

ÚJDONSÁGOK A CSAPÁGYAK VILÁGÁBÓL

PÉCS

2004. március 03.

Kalocsai Péter

Peter.Kalocsai@skf.com

BEVEZETŐ, ÁLTALÁNOS ISMERETEK

Az „SKF” jelentése

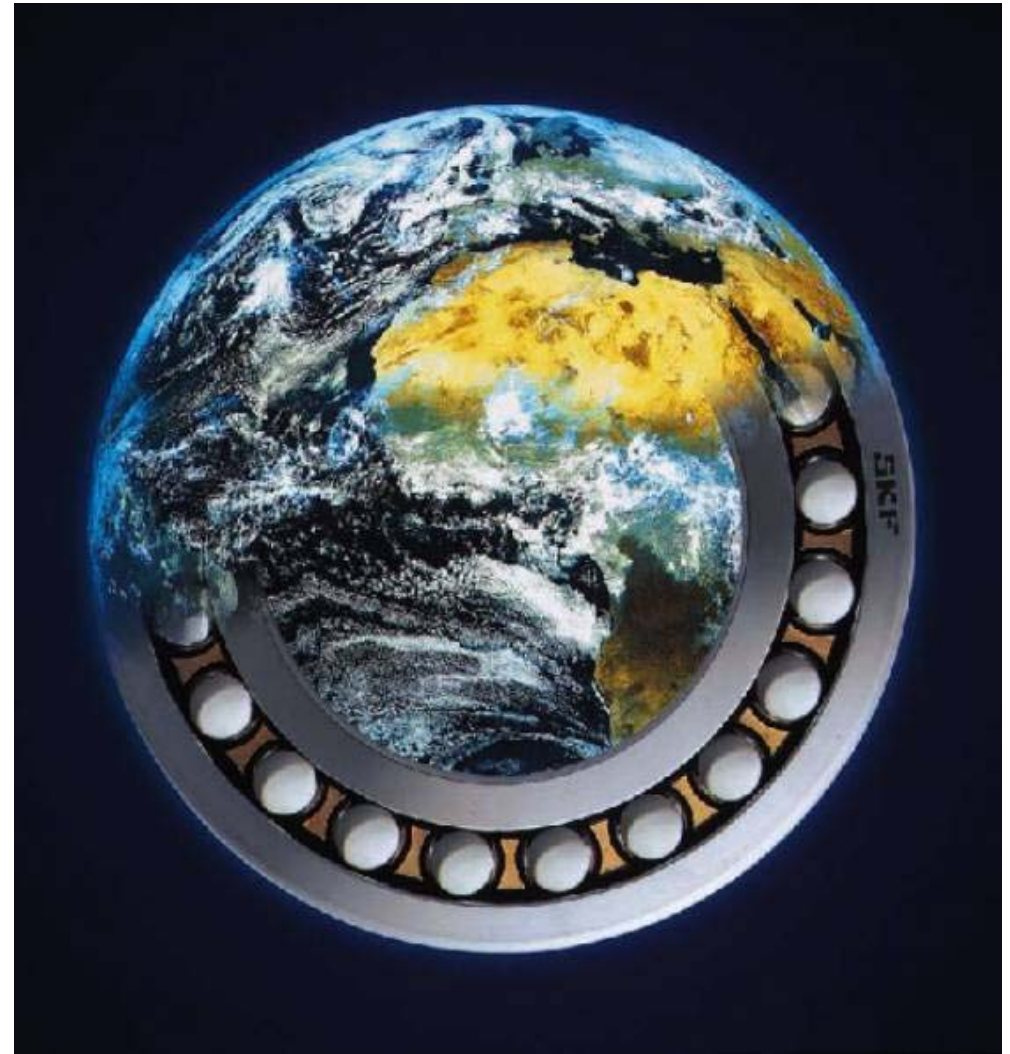
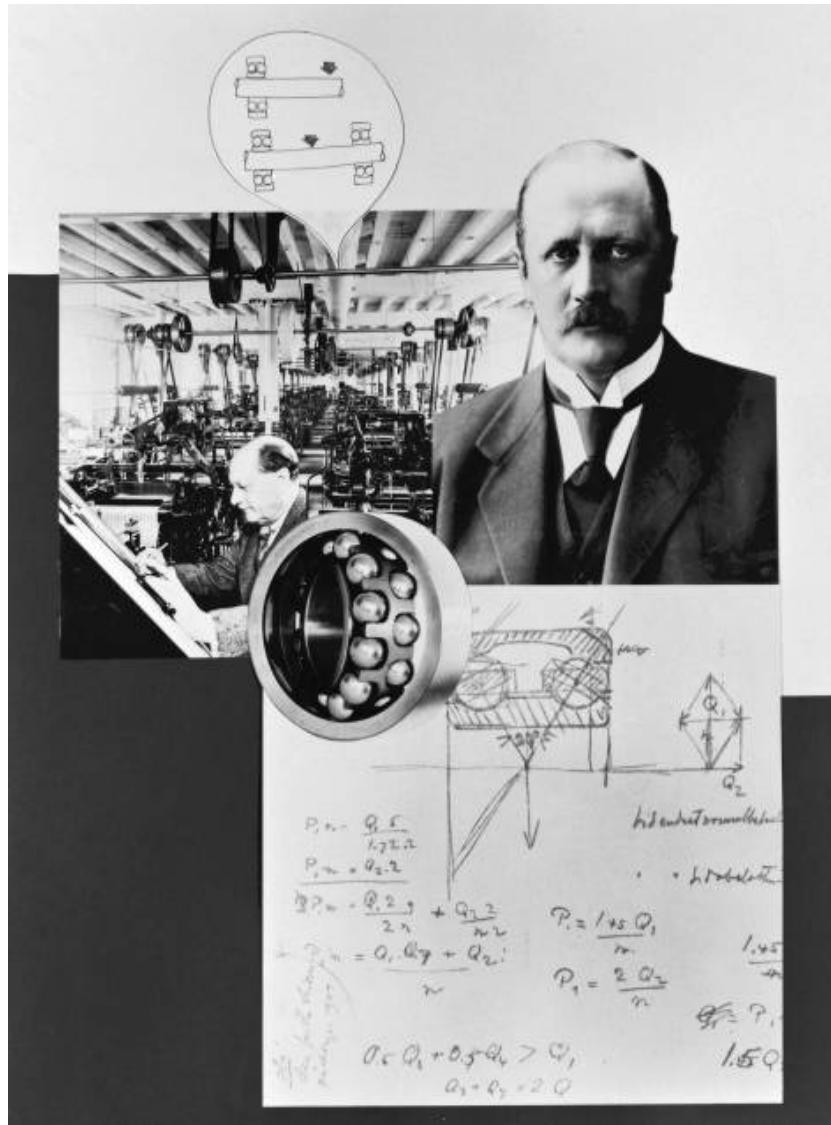
*Svenska
Kugellager
fabriken*

SKF®

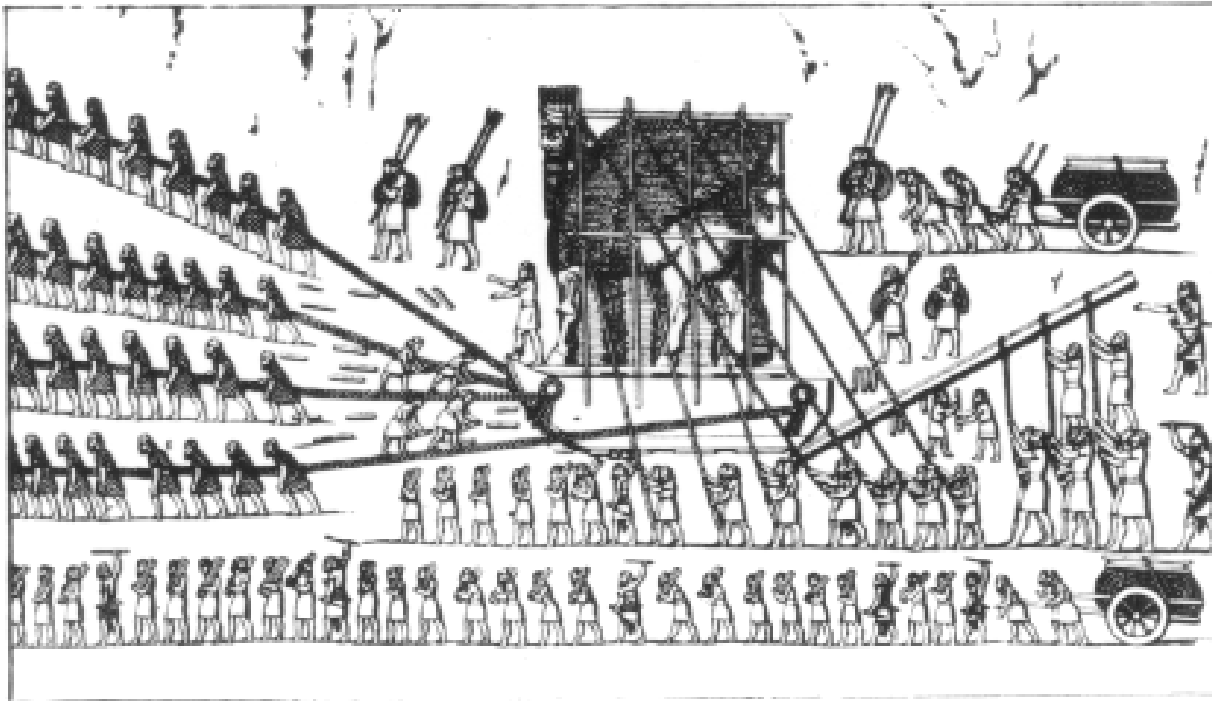
Svenska Kugellager Fabriken

Swedish Ball Bearing Manufacturer

Csapágy, karbantartás és szerviz

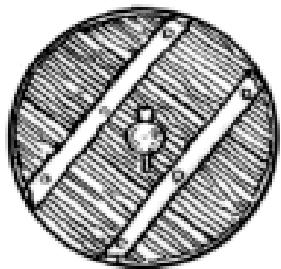


A csapágyak fejlődése - véget nem érő történet

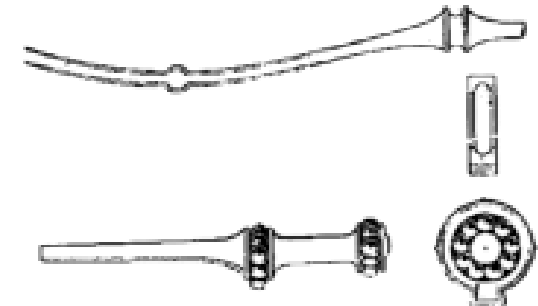


1100 B.C.

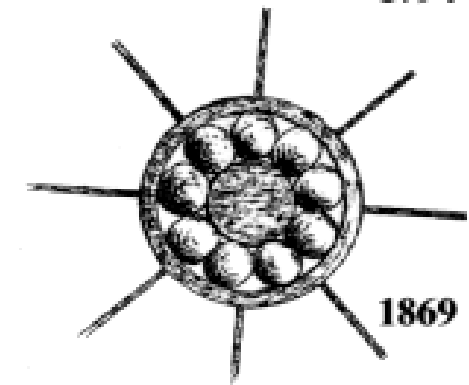
40 A.D.



3500 B.C.



1794



1869

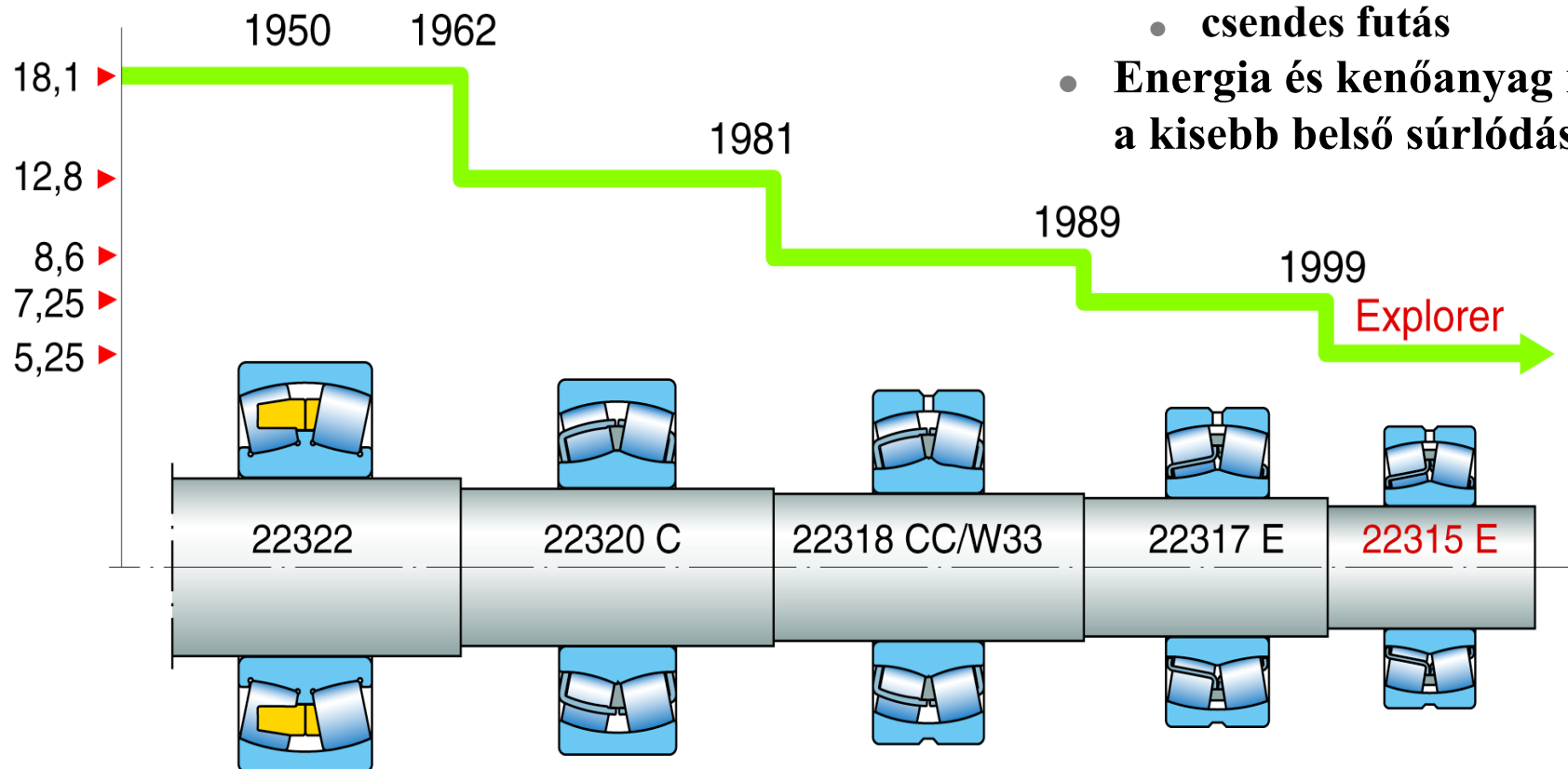


1995

Szférikus beálló csapágy fejlődése

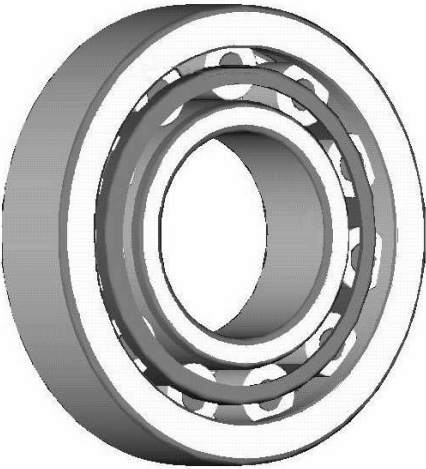
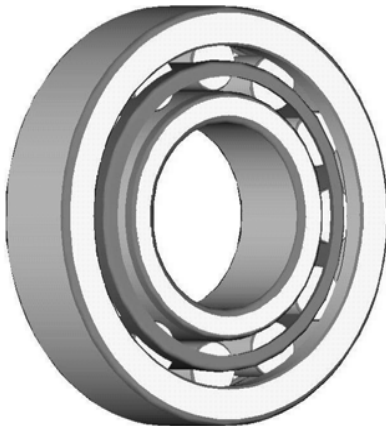

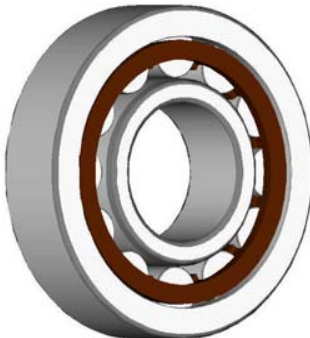

- A csapágyaknál
 - hosszabb élettartam
 - nagyobb megbízhatóság
 - nagyobb terhelhetőség
 - nagyobb fordulatszám
 - nagyobb pontosság
 - csendes futás
- Energia és kenőanyag megtakarítás a kisebb belső súrlódás miatt

Tömeg (kg)

