

# SKF Csapágy- karbantartási kézikönyv



© Az SKF és a CARB, DURATEMP, HYDROCAM, INSOCOAT, KMT, KMTA, LubriLean, RELIABILITY MAINTAINCE INSTITUTE, SENSORMOUNT, SPEEDI-SLEEVE, SYSTEM 24, WAVE, Vibracon, @ptitude az SKF Csoport bejegyzett védjegye .

™ Az SKF Explorer az SKF Csoport védjegye.

Az Epocast 36 az H.A. Springer marine + industrie service GmbH, an Illinois Tool Works company bejegyzett védjegye.

© SKF Csoport 2012

E kiadvány tartalmára minden kiadói jog fenntartva, és az újranyomás csak előzetes, írásos engedéllyel lehetséges (még részletek esetén is). A katalógust a lehető legnagyobb körültekintéssel állítottuk össze, azonban az esetleges hibákért és az ezekből adódó közvetlen és közvetett károkért felelősséget nem vállalunk.

**PUB SR/P7 10001 HU** • November 2012

Jelen kiadvány felülírja a 4100 kiadványt

Egyes képeket a Shutterstock.com engedélyével használunk.

1	Alapok. ....	8	1
2	Gördülőcsapágyak beszerelése .....	44	2
3	Csapágyegységek beszerelése .....	92	3
4	Csapágházak beszerelése. ....	122	4
5	Tömítések beszerelése. ....	140	5
6	Beállítás .....	158	6
7	Kenés .....	178	7
8	Vizsgálat .....	216	8
9	Hibaelhárítás .....	228	9
10	Kiszერelés .....	252	10
11	Csapágyhibák és okai .....	288	11
12	Karbantartási támogatás. ....	324	12
13	Függelékek .....	332	13
14	Tárgymutató. ....	438	14





# SKF Csapágy-karbantartási kézikönyv



# Előszó

Az SKF Csapágy-karbantartási kézikönyv a karbantartók munkájához készült átfogó útmutató. Az ebben a kézikönyvben található ajánlásokkal az SKF-nek az a célja, hogy olyan biztonságos és hozzáértő karbantartási gyakorlatra ösztönözzön, amely segít megnövelni a csapágyak élettartamát, csökkenteni a gépek állásidejét és minimalizálni a nem tervezett karbantartási tevékenységet.

Ez a kézikönyv nem alkalmazástervezési katalógus. A csapágyak elrendezésének megtervezésére vonatkozóan az interneten, a [www.skf.com](http://www.skf.com) honlapon elérhető *SKF Interaktív Műszaki Katalógus* szolgál részletes információkkal.

## A kézikönyv felépítése

A kézikönyv tizennégy fejezetből áll; ezeket a jobb margón található számozott kék fülek jelölik:

- Az 1. fejezet a csapágyakkal kapcsolatos alapokat, a kapcsolódó termékeket és a csapágyelrendezéseket ismerteti.
- A 2–5. fejezet a gördülőcsapágyak, a csapágyházak, a csapágyegységek és a tömítések beszerelésére vonatkozóan tartalmaz útmutatást.
- A 6. fejezet a gépbeállításához kapcsolódó karbantartási tevékenységet írja le.
- A 7. fejezet a csapágyakkal kapcsolatos kenés biztosításához szükséges fontos karbantartási tevékenységekre vonatkozóan tartalmaz információt és ajánlásokat.
- A 8. fejezet az ellenőrzéssel és az állapotfigyeléssel kapcsolatos karbantartási tevékenységeket taglalja.
- A 9. fejezet témája a hibaelhárítás, felsorolja a gyakori hibajelenségeket és a javasolt elhárítási lehetőségeket.

- A 10. fejezet a gördülőcsapágyak, a csapágyegységek, a csapágyházak és a tömítések kiszerezésére vonatkozóan tartalmaz útmutatást.
- A 11. fejezet a csapágyak sérüléseivel foglalkozik, és érinti azok ISO szerinti besorolását is.
- A 12. fejezet azokat a további erőforrásokat tekinti át, amelyeket az SKF a karbantartás támogatásához biztosít.
- A 13. fejezet a függelékeket tartalmazza; ezek a karbantartási munkák elvégzéséhez szükséges adatokat foglalják össze, továbbá az SKF karbantartási termékeiről adnak áttekintést.
- A 14. fejezet a tárgymutató.

Mindent megtettünk annak érdekében, hogy az e kézikönyvben szereplő adatok pontosak, az utasítások pedig világosak és a bevett gyakorlatot tükrözőek legyenek, de semmilyen felelősséget nem vállalunk az esetleges hibákért, hiányosságokért, illetve az eszközök és az SKF által biztosított egyéb berendezések helytelen használatának következményeiért.

## Megjegyzés a fenntarthatósággal kapcsolatban

A fenntarthatóság arról szól, hogy minden tevékenységet erőforrás-hatékony módon hajtunk végre annak érdekében, hogy ne veszélyeztessük a jövő generációit. A csapágyak karbantartásán belül számos területen adódik lehetőség energiatakarékosságra, a hulladékkezeléstől kezdve a csökkentett mennyiségű kenőanyag-felhasználáson át a berendezések és eszközök helyes használatáig. Az SKF elkötelezett híve a fenntartható környezetnek, és mindenki mást is arra biztat, hogy takarékoskodjon az energiával és az anyagokkal.

# Az SKF bemutatása

1907-ben egy tengelybeállítással kapcsolatos technikai probléma merült fel egy svédországi textil üzemben. Ennek a problémának az egyszerű, de ötletes megoldása, valamint egy mérnökökből álló kis csapat indította el azt a folyamatot, amelynek révén az SKF az ipari szaktudás terén vezető nemzetközi vállalattá vált. Az évek során a csapágyakkal kapcsolatos ismereteinket kiterjesztettük a tömítésekre, a mechatronikára, a szolgáltatásokra és a kenés-technikai rendszerekre is. Tudásbázis-hálózatunk 46 000 alkalmazottból, 15 000 értékesítési partnerből, a világ 130 országát felölelő irodahálózatból, valamint a világon egyre növekvő számú SKF Solution Factory-ból áll.



## Kutatás és fejlesztés

Több mint negyven iparágban rendelkezünk széleskörű gyakorlati tapasztalattal, amely alkalmazottaink valós esetekből nyert tudásán alapszik. Ezenkívül nemzetközileg elismert szakemberek és egyetemi partnerek segítik munkánkat, akik kimagasló tevékenységet foly-



*Az SKF Solution Factory-k az egyes helyszíneken elérhetővé teszik az SKF tudását és gyártási szakismeretét, ezáltal egyedi megoldásokat és szolgáltatásokat biztosítanak ügyfeleinknek.*

tatnak az iránymutató elméleti kutatásban és fejlesztésben a tribológia, az állapotfelügyelet, a termelőeszköz-menedzsment és a csapágyélet-tartam-elmélet terén. A kutatás és fejlesztés iránti folyamatos elkötelezettségünk révén segítséget nyújtunk ügyfeleinknek, hogy iparágukban megőrizzék vezető helyzetüket.

### **A legbonyolultabb feladatok megoldása**

Ismereteink és szaktudásunk, valamint az alaptechnológiák összekapcsolása lehetővé teszi, hogy a legbonyolultabb feladatok megoldására is innovatív megoldásokkal álljunk elő. Folyamatosan együttműködünk ügyfeleinkkel az eszközök életciklusa során, annak érdekében, hogy vállalkozásukat gazdaságosan és felelősségteljesen tudják fejleszteni.

### **A fenntartható jövőért dolgozunk**

Az SKF-nél 2005 óta azon dolgozunk, hogy csökkentsük a saját műveleteinkből, illetve beszállítóink tevékenységéből eredő negatív környezeti hatásokat. Folyamatos technológiai fejlődésünk révén bevezettük a termékek és szolgáltatások SKF BeyondZero választékát, amelyekkel növelhető a hatékonyság, csökkenthető az energiavesztés, valamint lehetővé válik új technológiák alkalmazása, például a szél-, a nap- és az ár-apály energia felhasználása. Ez az összetett szemléletmód segít abban, hogy csökkentsük a saját műveleteink és ügyfeleink tevékenysége által előidézett negatív környezeti hatásokat.

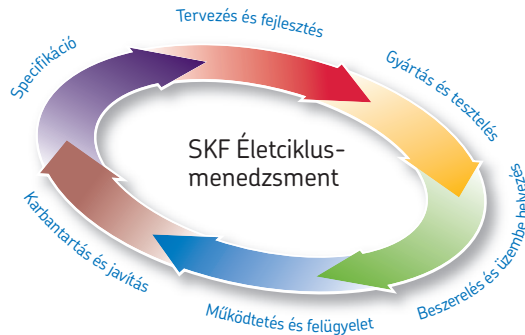


*Az SKF Szerződött Partneri az SKF informatikai és logisztikai rendszereiben és alkalmazásaiban jártas szakemberekkel együttműködve a termékek és alkalmazások komplex ismeretét adják át az ügyfeleknek világszerte.*

# SKF – a műszaki szakértelem vállalata

## A mi tudásunk az Ön sikere

*Az SKF Életciklus-menedzsment egy olyan módszer, amellyel összehangoljuk technológiai platformjainkat és kifinomult szolgáltatásainkat, és azokat az eszköz életciklusának egyes szakaszaiban felhasználva hozzásegíthetjük ügyfeinket a még eredményesebb, fenntarthatóbb és gazdaságosabb tevékenységhez.*



## Szorosan együttműködünk Önnel

Arra törekszünk, hogy ügyfeink növeljék termelékenységüket, csökkentsék karbantartási költségeiket, hatékonyabb energia- és erőforrás-felhasználást érjenek el, valamint a hosszú életciklus és a megbízható működés érdekében optimalizálják a rendszerek kialakítását.

## Innovatív megoldások

Az SKF mérnökei az eszköz életciklusának minden egyes szakaszában készek együttműködni Önnel – függetlenül attól, hogy lineáris vagy forgó alkalmazásról, illetve e kettő kombinációjáról van szó –, így a teljes alkalmazás átfogó megközelítésével növelni tudják a berendezések teljesítőképességét. Ez a megközelítési mód nem kizárólag az egyedi részegységekre, pél-

dául a csapágyakra vagy a tömítésekre koncentrálnál, hanem tekintettel van a teljes alkalmazás egészére, és azon belül az egyes részegységek egymással való kapcsolatára is.

## A kialakítás optimalizálása és ellenőrzése

Az SKF segítséget nyújthat Önnek a már meglévő és az új rendszerkialakítások optimalizálásához. Ehhez egy saját fejlesztésű 3D-s modellezőprogramot alkalmazunk, amely a rendszerkialakítás integritásának ellenőrzéséhez virtuális tesztkörnyezetként is használható.



### **Csapágyak**

Az SKF a világ élvonalában van a nagy teljesítményű görgős csapágyak és siklócsapágyak, csapágyegységek és -házak tervezése, fejlesztése és gyártása területén.



### **A berendezések karbantartása**

Az SKF állapotfelügyeleti technológiái és karbantartási szolgáltatásai segítségével alacsony szinten tarthatók az ütemterven kívüli rendszerleállások, növelhető a működési hatékonyság és csökkenthetők a karbantartási költségek.



### **Tömítési megoldások**

Az SKF szabványos tömítései és egyedi kialakítású tömítési megoldásai növelik a folyamatos működés időtartamát, javítják a gépek megbízhatóságát, csökkentik a sűrűdést és az energiavesztéséget, valamint növelik a kenőanyagok élettartamát.



### **Mechatronika**

A nehéz, zsírozással vagy olajozással működő mechanikus és hidraulikus rendszereket leváltják az SKF repülőgépeknél használatos fly-by-wire rendszerei, valamint a gépjárműveken, a mezőgazdaságban és az emelőgépeknél alkalmazott drive-by-wire megoldásai.



### **Kenéstechnikai megoldások**

Az SKF kenéstechnikai megoldásai – a speciális kenőanyagoktól kezdve a legmodernebb kenési rendszerekig és kenőanyag-kezelési szolgáltatásokig – csökkentik a kenési problémák miatti állásidőt és a kenőanyag-felhasználást.



### **Lineáris mozgatás, működtetés és vezérlések**

Az SKF széles termékválasztékával – az aktuátoroktól és a golyósorsóktól a profilsínes lineáris vezetékekig – áll ügyfelei rendelkezésére a lineáris rendszerek legnagyobb kihívást jelentő problémáinak közös erővel történő megoldásához.







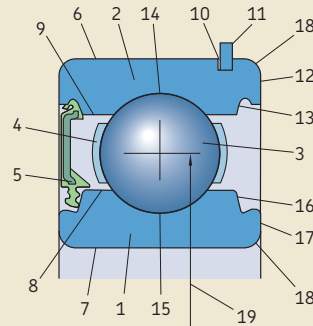
<b>Szakkifejezések</b> . . . . .	<b>10</b>	<b>A Csapágy elrendezési módszerek</b> . . . . .	<b>31</b>
<b>A gördülőcsapágyak típusai és kialakításai</b> . . . . .	<b>12</b>	Csapágyak radiális rögzítése . . . . .	31
Radiális csapágyak . . . . .	12	Az illesztés . . . . .	32
Axiális csapágyak . . . . .	18	Ajánlott illesztések és túrések . . . . .	35
Vezető- és támasztógörgők . . . . .	19	A méretekre, az alakra és a futáspontosságára vonatkozó követelmények . . . . .	35
Y csapágyak . . . . .	21	A csapágyülékek felületi érdessége . . . . .	36
<b>A gördülőcsapágyak jelölési rendszere</b> . . . . .	<b>22</b>	Csapágyak tengelyirányú rögzítése . . . . .	37
Alapjelölések . . . . .	22	Vállak és lekerékítések méretei . . . . .	38
Kiegészítő jelek . . . . .	24	<b>Tömítésselrendezések</b> . . . . .	<b>39</b>
<b>Az SKF-termékek azonosítása</b> . . . . .	<b>26</b>	Külső tömítések . . . . .	39
Csapágyak azonosítása . . . . .	26	Integrált csapágytömítési megoldások . . . . .	40
Osztott házak és csapágyegységek azonosítása . . . . .	27	<b>A csapágyak, tömítések és kenőanyagok tárolása</b> . . . . .	<b>41</b>
Cseretömítések . . . . .	27	A csapágyak, csapágyegységek és -házak tárolása . . . . .	41
<b>A csapágyak élettartama</b> . . . . .	<b>27</b>	Elasztomer tömítések tárolása . . . . .	42
Névleges alap élettartam . . . . .	27	Kenőanyagok tárolása . . . . .	43
Névleges SKF élettartam . . . . .	27	Az elhasznált vagy használhatatlan kenőanyagok kezelése . . . . .	43
<b>Üzemi élettartam</b> . . . . .	<b>28</b>		
Csapágy üzemi élettartama . . . . .	28		
Tömítés üzemi élettartama . . . . .	28		
Kenőanyag üzemi élettartama . . . . .	28		
Tisztaság . . . . .	28		
<b>A csapágyházag</b> . . . . .	<b>29</b>		
<b>Csapágyelrendezések</b> . . . . .	<b>30</b>		
A csapágyelrendezések típusai . . . . .	30		
Vezető és eltolható csapágyelrendezések . . . . .	30		
Tükrökép csapágyazások . . . . .	31		

## Szakkifejezések

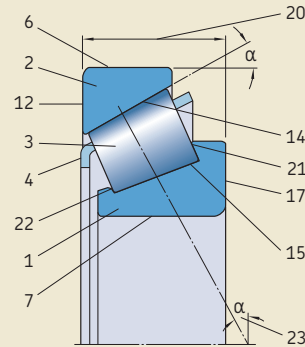
### Csapágyak (→ 1. ábra)

- 1 Belső gyűrű
- 2 Külső gyűrű
- 3 Gördülőelem: golyó, hengeres görgő, tűgörgő, kúpgörgő, beálló görgő, toroidgörgő
- 4 Kosár
- 5 Záróelem  
Tömítés – elasztomerből készült, súrlódó (lásd az ábrán) vagy nem súrlódó, Védőlemez – acéllemezből, nem súrlódó
- 6 Külső gyűrű külső átmérője
- 7 Belső gyűrű furata
- 8 Belső gyűrűváll átmérő
- 9 Külső gyűrűváll átmérő
- 10 Rögzítőgyűrű horony
- 11 Rögzítőgyűrű
- 12 Külső gyűrű homloksík
- 13 Tömítésrögzítő horony
- 14 Külső gyűrű futópályája
- 15 Belső gyűrű futópályája
- 16 Tömítés horony
- 17 Belső gyűrű homloksík
- 18 Lekerekítés
- 19 Csapágy középpátmérő
- 20 Teljes csapágyszélesség
- 21 Vezetőperem
- 22 Rögzítőperem
- 23 Hatásszög
- 24 Tengelytárcsa
- 25 Gördülőelem és kosárszerkezet
- 26 Fészektárcsa
- 27 Beálló fészektárcsa
- 28 Alátét tárcsa

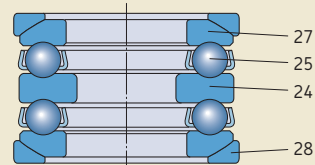
1. ábra



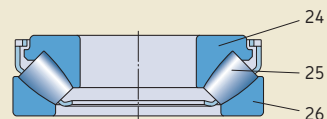
Mély hornyú golyóscsapágy



Kúpgörgős csapágy



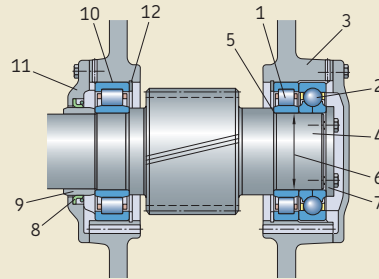
Kétirányú axiális golyóscsapágy



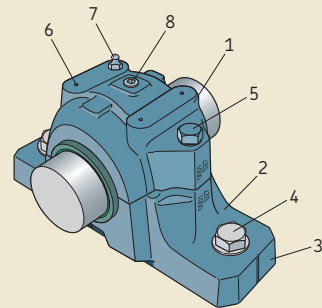
Beálló axiális görgőscsapágy

**Csapágyelrendezések (→ 2. ábra)**

- 1 Hengergörgős csapágy
- 2 Négypont-érintkezésű golyóscsapágy
- 3 Ház
- 4 Tengely
- 5 Támasztó tengelyváll
- 6 Tengelyátmérő
- 7 Biztosítólemez
- 8 Radiális tengelytömítés
- 9 Távtartó gyűrű
- 10 Ház furata
- 11 Házfedél
- 12 Rögzítőgyűrű

**Házak (→ 3. ábra)**

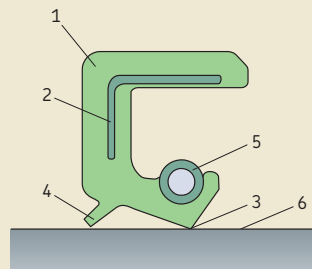
- 1 Ház fedele
- 2 Ház alapja
- 3 Ház talpa
- 4 Felerősítő csavar
- 5 Fedélcsvavar
- 6 Jelölés további furatok elkészítéséhez
- 7 Zsírszszem
- 8 Emelő szemescsavar furata



SNL támcsapágyház

**Tömítések (→ 4. ábra)**

- 1 Gumi ház
- 2 Acéllemez erősítés
- 3 Tömítőajak
- 4 Tömítő segédajak
- 5 Rugós szorítógyűrű
- 6 A tömítés felfekvőfelülete

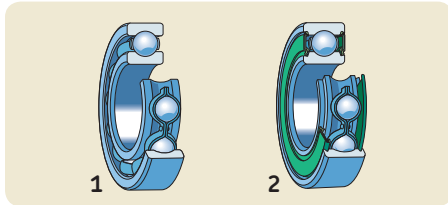


Radiális tengelytömítés

## A gördülőcsapágyak típusai és kialakításai

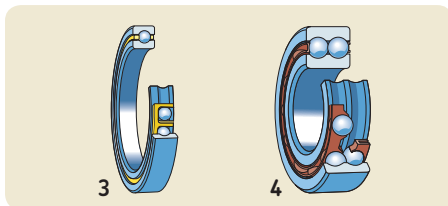
Ez a szakasz a különböző szabványos csapágytípusokat és -kialakításokat foglalja össze. A legtöbbet ábra szemlélteti.

### Radiális csapágyak

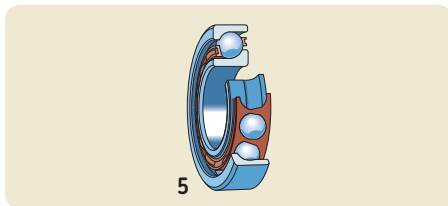


#### Mély hornyú golyóscsapágyak

egysorú, töltőnyílással vagy anélkül nyitott alapkivitel (1) védőlemezzel súrlódó tömítésekkel (2) horonnyal a rögzítőgyűrű számára, rögzítőgyűrűvel vagy anélkül

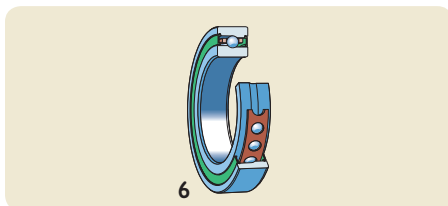


egysorú, rögzített keresztmetszetű nyitott alapkialakítás (3) súrlódó tömítésekkel kétsorú (4)

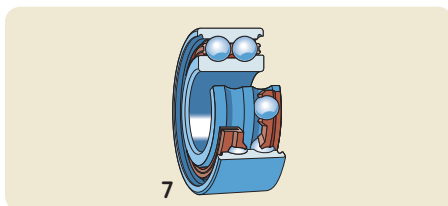


#### Ferde hatásvonalú golyóscsapágyak

egysorú, alapkivitel, egyetlen csapágy ún. „szóló” beszerelésére univerzálisan párosítható kialakítás (5)

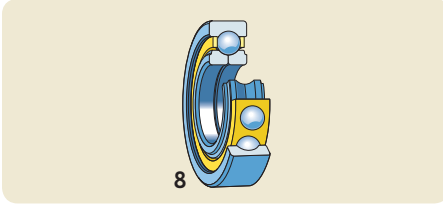


egysorú nagy- és szuperpontosságú nyitott alapkivitel súrlódó tömítésekkel nyitott, nagy fordulatszámú kialakítás súrlódó tömítésekkel (6) nyitott, nagy kapacitású kialakítás súrlódó tömítésekkel

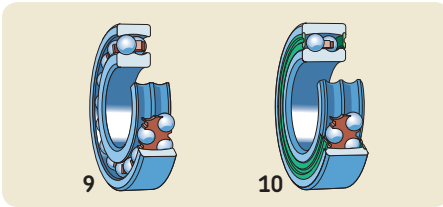


kétsorú egy darabból álló belső gyűrűvel (7) nyitott alapkialakítás védőlemezzel súrlódó tömítésekkel két darabból álló belső gyűrűvel

## Radiális csapágyak

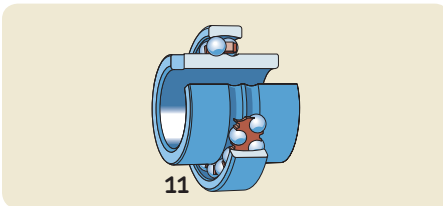


Négypont-érintkezésű golyóscsapágyak (8)

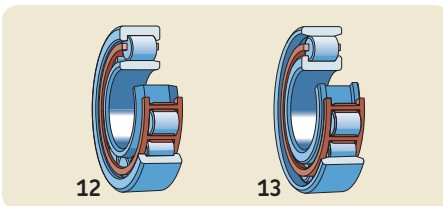


### Beálló golyóscsapágyak

hengeres vagy kúpos furattal  
nyitott alaklakitás (9)  
súrlódó tömítésekkel (10)

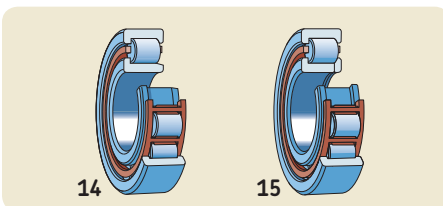


meghosszabbított belső gyűrűvel (11)



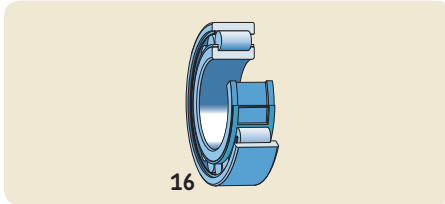
### Hengergörgős csapágyak

egysorú  
NU típusú (12)  
sarokgyűrűvel  
N típusú (13)



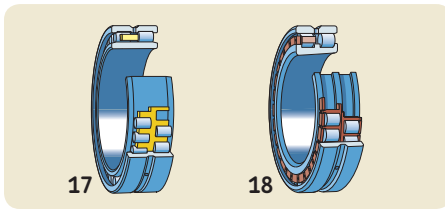
egysorú  
NJ típusú (14)  
sarokgyűrűvel  
NUP típusú (15)

## Radiális csapágyak

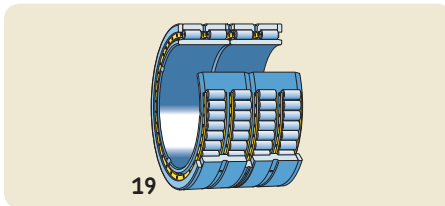


### Hengergörgős csapágyak

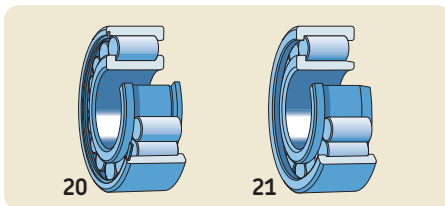
egysorú  
nagy kapacitású NCF kivitel (16)



kétsorú  
hengeres vagy kúpos furattal  
NNU típus (17)  
NN típus (18)  
NNUP típus

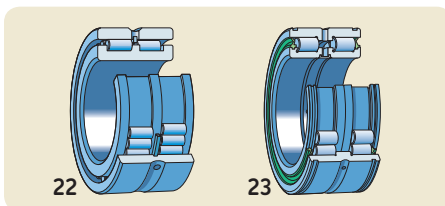


négysorú  
hengeres vagy kúpos furattal  
nyitott kialakítás (19)  
súrlódó tömítésekkel



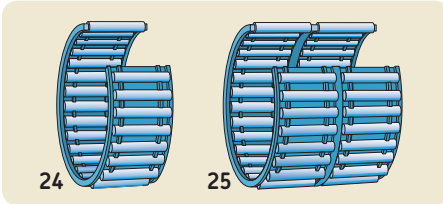
### Telegörgős hengergörgős csapágyak

egysorú  
NCF típus (20)  
NJG típus (21)



kétsorú  
vezető vállakkal a belső gyűrűn (22)  
vezető vállakkal a belső  
és külső gyűrűn  
súrlódó tömítésekkel (23)

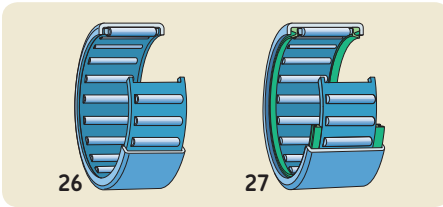
## Radiális csapágyak



### Tűgörgő-kosár szerelvények

egysorú (24)

kétsorú (25)

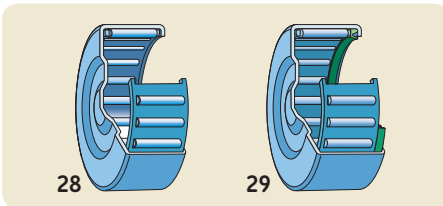


### Lemezházas tűgörgős csapágyak, nyitott kivitel

egy- és kétsorú

nyitott alapkivitel (26)

súrlódó tömítésekkel (27)

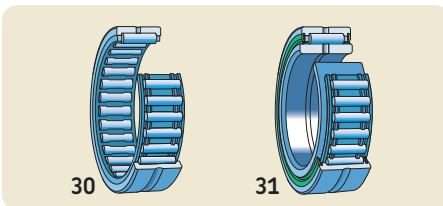


### Lemezházas tűgörgős csapágyak, zárt kivitelű

egy- és kétsorú

nyitott alapkivitel (28)

súrlódó tömítéssel (29)



### Peremes tűgörgős csapágyak

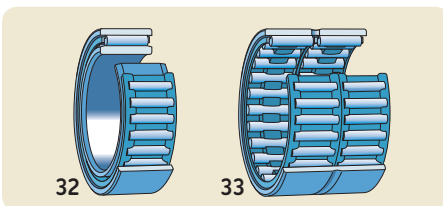
egy- és kétsorú

belső gyűrű nélkül (30)

belső gyűrűvel

nyitott alapkivitel

súrlódó tömítésekkel (31)



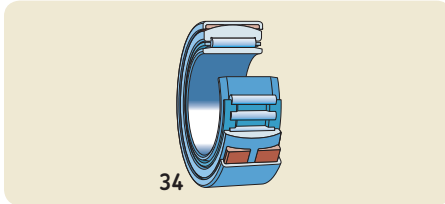
### Perem nélküli tűgörgős csapágyak

egy- és kétsorú

belső gyűrűvel (32)

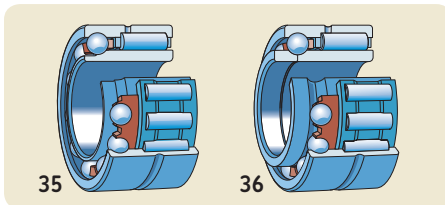
belső gyűrű nélkül (33)

## Radiális csapágyak



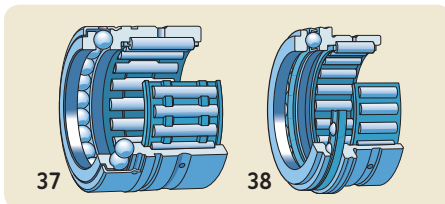
### Beállógyűrűs tűgörgős csapágyak

belső gyűrű nélkül  
belső gyűrűvel (34)

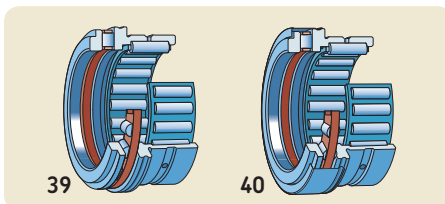


### Kombinált tűgörgős csapágyak

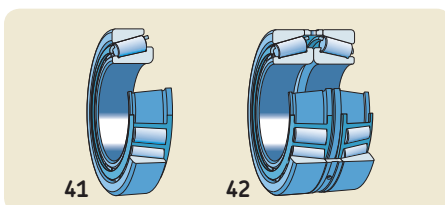
Tűgörgős / ferde hatásvonalú golyócsapágyak  
egyirányba ható (35)  
kétirányba ható (36)



Tűgörgős / axiális golyócsapágyak  
axiális telegolyós csapággal (37)  
kosárvezetett golyókészlettel  
fedéllel vagy anélkül (38)



Tűgörgős / hengergörgős axiális csapágyak  
fedél nélkül (39)  
fedéllel (40)

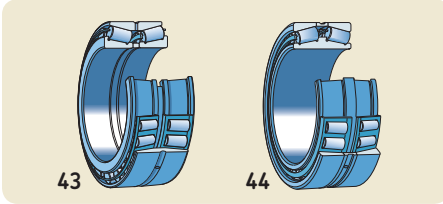


### Kúpgörgős csapágyak

egysorú  
egyedülálló, ún. „szóló” (41)  
párosított csapágykészletek  
X-elrendezés (42)  
O-elrendezés  
tandem-elrendezés



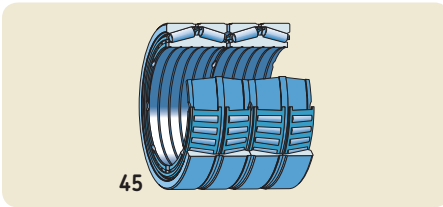
## Radiális csapágyak



kétsorú

TDO konfiguráció (O-elrendezés) (43)

TDI konfiguráció (X-elrendezés) (44)



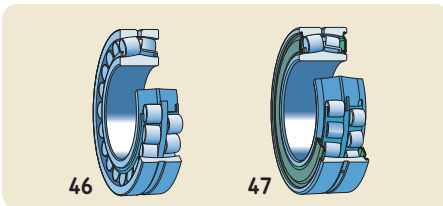
négysorú

nyitott kivitel

súrlódó tömítésekkel

TQO konfiguráció (45)

TQI konfiguráció

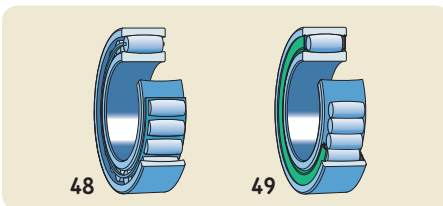


**Beálló görgőscsapágyak**

hengeres vagy kúpos furattal

nyitott alapkivitel (46)

súrlódó tömítésekkel (47)



**CARB toroidgörgős csapágyak**

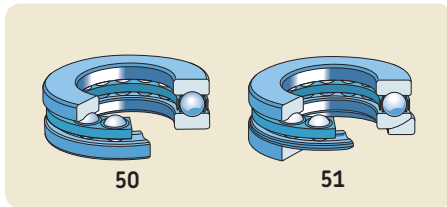
hengeres vagy kúpos furattal

nyitott alapkivitel

kosárvezetett görgőkészlettel (48)

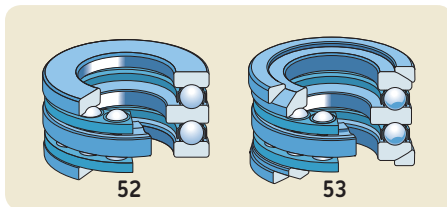
telegörgős kivitel súrlódó tömítéssel (49)

## Axiális csapágyak

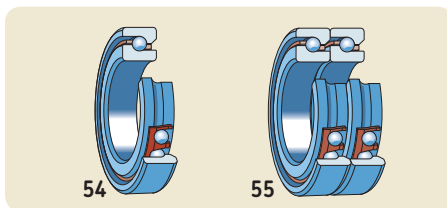


### Axiális golyóscsapágyak

egyirányú  
sík fészektárcsával (50)  
beálló fészektárcsával  
alátétárcsával (51) vagy anélkül

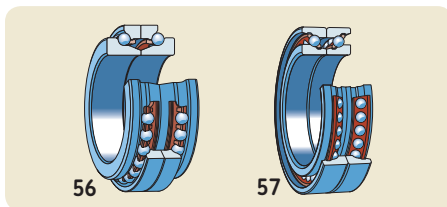


kétirányú  
sík fészektárcsákkal (52)  
beálló fészektárcsákkal  
alátétárcsákkal (53) vagy azok nélkül

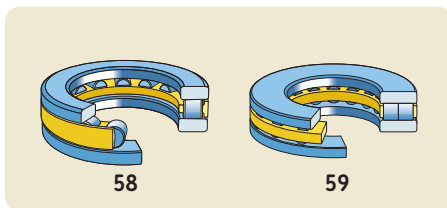


### Ferde hatásvonalú axiális golyóscsapágyak

nagy és igen nagy pontosságú csapágyak  
egyirányú  
alapkivitel önállóan beszerelt, „szóló”  
csapágy (54)  
univerzálisan párosítható kivitel párosított  
csapágykészletek (55)



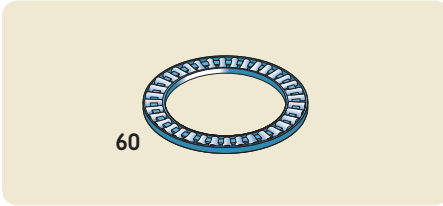
kétirányú  
alapkivitel (56)  
nagy fordulatszámú kivitel (57)



### Hengergörgős axiális csapágyak

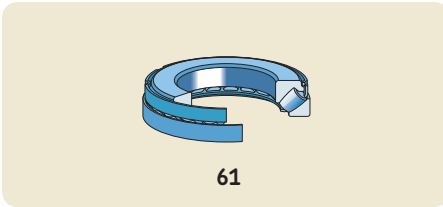
egyirányú  
egysorú (58)  
kétsorú (59)  
alkatrészek  
hengergörgős és görgőkosaras axiális  
szerelvények  
tengely- és fészektárcsák

