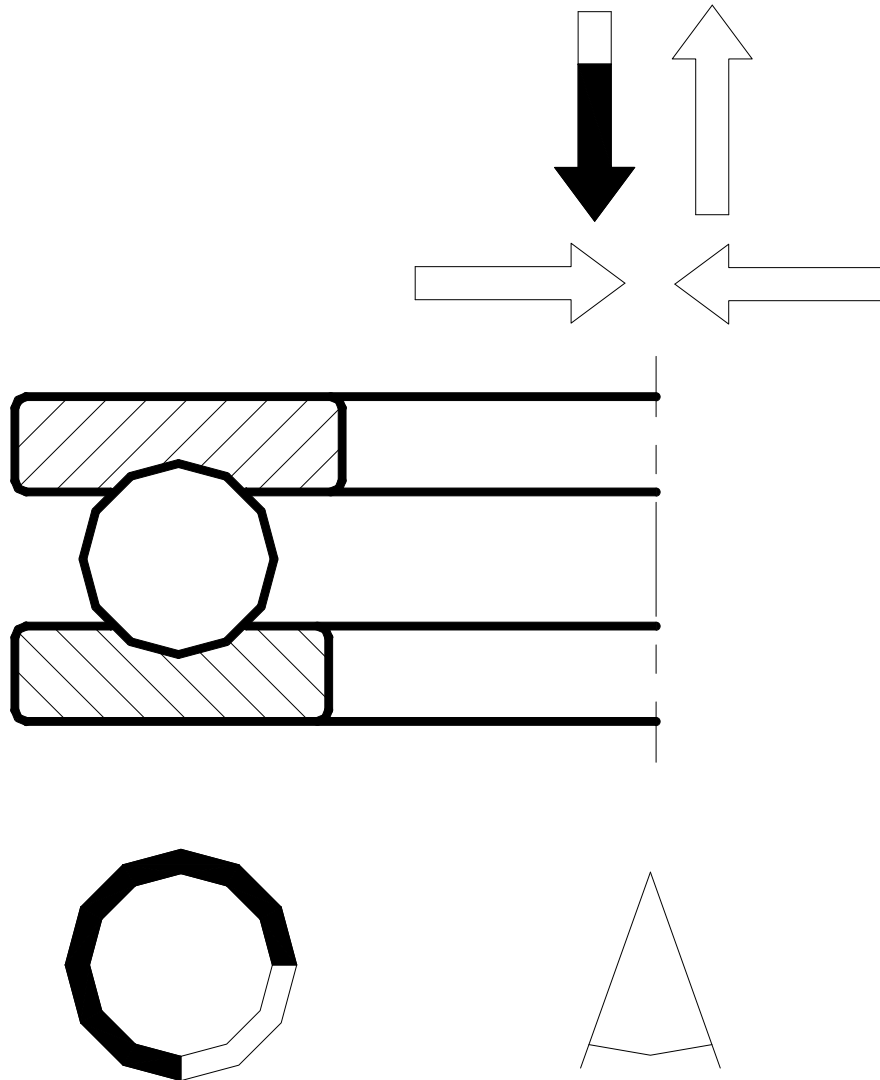
Axiális rögzítés 3 hernyócsavarral.

Csapágházzal együtt szállítják.

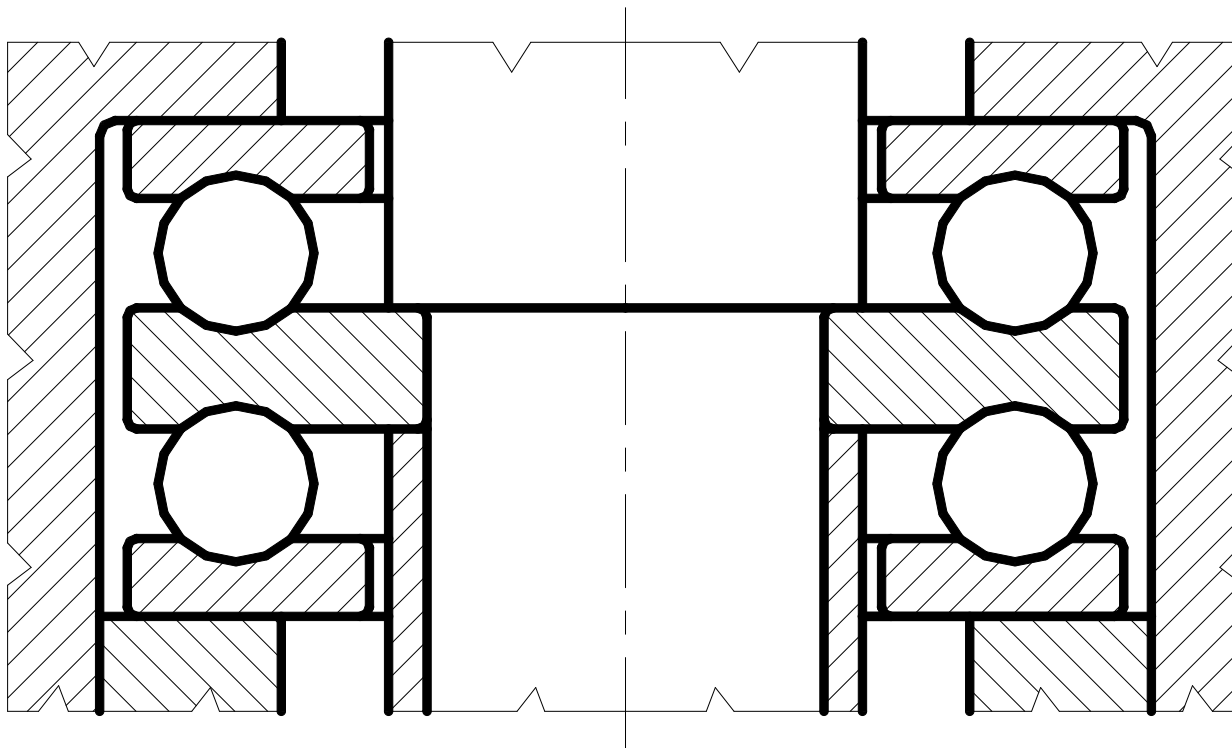
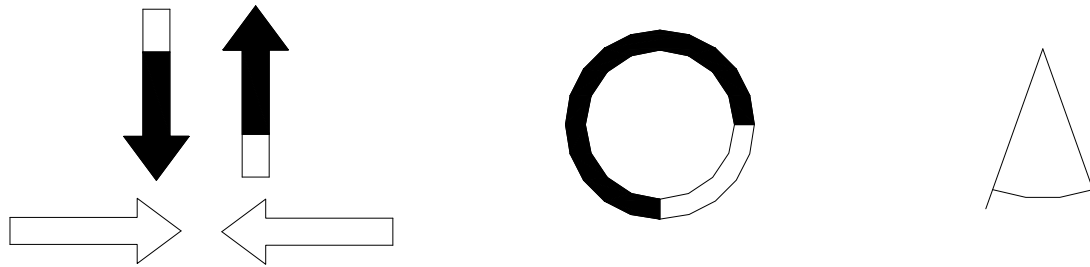
# Karimás Y- csapágyegység



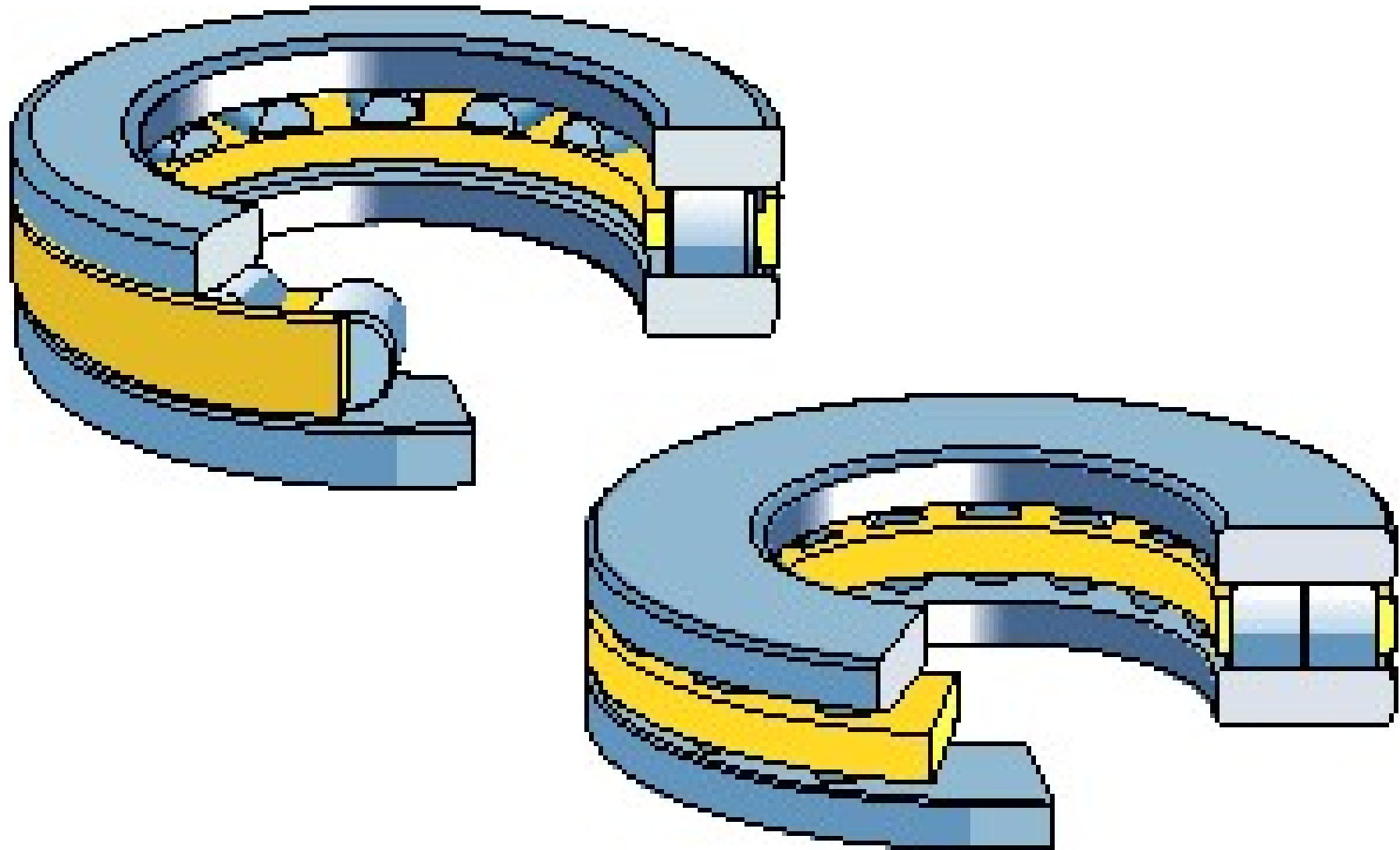
# Egyfelé ható axiális merev golyócsapágó



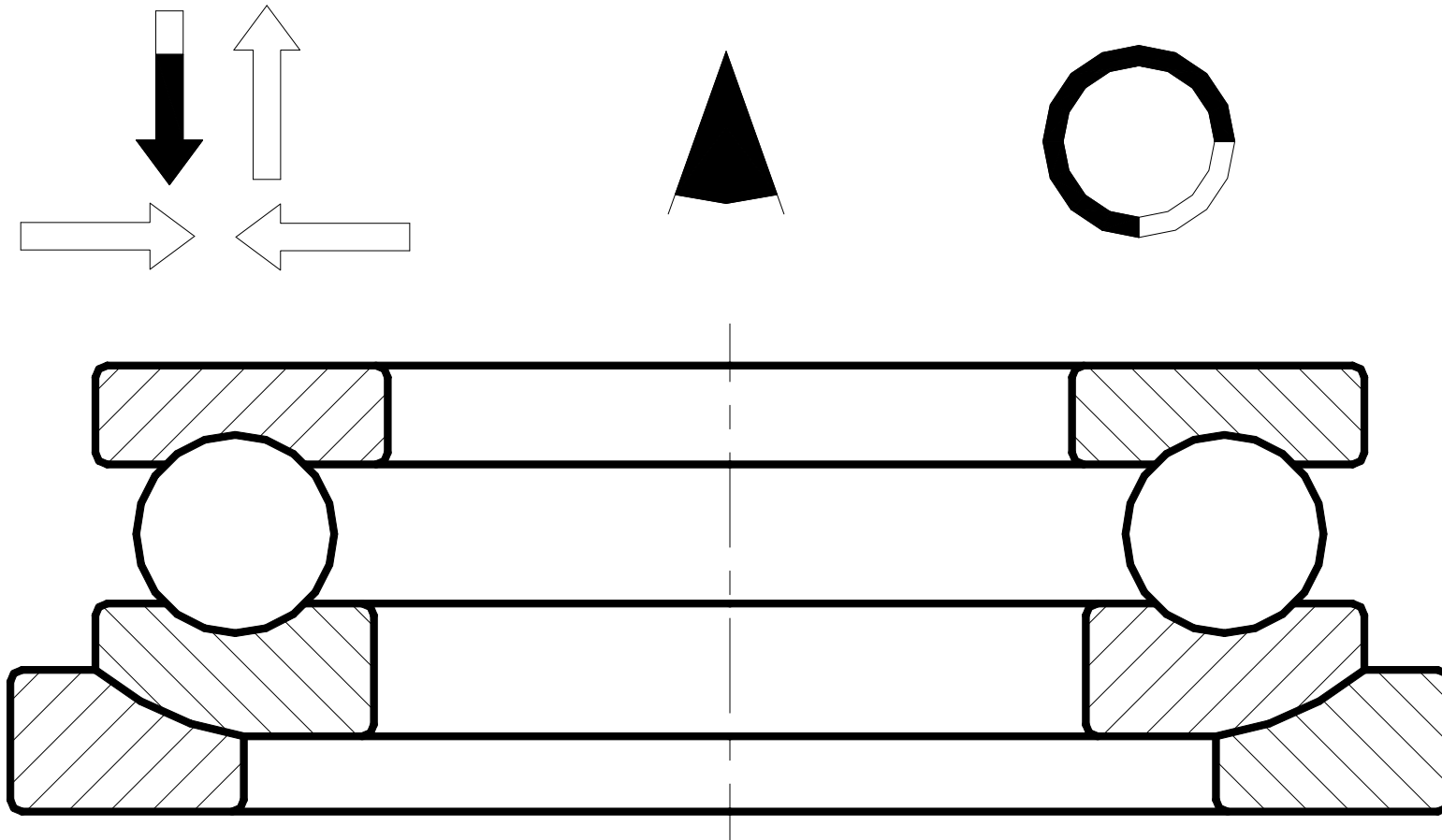
# Kétfelé ható axiális merev golyóscsapágy