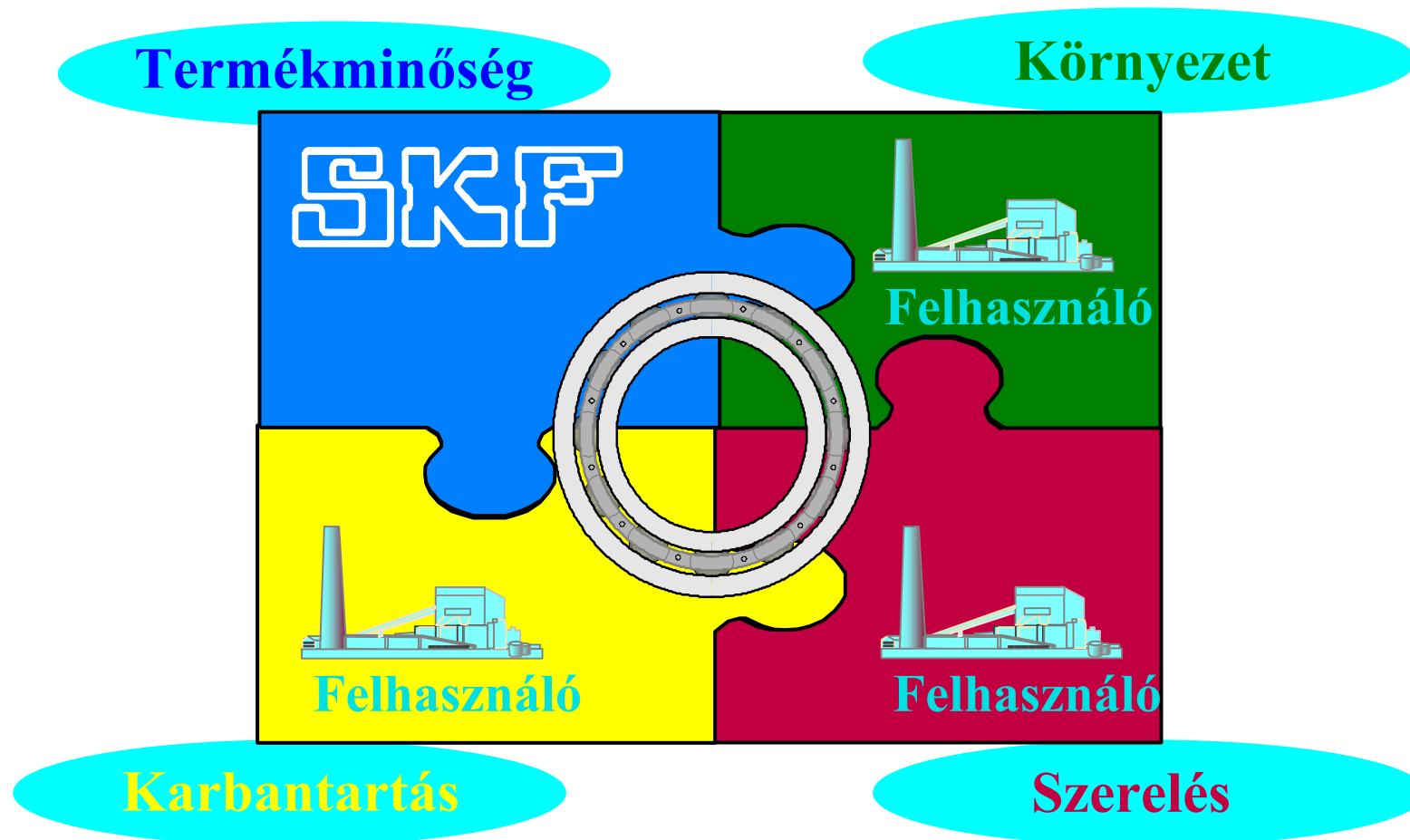


Hengergörgős csapágyak Explorer kivitelben

Méte rváltozás azonos élettartam esetén

1960	1970	1980	1985	2002
				
NJ309	NJ308	NJ307E	NJ306ECP	NJ305ECP
Tömeg				Explorer
(kg)				
0.92	0,67	0,49	0,37	0.25

A Zavarmentes üzemelés



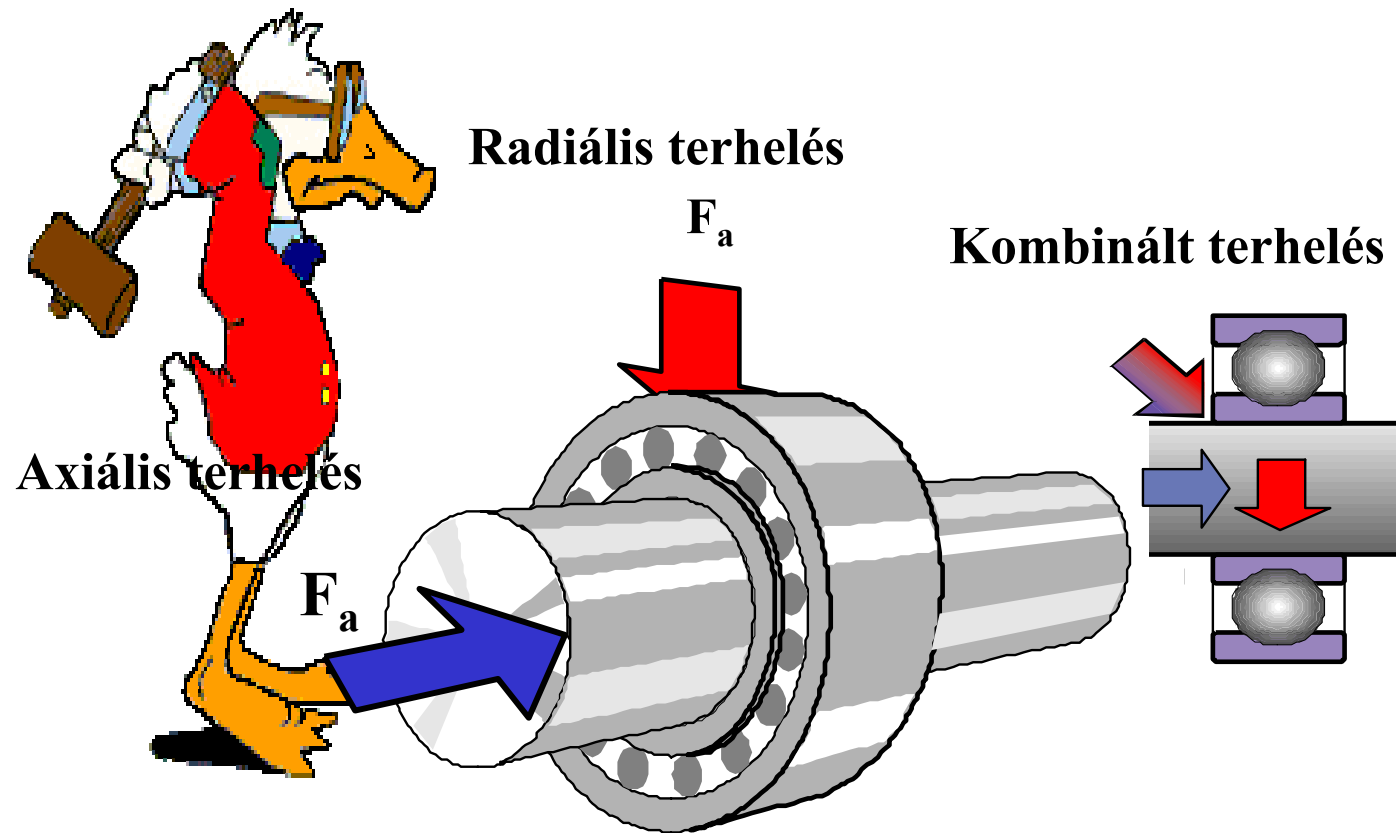
A CSAPÁGYAK KIVÁLASZTÁSA

A csapágyak mint gépelemek

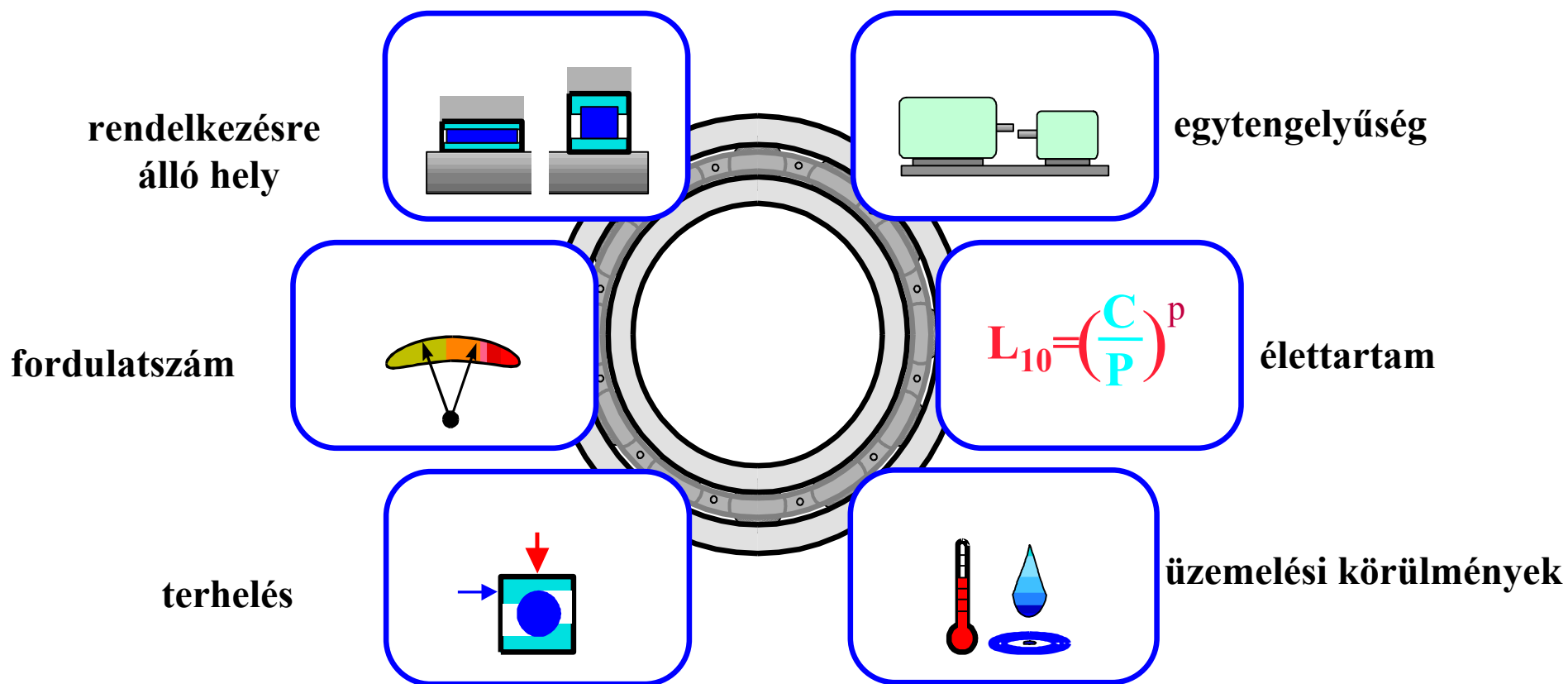
A csapágyak feladata

- a súrlódás csökkentése
- a terhelés felvétele
- a mozgó alkatrészek vezetése

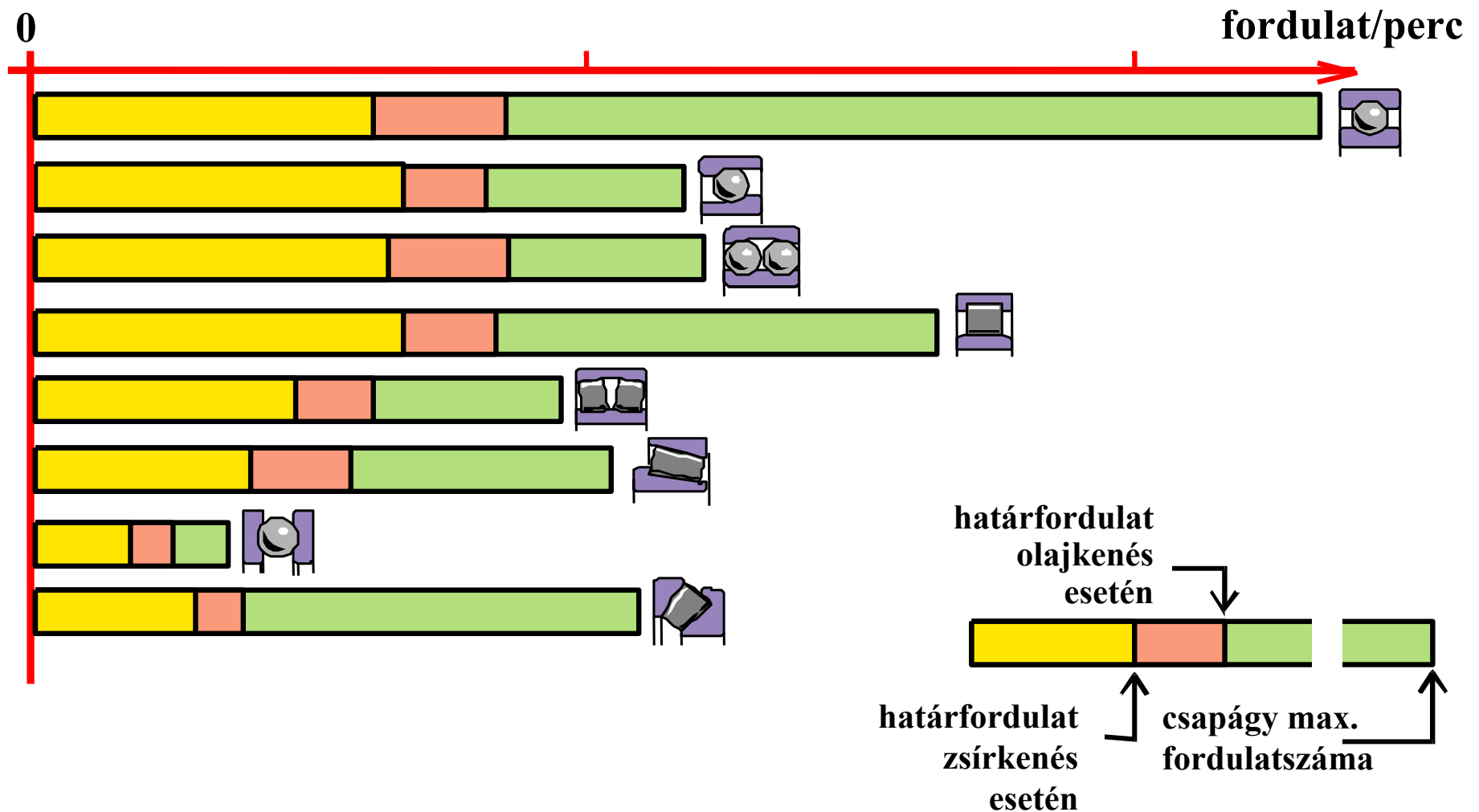
Terhelések



Csapágyak kiválasztása



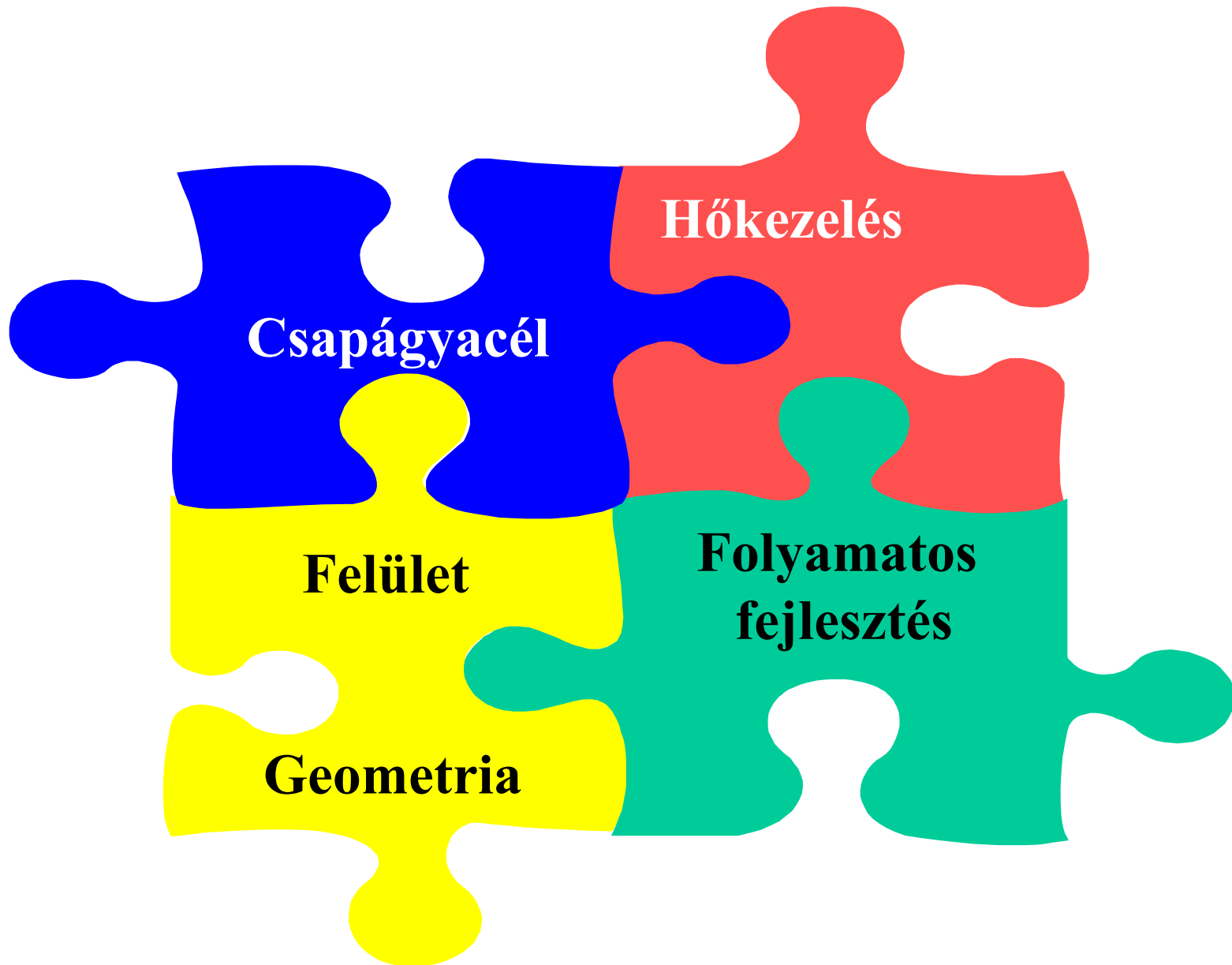
Határfordulatszám \neq maximális fordulatszám