## Axiális csapágyak



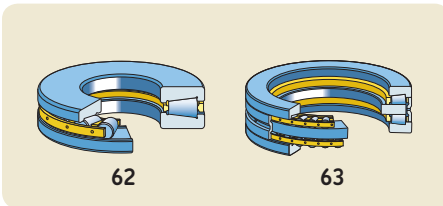
### Tűgörgős axiális csapágyak

egyirányú  
tűgörgőskosár (60)  
futópálya-tárcsák  
nyomótárcsák



### Beálló axiális görgőscsapágyak

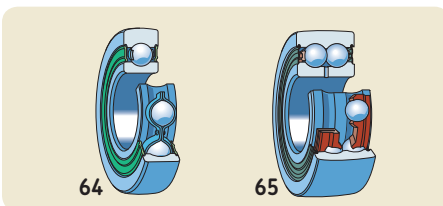
egyirányú (61)



### Axiális kúpgergős csapágyak

egyirányú  
fedéllel vagy anélkül (62)  
Hengerművi nyomóorsó csapágyak  
kétirányú (63)

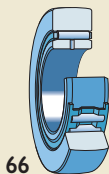
## Vezető- és támasztógörgők



### Vezetőgörgők

Egysorú golyóscsapágyas vezetőgörgő (64)  
Kétsorú golyóscsapágyas vezetőgörgő (65)

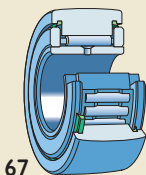
## Vezető- és támasztógörgők



### Támasztógörgők

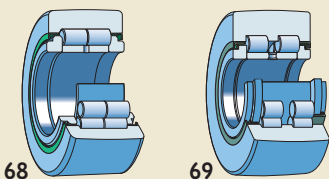
tűgörgő-kosár szerelvényt, tengelyirányú vezetés nélkül

súrlódó tömítésekkel vagy azok nélkül  
belső gyűrű nélkül  
belső gyűrűvel (66)



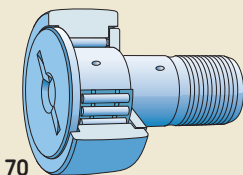
tűgörgőkkel, támasztótárcsás axiális vezetéssel

súrlódó tömítésekkel vagy azok nélkül  
tűgörgő-kosár szerelvényt (67)  
telegörgős kivitel



telegörgős kivitel, a hengergörgők axiális vezetéssel

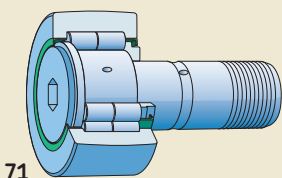
labirinttömítésekkel (68)  
súrlódó tömítésekkel (69)  
lamellás tömítésekkel



### Csapos támasztógörgők

tűgörgőkkel, axiális vezetéssel

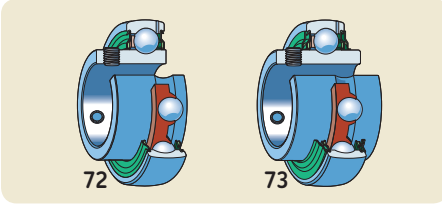
súrlódó tömítésekkel vagy anélkül  
koncentrikus támfelülettel (70)  
excentrikus támgűrűvel  
tűgörgő-kosár szerelvényt (70)  
telegörgős kivitel



hengergörgős, telegörgős kivitel, axiális megvezetéssel

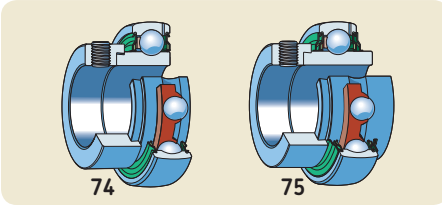
labirinttömítésekkel (71)  
súrlódó tömítésekkel  
koncentrikus támfelülettel (71)  
excentrikus támgűrűvel

## Y csapágyak

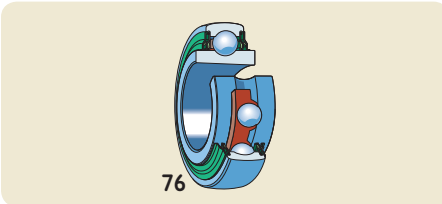


### Y csapágyak

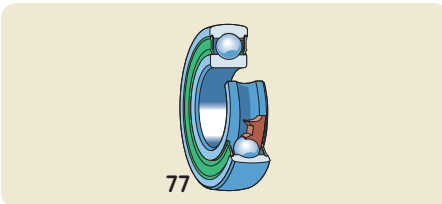
rögzítőcsavarokkal  
 egy oldalon meghosszabbított belső gyűrű (72)  
 mindkét oldalon meghosszabbított belső gyűrű (73)



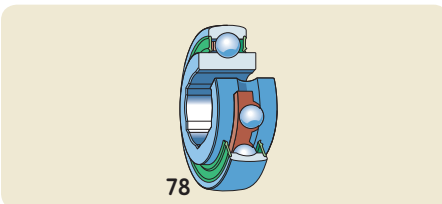
excentrikus rögzítőperem  
 egy oldalon meghosszabbított belső gyűrű (74)  
 mindkét oldalon meghosszabbított belső gyűrű (75)



kúpos furattal  
 mindkét oldalon meghosszabbított belső gyűrű (76)  
 szorítóhüvellyel történő szereléshez



normál belső gyűrűvel  
 a tengelyen szoros illesztéssel szerelve (77)



hatszögfurattal (78)

## A gördülőcsapágyak jelölési rendszere

### Alapjelölések

Minden szabványos SKF csapágy rá jellemző alapjelöléssel rendelkezik, amely általában három, négy vagy öt számjegyből vagy betűk és számjegyek kombinációjából áll. A csaknem az összes szabványos golyós- és görgőcsapágy-típus esetén használatos jelölésrendszert az **1. diagram** vázolja. A számjegyeknek és a betűk és számjegyek kombinációinak a jelentése a következő:

- Az első számjegy, illetve az első betű vagy betűkombináció a csapágy típusát, vagyis egy alap változatát azonosítja.
- A következő két számjegy az ISO szerinti méretsorozatot jelenti, az első számjegy a sorozat szélességét vagy magasságát jelöli (B, T vagy H méret), a második pedig a sorozat átmérőjét (D méret).
- Az alapjelölés utolsó két számjegye a csapágy méretkódját adja meg, amelyet 5-tel megszorozva megkapható a furat átmérője milliméterben.

Az alábbiakban felsoroljuk a csapágyak alap jelölésrendszerétől való legfontosabb eltéréseket.

- 1** Néha hiányzik a csapágytípust jelölő számjegy vagy sorozatméret-azonosító első számjegye. Ezek a számjegyek az **1. diagramban** zárójelben állnak.
- 2** A 10, 12, 15, illetve 17 mm furatátmérőjű csapágyak méretkódja a következő:  
00 = 10 mm  
01 = 12 mm  
02 = 15 mm  
03 = 17 mm
- 3** A 10 mm-nél kisebb, illetve az 500 mm-nél nagyobb furatátmérőjű csapágyak esetén a furat átmérője általában milliméterben van megadva, nincs kódolva. A méretazonosítót és a csapágyjelölés többi részét egy per jel választja el egymástól, például: 618/8 (d = 8 mm) vagy 511/530 (d = 530 mm). Ez érvényes az ISO 15:1998 szerinti 22, 28, illetve 32 mm furatátmérőjű szabványos csapágyak esetén is, például: 62/22 (d = 22 mm).

- 4** A 10 mm-nél kisebb furatátmérőjű kis méretű csapágyak, például a mély hornyú, az önbeálló és a ferde hatásvonalú csapágyak esetén a furat átmérője szintén milliméterben van megadva (kódolás nélkül), de itt nincs a sorozatjelölést elhatároló per jel, például: 629, 129 vagy 709 (d = 9 mm).
- 5** A szabványos furatátmérőtől eltérő furatátmérők kódolás nélkül, milliméterben vannak megadva három tizedes jegyre. Ez a furatátmérő-jelölés része az alapjelnek, és attól egy per jel választja el, például: 6202/15.875 (6202 csapágy speciális, d = 15,875 mm = 5/8 in. átmérőjű furattal).

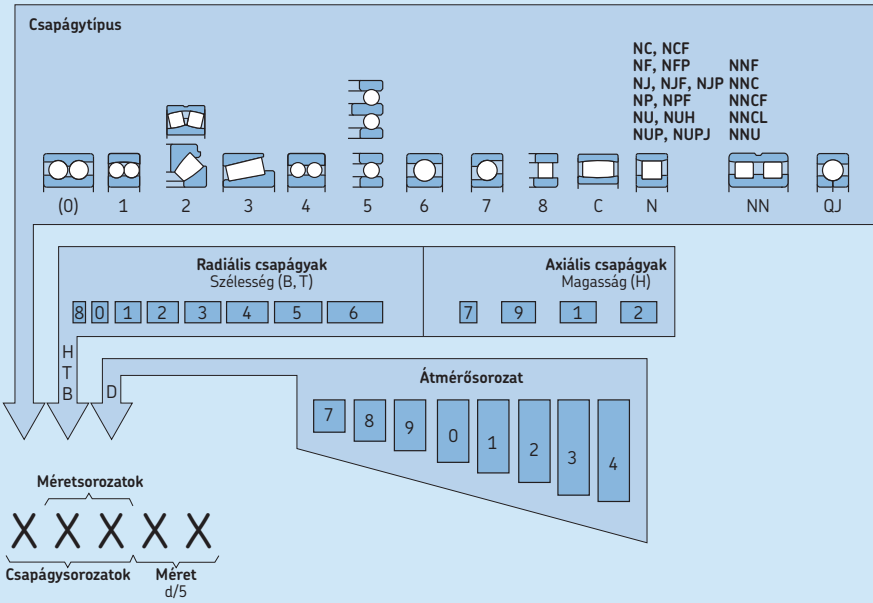
### Sorozatjelölések

Minden szabványos csapágy egy adott csapágy-sorozathoz tartozik, amelyet a méretazonosító rész nélküli alapjel azonosít. A sorozatjelölések gyakran tartalmazzák az A, B, C, D, vagy az E kiegészítőt, illetve e betűk valamilyen kombinációját, például a CA-t. Ezek a belső kialakítás, például a hatásszög megjelölésére szolgálnak.

Az **1. diagramban** a leggyakoribb csapágy-sorozat-jelölések a csapágyak vázlatrajza felett láthatók. A sorozatjelölésben a zárójelek között álló számok kimaradnak.

Az SKF szabványos, metrikus golyós- és görgőcsapágyainak jelölésrendszere

Csapágyssorozat		6(0)4				(0)4	
	223	544	623				33
	213	524	6(0)3				23
	232	543	622				22
	222	523	6(0)2	23			(0)3
	241	542	630	32			22
	231	522	6(1)0	22			12
	240		16(0)0	41			(0)2
	230	323	534	639			31
	249	313	514	619			30
	239	303	533	609			20
139	239	332	513	638	7(0)4	814	40
130	248	322	532	628	7(0)3	894	30
(1)23	238	302	512	618	7(0)2	874	69
1(0)3		331	511	608	7(1)0	813	59
(1)22	294	330	510	637	719	893	49
(0)33	1(0)2	293	320	4(2)3	591	627	718
(0)32	1(1)0	292	329	4(2)2	590	617	708
							811
							29
							18
							48
							41
							31
							60
							20
							40
							10
							39
							29
							19
							23
							(0)3
							30
							19
							12
							38
							28
							10
							19



Kód	Csapágytípus	Kód	Csapágytípus	Kód	Csapágytípus
0	Kétsorú ferde hatásvonalú golyóscsapágyak	7	Egysorú ferde hatásvonalú golyóscsapágyak	QJ	Négy pont-érintkezésű golyóscsapágyak
1	Beállító golyóscsapágyak	8	Axiális hengergörgős csapágyak	T	Kúpgörgős csapágyak az ISO 355-1977 szabvány szerint
2	Beállító görgőcsapágyak, axiális beállító görgőcsapágyak	C	CARB toroidgörgős csapágyak		
3	Kúpgörgős csapágyak	N	Hengergörgős csapágyak. A sorok számának vagy a peremek kialakításának jelölésére egy második, sőt néha egy harmadik betűt használnak, pl. NJ, NU, NUP, NN, NNU, NNCF, stb.		
4	Kétsorú mély hornyú golyóscsapágyak				
5	Axiális golyóscsapágyak				
6	Egysorú mély hornyú golyóscsapágyak				

## Kiegészítő jelek

A kiegészítő jelek a kialakítást, a változatot és az eredeti vagy az aktuális szabványos csapágyétól eltérő jellemzőket azonosítják. A leggyakoribb kiegészítő jelek alább láthatók.

<b>CN</b>	A normál belső hézag jele, amit rendszerint csak egy a csökkentett vagy eltoló hézagtartományt jelölő kiegészítő betűvel együtt használnak
<b>CS</b>	Acéllemezrel megerősített akrilnitril-butadién gumiból (NBR) készült súrlódó tömítés a csapágy egyik oldalán
<b>2CS</b>	CS súrlódó tömítés a csapágy mindkét oldalán
<b>CS2</b>	Acéllemezrel megerősített fluortartalmú gumiból (FKM) készült súrlódó tömítés a csapágy egyik oldalán
<b>2CS2</b>	CS2 súrlódó tömítés a csapágy mindkét oldalán
<b>CS5</b>	Acéllemezrel megerősített hidrogénezett akrilnitril-butadién gumiból (HNBR) készült súrlódó tömítés a csapágy egyik oldalán
<b>2CS5</b>	CS5 súrlódó tömítés a csapágy mindkét oldalán
<b>C1</b>	C2-nél kisebb csapágyhézag
<b>C2</b>	A normálnál (CN) kisebb csapágyhézag
<b>C3</b>	A normálnál (CN) nagyobb csapágyhézag
<b>C4</b>	C3-nál nagyobb csapágyhézag
<b>C5</b>	C4-nél nagyobb csapágyhézag
<b>F</b>	Gördülőelemeken központosított, forgácsoló acél vagy különleges öntöttvas kosár
<b>FA</b>	Külső gyűrűn központosított, forgácsoló acél vagy különleges öntöttvas kosár
<b>FB</b>	Belső gyűrűn központosított, forgácsoló acél vagy különleges öntöttvas kosár
<b>G..</b>	Zsírrel feltöltött. Egy második betű a zsír hőmérséklettartományát, egy harmadik pedig a ténylegesen használt zsírt jelöli. A hárombetűs zsírkódot követő számjegy azt jelzi, hogy a feltöltés foka mely mértékben tér el a szabványostól: az 1., a 2. és a 3. számjegy a szabványosnál kisebb feltöltést jelöli, a 4-9 számjegyek pedig annál nagyobb feltöltésre utalnak.
<b>H</b>	Sajtolt, bepattintható, edzett acélkosár
<b>HT</b>	Magas hőmérsékleten használható zsírral feltöltve. A HT vagy a HT-t követő kétjegyű szám azonosítja a ténylegesen használt zsírt. A szabványostól eltérő fokú feltöltést egy betű vagy egy betű/szám kombináció azonosítja a HTxx után.

<b>J</b>	Gördülőelemeken központosított, sajtolt, edzetlen acélkosár
<b>K</b>	Kúpos furat, kúposág: 1:12
<b>K30</b>	Kúpos furat, kúposág: 1:30
<b>LHT</b>	Alacsony és magas hőmérsékleten is használható zsírral feltöltve. Az LHT vagy az LHT-t követő kétjegyű szám azonosítja a ténylegesen használt zsírt. A szabványostól eltérő fokú feltöltést egy betű vagy egy betű/szám kombináció azonosítja az LHTxx után.
<b>LS</b>	Acéllemezrel megerősített vagy meg nem erősített akrilnitril-butadién gumiból (NBR) vagy poliuretánból (AU) készült súrlódó tömítés a csapágy egyik oldalán
<b>2LS</b>	LS súrlódó tömítés a csapágy mindkét oldalán
<b>LT</b>	Alacsony hőmérsékleten használható zsírral feltöltve. Az LT vagy az LT-t követő kétjegyű szám azonosítja a ténylegesen használt zsírt. A szabványostól eltérő fokú feltöltést egy betű vagy egy betű/szám kombináció azonosítja az LTxx után.
<b>M</b>	Gördülőelemeken központosított forgácsoló sárgaréz kosár
<b>MA</b>	Külső gyűrűn központosított forgácsoló sárgaréz kosár
<b>MB</b>	Belső gyűrűn központosított forgácsoló sárgaréz kosár
<b>ML</b>	Belső, illetve külső gyűrűn központosított, egy darabból álló, forgácsoló ablakos sárgaréz kosár
<b>MT</b>	Közepes hőmérsékleten használható zsírral feltöltve. Az MT vagy az MT-t követő kétjegyű szám azonosítja a ténylegesen használt zsírt. A szabványostól eltérő fokú feltöltést egy betű vagy egy betű/szám kombináció azonosítja az MTxx után.
<b>N</b>	Horony a rögzítőgyűrű számára a külső gyűrűn
<b>NR</b>	Horony a rögzítőgyűrű számára a külső gyűrűn, a megfelelő rögzítőgyűrűvel
<b>P</b>	Gördülőelemeken központosított, fröccsöntött, üvegszál erősítésű, poliamid 6,6-ból készült kosár
<b>PHA</b>	Külső gyűrűn központosított, fröccsöntött, üvegszál erősítésű poliéter-éterketonból (PEEK) készült kosár
<b>RS</b>	Akrilnitril-butadién gumiból (NBR) készült súrlódó tömítés acéllemez erősítéssel vagy anélkül a csapágy egyik oldalán



- 2RS** RS sűrűlódó tömítés a csapágy mindkét oldalán
- RSH** Acéllemezzel megerősített akrilnitril-butadién gumiból (NBR) készült sűrűlódó tömítés a csapágy egyik oldalán
- 2RSH** RSH sűrűlódó tömítés a csapágy mindkét oldalán
- RSL** Acéllemezzel megerősített, kis sűrűlódási együtthatójú, akrilnitril-butadién gumiból (NBR) készült sűrűlódó tömítés a csapágy egyik oldalán
- 2RSL** RSL kis sűrűlódású sűrűlódó tömítés a csapágy mindkét oldalán
- RS1** Acéllemezzel megerősített akrilnitril-butadién gumiból (NBR) készült sűrűlódó tömítés a csapágy egyik oldalán
- 2RS1** RS1 sűrűlódó tömítés a csapágy mindkét oldalán
- RS1Z** Acéllemezzel megerősített akrilnitril-butadién gumiból (NBR) készült sűrűlódó tömítés a csapágy egyik, és védőlemez a csapágy másik oldalán
- RS2** Acéllemez erősítésű fluorkaucsukból készült (FKM) sűrűlódó tömítés a csapágy egyik oldalán
- 2RS2** RS2 sűrűlódó tömítés a csapágy mindkét oldalán
- RZ** Acéllemezzel megerősített akrilnitril-butadién gumiból (NBR) készült kis sűrűlódású tömítés a csapágy egyik oldalán
- 2RZ** RZ kis sűrűlódású tömítés a csapágy mindkét oldalán
- TN** Gördülőelemeken központosított, fröccsöntött poliamid (PA66) kosár
- TNH** Gördülőelemeken központosított, fröccsöntött poliéter-éterketonból (PEEK) készült kosár
- TN9** Gördülőelemeken központosított, fröccsöntött üvegszál erősítésű poliamid 6,6-ból készült kosár
- V** Telegörgős csapágy (kosár nélkül)
- WT** Hő- és egyben fagyálló zsírral feltöltött csapágy. A WT vagy a WT-t követő kétjegyű szám azonosítja a ténylegesen használt zsírt. A szabványostól eltérő fokú feltöltést egy betű vagy egy betű/szám kombináció azonosítja a WTxx után.
- W64** Szilárd olajjal feltöltött
- Y** Gördülőelemeken központosított sajtolt sárgaréz kosár
- Z** Sajtolt acél védőlemez a csapágy egyik oldalán
- ZZ** Z védőlemez a csapágy mindkét oldalán

## Az SKF-termékek azonosítása

### Csapágyak azonosítása

**MEGJEGYZÉS:** Azért, hogy biztosan eredeti SKF csapágyat kapjon, kizárólag az SKF-től vagy az SKF szerződött partnereitől vásároljon.

Csaknem mindegyik SKF gyártmányú csapágyon megtalálhatók a következő azonosító jelzések a belső vagy a külső gyűrű oldalsó felületén (→ 5. ábra):

- 1 Az SKF márkajel
- 2 A teljes csapágyjelölés
- 3 A gyártás dátuma, kódolva
- 4 A gyártás helye (ország)

A csapágy típusa és jellemzői a csapágyjelölésből határozhatók meg. A csapágy típusától függően a csapágyon egyéb azonosítók is előfordulhatnak.

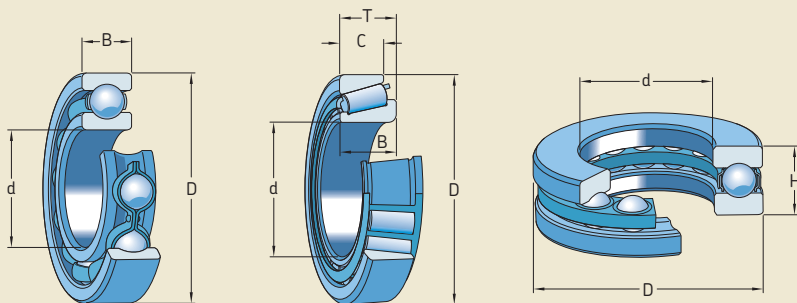
**MEGJEGYZÉS:** Néha az egyik gyűrűn csak az adatok egy része található meg. Előfordulhat például, hogy egy görgő-kosár szerelvénnyel rendelkező hengergöngös csapágy külső gyűrűjén a 3NU20 or 320 E azonosító található. Ez azt jelzi, hogy a külső gyűrű átmérsorozata 3, és a furat 100 mm-es (20 × 5). Ez a külső gyűrű párja lehet egy NU, NJ vagy NUP jelzésű belső gyűrűnek, így adva ki a teljes csapágyat. Ekkor a teljes csapágyjelölésnek a belső gyűrűn kell szerepelnie, például: NJ 320 ECP/C3. A teljes jelölés mindig rá van nyomtatva a csomagolásra, és leggyakrabban a gépet ábrázoló rajzokból és a gép műszaki leírásából is kiolvasható.



Ha a csapágyon található jelölés már nem olvasható, akkor az alap csapágyjelölést általában úgy állapíthatja meg, hogy megméri a külső méreteket (→ 6. ábra), és az interneten az [www.skf.com](http://www.skf.com) honlapon elérhető SKF interaktív műszaki katalógust használja.

- 1 Határozza meg a csapágy típusát (→ A gördülőcsapágyak típusai és kialakításai, 12. oldal).
- 2 Mérje meg a csapágy furatának  $d$  átmérőjét.
- 3 Mérje meg a csapágy  $D$  külső átmérőjét.
- 4 Mérje meg a csapágy B, C, T szélességét, illetve H magasságát.

6. ábra



Radiális golyócsapágy

Radiális görgőcsapágy

Axiális golyócsapágy

5 Az SKF interaktív műszaki katalógus Részletes keresés funkciójához adja meg a külső méreteket, és határozza meg a lehetséges alap csapágyjelöléseket.

**MEGJEGYZÉS:** A teljes csapágyjelölés meghatározásához állapítsa meg a kosár típusát és anyagát, a tömítés kialakítását, továbbá azonosítson minden más látható jellemzőt. További segítségért forduljon az SKF szerződött partneréhez, illetve az SKF alkalmazástechnikai mérnöki szolgálathoz.

### Osztott házak és csapágyegységek azonosítása

Valamennyi SNL, SONL és SAF osztott csapágház jelölése a ház fedelére van beleöntve (→ 7. ábra). Az egyes házak fedele és alapja egyedi sorozatszámokkal rendelkezik, hogy elkerülhető legyen az alkatrészek összekeverése, amikor egyszerre több házat szerelnek be.

Csapágyegységek esetén a csapágyat és a házat (és ha van, a többi alkatrészt) külön-külön azonosítsa.

### Cseretömítések

A cseretömítéseknek anyagukban és kialakításukban meg kell egyezniük az eredetiekkel. Az eredetitől eltérő anyagból készült tömítés csak akkor használható, ha feltétlenül szükséges.

**VIGYÁZAT!** Tömítéscserekor gondosan olvassa le a régi tömítés cikkszámát. Még az olyan egyszerű tévedés is, mint egy szabványos nitrilgumi tömítés használata az ellenállóbb, fluortartalmú gumiból készült tömítés helyett, „rejtélyes” tömítéshibát okozhat.

## A csapágyak élettartama

### Névleges alap élettartam

A görgőscsapágy élettartama azon adott fordulatszámmal megtett fordulatok vagy üzemeltetési órák száma, amelyek során sem a csapágy valamelyik gyűrűjén, sem a gördülő elemein nem jelentkeznek a kifáradásnak semmilyen jele. Ez az élettartam a csapágy típusának, a terhelésnek és a fordulatszámoknak a függvényében a névleges élettartamra vonatkozó képlettel kiszámolható.

7. ábra



$$L_{10} = \left( \frac{C}{P} \right)^p$$

vagy, ha a fordulatszám állandó,

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60 n} L_{10}$$

ahol

$L_{10}$  = névleges élettartam (90%-os megbízhatósággal [millió fordulat])

$L_{10h}$  = névleges élettartam (90%-os megbízhatósággal [üzemóra])

$C$  = dinamikus alapterhelés [kN]

$P$  = egyenértékű dinamikus csapágyterhelés [kN]

$n$  = fordulatszám [ford./perc]

$p$  = az élettartam-képlet kitevője

= 3 golyóscsapágyak esetén

= 10/3 görgőscsapágyak esetén

### Névleges SKF élettartam

A modern, kiváló minőségű csapágyak esetén a névleges élettartam jelentősen eltérhet egy adott alkalmazás tényleges üzemi élettartamától. Az ISO 281: 2007 ezért módosított élettartam-képlettel egészíti ki a névleges élettartam-képletet.

## Alapok

A névleges SKF élettartam képlete a következő:

$$L_{nm} = a_1 a_{SKF} L_{10} = a_1 a_{SKF} \left( \frac{C}{P} \right)^p$$

vagy, ha a fordulatszám állandó,

$$L_{nmh} = \frac{10^6}{60 n} L_{nm}$$

ahol

$L_{nm}$  = névleges SKF élettartam (100 – n<sup>1</sup>) %-os megbízhatósággal [millió fordulat]

$L_{nmh}$  = névleges SKF élettartam (100 – n<sup>1</sup>) %-os megbízhatósággal [üzemóra]

$L_{10}$  = névleges alapélettartam (90%-os megbízhatósággal [millió fordulat])

$a_1$  = a módosított élettartam megbízhatósági tényezője

$a_{SKF}$  = SKF módosított élettartam tényező

C = dinamikus alapterhelés [kN]

P = egyenértékű dinamikus csapágyterhelés [kN]

n = fordulatszám [ford./perc]

p = az élettartam-képlet kitevője  
= 3 golyóscsapágyak esetén  
= 10/3 görgőscsapágyak esetén

A névleges SKF élettartam kiszámítására vonatkozó további információ az internetről, a [www.skf.com](http://www.skf.com) honlapon elérhető *SKF interaktív műszaki katalógusból* szerezhető be.

## Üzemi élettartam

### Csapágy üzemi élettartam

A csapágy névleges alap-élettartamának kiszámításakor az eredmény jelentősen eltérhet egy adott alkalmazás tényleges üzemi élettartamától. Az üzemi élettartam, vagyis a csapágy tényleges élettartama az első meghibásodásig valós üzemi körülmények között, számos befolyásoló tényezőtől függ, így a kenéstől, a csapágy környezetének szennyezettségétől, a helytelen tengelybeállítástól, a helyes beszereléستől, továbbá az üzemi körülményektől, így a terheléstől, a fordulatszámától, a hőmérséklettől és a vibrációs szinttől. Mindezen tényezők figyelembe vétele

érdekében az SKF nyomtatékosan ajánlja, hogy ne csupán a névleges alap élettartamot számítsa ki, hanem a névleges SKF élettartamot is.

### Tömítés üzemi élettartama

A tömítések szerepe az, hogy a kenőanyagot a csapágyon belül, a szennyezőanyagokat pedig a csapágyon kívül tartsák. Eközben a tömítések a kenőanyagot is védik a szennyezőanyagoktól, ami végeredményben hozzájárul ahhoz, hogy a csapágy a lehető leghosszabb üzemi élettartamú legyen.

A csapágyaktól eltérően a tömítések élettartamát nem lehet kiszámítani.

A tömítések üzemi élettartamát még nehezebb megjósolni, mert az csaknem kizárólag az üzemi körülményektől, valamint a környezet szennyezettségétől, a tengely beállításától, a beszerelési eljárástól és a maró vegyi anyagokkal, például tisztítószerekkel való érintkezéstől függ.

### Kenőanyag üzemi élettartama

A kenőanyag gyakorlatilag minden alkalmazásban jelentős hatással van a csapágy üzemi élettartamára. Ezért minden kenőanyagot illeszkednie kell az alkalmazás üzemi körülményeihez. Függetlenül attól, hogy egy elrendezésben a csapágyakat zsír vagy olaj kenik, a kenőanyag hatékonysága a mechanikai munka, az előregedés és az alkatrészek kopásából származó és/vagy a kívülről bejutó szennyezőanyagok hatására idővel csökken. Ezért nehéz megjósolni a kenőanyag tényleges üzemi élettartamát. Az SKF azonban e dokumentum későbbi fejezeteiben támpontot nyújt az újrafenési időközök meghatározásához és a karbantartási eljárásokhoz.

### Tisztaság

A szennyeződés károsan befolyásolja a csapágyak és a tömítések üzemi élettartamát. Negatív hatást gyakorolhat a kenőanyag üzemi élettartamára is. Ezért fontos, hogy a görgőscsapágyakat tiszta zsírral vagy olajjal kenjék, és hogy a kenőanyagot hatékony tömítési rendszerrel teljesen megvédjék a szennyezőanyagoktól.

A tisztaságot minden karbantartási tevékenység során fontos szempontként kell kezelni, a beszereléستől kezdve az újrafenésen át az ellenőrzésig és a kiserelésig. A tisztaságra vonat-

<sup>1)</sup> Az n tényező a hiba valószínűségét jelenti, azaz a szükséges megbízhatóság és a 100% közötti eltérést.

kozó ajánlásokat a megfelelő fejezetek fogják ismertetni, itt csak általános útmutatást adunk:

- Tartsa a csapágyakat eredeti csomagolásukban, ahol megfelelően védve vannak, és onnan csak közvetlenül beszerelés előtt vegye ki őket.
- A csapágyakat piszoktól, portól, nedvességtől mentes helyen szerelje be.
- Minden karbantartási tevékenységhez professzionális szerszámokat használjon.
- A kiömlött zsírt, olajat azonnal törölje le.
- Újrakenés előtt tisztítsa meg a zsírzóillesztéket, és utána megfelelő záróku-pakkal tökéletesen zárja le őket.
- A kenőanyagok szállításához és betöltéséhez megfelelően azonosított és tiszta tartályt használjon. Célszerű és erősen ajánlott minden egyes kenőanyagtípusokhoz különböző tartályt használni.
- A rendszeres lemosások alkalmával a tömlőt ne irányítsa a tömitésekre.

**MEGJEGYZÉS:** Jobb megelőzni a csapágyak beszennyeződését, mint megtisztítani őket. Sok csapágytípus esetén a csapágyat nem lehet szétszedni, így nehéz megtisztítani.

## Csapághézag

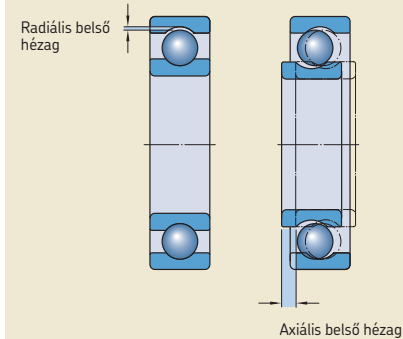
A csapágy belső hézaga az a teljes távolság, amennyire a csapágy egyik gyűrűje el tud mozdulni a másikhoz képest (→ **8. ábra**):

- sugárirányban (radiális csapághézag)
- tengelyirányban (axiális csapághézag)

Különbséget kell tenni a csapágy beszerelés előtti belső hézaga (→ **E függelék, a 388. oldaltól**) és a beszerelt, üzemi hőmérsékletét elért csapágy hézaga (üzemi hézaga) között. A kezdeti hézag (a beszerelés előtt) nagyobb, mint az üzemi, mert az illesztéseknél kialakuló különböző túlfedések valamint a csapágyelemek és a csatlakozó alkatrészek eltérő hőtágulása a csapágygyűrűket tágítják vagy összenyomják.

A csapágy radiális hézagának fontos szerepe van a kielégítő működésben. Általános szabályként megfogalmazható a következő:

8. ábra



- A golyóscsapágyak üzemi hézagának gyakorlatilag nullának kell lennie, esetleges könnyű előfeszítés megengedett.
- Hengergörgős, beálló görgős és CARB toroidgörgős csapágyak esetén működés közben mindig maradnia kell valamekkora hézagnak.
- Kúpgörgős csapágyak esetén mindig kell lennie megmaradó hézagnak, kivéve az olyan csapágyelrendezéseket, melyeknél a merevség a követelmény, például a hajtófogaskerekek csapágyelrendezésében, ahol a csapágyakat bizonyos előfeszítéssel kell beszerelni.

**MEGJEGYZÉS:** Ott, ahol az üzemi és a beszerelési körülmények eltérnek a normálistól, például ahol fedő illesztést használnak mindkét csapágygyűrű esetén vagy különleges hőmérsékleti viszonyok esetén a Normál értéknél nagyobb vagy kisebb hézagú csapágyakra lehet szükség. Ilyenkor az SKF azt javasolja, hogy beszerelés után ellenőrizze a csapágyban a megmaradó játékot.

## Csapágyelrendezések

Egy forgó gépkalkatrész megtartásához általában két csapágyra van szükség, ezek jellemző elrendezése az, hogy egyik a vezető, a másik az eltolható csapágy. Egyes alkalmazásokban a tengelyt tengelyirányban mindkét csapágyon tartania kell. Ezeket beállított vagy kereszttartott csapágyelrendezéseknek nevezzük.

### A csapágyelrendezések típusai

#### Vezető és eltolható csapágyelrendezések

Azok az elrendezések a leggyakoribbak, amelyekben egyik csapágy vezető, a másik eltolható helyzetben van (→ 9. ábra).

A vezető csapágy, amely jellemzően a gép hajtó végén helyezkedik el, sugárirányban tartja a tengelyt, és annak helyzetét axiálisan mindkét irányban meghatározza. Ezért ennek a csapágyonak mind a tengelyen, mind a házban rögzítve kell lennie. Vezető csapágyként az alábbi csapágytípusok alkalmazhatók:

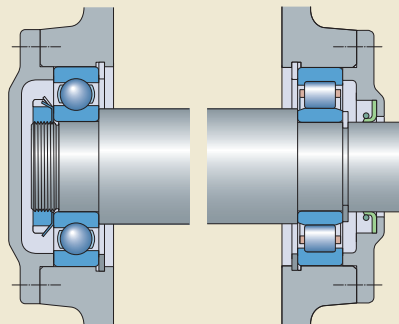
- mély hornyú golyóscsapágyak (→ 9. ábra)
- önbeálló golyóscsapágyak
- beálló görgőscsapágyak (→ 10. ábra, bal oldali csapágy)
- Kétsorú vagy párosított egysorú ferde hatásvonalú csapágyak
- párosított kúpgörgős csapágyak
- hengergörgős csapágyak (NJ és HJ, valamint NUP kialakítású csapágyak)

Kombinációban használható egy olyan radiális csapágy is, amely csak sugárirányú terhelést tud elviselni, egy olyan csapággal, amely a tengelyirányú terhelést veszi fel, például egy NU kialakítású hengergörgős csapágy egy négypont-érintkezésű golyóscsapágy (→ 11. ábra).