# Egyfelé ható axiális merev hengergörgős csapágó

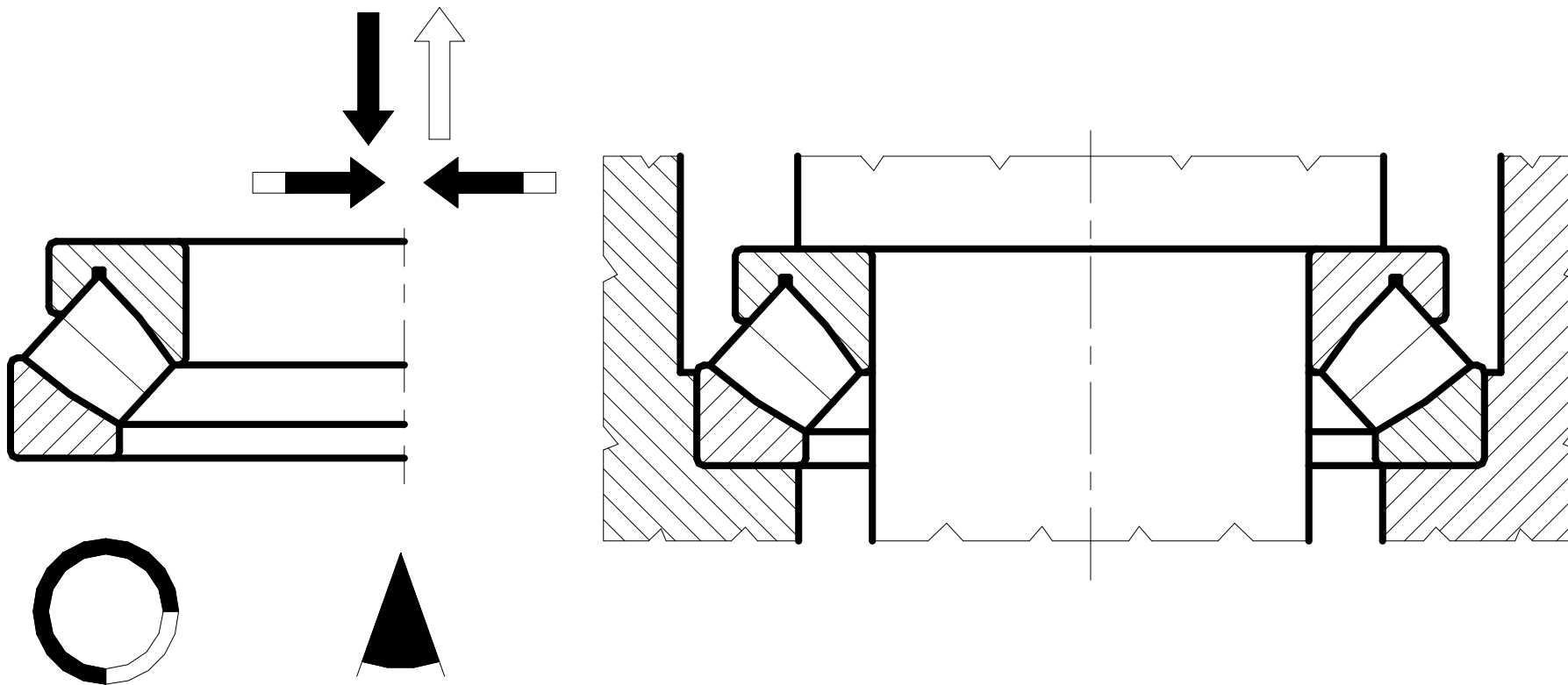


# Egyfelé ható axiális beálló golyóscsapágó



# Egyfelé ható axiális beálló görgős csapágyak

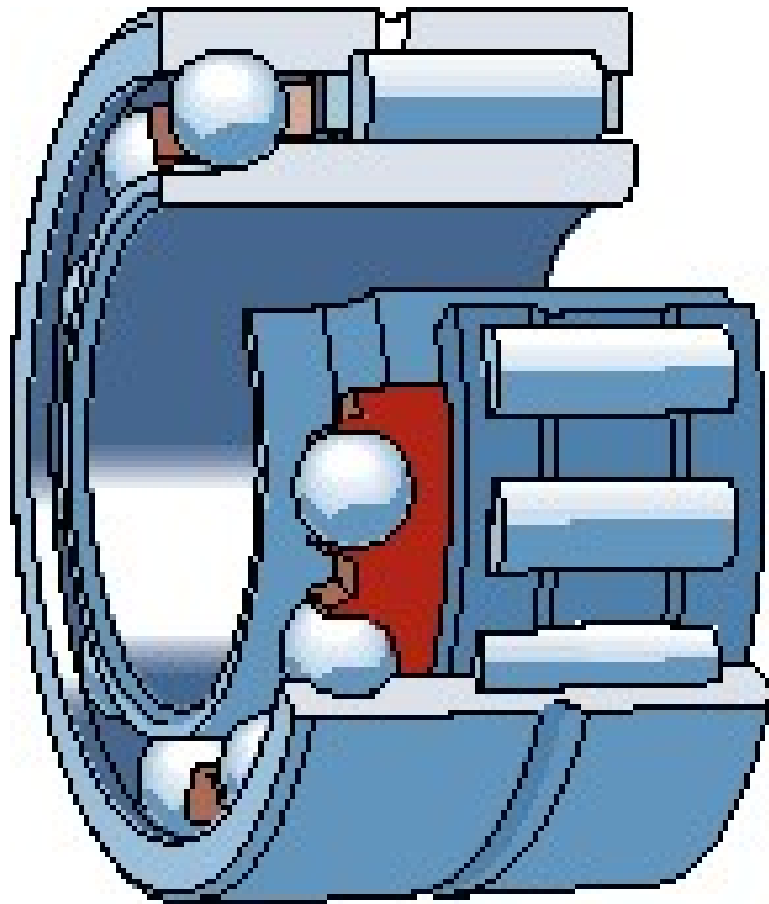
Radiálisan is terhelhető.



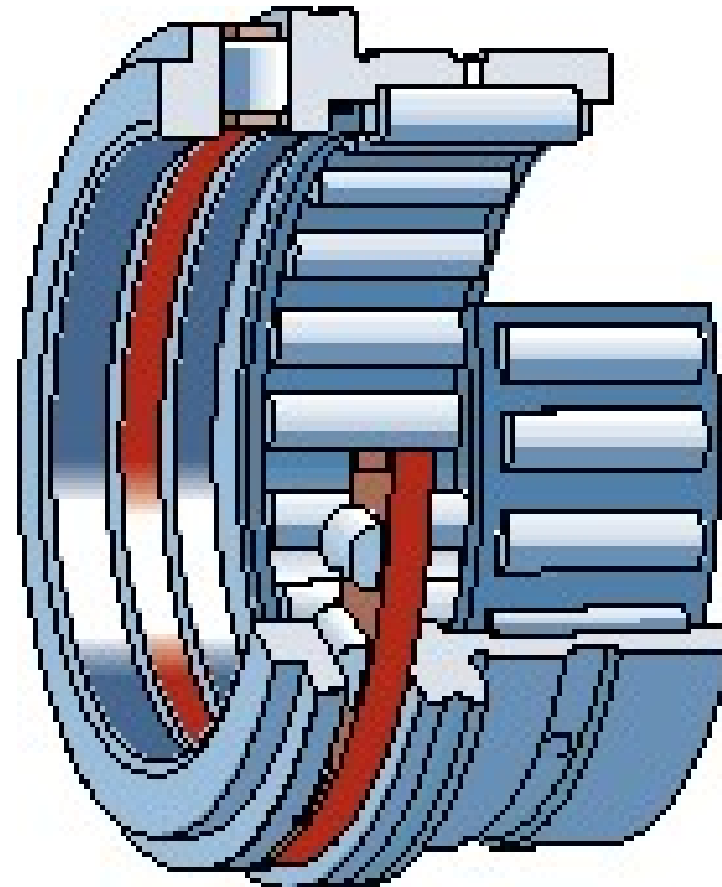


# Kombinált csapágyak (példák)

Tűgörgős+ferde  
hatásvonalú golyós  
csapágy.



Tűgörgős+axiális  
hengergörgős csapágy



# Gördülőcsapágyak anyaga

- Nagy és fárasztó jellegű felületi terhelés miatt különleges tisztaságú acélok (a szennyező anyagokra szigorú előírások). A kiinduló anyagot hőkezelik.
  - Átédezhető acélok: 1% C, 1,5% Cr, nagy keresztmetszeteknél Mn, Mo ötvözés.
  - Betétedzésű acélok: 0,15% C, Cr-Ni, Cr-Mn.
  - Hőálló acélok (125 C°-felett).
  - Korrozíóálló acélok (kevésbé terhelhető).

# Csapágyak beépítési szempontjai

- Biztosítsa a tengely egyértelmű helyzetét (általában kéttámaszú a csapágyazás, de egy helyen több csapágy is lehet).
- Közvetítse a radiális és axiális erőket (ha nincs axiális teher, akkor is kell rá számítani).
- Hőtágulás következtében ne feszüljön be a tengely.

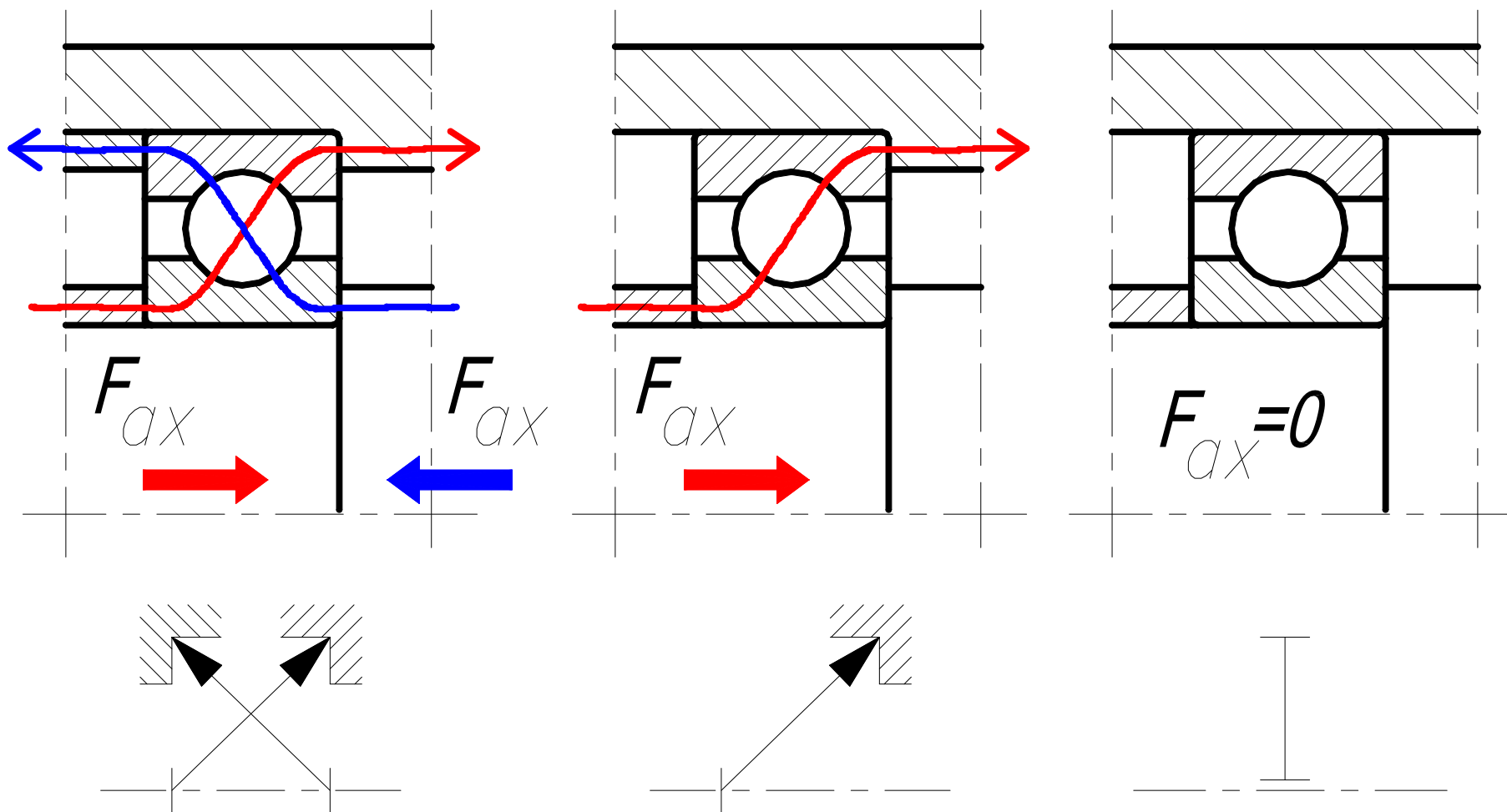
## Két alapvető csapágyazási mód van

- Vezetőcsapágyas ágyazás.
- Oldalról megtámasztott ágyazás (tükörkép elrendezésű ágyazás)