EXPLORER

A CSAPÁGYAK ÚJ GENERÁCIÓJA

Explorer csapágyak



Explorer - az új generáció

- **Különösen tiszta alapanyag**
- **Szabadalmaztatott hőkezelés**
- **Lényegesen nagyobb kopásállóság**
- **Javított futópálya alak és felületi minőség**
- stabilabb olajfilm
- **Tökéletesített geometria méretek**
– minimalizált belső erők és feszültségek
- **Javított kosár geometria**
- **Korszerűsített futópálya**

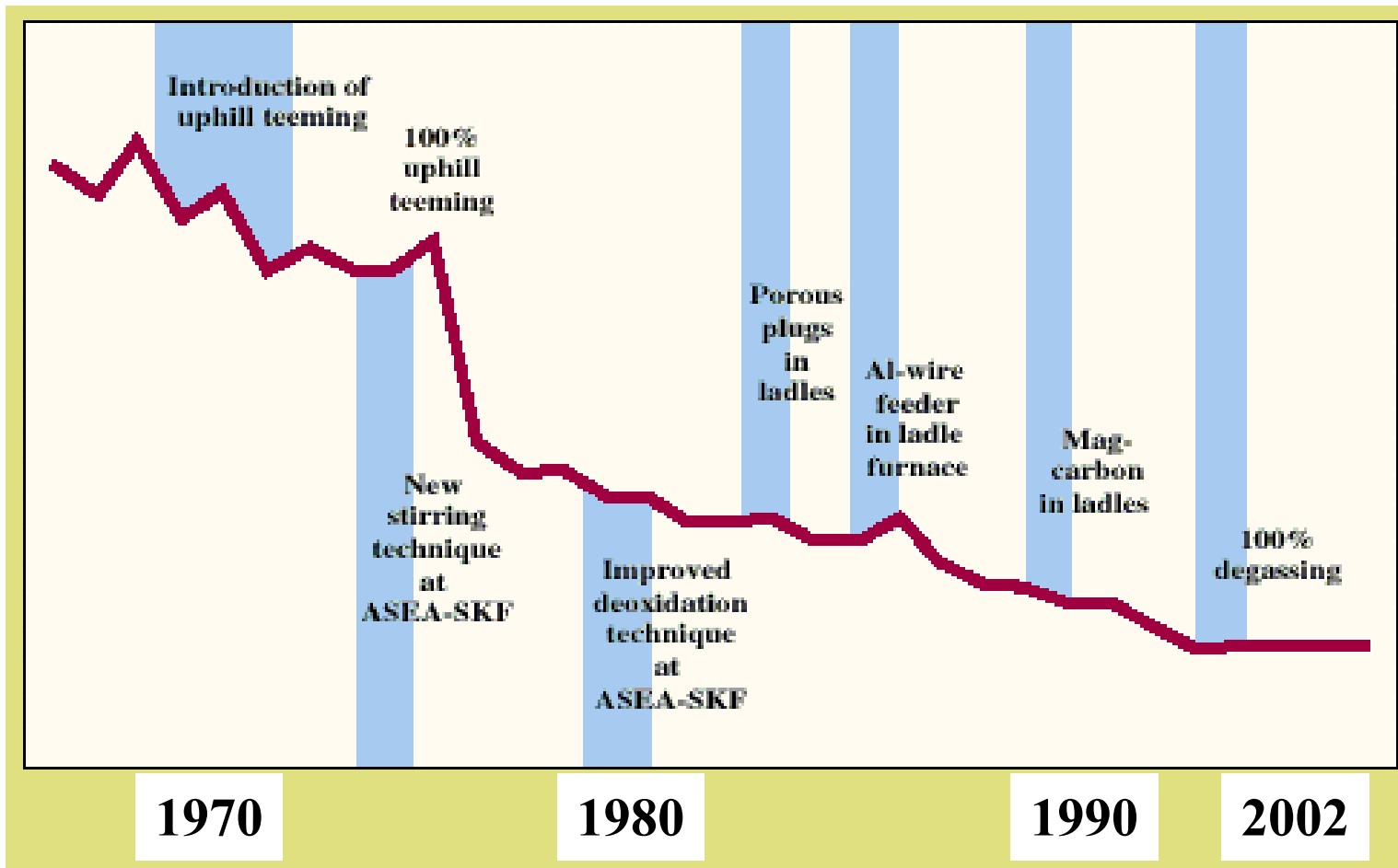
Explorer - de miért ?

- **Hosszabb üzemi élettartam (kb. 3x)**
- **Hosszabb rendelkezésre állás**
- **Nagyobb biztonság**
- **Alacsonyabb zaj és rezgés szint**
- **Alacsonyabb karbantartási költség**
- **Nagyobb teljesítmény leadás**
- **Nagyobb sebesség**
- **Alacsonyabb súrlódási ellenállás**
- **Kiseb kenőanyag felhasználás**

Magas minőségű csapágyacél

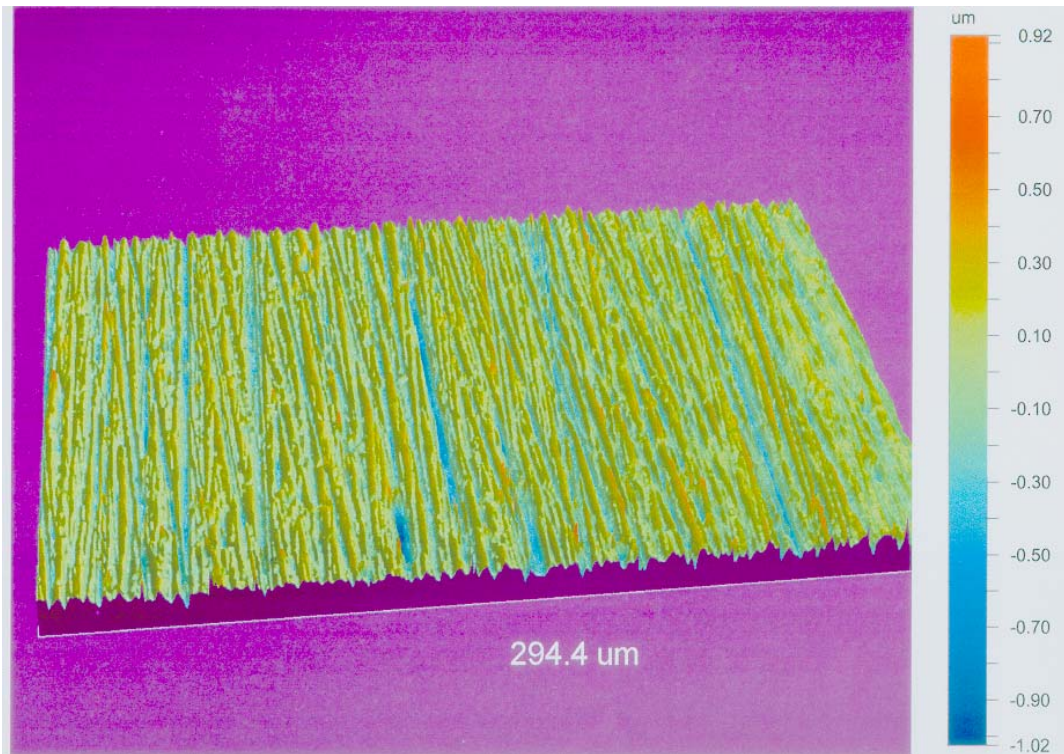


Oxigén tartalom



**Oxigén-
tartalom
csökkenése**

Felületi minőség



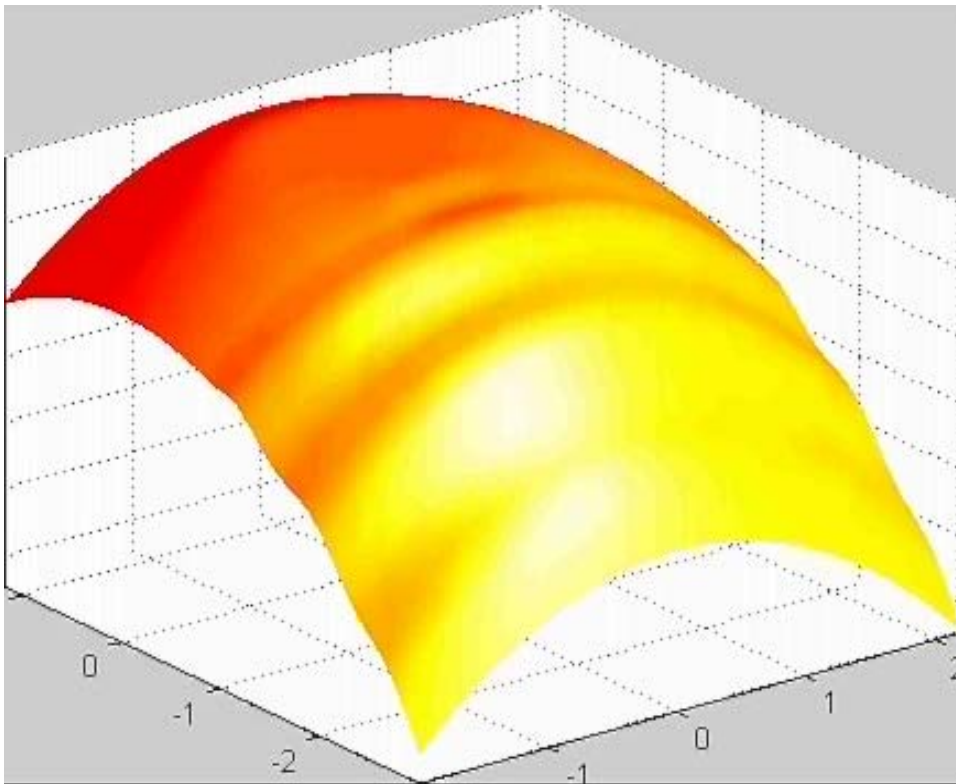
- **Jobb hónolási technológia**
- **Egyéb gyártási eljárások**
- **Javított és folyamatosan ellenőrzött felület**

Felületi topográfia nem azonos a felületi érdességgel!

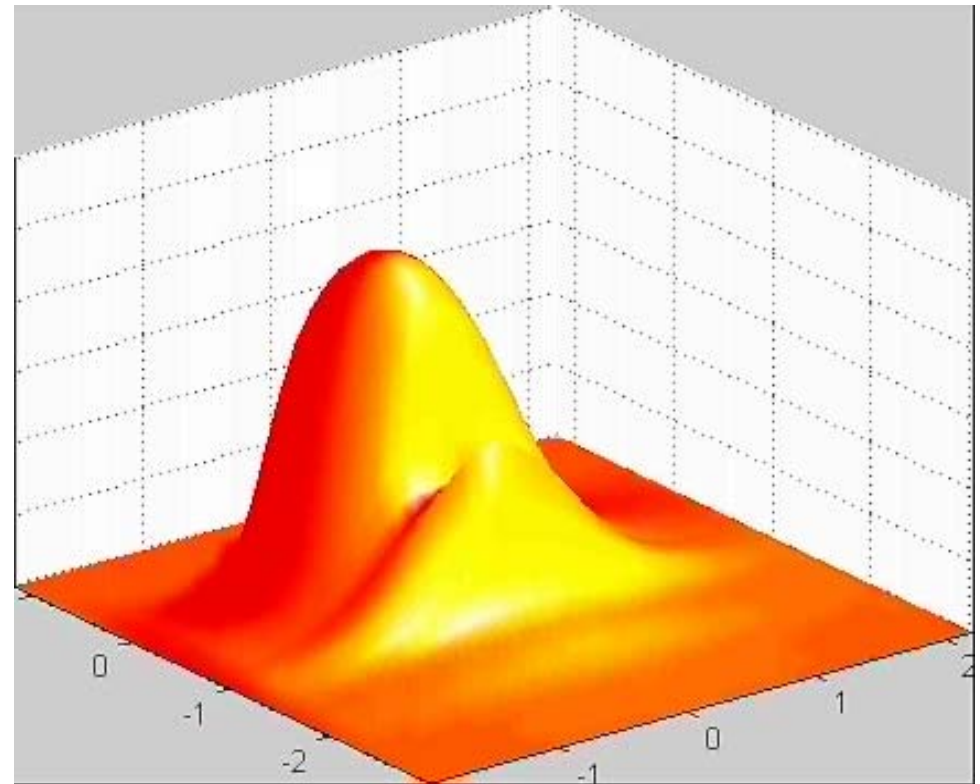
Minőségjavulás: 15...40 %

Felületi érdesség változása

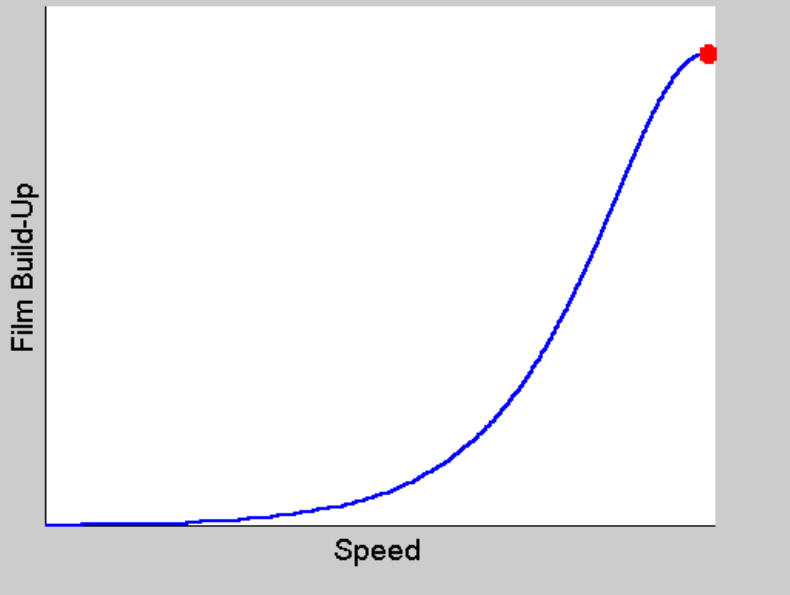
Felületek deformációja és a nyomásfrontok görbülés közben