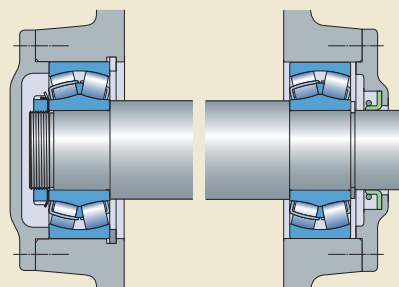
Az eltolható csapágy sugárirányú támaszt biztosít, és szükség esetén elviseli a tengelynek a hőtágulásból származó, a házhoz viszonyított tengelyirányú elmozdulását. Egyes csapágyak a tengelyirányú elmozdulást a csapágyon belül tudják kezelni. Az ilyen tulajdonsággal rendelkező tipikus csapágytípusok a következők:

- CARB toroidgörgős csapágyak
- hengergörgős csapágyak, melyeknek csupán egyik gyűrűje peremes, azaz az N és NU kialakítású csapágyak

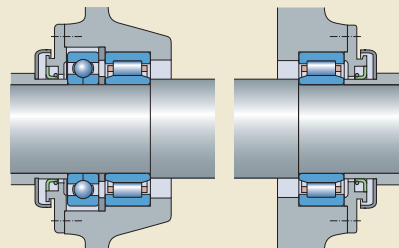
9. ábra



10. ábra



11. ábra



Más, nem vezető csapágyak esetén a tengelyirányú elmozdulás az egyik csapágygyűrű és a támfelület között történik, jellemzően a külső gyűrű és a ház furata között. Nem vezető csapágyként a következő típusú csapágyak alkalmazhatók:

- mély hornyú golyóscsapágyak
- önbeálló golyóscsapágyak
- beálló görgőscsapágyak (→ 10. ábra, jobb oldali csapágy)

### Tükörkép csapágyazások

Tükörkép elrendezés esetén a tengelyt tengelyirányban egyik irányban egyik csapágy, az ellenkező irányban a másik csapágy tartja. Ezt az elrendezést kereszttartottnak is nevezik, és általában rövid tengelyek esetén használják. A kereszttartott elrendezéshez minden olyan radiális golyós- és görgőscsapágy használható, amely legalább egyik irányban képes tengelyirányú terhelést elviselni, így például használhatók a következők:

- mély hornyú golyóscsapágyak
- ferde hatásvonalú golyóscsapágyak (→ 12. ábra)
- kúpörgős csapágyak

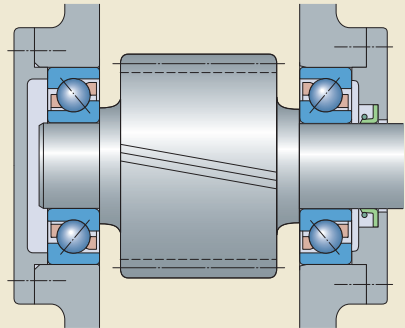
## Csapágy elrendezési módszerek

### A csapágyak radiális rögzítése

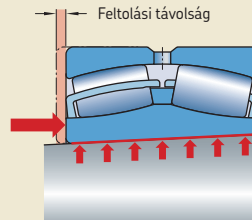
A csapágy teherbírásának teljes kihasználása érdekében a gyűrűit teljes palástfelületükön vagy tárcsáit teljes homloklfelületükön meg kell támasztani.

Kielégítő radiális rögzítés és megfelelő alátámasztás általában csak úgy érhető el, ha a gyűrűket megfelelő mértékű túlfedéssel szerelik be. A nem megfelelően vagy helytelenül rögzített csapágygyűrűk rendszerint tönkreteszik a csapágyakat és a csatlakozó alkatrészeket. Amikor nem lehet szilárd illesztést használni, és helyette laza illesztéssel kell élni, akkor különösen ügyelni kell a csapágy kúszásának korlátozására, mert különben a tengelyen vagy a házban megkaphat a csapágy támfelülete.

12. ábra



13. ábra



**MEGJEGYZÉS:** A kúszás a csapágygyűrű és a támfelület egymáshoz viszonyított elmozdulása, és jellemzően akkor fordul elő, amikor az alkalmazott szilárd illesztés nem elegendő az adott terhelési körülmények között, vagy amikor nem alkalmazható szoros illesztés.

## Az illesztés

### Hengeres furattal rendelkező csapágyak

Hengeres furattal rendelkező csapágyak illesztésének kiválasztásakor először a forgási körülményeket kell megvizsgálni (→ **1. táblázat**). Lényegében három különböző helyzet fordulhat elő:

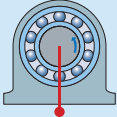
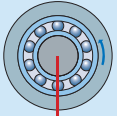
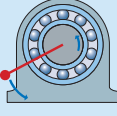
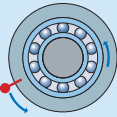
- A forgó terhelés azt jelenti, hogy a csapágygyűrű gyűrű forog, és a terhelés iránya állandó. (Azt is jelentheti, a csapágygyűrű áll, de a terhelés iránya forog.)
- Az álló terhelés azt jelenti, hogy a csapágygyűrű áll, és a terhelés iránya is állandó. (Azt is jelentheti, hogy a csapágygyűrű és a terhelés azonos fordulatszámú forog.)
- A határozatlan irányú terhelés változó külső terheléseket, lökésszerű, vibrációs és kiegyensúlyozatlanságból adódó terhelést jelent nagyfordulatú gépeknél.

Az illesztés kiválasztásakor figyelembe veendő további tényezőket a **2. táblázat** sorolja fel a **33–34. oldalon**.

### Kúpos furattal rendelkező csapágyak

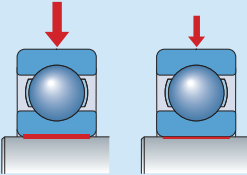
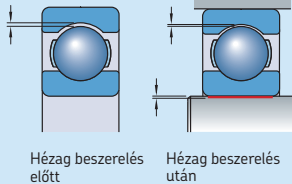
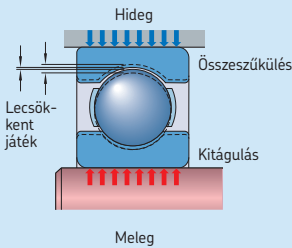
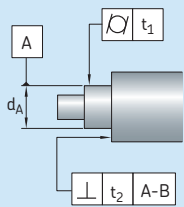
A kúpos furattal rendelkező csapágyakat vagy közvetlenül kúpos-vagy szorító- vagy lehúzóhüvely segítségével hengeres tengelytámfelületre szerelik. A belső gyűrű illesztését azt határozza meg, hogy a gyűrűt milyen messzire tolják fel a tengely vagy a hüvely támfelületén (→ **13. ábra, 31. oldal**).

1. táblázat

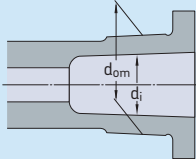
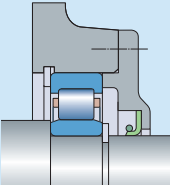
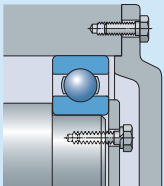
Forgási és terhelési körülmények				
Üzemi körülmények	Sematikus ábra	Terhelési körülmények	Példa	Ajánlott illesztések
Forgó belső gyűrű		Forgó terhelés a belső gyűrűn	Szíjhajtású tengelyek	Szilárd illesztés a belső gyűrűnél
Álló külső gyűrű		Álló terhelés a külső gyűrűn		Laza illesztés a külső gyűrűnél
Állandó irányú terhelés				
Álló belső gyűrű		Álló terhelés a belső gyűrűn	Szállítószalag szabadonfutó görgői	Laza illesztés a belső gyűrűnél
Forgó külső gyűrű		Forgó terhelés a külső gyűrűn	Gépkocsi kerékagy-csapágyak	Szilárd illesztés a külső gyűrűnél
Állandó irányú terhelés				
Forgó belső gyűrű		Álló terhelés a belső gyűrűn	Vibrációs alkalmazások	Szilárd illesztés a külső gyűrűnél
Álló külső gyűrű		Forgó terhelés a külső gyűrűn	Rezgő sziták vagy motorok	Laza illesztés a belső gyűrűnél
A belső gyűrűvel együttforgó terhelés				
Álló belső gyűrű		Forgó terhelés a belső gyűrűn	Hengeres törő	Szilárd illesztés a belső gyűrűnél
Forgó külső gyűrű		Álló terhelés a külső gyűrűn	(Körhinta-hajtások)	Laza illesztés a külső gyűrűnél
A külső gyűrűvel együttforgó terhelés				



## Az illesztés kiválasztásakor figyelembe veendő tényezők

Tényező	Helyzet	Útmutatás
Terhelés nagyságrendje		<p>A nagy terhelésnek kitett csapágyak hajlamosabbak a kúszásra, mint a kisebb mértékben terheltek</p> <p>A kúszás megelőzése érdekében a nagy terhelésnek kitett csapágyakhoz nagyobb szilárd illesztést válasszon.</p> <p>A lökésszerű terheléseket is figyelembe kell venni.</p> <p>A terhelés nagyságrendje a következő:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>P \leq 0,05 C</math> – kis terhelés</li> <li>• <math>0,05 C &lt; P \leq 0,1 C</math> – normál terhelés</li> <li>• <math>0,1 C &lt; P \leq 0,15 C</math> – nagy terhelés</li> <li>• <math>P &gt; 0,15 C</math> – nagyon nagy terhelés</li> </ul>
Csapágyhézag	 <p>Hézag beszerelés előtt      Hézag beszerelés után</p>	<p>Minél szorosabb a szilárd illesztés, annál jobban csökken beszerelés után a csapágy kezdeti belső hézaga.</p> <p>Szoros illesztéshez a Normál értéknél nagyobb csapágyhézaggal rendelkező csapágyra lehet szükség.</p>
Hőmérséklet-különbség	 <p>Hideg</p> <p>Összeszűkülés</p> <p>Lecsőkent játék</p> <p>Kitágulás</p> <p>Meleg</p>	<p>Működés közben a külső gyűrű hőmérséklete gyakran alacsonyabb, mint a belső gyűrűé, így csökken a belső hézag.</p> <p>Az alkatrészek (várt) üzemi hőmérsékletétől függően előfordulhat, hogy a Normál értéknél nagyobb csapágyhézaggal rendelkező csapágyakra van szükség.</p>
A futáspontosságra vonatkozó követelmények	 <p>A</p> <p><math>d_A</math></p> <p><math>t_1</math></p> <p><math>t_2</math> A-B</p>	<p>Laza illesztésű csapágyaknál, ha a nagy futáspontosság fontos, számítani kell vibráció előfordulására.</p> <p>Ha fontos a nagy futási pontosság, akkor a tengelyre legalább az IT5-ös, a házra legalább az IT6-os tűrésfokozatnak megfelelő illesztést válasszon.</p> <p>Az ütés és a vibráció csökkentése érdekében szilárd illesztést válasszon.</p>

## Az illesztés kiválasztásakor figyelembe veendő tényezők

Tényező	Helyzet	Útmutatás	
A tengely és a ház kialakítása és anyaga		<p>Az illesztések kevésbé hatékonyak üreges tengely és vékony falú ház esetén.</p> <p>A rossz érintkezés a csapágy támfelületén, például osztott házban, deformálhatja a csapágygyűrűt, így az elvesztheti kör alakját.</p> <p>Ha nem csapágyacélból készült, akkor az eltérő hőtágulási együtthatók miatt a csapágy támfelületének anyaga is befolyásolja az illesztés kiválasztását.</p>	<p>Vékony falú vagy könnyűfémötvözetből készült ház, illetve üreges tengely esetén a normálnál erősebb szilárd illesztést válasszon.</p> <p>Osztott házaknál nem használható erős szilárd illesztés. Az ilyen házak esetén az SKF a G vagy a H (vagy legfeljebb a K) tűrésosztályt ajánlja.</p>
Egyszerű be- és kiszerezés		<p>A lazán illesztett csapágyakat könnyebb be- és kiszerezni, mint a szilárdan illesztetteket.</p>	<p>Ha szilárd illesztésre van szükség, de lényeges a könnyű be- és kiszerezhetőség is, akkor szétválasztható csapágyat vagy kúpos furattal rendelkező csapágyat válasszon. A kúpos furattal rendelkező csapágyakat vagy közvetlenül kúpos vagy szorító- illetve lehúzóhüvely segítségével hengeres tengelytámfelületre szerelik be.</p>
Az eltolható csapágy elmozdulása		<p>Egyes csapágyak a csapágyon belül tudják kezelni a tengelyirányú elmozdulást, ilyenek például az egyik gyűrűn váll nélküli hengergörgős csapágyak, a tűgörgős csapágyak és a CARB toroidgörgős csapágyak.</p>	<p>Az olyan csapágyaknak, amelyek a tengelyirányú elmozdulást nem tudják a csapágyon belül kezelni, egy szabad gyűrűvel kell rendelkezniük, vagyis az állandó terhelést viselő gyűrűhöz laza illesztést kell választani.</p>

### Ajánlott illesztések és tűrések

A szabványos gördülőcsapágyak furat- és palástátmérőjének tűréseit nemzetközi szabványok írják elő. A megfelelő illesztés megvalósításához csupán néhány ISO tűrésosztályt kell figyelembe venni a gördülőcsapágy alkalmazások tengely- és fészékfurat tűréseinek kiválasztásakor. A leggyakrabban használt tűrésosztályok elhelyezkedését a csapágy furat- és palásttűréseihez viszonyítva a **14. ábra** szemlélteti.

**MEGJEGYZÉS:** Az egyes ISO tűrésosztályokat egy betű és egy szám jelöli. A betű (kisbetű a tengelyátmérő és nagybetű a házfurat esetén) a tűrészóna helyét adja meg a névleges mérethez viszonyítva. A szám a tűrészóna méretét mutatja.

Tömör acéltengely és öntöttvas vagy acél ház esetére a csapágyillesztési ajánlásokat az **A függelék** tartalmazza a **334. oldaltól**. A tengelyen és házban lévő görgőscsapágy-ülékek megfelelő tűrésértékeit a **B függelék** tartalmazza a **338. oldaltól**.

Ha a csapágyat üreges tengelyre szilárd illesztéssel kell beszerelni, akkor ugyanakkora felületi nyomás biztosításához a belső gyűrű és a tengely támfelülete között általában nagyobb szilárd illesztést kell alkalmazni, mint tömör tengely esetén. További információ az

internetről, a [www.skf.com](http://www.skf.com) honlapon elérhető *SKF interaktív műszaki katalógusból* szerezhető.

### A méretekre, az alakra és a futáspontosságra vonatkozó követelmények

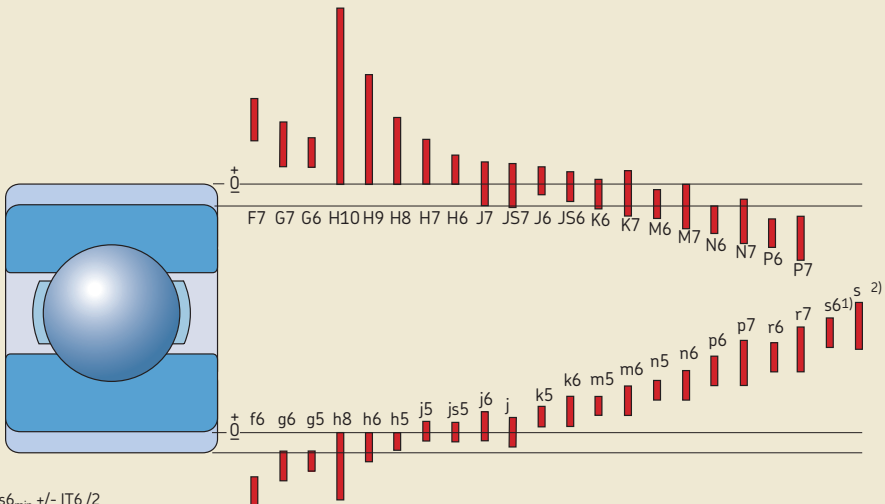
A tengelyen és házfuratban található hengeres csapágyülék pontosságának összhangban kell állnia a használt csapágy pontosságával. Az SKF azt ajánlja, hogy az ülékek és vállak megmunkálásánál kövessék az alak- és futáspontosságra vonatkozó alábbi útmutatásokat.

### Méretpontosság

Normál tűréssel készített csapágyak esetén a tengelyen lévő hengeres ülékek méretpontosságának legalább IT6 tűrésfokozatúnak kell lennie. A ház méretpontossága legalább IT7 tűrésfokozatúnak, ahol szorító- vagy leühözölvélyt használnak, ott nagyobb átmérőtűrés (IT9 tűrésfokozat) is megengedhető, mint a csapágyülékek esetén (**→ B-7 függelék, 384. oldal**). A IT szabványos tűrésfokozatok számértékeit a **C függelék** sorolja fel a **385. oldalon**.

Nagyobb pontosságú csapágyak esetén megfelelően jobb fokozatot kell használni.

14. ábra



<sup>1)</sup>  $s_{6\min} +/- IT6/2$

<sup>2)</sup>  $s_{7\min} +/- IT7/2$

## Alapok

### Hengeres alakra vonatkozó tűrések

A csapágyülék hengerességére vonatkozó  $t_1$  tűrésnek a követelményektől függően egy vagy két IT tűrésfokozattal jobbnak kell lennie az előírt mérettoleranciánál. Ha például egy tengelyen a csapágyüléket az m6 tűrésosztály figyelembe vételével munkálták meg, akkor az alak pontossága IT5 vagy IT4 tűrésfokozatú kell legyen. A hengeresség  $t_1$  tűrésértéke a feltételezett 150 mm-es tengelyátmérből így kapható meg:  $t_1 = IT5/2 = 18/2 = 9 \mu\text{m}$ . A  $t_1$  tűrés azonban sugárra vonatkozik, így a tengely átmérőjére a  $2 \times t_1$  érték érvényes.

A csapágyülék hengeres alakjának  $t_1$  tűrésére (és a  $t_3$  teljes ütés tűrésére) vonatkozó követendő értékeket a **D-1 függelék** tartalmazza a **386. oldalon**.

Ha a csapágyat szorító- vagy lehúzóhüvelyre kell szerelni, akkor a hüvely támfelületének hengerességére vonatkozó tűrésfokozatnak IT5/2-nek kell lennie (a h9 tűrésosztály esetén) (**→ B-7. függelék, 384. oldal**).

### Merőlegesség tűrése

A csapágygyűrűket támasztó homlokfelületek merőlegességre vonatkozó tűrése legalább egy IT tűrésfokozattal jobb kell legyen a hozzájuk tartozó hengeres ülékek átmérőtűrésénél. Axialis csapágyak tárcsáit támasztó felületek esetén a merőlegesség tűrése nem haladhatja meg az IT5 tűrésfokozatot.

A csapágytámfelület merőlegességének  $t_2$  tűrésére (és a  $t_4$  teljes tengelyirányú ütésre) vonatkozó követendő értékeket a **D-1 függelék** tartalmazza a **386. oldalon**.

### Csapágyülékek felületi érdessége

A csapágyülékek felületi érdessége nem ugyanolyan mértékben hat a csapágy teljesítményére, mint a méret-, alak- és futási pontosság. Az érintkező felületek símasága azonban közvetlen kihatással van a szilárd illesztések pontosságára. A nagy pontosságot igénylő csapágyelrendezésekre vonatkozó követendő  $R_a$  átlagos felületérdesség-értékeket a **D-2 függelék** tartalmazza a **387. oldalon**. Ezek a követendő értékek köszörült csapágyülékekre vonatkoznak.

**MEGJEGYZÉS:** Finomsztergált csapágyülékek esetén az érdességnek egy vagy két fokozattal nagyobbak kell lennie, mint a köszörült ülékek esetén. Nem kritikus csapágyelrendezések esetén viszonylag nagy felületi érdesség is megengedhető.

## Csapágyak tengelyirányú rögzítése

Egy csapágy tengelyirányú rögzítéséhez a szilárd illesztés önmagában nem elegendő. Az a szabály, hogy a gyűrűt tengelyirányban megfelelő eszközzel rögzíteni kell.

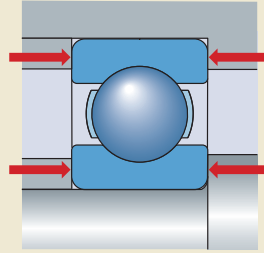
A vezetőcsapágyak esetén tengelyirányban mindkét gyűrűt mindkét oldalán rögzíteni kell (→ **15. ábra**).

Elmozduló csapágyaknál a tengelyirányú elhelyezés a csapágy kialakításától függően a következőképp történik:

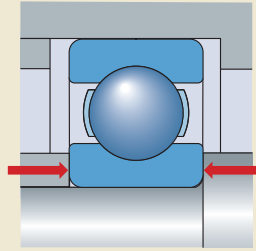
- Nem szétválasztható csapágyak esetén a szorosabban illeszkedő gyűrűt (általában a belső gyűrűt) tengelyirányban rögzíteni kell; a külső gyűrű pedig tengelyirányban szabadon elmozdulhat az ülékhez viszonyítva (→ **16. ábra**).
- Szétválasztható csapágyak, például henger-görgős csapágyak esetén tengelyirányban mindkét gyűrűt rögzíteni kell (→ **17. ábra**).
- CARB toroidgörgős csapágyak esetén tengelyirányban mindkét gyűrűt rögzíteni kell.

A páros, tükörkép elrendezés szerint beépített (kereszttartott) csapágyaknál mindegyik gyűrűt csak egyik oldalán kell tengelyirányban rögzíteni (→ **18. ábra**).

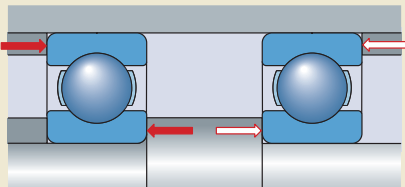
15. ábra



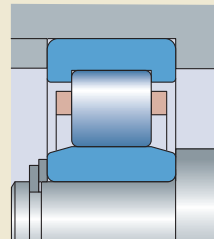
16. ábra



18. ábra



17. ábra



### A vállak és lekerekítések méretei

A tengely- és házvállak, a távtartó hüvelyek és a fedelek méreteinek olyannak kell lennie, hogy ezek megfelelően megtámasszák a csapágygyűrűket anélkül, hogy a csapágy forgó részei és valamelyik álló alkatrész érintkezésbe kerülne.

A csapágytámfelület és a tengely- vagy házváll közötti átmenet egyszerű lekerekítéssel, de alacsonytergálással is kialakítható. A lekerekítés megfelelő méreteit a **D-3 függelék** tartalmazza a **387. oldalon**. A feszültség eloszlás, így a tengelyváll igénybevétele annál kedvezőbb, minél nagyobb a lekerekítés sugara a váll környezetében.

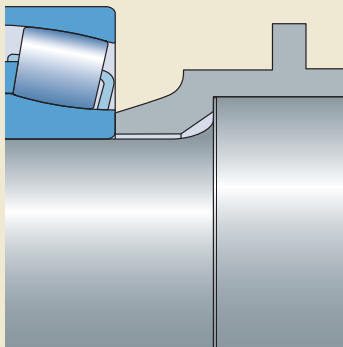
Nagy terhelésű tengelyek esetén általában nagyobb lekerekítési sugarat kell kialakítani. Ilyenkor távtartó karimára van szükség a belső gyűrű és a tengelyváll között, hogy az megfelelően nagy támasztófelületet biztosítson a csapágygyűrű számára. A gyűrű tengelyváll felé néző belső felületén a furatban olyan letörést kell kialakítani, mely biztosítja, hogy a karima ne érintkezzen a tengely lekerekítésével (→ **19. ábra**).

### CARB toroidgörgős csapágyak

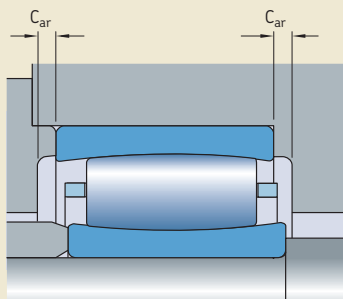
A CARB toroidgörgős csapágyak a csapágyon belül tudják kezelni a tengely axiális dilatációját. A tengely ilyen, a házhoz viszonyított tengelyirányú elmozdulásának biztosítása érdekében a csapágy mindkét oldalán megfelelő szabad helyet kell hagyni (→ **20. ábra**).

A helyszükséglet kiszámításához a [www.skf.com](http://www.skf.com) honlapon található *SKF interaktív műszaki katalógus ad útmutatást*.

19. ábra



20. ábra



## Tömítéselrendezések

A tömítéselrendezés hatékonysága alapvető fontosságú a kenőanyag tisztasága és a csapágyak üzemi élettartamának szempontjából. Gördülőcsapágyaknál meg kell különböztetni a csapágy részét képező (integrált) tömítéseket és a csapágyon kívül elhelyezett tömítéseket.

### Külső tömítések

A külső tömítések nagyjából két kategóriába sorolhatók:

- súrlódó tömítések
- nem súrlódó tömítések

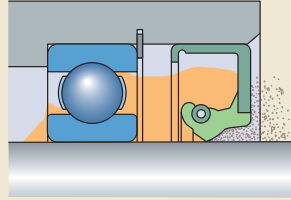
Az álló felületekkel érintkező tömítések statikus tömítések, hatékonyságuk attól függ, hogy beszerelésükkor keresztmetszetük milyen mértékben deformálódik sugár- és tengelyirányban. Jellemző példa a tömítőgyűrű és az O-gyűrű. A csúszófelületekkel érintkező tömítések a dinamikus tömítések, ezeket egy álló alkatrész, például a ház, és egy forgó alkatrész, rendszerint a tengely, közötti rések tömítésére használják. Feladatuk az, hogy a kenőanyagot a csapágyelrendezésen belül, a szennyezőanyagokat azon kívül tartsák (→ 21. ábra).

A leggyakrabban használt súrlódó tömítés a radiális tengelytömítés. A további típusok közé tartoznak a V-gyűrűs tömítések és a nemeztömítések.

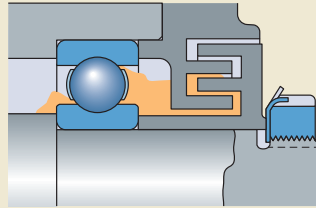
**MEGJEGYZÉS:** Amikor a radiális tengelytömítés elsődleges funkciója a kenőanyag benntartása, akkor úgy kell beszerezni, hogy a tömítőajak a zsír felé, azaz befelé nézzen. Amikor az elsődleges funkció a szennyezőanyagok kizárása, akkor a tömítőajaknak a szennyezőanyagok felé, azaz kifelé kell néznie.

A nem érintkező radiális tengelytömítések hatásukat egy keskeny, viszonylag hosszú résen át fejtik ki, amely rés tengelyirányban, sugárirányban, és e kettő kombinációjában is kialakítható. A nem súrlódó tömítések, az egyszerű rés típusú tömítésektől kezdve a többszintű labirinttömítésekig (→ 22. ábra), nem súrlódnak és nem kopnak.

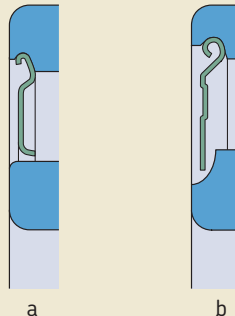
21. ábra



22. ábra



23. ábra



**MEGJEGYZÉS:** A nem sűrűlódó tömítések a nagy fordulatszámú és/vagy magas hőmérsékleten üzemelő alkalmazások esetén használhatók.

### Integrált csapágytömítési megoldások

Az integrált csapágytömítési megoldások két kategóriába sorolhatók:

- védőlemezek
- tömitőtárcsák

#### Védőlemezek

A védőlemezek, acéllemezből készülnek, nem sűrűlódók, és olyan alkalmazásokban használják őket, ahol kicsi a szennyezés. Olyan alkalmazásokban is használhatók, ahol a fordulatszám vagy az üzemi hőmérséklet miatt fontos a kis sűrűlódás. A csapágyak kenése teljes élettartamukra megoldott, újrakenésre nincs szükség.

A pajzsok alakja (→ **23. ábra, 39. oldal**):

- keskeny rés a belső gyűrű vállánál (a)
- hatékony labirinttömítés bemélyedéssel a belső gyűrű vállában (b)

#### Tömítések

Az SKF gyártmányú csapágyakba integrált tömítések általában elasztomer anyagból készülnek és acéllemezzel vannak megerősítve.

Sűrűlódó tömítéssel rendelkező csapágyakat leginkább olyan alkalmazásoknál használnak, ahol jelentős a szennyeződés veszélye, ahol nem zárható ki a pára vagy a vízpermet jelenléte, vagy ahol hosszú üzemi élettartamra van szükség minimális karbantartás mellett.

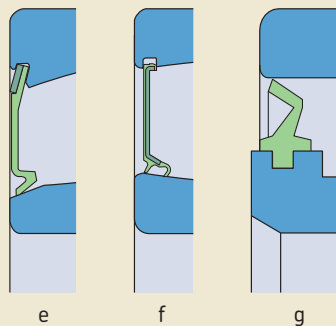
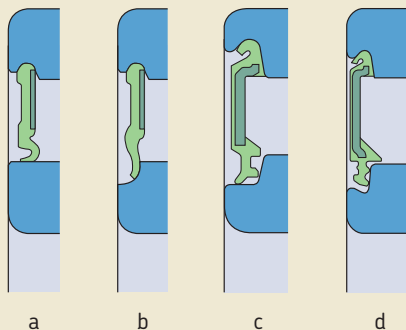
Az, hogy egy tömítés miként érintkezik a csapágygyűrűvel, a csapágy típusától és a tömítés kialakításától függ. A tömítések a következő módok bármelyikén érintkezhetnek

(→ **24. ábra**):

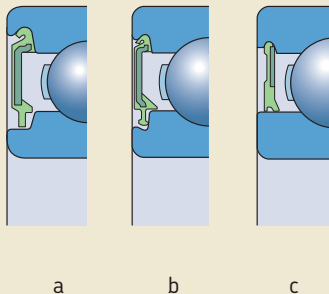
- a belső gyűrű vállával (a) vagy a belső gyűrű vállán lévő bemélyedésben (b, c, d)
- a belső gyűrű futópályája oldalának bevezető részével (e, f) vagy a külső gyűrűvel (g)

Mély hornyú golyóscsapágyakhoz az SKF olyan nem sűrűlódó, integrált tömítéseket is kifejlesztett, amelyek rendkívül kicsi hézagot hagynak a belső gyűrűnél (→ **25a.** és **25b. ábra**), és olyan kicsi sűrűlódású integrált tömítéseket is, amelyek gyakorlatilag nem érintkeznek a belső

24. ábra



25. ábra





gyűrűvel (→ 25c. ábra). Mindkét fajta tömítés kiválóan tömít, és a csapágy működése közben kicsi a sűrűlódása. Ennek eredményeképp az ilyen tömítéssel ellátott csapágyak ugyanolyan fordulatszámra üzemeltethetők, mint a védőlemez csapágyak, de tömítési teljesítményük jobb. Kenésük teljes élettartamukra megoldott, újrafelújításra nincs szükség.

## A csapágyak, tömítések és kenőanyagok tárolása

A csapágyak, tömítések és kenőanyagok tárolási körülményei kedvezőtlenül befolyásolhatják azok teljesítményességét. A teljesítményesség javításában fontos szerepe lehet a készletgazdálkodásnak is, különösen a tömítések és a kenőanyagok vonatkozásában. Ezért az SKF a FIFO („a korábban beérkezett használatuk fel előbb”) készletezési politikát ajánlja.

### A csapágyak, csapágyegységek és -házak tárolása

#### Tárolási körülmények

A csapágyak üzemi élettartamának maximalizálása érdekében az SKF a következő kezelési alapszabályok betartását javasolja:

- A csapágyakat vízszintes, rázkódásmentes, száraz, egyenletesen hűvös helyen tárolja. A tárolási hely nem lehet huzatos.
- A raktár relatív páratartalmát a következőknek megfelelően szabályozza és korlátozza:
  - 75% 20 °C-on
  - 60% 22 °C-on
  - 50% 25 °C-on
- A csapágyakat egészen beszerelésükig eredeti, fel nem nyitott csomagolásukban tárolja, hogy így megvédje azok alkatrészeit a portól, nedvességtől és korróziótól.

**MEGJEGYZÉS:** A készletben tartott gépeket a lehető leggyakrabban meg kell forgatni vagy járattatni kell, hogy a csapágyakban széteszjon a zsír, és megváltozzon a gördülőelemek futópályához viszonyított helye.

A csapágyegységeket és a házakat a csapágyakéhoz hasonló körülmények között kell tárolni, azaz hűvös, pormentes, mérsékelt szellőzőteremben, ahol szabályozzák a relatív páratartalmat.

#### Nyitott csapágyak eltarthatósága

Az SKF gyártmányú csapágyakat kiszállítás előtt rozsdásodásgátló anyaggal vonják be és megfelelően becsomagolják. Nyitott csapágyak esetén ez a konzerválóanyag hozzávetőleg öt évig véd a korrózió ellen, feltéve, hogy a tárolási körülmények megfelelőek. Az SKF azt ajánlja, hogy öt év elteltével kövesse az alábbi útmutatást:

- 1 Vegye ki a csapágyat a csomagolásból, ügyelve a csomagolás épségére.
- 2 Tisztítsa meg a csapágyat megfelelő oldószerrel.
- 3 Gondosan szárítsa meg a csapágyat.
- 4 Szemrevételezéssel állapítsa meg, van-e a csapágyon korrózióra vagy sérülésre utaló jel. Ha a csapágy kielégítő állapotban van, megfelelő rozsdásodásgátló anyaggal kenje be, és tegye vissza eredeti csomagolásába.

**MEGJEGYZÉS:** Az SKF szolgáltatásként el tudja végezni a csapágy ellenőrzését és visszacsomagolását. Vegye fel a kapcsolatot az SKF helyi kereskedelmi képviselőjével vagy az SKF szerződött partnerével.

#### Tömített csapágyak eltarthatósága

Az SKF gyártmányú tömített csapágyak maximális tárolási időtartamát a csapágyon belüli kenőanyag határozza meg. Az előregedés, a páralecsapódás, valamint az olaj és a sűrítőanyag szétválásának következtében idővel romlik a kenőanyag minősége. Ezért a tömített csapágyakat nem szabad három évnél tovább tárolni.

**MEGJEGYZÉS:** Kis méretű csapágyak esetén nem praktikus kivenni a tömítéseket, megtisztítani és újraszírozni a csapágyat, majd visszatenni a tömítéseket. De ami még fontosabb, a műveletek során tönkremehetnek a tömítések, és szennyezőanyag kerülhet a csapágy belsejébe.

Egyes nagy méretű csapágyaknál a tömítéseket rugós rögzítőgyűrű rögzíti a külső gyűrűben. Itt szükség esetén a tömítések kivehetők és visszatehetők.

### Elasztomer tömítések tárolása

#### Tárolási körülmények

Az elasztomer tömítések üzemi élettartamának maximalizálása érdekében az SKF a következő kezelési alapszabályok betartását javasolja:

- Az elasztomer tömítéseket vízszintes, hűvös, mérsékelten szellőző helyen, 15 és 25 °C közötti hőmérsékleten tárolja.
- Biztosítsa, hogy a raktár relatív páratartalma ne haladja meg a 65%-ot.
- Óvja a tömítéseket a közvetlen napfénytől és a nagy mennyiségű ultraibolya sugárzást tartalmazó villanyfénytől.
- A tömítéseket egészen beszerelésükig eredeti csomagolásukban tárolja, hogy anyagukat megvédje a környezeti hatások által okozott minőségromlástól. Ha nincs meg az eredeti csomagolásuk, akkor légmentesen záró tárolókban tárolja őket.
- A tömítéseket oldószertől, üzemanyagtól, kenőanyagtól és egyéb gózt és gázt kibocsátó vegyi anyagoktól elzárva tárolja.
- A különböző anyagokból készült tömítéseket egymástól külön tárolja.

**VIGYÁZAT!** A tárolás során a tömítéseket sohasem szabad kampóra vagy szegre akasztani. Ha így tárolja őket, akkor igénybevétel vagy terhelés hatására a tömítések maradandóan deformálódhatnak és elrepedhetnek.

#### Eltarthatóság

A természetes és szintetikus gumi fizikai tulajdonságai idővel megváltoznak, és hatással van rájuk a levegő, a hő, a fény, a pára, az oldószerek és egyes fémek, különösen a réz és a mangán is. Ennek következtében a gumitömítések használhatatlanná válhatnak, mert megkeményednek, megpuhulnak, hámlanak, megrepedeznek vagy egyéb felületi sérülés keletkezik rajtuk.