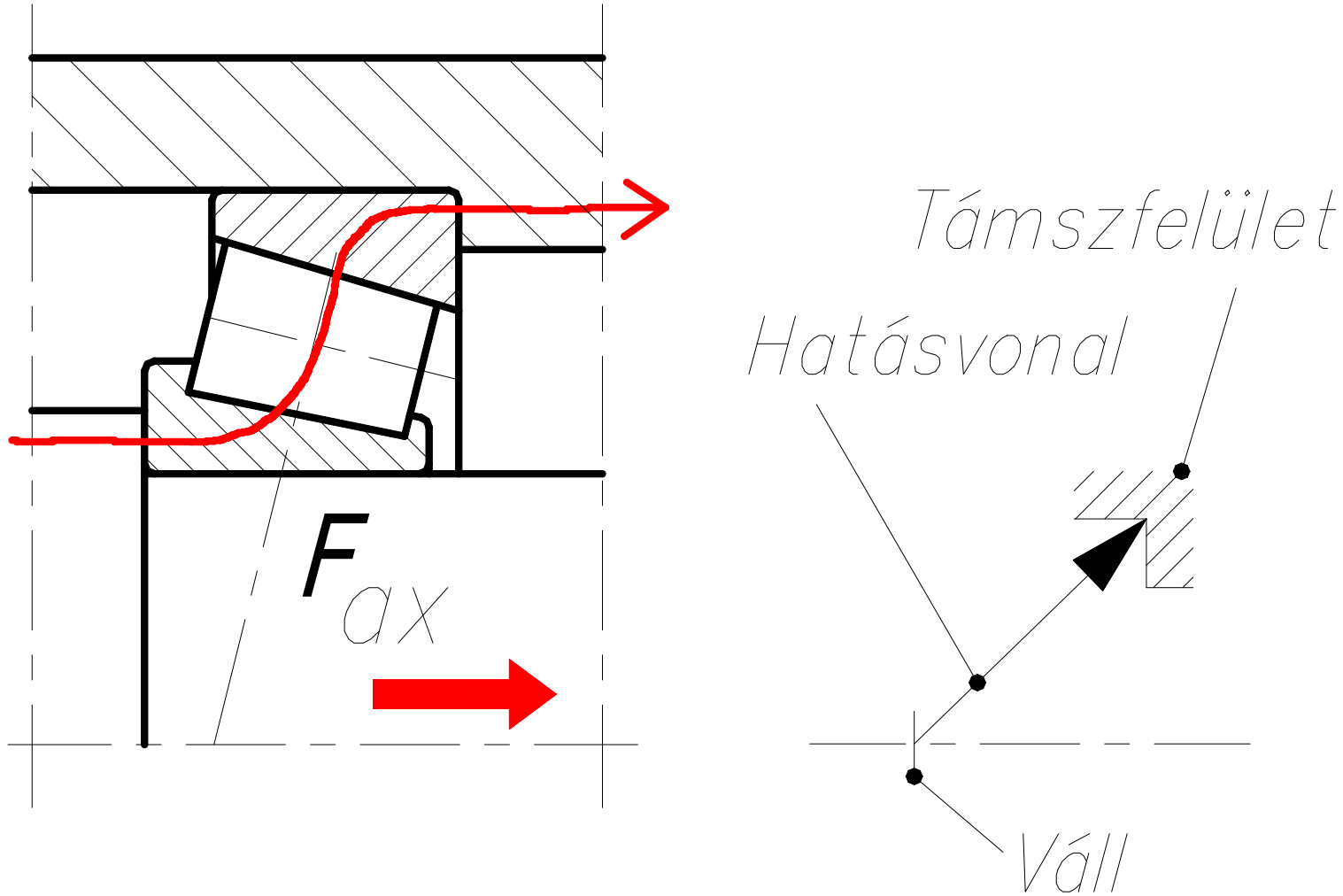
# Szerkezeti rajz a beépítés jellemzésére

- Azt ábrázoljuk, hogy az axiális terhek milyen úton adódnak át a csapágyházra (erőfolyam).
- Ez a csapágy típusától és a beépítés körülményeitől függ.

# Erőfolyamok mélyhornyú golyóscsapágynál



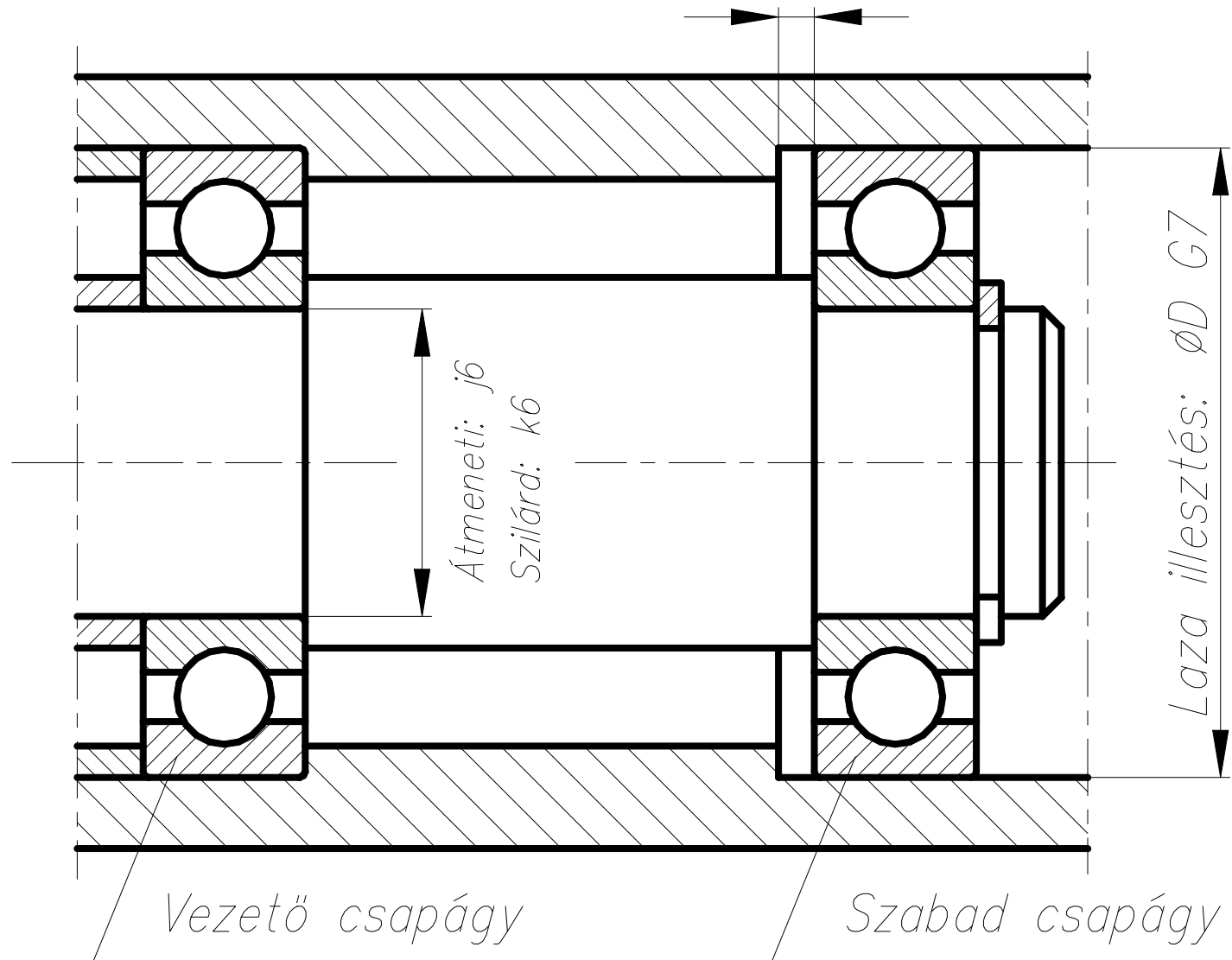
- Erőfolyam kúpgörgős csapágynál



# Vezetőcsapágyas ágyazás

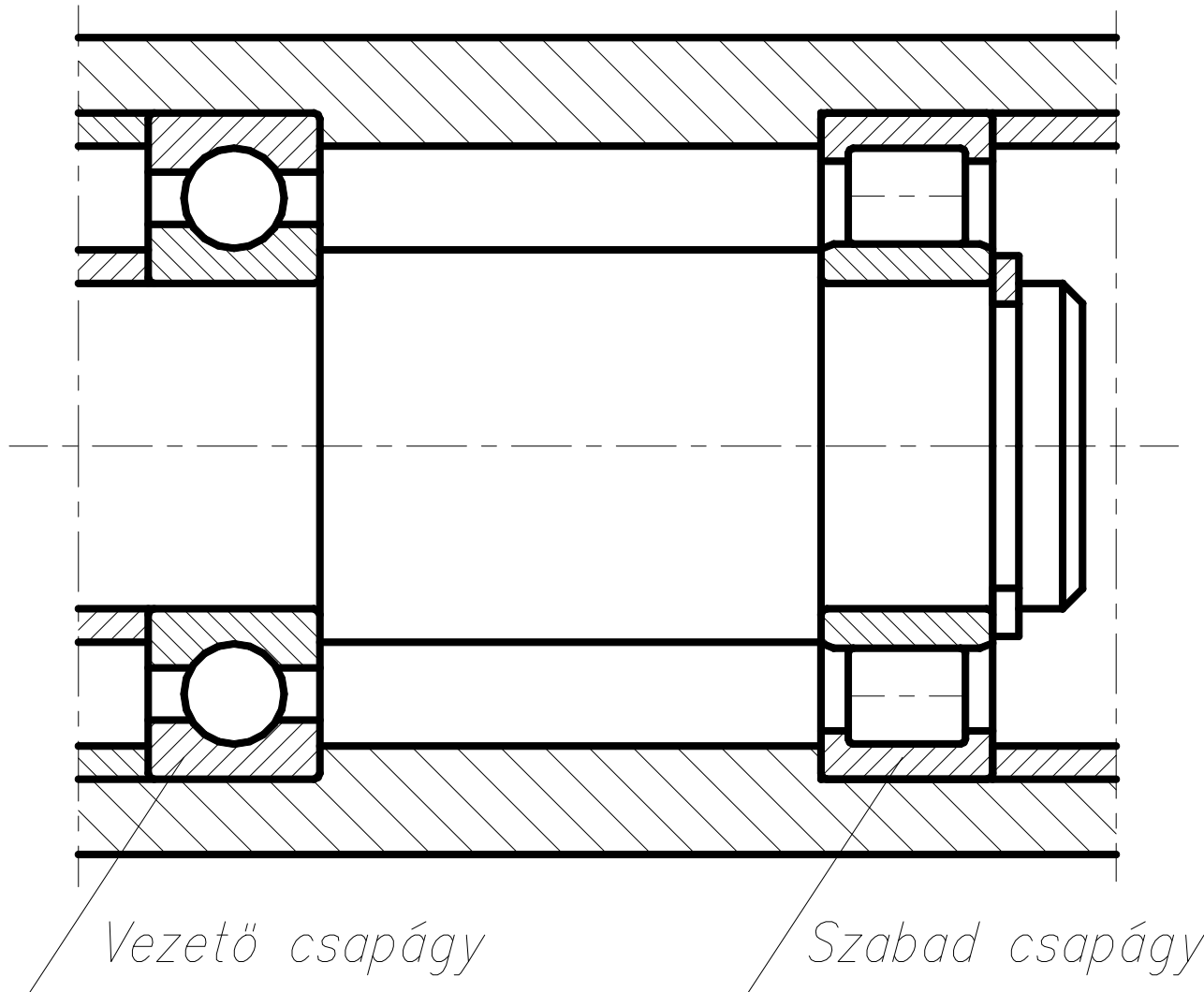
- Mindkét irányú axiális terhet az egyik megtámasztás veszi fel.
- A másik megtámasztásnál axiális elmozdulási lehetőség van (csapágyházban, vagy csapágyon belül).
- Hosszabb tengelyeknél a hőtágulásból adódó befeszülés elkerülhető.