Felületi érdesség



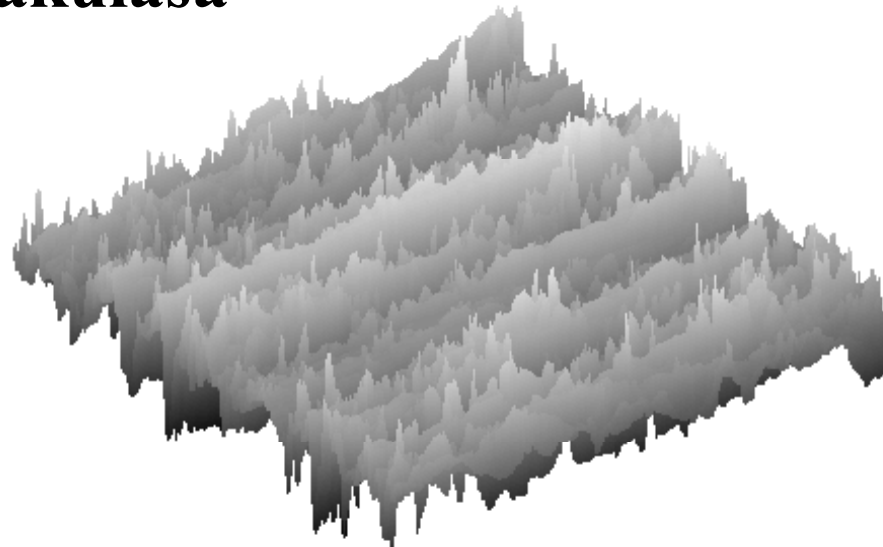
Nyomás



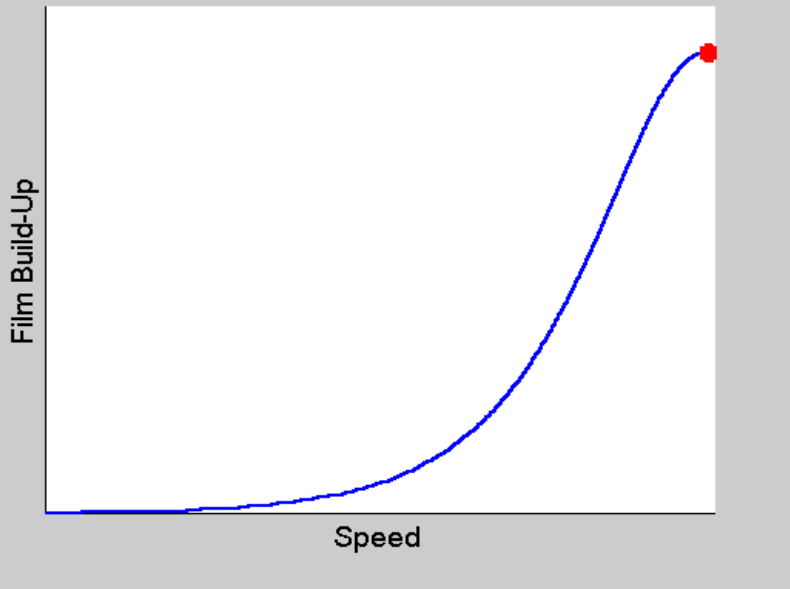
Kenőfilm kialakulása



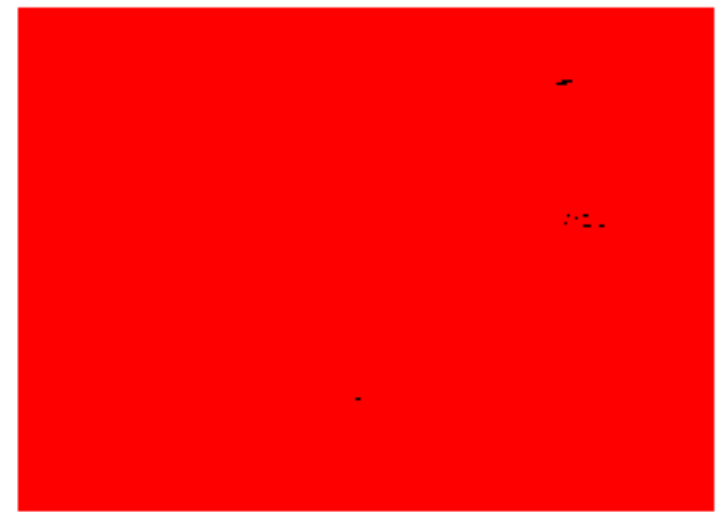
Tényleges érintkezés



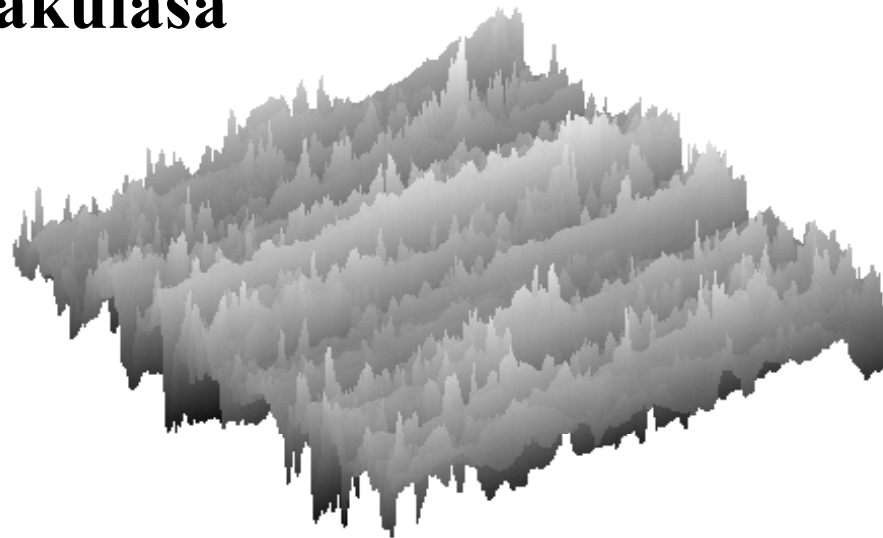
Felület deformációja



Kenőfilm kialakulása

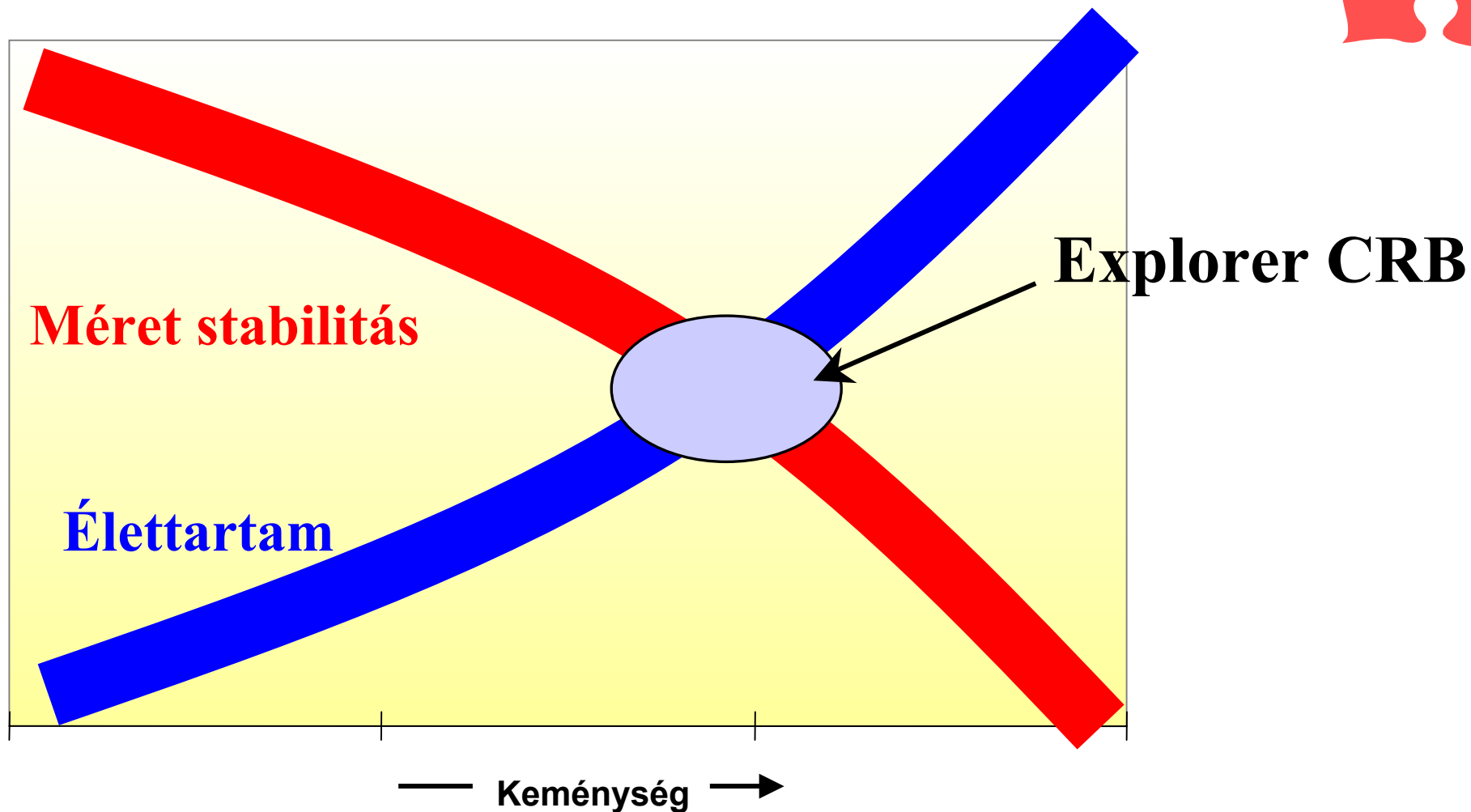


Tényleges érintkezés



Felület deformációja

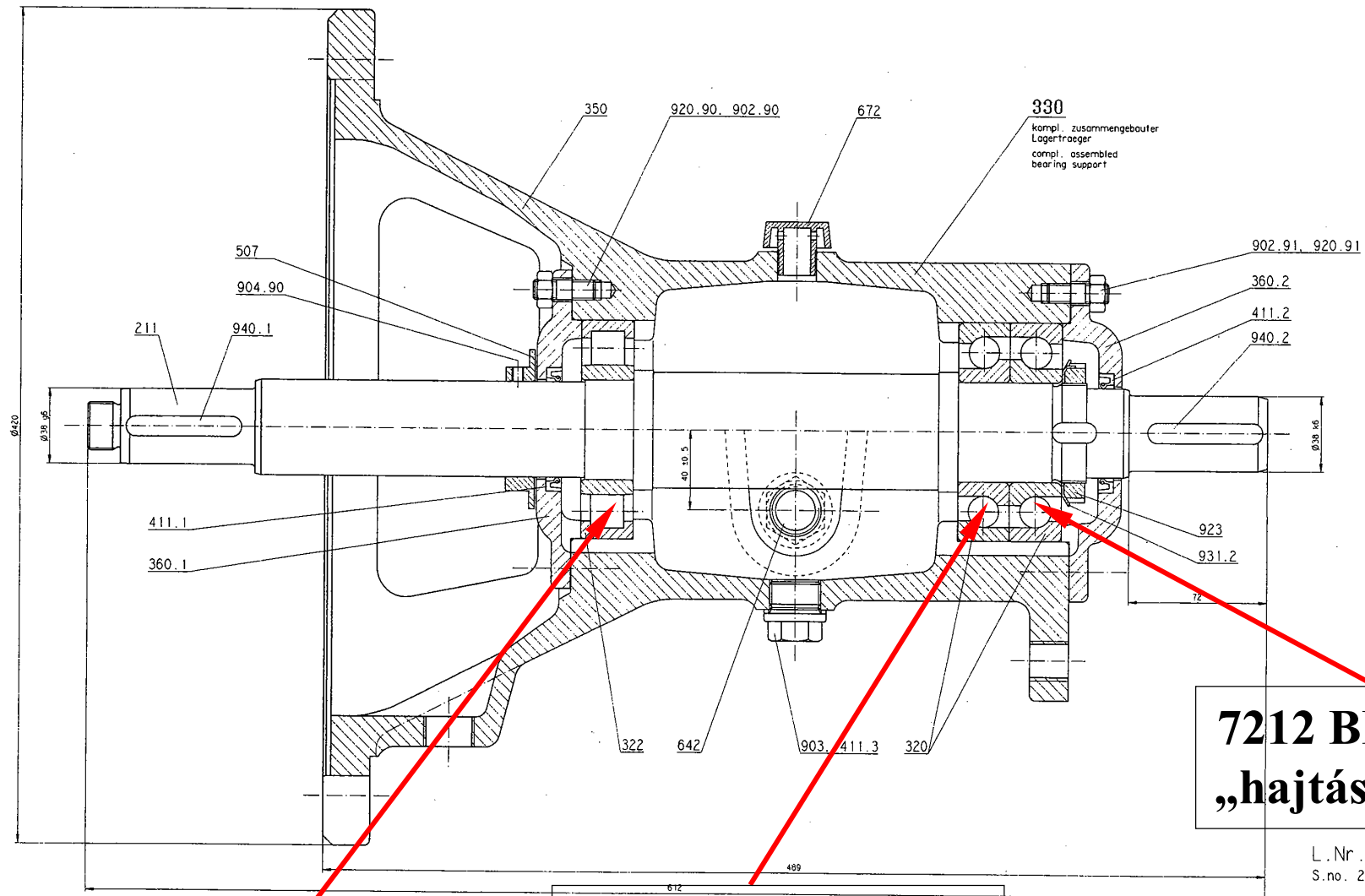
Keménység, élettartam és méret stabilitás



Explorer - egysorú ferde hatásvonalú csapágyak

- **Egysorú ferde hatásvonalú csapágyak**
 - Tisztább alapanyag
 - Hőkezelés/méretstabilizálás S0 szerint
 - Növelt méretpontosság P6 (furat és külső átmérő)
 - Növelt futáspontosság P5
 - Univerzális párosítás: **CB**, CA, CC, **GA**, GB, GC
 - Javított műanyag kosár
 - Korszerűsített forgácsolt bronzkosár
 - Méretpontosabb golyók
 - Korszerűsített futópálya

Centrifugál szivattyú



NU 212 ECJ

**7212BECBM
„nem hajtott oldal”**

**7212 BECBM
„hajtás oldal”**

L. Nr. 219006
S. no. 219006

Műszaki adatok

A standard és az Explorer csapágyak összehasonlítása

Standard kivitel

Csapágy típus: Egysorú ferdehatásvonalú univerzálisan párosítható csapágy

Jelölés: 7212 BECBM

Terhelés:

- C Dinamikus: 57200 N
- C₀ Statikus: 45500 N
- P_u Kifáradási határ: 1930 N
- η_c szennyezettség fok: 0,5

Gördülő elemek:

- Golyó méret: 16,104 mm
- Golyók száma: 15 db

Kosár típusa: M-típus, forgácsolt bronz

Explorer kivitel

Csapágy típus: Egysorú ferdehatásvonalú univerzálisan párosítható csapágy

Jelölés: 7212 BECBM

Terhelés:

- C Dinamikus: 61000 N
- C₀ Statikus: 50000 N
- P_u Kifáradási határ: 2120 N
- η_c szennyezettségi fok: 0,5

Gördülő elemek:

- Golyó méret: 16,104 mm
- Golyók száma: 15 db

Kosár típusa: M-típus; forgácsolt bronz

Csapágy élettartam számítás

Számított értékek

Standard típus

Explorer kivitel

$$L_{10mh} = a_1 a_{SKF} * L_{10h}$$

7212 BECBM „Hajtás oldal”:

7212 BECBM „Hajtás oldal”:

- 1500 1/min

Kappa=3,41 ; $\eta_c * (P_u/P) = 0,13$

$a_{SKF} = 8$

$L_{10mh} = 44.088h$

- 1500 1/min

Kappa=3,41 ; $\eta_c * (P_u/P) = 0,15$

$a_{SKF} = 20$

$L_{10mh} = 133.682h$

- 3000 1/min

Kappa=1,93 ; $\eta_c * (P_u/P) = 0,13$

$a_{SKF} = 5$

$L_{10mh} = 13.778h$

- 3000 1/min

Kappa=1,93 ; $\eta_c * (P_u/P) = 0,15$

$a_{SKF} = 11$

$L_{10mh} = 36.736h$

Csapágy élettartam számítás

Számított értékek

Standard kivitel

Explorer kivitel

$$L_{10mh} = a_1 a_{SKF} * L_{10h}$$

7212 BECBM "Nem hajtott oldal":

7212 BECBM "Nem hajtott oldal:

- 1500 1/min

- 1500 1/min

Kappa=3,41 ; $\eta_c * (P_u/P) = 0,23$

Kappa=3,41 ; $\eta_c * (P_u/P) = 0,25$

$a_{SKF} = 34$

$a_{SKF} = 50$

$L_{10mh} = 973.975h$

$L_{10mh} = 1.737.196h$

- 3000 1/min

- 3000 1/min

Kappa=1,93 ; $\eta_c * (P_u/P) = 0,23$

Kappa=1,93 ; $\eta_c * (P_u/P) = 0,258$

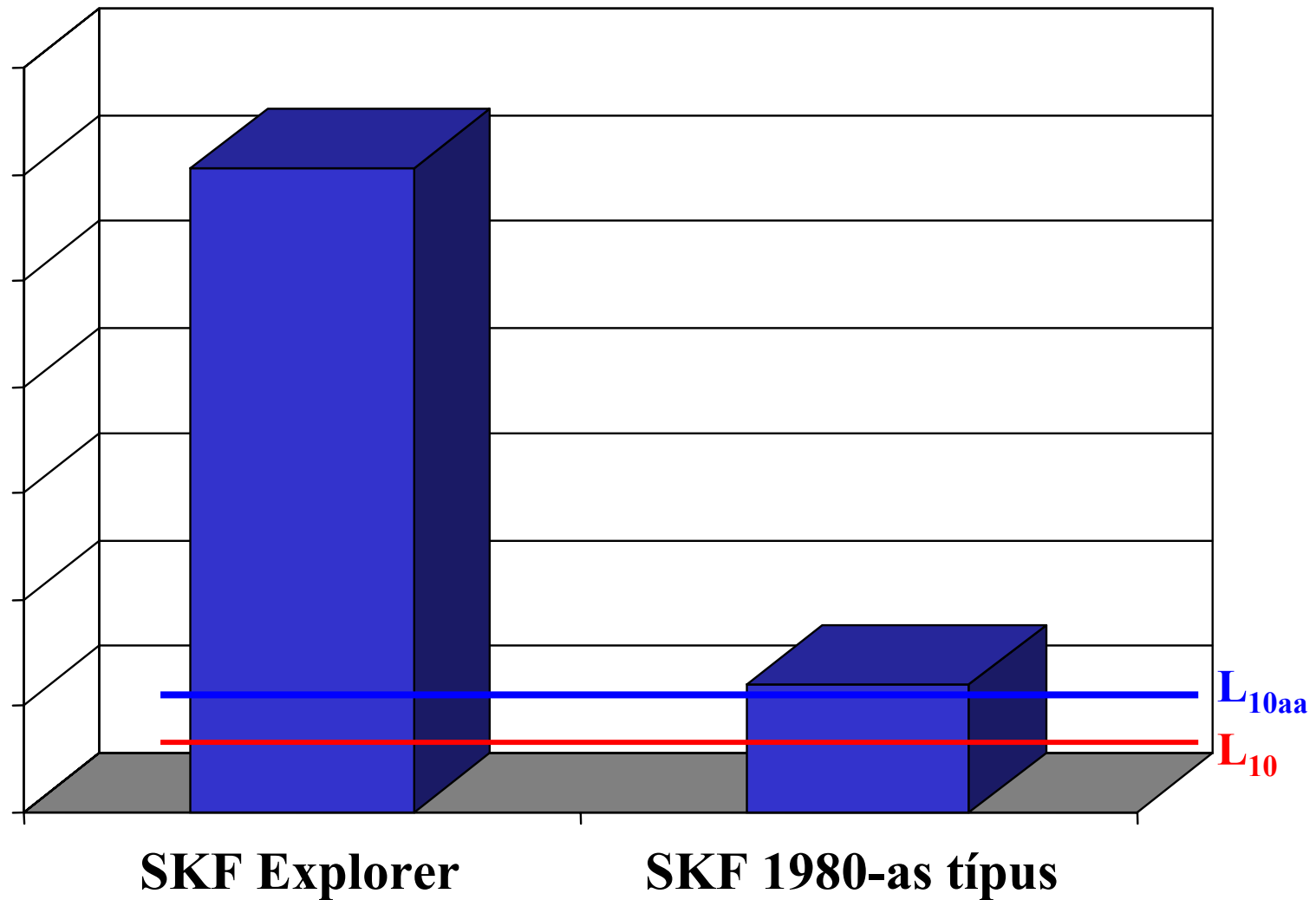
$a_{SKF} = 16$

$a_{SKF} = 40$

$L_{10mh} = 229.171h$

$L_{10mh} = 694.879h$

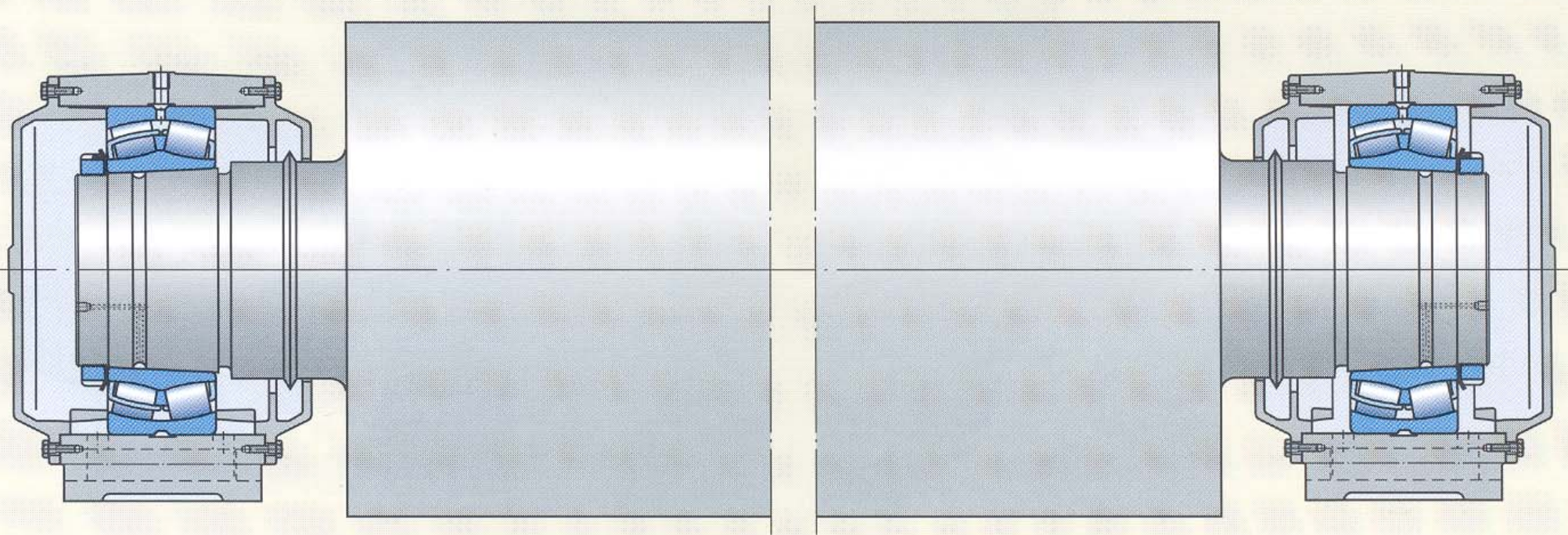
Explorer élettartam vizsgálat eredménye



CARB™

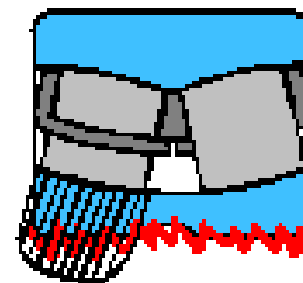
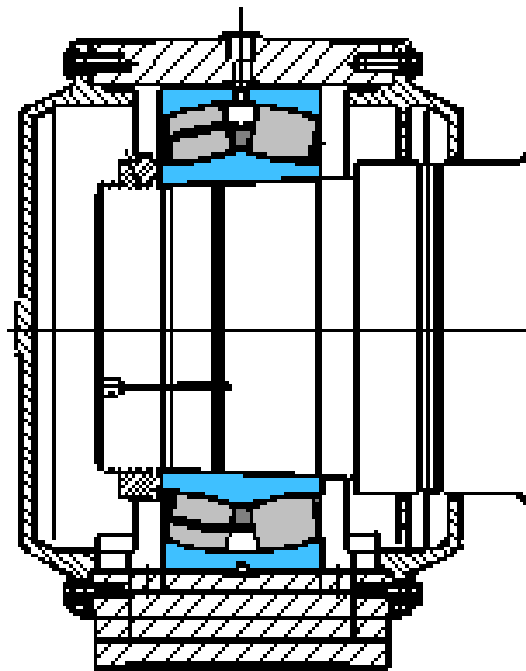
CSAPÁGYAZÁS

Hagyományos megoldás...



... és a velük járó problémák:

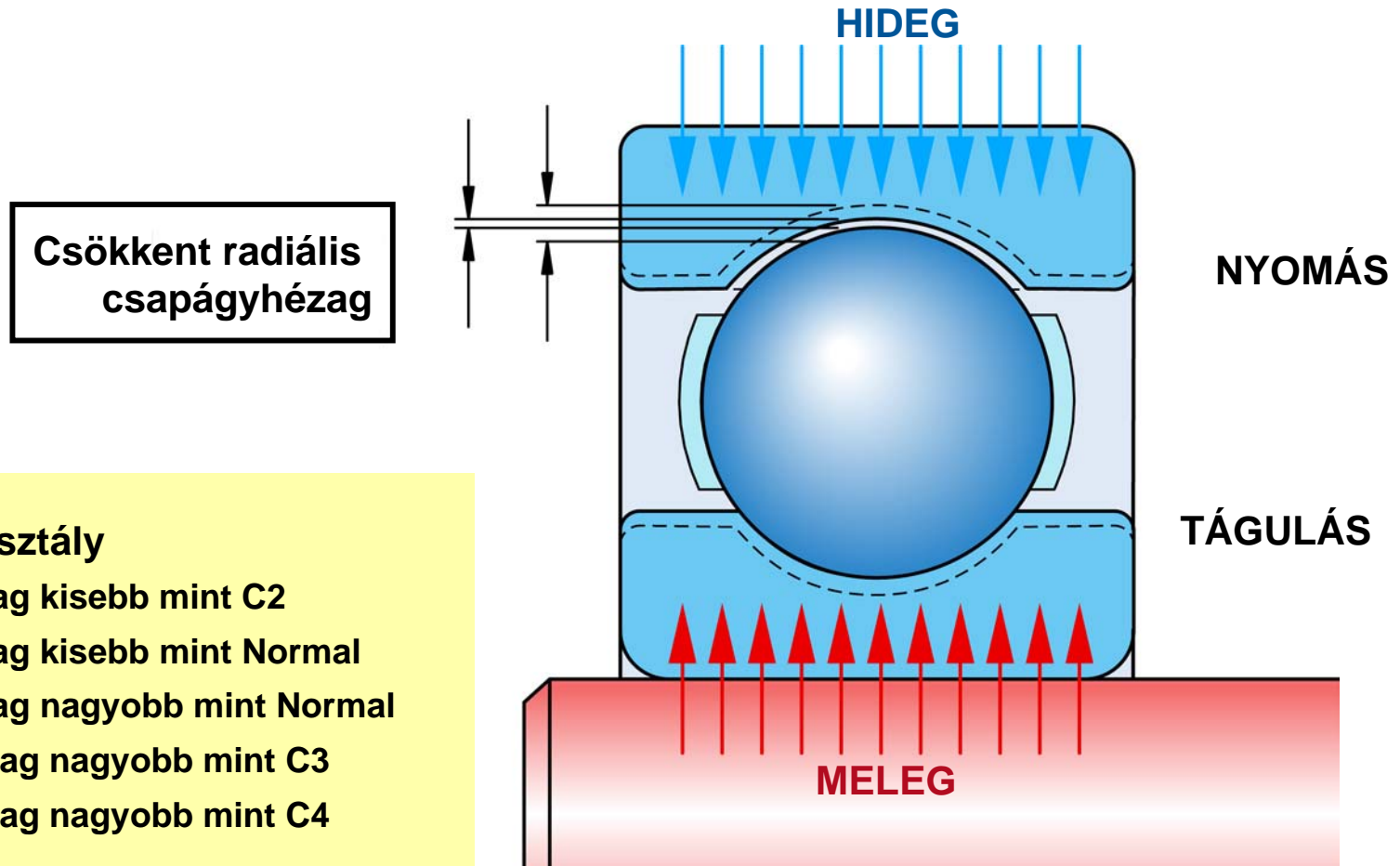
- tengely irányú elmozdulás



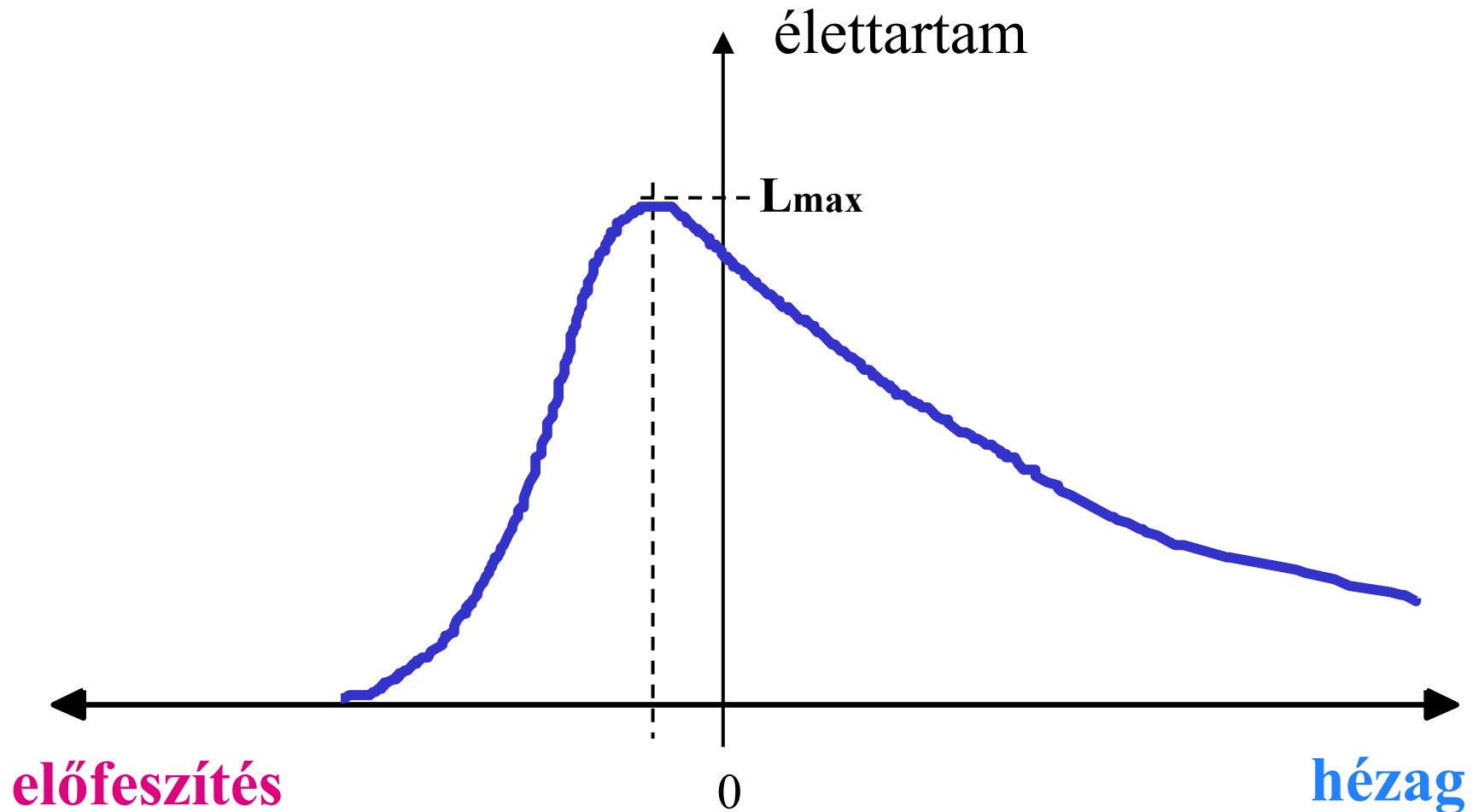
Axiális elmozdulás miatti hibalehetőségek

- Külső gyűrű és a csapágyház furat közötti hőtágulás különbség befeszülést okozhat, nő az axiális erő
- Csapágyülék ovalitása vagy nem megfelelése okozta befeszülés, ezáltal nő az axiális erő
- Elmozdulás miatt lazább illesztés szükséges, ezáltal megnő csapágy gyűrű megforgásának lehetősége
- Laza csapágy gyűrű = illesztési korrózió = rezgésemelkedés, korai tönkremeletel

Radiális csapágyhézag

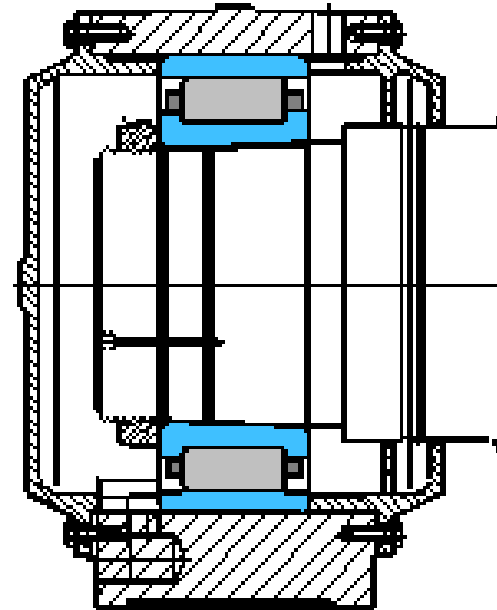
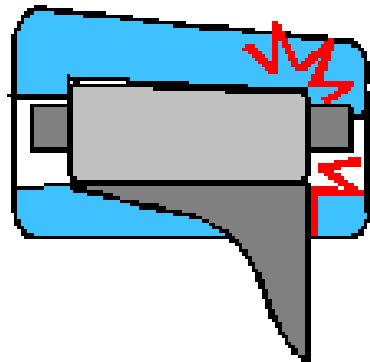


A csapágyhézag hatása az élettartamra



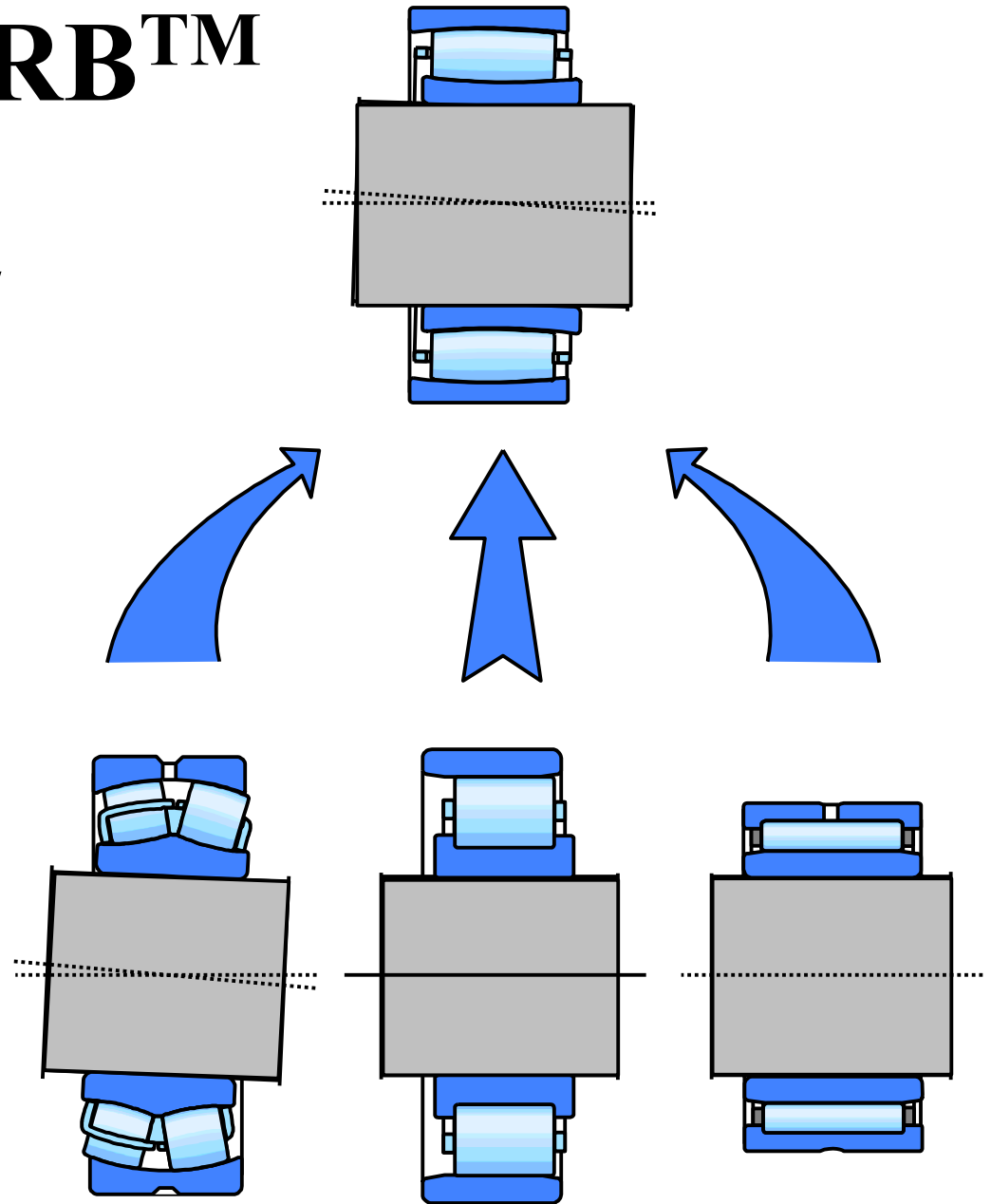
... és a velük járó problémák :