## Kenőanyagok tárolása

### Tárolási körülmények

A kenőanyagokra hatással van a hőmérséklet, a fény, a víz, a pára és az oxigén. Ha ezekkel az anyagokkal esetenként érintkeznek, az általában nem okoz problémát. De minden ilyen alkalom előbbre hozza az előregedés kezdetét.

A kenőanyagok eltarthatóságának maximális vizsgálása érdekében az SKF a következőket ajánlja:

- A kenőanyagokat rázkódásmentes, száraz helyen, 40 °C alatti hőmérsékleten tárolja. Ez különösen a felnyitott tartályok esetén fontos, mert a páratartalom felgyorsítja az oxidációt és rontja a kenőanyag minőségét.
- A kenőanyagokat épületen belül, megfelelő polcokon tárolja. Az épületen belüli tárolással a tartályok címkéjét is védi.
- Az olajshordókat oldalukra fektetve tárolja, annak megakadályozása érdekében, hogy a szennyezőanyagok a hordók tetején gyűljenek össze.
- Tartsa zárva a tartályok fedelét, hogy így megelőzze a szennyezőanyagok bejutását.
- Minden tartályt jól láthatóan címkézzon fel. Ha kopottak vagy sérültek a címkék, probléma lehet az azonosítással. Színkódok alkalmazása is javasolt.
- A kenőanyagokat tartsa eredeti tartályukban.
- A kiadagolt kenőanyagot ne tárolja nyitott edényben.

### Eltarthatóság

A kenőanyagok a töltési dátumtól a becsült lejárat dátumig tarthatók el, feltéve, hogy a tárolás megfelelő. A gyártás dátuma rendszerint kódolva található meg a tartályokon; e dátumokat rendszeresen ellenőrizni kell. Az SKF gyártmányú csapágycsapatok és automatikus kenőpatronok gyártási dátumát általában egy négy számjegyből álló kód, például a 0710 jelöli a dobozon vagy a készüléken, amely azt jelenti, hogy a zsírt 2007. 10. hónapban gyártották.

A legtöbb kenőanyag minősége idővel romlik. A különböző kenőanyagok eltarthatóságára vonatkozó útmutatásokat a **3. táblázat** tartalmazza.

Ha egy kenőanyag öregebb, mint az eltarthatósági ideje, akkor előfordulhat, hogy kevésbé lesz hatékony. Ezért az SKF nyomatékosan azt ajánlja, hogy a kenőanyagokat csak jóval becsült lejárat dátumuk előtt használják fel.

**MEGJEGYZÉS:** Vesse össze a lejárt kenőanyag miatt bekövetkezett gépleállás anyagi vonzatát a kenőanyag cseréjének költségével.

### Az elhasznált vagy használhatatlan kenőanyagok kezelése

A kenőanyagok helytelen kezelése veszélyforrást jelenthet a közösségre és a környezetre. Minden kenőanyagot az országos és helyi törvényeknek, előírásoknak és a környezetet védő biztonsági szabályozásnak megfelelően ártalmatlanítson.

3. táblázat

#### A kenőanyag eltarthatósága 20 °C-on

Kenőanyag	Maximális eltarthatóság
Kenőolajok	10 év <sup>1)</sup>
SKF kiegészítő zsírok (kivéve az élelmiszer fokozatú LGFP 2 zsírt)	5 év
LGFP 2 típusú SKF élelmiszer fokozatú zsír	2 év
SKF gyártmányú mély hornyú, tömített golyóscsapágyban lévő zsír, például MT47, MT33 or GJN	3 év
A LAGD sorozatú SKF SYSTEM 24 kenőpatronban lévő kenőanyag	2 év
A LAGE sorozatú SKF SYSTEM 24 kenőpatronban lévő kenőanyag (kivéve, ha LGFP 2-vel vagy olajjal van feltöltve)	3 év
A LAGE sorozatú, LGFP 2-vel vagy olajjal feltöltött SKF SYSTEM 24 kenőpatronban lévő kenőanyag	2 év

<sup>1)</sup> A kenőanyagok eltarthatóságát csökkenthetik egyes bennük lévő adalékanyagok. Konzultáljon a kenőanyag gyártójával.



# Gördülőcsapágyak beszerelése

<b>Beszerelési előkészületek</b> . . . . .	<b>46</b>	<b>Az egyes csapágytípusokra vonatkozó szerelési utasítások</b> . . . . .	<b>74</b>
Tervezés . . . . .	46	Ferde hatásvonalú golyócsapágyak beszerelése . . . . .	74
Tisztaság . . . . .	46	Önálló csapágyak . . . . .	74
A konzerválóanyag eltávolítása az új csapágyokról . . . . .	47	X-elrendezésű csapágyak beállítása . . . . .	74
A kapcsolódó alkatrészek ellenőrzése . . . . .	47	O-elrendezésű csapágyak beállítása . . . . .	76
Biztonság . . . . .	49	Univerzálisan párosítható csapágyak és összeillesztett csapágykészletek . . . . .	76
Az alkatrészek előkészítése . . . . .	49	Ferde hatásvonalú golyócsapágyak osztott belső gyűrűvel . . . . .	78
<b>Csapágyak kezelése</b> . . . . .	<b>49</b>	Beálló golyócsapágyak beszerelése . . . . .	79
<b>Csapágyházag</b> . . . . .	<b>51</b>	Túlnyúló golyókkal rendelkező csapágyak alapkövitele . . . . .	79
Hézag a beszerelés előtt és után . . . . .	51	Kúpos furattal rendelkező tömített csapágyak . . . . .	79
Hézag mérése hézagmérővel . . . . .	52	Meghosszabbított belső gyűrűvel rendelkező csapágyak . . . . .	80
<b>Beszerelés hidegen</b> . . . . .	<b>53</b>	Hengergörgős és tűgörgős csapágyak beszerelése . . . . .	80
Mechanikus módszerek . . . . .	53	Egysorú hengergörgős és tűgörgős, kosárral rendelkező csapágyak . . . . .	80
Hengeres furattal rendelkező csapágyak. Kúpos furattal rendelkező csapágyak . . . . .	53	Négysorú hengergörgős csapágyak . . . . .	82
Az SKF Drive-up módszer . . . . .	57	Kúpgörgős csapágyak beszerelése . . . . .	84
Az SKF Drive-up módszer lépései . . . . .	58	Egysorú kúpgörgős csapágyak . . . . .	84
Az olajnyomásos szerelési módszer . . . . .	62	Kétsorú és többsorú kúpgörgős csapágyak . . . . .	89
Az olajnyomásos szerelési módszer lépései . . . . .	62	Beálló görgős és CARB toroidgörgős csapágyak beszerelése . . . . .	90
A SENSORMOUNT módszer . . . . .	67	Tömített beálló görgős csapágyak . . . . .	90
<b>Beszerelés melegen</b> . . . . .	<b>68</b>	CARB toroidgörgős csapágyak . . . . .	91
Elektromos melegítőlapok . . . . .	68		
Indukciós melegítők . . . . .	69		
Alumínium melegítőgyűrűk . . . . .	69		
Melegítésszekrények . . . . .	70		
Infravörös melegítők . . . . .	70		
Melegítőpaplanok . . . . .	71		
Olajfürdő . . . . .	71		
<b>SKF szerelőszerzőszámok</b> . . . . .	<b>72</b>		
Mechanikus szerzőszámok . . . . .	72		
Hidraulikus szerzőszámok . . . . .	73		
Melegítő berendezések . . . . .	73		
Védőkesztyűk . . . . .	73		

## Beszerelési előkészületek

A gördülőcsapágyak olyan megbízható gépelemek, amelyek megfelelő szerelés és karbantartás esetén hosszú üzemi élettartamot képesek biztosítani. A megfelelő szereléshez a gyakorlaton túl gondosság, tisztaság, pontosság, a helyes szerelési módszer és a megfelelő szerszámok használata is szükséges.

### Tervezés

A beszerelés megkezdése előtt tanulmányozza az ábrákat és utasításokat, és határozza meg a következőket:

- a különféle alkatrészek összeszerelésének helyes sorrendjét
- a csapágy helyes típusát, méretét és változatát
- a megfelelő kenőanyagot, illetve az alkalmazandó kenőanyag mennyiségét
- a megfelelő szerelési módszert
- a megfelelő szerelő szerszámokat

A gördülőcsapágyak beszereléséhez használt szerszámok és módszerek gyakran a csapágy méretétől függenek. A csapágyak általánosságban a következő kategóriákba sorolhatók:

- kis méretű csapágyak: a furatátmérő  $d \leq 80$  mm
- közepes méretű csapágyak: a furatátmérő  $80 \text{ mm} < d < 200$  mm

Az SKF gyártmányú szerelő szerszámokra (a mechanikus és hidraulikus szerszámokra egyaránt), a melegítőberendezésekre, illetve a védőkesztyűkre, kesztyűkre vonatkozó további információ a [www.mapro.skf.com](http://www.mapro.skf.com) honlapról szerezhető be.

A konkrét (csapágyjelölés szerinti) csapágyakra vonatkozó részletes beszerelési utasítások a [www.skf.com/mount](http://www.skf.com/mount) honlapon található.

Az SKF Reliability Maintenance Institute (RMI) a beszerelésre vonatkozó átfogó tanfolyamokat kínál (→ *Oktatás*, a **326. oldaltól**). További információért forduljon az SKF helyi képviselőjéhez, illetve látogasson el a [www.skf.com/services](http://www.skf.com/services) honlapra.

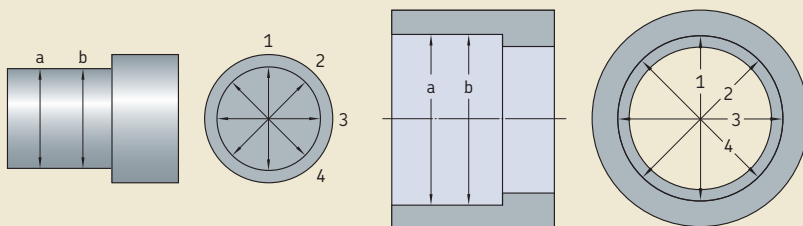
- nagyméretű csapágyak: a furatátmérő  $d \geq 200$  mm

### Tisztaság

A tisztaság elengedhetetlen a csapágy hosszú üzemi élettartama szempontjából. A tisztaság a raktárban kezdődik. A csapágyakat hűvös és száraz vibrációtól mentes környezetben, polcon tárolja. (→ *Csapágyak, tömitések és kenőanyagok tárolása*, a **41. oldaltól**). A szerelés megkezdéséig ne bontsa meg a csapágy csomagolását.

Lehetőleg a csapágyakat száraz, pormentes helyen, fémmegmunkáló, illetve más – forgácsot vagy port szóró – gépektől távol szerelje be. Ügyeljen arra, hogy minden csapágy és tartozék

1. ábra



2. ábra

(beleértve a kenőanyagot is) tiszta, szennyező-anyagoktól mentes legyen.

Ha a csapágyak beszerelésére nem kellően tiszta környezetben történik – ami nagyméretű csapágyak esetén gyakran előfordul –, a csapágyakat és az illesztési területet óvni kell a szennyezőanyagoktól (például portól, piszoktól és nedvességtől) egészen a beszerelési műveletek befejezéséig. Megoldás lehet például a csapágyak, gépkatrészek stb. műanyaggal vagy fóliával történő letakarása.

**MEGJEGYZÉS:** Jobb megelőzni a csapágyak szennyeződését, mint utólag megtisztítani őket. Sok csapágytípus esetén a csapágyat nem lehet szétszedni, így nehéz megtisztítani.

### A konzerválóanyag eltávolítása az új csapágyokról

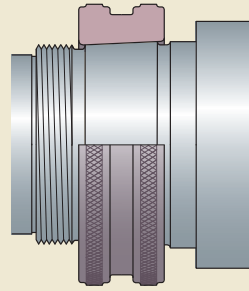
A csapágyakat egészen beszerelésükig eredeti csomagolásukban kell tárolni, hogy ne érje őket szennyeződés, különösen piszok. Normál esetben az új csapágyakon lévő konzerválóanyagot nem kell teljes egészében eltávolítani. Elegendő a palást és a furat felületét letörölni.

**VIGYÁZAT!** Az SKF a csapágy gondos megtisztítását és megszáritását javasolja olyan esetben, ha a későbbiekben a csapágy zsírkenést kap, és alkalmazása extrém magas vagy extrém alacsony hőmérsékleten történik. A csapágyakat akkor is ki kell mosni, ha az alkalmazott kenőanyag nem keveredhet a konzerválóanyaggal (→ *A különféle zsírok és az SKF géártmányú csapágyak konzerválóanyagának összeférhetősége, 202. oldal*).

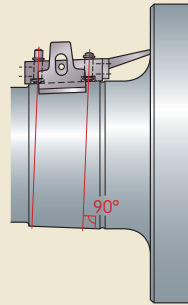
### A kapcsolódó alkatrészek ellenőrzése

A csapágy csak akkor nyújt kielégítő teljesítményt, ha a kapcsolódó alkatrészek méretpontossága és a rájuk vonatkozó tűrések elérik a megfelelő értékeket. Ezért:

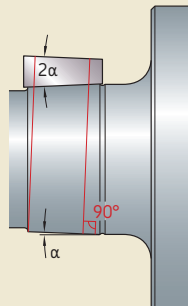
- Távolítsa el minden sorját és rozsdát.
- Ellenőrizze a csapágyazás minden kapcsolódó alkatrészének méret- és alakpontosságát.



3. ábra



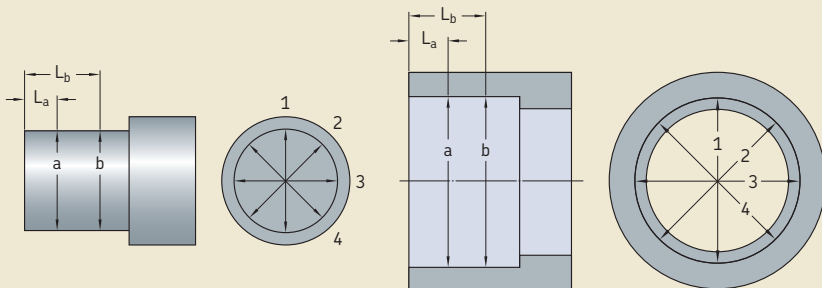
4. ábra



Csapágy:

Csapágy helye:

Alkalmazás:



Mérési irány	<b>Tengely</b> Mérési értékek [mm] a következő helyeken				<b>Ház</b> Mérési értékek [mm] a következő helyeken			
	a	b	(c)	(d)	a	b	(c)	(d)
	L távolság				L távolság			
	d átmérő				D átmérő			
1								
2								
3								
4								
	Számított átlag: $(1+2+3+4)/4$				Számított átlag: $(1+2+3+4)/4$			

Megjegyzés:

Dátum:

Ellenőrizte:



- Ellenőrizze a hengeres tengelyüléket. Mikrométerrel két helyen mérje meg a ülékátmérőt. Mindig négy irányban végezzen mérést (→ **1. ábra, 46. oldal**). Nagyméretű ülékek esetén előfordulhat, hogy három-négy helyen is kell mérni (→ **Mérési jegyzőkönyv űrlapja, 48. oldal**).
- Gyűrűs idomszerrel (→ **2. ábra, 47. oldal**), kúpos idomszerrel (→ **3. ábra, 47. oldal**) vagy szinuszvonalzóval (→ **4. ábra, 47. oldal**) ellenőrizze a kúpos tengelyülékeket.
- A ház csatlakozófelületeit általában két helyen kell ellenőrizni belső mikrométer vagy más hasonló mérőeszköz segítségével. Mindig négy irányban végezzen mérést (→ **1. ábra, 46. oldal**). Nagyobb átmérőjű csatlakozófelületek esetén előfordulhat, hogy három-négy helyen is kell mérni.
- A későbbi felhasználáshoz jegyezze fel a tengely- és a furatátmérőre vonatkozó mérési eredményeket. Használja a mérési jegyzőkönyv űrlapja.

Méréskor fontos, hogy az alkatrészek és a mérőműszerek nagyjából azonos hőmérsékletűek legyenek. Ez különösen a nagyméretű csapágyaknál, illetve az azokhoz kapcsolódó alkatrészeknél végzett méréseknél fontos.

## Biztonság

A sérülés kockázatának minimalizálása érdekében tartsa be az alábbiakat a csapágyak mozgatásakor és beszerelésekor:

- Mindig viseljen védőkesztyűt, különösen akkor, amikor felmelegített csapágyakkal vagy kenőanyaggal dolgozik.
- Mindig megfelelő emelő- és mozgató szerszámot használjon.
- Soha ne üssön közvetlenül a csapágyra kemény tárggyal (például acélkalapáccsal vagy vésővel).

## Az alkatrészek előkészítése

A csapágy beszerelése előtt készítse elő a csapágyazás egyéb alkatrészeit, és tegye a következőket:

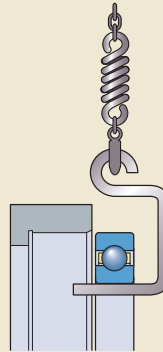
- Szereljen fel minden olyan alkatrészt, amely a tengelyen a csapágy előtt helyezkedik el.

- Szoros tengely- és/vagy házillesztés esetén a csapágy illesztési felületeket vékonyan kenje be olajjal.
- Laza tengely- és/vagy házillesztéshez a csapágyüléket kenje be SKF gyártmányú korrózióvédő anyaggal.
- Ha a tengely vagy a hüvely kialakítása lehetővé tesz olajbefecskendezést, ügyeljen arra, hogy a kenőcsatorna és hornyok tiszták legyenek.

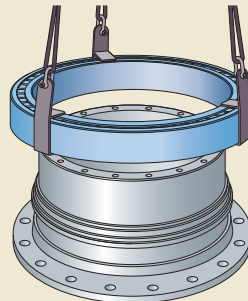
## Csapágyak kezelése

Az SKF védőkesztyű viselését, valamint kifejezetten csapágyak beszerelésére szolgáló mozgató- és emelőszerszámok használatát javasolja. A megfelelő szerszámok használatával – a

5. ábra



6. ábra



## Gördülőcsapágyak beszerelése

biztonságos munkavégzés feltételeinek megteremtésén túl – időt és energiát takaríthat meg.

Forró, illetve olajos csapágyak szerelésekor az SKF a megfelelő hő- és olajálló védőkesztyű viselését ajánlja (→ *Védőkesztyűk*, 73. oldal).

A melegített csapágyakat, továbbá a nagyméretű, nehéz csapágyakat egy-két ember nehezen tudja biztonságosan szerelni. A csapágy felemeléséhez és szállításához ilyenkor megfelelő eszközt kell használni (→ 5. és 6. ábra, 49. oldal és 7. ábra).

Nagyméretű, nehéz csapágyak esetén olyan emelőcsigát használjon, amely a csapágyat alulról támasztja meg (→ 8. ábra). A csapágyat soha nem függessze fel egy pontban, mert azzal a gyűrűk maradandóan deformálódhatnak. A horog és a csigasor közé tett rugó (→ 5. ábra, 49. oldal) segítségével a csapágy könnyebben a tengelyre helyezhető.

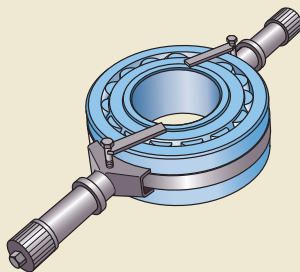
A nagyméretű csapágyakon menetes furatok találhatóak a külső gyűrű egyik oldalán; ide csavarozhatók be a szemescsavarok. Mivel a furatok méretét és mélységét a gyűrű vastagsága korlátozza, ezek a furatok kizárólag a csapágy súlyát bírják el.

Ügyeljen arra, hogy a szemescsavarokat csak száruk tengelyének irányában terheljék (→ 9. ábra).

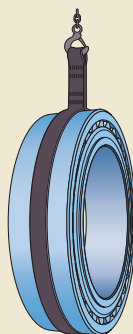
**VIGYÁZAT!** Felemelés előtt soha ne tegyen a csapágyra más egyéb alkatrészt.

Amikor egy, már tengelyre helyezett csapágyra szerel fel osztatlan, nagyméretű házat, ajánlatos a házat három pontos felfüggesztéssel ellátni úgy, hogy az egyik heveder állítható legyen. Így lehetővé válik a ház furatának és a csapágy külső gyűrű felületének egymáshoz illesztése.

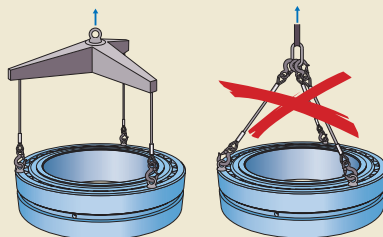
7. ábra



8. ábra



9. ábra



## A csapágyhézag

A csapágyhézag az a teljes távolság, amennyire a csapágy egyik gyűrűje el tud mozdulni a másikhoz képest.

A sugárirányú elmozdulás neve „radiális hézag”, a tengelyirányú elmozdulásé pedig „axiális hézag” (→ 10. ábra).

### Hézag a beszerelés előtt és után

Fontos különbséget tenni a csapágy beszerelés előtti hézaga és a beszerelt, tényleges üzemi körülmények között működő csapágy hézaga között.

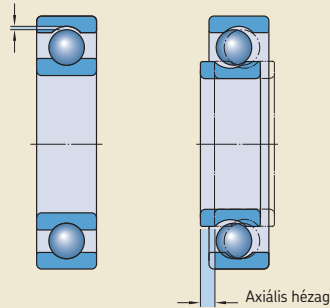
A beszerelés előtti hézag általában nagyobb az üzemi hézagánál, mert a különböző mértékű szilárd illesztések, valamint a csapágygyűrűk és a kapcsolódó alkatrészek eltérő hőtágulása miatt a gyűrűk tágulnak, illetve zsugorodnak.

Általános szabályként az mondható, hogy az üzemi radiális hézagoknak kicsit nagyobboknak kell lennie nullánál, miközben erre a golyóscsapágyak enyhe előfeszítésének mértéke nincs különösebb hatással. A csereként beszerelt csapágyak esetén általában nem ajánlott az előfeszítés, mert az illesztések már valószínűleg nem optimálisak.

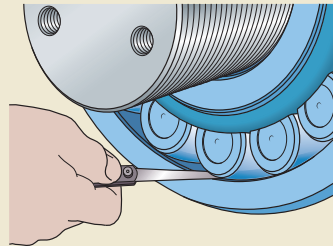
A szerelés előtti hézagértékek az **E függelékben** találhatóak a **388. oldaltól**.

10. ábra

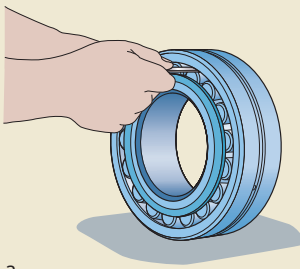
Radiális hézag



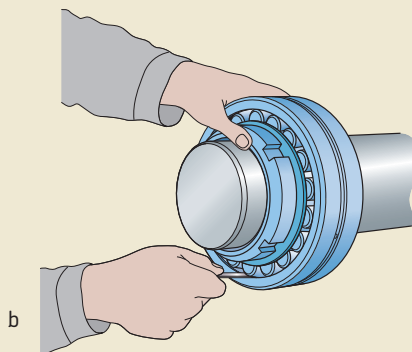
11. ábra



12. ábra



a



b

### Hézag mérése hézagmérővel

Közepes és nagyméretű beálló görgőcsapágyak és CARB toroidgörgős csapágyak beszerelése előtt, közben és után leggyakrabban hézagmérővel mérik meg a radiális hézagot (→ **11. ábra, 51. oldal**).

Mérés előtt néhányszor forgassa meg a belső vagy a külső gyűrűt. Győződjön meg arról, hogy mindkét csapágygyűrű és a görgősor egymáshoz képes középpontosan helyezkedik el.

Kezdeként válasszon ki egy olyan hézagmérő lapot, amely kissé vékonyabb, mint a kiinduló csapágyhézag minimális értéke (→ **E függelék, a 388. oldaltól**). Mérés közben a lapot mozgassa oda-vissza a görgő és a futópálya között. Ezt az műveletet addig folytassa egyre vastagabb lapokkal, amíg kis ellenállást nem érez a lap és a görgő között. Végezzen mérést a következők között:

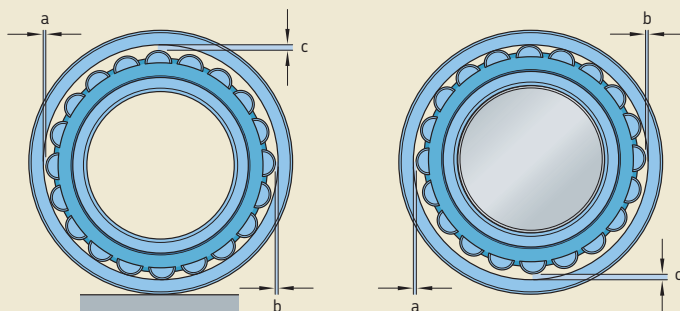
- beszerelés előtt, a külső gyűrű és a legfelső görgő között (→ **12a. ábra, 51. oldal**)
- beszerelés után, a külső gyűrű és a legalsó görgő között (→ **12b. ábra, 51. oldal**)

Nagyméretű csapágyak esetén, különösen akkor, ha külső gyűrű fala kellően vékony, a mérést a gyűrűk rugalmas deformálódása is befolyásolja; ezt a deformálódást a csapágy súlya vagy az az erő okozza, amellyel a hézagmérő lapját a futópálya és egy terhelés nélküli görgő közötti résben mozgatjuk. A beszerelés előtti és utáni „valós” hézag megállapításához használja a következő eljárást (→ **13. ábra**):

- Mérje meg a „c” hézagot 12 óránál álló csapágy esetén, illetve a 6 óránál be nem szerelt, a tengelyről leelőgő csapágy esetén.
- Mérje meg az „a” hézagot 9 óránál és a „b” hézagot 3 óránál anélkül, hogy a csapágyat megmozdítaná.
- A „valós” radiális hézag viszonylag nagy pontossággal a következő képlettel számítható ki:

$$\text{radiális hézag} = 0,5 (a + b + c).$$

13. ábra



## Beszerelés hidegen

Hideg felszereléshez több módszer közül választhat:

- mechanikus módszerek
- az SKF Drive-up módszer
- az olajbefecskendezéses módszer
- a SENSORMOUNT módszer

A mechanikus módszerek rendszerint hengeres vagy kúpos furattal rendelkező kis méretű csapágyak tengelyre való feltolására vagy házba való beütésére szolgálnak. A másik három módszer kizárólag kúpos furattal rendelkező csapágyak, kúpos tengelyülékre történő szerelésére szolgálnak.

**VIGYÁZAT!** A csapágyat beszerelésekor semmi esetre se üsse közvetlenül kemény tárgygal (pl. acélkalapáccsal vagy vésővel), valamint ügyeljen arra, hogy a szerelési erőt soha ne vigyük át a gördülőelemeken keresztül.

### Mechanikus módszerek

#### Hengeres furattal rendelkező csapágyak

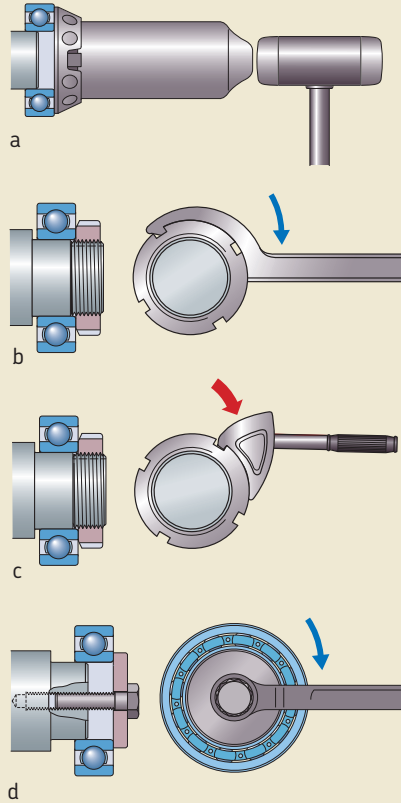
A kis méretű csapágyakat megfelelő szerelő szerszámmal, például a csapágy felütő készlettel (→ 14a. ábra) kell beszerelni.

Ha a tengely külső (→ 14b. és 14c. ábra) vagy belső menettel (→ 14d. ábra) rendelkezik, akkor a menetek segíthetnek a csapágyak tengelyre történő felszerelésében.

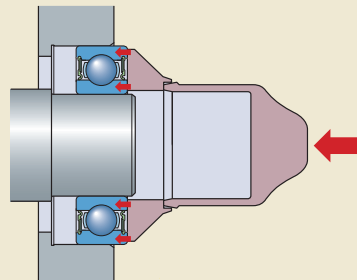
Ha a csapágyat egyszerre a kell a tengely és a ház furatába nyomni, akkor a szerelési erőt mindkét gyűrűre egyenletesen elosztva kell kifejteni (→ 15. ábra).

Sok csapágy beszereléséhez mechanikus vagy hidraulikus pumpa is használható. A pumpa használata esetén a nyomófej és a beszerelendő csapágygyűrű közé tegyen megfelelő hüvelyt (→ 16. ábra, 54. oldal).

14. ábra



15. ábra



### Kúpos furattal rendelkező csapágyak

A kis és közepes méretű csapágyakat kúpos tengelyre, szerelőhüvellyel vagy inkább rögzítőanyával lehet felszerelni. Szorítóhüvely esetén a rögzítőanya használható.

Az anyát körmös vagy ráverő körmöskulccsal lehet megszorítani (→ **17. ábra**), és ugyancsak ezzel a szerszámmal lehet a csapágyat felhúzni a kúpos ülésre. Kis méretű leházóhüvelyek a csapágy furatába szerelő szerszámmal vagy végfedéllel tolhatók be.

A  $d \geq 50$  mm furatátmérőjű csapágyak az SKF Drive-up módszerrel egyszerűen és megbízhatóan beszerelhetők (→ *Az SKF Drive-up módszer, az 57. oldaltól*).

Az SKF Drive-up módszert és az olajnyomásos módszert kombinálva a közepes és nagyméretű csapágyak is beszerelhetők (→ *Az olajnyomásos módszer, a 62. oldaltól*).

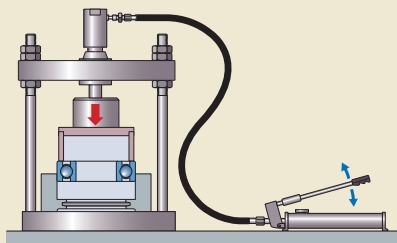
Az olajnyomásos és a SENSORMOUNT módszer kombinálása tovább egyszerűsíti a nagyméretű csapágyak beszerelését (→ *A SENSORMOUNT módszer, 67. oldal*).

A kúpos furattal rendelkező csapágyakat szilárd illesztéssel kell beszerelni. Az illesztés mértékét rendszerint a következő módszerek egyikével lehet meghatározni:

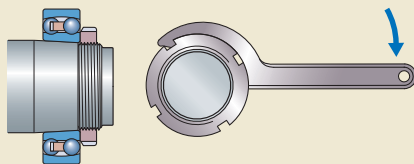
- a hézag csökkenés mértéke a külső gyűrű megfogatásával ellenőrizhető
- hézagmérővel mérve a hézag csökkenését
- megmérve a rögzítőanya meghúzási szögét
- megmérve a feltolási úthosszt
- megmérve a belső gyűrű tágulását

**MEGJEGYZÉS:** A hézagcsökkentésre, a rögzítőanya meghúzási szögére, a tengelyirányú feltolásra, ill. a belső gyűrű tágulására megadott ajánlott értékek alkalmazása megakadályozza a belső gyűrű megcsúszását normál üzemi körülmények között, de nem biztosítja az üzemelés során a megfelelő radiális belső hézagot. A csapágy radiális belső hézag osztályának megválasztásakor gondosan mérlegelni kell a csapágyház illesztéséből, valamint a belső és külső gyűrű hőmérsékleti különbségéből eredő hatásokat. További információért forduljon az SKF alkalmazástechnikai szolgálatához.

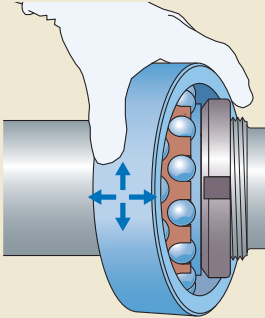
16. ábra



17. ábra



18. ábra



A hézag csökkenés mértéke a külső gyűrű megforgatásával ellenőrizhető

Normál radiális hézaggal rendelkező beálló golyóscsapágyak beszerelésekor, a hézagot általában elég a feltöltési úthossz során a külső gyűrű megforgatásával ellenőrizni (→ 18. ábra). A megfelelő hézagcsökkenést akkor érhetik el, ha a külső gyűrű könnyedén forog, de megforgatásakor némi ellenállás tapasztalható. Ekkor a csapágy a megfelelő szilárd illetsztéssel rendelkezik.

Hézagmérővel mérve a hézag csökkenését

A hézagmérő használata (→ 12. ábra, 51. oldal) az egyik lehetséges módja annak, hogy a közepes és nagyméretű csapágyak beszerelése előtt, közben és után megmérjük a radiális hézagot (→ Hézag mérése hézagmérővel, 52. oldal).

A radiális hézag csökkenésének ajánlott értékeit a következő függelékek tartalmazzák:

- beálló görgőscsapágyak esetén az **F-2 függelék** (→ 403. oldal)
- CARB toroidgörgős csapágyak esetén az **F-3 függelék** (→ 404. oldal)

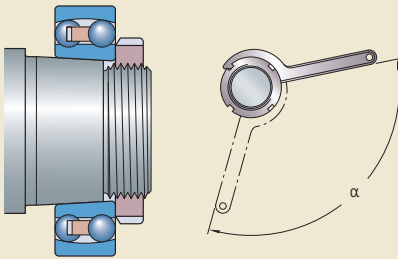
Megmérve a rögzítőanya meghúzási szögét ( $\alpha$ )

Az SKF ezt a módszert (→ 19. ábra) kúpos furattal rendelkező kis és közepes méretű csapágyak beszerelésére ajánlja, legfeljebb kb. 120 mm-es furatátmérőig. A rögzítőanya meghúzási szögére ( $\alpha$ ) vonatkozó ajánlott értékeket a következő függelékek tartalmazzák:

- beálló golyóscsapágyak esetén az **F-1 függelék** (→ 402. oldal)
- beálló görgőscsapágyak csapágyak esetén az **F-2 függelék** (→ 403. oldal)
- CARB toroidgörgős csapágyak esetén az **F-3 függelék** (→ 404. oldal)

A végső meghúzási eljárás megkezdése előtt helyezze fel a csapágyat a kúpra úgy, stabilan álljon. Azzal, hogy a tengelyanyát az ajánlott ( $\alpha$ ) szög értékével meghúzzuk, a csapágyat a megfelelő feltöltési úthosszal toljuk fel a kúpra.

19. ábra



## Gördülőcsapágyak beszerelése

### Megmérve a feltolási úthosszt

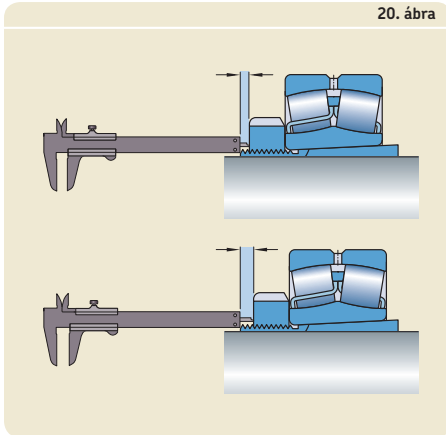
Kúpos üléken a feltolási úthossz folyamatos mérésével könnyen beállíthatjuk a kívánt illesztést. Ennek egyik módja az, hogy egyszerűen megmérjük a radiális hézagot. (→ 20. ábra). Ez a módszer nem túl pontos, mivel a kiinduló helyzetet nem egyszerű meghatározni.

A feltolási úthosszra vonatkozó javasolt értékeket a következő függelékek tartalmazzák:

- beálló golyóscsapágyak esetén az **F-1 függelék** (→ 402. oldal)
- beálló görgőscsapágyak esetén az **F-2 függelék** (→ 403. oldal)
- CARB toroidgörgős csapágyak esetén az **F-3 függelék** (→ 404. oldal)

A leghatékonyabb módszer az SKF Drive-up módszer, amellyel egyszerűen, gyorsan és nagyon megbízhatóan kivitelezhető a megfelelő szerelés, és így a beállítható a kívánt illesztés (→ Az SKF Drive-up módszer, az 57. oldaltól).