- Két mélyhornyú golyócsapággal

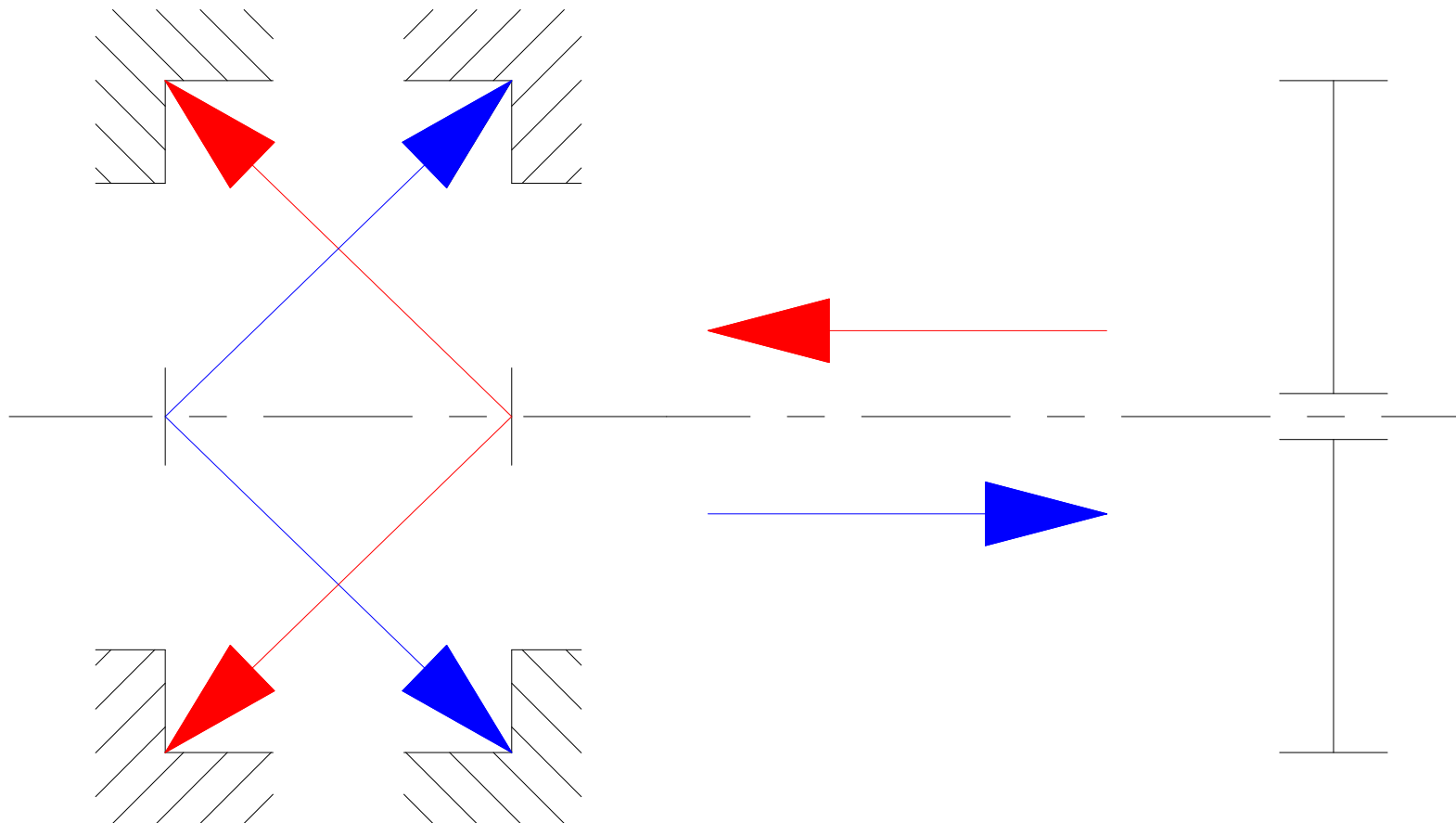




- Egy mélyhornyú golyóscsapággal és egy hengergörgős csapággy



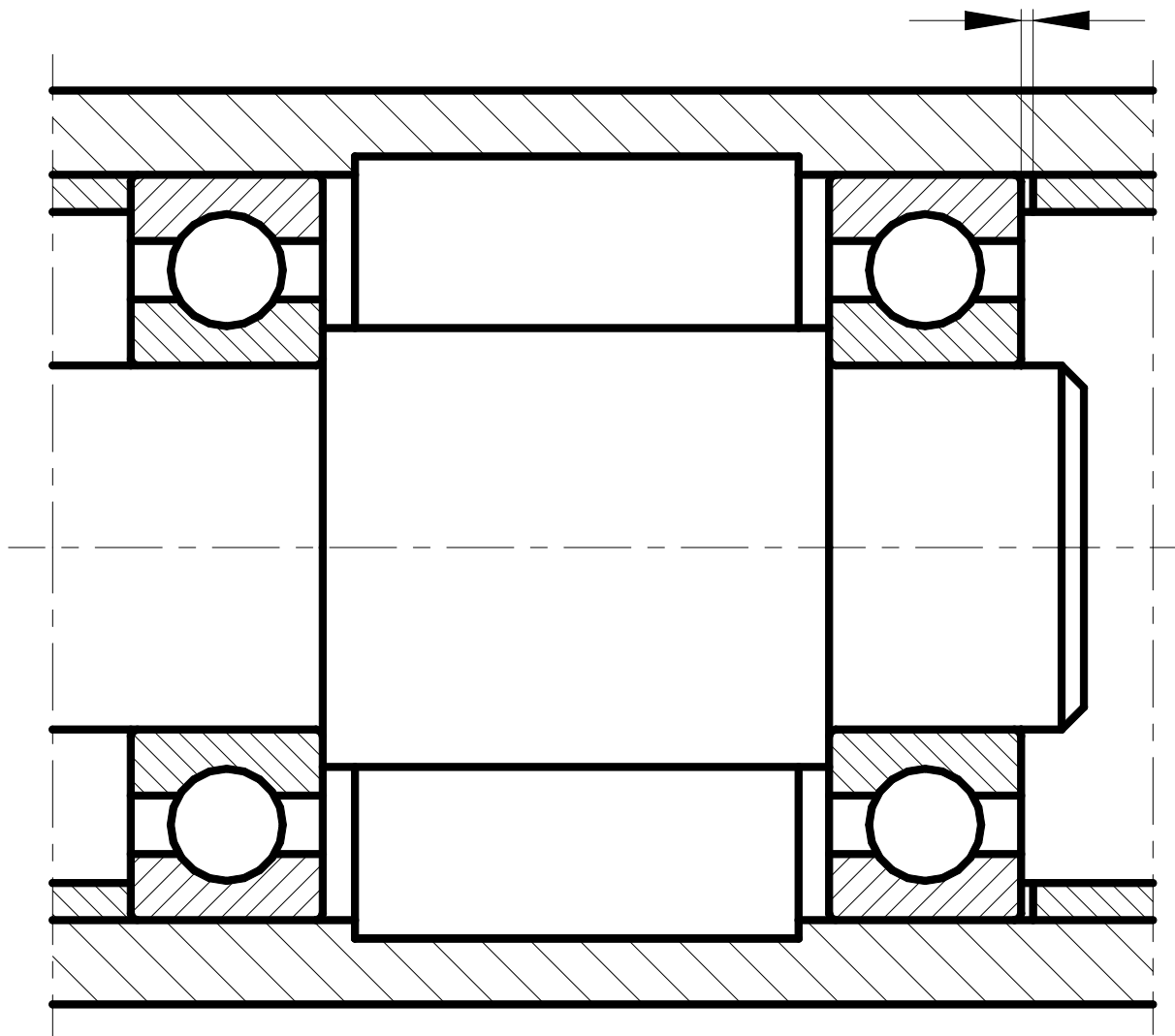
- Az előző két beépítés szerkezeti vázlata



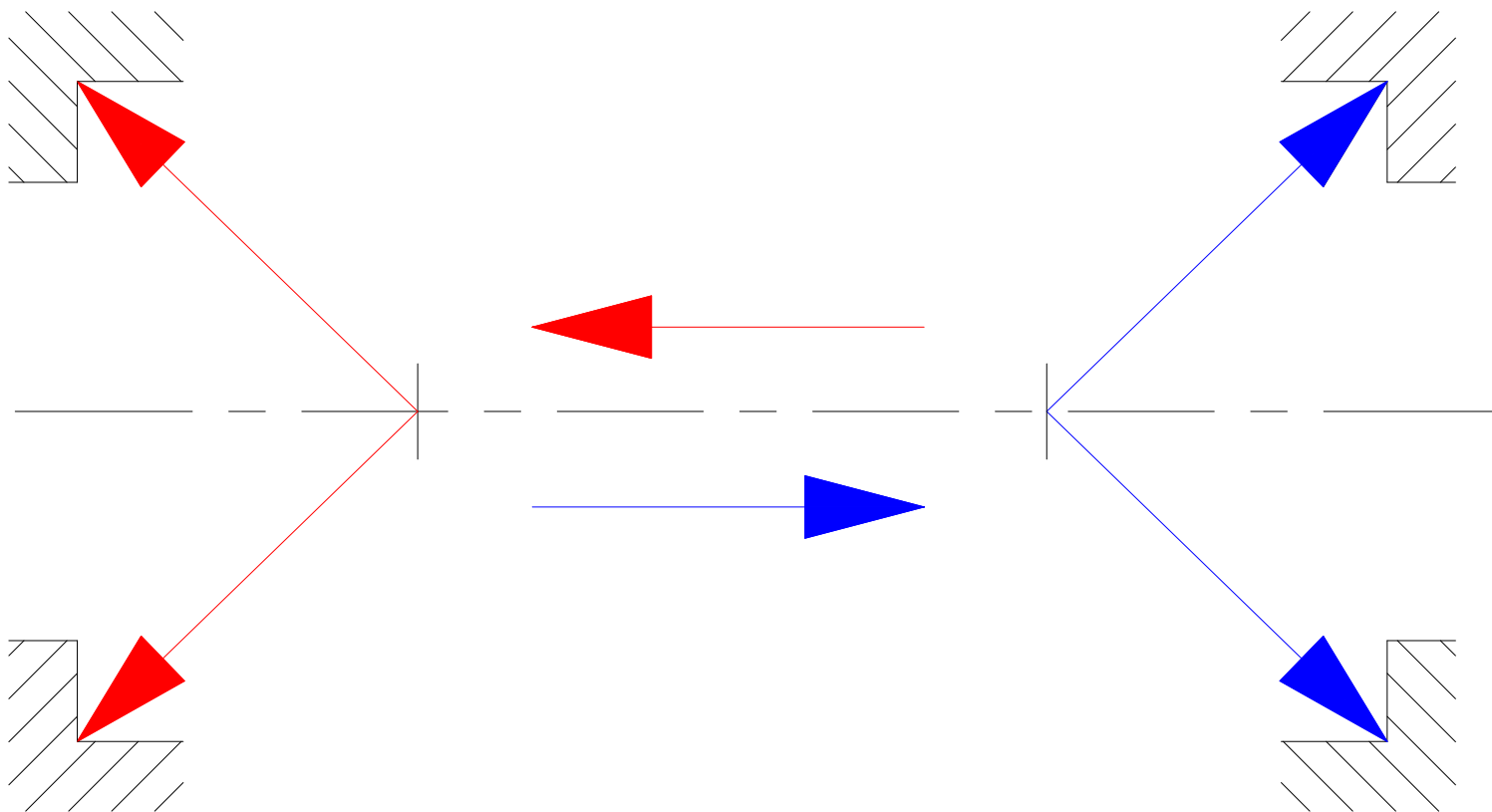
# Oldalról megtámasztott ágyazás

- Az egyik irányú axiális terhet az egyik megtámasztás veszi fel, a másik irányút pedig a másik megtámasztás.
- Rövidebb tengelyeknél alkalmazzuk, ahol a hőtágulásból adódó befeszülésre nem kell számítani.

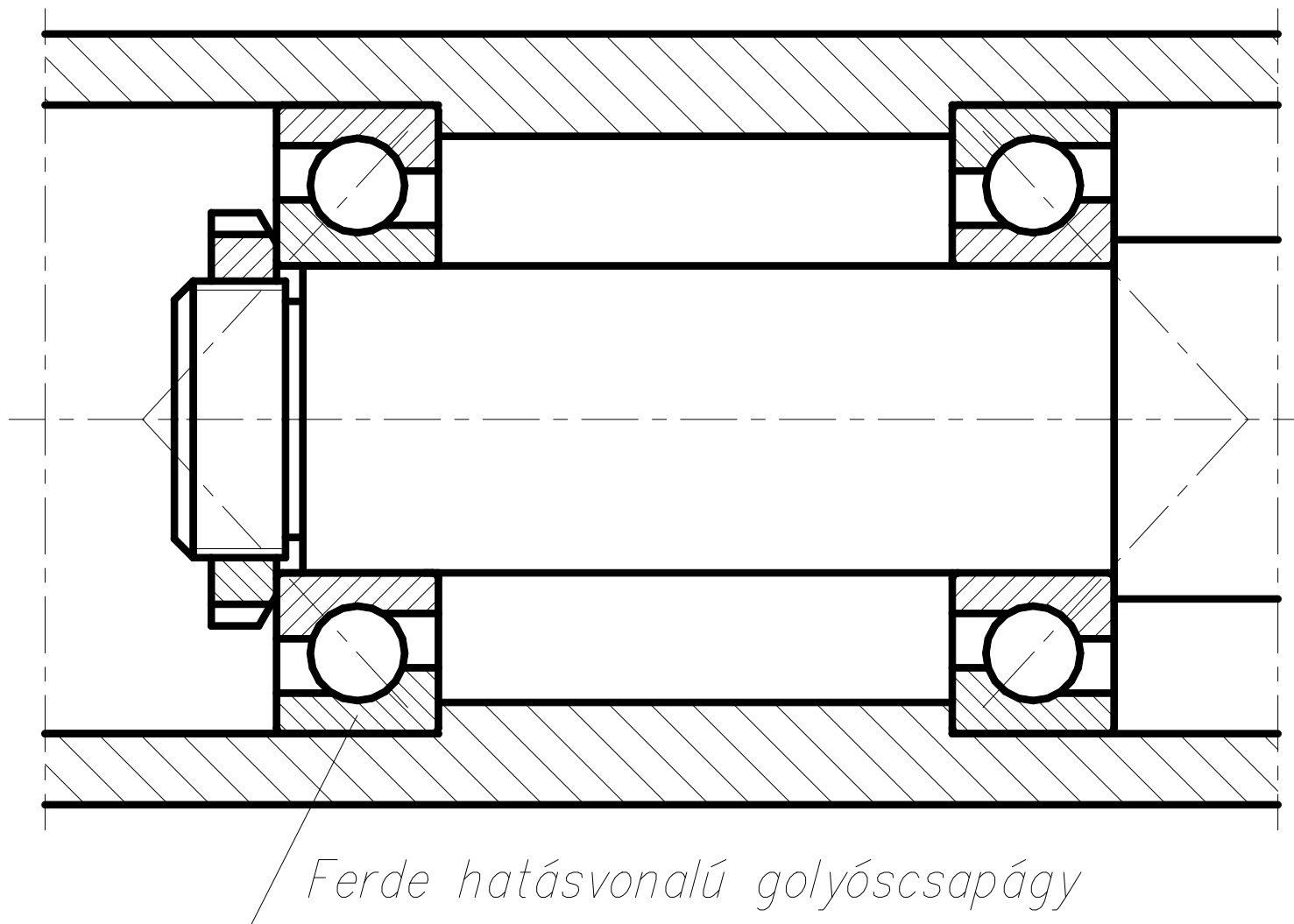
- Két mélyhornyú golyóscsapággal, nincs előfeszítés