- szöghiba felvétele



CARB™

- **C** – compact *kompakt*
- **A** – aligning *beállító*
- **R** – roller *görgős*
- **B** – bearing *csapágy*



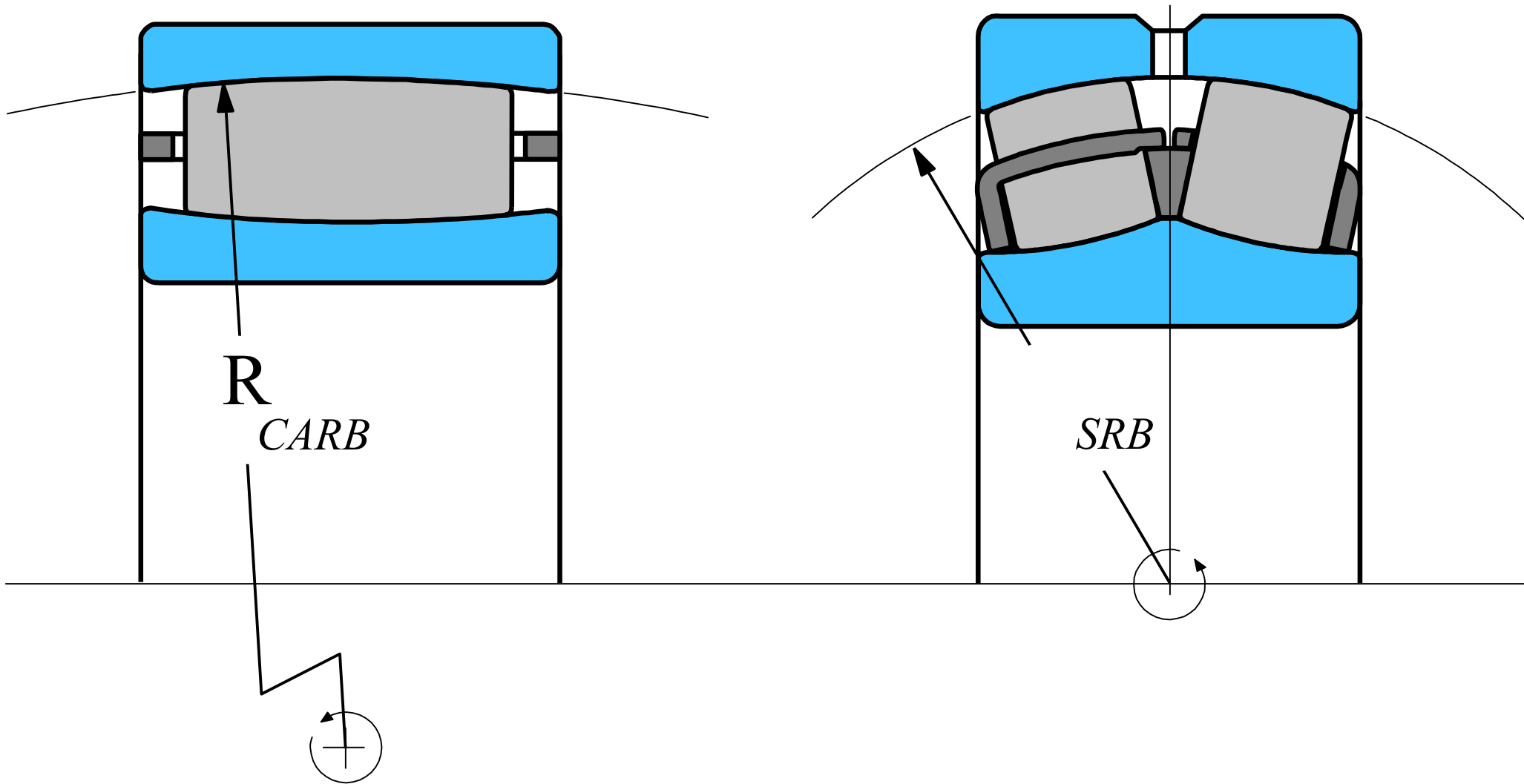
A gördülőelem alakja miatt *toroidgörgős csapágy*nak is hívjuk.

CARB™ tulajdonságok

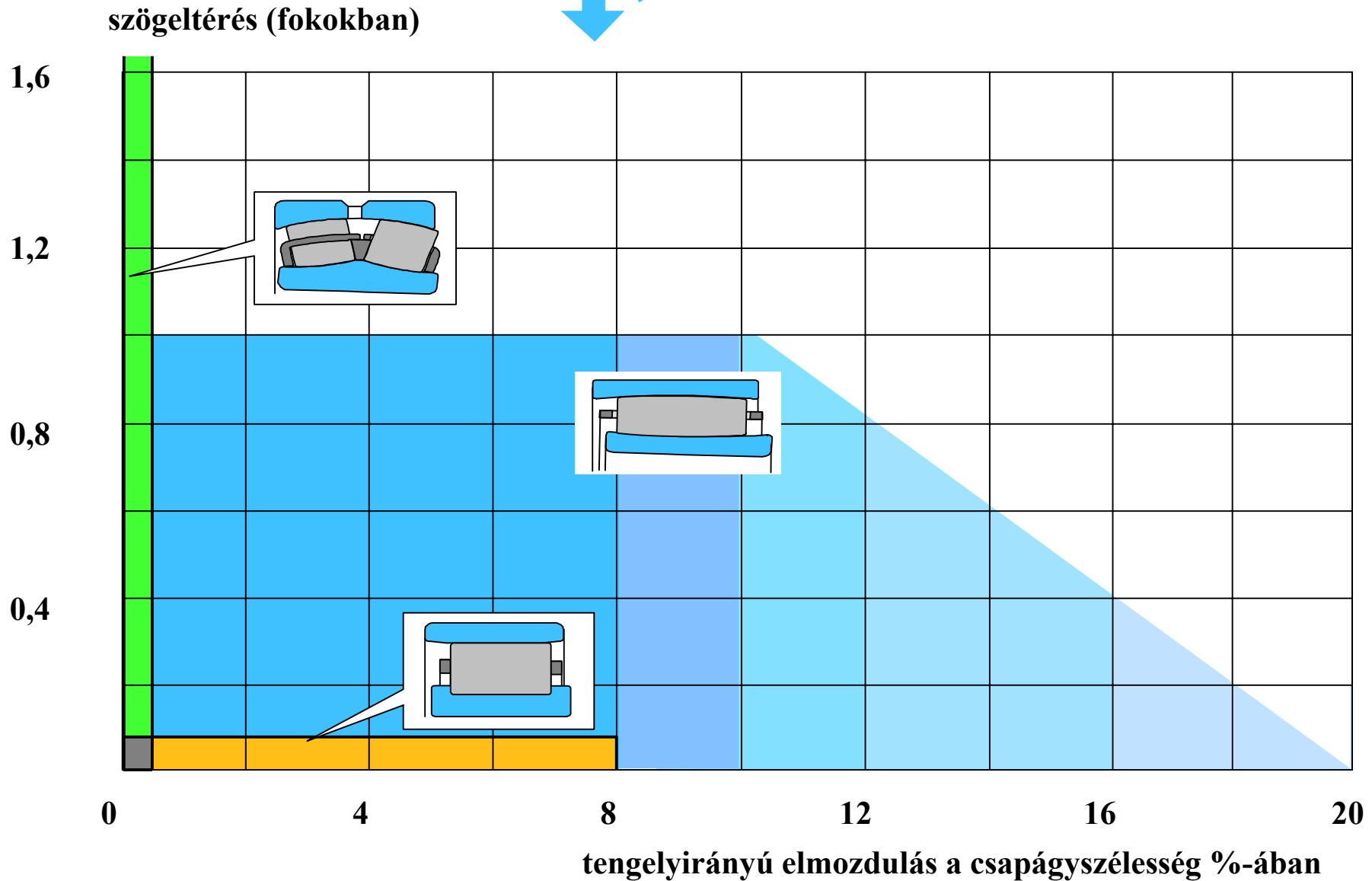


- **Beálló csapágy – szögeltérés felvételére (0,5-1°)**
- **Úgy működik mint a hengergörgős csapágy – tengely nyúlás felvétele, úszó csapágy**
- **Nagyobb teherbírás – hosszabb élettartam, kisebb üzemi kockázat**

A csapágy felépítése

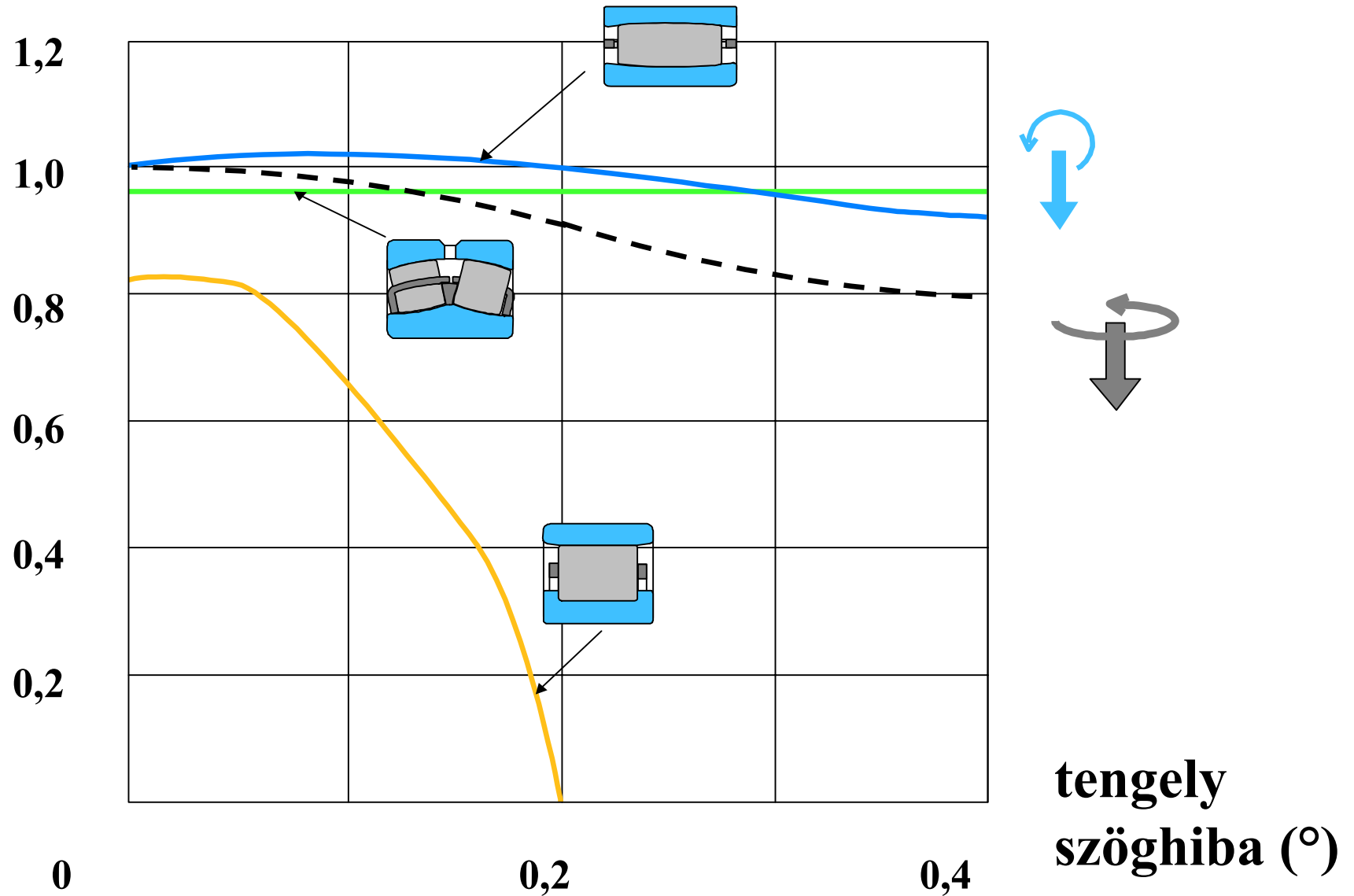


Munkaterület



Effektív teherbírás

teherbírás



Élettartam növekedés

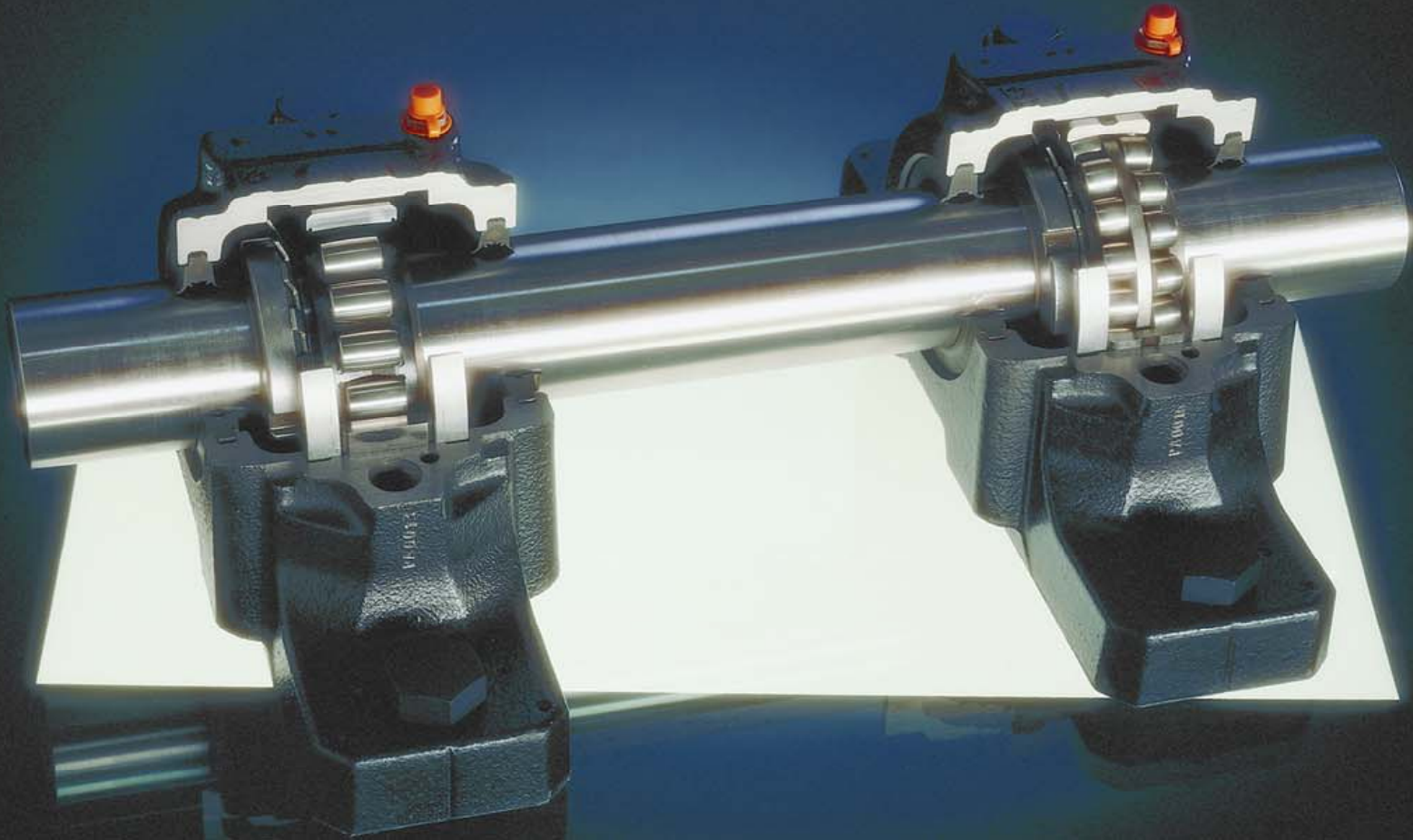
$$L_{10} = (C/P)^p$$

$$C = 1,1$$

$$L_{10} = (1,1/P)^3$$

$$L_{10} = 1,3 = + 30\%$$

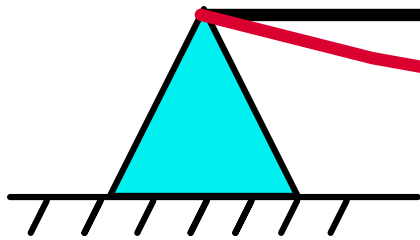
Az új csapágyazási rendszer



Az új csapágyrendszer

Fix

Úszó



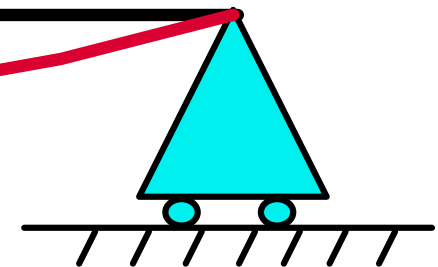
Szögeltérés (lehajlás)