20. ábra



### Megmérve a belső gyűrű tágulását

Azzal, hogy megmérjük a belső gyűrű tágulását, amikor a csapágyat a kúpos ülésre szereljük, a nagyméretű csapágyak szerelését is könnyedén elvégezhetjük. Erre a SENSORMOUNT módszer alkalmazható, amely a csapágy belső gyűrűjébe épített érzékelőt és az erre a célra szolgáló kézi mérőműszert alkalmaz. (→ A SENSORMOUNT módszer, 67. oldal).

1. táblázat

#### Megfelelő szerszámok az SKF Drive-up módszerhez

Jelölés	Leírás
<b>Hidraulikus anyag</b> HMV ..E, például: HMV 40E HMVC ..E, például: HMVC 40E	Hidraulikus anya metrikus menettel, például: M 200 × 3 Hidraulikus anya angolszász hüvelyk méretű, például: ANF 7.847 × 8 Class 3
<b>Pumpák</b> 729124 SRB	Kézi vezérlésű hidraulikus pumpák – legfeljebb 100 MPa-os üzemi nyomáshoz és – legfeljebb 270 mm-es átmérőjű hidraulikus anyaghoz
TMJL 100 SRB	Kézi vezérlésű hidraulikus szivattyú – legfeljebb 100 MPa-os nyomáshoz és – legfeljebb 460 mm-es átmérőjű hidraulikus anyaghoz
TMJL 50 SRB	Kézi vezérlésű hidraulikus szivattyú – legfeljebb 50 MPa-os üzemi nyomáshoz és – legfeljebb 1 000 mm-es átmérőjű hidraulikus anyaghoz
<b>Nyomásmérő</b> TMJG 100 D	Nyomástartomány: 0 – 100 MPa
<b>Mérőórák</b> TMCD 10R TMCD 1/2R TMCD 5	Vízszintes számlapú mérőóra legfeljebb 10 mm-es elmozdulás mérésére Hüvelykben mérő vízszintes számlapú mérőóra legfeljebb 0.5 hüvelykes elmozdulás mérésére Függőleges számlapú mérőóra legfeljebb 5 mm-es elmozdulás mérésére



## Az SKF Drive-up módszer

Az SKF Drive-up módszert közepes és nagyméretű csapágyak szerelésére ajánlott. Ez a módszer egy kétlépéses szerelési eljárás alapul, melyhez mérőórával felszerelt hidraulikus anyára használ.

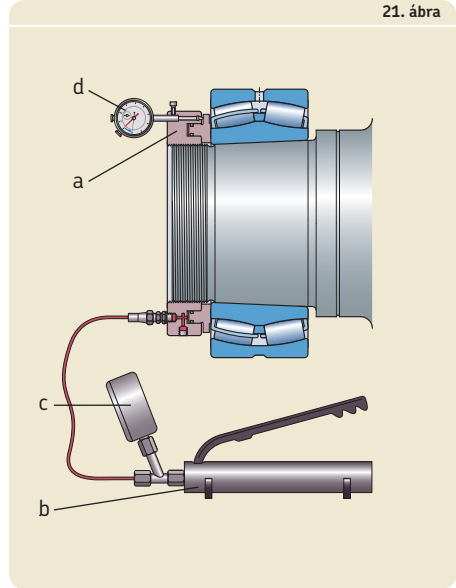
Elő lépés: meghatározott kiinduló helyzetet kell elérni úgy, hogy a hidraulikus anyára egy előre meghatározott nyomásértéket gyakorolunk.

Második lépés: növelve a hidraulikus anyára gyakorolt nyomást, a belső csapágygyűrűt feljebb tolja a kúpos üléken. A feltolási úthossz a mérőórával mérheti, amíg az elmozdulás mértéke el nem éri az előre meghatározott értéket. A kezdőhelyzet eléréséhez szükséges olajnyomásra és a végző helyzet eléréséhez szükséges feltolási úthosszra vonatkozó követendő értékeket az alábbi függelékek tartalmazzák:

- beálló golyóscsapágyak esetén a **H-1 függelék** (→ 406. oldal)
- beálló görgőscsapágyak csapágyak esetén a **H-2 függelék** (→ 407. oldal)
- CARB toroidgörgős csapágyak esetén a **H-3 függelék** (→ 412. oldal)

Az SKF Drive-up módszerhez a következő számkokra van szükség (→ 1. táblázat és 21. ábra):

- egy SKF HMV ..E vagy HMVC ..E hidraulikus anyára (a)
- egy megfelelő méretű hidraulikus pumpára (b)
- egy, a az üzemi körülményeknek megfelelő nyomásmérő órára (c)
- egy megfelelő pontosságú mérőórára (d)



### Az SKF Drive-up módszer lépései

**1** A művelet megkezdése előtt gondosan tanulmányozza át a **46. oldalon** kezdődő, *Beszereleési előkészületek* című szakaszban megfogalmazott útmutatásokat, és lehetőség szerint alkalmazza őket.

**2** Győződjön meg, hogy a szerelés során egy vagy két elmozduló felület van-e (→ **22. ábra**):

- egy felület: **1., 2. és 3. eset**
- két felület: **4. és 5. eset**

**3** Ellenőrizze, hogy a csapágyfurat átmérője és a hidraulikus anya belső átmérője megegyezik-e (→ **22. ábra: 1., 3. és 4. eset**). Ha azonos, akkor a kiinduló helyzet eléréséhez szükséges olajnyomást az alábbi mellékletek tartalmazzák:

- beálló golyóscsapágyak esetén a **H-1 függelék** (→ **406. oldal**)
- Beálló görgőscsapágyak csapágyak esetén a **H-2 függelék** (→ **407. oldal**)
- CARB toroidgörgős csapágyak esetén a **H-3 függelék** (→ **412. oldal**)

Ha nem egyforma a csapágy furatának átmérője és a hidraulikus anya belső átmérője (→ **22. ábra: 2. és 5. eset**), akkor módosítani kell a kiinduló helyzet eléréséhez szükséges olajnyomást, hiszen a táblázatban feltüntettnél kisebb hidraulikus anyát használ az adott csapágyazásnál. Ilyenkor a szükséges olajnyomás a következő képlettel számítható ki:

$$P_{\text{req}} = \frac{A_{\text{ref}}}{A_{\text{req}}} P_{\text{ref}}$$

ahol

$P_{\text{req}}$  = a ténylegesen használt hidraulikus anya esetén szükséges olajnyomás [MPa]

$P_{\text{ref}}$  = az előírt referencia hidraulikus anya használata esetén szükséges olajnyomás [MPa]

$A_{\text{req}}$  = a ténylegesen használt hidraulikus anya dugattyúfelülete [mm<sup>2</sup>]

$A_{\text{ref}}$  = az előírt referencia hidraulikus anya dugattyúfelülete [mm<sup>2</sup>]

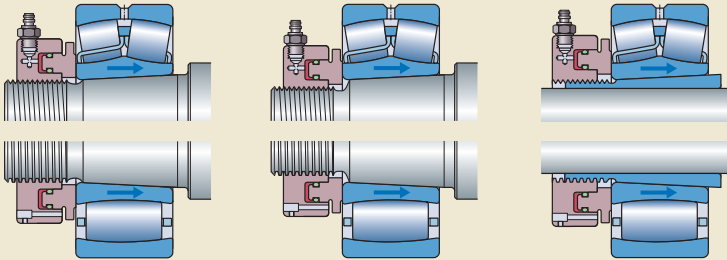
$A_{\text{ref}}$ ,  $A_{\text{req}}$  és  $P_{\text{ref}}$  megfelelő értékei a fent említett függelékben található.

**4** Vékonyan olajozza be híg olajjal a csúszófelületeket, és helyezze a csapágyat a kúpra.

**5** Csavarja rá a hidraulikus anyát a tengely vagy a hüvely menetére úgy, hogy a dugattyú felülete felfeküdjön a csapágyra vagy a lehúzóhüvelyre (→ **23. ábra**).

**MEGJEGYZÉS:** Az egyes csapágyjelöléseknek megfelelő részletes szerelési utasítások a [www.skf.com/mount](http://www.skf.com/mount) honlapon található.

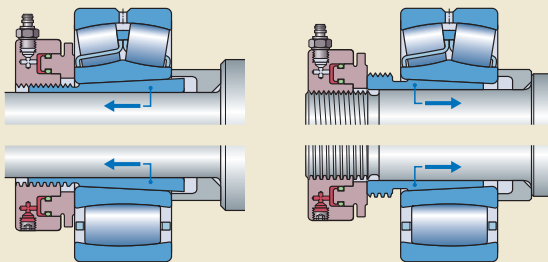
2. és 3. lépés: Állapítsa meg az elmozduló felületek számát és a megfelelő omást.



1. eset

2. eset

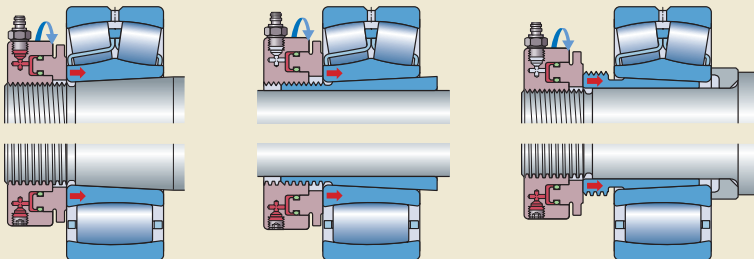
3. eset



4. eset

5. eset

5. lépés: Helyezze fel a hidraulikus anyát.

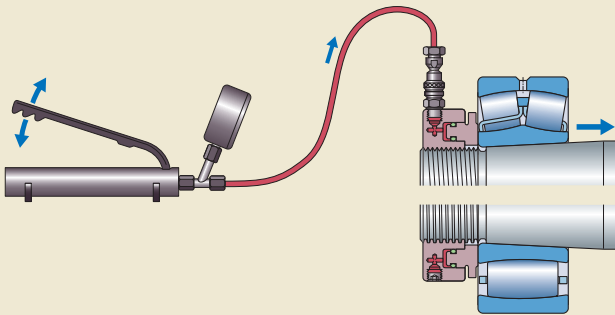


Kúpos tengely

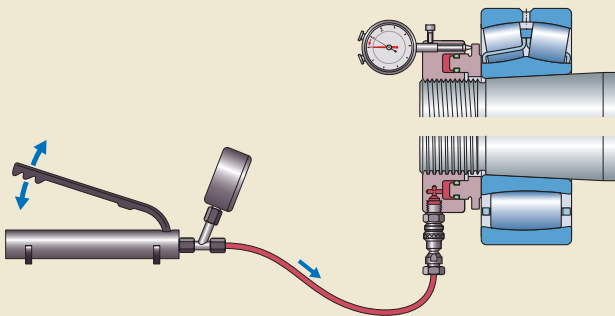
Szorítóhüvely

Lehúzóhüvely

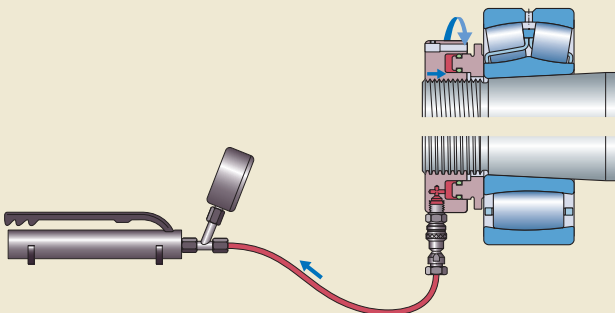
6. lépés: A kiindulási pozíció, az előírt nyomásérték kifejtésével érhető el.



7. lépés: Olvassa le a az eltolási úthossz értékét a mérőóráról.



9. lépés: Eressze le az olajat a hidraulikus anyagból.



- 6 Csatlakoztassa egymáshoz a hidraulikus pumpát és a hidraulikus anyát. Tolja fel a csapágyat kiinduló pozícióba úgy, hogy addig pumpálja az olajat a hidraulikus anyába, amíg el nem éri az előírt nyomásértéket. Ne engedje lecsökkenni a nyomást (→ 24. ábra).

**MEGJEGYZÉS:** Ha a csapágyat az olajnyomásos módszerrel kombinálva szereli be, akkor a kiindulási pozíció elérése előtt ne fecskendezzen olajat az érintkező felületek közé.

- 7 Csatlakoztassa a mérőórát a hidraulikus anyához. Állítsa be a mérőórán a szükséges tengelyirányú feltolási értéket. Pumpáljon olajat a hidraulikus anyába addig, amíg a csapágyat fel nem tolja a megfelelő pozícióba és a mérőóra nullát nem mutat (→ 25. ábra).

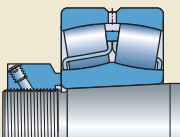
**MEGJEGYZÉS:** Ha olajnyomásos módszert használ, nyissa ki a hidraulikus pumpák (tengelynél vagy hüvelynél használva) olajleeresztő csapját, és hagyja, hogy az olaj mintegy 20 percen át leürüljön.

- 8 Amikor befejeződött a szerelés, az olajnyomás megszüntetéséhez nyissa ki a hidraulikus pumpa olajleeresztő csapját.
- 9 Az olaj leürítéséhez tolja vissza a hidraulikus anya dugattyúját az eredeti helyzetébe. Ehhez csavarja fel az anyát a tengely vagy hüvely menetes részére (→ 26. ábra).

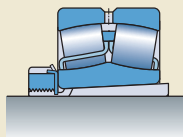
- 10 Válassza le a hidraulikus pumpát, és távolítsa el az anyát a tengelyről, illetve a hüvelyről. A csapágy nem fog meglazulni.
- 11 Rögzítse a csapágyat a tengelyüléken vagy a hüvelyen, például a megfelelő rögzítőeszköz segítségével (→ 27. ábra).

27. ábra

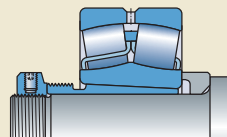
11. lépés: Rögzítse a csapágyat a tengelyüléken vagy a hüvelyen.



Kúpos tengely



Szorítóhüvely



Lehúzóhüvely

### Az olajnyomásos szerelési módszer

Az olajnyomásos módszerrel (→ **28. ábra**) jelentős erőfeszítést takaríthat meg kúpos furattal rendelkező csapágyak szerelésekor. Ezzel a módszerrel nagy nyomással olajat fecskendez be a csapágy furata és tengelyüléke közé, ahol vékony olajréteg jön létre. Ez az olajréteg elválasztja egymástól az érintkező felületeket, és jelentősen csökkenti köztük a súrlódást.

Feltéve, hogy az alkalmazást megfelelően előkészítették az olajnyomásos szerelésre (→ **G függelék, 405. oldal**), ezzel a módszerrel a csapágy a következő helyekre szerelhető be:

- kúpos tengelyre
- szorítóhüvelyre
- lehúzóhüvelyre

Az olajnyomásos módszerhez szükséges berendezés az SKF-től is beszerezhető. A termékeket a *Hidraulikus szerszámok* című szakasz szemlélteti és ismerteti a **73. oldalon**.

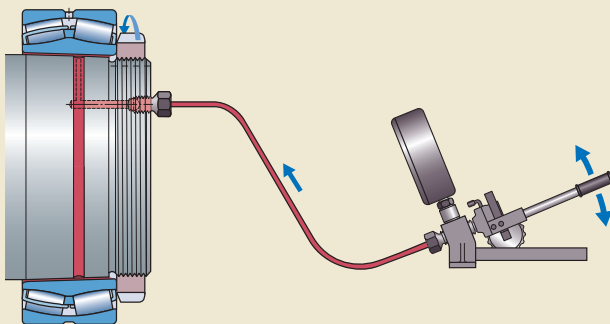
Ha olajnyomásos módszerrel kíván szerelni közepes vagy nagyméretű csapágyat, az SKF a következő szerelő eljárást javasolja.

### Az olajnyomásos szerelési módszer lépései

- 1** A művelet megkezdése előtt gondosan tanulmányozza át a **46. oldalon** kezdődő, *Szerelési előkészületek* című szakaszban megfogalmazott útmutatásokat, és lehetőség szerint alkalmazza őket.
- 2** Mérje meg a csapágy radiális belső hézagját. Állapítsa meg a csapágy szükséges radiális hézagcsökkenését és tengelyirányú feltolási úthosszát is (→ *Az SKF Drive-up módszer*, az **57. oldaltól**). A követendő értékeket a következő függelékek tartalmazzák:
  - beálló golyóscsapágyak esetén az **F-1 függelék** (→ **402. oldal**)
  - beálló görgőscsapágyak esetén az **F-2 függelék** (→ **403. oldal**)
  - CARB toroidgörgős csapágyak esetén az **F-3 függelék** (→ **404. oldal**)

**MEGJEGYZÉS:** A radiális hézag mérésekor kövesse a *Hézag mérése hézagmérővel* című szakaszban az **52. oldalon** adott utasításokat.

28. ábra



**3 Szerelés hüvelyre:**

- Ha van, távolítsa el a rögzítőanyagát és a biztosítólemezt. Ha rögzítőanyagával húzza a csapágyat a helyére, molibdén-diszulfát tartalmú zsírral kenje be a hüvely menetét és az anyának a csapágy felé néző oldalát.

**4 Híg olajjal vékonyan kenjen be minden érintkező felületet.****5 Kezdje el a csapágy beszerelését (→ 29. ábra).**

Kúpos tengely:

- Tolja a csapágyat a tengelyre.

Szorítóhüvely:

- Csúsztassa helyére a hüvelyt. Helyezze fel a csapágyat a hüvelyre.

Lehúzóhüvely:

- Helyezze a csapágyat a tengelyen középre igazítva úgy, hogy hozzáérjen a megtámasztáshoz. Tolja be tengelyirányban a hüvelyt a csapágy furatába.

**6 Helyezze fel a tartozékokat.**

Kúpos tengely:

- Csavarja fel a rögzítőanyagát vagy a hidraulikus anyát a tengelyre, amíg a csapágy kissé megszorul.

Szorítóhüvely:

- Csavarja fel a rögzítőanyagát vagy a hidraulikus anyát a hüvelyre, amíg a csapágy kissé megszorul.

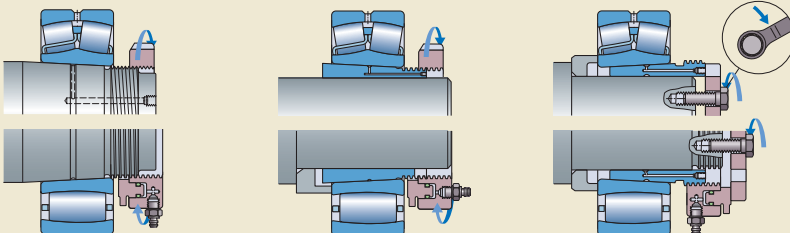
Lehúzóhüvely:

- Hidraulikus anyát vagy SKF Drive-up módszert alkalmazva, tolja be a hüvelyt a csapágy furatába, és úgy csavarja az anyát a hüvelyre, hogy a dugattyúja kifelé nézzen, és hagyjon legalább az tengelyirányú feltöltési úthossznak megfelelő hézagot. Tegyen ütközőt a tengelyre, például egy zárófedelet, hogy a dugattyú ennek támaszkodva tudjon működni.

**MEGJEGYZÉS:** Ha a hüvely nehezen csúsztatható, óvatosan nyissa szét a hüvelyt úgy, hogy egy kicsi műanyag éket illeszt a hasítékba.

29. ábra

5. és 6. lépés: Helyezze fel a csapágyat és a tartozékokat.



Kúpos tengely

Szorítóhüvely

Lehúzóhüvely

- 7 Szerelje fel a megfelelő csatlakozó elemeket és csöveket (→ 30. ábra).

Kúpos tengely:

- Szerelje a csatlakozó elemeket az olajnyomásos szerelés számára kialakított vezetőcsatorna menetes furatába a tengely végénél.

Szorítóhüvely:

- Csavarozza a gyorscsatlakozóval és csatlakozó szemmel ellátott csőtoldatot, a hüvely menettel ellátott oldalára.

Lehúzóhüvely:

- Csavarozza a gyorscsatlakozóval és csatlakozó szemmel ellátott csőtoldatot, a hüvely menettel ellátott oldalára.

- 8 Csatlakoztassa a megfelelő hidraulikus pumpá(ka)t.

**MEGJEGYZÉS:** Az SKF Drive-up módszer használata esetén kövesse az **57. oldalon** kezdődő, *Az SKF Drive-up módszer* című fejezetben leírt eljárást.

- 9 Fecskendezzen 20 °C-os szobahőmérsékletű hozzávetőleg 300 mm<sup>2</sup>/s viszkozitású olajat (pl. SKF szerelőfolyadékot) az érintkező felületek közé, amíg a vékony olajfilm el nem választja a felületeket egymástól (→ 31. ábra).

- 10 Szereljük fel a csapágyat (→ 32. ábra).

Kúpos tengely:

- A rögzítőanya vagy a hidraulikus anya segítségével tolja fel a csapágyat a kúpra, a kiindulási pozíciótól mérve a meghatározott távolságra.

Szorítóhüvely:

- A rögzítőanya vagy a hidraulikus anya segítségével tolja fel a csapágyat a hüvelyre, a kiindulási ponttól mérve a meghatározott távolságra.

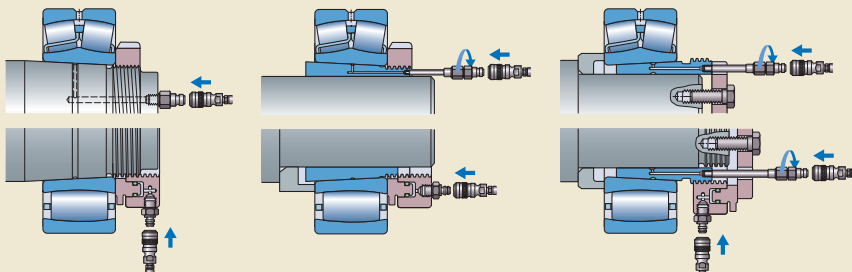
Lehúzóhüvely:

- A csavarokat rendre meghúzva vagy a hidraulikus anya és a hidraulikus pumpa segítségével tolja be a hüvelyt a csapágy furatába, a meghatározott tengelyirányú távolságra.

**MEGJEGYZÉS:** Az SKF Drive-up módszer használata esetén a hidraulikus anyára, a megfelelő nyomásértéket gyakorolva tolja fel a csapágyat a kiindulási pozícióba. Majd tegye fel a mérőórát, és állítsa be rajta a szükséges feltolási a pumpálást, amíg az óra nullát nem mutat. Ekkor tette meg a csapágy a beállított feltolási úthosszt.

30. ábra

7. és 8. lépés: Szerelje be a csatlakozó elemeket és csöveket, és csatlakoztassa a hidraulikus pumpát.



Kúpos tengely

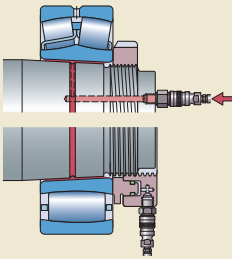
Szorítóhüvely

Lehúzóhüvely

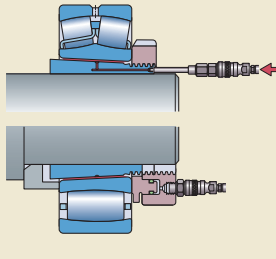


31. ábra

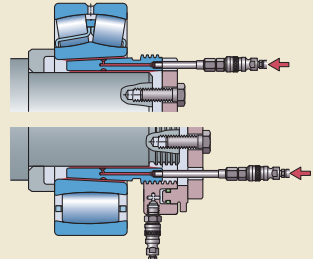
9. lépés: Nagy nyomással fecskendezzen be olajat, hogy elválassza egymástól az érintkező felületeket.



Kúpos tengely



Szorítóhüvely

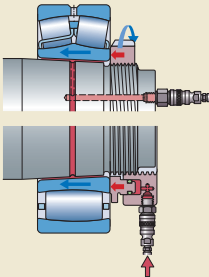


Lehúzóhüvely

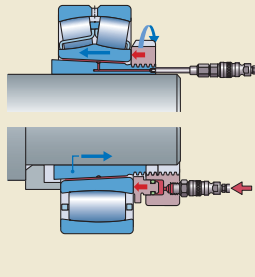
2

32. ábra

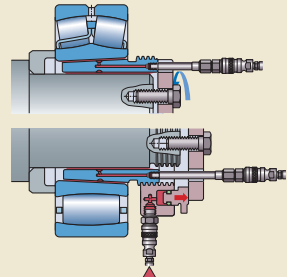
10. lépés: Alkalmazza a Drive-up módszert.



Kúpos tengely



Szorítóhüvely



Lehúzóhüvely

## Gördülőcsapágyak beszerelése

**11** A szerelés végeztével, nyissa meg az olajnyomásos szereléshez használt hidraulikus pumpa olajleeresztő csapját. Legalább 20 percig hagyja, hogy az olaj kiürüljön.

**VIGYÁZAT!** Az SKF Drive-up módszer használata esetén ekkor még ne vegye el a hidraulikus anyától a nyomást.

**12** Hézagmérővel ellenőrizze a szerelés utáni radiális hézagot.

**MEGJEGYZÉS:** Az SKF Drive-up módszer alkalmazása esetén beszerelés után nem szükséges megmérni a radiális belső hézagot.

**13** Ha a szerelés utáni hézag összhangban van az ajánlott értékekkel, válassza le a gyorscsatlakozót a tengelyről, illetve a hüvelyről (beleértve a csótdatát is), vegye le a csatlakozó elemeket, és cserélje ki az olajcsatornát.

**MEGJEGYZÉS:** Az SKF Drive-up módszer használata esetén nyissa meg a hidraulikus anyát működtető pumpa olajleeresztő csapját. Az anyát kiürítéséhez az anyát a menetre csavarva, tolja a dugattyút az alapállásba.

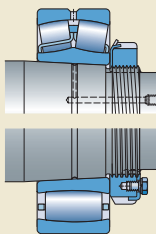
**14** Ha van, távolítsa el a rögzítőanyát, a hidraulikus anyát, illetve a zárófedél csavarjait. A feszerelt csapágy illesztése nem fog kilazulni.

**15** Rögzítse a csapágyat a megfelelő rögzítőeszközzel (→ **33. ábra**):

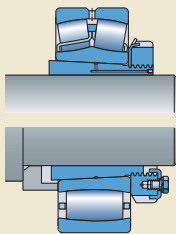
- KM és KML rögzítőanya esetén a megfelelő MB, illetve MBL biztosítólemezt használja.
- HM 30 és HM 31 sorozatú rögzítőanyag esetén a mellékelt rögzítőbilincset és csavart használja.
- Zsírfedél alkalmazása esetén csavarokat és megfelelő rugós alátéteket használjon.

33. ábra

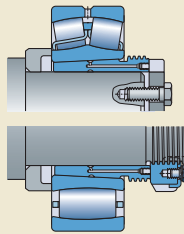
**15. lépés:** Rögzítse a csapágyat.



Kúpos tengely



Szorítóhüvely



Lehúzóhüvely

## A SENSORMOUNT módszer

A SENSORMOUNT módszer lehetővé teszi az SKF gyártmányú, legalább 340 mm átmérőjű, kúpos furattal rendelkező, beálló görgős és CARB toroidgörgős csapágyak pontos szerelését úgy, hogy sem a szerelés előtt, sem a szerelés után ne kelljen megmérni a radiális hézagot, valamint a feltolási úthosszt. A beszerelés így gyors és pontos.

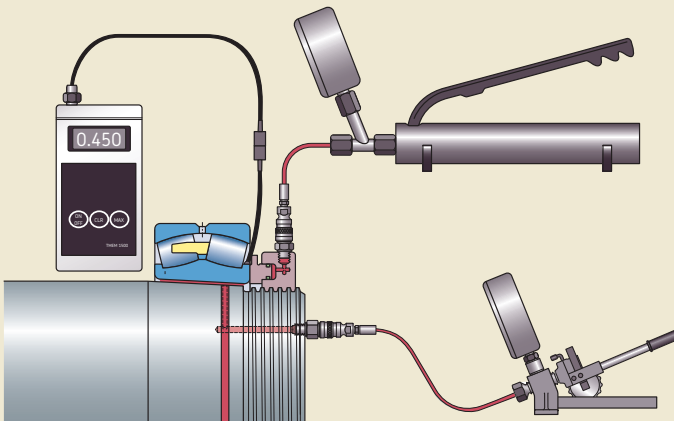
Ez a módszer egy, a csapágy belső gyűrűjébe épített érzékelőt, továbbá egy erre a célra kialakított kézi mérőműszert használ (→ 34. ábra). Az érzékelőtől származó adatokat a mérőműszer dolgozza fel. A belső gyűrű távulási (mm) értékét, a furatátmérővel arányos hézagcsökkenés ( $\mu\text{m}$ ) függvényében jeleníti meg. A mérőműszeren megjelenő 0,450 érték az általános határérték a normál körülmények között üzemelő csapágyak esetén.

A csapágy mérete, tengely anyag kialakítás (tömör, üreges), valamint a felületi érdesség ebben az esetben nem igényel különösebb megfontolást.

A kúpos tengelyre vagy szorítóhüvelyre szerelendő csapágyak esetén az érzékelő a belső gyűrűnek a kisebbik furatátmérő felőli oldalán található – előjele ZE, például: ZE 23084 CAK/W33. A lehúzóhüvelyre szerelendő csapágy esetén az érzékelő a nagyobbik furatátmérő oldalán található – előjele ZEB, például: Z C 3084 KM.

**MEGJEGYZÉS:** A csapágyhoz részletes szerelési utasítást is mellékelnek. Az utasítások a [www.skf.com/mount](http://www.skf.com/mount) honlapon is megtalálhatók.

34. ábra



### Beszerelés melegen

A csapágygyűrű és a tengely, illetve a ház közötti szükséges hőmérsékletkülönbség az illesztés mértékétől és a csapágyülék átmérőjétől függ.

A csapágyak melegítésénél alapvető fontosságú a hőmérsékletszabályzás:

- Ne hevítse a nyitott csapágyakat 120 °C fölé.
- Ne hevítse a tömített csapágyakat 80 °C fölé, a beléjük töltött zsír és/vagy a tömítés anyaga miatt.

A ház esetén általában elegendő mérsékelt 20-ról 50 °C-ra, mivel az illesztés mértéke ritkán nagy.

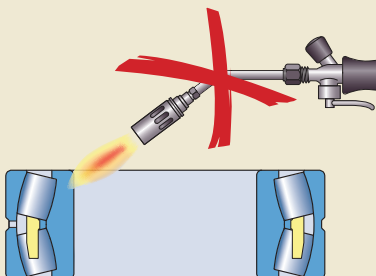
Ha már felmelegítette a csapágyat, akkor az a cél, hogy a helyére tegye, mégpedig olyan gyorsan, ahogyan csak lehetséges, és ott is tartsa, amíg a csapágy le nem húll. Az SKF azt ajánlja, hogy ehhez az SKF csapágymozgató szerszámot és emelőcsigát használja, különösen közepes és nagyméretű csapágyak beszereléséhez (→ 7–9. ábra az 50. oldalon).

**VIGYÁZAT!** Csapágy beszerelésekor soha semmilyen kemény tárggyal, például acélkalapáccsal vagy vésővel ne üsse közvetlenül a csapágyat, és a felszereléshez szükséges nyomóerő soha ne a gördülőelemeken keresztül hasson.

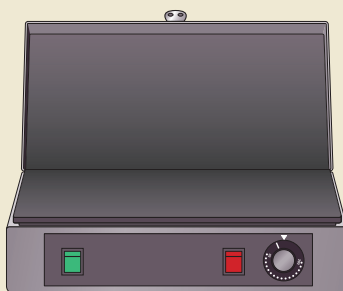
Azért, hogy a csapágyakat, illetve a házakat gyorsan és biztonságosan tudja a megfelelő hőmérsékletre felmelegíteni, az SKF a melegítő készlet választékát kínálja. Az alábbiakban felsoroljuk a rendelkezésre álló melegítési módszereket és azok jellemző alkalmazási területét.

**VIGYÁZAT!** Soha ne melegítse a csapágyat nyílt lánggal (→ 35. ábra)!

35. ábra



36. ábra



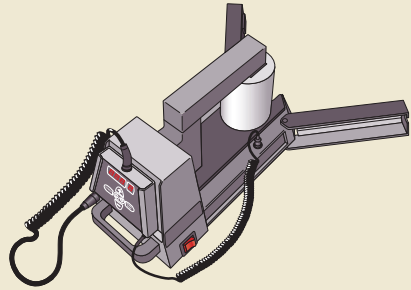
### Elektromos melegítőlapok

Kis méretű csapágyak és kis méretű házak felmelegítésére használható az elektromos melegítőlap (→ 36. ábra). Az egyenletes melegítés érdekében a csapágyakat többször meg kell fordítani.

Az SKF elektromos melegítőlap hőmérséklet-szabályzóval rendelkező melegítőeszköz, amelyen a hőmérséklet 50 és 200 °C között állítható be.

**VIGYÁZAT!** Tömített csapágyak soha nem érintkezhetnek közvetlenül a melegítőtalccával. Tegyen egy gyűrűt a lap és a csapágy közé.

37. ábra



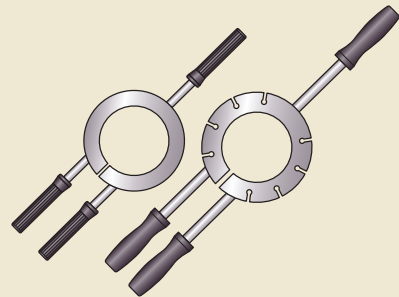
## Indukciós melegítők

Gördülőcsapágyak felmelegítéséhez az SKF elektromos indukciós melegítő (→ 37. ábra) használatát javasolja. Az indukciós melegítők a csapágyakat viszonylag rövid idő alatt egyenletesen melegítik fel, és különösen biztonságosak, mivel a melegítő és a vasmag sosem melegszik fel.

Az indukciós melegítők mágnesezik a csapágyat. Ezért beszerelés előtt fontos demagnetizálni a csapágyat. Minden SKF gyártmányú indukciós melegítő rendelkezik automatikus demagnetizáló eszközzel. E melegítők több méretben kaphatók a minimum 20 mm furatát-mérőjű csapágyak felmelegítésére.

Az indukciós melegítők mellé használati utasítást is mellékelnek.

38. ábra



## Alumínium melegítőgyűrűk

Az alumínium melegítőgyűrűket (→ 38. oldal) eredetileg az NU, az NJ és az NUP hengergörgős csapágyak belső gyűrűjének kiszéréséhez fejlesztették ki, de beszereléshez is használhatók.

Az SKF alumínium melegítőgyűrűi a következő csapágyméretekhez kaphatók: 204–252, 304–340 és 406–430.

A gyűrűk mellé használati utasítást is mellékelnek.

### Melegítőszekrények

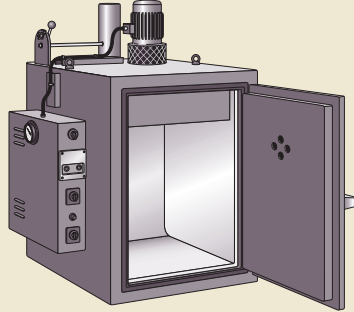
Melegítőszekrényt jellemzően akkor használnak, amikor sok kis méretű csapágyat vagy több különböző méretű csapágyat és kis méretű házat kell felmelegíteni.

A megfelelő melegítőszekrényekben állítható termosztát és ventilátor is található (→ 39. oldal). A ventilátor a levegőt keveri, hogy így az egész szekrényben egyenletes hőmérsékletet biztosítson.

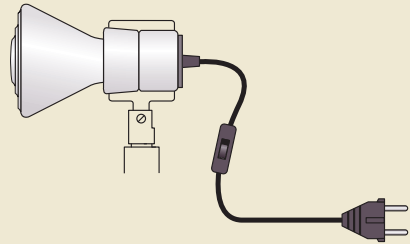
### Infravörös melegítők

Az infravörös melegítők tiszta, biztonságos és nagyon egyszerű módot kínálnak a kis méretű, vékony falú házak felmelegítésére. A lámpafejbe szerelt infravörös melegítőt beteszik a ház furatába, és bekapcsolják. A ház megfelelő felmelegítésére rendszerint elegendő néhány perc, mert a ház furata és a csapágy közötti szilárd illesztés ritkán szoros (→ 40. ábra). Felmelegítés után kikapcsolják a melegítőt, kiveszik a ház furatából, és a csapágyat gyorsan a helyére nyomják.