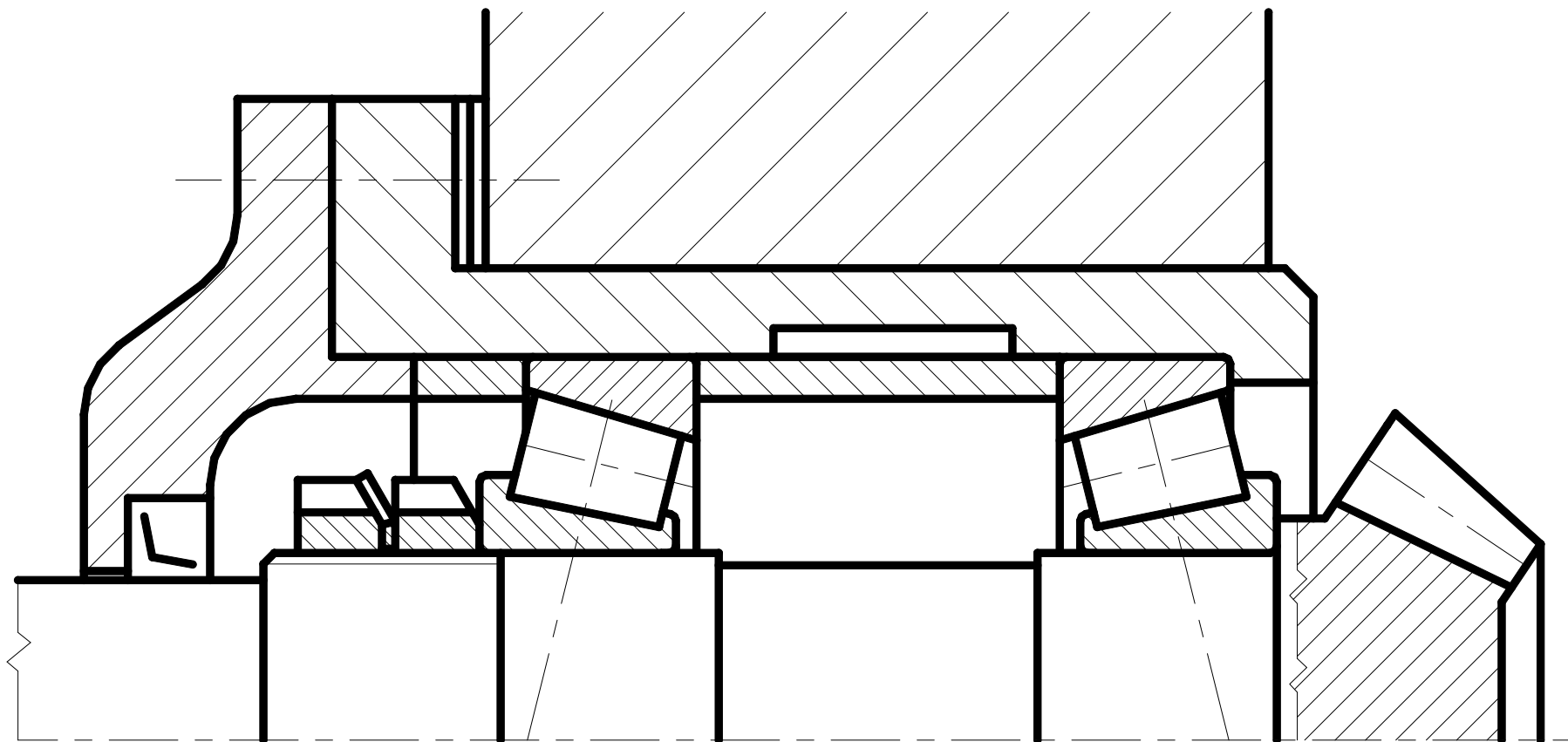
- Az előző beépítés szerkezeti vázlat (X-elrendezés)



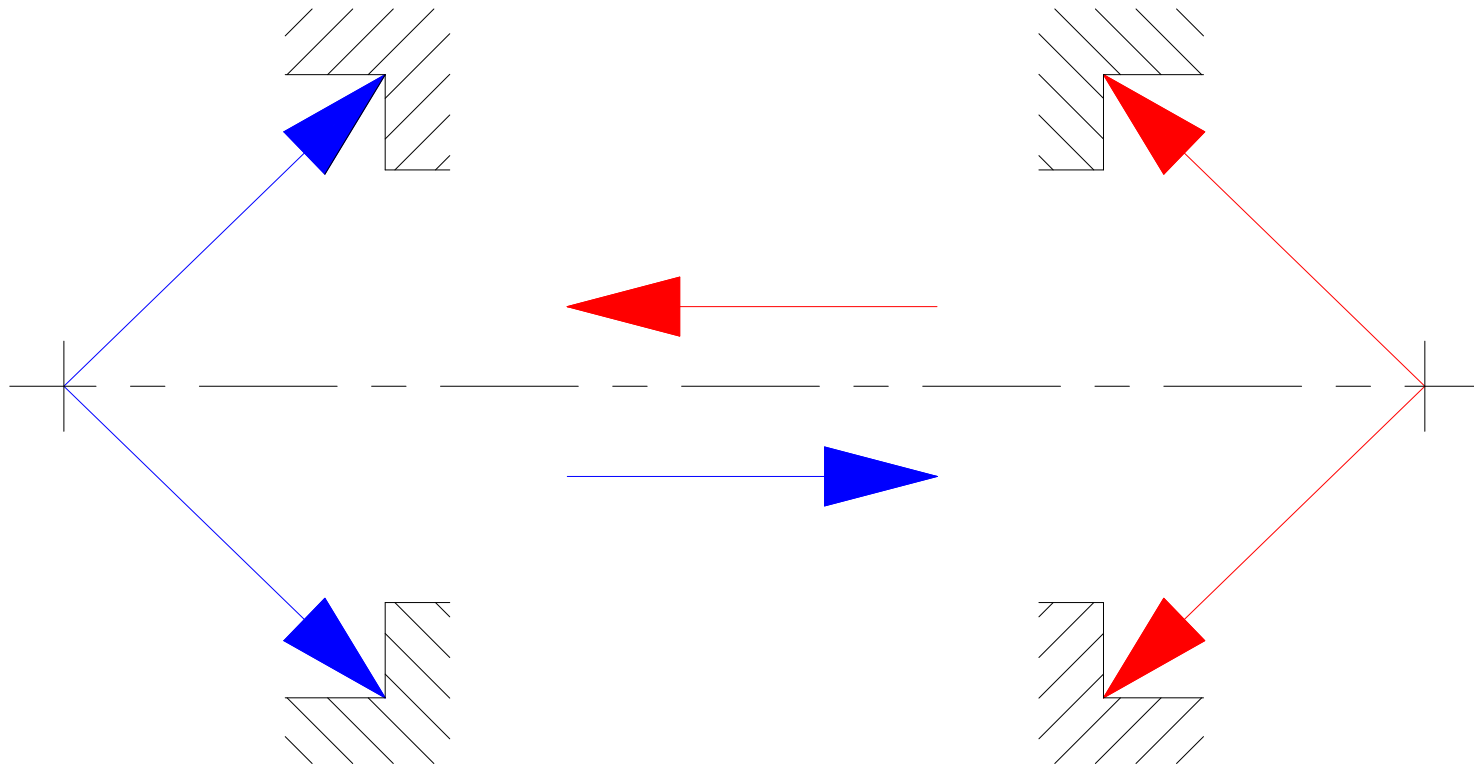
- Két ferde hatásvonalú golyóscsapággal, előfeszítve



- Két kúpüregős csapággyal, előfeszítve



- Az előző két beépítés szerkezeti vázlata (O-elrendezés)