**Radiális és tengely
irányú terhelés**

✓ Y-csapágy

✓ Beálló golyóscsapágy

✓ Beálló görgőscsapágy



Szögeltérés (lehajlás)

Radiális terhelés

Tengelyirányban elmozdul

✓ Y-csapágy

✓ Beálló golyóscsapágy

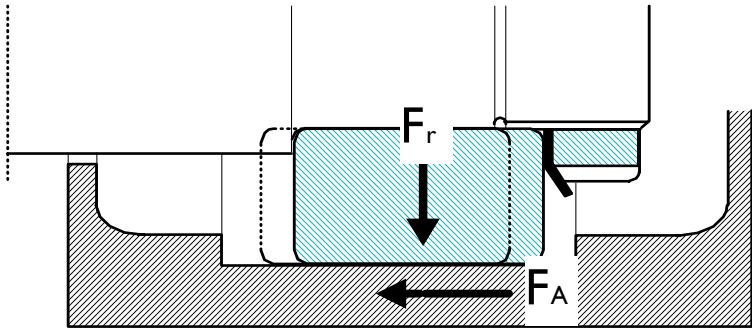
✓ Beálló görgőscsapágy

✓ Hengergörgős csapágy

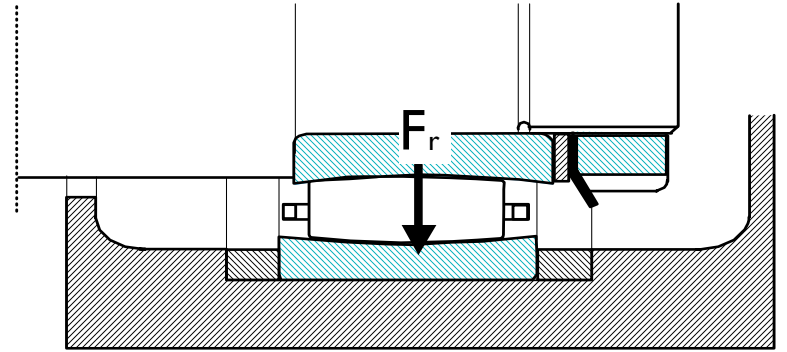
✓ Tűgörgős csapágy

✓ **CARB !**

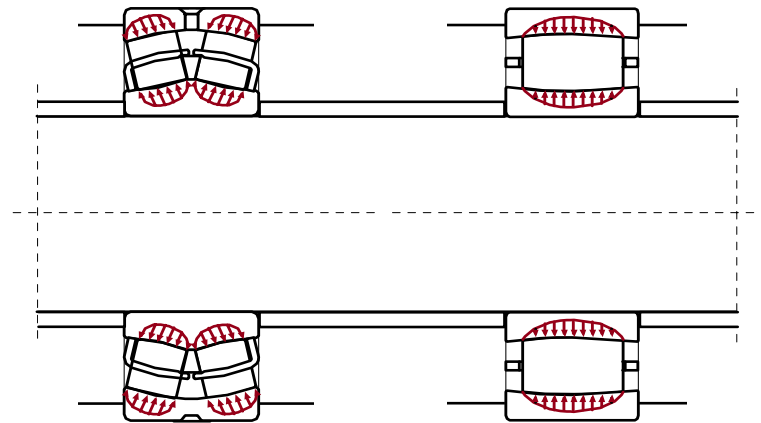
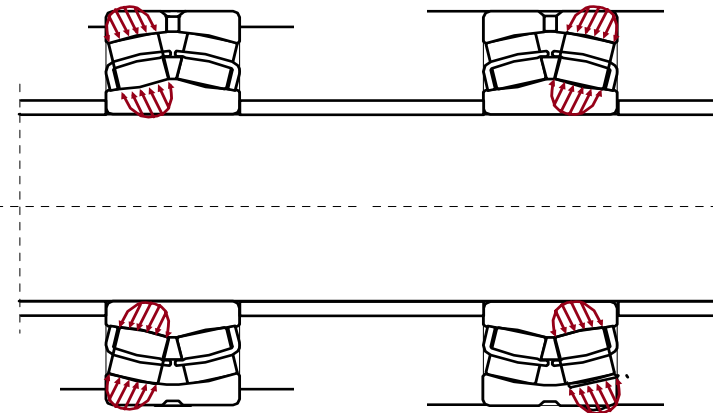
Miért jobb?



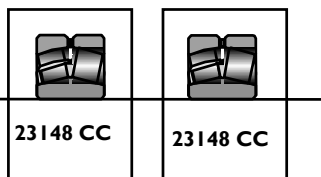
$$F_A = F_r \times \mu$$



$$F_A = 0$$

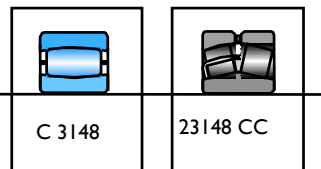


Csapágyrendszerek összehasonlítása



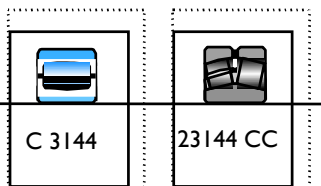
Hagyományos megoldás

Élettartam 0.37 (100)
Tömeg 524 KG (100 %)
Költség 100 %



Jobb, hasonló áron

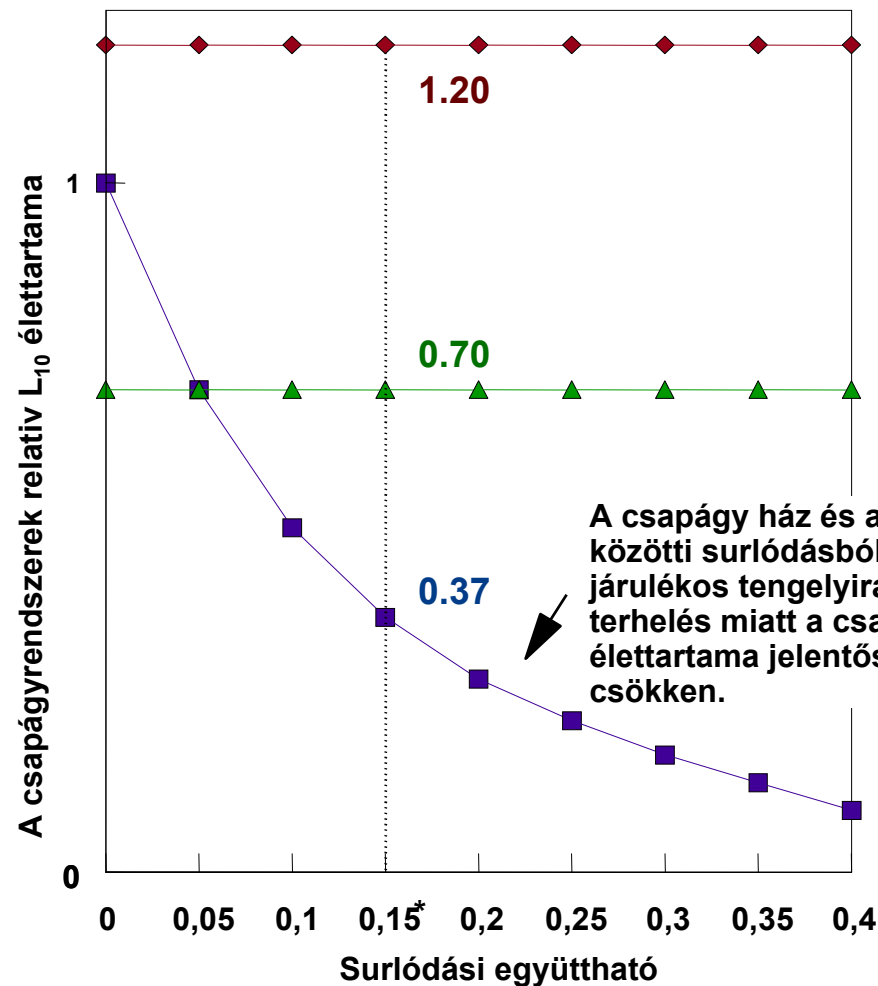
Élettartam 1.2 (324 %)
Tömeg 524 Kg (100 %)
Költség 110 %



Jó, olcsóbban

Élettartam 0,70 (189 %)
Tömeg 408 Kg (-22 %)
Költség Csökkentett

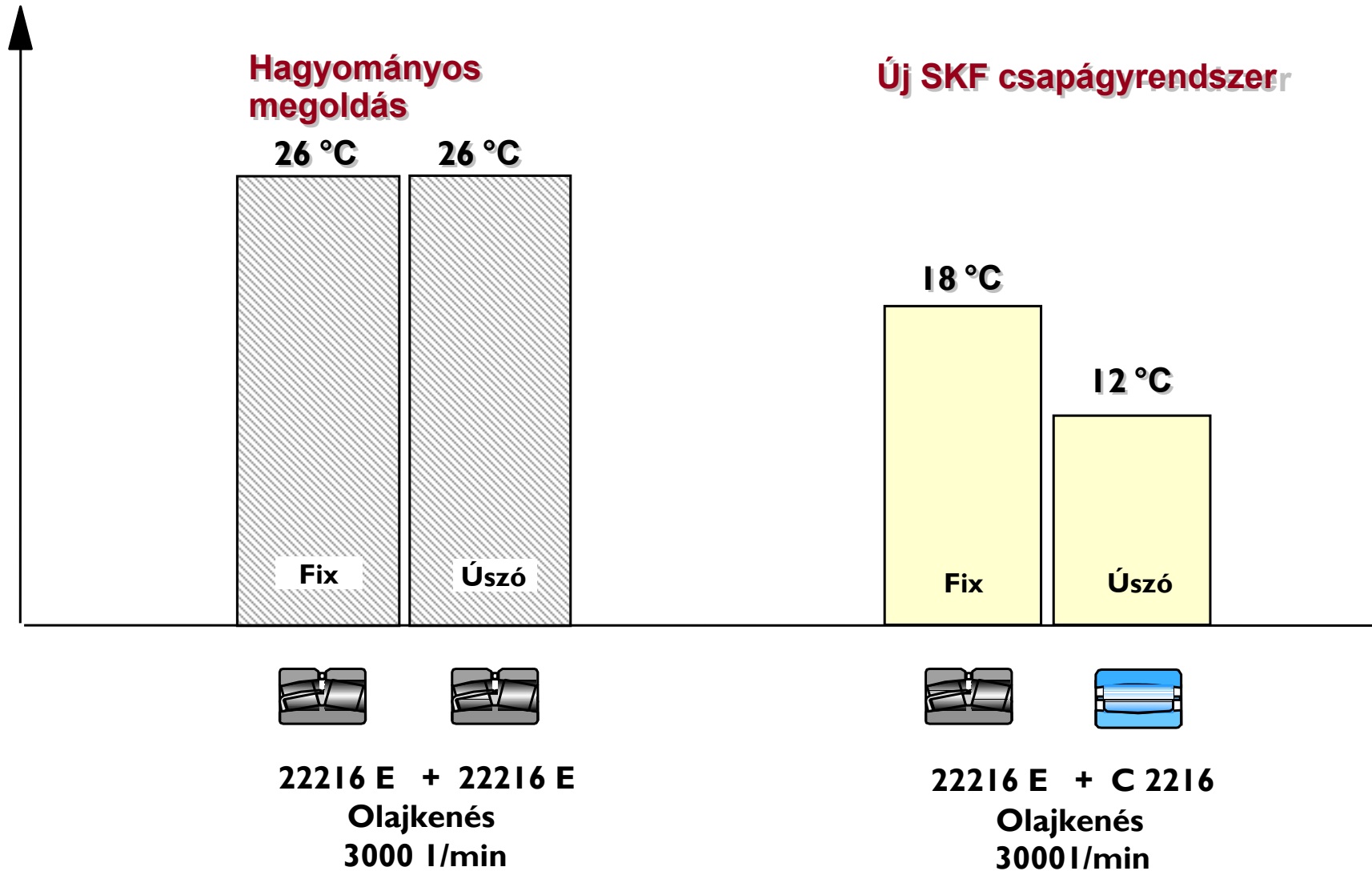
L₁₀ Élettartam összehasonlítás



*Acél - öntött vas párosítás

Alacsonyabb üzemi hőmérséklet

Hőmérséklet növekedés a környezethez képest °C

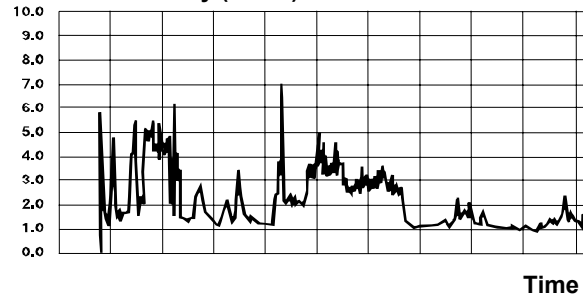


Csendesebb, nyugodtabb járás

Hagyományos megoldás



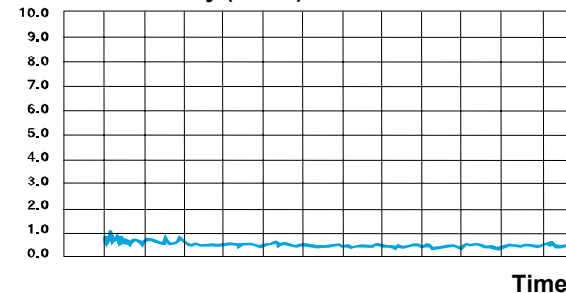
Vibration velocity (mm/s)



Új SKFcsapágyrendszer



Vibration velocity (mm/s)



Új csapágyrendszer...

- Nincs járulékos tengely irányú erő
- Egyenletes terhelés eloszlás
- Gördülő elemek terhelése időben állandó
- Kisebbszintű rezgés és zajszint
- Alacsonyabb hőmérsékletű futás

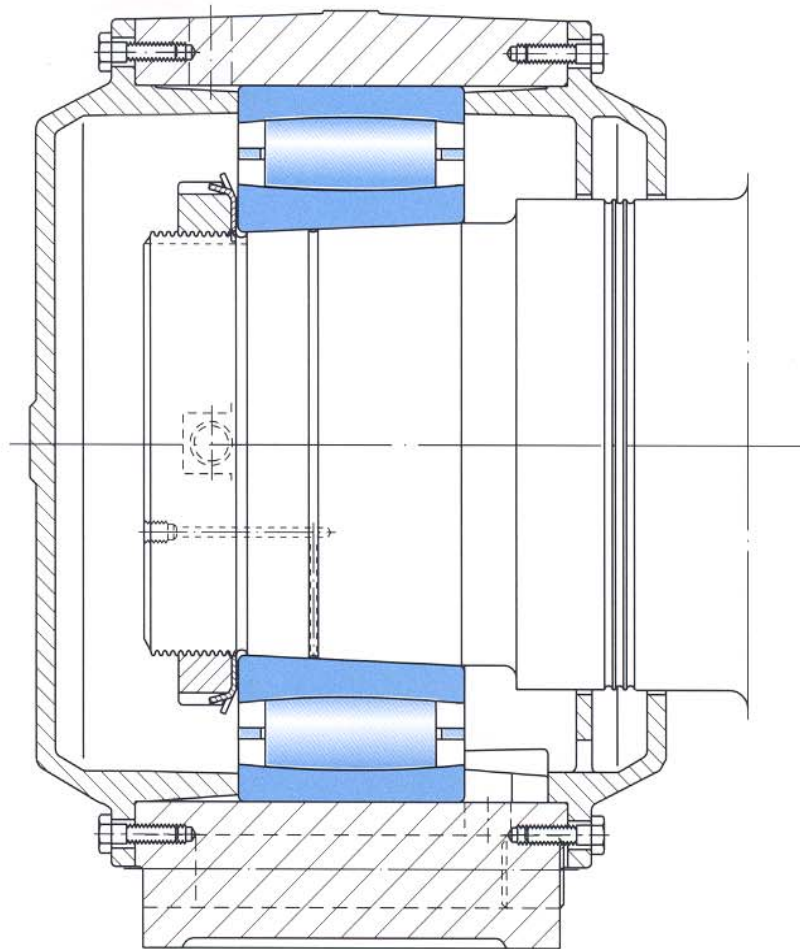


- Növelt megbízhatóság
- Hosszabb élettartam

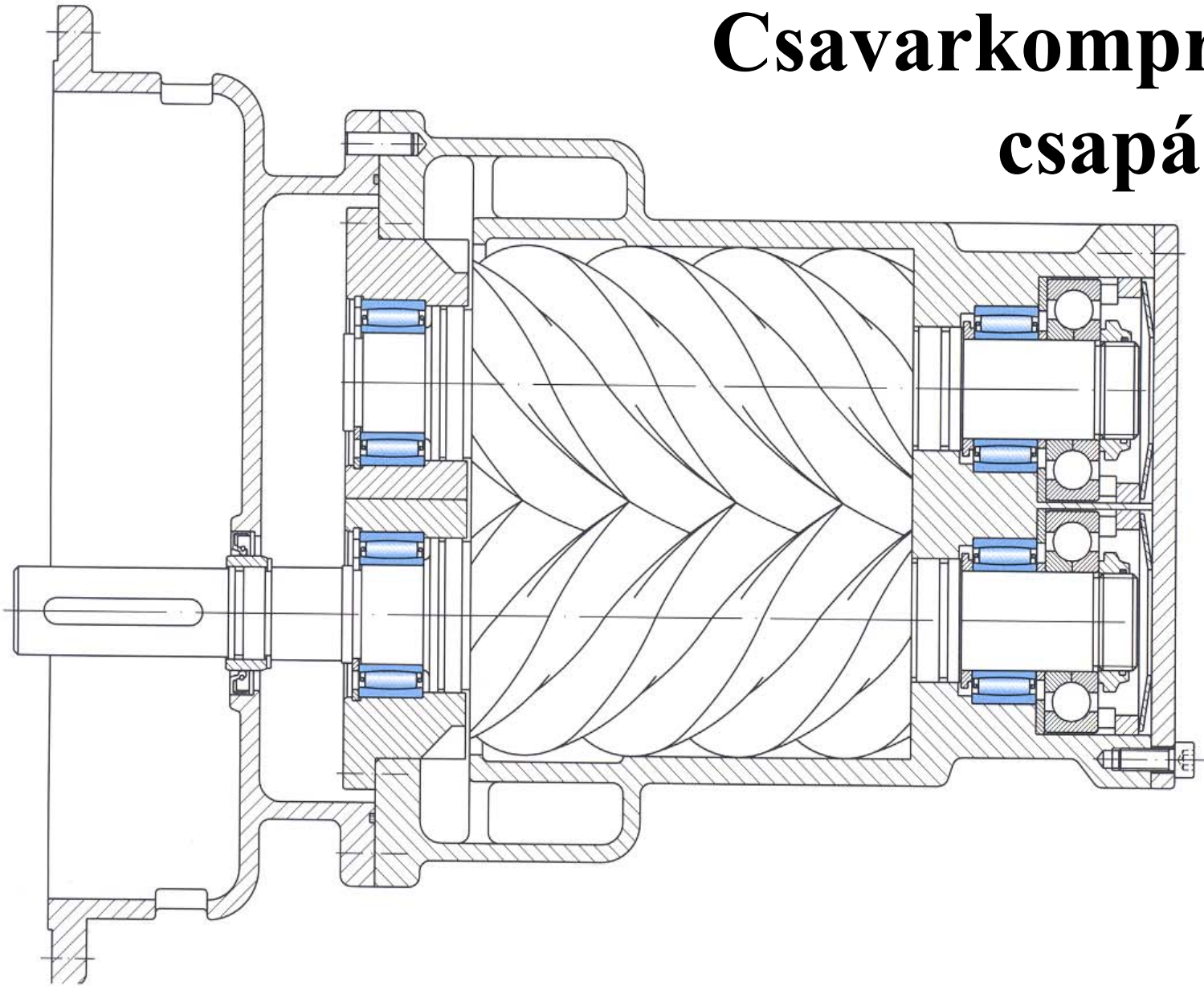


..növeli a termelékenységet!!!