39. ábra



40. ábra



## Melegítőpaplanok

A rugalmas melegítőpaplanok használata kiváló és biztonságos megoldást kínál a házak felmelegítésére bonyolult szerelési műveletek nélkül. Ezek a paplanok többféle rugalmas anyagból készülhetnek, számos típusuk van, és több méretben kaphatók (→ 41. oldal).

A melegítőpaplanok illeszkednek az egyedi melegítési igényekhez, például betakarható velük a ház, vagy betehető a ház furatába, de használhatók lapos melegítő alátétként is.

## Olajfűrdő

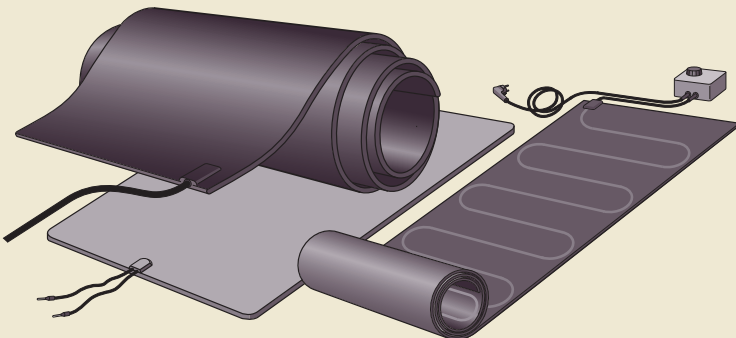
Évekkel ezelőtt az olajfűrdő nagyon népszerű módja volt a csapágyak és a kis méretű házak felmelegítésének. Gazdaságossági, környezetvédelmi és biztonsági okokból ez a módszer ma már nem ajánlott. Néha azonban nincs más megoldás.

Amikor egy csapágyat olajfűrdőben melegít, be kell tartania néhány alapszabályt. Kizárólag tiszta, 250 °C feletti lobbánáspontú olajat és állítható termosztáttal rendelkező tiszta tartályt használjon. Fontos továbbá, hogy a csapágyak vagy a csapágygyűrűk soha se érintkezzenek a tartállyal. A csapágy felmelegítése után, de még a csapágynak a tengelyre való rátétele előtt hagyja, hogy a csapágyra került olaj lecsepegjen, majd törölje tisztára a csapágy külsejét.

### FIGYELMEZTETÉS

Ne tegyen nagyméretű, nehéz csapágyat a melegítőpaplanra, mert azzal elektromos veszélyhelyzet állhat elő, és tönkremehetnek a fűtőszálak.

41. ábra



## SKF szerelőszerszámok

A megfelelő szerelőszerszámok használata, a helyes beszerelési módszer alkalmazása, valamint a helyes eljárások követése segít megelőzni a csapágyak korai tönkremenetelét, továbbá elősegíti, hogy a csapágy teljesítménye megfelelő legyen. Éppen ezért az SKF szerelőszerszámai közé tartoznak:

- Mechanikus szerszámok
- Hidraulikus szerszámok
- Melegítő berendezések
- Kesztyűk

Az SKF gyártmányú szerelőszerszámokról és termékekről a **416. oldalon** kezdődő **J függelék** ad áttekintést. További információ a [www.mapro.skf.com](http://www.mapro.skf.com) honlapon érhető el.

## Mechanikus szerszámok

Az SKF a mechanikus szerszámok széles választékát kínálja, többek között csapágyillesztő szerzőszmokat, valamint kulcsokat, az összes gyakori beszerelési feladathoz.

Az SKF csapágybeszerelő szerszámkészlet 36 db különböző méretű felütő patront tartalmaz, és több mint 400 különböző csapágy (és különféle tömítések) beszerelésére alkalmas.

Az SKF gyártmányú kulcsok közé tartoznak körmöskulcsok (állítható és speciális körmöskulcsok is), ráverő körmöskulcsok és axiális tengelyanya kulcsok.

2. táblázat

Kiválasztási segédlet az SKF gyártmányú hidraulikus pumpákhoz és olajinjektorokhoz

Max. nyomás	Pumpa jelölése	Megnevezés	Olajtartály térfogata	Csatlakozócsonk	Alkalmazások
MPa	–	–	cm <sup>3</sup>	–	–
50	<b>TMJL 50</b>	Kézi működtetésű pumpa	2 700	G 1/4	Minden HMV ..E anya
100	<b>729124</b> <b>TMJL 100</b>	Kézi működtetésű pumpa Kézi működtetésű pumpa	250 800	G 1/4 G 1/4	Hidraulikus anya ≤ HMV 54E Hidraulikus anya ≤ HMV 92E
150	<b>THAP 150</b> <b>728619 E</b>	Sűrített levegős pumpa Kézi működtetésű pumpa	Külön tartály 2 550	G 3/4 G 1/4	Minden HMV ..E anya, Olajnyomásos módszerrel. Minden méretű hidraulikus anya, olajnyomásos módszerrel.
300	<b>THAP 300E</b> <b>226400</b> <b>729101 B</b> <b>TMJE 300</b>	Sűrített levegős pumpa Kézi működtetésű olajinjektor Kézi működtetésű olajinjektor készlet Kézi működtetésű olajinjektor készlet	Külön tartály 200 200 200	G 3/4 G 3/4 Több Több	nagynyomású csatlakozók olajnyomásos módszerrel. Olajnyomásos módszer, szorító- és lehúzóhüvely Olajnyomásos módszer, szorító- és lehúzóhüvely Olajnyomásos módszer, szorító- és lehúzóhüvely
400	<b>729101 E</b>	Kézi működtetésű olajinjektor készlet	200	G 1/4	Olajnyomásos módszer, nagynyomású csatlakozók



## Hidraulikus szerszámok

Az SKF a csapágyak beszereléséhez átfogó hidraulikus szerszámválasztékot fejlesztett ki, többek között hidraulikus anyákat, hidraulikus pumpákat és olajinjektorokat.

Az SKF gyártmányú hidraulikus anyák jellemzői:

- A HMV ..E sorozatban, 50-től legfeljebb 200 mm-es menetátmérőig az ISO 965-3:1998 szabványnak megfelelő metrikus menettel rendelkeznek, tűrésosztályuk 6H.
- A HMV ..E sorozatban, 205-től legfeljebb 1 000 mm-es menetátmérőig az ISO 2901:1977 szabványnak megfelelő metrikus trapézmenettel rendelkeznek, tűrésosztályuk 7H.
- A HMVC ..E sorozatban, 1.967-től legfeljebb 12.5625 hüvelykes menetátmérőig az ANSI B1.1-1974 szabványnak megfelelő American National, Form NS menettel rendelkeznek, osztályuk 3.
- A HMVC ..E sorozatban, 13.339-től legfeljebb 37.410 hüvelykes menetátmérőig az ANSI B 1.5-1957 szabványnak megfelelő General Purpose ACME Thread menettel rendelkeznek, osztályuk 3G.

Az SKF gyártmányú hidraulikus pumpák és olajinjektorok több kialakításban és méretben kaphatók (→ **2. táblázat**). Az SKF számos tartozékot is kínál, így nagynyomású csöveket, csatlakozókat, tömlőket, mérőeszközöket.

## Melegítőberendezések

Az SKF gyártmányú melegítőeszközök palettáján megtalálhatók az indukciós melegítők, az elektromos melegítőlapok és az alumínium melegítőgyűrűk, a legtöbb gyakori beszerelési feladat eredményes ellátásához.

## Védőkesztyűk

Az SKF különféle típusú védőkesztyűket biztosít a csapágyak és alkatrészek biztonságos szereléséhez. Négy típusú kesztyű létezik, mindegyik egy-egy konkrét munkakörülményhez való:

- speciális munkakesztyűk
- hőálló kesztyűk
- kesztyűk rendkívül magas hőmérsékletre
- hő- és olajálló kesztyűk

# Az egyes csapágytípusokra vonatkozó szerelési utasítások

A *Beszerelés előtti előkészületek* című, a **46. oldalon** kezdődő szakaszban ismertetett beszerelési módszerek és szerelőszerzőszámok általában a gördülőcsapágyak minden típusához használhatók. A kialakításból, a méretből és a tömegből következően azonban egyes csapágytípusok különleges figyelmet vagy speciális beszerelési módszereket igényelnek:

- az egysorú, ferde hatásvonalú golyóscsapágyak és a kúpgörgős csapágyak
- a két részből álló belső gyűrűvel rendelkező, ferde hatásvonalú golyóscsapágyak
- a túlnyúló golyókkal rendelkező beálló golyóscsapágyak
- a tömített beálló golyóscsapágyak
- a meghosszabbított belső gyűrűvel rendelkező beálló golyóscsapágyak
- az egysorú hengergörgős és tégörgős, kosárral rendelkező csapágyak
- a többsorú hengergörgős és kúpgörgős csapágyak
- a beálló görgős és CARB toroidgörgős csapágyak

## Ferde hatásvonalú golyóscsapágyak beszerelése

Az egysorú ferde hatásvonalú golyóscsapágyakat jellemzően egy második csapágyhoz állítják be egy osztatlan házban, vagy X- vagy O- csapágyelrendezésben, hogy így egyenlítsék ki az ellenőrtéteket.

## Önálló csapágyak

Az önálló ferde hatásvonalú golyóscsapágyak olyan elrendezésekbe valók, ahol mindegyik csapágyhelyen csak egyetlen csapágyat használnak. Bár a csapágygyűrűk szélessége nagyon szoros toleranciával készült, ezek a csapágyak nem alkalmasak arra, hogy közvetlenül egymás mellé szereljék be őket.

Az olyan tükörkép csapágyelrendezéseket, amelyekben mindegyik csapágyhelyen egyetlen csapágyat használnak, keresztartott elrendezésnek nevezik, és általában rövid tengelyek esetén használják. Ezekben az elrendezésekben

a szükséges hézagot, illetve előfeszítést a beszerelés során lehet beállítani az egyik csapágy tengelyirányú mozgásával.

## X-elrendezésű csapágyak beállítása

Az SKF azt ajánlja, hogy hacsak lehet, az X-elrendezést akkor állítsa be, amikor a tengely függőleges, és így az alsó csapágy tartja.

Mérje meg a külső gyűrű oldalsó felületének és a ház oldalsó felületének távolságát (→ **42. ábra**). Határozza meg a véglezáró vállának szükséges szélességét a szükséges axiális hézag, illetve a működés során szükséges előfeszítés alapján. Szükség esetén határozza meg a ház és a véglezáró, illetve a külső gyűrű és a véglezáró közé beillesztendő alátétek vastagságát.

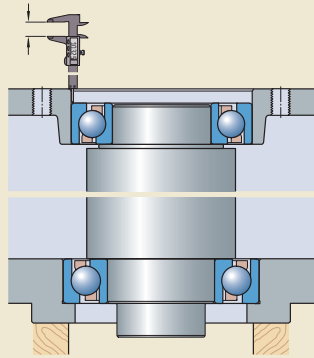
Tegye fel a véglegesre forgácsolt véglezárót (és az alátéteket), és forgassa vissza a csapágyelrendezést vízszintes helyzetbe.

Hézaggal rendelkező csapágyelrendezés esetén ellenőrizze a beállítás eredményét: mérőórával mérje meg a megmaradt axiális hézagot (→ **43. ábra**).

**MEGJEGYZÉS:** Előfeszített csapágyelrendezések esetén mérőórával nem lehet közvetlenül mérést végezni. A gyakorlatban indirekt módszerekkel állítják be az előfeszítést, például illesztéssel, az elmozdulások mérésével, illetve a súrlódási erő szabályozásával. Ha segítségre van szüksége az előfeszítés kiszámításában, vegye fel a kapcsolatot az SKF alkalmazástechnikai mérnöki szolgálatával.

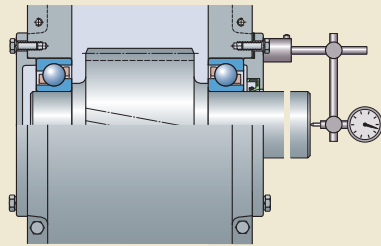
**MEGJEGYZÉS:** Működés közben a megnövekedett hőmérséklet, a belső és külső gyűrű közötti hőmérsékletkülönbség, továbbá egyéb tényezők, például a fordulatszám és a terhelés eredményeképp a hézag jellemzően csökken (az előfeszítés növekszik).

42. ábra



2

43. ábra



### O-elrendezésű csapágyak beállítása

O-elrendezésű csapágyak beállításakor húzza meg a rögzítőanyát, illetve a zárólemez csavarjait, miközben néha megforgatja a tengelyt (→ 44. ábra).

Hézaggal rendelkező csapágyelrendezés esetén ellenőrizze a beállítás eredményét: mérőórával mérje meg a megmaradt axiális hézagot (→ 45. ábra). Ha túl nagy a megmaradt hézag, húzza meg a rögzítőanyát, illetve a zárólemez csavarjait. Ha túl kicsi a megmaradt hézag, szelelje le a csapágyakat, és kezdje előlről a beszerelést.

**MEGJEGYZÉS:** Előfeszített csapágyelrendezések esetén mérőórával nem lehet közvetlenül mérést végezni. A gyakorlatban indirekt módszerekkel állítják be az előfeszítést, például illesztéssel, az elmozdulások mérésével, illetve a súrlódási erő szabályozásával. Ha segítségre van szüksége az előfeszítés kiszámításában, vegye fel a kapcsolatot az SKF alkalmazástechnikai mérnöki szolgálatával.

Ha a két csapágy belső gyűrűje között távtartó hüvelyt használ (→ 46. ábra), akkor a szükséges hézag, illetve előfeszítés úgy érhető el, hogy megfelelő mértékben lecsiszolja a távtartó hüvely szélességét.

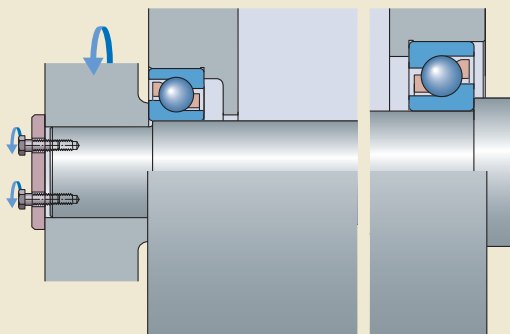
**MEGJEGYZÉS:** Működés közben a megnövekedett hőmérséklet, a belső és külső gyűrű közötti hőmérsékletkülönbség, továbbá egyéb tényezők, például a fordulatszám és a terhelés eredményeképp a hézag jellemzően csökken (az előfeszítés növekszik).

### Univerzálisan párosítható csapágyak és összeillesztett csapágykészletek

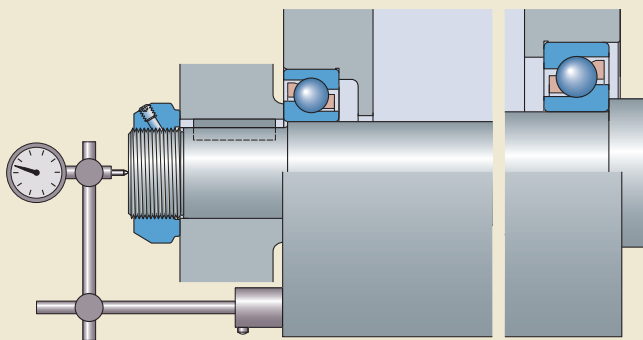
Ha két vagy több ferde hatásvonalú golyóscsapágyat szerel be egymás mellé, akkor vagy univerzálisan párosítható csapágyakat, vagy összeillesztett csapágykészletet kell használnia.

Ezeket a csapágyakat különlegesen munkálják meg annak érdekében, hogy akkor, amikor közvetlenül egymás mellé szerelik be őket, alátétek vagy hasonló eszközök nélkül is elérhető legyen a kívánt hézag, illetve előfeszítés, sőt akár az egyenletes terheléelosztás is.

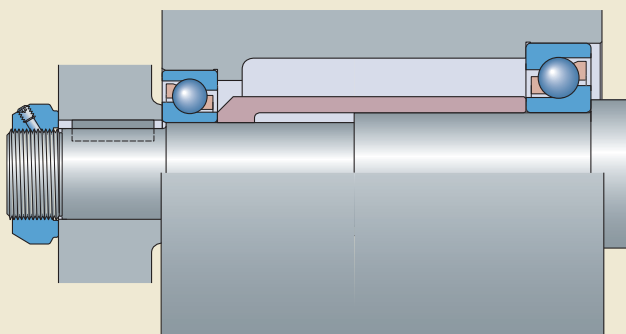
44. ábra



45. ábra



46. ábra



### Ferde hatásvonalú golyócsapágyak osztott belső gyűrűvel

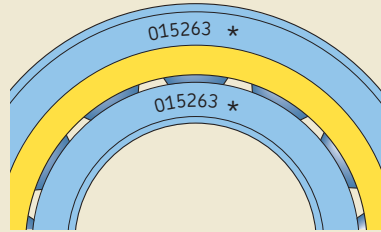
A kétsorú, ferde hatásvonalú, két részből álló belső gyűrűvel rendelkező golyócsapágyak és a négy pont-érintkezésű golyócsapágyak esetén speciális beszerelési lépéssorozatot kell követni (→ 47. ábra).

Először húzza a belül lévő belső fél gyűrűt a helyére (1). Azután tegye rá a kosárszerkezettel rendelkező külső gyűrűt a beszerelt belső fél gyűrűre (2). Végül húzza a kívülről lévő belső fél gyűrűt a beszerelt belső fél gyűrűhöz (3).

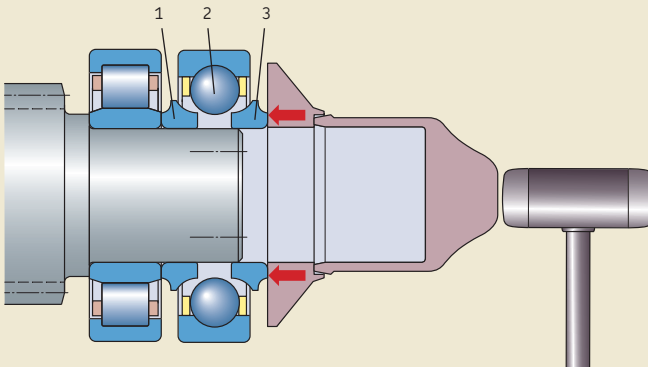
A kis méretű belső gyűrűk csapágyszerelő szerszámmal és mindkét végén lapos fejú kalapáccsal beszerelhetők, a nagyobb csapágyakat beszerelés előtt fel kell melegíteni.

**MEGJEGYZÉS:** Az SKF Explorer négy pont-érintkezésű golyócsapágyakat a külső gyűrű és mindkét fél belső gyűrű oldalsó felületén sorozatszám jelöli (→ 48. ábra). A külső gyűrű oldalsó felületén és az egyik fél belső gyűrűn található csillag lehetővé teszi, hogy a csapágyat ugyanolyan helyzetben szereljék be, amilyenben gyártották.

48. ábra



47. ábra



## Beálló golyóscsapágyak beszerelése

### Túlnyúló golyókkal rendelkező csapágyak alapkivitele

Az egyes 12-es sorozatú ( $d \geq 120$  mm) és 13-as sorozatú ( $d \geq 90$  mm) beálló golyóscsapágyak esetén a golyók túlnyúlnak a csapágy oldalához viszonyítva. Ezt a tulajdonságot figyelembe kell venni az ilyen csapágyak beszerelésénél.

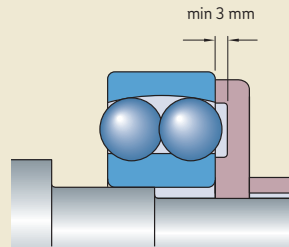
Az SKF azt ajánlja, hogy a hengeres furattal rendelkező csapágyakat melegítve szerelje be. Ha a csapágyat hidegen kell beszerelni, akkor a beszerelő szerszám közbülső szerelő gyűrűjén egy legalább 3 mm-es vajatot kell készíteni, hogy megóvja a golyókat a sérüléstől (→ 49. ábra).

Ha csapágy kúpos furattal rendelkezik, akkor az SKF az SKF Drive-up módszer (→ 57. oldal), továbbá távtartó gyűrű vagy közbülső távtartó használatát ajánlja (→ 50. ábra).

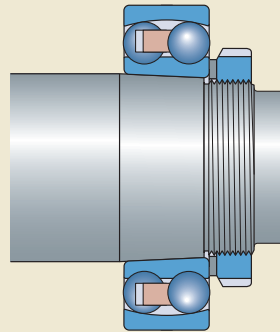
### Kúpos furattal rendelkező tömített csapágyak

Amikor tömített beálló golyóscsapágyat szerel fel szorítóhüvelyre, H 3 .. C sorozatú szorítóhüvelyt használjon. Ezek a szorítóhüvelyek olyan speciális rugós alátéttel rendelkeznek, amelynek oldalsó felületén kiálló rész akadályozza meg a tömítés megsérülését (→ 51. ábra).

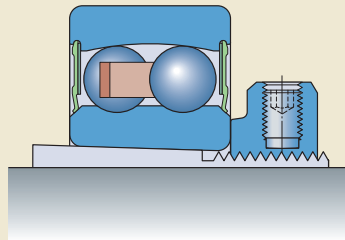
49. ábra

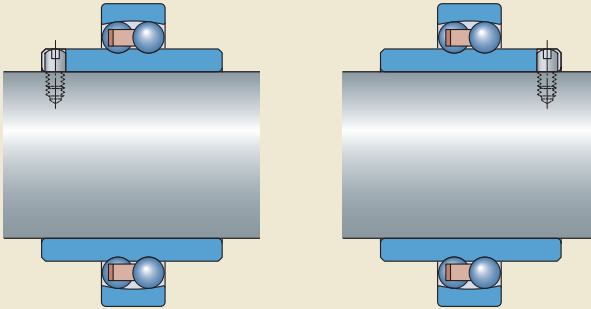


50. ábra



51. ábra





**Meghosszabbított belső gyűrűvel rendelkező csapágyak**

A meghosszabbított belső gyűrűvel rendelkező beálló golyócsapágyakat a tengelyre tengelyirányban egy csappal vagy vállas csavarral rögzítik. Ha a tengelyt két ilyen csapágy tartja, akkor ezeket úgy kell elhelyezni, hogy a belső gyűrű vágatai vagy egymás felé, vagy egymással szembe nézzenek (→ 52. ábra). Ellenkező esetben a tengely tengelyirányban csak egyik irányból lesz rögzítve.

**Hengergörgős és tűgörgős csapágyak beszerelése**

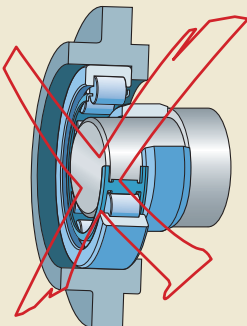
**Egysorú hengergörgős és tűgörgős, kosárral rendelkező csapágyak**

Sok hengergörgős és tűgörgős csapágy szétszedhető kivitelű hengergörgős csapágyak esetén például a külső gyűrű a kosárszerkezettel együtt a belső gyűrűtől függetlenül szerelhető be, ami egyszerűsíti az összeszerelést.

Az SKF azt ajánlja, hogy a belső gyűrűt kosárszerkezettel együtt is, anélkül is melegítve szerelje be. A melegítés módszere a gyűrű mértétől függ (→ *Melegítéses beszerelés*, a 68. oldaltól).

**VIGYÁZAT!** Beszerelés előtt olajozza meg vagy zsírozza meg a görgöket és a futópályákat. Összeszerelés közben forgassa a tengelyt, illetve a házat. Ügyeljen arra, hogy összeszerelés közben ne ferdjüljön el a kosárszerkezet (→ 53. ábra), mert különben megsérülhetnek a görgők és a futópályák.

53. ábra





A beszerelés közbeni elferdülés megelőzésére az SKF a következőket ajánlja:

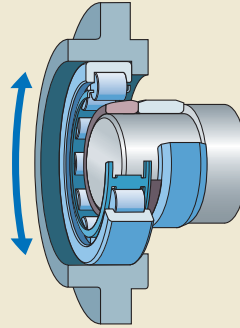
- vízszintes tengelyre szerelt csapágyakhoz használjon szerelőhüvelyt (→ 54. ábra)
- ha hosszú tengelyre függőleges helyzetben szerel csapágyat, használjon szerelőhüvelyt és a házhoz rögzített vezetőrudakat (→ 55. ábra)

Szerelőhüvely használata esetén a hüvely külső átmérőjének meg kell egyeznie a belső gyűrű futópályájának átmérőjével, továbbá a hüvely külső felületét hengergöngös csapágyak esetén a  $d_{10}$  tűrésosztálynak megfelelően, tűgöngös csapágyak esetén  $0/-0,025$  mm-es tűréssel kell forgácsolni.

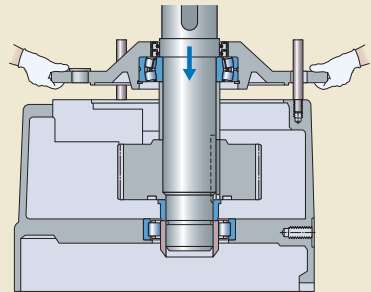
**VIGYÁZAT!** Indukciós melegítő használata esetén ne felejtse el a gyűrűt demagnetizálni, még mielőtt kivenné a melegítőből. Minden SKF gyártmányú indukciós melegítő rendelkezik automatikus demagnetizáló funkcióval.

Alumínium melegítőgyűrű használata esetén (→ 56. ábra) kenje be a belső gyűrű futópályáját oxidálódásnak ellenálló olajjal, például CLP68 kenőolajjal a gyűrű felmelegítése előtt, beszerelés után pedig távolítsa el az olajat.

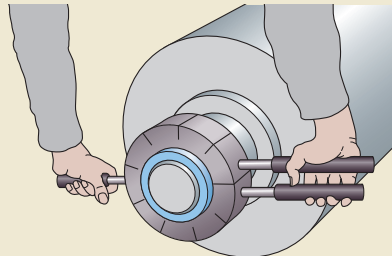
54. ábra



55. ábra



56. ábra



### Négysorú hengergörgős csapágyak

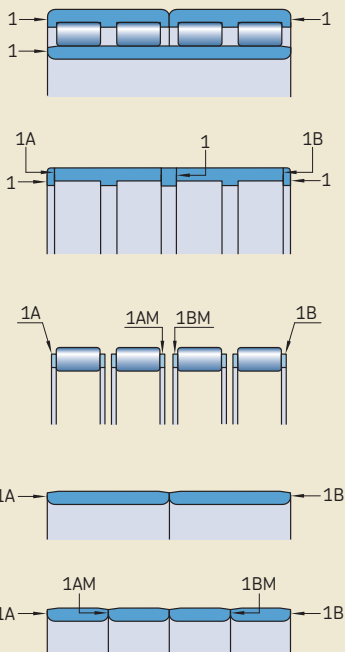
Négysorú hengergörgős csapágyakat jellemzően hengermalmokban és más nehéz alkalmazásokban használnak. Ezek szétszedhetők, mozgatható belső gyűrűvel rendelkeznek, és számos kivételük van, amelyek alapvetően a belső és külső gyűrűk számában és a külső gyűrűn lévő laza, illetve integrált karimák számában térnek el egymástól.

Az SKF azt ajánlja, hogy a belső gyűrű beszereléséhez (és kiszéréséhez) speciális SKF gyártmányú fix indukciós melegítő és speciális kialakítású szerelőhüvelyt használjon (→ *Négysorú hengergörgős csapágy beszerelése speciális szerelőhüvely segítségével*).

A beszerelés során az egyes csapágyalkatrészeket a helyes sorrendben kell beszerelni (→ 57. ábra). Továbbá egy-egy csapágy minden alkatrészén ugyanaz a sorozatszám található, így nem áll fenn az alkatrészek összekeveredése veszélye, amikor egyszerre több csapágyat szerel be. A belső gyűrűk és a belső gyűrű párok teljes mértékben csereszabatosak, és nem feltétlenül rendelkeznek ugyanazzal a sorozatszámmal, mint a többi rész.

A külső gyűrűk oldalsó felülete négy, I-től IV-ig számozott zónára van osztva. Az I zónát minden csapágyon egy, a külső gyűrű külső felületén keresztülhaladó vonal jelöli. Amikor első alkalommal szereli be a csapágyat, az I zónának jellemzően a terhelési zónába kell kerülnie. A külső gyűrűk rendszerint az üzemi körülményektől függően előre meghatározott üzemidő után 90°-kal elfordulnak, így a csapágy külső gyűrűnek másik része kerül a terhelési zónába, és ezáltal megnövekszik a csapágy üzemi élettartama.

57. ábra



### Négy sorú hengergörgős csapágy beszerelése speciális szerelő gyűrű segítségével

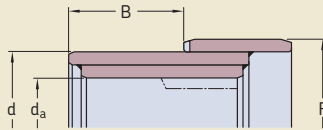
Az **58. ábra** a speciális szerelő gyűrű használatát szemlélteti, amelyet jellemzően a két részből álló, belső és külső gyűrűvel rendelkező, négy sorú hengergörgős csapágyak esetén használnak.

A hüvely külső felülete lépcsős. A kisebbik külső átmérő a belső gyűrű furatának átmérőjével egyezik meg. A nagyobbik átmérő a belső gyűrű futópályájának átmérőjével egyezik meg. Mindkét támfelület szélessége megegyezik a belső gyűrű(k) szélességével. A kisebbik átmérőjű külső felület a belső gyűrű(k) beszerelésére, a nagyobbik átmérőjű pedig a kosár-görgő szerelvénnyel rendelkező külső gyűrű(k) beszerelésére szolgál.

A belső gyűrűket a következőképp kell beszerelni (→ **59. ábra**):

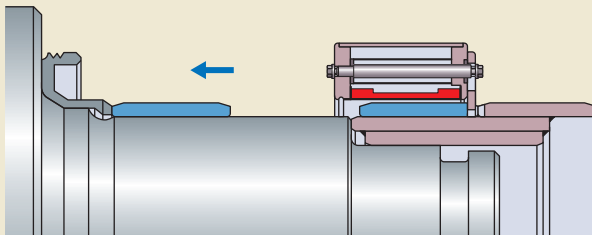
- 1 Szereljen fel minden alkatrészt a belső gyűrű és a tengely válla közé.
- 2 Tegye rá az első gyűrűt a hüvelyre.
- 3 Illessze a hüvelyt (a belső gyűrűvel együtt) a henger csap tartó felületéhez.
- 4 Tegye helyére a melegítőt, és melegítse fel a belső gyűrűt a szükséges hőmérsékletre.
- 5 Nyomja helyére a belső gyűrűt az alátámasztásához.
- 6 Tartsa odanyomva, amíg a csapágy le nem húll.
- 7 Vegye le a hüvelyt.
- 8 A **2-7 lépéseket** megismételve szerelje be a második belső gyűrűt.

58. ábra



B = a belső gyűrű(k) szélessége  
 F = a futópálya átmérője  
 d = a belső gyűrű furata  
 d<sub>a</sub> = a hüvely támasztó átmérője

59. ábra



## Gördülőcsapágyak beszerelése

A külső gyűrűket a következőképp kell beszerelni (→ 60. ábra):

- 1 A használandó kenőanyaggal kenje be a kosárgörgő szerelvényeket, valamint a külső gyűrűk futópályáját.
- 2 Tegye az első görgőszerelvényt, azt, amelyiket a második szerelvényel együtt kell a házba beszerelni, a szerelőhüvely nagyobbik átmérőjű futópályájára.
- 3 Ha kell, szerelje be a tömítéseket a belső lezáróba, és azt csak ezután nyomja a tömítőgyűrűhöz.
- 4 Kenje be a tömítőajkakokat, és ügyeljen arra, nehogy megsérüljenek a tömítések.
- 5 Tegye a hüvelyt a tengelyre, és addig nyomja finoman, amíg a teljes szerelvény a helyére nem kerül. A csapágszerelvényt rugós emelő segítségével helyezze a tengelyre.
- 6 Zsírral kent alkalmazások esetén teljesen töltse fel zsírral a csapágyelrendezést.
- 7 Szerelje be a külső tömítéseket, és rögzítse a tengelyre a csapágyelrendezést.

## Kúp-görgős csapágyak beszerelése

### Egysorú kúp-görgős csapágyak

Az egysorú kúp-görgős csapágyakat jellemzően egy második csapágyhoz állítják be, vagy X- vagy O-elrendezésben, hogy így egyenlítsék ki az ellentétes erőket. A csapágyelrendezésekben

a szükséges hézagot, illetve előfeszítést a beszerelés során lehet beállítani az egyik csapágy tengelyirányú mozgásával.

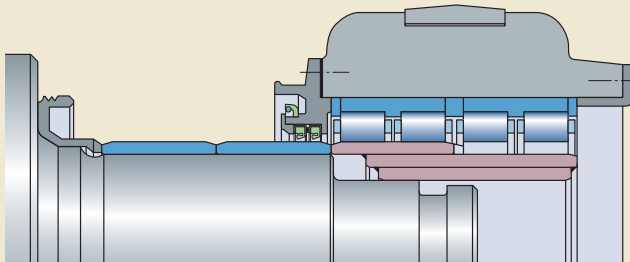
**MEGJEGYZÉS:** Működés közben a megnövekedett hőmérséklet, a belső és külső gyűrű közötti hőmérsékletkülönbség, továbbá egyéb tényezők, például a fordulatszám és a terhelés eredményeképp a hézag jellemzően csökken (az előfeszítés növekszik).

**VIGYÁZAT!** Fontos, hogy beállítás közben mindkét irányba többször megforgassa a tengelyt, hogy így megfelelő érintkezést biztosítson a görgők vége és a vezetőkarimák között. Ha nincs megfelelő érintkezés, akkor a kapott hézag/előfeszítés helytelen lesz, ez pedig a csapágy korai kopásához, végül pedig sérüléséhez vezethet.

### X- elrendezésű csapágyak beállítása (forgó belső gyűrű)

A 61. ábra egy jellemző, X- elrendezésű kúp-görgős csapágyakból álló csapágyelrendezést szemléltet egy osztott sebességváltó közbülső tengelyén. Ebben az elrendezésben a hézagot, illetve az előfeszítést úgy érik el, hogy a bal oldali csapágy külső gyűrűjét a lezáró központosító karimájával elmozdítják. A következő eljárás egyszerű, megbízható és a gyakorlat bizonyította helyességét.

60. ábra



Előkészítés:

**1** Megfelelő beszerelési módszerekkel szerelje a tengelyre a belső gyűrűket (kúpokat) a görgőkösár szelvényvel együtt. Nyomja a külső gyűrűket (csészéket) a kocsárszerkezetre, és tegye a tengelyszerelvényt a sebességváltóba. Csavarozza le a lezárót a ház nem állított oldalán, és fordítsa oldalára a házat. Olyan tartóeszközt használjon, amely forogni enged a tengelyt.