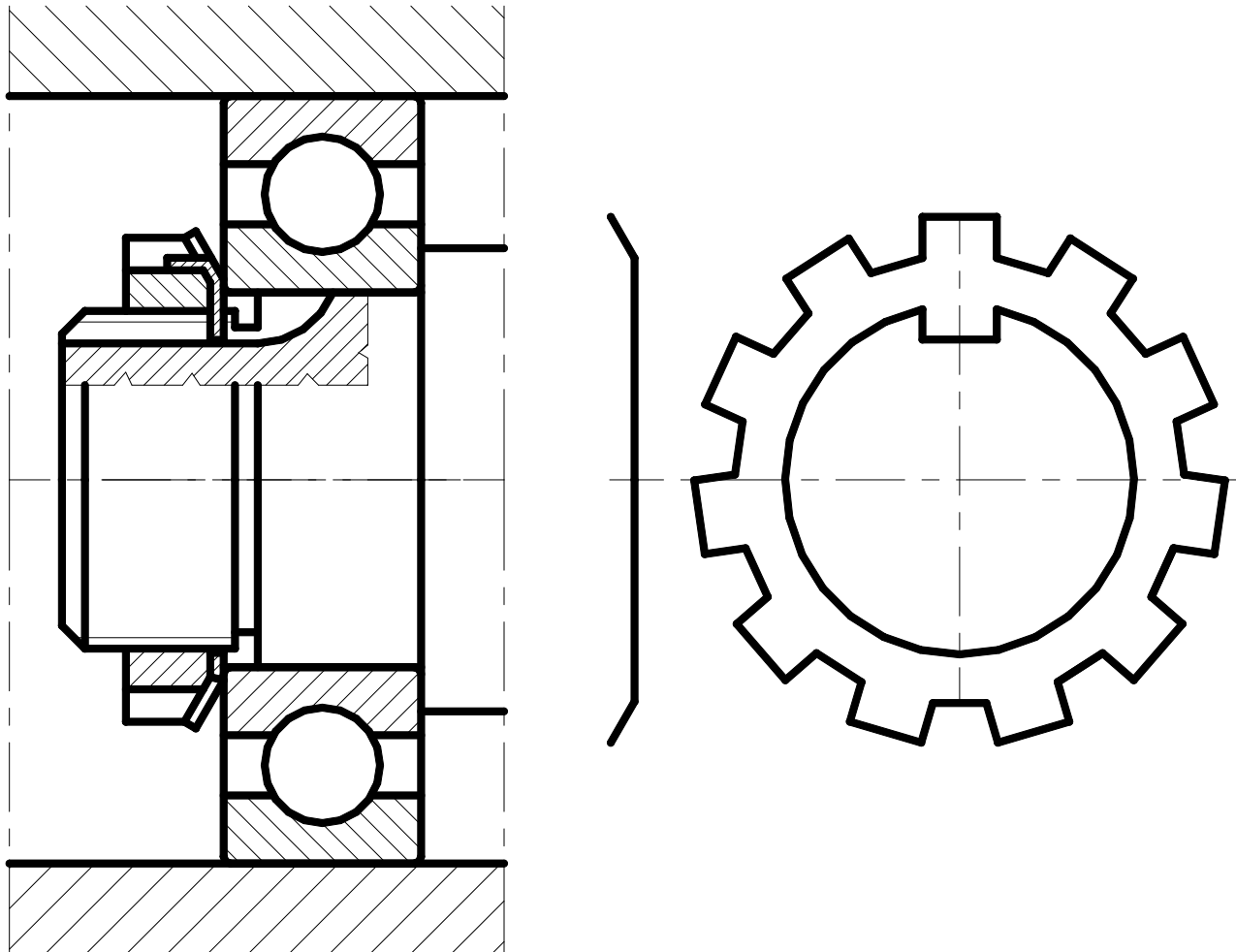


# Gördülőcsapágyak illesztése

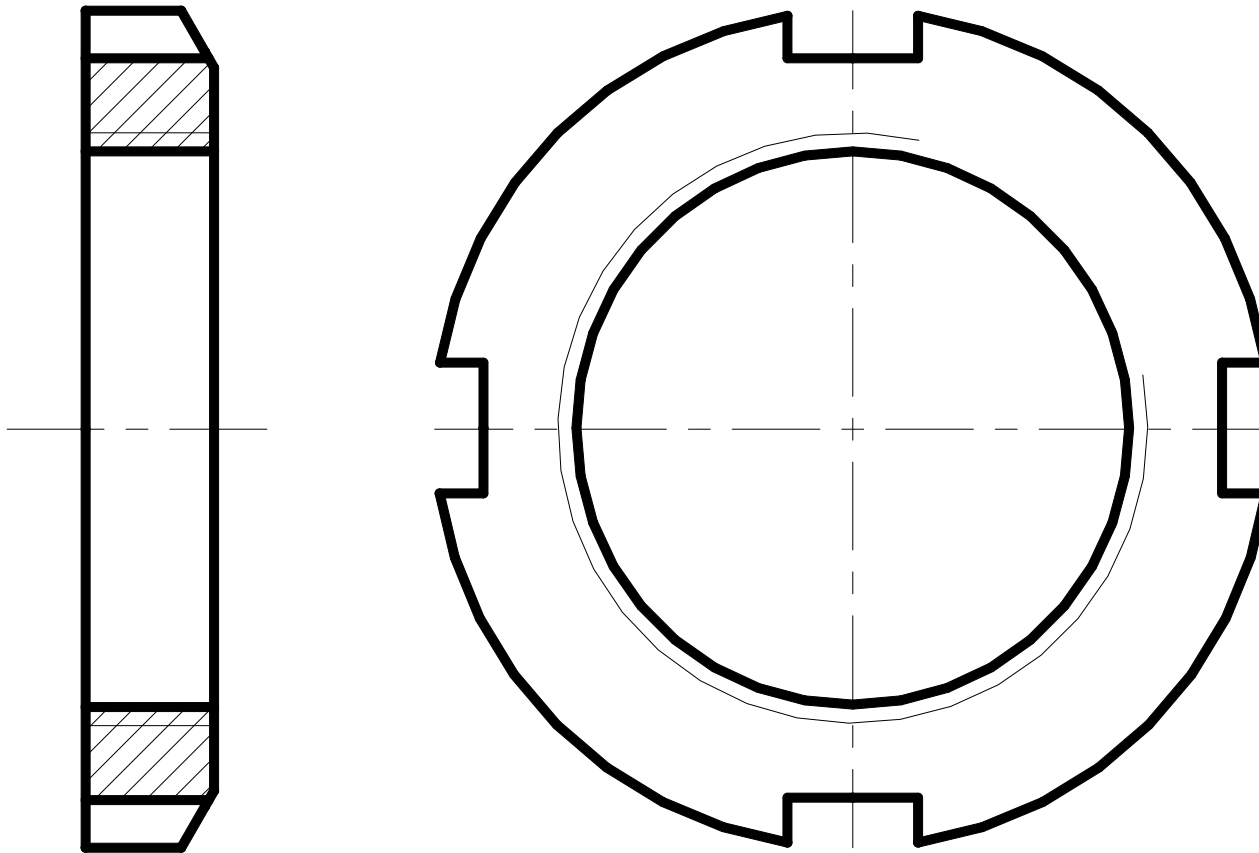
- A furatátmérőt a tengelyhez, a külső átmérőt a házhoz illesztjük.
- Ha a terhelés iránya változik a gyűrűhöz képest, akkor szilárdan illesztünk (N, P tűrések a ház furatában. k, m, n tűrések a tengelyen).
- Ha a terhelés iránya állandó a gyűrűhöz képest, akkor laza vagy átmeneti az illesztés.
- A szabad csapágy külső átmérője laza illesztésű.
- A csapágygyűrűk tűrése nem felel meg az ISO szabványoknak. Mindkét gyűrű tényleges mérete kisebb, mint a névleges.
- A könnyű szerelhetőség érdekében túl szoros illesztést ne alkalmazzunk.

# Axiális rögzítés

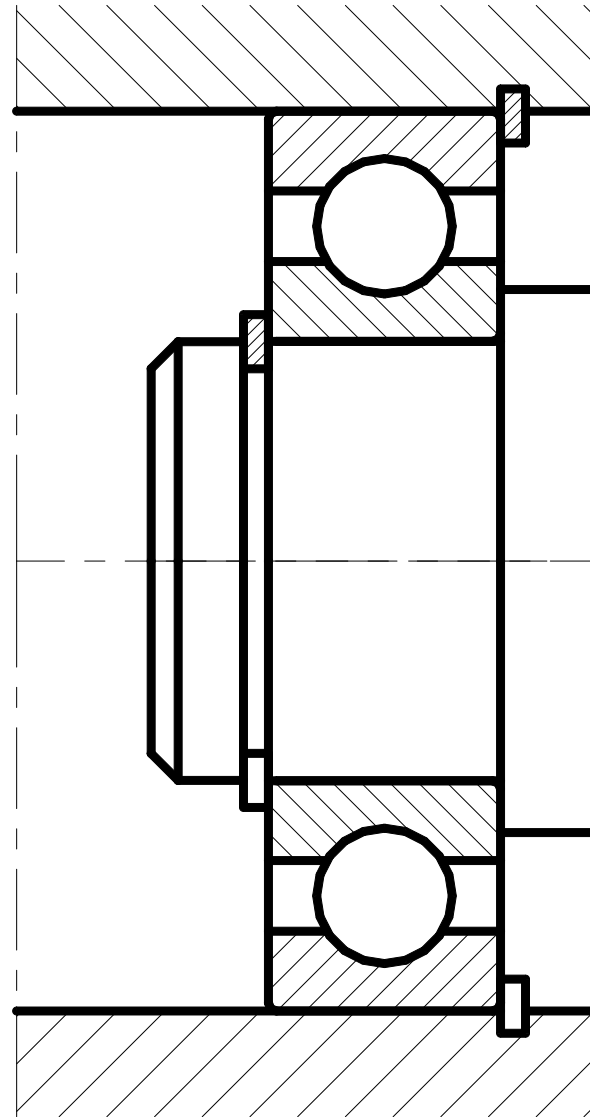
- Tengelyanyával és biztosító



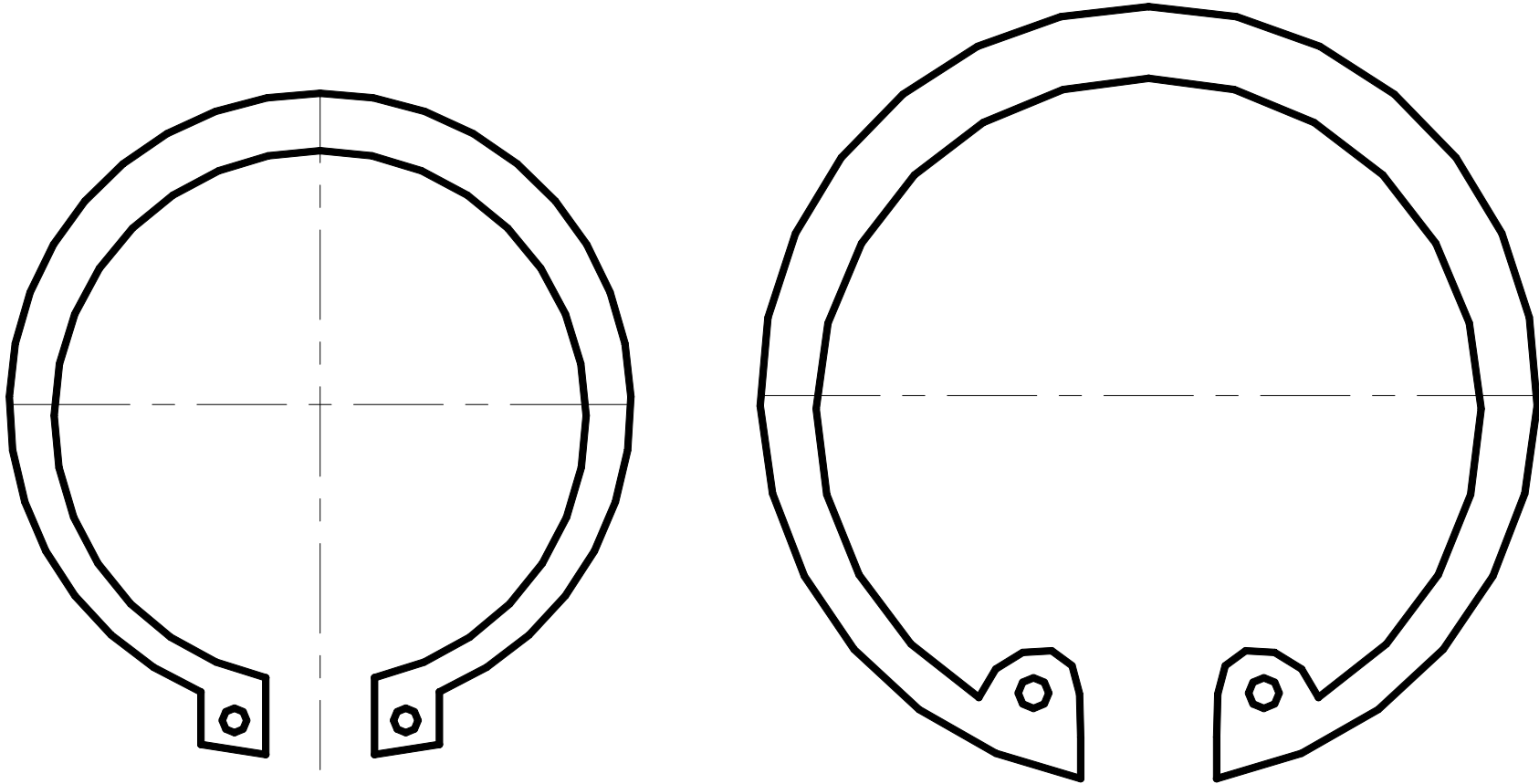
- Tengelyanya



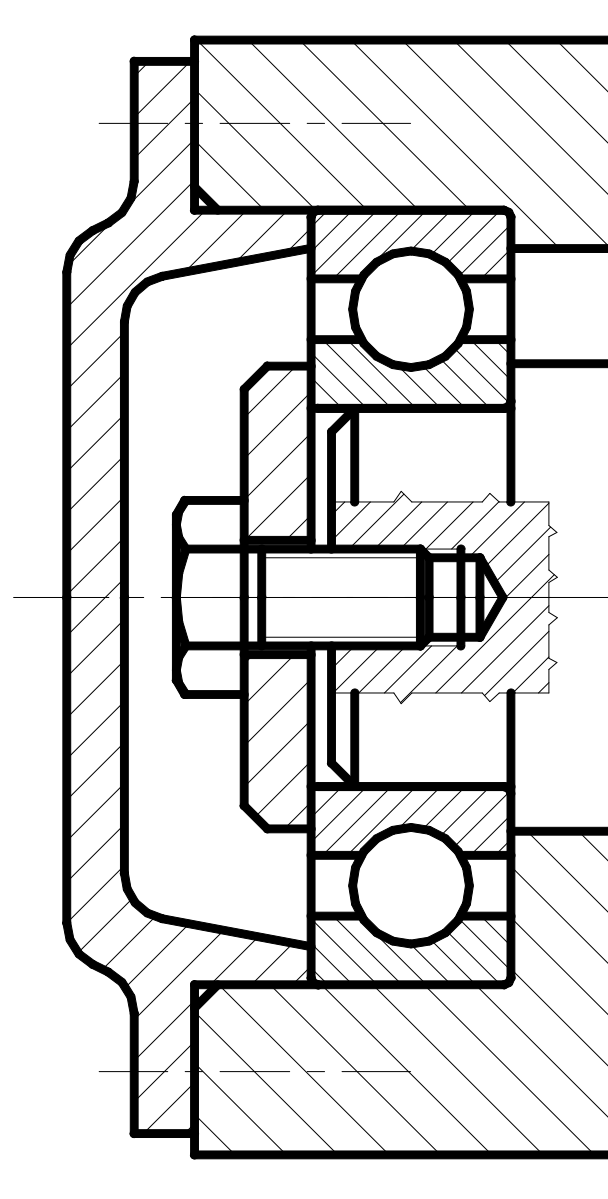
- Rögzítőgyűrűvel



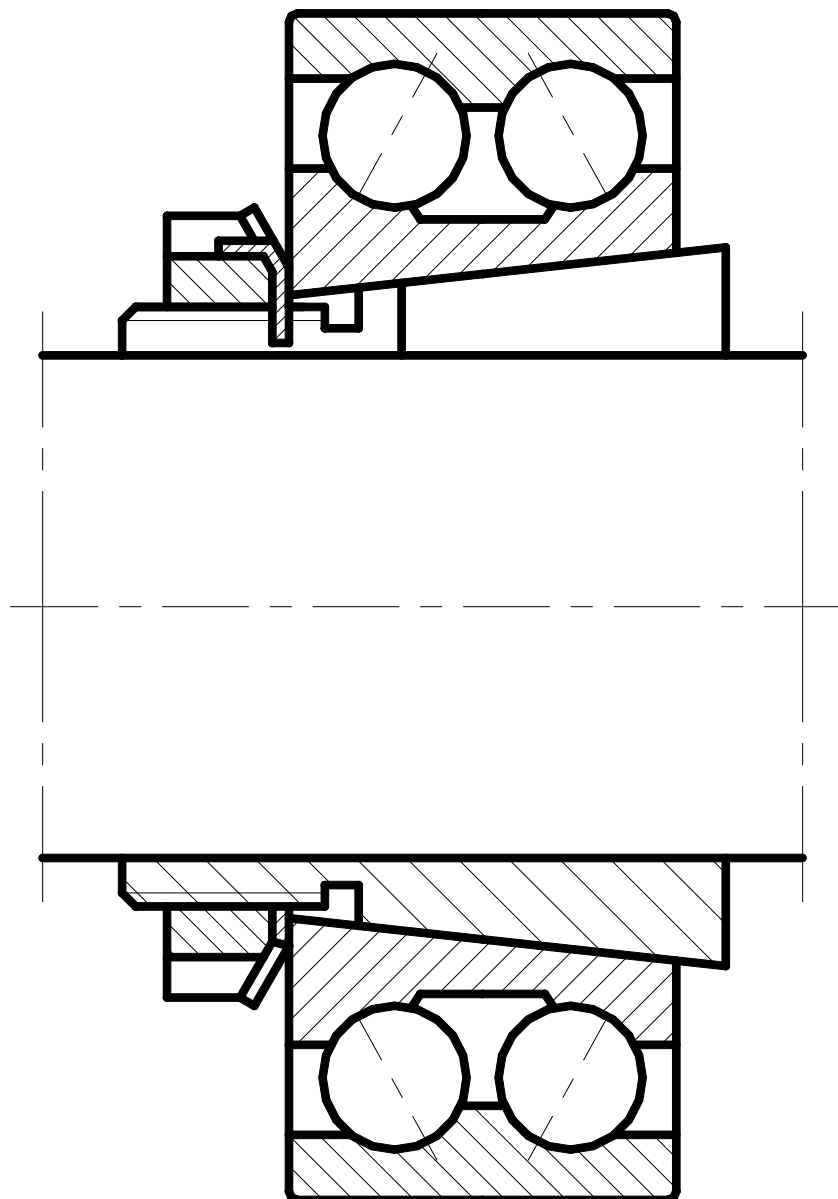
- Rögztőgyűrű tengelyhez és furathoz



- Tengelyvégnél csavarral és alátéttel rögzíthető a belső gyűrű.
- A külső gyűrű csapágyfedéllel megtámasztott
- A csapágyfedél a furatban vezetett kialakítású



- Sima tengelyre kúpos szorítóhüvellyel rögzíthető a kúpos furatú csapágy.