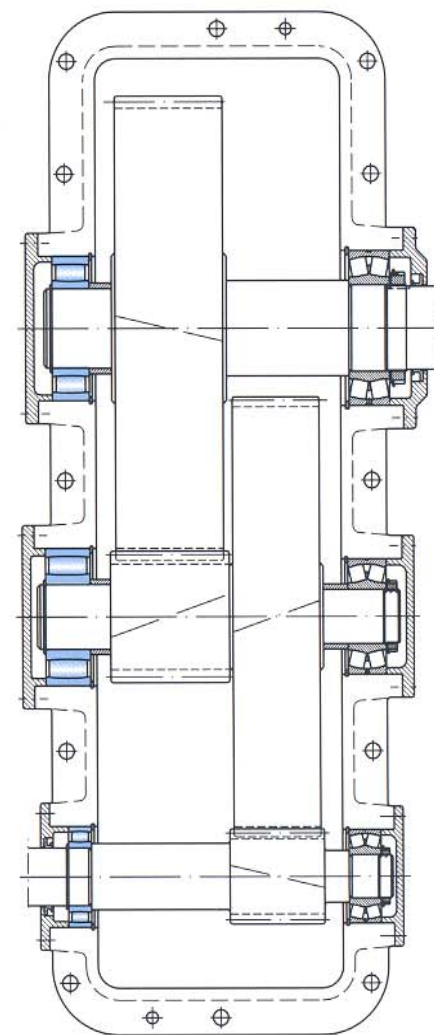
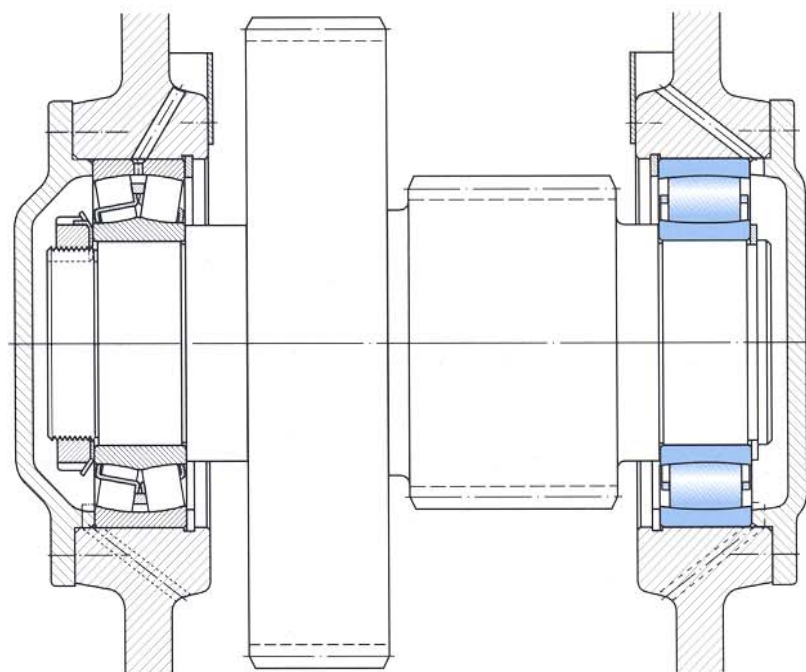
Szárítóhenger csapágy



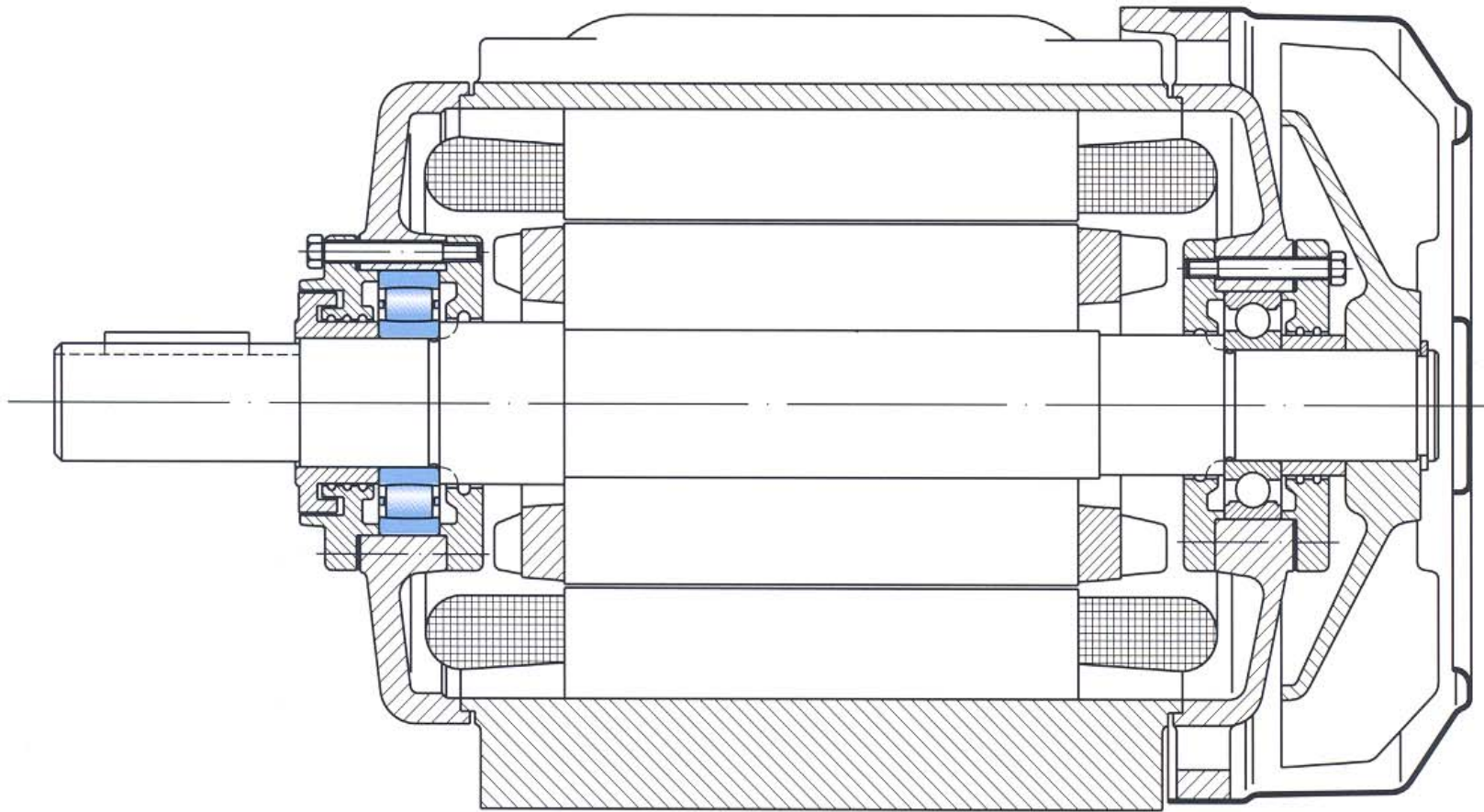
Csavarkompresszor csapágyazás



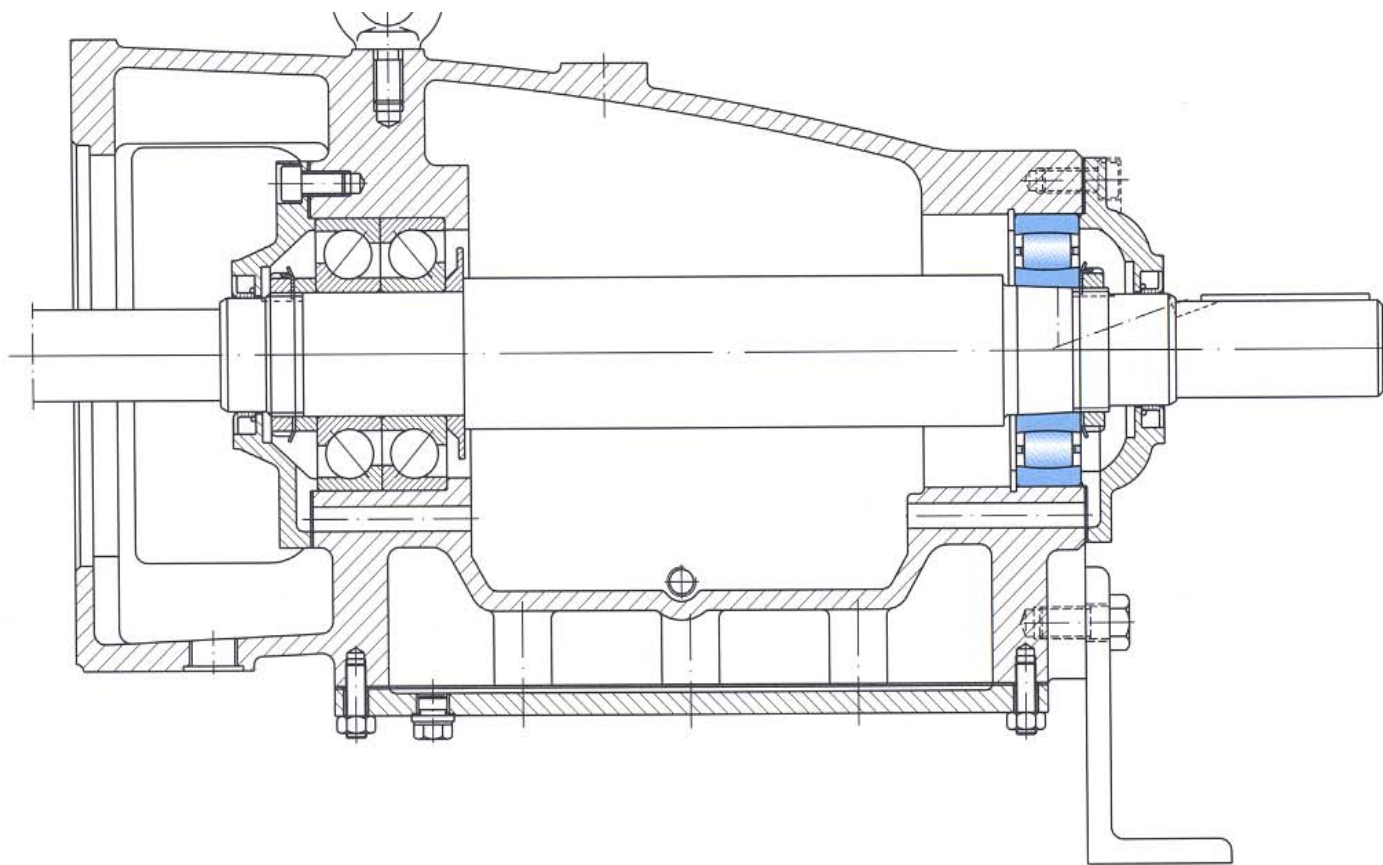
Hajtómű csapágyazás



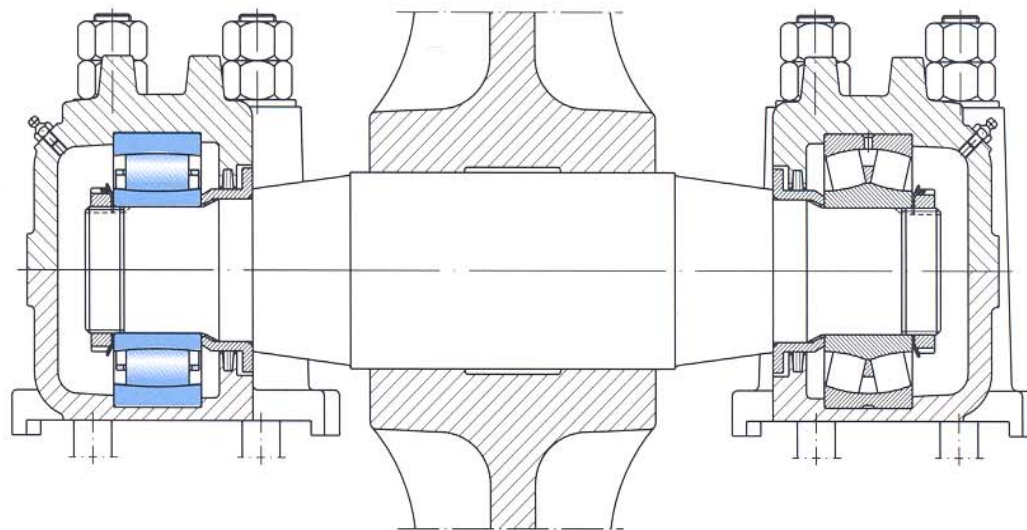
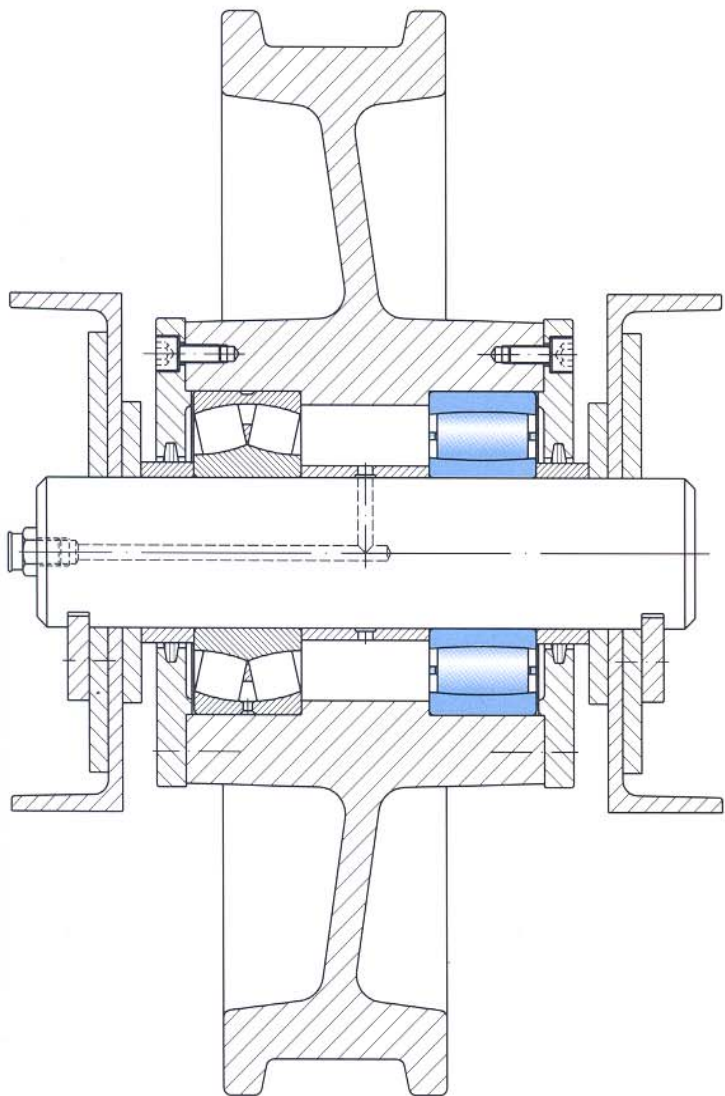
Villamos motor csapágyazás



Centrifugál szivattyú csapágyazás



Daru- és vasúti kerekek csapágyazása



Ventilátorok csapágyazása