Határozza meg a központosító karima szükséges hosszát:

- 2** Kézzel forgassa meg a tengelyt, közben lefelé nyomva a felső csapágy külső gyűrűjét. A cél az, hogy a csapágyakban a görgők hozzáérjenek a belső gyűrű vezetőkarimájához. Ez a tengely néhány fordulata után következik be.
- 3** Tegye fel a lezárót. A lezáró központosító karimájának túl kell nyúlnia (→ **62. ábra**, bal oldal) a külső gyűrű véghelyzetén, vagy távtartót kell használni (→ **62. ábra**, jobb oldal). A lezáró és a ház között hézagnak kell maradnia (→ **62. ábra**, x méret).
- 4** Csavarozza le a lezárót, miközben addig forgatja a tengelyt, amíg a súrlódási erő hirtelen meg nem növekszik.
- 5** Mérje meg a lezáró és a ház közötti hézagot (x méret).
- 6** Határozza meg a központosító karima (vagy a távtartó) szükséges hosszát, illetve az alátét vastagságát:

A központosító karima vagy a távtartó hossza

$$a_f = a_i - x + s \quad \text{hézaghoz}$$

$$a_f = a_i - x - t \quad \text{előfeszítéshez}$$

Az alátét vastagsága

$$b_f = x + s \quad \text{hézaghoz}$$

$$b_f = x - t \quad \text{előfeszítéshez}$$

ahol

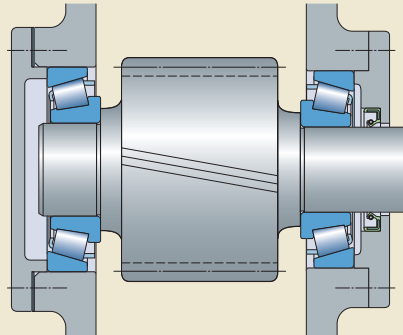
- $a_i$  = a központosító karima, illetve a távtartó kezdeti hossza
- $a_f$  = a központosító karima, illetve a távtartó végső hossza
- $b_f$  = az alátét végső vastagsága
- $x$  = a lezáró és a sebességváltó házának mért távolsága
- $s$  = a hézag értéke (abszolút érték)
- $t$  = az előfeszítés értéke (abszolút érték)

Végső összeszerelés:

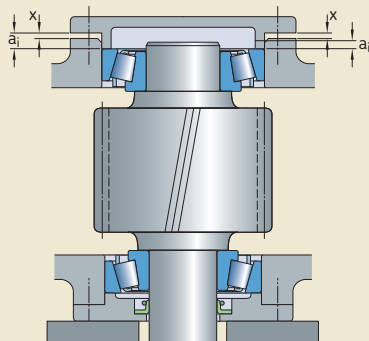
- 7** Megmunkálással alakítsa ki a központosító karima, illetve a távtartó kívánt hosszát. Vagy tegyen alátéteket a lezáró és a ház közé.
- 8** Csavarozza le a lezárót.

**MEGJEGYZÉS:** Az előfeszítés meghatározásakor nem vesszük figyelembe a csapágyház rugalmasságát. Ha szükségét érzi, olvassa el az SKF *Gördülőcsapágyak ipari sebességváltókban* című kiadványát.

61. ábra



62. ábra



## Gördülőcsapágyak beszerelése

O-elrendezésű csapágyak beállítása beállító anyával (forgó belső gyűrű)

A **63. ábra** egy jellemző, O-elrendezésű kúp-görgős csapágyakból álló csapágyelrendezést szemléltet. Ebben az elrendezésben a hézagot, illetve az előfeszítést úgy érik el, hogy a bal oldali csapágy belső gyűrűjét a beállító anya meghúzásával elmozdítják. Tengelyirányú előfeszítést igénylő elrendezés esetén a meghúzási szög, illetve a meghúzási nyomaték értékét fel kell tüntetni a szerelvény rajzán.

Előkészítés:

- 1 Megfelelő beszerelési módszerrel szerelje be a külső gyűrűket (csészéket) a ház támfelületébe, a belül lévő belső gyűrűt (kúp) a kosárszerkezettel együtt pedig szerelje rá a tengelyre. Olyan tartóeszközt használjon, amely forogni engedi a tengelyt.
- 2 Illessze egymáshoz az előre összeszerelt tengelyt és házat. Előfordulhat, hogy a tengelyt csak segédeszközzel lehet a helyén tartani.
- 3 Szerelje be a kívül lévő belső gyűrűt (kúpot).
- 4 Szereljen be a kívül lévő kúp és a beállító anya közé minden oda való alkatrészt.

A hézag beállítása:

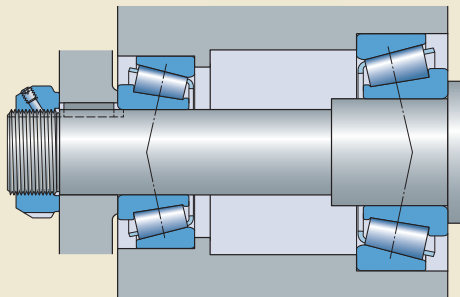
- 5 Mérőórával mérje meg az axiális hézagot. Ehhez tegye a mérőóra csúcsát a tengely végére, és erősen nyomja a tengelyt egyik irányba, miközben többször megforgatja. Nullazza le a mérőórát. Azután nyomja a tengelyt az ellenkező irányba, és olvassa le a mért tengelyirányú elmozdulást.
- 6 Lassan húzza meg a beállító anyát. A tengelyre szorosan illesztett csapágyakat addig mozdítsa el fokozatosan, amíg el nem éri a beállított értéket. Ennek érdekében többször mérje meg a hézagot.

**VIGYÁZAT!** A beállítást kis lépésekben végezze. Ha túl nagy mértékben vesz el hézagot a csapágyelrendezésből, akkor a belső gyűrűt vissza kell húzni, és újra be kell állítani, ami nehéz és időigényes lehet.

Az előfeszítés beállítása:

- 7 Lassan húzza meg a beállítóanyát, miközben addig forgatja a tengelyt, amíg a súrlódási erő hirtelen meg nem növekszik.
- 8 Lassan húzza tovább az anyát egészen addig, amíg el nem éri a kívánt meghúzási nyomatékot, illetve a meghúzási szöget.

63. ábra



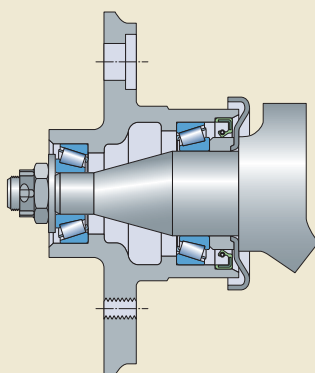
### O-elrendezésű csapágyak beállítása (járműkerék alkalmazás – két kúpgörgős csapágy távtartó nélkül)

A kerékgagyak kivitele gyártónként különbözők egymástól. A csapágyak és tömítések beszerelésének és a kerékagy összeszerelésének helyes eljárása azonban alapvetően azonos. A **64. ábra** egy jellemző csapágyelrendezést szemléltet. Mivel ez egy forgó külső gyűrűs alkalmazás, a legtöbb esetben a külső gyűrűk (csészék) szoros illesztésűek, míg a belső gyűrűk (kúpok) lazán illesztettek a tengelyre. Ebben az elrendezésben a hézagot, illetve az előfeszítést úgy érik el, hogy a kívül lévő csapágy belső gyűrűjét a beállító anya meghúzásával elmozdítják.

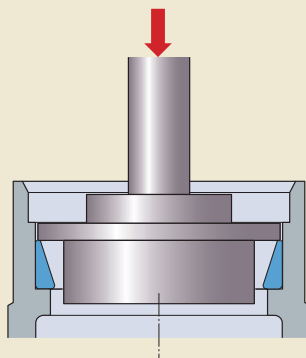
**VIGYÁZAT!** Mindig cserélje ki a tömítést, amikor az agyat leveszi a tengelyről.

- 1 Megfelelő szerszámmal, például egy hüvellyel vagy függőleges sajtóval nyomja be mindkét külső gyűrűt (csészét) az agyba (→ **65. ábra**), ügyelve a futópályák épségére. Ügyeljen arra, hogy mindegyik külső gyűrű oldalsó felülete teljesen felfeküdjön az agy vállára.
- 2 Megfelelő tömítésbeszerelő szerszámmal szerelje be a szükséges tömítést vagy tömítéselemeket az agyba (→ **66. ábra**). Ügyeljen arra, hogy a tömítés egyenes maradjon és teljesen be legyen nyomva.
- 3 Illesszen be minden szükséges tömítéselemet és távtartót a tengely belüli oldalára.
- 4 Készítse elő a belüli lévő csapágy belső gyűrűjét:
  - Zsírral kent alkalmazás esetén zsírozza meg a görgőkészletet, és tölts fel zsírral a belső gyűrű futópályája és a kosár közötti teret.
  - Olajjal kent alkalmazás esetén a belső gyűrűt teljesen kenje be vékonyan olajjal.
- 5 Nyomja rá a belüli lévő belső gyűrűt (kúpot) a tengelyre egy megfelelő szerszámmal, például egy hüvellyel, ügyelve arra, hogy ne fejtessen ki erőt sem a kosárra, sem a görgőkre. Ügyeljen arra, hogy a belső gyűrű oldalsó felülete teljesen felfeküdjön a tengely vállára vagy felfekvőgyűrűjére.
- 6 Szerelje be az agyszerelvényt a tengelyre, ügyelve arra, hogy az agy furatának és a tengelynek a középvonala egy egyenesbe essen. Ehhez mechanikus alátámasztást használjon, nehogy megsérüljön a tengely, a menet és különösen a tömítés.

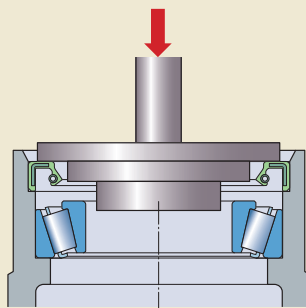
64. ábra



65. ábra



66. ábra



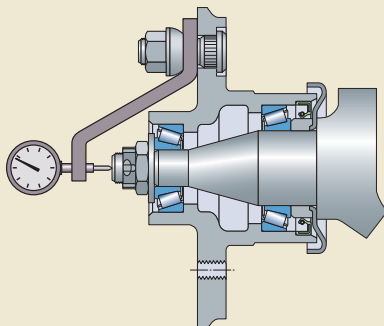
## Gördülőcsapágyak beszerelése

- 7 Készítse elő a kívül lévő csapágy belső gyűrűjét ugyanúgy, ahogyan azt a belül lévő csapágy belső gyűrűje esetén tette.
- 8 Nyomja rá a kívül lévő belső gyűrűt a kosárgörgő szerelvényrel együtt a tengelyre egy megfelelő szerszámmal, például egy hüvellyel, ügyelve arra, hogy ne fejtsen ki erőt sem a kosárra, sem a görgőkre.

**VIGYÁZAT!** Mindkét irányba többször forgassa meg a tengely, hogy így megfelelő érintkezést biztosítson a görgők vége és a vezetőkarimák között. Ha nincs megfelelő érintkezés, akkor a kapott hézag helytelen lesz, ez pedig a csapágy korai kopásához, végül pedig sérüléséhez vezethet.

- 9 Illessze be az alátéte(ke)t és a beállító (koronás) anyát. Nyomatékkulccsal húzza meg a beállítóanyát a jármű szerviz- vagy karbantartási kézikönyvében megadott nyomatékkal. axiális hézagot igénylő elrendezés esetén, addig húzza lassan a beállítóanyát, amíg a csapágyban a súrlódási erő hirtelen meg nem nő. Lazítsa meg az anyát mintegy 1/12 fordulattal (30°-kal), amíg a csapágyelrendezés „szabaddá” nem válik.
- 10 Távolítsa el az agy támasztékát.
- 11 Ellenőrizze, hogy a csapágy szabadon fog-e. Ha kell, mérőóra segítségével a következőképp ellenőrizze a csapágyelrendezésben az axiális hézagot:
- 12 Csatlakoztasson egy mérőórát (→ 67. ábra), vagy használjon mágneses talpú, az agy vagy a fékdob aljára erősített mérőórát.
- 13 Állítsa be a mérőórát úgy, hogy csapja vagy tüskéje a tengely végéhez érjen, hatásvonala pedig megközelítően párhuzamos legyen a tengely középvonalával. (Alumíniumból készült agy esetén a mérőóra mágneses talpát úgy rögzítse a tengely végéhez, hogy a mérőóra csapja az agyhoz vagy a fékdobhoz érjen.)
- 14 Nullázza le a mérőórát.
- 15 Fogja meg a kerékszerelvényt a 3 és a 9 órának megfelelő helyen, és nyomja előre-hátra. Olvassa le az axiális hézagot, ami nem más, mint a műszer által jelzett teljes elmozdulás.
- 16 Szerelje fel a lezárót, és hajtson végre próbaüzemet.

67. ábra





### Kétsorú és többsorú kúpgörgős csapágyak

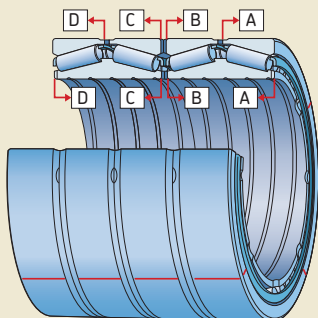
A kétsorú és a többsorú kúpgörgős csapágyak számos kivitelben készülnek, amelyek alapvetően a külső gyűrűk számában és a belső és külső gyűrűk közti távtartó gyűrűk számában térnek el egymástól.

Ilyen csapágyak beszerelésekor az egyes csapágyalkatrészeket a helyes sorrendben kell beszerelni. Az egybetartozó részeket betűk jelölik (→ 68. ábra). Továbbá egy-egy csapágy minden alkatrészén ugyanaz a sorozatszám található, így nem áll fenn az alkatrészek összekeveredésének veszélye, amikor egyszerre több csapágyat szerel be.

A külső gyűrűk oldalsó felülete négy, I-től IV-ig számozott zónára van osztva (→ 69. ábra). Az I zónát minden csapágyon egy, a külső gyűrű külső felületén keresztülhaladó vonal jelöli. Amikor első alkalommal szereli be a csapágyat, az I zónának jellemzően a terhelési zónába kell kerülnie. A külső gyűrűk rendszerint az üzemi körülményektől függően előre meghatározott üzemidő után 90°-kal elfordulnak, így a csapágy külső gyűrűjének másik része kerül a terhelési zónába, hogy ezáltal megnövekedjen a csapágy üzemi élettartama.

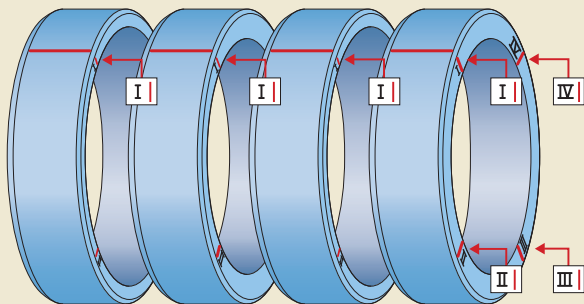
Részletes beszerelési utasításokat az *Az SKF Explorer négy sorú kúpgörgős csapágyak* című kiadvány *Beszerelési és karbantartási utasítások* című fejezete tartalmaz.

68. ábra



2

69. ábra



### Beálló görgős és CARB toroidgörgős csapágyak beszerelése

A beálló görgős és a CARB toroidgörgős csapágyak kivételének köszönhetően a gyűrűk és a görgőkészlet a kezelés során tengelyirányban elmozdulhatnak normál helyzetükből. Ezért az SKF azt ajánlja, hogy a beálló görgős és a CARB toroidgörgős csapágyakat akkor szerelje be, amikor tengelyük, illetve házuk vízszintesen áll, továbbá ha lehetséges, beszerelés előtt forgassa meg a belső gyűrűt.

Ha úgy szerel be beálló görgős és CARB toroidgörgős csapágyat (különösen nagyméretűt és nehezet), hogy tengelye, illetve háza függőlegesen áll, akkor a görgőkészlet a belső, illetve a külső gyűrűvel együtt el fog mozdulni lefelé, egészen addig, amíg az összes hézag el nem tűnik. Ha a beszerelés során és után nem gondoskodik a megfelelő hézagról, akkor a belső, illetve a külső gyűrű szilárd illesztéséből adódó tágulási és összehúzóerő előfeszítést eredményezhet.

**VIGYÁZAT!** Ez az előfeszítés benyomódást okozhat a futópályákon, és/vagy megakadályozhatja, hogy a csapágy egyáltalán forogni tudjon.

Azért, hogy a függőleges beszerelés során ne keletkezzen ilyen előfeszítés, használjon csapágykezelő szerszámot vagy olyan speciális eszközt, amely a csapágy alkatrészeit középpontosan elrendezve tartja (→ 70. ábra).

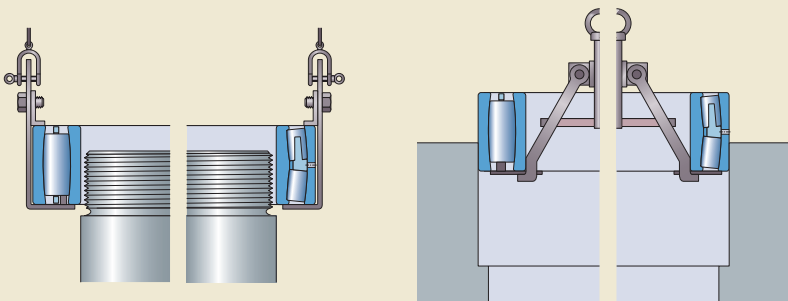
### Tömített beálló görgőscsapágyak

A tömített beálló görgőscsapágyak jellemzően nem igényelnek kenést. Ha azonban nehéz üzemi körülmények között használják őket, szükség lehet újrafeketésre. A kisebb csapágyak ( $d < 100$  mm) polimer védőszalaggal vannak ellátva, amely lefedi a külső gyűrű a kenőhornyát és -furatait. Ha várhatóan újrafeketésre lesz szükség, akkor az ilyen csapágyakról beszerelés előtt el kell távolítani a polimer szalagot (→ 71. ábra).

**MEGJEGYZÉS:** Az újrafeketéssel kapcsolatban további információt az *Újrafeketés* című, a **192. oldalon** kezdődő szakasz tartalmaz.

A kúpos furattal rendelkező, tömített beálló görgőscsapágyakat az SKF Drive-up módszerrel célszerű beszerelni (→ *Az SKF Drive-up módszer*, az **57. oldaltól**).

70. ábra



## CARB toroidgörgős csapágyak

### A tengelyirányú elmozdulás figyelembe vétele

A CARB toroidgörgős csapágyak a csapágyon belül tudják kezelni a tengely tengelyirányú tágulását. A tengely ilyen, a házhoz viszonyított tengelyirányú elmozdulásának biztosítása érdekében a csapágy mindkét oldalán megfelelő helyet kell hagyni (→ **72. ábra** és lásd még: *A csatlakozó felületek kialakítása*, **38. oldal**).

Normál esetben a csapágygyűrűket úgy szerelik be, hogy nincsenek eltolva egymáshoz viszonyítva. Ha azonban jelentős hőmérsékletváltozás miatt a tengely hossza várhatóan változni fog, akkor a belső gyűrűt a külső gyűrűhöz képest a várt hőtágulással ellentétes irányban eltolva kell beszerelni.

Kúpos furattal rendelkező csapágyak beszerelése estén módosított szorítóhüvellyel és/vagy rögzítőanyával megelőzhető, hogy a rögzítőeszköz dörzsölje a mellette lévő kosarat. Szabványos rögzítőanya használata esetén előfordulhat, hogy távtartó gyűrűt kell tenni a csapágy belső gyűrűje és a rugós alátét közé.

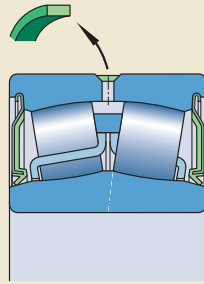
Az SKF Drive-up módszer különösen alkalmas CARB toroidgörgős csapágyak kúpos furatba történő beszerelésére (→ *Az SKF Drive-up módszer*, az **57. oldaltól**).

Ha az elrendezés rajzán nincs feltüntetve a szükséges szabad terület, a megengedett eltolt helyzet és a távtartó mérete (ha szükséges), akkor nézze meg a [www.skf.com](http://www.skf.com) honlapon elérhető *SKF interaktív műszaki katalógust*.

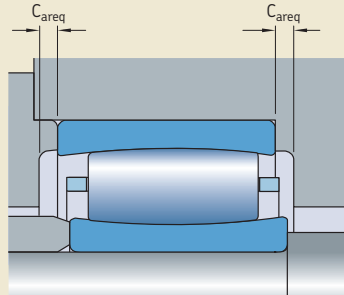
### Rögzítőgyűrűvel rendelkező csapágyak

Olyan telegörgős CARB toroidgörgős csapágyak esetén, amelyek külső gyűrűjükön rögzítőgyűrűvel rendelkeznek és amelyeknek viszonylag nagy tengelyirányú elmozdulást kell elviselniük, ügyeljen arra, hogy a belső gyűrű el tudjon mozdulni a rögzítőgyűrűtől (→ **73. ábra**).

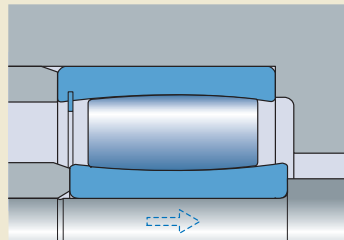
71. ábra



72. ábra



73. ábra





# Csapágyegységek beszerelése

Általános információk . . . . .	94	Hengeres rögzítőgyűrűvel rendelkező görgőscsapágyegységek beszerelése . . . . .	119
Amire mindig ügyelni kell . . . . .	94	Y csapágyegységek összeszerelése . . . . .	121
Beszerelés előtti előkészületek . . . . .	101		
A használandó szerszámok . . . . .	102		
<b>Hernyócsavar rögzítésű Y csapágyegységek beszerelése . . . . .</b>	<b>104</b>		
Öntöttvas vagy kompozit házú Y csapágyegységek . . . . .	104		
Sajtolt acélházzal rendelkező Y csapágyegységek . . . . .	105		
<b>Excenteres rögzítőgyűrűvel rendelkező Y csapágyegységek beszerelése . . . . .</b>	<b>106</b>		
Öntöttvas vagy kompozit házú Y csapágyegységek . . . . .	106		
Sajtolt acélházzal rendelkező Y csapágyegységek . . . . .	108		
<b>Y csapágyegységek beszerelése szorítóhüvellyel . . . . .</b>	<b>109</b>		
<b>SKF ConCentra golyóscsapágyegységek beszerelése . . . . .</b>	<b>111</b>		
SKF ConCentra golyós álló csapágyegységek . . . . .	111		
SKF ConCentra peremes golyóscsapágyegységek . . . . .	113		
<b>SKF ConCentra görgőscsapágyegységek beszerelése . . . . .</b>	<b>114</b>		
SKF ConCentra görgős álló csapágyegységek . . . . .	114		
SKF ConCentra peremes görgőscsapágyegységek . . . . .	117		

# Általános információk

Az SKF gyártmányú csapágyegységek beszerelésre és használatra kész egységek. Ezek az egységek általában egy golyós vagy görgős csapágyból és öntött szürkevasból, acélemezből vagy kompozit anyagból készült házból állnak. A maximális üzemi élettartam elérése érdekében megfelelően kell beszerelni őket. Helytelen eljárás vagy nem megfelelő szerszámok használata csökkentheti az üzemi élettartamot és tönkretelheti a csapágyegységeket. Mivel precíziós alkatrészekből állnak, beszereléskor óvatosan kell bánni velük.

## Amire mindig ügyelni kell

Az SKF gyártmányú csapágyegységek a csapágy típusától és az egység méretétől függően három különböző házfajtával készülnek, amiket számos módszerrel lehet a tengelyen rögzíteni. A leggyakrabban használt módszerek a következők (→ **1. ábra**):

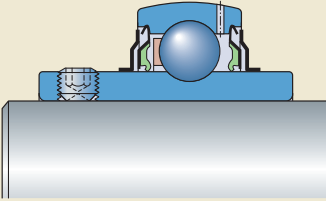
- hernyócsavaros rögzítés (**a**)
- hernyócsavarral és excenteres rögzítőgyűrűvel történő rögzítés (**b**)
- szorítóhüvelyes rögzítés (**c**)
- SKF ConCentra rögzítési módszer (**d, e**)
- hernyócsavaros szabványos belső gyűrűvel történő rögzítés (**f**)

Csereegység kiválasztásakor ügyeljen arra, hogy a csere és az eredeti golyós- vagy görgőscsapágyban azonosak legyenek a következő elemek:

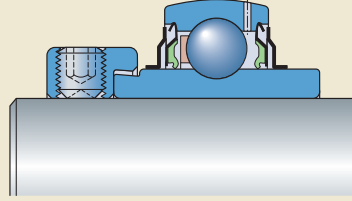
- a tengelyrögzítés módszere (→ **1. ábra** és **1. táblázat** a **96. oldalon**)
- a ház fajtája (→ **2a–2t. ábra** a **96. oldaltól** és a **2. táblázat** a **100. oldalon**)
- a tömítés típusa (→ **1. táblázat** a **96. oldalon**)
- a belső gyűrű, amely valamelyik vagy mindkét oldalon túlnyúlhat (golyóscsapágyegységek esetén)
- fix és az elmozduló oldal (görgőscsapágyegység esetén)

Az SKF karbantartó és kenéstechnikai eszközeiről, valamint szerszámairól a [www.skf.com](http://www.skf.com) és a [www.mapro.skf.com](http://www.mapro.skf.com) honlapon található részletes információk.

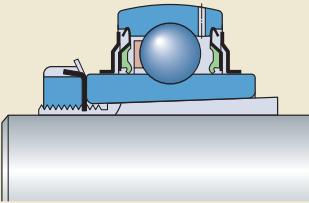
Az SKF Reliability Maintenance Institute (RMI) átfogó tanfolyamokat kínál (→ *Oktatás*, a **326. oldaltól**). További információ az SKF helyi képviselőjétől és a [www.skf.com/services](http://www.skf.com/services) honlapról szerezhető be.



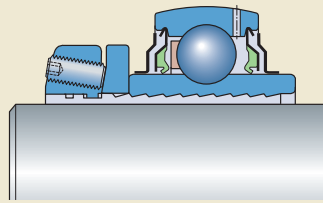
a) Hernyócsavaros rögzítés



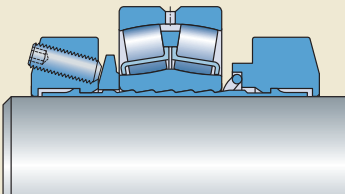
b) Hernyócsavaros excenteres rögzítőgyűrűs rögzítés



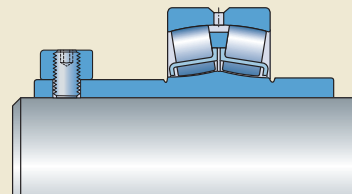
c) Szorítóhüvelyes rögzítés



d) SKF ConCentra rögzítés, golyóscsapágyegységek esetén



e) SKF ConCentra rögzítés, görgőscsapágyegységek esetén



f) Két hernyócsavaros hengeres rögzítőgyűrűs rögzítés

Tengelyrögzítő eszközök, elrendezések és tömítések

Kiegészítő jelek	Ábra <sup>1)</sup>	Leírás	Teljes csapágyegység jelölése (példa)
		<b>Rögzítőeszköz</b>	
-	1f	Két hernyócsavaros hengeres rögzítőgyűrűs rögzítés	SYR 2.7/16
FM	1b	Egy hernyócsavaros excenteres rögzítőgyűrűs rögzítés	TU 35 FM
KF	1c	Szorítóhüvely	SYJ 65 KF
N	1e	SKF ConCentra rögzítési módszer	FSYE 3.15/16 N
NTH	1a	Két hernyócsavar a belső gyűrűn	FYTBKC 20 NTH
NTR	1a	Két hernyócsavar a belső gyűrűn	FYKC 30 NTR
PF	1d	SKF ConCentra rögzítési módszer	SY 45 PF
RM	1a	Két hernyócsavar a belső gyűrűn	SYH 1.15/16 RM
TF	1a	Két hernyócsavar a belső gyűrűn	SYFJ 45 TF
THR	1a	Két hernyócsavar a belső gyűrűn	FYL 25 THR
TR	1a	Két hernyócsavar a belső gyűrűn	SYK 20 TR
WF	1b	Egy hernyócsavaros excenteres rögzítőgyűrűs rögzítés	FY 60 WF
		<b>Elrendezés és tömítések</b>	
-		Elmozduló csapágyegység angolszász mértékegységgel	SYR 2.7/16
-		Kétajkás tömítések (szabványos)	SYR 2.7/16
AH		Golyócsapágyegységek légkezelő berendezésekhez	SY 2 TF/AH
F		Fix csapágyegység metrikus tengelyhez	SYT 45 F
H		Fix görgőcsapágyegység angolszász mértékegységű tengelyhez	FSYE 3.15/16 NH
L		Elmozduló görgőcsapágyegység metrikus tengelyhez	SYNT 50 L
TS		Labirinttömítések	SYNT 50 LTS
TF		Radiális tengelytömítések	SYNT 45 FTF
W		Újraakadási lehetőség nélkül	SYNT 100 FW
-118		Labirinttömítések	SYR 2.7/16 N-118
-3		Radiális tengelytömítések	SYR 2.7/16-3
-18		Labirinttömítések	SYR 2.7/16-18

<sup>1)</sup> A 95. oldalon

2a. ábra



Álló csapágyházak  
SY, SYH, SYJ, SYM

2b. ábra



Álló csapágyházak  
SYK, SYKC, SYL



2c. ábra



Álló csapágházak  
SYF, SYFJ

2f. ábra



Álló csapágházak  
SYNT

2d. ábra



Álló csapágházak  
SYFL

2g. ábra



Álló csapágházak  
SYR, SYE

2e. ábra



Álló csapágházak  
P, S

2h. ábra



Peremes házak  
FY, FYJ, FYM

## Csapágyegységek beszerelése

2i. ábra



Peremes házak  
FYK, FYKC, FYL

2l. ábra



Per  
FYC

2j. ábra



Peremes házak  
FYT, FYTB, FYTJ, FYTM

2m. ábra



Peremes házak  
F, PF

2k. ábra



Peremes házak  
FYTBK, FYTBKC, FYTL

2n. ábra



Peremes házak  
FT, PFT

2o. ábra



Peremes házak  
PFD

2r. ábra



Feszítő házak  
TU, TUJ, TUM

2p. ábra



Peremes házak  
FYE

2s. ábra



Feszítő házak  
TUL

2q. ábra



Peremes házak  
FYR

2t. ábra



Feszítő házak  
TBR

**SKF gyártmányú golyós- és görgőscsapágyegységek házfajtái<sup>1)</sup>**

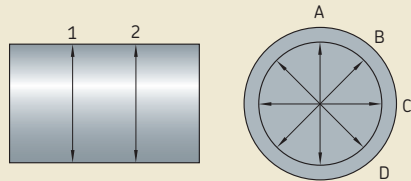
Ház fajtája	Leírás
<b>F</b>	Y csapágyegység kerek sajtolt lemezházzal
<b>FSYE</b>	Y csapágyegység álló öntöttvas házzal négycsavaros rögzítéssel, hordógörgős csapággal
<b>FSYR</b>	Y csapágyegység álló öntöttvas házzal négycsavaros rögzítéssel, hordógörgős csapággal
<b>FT</b>	Y csapágyegység ovális sajtolt lemezházzal
<b>FY</b>	Y csapágyegység peremes szögletes öntöttvas házzal
<b>FYC</b>	Y csapágyegység peremes kerek öntöttvas házzal
<b>FYE</b>	Y csapágyegység peremes szögletes öntöttvas házzal hordógörgős csapággal
<b>FYJ</b>	Y csapágyegység peremes szögletes öntöttvas házzal
<b>FYK</b>	Y csapágyegység peremes szögletes erősített poliamid házzal
<b>FYKC</b>	Y csapágyegység peremes szögletes erősített poliamid házzal
<b>FYL</b>	Y csapágyegység peremes szögletes erősített poliamid házzal
<b>FYM</b>	Y csapágyegység peremes szögletes öntöttvas házzal
<b>FYNT</b>	Y csapágyegység peremes szögletes öntöttvas házzal
<b>FYR</b>	Y csapágyegység peremes kerek öntöttvas házzal hordógörgős csapággal
<b>FYRP</b>	Y csapágyegység peremes kerek öntöttvas házzal hosszú belső gyűrűvel rendelkező hordógörgős csapággal
<b>FYT</b>	Y csapágyegység peremes ovális öntöttvas házzal
<b>FYTB</b>	Y csapágyegység peremes ovális öntöttvas házzal
<b>FYTBK</b>	Y csapágyegység peremes ovális erősített poliamid házzal
<b>FYTBKC</b>	Y csapágyegység peremes ovális erősített poliamid házzal
<b>FYTJ</b>	Y csapágyegység peremes ovális öntöttvas házzal
<b>FYTL</b>	Y csapágyegység peremes ovális erősített poliamid házzal
<b>FYTM</b>	Y csapágyegység peremes ovális öntöttvas házzal
<b>P</b>	Y csapágyegység álló sajtolt lemezházzal
<b>PF</b>	Y csapágyegység peremes kerek sajtolt lemezházzal
<b>PFDF</b>	Y csapágyegység peremes háromszög alakú sajtolt lemezházzal
<b>PFT</b>	Y csapágyegység peremes ovális sajtolt lemezházzal
<b>S</b>	Y csapágyegység álló sajtolt lemezházzal
<b>SY</b>	Y csapágyegység álló öntöttvas házzal
<b>SYE</b>	Y csapágyegység álló öntöttvas házzal hordógörgős csapággal
<b>SYF</b>	Y csapágyegység álló öntöttvas házzal, rövid talpazattal
<b>SYFJ</b>	Y csapágyegység álló öntöttvas házzal, rövid talpazattal
<b>SYFL</b>	Y csapágyegység álló poliészter házzal, rövid talpazattal
<b>SYH</b>	Y csapágyegység álló öntöttvas házzal
<b>SYJ</b>	Y csapágyegység álló öntöttvas házzal
<b>SYK</b>	Y csapágyegység álló erősített poliamid házzal
<b>SYKC</b>	Y csapágyegység álló erősített poliamid házzal
<b>SYL</b>	Y csapágyegység álló erősített poliamid házzal
<b>SYM</b>	Y csapágyegység álló öntöttvas házzal
<b>SYNT</b>	Y csapágyegység álló öntöttvas házzal hordógörgős csapággal
<b>SYR</b>	Y csapágyegység álló öntöttvas házzal hordógörgős csapággal
<b>TU</b>	Y csapágyas feszítő csapágyegység öntöttvas házzal
<b>TUJ</b>	Y csapágyas feszítő csapágyegység öntöttvas házzal
<b>TUL</b>	Y csapágyas feszítő csapágyegység poliészter házzal
<b>TUM</b>	Y csapágyas feszítő csapágyegység öntöttvas házzal

<sup>1)</sup> Lásd még a 2a–2t. ábrákat a 96. oldaltól.

## Beszerelés előtti előkészületek

A csapágyegység beszerelése előtt tegye az alábbiakat:

- Győződjön meg arról, hogy a tengely tiszta és sorjamentes. Ha nem az, akkor távolítsa el a sorját és kerekítse le a tengely végét csiszolóvászonnal vagy finom reszelővel. Törölje tisztára a tengelyt.
- Ellenőrizze, hogy a tengely csapágyüléke az előírt tűréshatárokon belül van-e, ellenőrizze két helyen és 4 irányban a tengelyt (→ 3. ábra).
- Hernyócsavart, excenteres rögzítőgyűrűt vagy hengeres rögzítőgyűrűt használó csapágyegységek esetén a tengelyt kenje be vékonyan híg olajjal.
- Szorítóhüvelyt vagy az SKF ConCentra rögzítési módszert használó csapágyegységek esetén tiszta ruhával törölje le a tengelyen a csapágyüléket, hogy száraz és zsírmentes legyen.
- Tisztítsa meg a csapágyház talpának felfekvő felületét és ellenőrizze, hogy az ajánlott simaság IT 7-es minőségű-e.
- Ha a csapágyházat ismét fel kívánja használni, akkor tisztítsa meg a csapágy furatát és a csapágyház talp felületét.
- Ha hézagoló lemezzel kell megemelni a csapágyegységet, akkor ügyeljen arra, hogy a hézagoló lemez a csapágyház teljes felületét alátámassza.
- Az SKF 8.8 osztályú csavar és csapszeg, továbbá az ISO 7089:2000 szabványnak megfelelő alátét, illetve a 7090:2000 szabványnak megfelelő rugós alátét használatát ajánlja a golyós- és görgőscsapágyegységek alapra történő rögzítéséhez. Az ISO 4014:1999 szabványnak megfelelő hatlapfejű csavarok is megfelelőek. Használhatók az ISO 4762:1988 szabványnak megfelelő belső kulcsnyílású csavarok is.
- A csapágyegységeket csak közvetlenül beszerelésük előtt szabad kivenni eredeti csomagolásukból; ez megvédi az egységeket a szennyeződésektől, különösen zord körülmények között.