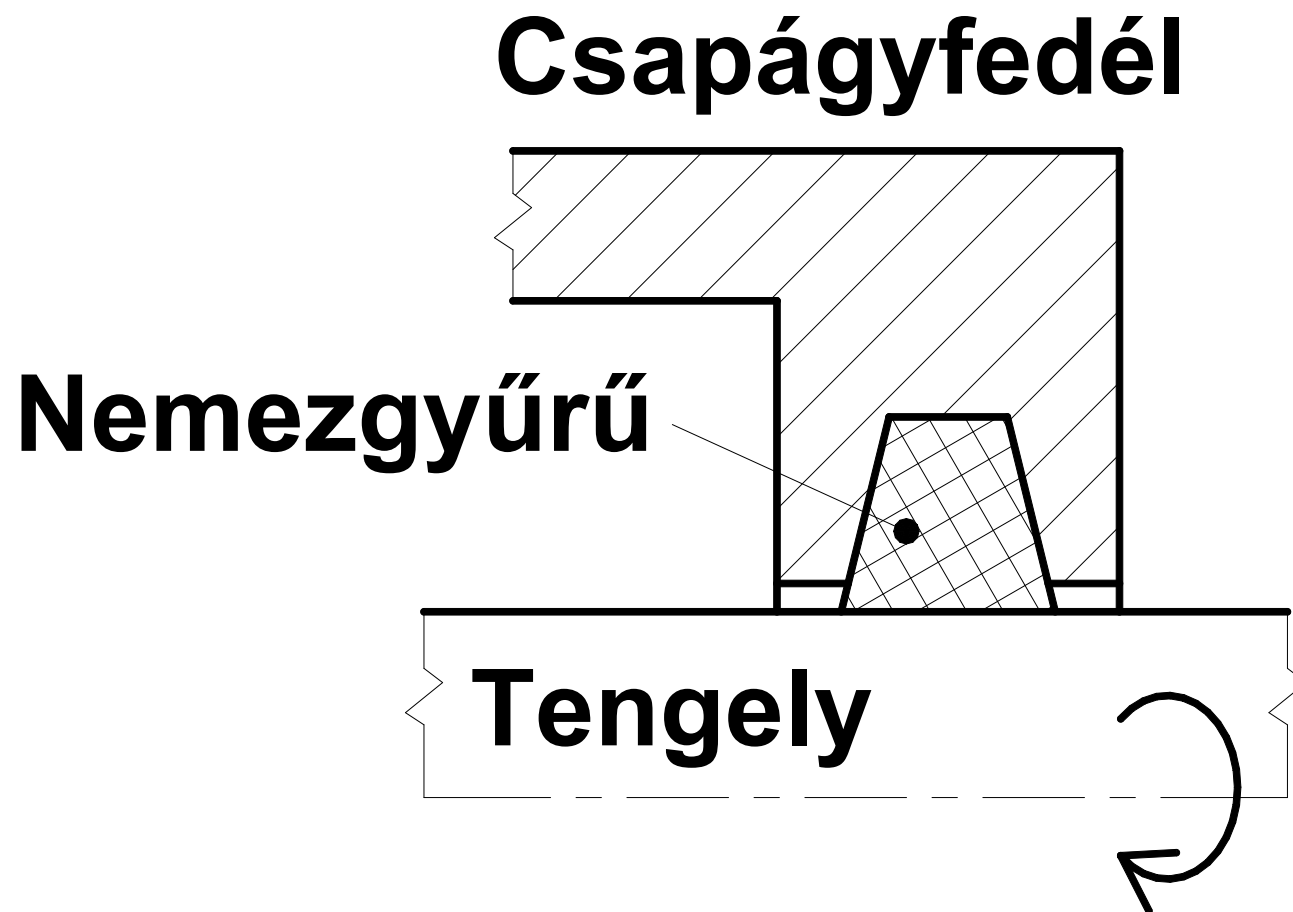
# Csapágyak tömítése

- A tömítés feladata:
  - Szennyeződés ne jusson a csapágyba.
  - Kenőanyag ne távozzon el.
- Tömítési lehetőségek:
  - Tömített csapágy.
  - Önálló tömítés.



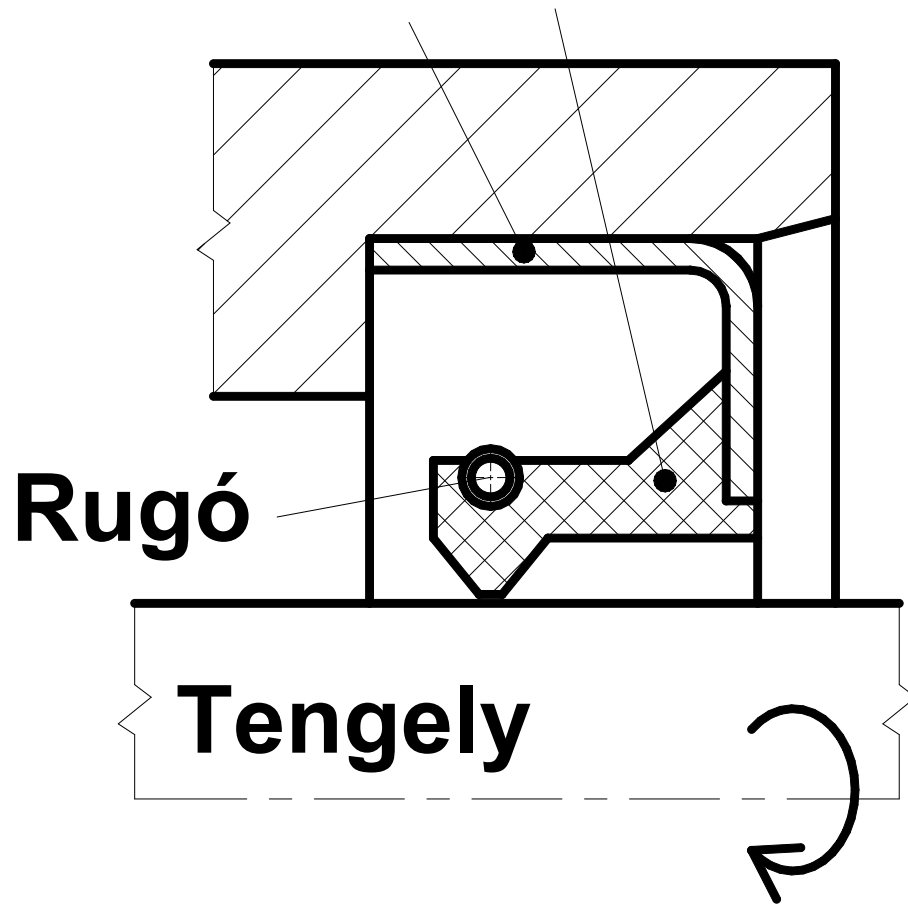
- Nemezgyűrűs tömítés

Kisebb fordulatszámú, zsírkenésű csapágyaknál.



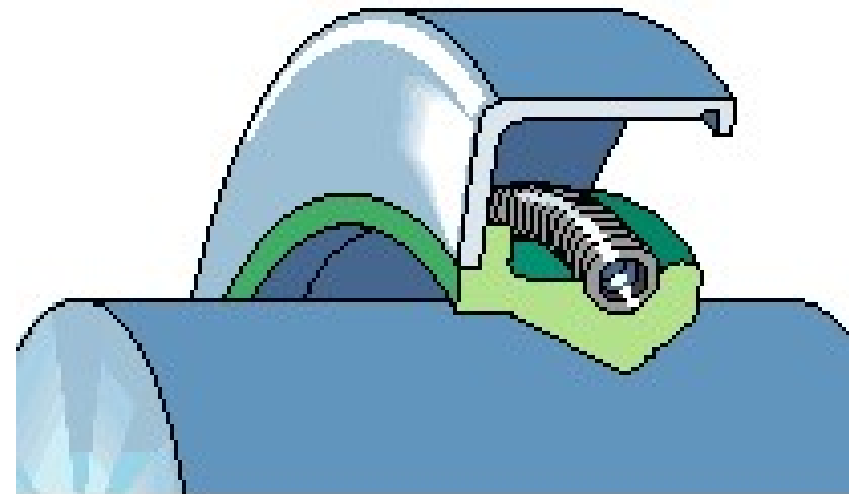
- Rugós tömítőgyűrű (szimering)

**Fémház Gumi**



$V_{\max} = 15 \text{ m/s}$   
kerületi sebesség

Fémházas típus

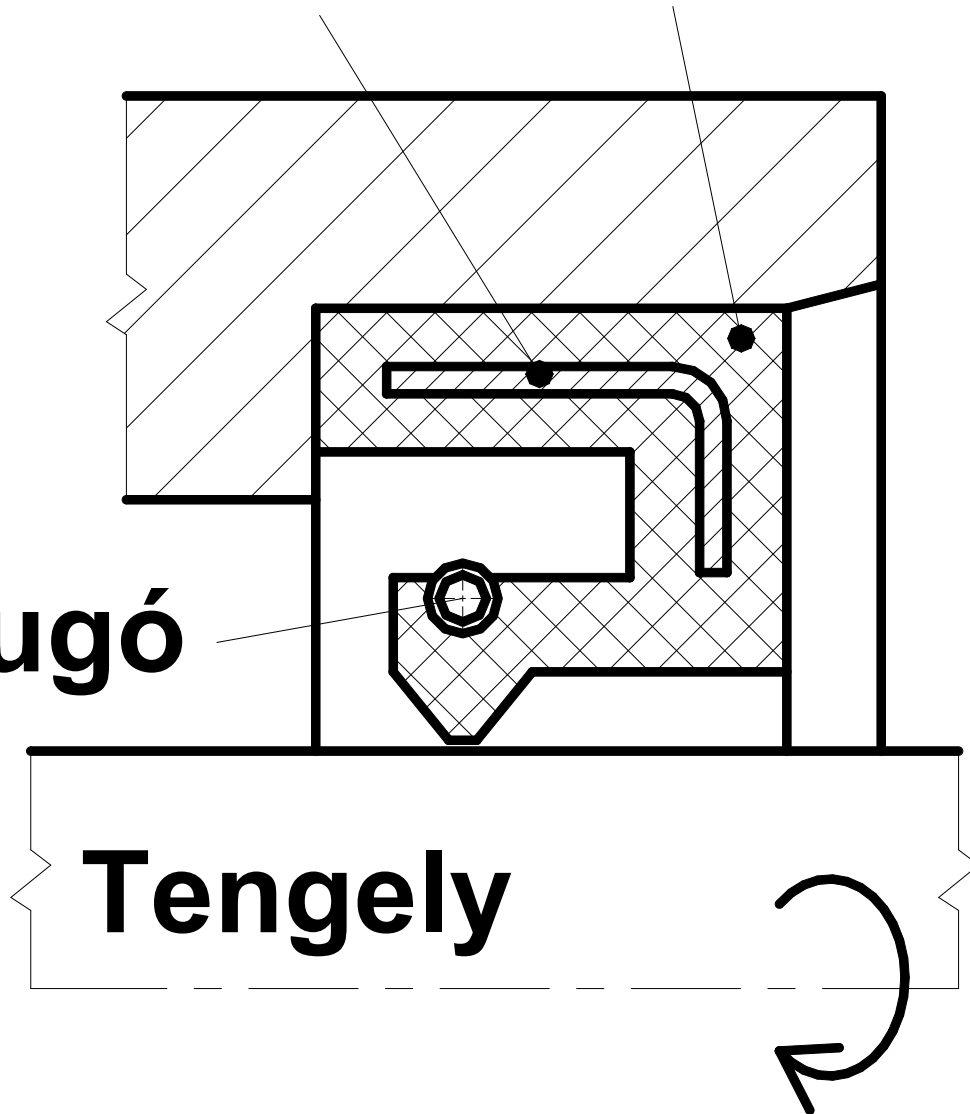


**Fémváz**

**Gumi**

**Rugó**

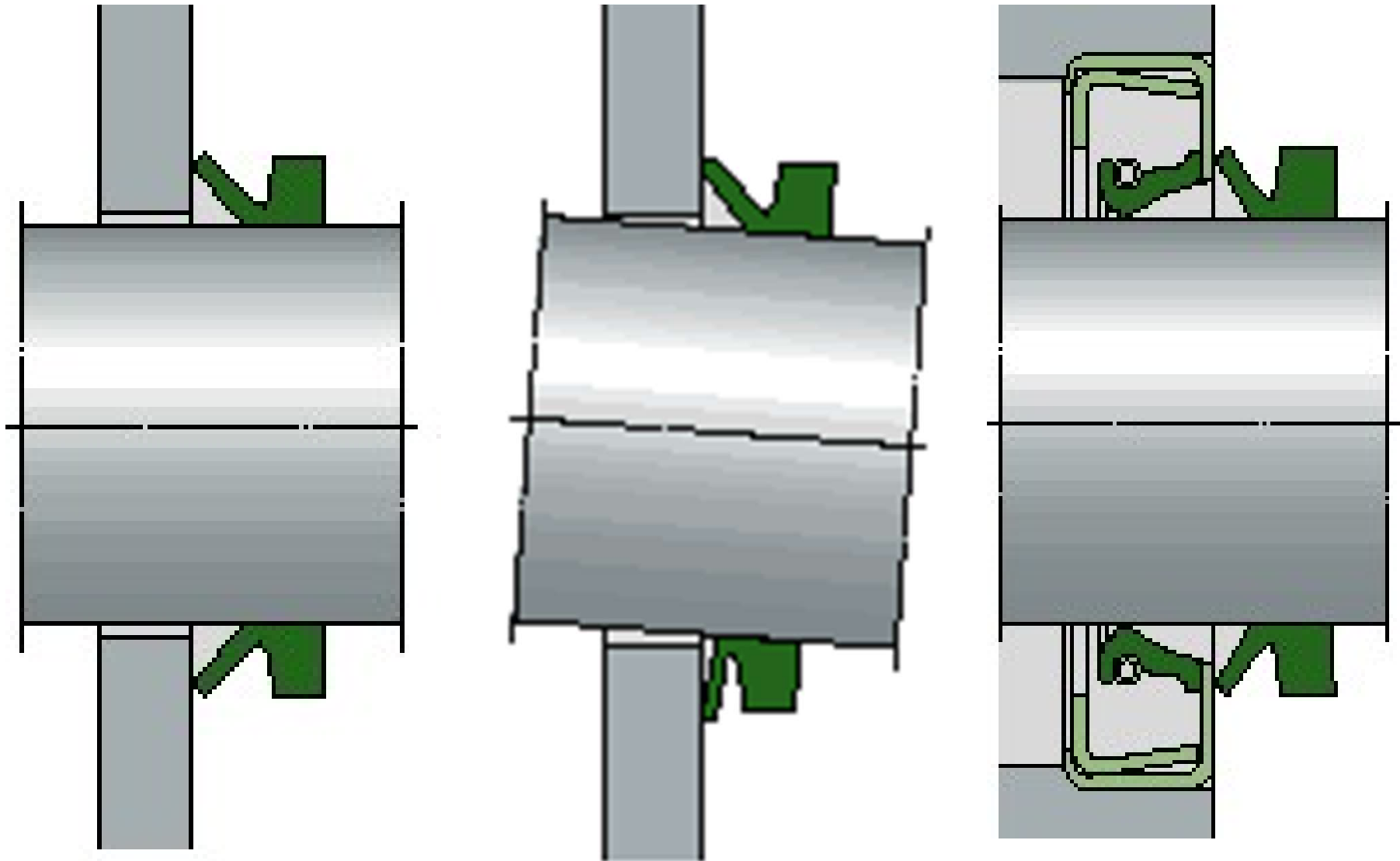
**Tengely**



Fémvázas típus



- V-gyűrűs tömítés



# Csapágyak jelölése

- Nemzetközileg szabványosított.
- Egy tengelyátmérőhöz (furatátmérőhöz) különböző szélességű és külső átmérőjű csapágyakat lehet választani.
- Minden furatátmérőhöz tartozik:
  - több szélességsorozat és
  - egy külső átmérő sorozat.



6 1 3 20

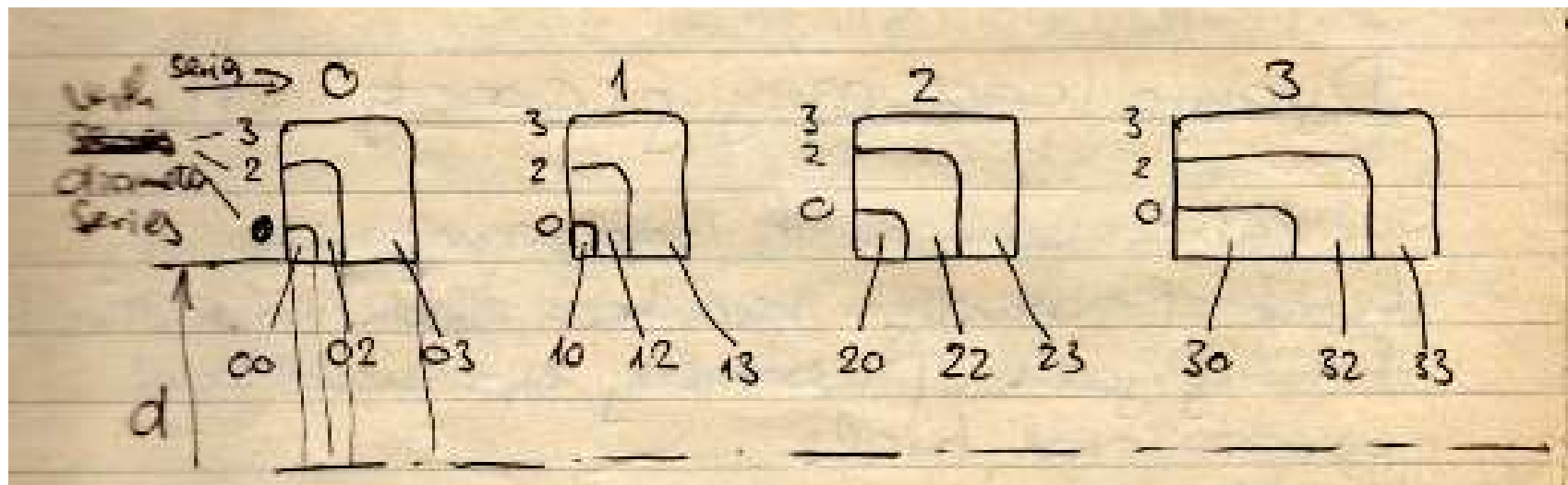


Furatátmérő ötöde.

3-es átmérő sorozat.

1-es szélesség sorozat.

Mélyhornyú golyóscsapágy



The third part of the basic size consists usually of two digits and indicates the bore dimension of the bearing (which relates to the bore diameter)

from  $d: 10$  - to  $17$  mm

~~61320~~

Bore diameter	10	12	15	17
bore number	00	01	02	03

from  $d: 20$  to  $480$  mm: the bore size is one fifth part of the bore diameter

F.e.:  $\frac{60}{5} = 12$

if the fifth part of the base is one-figure number, 0 should be written (before the number)

f.e:  $\frac{35}{5} = 07.$

The sign for a base sign under 10mm is the number written after the diameter ~~sign~~ series sign, expressing the base diameter in [mm]



- Kosárszerkezet jelölése.
- Csapágyhézag jelölése ( $C_1, C_2, C_3, \dots$ )
- Pontossági fokozat jelölése ( $P_5, P_4, \dots$ )
- A fenti adatokat akkor jelöljük ha eltérnek a normáltól.

# Csapágyak tönkremenetele

- Anyagkifáradás okozza, mert a gördülőelemek és a futópályák terhelése időben ciklikusan változik.
- Megjelenési formák: hámlás , kipattogzás, gödrösödés. A csapágyzaj megnövekszik.
- 100 C°-alatt nem kell számítani a névleges élettartam csökkenésére.
- A csapágy kiválasztás a szükséges élettartam alapján történik.

- Kifáradási görbe (Wöhler-görbe)

Élettartam egyenlet:

$$L = \left( \frac{C}{F} \right)^p$$

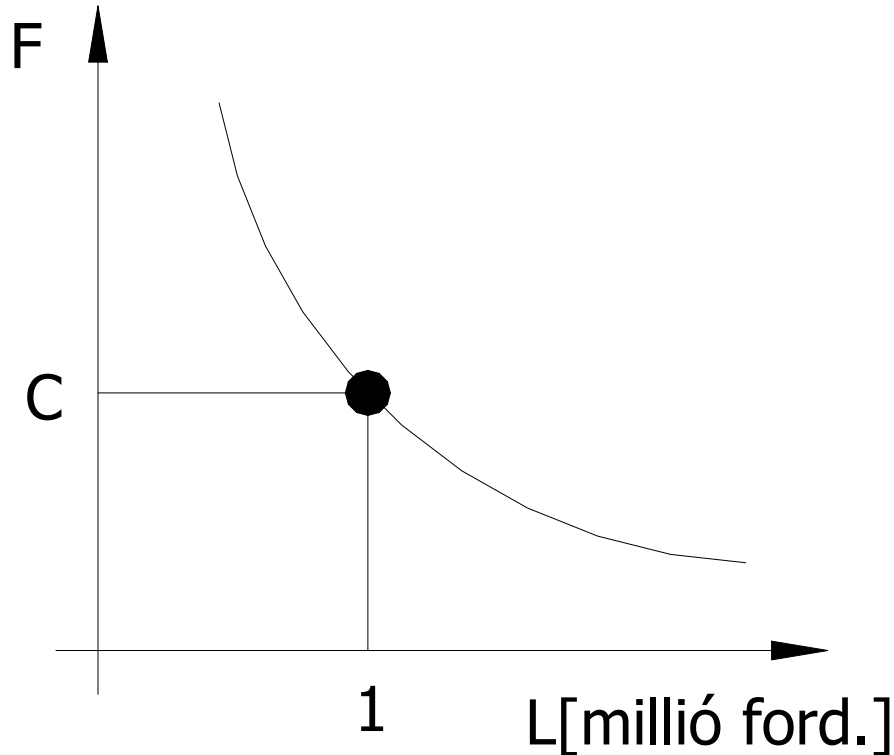
$p=3$  golyóscsapágyakra.

$p=10/3$  görgőscsapágyakra.

$L$  : élettartam millió fordulatban.

$C$  : dinamikus alapterhelés.

$F$  : egyenértékű terhelés



A görbéhez 90%-os túlélési valószínűség tartozik.

Élettartam üzemórákban:  $L_h = \frac{L \cdot 10^6}{n \cdot 60}$  (n [ford/perc])

A szükséges élettartamot a tervező határozza meg.

Csapágykatalógusokban vannak irányértékek.

300-100000 üzemóra között.

Hajtóüzemeknél: 15000-25000 üzemóra.

Élettartam tényező:  $f = L^{\frac{1}{p}}$

Az élettartam egyenlet az f tényezővel:  $C = f \cdot F$

# Csapágy kiválasztás

- Katalógusból.
- Katalógusban szereplő adatok
  - Csapágyjel
  - Főbb méretek
  - Csatlakozó méretek (szükséges rádiuszok, átmérők)
  - C-dinamikus alapterhelés.
  - $C_0$ -statikus alapterhelés.
  - $n_{\max}$ -határfordulatszám
- A csapágy kiválasztás alapja a szükséges élettartam.

- C-dinamikus alapterhelés:
  - Az az állandó nagyságú terhelés, melynél a csapágy élettartama 1 millió fordulat.
- $C_0$ -statikus alapterhelés:
  - Az a terhelés, amely egy előírt nagyságú maradó deformációt okoz a legjobban terhelt gördülőtesten és a futópályán. Jelentősége:kis fordulatú, lengő mozgást végző csapágyak esetén, vagy ha nagy a dinamikus terhelés.
- $n_{\max}$ -határfordulatszám:
  - Az a legnagyobb fordulatszám, melyet az átlagos körülmények között üzemelő csapágy a névleges élettartam csökkenése nélkül elvisel

- Csapágy kiválasztás lépései:

- Adott:

- $n$  - fordulatszám [1/perc],
- $F$  – egyenértékű terhelés,
- $L_h$  – elvárt élettartam.

- Keressük a szükséges  $C$  din. Alapterhelést.

- Az élettartamot átszámoljuk millió fordulatra és kiszámoljuk az élettartam tényezőt.

$$L = \frac{L_h \cdot n \cdot 60}{10^6}, \quad f = \sqrt[p]{L}$$

- Szükséges dinamikus alapterhelés:

$$C = f \cdot F$$

- A katalógusból kikeressük azt a csapágyat, melynek dinamikus alapterhelése legalább a szükséges.

- Csapágyellenőrzés lépései:

- Adott:

- $n$  - fordulatszám [1/perc],
- $F$  – egyenértékű terhelés,
- $C$  – din. Alapterhelés.
- $L_{hszüks}$  - szükséges élettartam

- Kiszámoljuk az élettartam tényezőt az élettartam egyenletből:

- Kiszámoljuk az élettartamot:

- Megfelel a csapágy, ha a számított élettartama nagyobb, mint a szükséges

- ♦ Keressük az  $L_h$  élettartamot

$$f = \frac{C}{F}$$

$$L = f^p, \quad L_h = \frac{L \cdot 10^6}{n \cdot 60}$$



# Egyenértékű terhelés számítása

- Az az állandó nagyságú radiális vagy axiális terhelés, melynek ugyanaz a hatása a csapágy élettartamára, mint a kombinált, vagy változó nagyságú terhelésnek.
- Mélyhornyú radiális golyóscsapágy:

$$F_{er} = X \cdot V \cdot F_r + Y \cdot F_{ax}$$

$F_r$  : radiális terhelés,

Ha  $F_{ax}=0$  vagy  $F_{ax}/F_r \leq e$ , akkor  $Y=0$  és  $X=1$ .

$F_{ax}$  : axiális terhelés,

Egyébként  $X$  és  $Y$  függ  $F_{ax}/C_o$ -tól.

$X, Y$  : terhelési tényezők,

$V$  : forgási tényező.

- A többi csapágyra is hasonló képletek érvényesek.

- Változó terhelés esetén az egyenértékű terhelésekből átlagos egyenértékű terhelést képzünk:

$$F_{em} = \sqrt[p]{\frac{F_{e1}^p \cdot N_1 + F_{e2}^p \cdot N_2 + \dots + F_{en}^p \cdot N_n}{N}}$$

$N = N_1 + N_2 + \dots + N_n$  , a teljes élettartam ideje alatt megtett fordulatok száma összesen.

$p=3$  golyóscsapágyakra.

$p=10/3$  görgőscsapágyakra.

- Statikus terhelhetőség ellenőrzése:

Méretezési feltétel:

$$\frac{C_o}{F_o} \geq n$$

Statikus egyenértékű terhelés:

$$F_o = X_o \cdot F_r + Y_o \cdot F_{ax}$$