## A használandó szerszámok

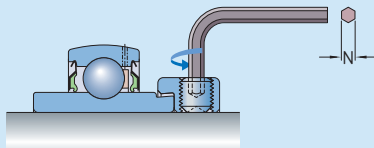
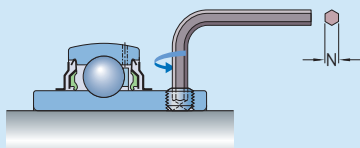
Az SKF gyártmányú golyós- és görgőscsapágyegységek beszereléséhez csak a következő szerzőszámokra van szükség:

- imbuszkulcsra vagy nyomatékkulcsra a belső gyűrűben vagy a rögzítőgyűrűben található hernyócsavaroknak **3. táblázat** szerinti meghúzásához

- körmös kulcsra a szorítóhüvely tengely anyájának **4. táblázat** szerinti meghúzásához
- nyomatékkulcsra vagy imbuszkulcsra a rögzítőcsavarok és anyák meghúzásához

3. táblázat

A használandó imbuszkulcs mérete és a meghúzási nyomaték értéke hernyócsavaros, illetve gyűrűs rögzítésű golyóscsapágyegységek esetén



Tengely átmérője	Imbuszkulcs mérete	Meghúzási nyomaték
d felett -ig	N	
mm/hüvelyk	mm/hüvelyk	Nm (in.lbf)

Tengely átmérője	Imbuszkulcs mérete	Meghúzási nyomaték
d felett -ig	N	
mm/hüvelyk	mm/hüvelyk	Nm (in.lbf)

### Hernyócsavaros rögzítésű golyóscsapágyegységek

TF és TR kiegészítő jellel rendelkező egységek (kivéve az alább felsoroltakat)

-	35	3	4 (35)
35	45	4	6,5 (58)
45	65	5	16,5 (146)
65	100	6	28,5 (252)
-	5/8	3/32	4 (35)
5/8	1 3/16	1/8	4 (35)
1 3/16	1 3/4	5/32	6,5 (58)
1 3/4	2 11/16	3/16	16,5 (146)
2 11/16	2 15/16	7/32	28,5 (252)

### SVM .. TF, FYM .. TF és TUM .. TF sorozatú egységek

-	1	1/8	4 (35)
1	1 1/2	5/32	6,5 (58)
1 1/2	2 3/16	3/16	16,5 (146)
2 3/16	3	7/32	28,5 (252)

### RM kiegészítő jellel rendelkező egységek

-	45	3	4 (35)
45	50	4	6,5 (58)
-	5/8	3/32	4 (35)
5/8	1 3/16	1/8	4 (35)
1 3/16	1 3/4	5/32	6,5 (58)
1 3/4	2 11/16	3/16	16,5 (146)
2 11/16	2 15/16	7/32	28,5 (252)

### Excenteres rögzítőgyűrűvel rendelkező golyóscsapágyegységek

FM és WF kiegészítő jellel rendelkező egységek

-	25	3	4 (35)
25	30	4	6,5 (58)
30	65	5	16,5 (146)
-	5/8	3/32	4 (35)
5/8	1	1/8	4 (35)
1	1 15/16	5/32	6,5 (58)
1 15/16	3	3/16	16,5 (146)

### Görgőscsapágyegységek hengeres gyűrűs rögzítéssel

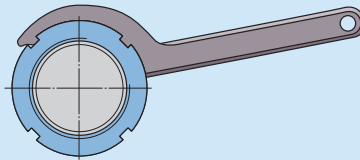
1 3/16	2 3/16	3/8	28,5 (252)
2 3/16	3 1/2	1/2	70 (620)
3 1/2	4	5/8	149,7 (1 325)
4	4 15/16	5/8	149,7 (1 325)

Minden SKF ConCentra golyós-, illetve görgős-csapágyegység doboza tartalmaz egy ISO 2926:2001 szabvány szerinti 3L kulcsot és egy nyomatékjelzőt (→ **21. ábra a 113. oldalon**).

Körmös kulcsok az SKF szerelő szerszámok választékában megtalálhatók (→ **J függelék a 416. oldaltól**).

4. táblázat

A használandó körmös kulcs mérete és a meghúzási nyomaték értéke SYJ .. KF, FYJ .. KF és FYTJ .. KF sorozatú, szorítóhüvellyel szerelt golyócsapágyegységek esetén



Tengely átmérője		CsapágyegységHasználandó szorítóhüvely		Használandó körmös kulcs				
d		Furat átmérője	Jelölés	Jelölés	Meghúzási nyomaték			
mm	hüvelyk	mm	–	–	min.	max.	min.	max.
					Nm		in.lbf	
19,050	3/4	<b>25</b>	<b>HE 2305</b>	HN 5–6	13	17	115	150
20	–	<b>25</b>	<b>H 2305</b>	HN 5–6	13	17	115	150
23,812	15/16	<b>30</b>	<b>HA 2306</b>	HN 5–6	22	28	195	248
25	–	<b>30</b>	<b>H 2306</b>	HN 5–6	22	28	195	248
25,400	1	<b>30</b>	<b>HE 2306</b>	HN 5–6	22	28	195	248
30	–	<b>35</b>	<b>H 2307</b>	HN 7	27	33	239	292
30,162	1 3/16	<b>35</b>	<b>HA 2307</b>	HN 7	27	33	239	292
31,750	1 1/4	<b>40</b>	<b>HE 2308</b>	HN 8–9	35	45	310	398
35	–	<b>40</b>	<b>H 2308</b>	HN 8–9	35	45	310	398
36,512	1 7/16	<b>45</b>	<b>HA 2309</b>	HN 8–9	45	55	398	487
38,100	1 1/2	<b>45</b>	<b>HE 2309</b>	HN 8–9	45	55	398	487
40	–	<b>45</b>	<b>H 2309</b>	HN 8–9	45	55	398	487
41,275	1 5/8	<b>50</b>	<b>HS 2310</b>	HN 10–11	55	65	487	575
42,862	1 13/16	<b>50</b>	<b>HA 2310</b>	HN 10–11	55	65	487	575
44,450	1 3/4	<b>50</b>	<b>HE 2310</b>	HN 10–11	55	65	487	575
45	–	<b>50</b>	<b>H 2310</b>	HN 10–11	55	65	487	575
49,212	1 15/16	<b>55</b>	<b>HA 2311 B</b>	HN 10–11	65	85	575	752
50	–	<b>55</b>	<b>H 2311</b>	HN 10–11	65	85	575	752
50,800	2	<b>55</b>	<b>HE 2311</b>	HN 10–11	65	85	575	752
53,975	2 1/8	<b>60</b>	<b>HS 2312</b>	HN 12–13	85	115	752	1018
55	–	<b>60</b>	<b>H 2312</b>	HN 12–13	85	115	752	1018
55,562	2 3/16	<b>65</b>	<b>HA 2313</b>	HN 12–13	110	150	974	1328
57,150	2 1/4	<b>65</b>	<b>HE 2313</b>	HN 12–13	110	150	974	1328
60	–	<b>65</b>	<b>H 2313</b>	HN 12–13	110	150	974	1328
60,325	2 3/8	<b>65</b>	<b>HS 2313</b>	HN 12–13	110	150	974	1328

## Hernyócsavar rögzítésű Y csapágyegység beszerelése

### Öntöttvas vagy kompozit házú Y csapágyegységek

Olyan öntöttvas vagy kompozit házú golyóscsapágyegységek beszerelésekor (→ **2a.**, **2b.**, **2c.**, **2d.**, **2h.**, **2i.**, **2j.**, **2k.**, **2l.**, **2r.** és **2s. ábra** a **96–99. oldalon**), amelyeket hernyócsavarral rögzítenek (→ **1a. ábra, 95. oldal**), szigorúan kövesse a *Beszerelés előtti előkészületek* című fejezetben a **101. oldalon** adott, továbbá az alábbi útmutatásokat:

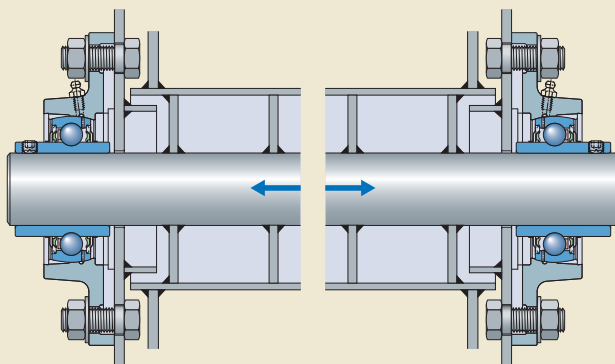
- 1 Szerelje fel a tengelyre a két csapágyegység közé kerülő összes alkatrészt.
- 2 **a)** Álló csapágyegységek esetén: Toljon fel a tengely mindkét végére egy-egy egységet úgy, hogy a rögzítőeszköz kifelé nézzen. Gondosan állítsa be mindkét egységet, és az **5. táblázatban** felsorolt ajánlott nyomatékértékek szerint húzza meg a rögzítőcsavarokat. **b)** Peremes egységek: Támassza meg a tengelyt beszerelési helyzetben a gép falai között. Toljon fel a tengely mindkét végére egy-egy egységet úgy, hogy a rögzítőeszköz kifelé nézzen. Ha nincs váll, gondosan állítsa be mindkét egységet, és az **5. táblázatban** felsorolt ajánlott nyomatékértékek szerint húzza meg a rögzítőcsavarokat.

**c)** Feszítő egységek: Toljon fel a tengely mindkét végére egy-egy egységet úgy, hogy a rögzítőeszköz kifelé nézzen. Szerelje be a tengelyegységet a feszítő keretbe és a feszítőcsavarokat illessze a helyükre. Gondosan állítsa be mindkét egységet.

**MEGJEGYZÉS:** Újracsírzás esetén a tengely legnagyobb eltérése az egységhez viszonyítva max. 2°. Más esetben az egytengelyűségtől való eltérés max. 5°.

- 3 Tengelyirányban állítsa be a tengelyt (→ **4. ábra**).
- 4 Húzza meg mindkét egység belső gyűrűjén a rögzítőcsavarokat (→ **5. ábra**) a **3. táblázatban** a **102. oldalon** megadott meghúzási nyomaték értékek szerint.
- 5 Ha lehetséges, a tengelyt néhányszor megforgatva ellenőrizze, hogy a csapágyelrendezés szabadon tud-e forogni.
- 6 Ha van, szerelje fel a zárófedelelet.

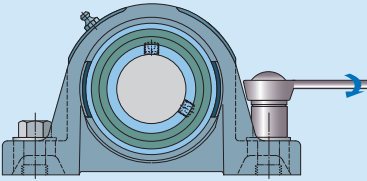
4. ábra





5. táblázat

## Rögzítőcsavarok és anyák ajánlott meghúzási nyomatéka



## Csavar mérete Meghúzási nyomaték

mm/hüvelyk	Nm	ft.lbf
6	9	7
8	22	16
10	45	34
12	80	60
16	200	150
20	385	285
24	665	485
3/8	28	21
1/2	95	70
5/8	185	135
3/4	320	235
7/8	515	380
1	770	570

## Sajtolt acélházzal rendelkező Y csapágyegységek

Olyan sajtolt acélházzal rendelkező golyóscsapágyegységek beszerelésekor (→ **2e.**, **2m.**, **2n.** és **2o. ábra** a **97–99. oldal**on), amelyeket rögzítőcsavarral rögzítenek (→ **1a. ábra**, **95. oldal**), szigorúan kövesse a *Beszerelés előtti előkészületek* című fejezetben a **101. oldal**on adott, továbbá az alábbi útmutatásokat:

- 1 Szerelje fel a tengelyre a két csapágyegység közé kerülő összes alkatrészt.
- 2 a) Álló csapágyegységek: A tengely mindkét végére a rögzítőgyűrűvel kifelé tolja fel a csapágyegységet. Körültekintően állítsa be a csapágyegységek egytengelyűségét, majd a rögzítőcsavarokat az 5. táblázatban található értékkel húzza meg.

**MEGJEGYZÉS:** Ha a csapágy gumi betétgyűrűvel rendelkezik, akkor előbb ezt a gyűrűt szerelje fel a csapágy külső gyűrűjére (→ **6. ábra**).

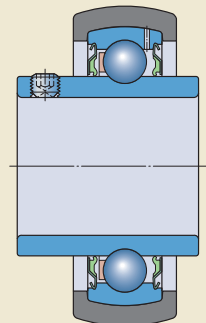
b) Peremes egységek: A berendezés falán rögzítse a fél csapágyházat. A berendezés falai között rögzítse a tengelyt beszerelési helyzetben úgy, hogy a rögzítőgyűrűk kifelé nézzenek és csúsztasson 1-1 csapágyat a tengely mindkét végére úgy, hogy a rögzítőgyűrű kifelé nézzen.

- 3 Mindkét csapágyházra helyezze fel a felső felet és illessze be a rögzítőcsavarokat, de ne feszítse meg (**7. ábra**, **106. oldal**).

5. ábra



6. ábra



- 4 A tengellyel gondosan állítsa be mindkét házat, és az **5. táblázatban a 105. oldalon** felsorolt ajánlott nyomatékértékek szerint húzza meg a kötőcsavarokat.

**MEGJEGYZÉS:** Újracsírzás esetén a tengely legnagyobb eltérése az egységhez viszonyítva max. 2°. Más esetben az egytengelyűségtől való eltérés max. 5°.

**VIGYÁZAT!** Ha a rögzítőcsavarokat, illetve anyagát már teljesen meghúzta, a sajtolt acélházú egységek nem tudják kompenzálni az egytengelyűségtől való eltérést, hacsak az álló csapágyegységek nem tartalmazzák a gumi betétgyűrűt.

- 5 A **104. oldalon látható 4. ábra** szerint állítsa be a tengelyt és forgassa meg néhányszor.
- 6 Húzza meg mindkét egység belső gyűrűjén a rögzítőcsavarokat a **3. táblázatban a 102. oldalon** megadott meghúzási nyomaték értékek szerint.
- 7 Ha lehetséges, a tengelyt néhányszor megforgatva ellenőrizze, hogy a csapágyelrendezés szabadon tud-e forogni.



7. ábra

## Excenteres rögzítőgyűrűvel rendelkező Y csapágyegységek beszerelése

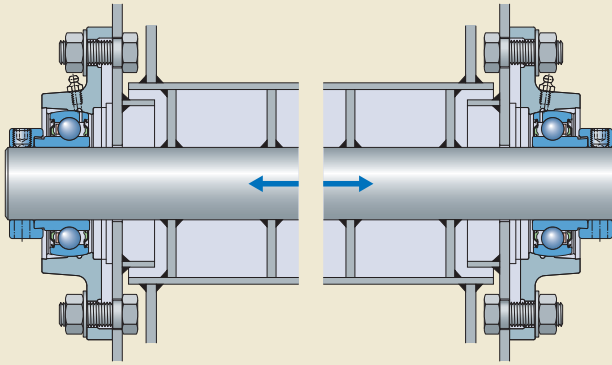
### Öntöttvas vagy kompozit házú Y csapágyegységek

Olyan öntöttvas vagy kompozit házú Y csapágyegység beszerelésekor (→ **2a., 2c., 2h., 2j., 2l. és 2r. a 96–99. oldalon**), amelyek excenteres rögzítőgyűrűvel rendelkeznek (→ **1b. ábra, 95. oldal**), szigorúan kövesse a *Beszerelés előtti előkészületek* című fejezetben a **101. oldalon** adott, továbbá az alábbi útmutatásokat:

- 1 Szerelje fel a tengelyre a két csapágyegység közé kerülő összes alkatrészt.
- 2 Vegye le az excenteres rögzítőgyűrűket a csapágyakról.
- 3 a) Álló csapágyegységek: Toljon fel a tengely mindkét végére egy-egy egységet úgy, hogy a rögzítőeszköz kifelé nézzen. Gondosan állítsa be mindkét egységet, és az **5. táblázatban a 105. oldalon** felsorolt ajánlott nyomatékértékek szerint húzza meg a kötőcsavarokat.  
b) Peremes egységek: Tegye a tengelyt a gép falai közé. Toljon fel a tengely mindkét végére egy-egy egységet úgy, hogy a rögzítőeszköz kifelé nézzen. Ha nincs váll, gondosan állítsa be mindkét egységet, és az **5. táblázatban a 105. oldalon** felsorolt ajánlott nyomatékértékek szerint húzza meg a kötőcsavarokat.  
c) Feszítő egységek: Toljon fel a tengely mindkét végére egy-egy egységet úgy, hogy a rögzítőeszköz kifelé nézzen. Szerelje be a tengelyegységet a feszítő keretbe és a feszítőcsavarokat illessze a helyükre. Gondosan állítsa be mindkét egységet.

**MEGJEGYZÉS:** Újracsírzás esetén a tengely legnagyobb eltérése az egységhez viszonyítva max. 2°. Más esetben az egytengelyűségtől való eltérés legfeljebb 5°-os lehet.

8. ábra



- 4 Állítsa be tengelyirányban a tengelyegységet (→ 8. ábra).
- 5 Az excentergyűrűket helyezze fel a csapágyakra és a fő forgásirányba kézzel elfordítva szorítsa meg (9. ábra) körmöskulccsal vagy ékkiverő tuskával (10. ábra). Húzza meg az excenter gyűrűn lévő hernyócsavarokat a 102. oldalon látható 3. táblázatban megadott meghúzási nyomatékkal.
- 6 Ha lehetséges, a tengelyt néhányszor megforgatva ellenőrizze, hogy a csapágyelrendezés szabadon tud-e forogni.
- 7 Ha van, szerelje fel a zárófedelelet.

9. ábra



10. ábra



### Sajtott acélházszal rendelkező Y csapágyegységek

Olyan sajtolt acélházszal rendelkező Y csapágyegységek beszerelésekor (→ **2e.**, **2m.**, **2n.** és **2o. ábra** a **97–99. oldalon**), amelyeket excenter rögzítőgyűrűvel rögzítenek (→ **1b. ábra**, **95. oldal**), szigorúan kövesse a *Beszerelés előtti előkészületek* című fejezetben a **101. oldalon** adott, továbbá az alábbi útmutatásokat:

- 1 Szerelje fel a tengelyre a két csapágyegység közé kerülő összes alkatrészt.
- 2 Vegye le a rögzítőgyűrűket.
- 3 a) Álló csapágyegységek: Tegye a csapágyház alsó felét a tartófelületre. A csapágyakat tolja fel a tengelycsomókra és tegye a csapágyakat a csapágyházba.

**MEGJEGYZÉS:** Ha a csapágy gumi betétgyűrűvel rendelkezik, akkor előbb ezt a gyűrűt szerelje fel a csapágy külső gyűrűjére (→ **11. ábra**).

b) Peremes egységek: Tegye a tengelyt a gép falai közé. Tolja fel a tengely mindkét végére a csapágyakat úgy, hogy a rögzítő elemek kifelé nézzenek.

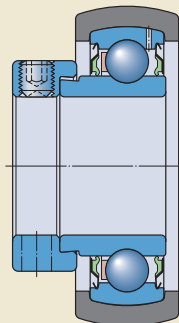
- 4 Tegye rá a ház fedelét vagy a ház másik felét mindegyik csapágyra (→ **12. ábra**), és illessze be a rögzítőcsavarokat, illetve az anyákat, de ne húzza meg őket.
- 5 Gondosan állítsa be az egytengelyűséget, és **105. oldalon** látható **5. táblázatban** megadott nyomatékmal húzza meg a rögzítőcsavarokat.

**MEGJEGYZÉS:** Ha majd újra kell kenni az egységet, akkor a tengely megengedett legnagyobb eltérése az egységhez viszonyítva  $2^\circ$ . Más esetben az egytengelyűségtől való eltérést legfeljebb  $5^\circ$ -os lehet.

**VIGYÁZAT!** Ha a rögzítőcsavarokat, illetve anyákat már teljesen meghúzta, a sajtolt acélházú egységek nem tudják kompenzálni az egytengelyűségtől való eltérést, hacsak a álló csapágyegységek nem rendelkeznek gumi betétgyűrűvel.

- 6 Állítsa be a tengelyt (**8. ábra** a **107. oldalon**), és forgassa meg néhányszor.

11. ábra



12. ábra



- 7 Az excentergyűrűket helyezze fel a csapágyakra és a fő forgásirányba kézzel elfordítva szorítsa meg (**9. ábra**), körmös kulccsal vagy ékkiverő tuskával (**10. ábra**). Húzza meg az excenter gyűrűn lévő hernyócsavarokat a **102. oldalon** látható **3. táblázatban** megadott meghúzási nyomatékmal.
- 8 Ha lehetséges, a tengelyt néhányszor megforgatva ellenőrizze, hogy a csapágyelrendezés szabadon tud-e forogni.

## Y csapágyegységek beszerelése szorítóhüvellyel

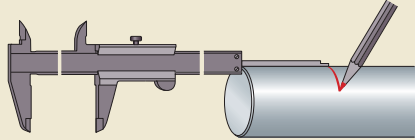
Szorítóhüvellyel szerelt álló Y csapágyegység (1.c ábra, 95. oldal) szerelése esetén, szigorúan kövesse a 101. oldalon található Beszerelés előtti előkészületek című fejezetben található útmutatásokat, valamint az alábbi javaslatokat:

- 1 Szerelje fel a tengelyre a két csapágyegység közé kerülő összes alkatrészt.
- 2 Határozza meg a szorítóhüvely helyét a tengelyen (→ 13. ábra).

**MEGJEGYZÉS:** Vegye figyelembe, hogy összeszerelés közben a csapágy a szorítóhüvelyen a tengely mentén elmozdul. Lépcsős tengely esetén az csapágyegység helyét a tengelyen az alátámasztás határozza meg, ami jelentősen egyszerűsíti a beszerelést.

- 3 Vegye le a szorítóhüvelyekről a tengelyanyát és a biztosítólemezt.
- 4 Csavarhúzózt dugva a szorítóhüvely hasítékába mindkét hüvelyt feszítse kissé szét (→ 14. ábra). Azután csúsztassa őket a tengely mentén a helyükre úgy, hogy menetük kifelé nézzen.
- 5 Tegye helyére az egyik csapágyegységet a szorítóhüvelyen.
- 6 Tegye helyére a biztosítólemezt és húzza meg a tengelyanyát annyira, hogy a belső gyűrű a szorítóhüvely és a tengely tökéletesen illeszkedjen.
- 7 A tengelyanyát húzza körmös kulccsal a 70°-os meghúzási szögig (15. ábra) vagy nyomatékkulccsal az ajánlott meghúzási nyomatékkal (→ 4. táblázat a 103. oldalon). Ügyeljen arra, hogy az anya meghúzása közben a hüvely ne forduljon el a tengelyen. Meghúzás közben a csapágy axiális irányban elmozdul a szorítóhüvely kúpos felületén.

13. ábra



14. ábra



15. ábra



## Csapágyegységek beszerelése

- 8 Rögzítse a csapágyegységet a hüvelyen úgy, hogy a biztosítólemez egyik fogát behajlítja a tengelyanya egyik hornyába (→ **16. ábra**).
- 9 Illessze be a rögzítőcsavarokat, illetve anyákat, de ne húzza meg őket.
- 10 A tengely másik végére tolja fel a csapágyat.
- 11 Ismétlje meg a **6–9. lépéseket**. Meghúzás közben a csapágy axiális irányban elmozdul a szorítóhüvely kúpos felületén.
- 12 Gondosan állítsa be az egytengelyűséget.

**MEGJEGYZÉS:** Újraosztás esetén a tengely legnagyobb eltérése az egységhez viszonyítva max. 2°. Más esetben az egytengelyűségtől való eltérés legfeljebb 5°-os lehet.

- 13 Húzza meg a csavarokat ill. anyákat a **105. oldalon** az **5. táblázatban** található nyomaték értékkel.
- 14 Ha lehetséges, a tengelyt néhányszor megforgatva ellenőrizze, hogy a csapágyelrendezés szabadon tud-e forogni.
- 15 Ha van, szerelje fel a zárófedelelet.

Ha házzal rendelkező peremes golyóscsapágyegységet kell beszerelnie szorítóhüvellyel, akkor vegye fel a kapcsolatot az SKF alkalmazástechnikai mérnöki szolgálatával.



16. ábra

## SKF ConCentra golyóscsapágyegységek beszerelése

**VIGYÁZAT!** A szorítógyűrű rögzítőcsavarjait kizárólag csak abban az esetben húzza meg, ha a csapágyegység már a tengelyre van felszerelve. Ellenkező esetben az SKF ConCentra lépcsős szorítóhüvelye meghibásodhat.

### SKF ConCentra golyós álló csapágyegységek

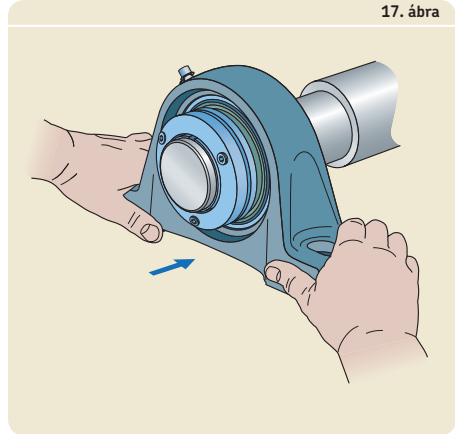
Amikor SKF ConCentra golyós álló csapágyegységet szerel (→ **1d. ábra, 95. oldal**), szigorúan kövesse a *Beszerelés előtti előkészületek* című fejezetben a **101. oldalon** adott, továbbá az alábbi útmutatásokat:

- 1 Szerelje fel a tengelyre a két csapágyegység közé kerülő összes alkatrészt.
- 2 Toljon fel egy-egy egységet a tengely mindkét végére úgy, hogy a szorítóhüvely kifelé nézzen (→ **17. ábra**).
- 3 Tegye az egyik csapágyegységet a megfelelő helyére, és illessze be a rögzítőcsavarokat, de ne húzza meg őket.

**MEGJEGYZÉS:** Vegye figyelembe, hogy összeszerelés közben az egység tengelyirányban el fog mozdulni a lépcsős SKF ConCentra hüvelyen a tengely mentén (→ **18. ábra**).

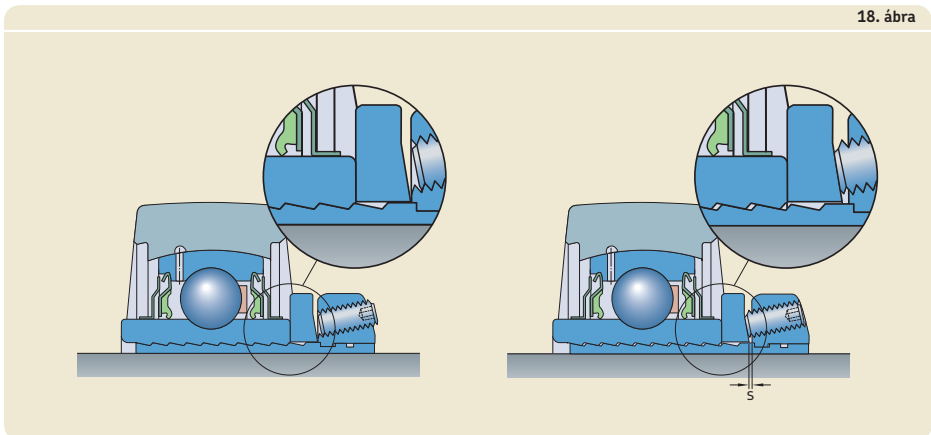
- 4 Tegye fel a beszerelő gyűrűt úgy, hogy egyetlen rögzítőcsavar se nézzen a hüvely hasítéka felé.

17. ábra



3

18. ábra





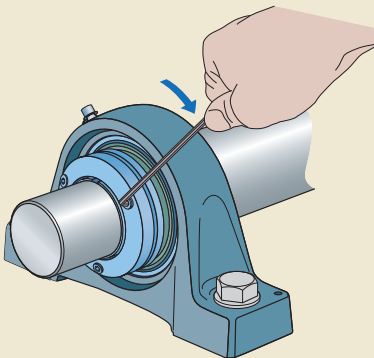
## Csapágyegységek beszerelése

- 5 A mellékelt imbuszkulcs rövidebb végével szorítsa meg a rögzítőcsavarokat annyira, mintha ezt ujjaival tenné (→ **19. ábra**).
- 6 Az imbuszkulcs hosszabb végével húzza meg a csavarokat egy fél fordulattal úgy, hogy kétszer  $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{4}$ -et fordít rajtuk, az adott beszerelési sorrendben (→ **20. ábra**), a hüvely hasítékával átellenes csavarral kezdve.
- 7 Szerelje fel a piros nyomatékjelzőt az imbuszkulcs rövidebb végére (→ **21. ábra**), és húzza meg a csavarokat annyira, hogy az imbuszkulcs hozzáérjen a nyomatékjelzőhöz (→ **22. ábra**). Ha nyomatékkulcsot használ, akkor az ajánlott 7,4 Nm-es (5.5 ft.lbf) meghúzásnyomaték-értéket alkalmazza.
- 8 Állítsa be az egységet, és húzza meg a kötőcsavarokat, illetve anyákat az **5. táblázatban** a **105. oldalon** található ajánlott nyomatékértékek szerint.
- 9 Tegye fel a csapágyegységet a tengely másik végén. Illeszse be a rögzítőcsavarokat, illetve anyákat, de ne húzza meg őket.
- 10 Ismételje meg a **4–7. lépéseket**. Eközben az SKF ConCentra csapágyegység tengelyirányban el fog mozdulni a **18. ábrán** látható „s” értéknek megfelelő mértékben. (→ **18. ábra** a **111. oldalon**).
- 11 Gondosan állítsa be a tengelyt.

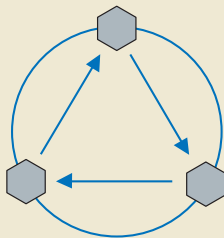
**MEGJEGYZÉS:** Újracsírzás esetén a tengely legnagyobb eltérése az egységhez viszonyítva max. 2°. Más esetben az egytengelyűségtől való eltérés legfeljebb 5°-os lehet.

- 12 Húzza meg a rögzítőcsavarokat, illetve anyákat az **5. táblázatban** a **105. oldalon** található ajánlott nyomatékértékek szerint.
- 13 Ha lehetséges, a tengelyt néhányszor megforgatva ellenőrizze, hogy a csapágyelrendezés szabadon tud-e forogni.

19. ábra



20. ábra





21. ábra



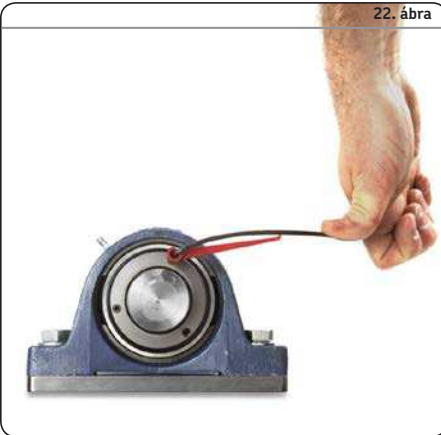
### SKF ConCentra peremes golyóscsapágyegységek

Amikor SKF ConCentra peremes golyóscsapágyegységet szerel be (→ **1d. ábra, 95. oldal**), szigorúan kövesse a *Beszerelés előtti előkészületek* című fejezetben a **101. oldalon** adott, továbbá az alábbi útmutatásokat:

- 1 Szerelje fel a tengelyre a két csapágyegység közé kerülő összes alkatrészt.
- 2 Támassza meg a tengelyt beszerelési helyzetben a gép falai között.
- 3 Toljon egy-egy egységet a tengely mindkét végére úgy, hogy a szorítógyűrű kifelé nézzen.

**MEGJEGYZÉS:** Vegye figyelembe, hogy összeszerelés közben az egység tengelyirányban el fog mozdulni a lépcsős SKF ConCentra hűvelyen a tengely mentén (→ **18. ábra, 111. oldal**).

22. ábra



- 4 Tolja megfelelő helyére az egyik csapágyegységet, és húzza meg a rögzítőcsavarokat, illetve anyákat az **5. táblázatban** a **105. oldalon** található ajánlott nyomatékértékek szerint.
- 5 Tegye fel a beszerelő gyűrűt úgy, hogy egyetlen rögzítőcsavar se nézzen a hüvely hasítéka felé.
- 6 A mellékelt imbuszkulcs rövidebb végével szorítsa meg a rögzítőcsavarokat annyira, mintha ezt ujjával tenné.
- 7 Az imbuszkulcs hosszabb végével húzza meg a csavarokat egy fél fordulattal úgy, hogy kétszer  $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{4}$ -et fordít rajtuk, az adott beszerelési sorrendben (→ **20. ábra**), a hüvely hasítékával átellenes csavarral kezdve.
- 8 Szerelje fel a piros nyomatékjelzőt az imbuszkulcs rövidebb végére (→ **21. ábra**), és húzza meg a csavarokat annyira, hogy az imbuszkulcs hozzáérjen a nyomatékjelzőhöz. Ha nyomatékulcsot használ, akkor az ajánlott 7,4 Nm-es (5.5 ft.lbf) meghúzásnyomatékértéket alkalmazza.
- 9 Tolja megfelelő helyére a csapágyegységet a tengely másik végén. Illessze be a rögzítőcsavarokat, illetve anyákat, de ne húzza meg őket.

- 10** Ismételje meg az **5–8. lépéseket**. Eközben az egységnek tengelyirányban el kell tudnia mozdulni a tengely mentén (→ **23. ábra**) az „s” tengelyirányú elmozdulásának mértékéig az SKF ConCentra hüvelyen (→ **18. ábra** a **111. oldal**on).
- 11** Gondosan állítsa be a tengelyt.

**MEGJEGYZÉS:** Újrakenés esetén a tengely legnagyobb eltérése az egységhez viszonyítva max. 2°. Más esetben az egytengelyűségtől való eltérés legfeljebb 5°-os lehet.

- 12** Húzza meg a rögzítőcsavarokat, illetve anyákat az **5. táblázatban** a **105. oldalon** található ajánlott nyomatékértékek szerint.
- 13** Ha lehetséges, a tengelyt néhányszor megforgatva ellenőrizze, hogy a csapágyelrendezés szabadon tud-e forogni.

## SKF ConCentra görgőscsapágyegységek beszerelése

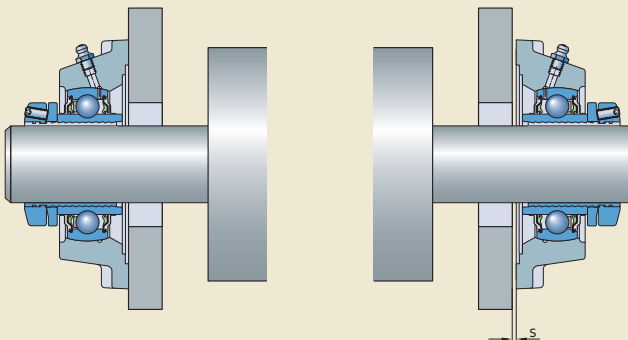
**VIGYÁZAT!** Soha ne kísérelje meg szétszerelni az egységet. A szorítógyűrű rögzítőcsavarjait kizárólag csak abban az esetben húzza meg, ha a csapágyegység már fel van szerelve a tengelyre. Ellenkező esetben az SKF ConCentra lépcsős szorítóhüvelye meghibásodhat.

### SKF ConCentra görgős álló csapágyegységek

Amikor SKF ConCentra görgős álló csapágyegységet szerel be (→ **1e. ábra, 95. oldal**), szigorúan kövesse a *Beszerelés előtti előkészületek* című fejezetben a **101. oldalon** adott, továbbá az alábbi útmutatásokat:

- 1 Szerelje fel a tengelyre a két csapágyegység közé kerülő összes alkatrészt.
- 2 Határozza meg a fix és elmozduló egység helyét a tengelyen. A fix egységnek mindig a hajtott oldalon kell lennie.
- 3 Toljon egy-egy egységet a tengely mindkét végére úgy, hogy a szorítógyűrű kifelé nézzen (→ **24. ábra**).

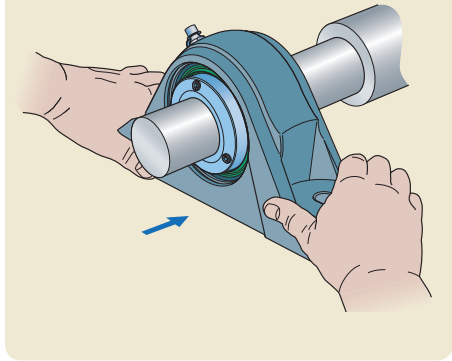
23. ábra



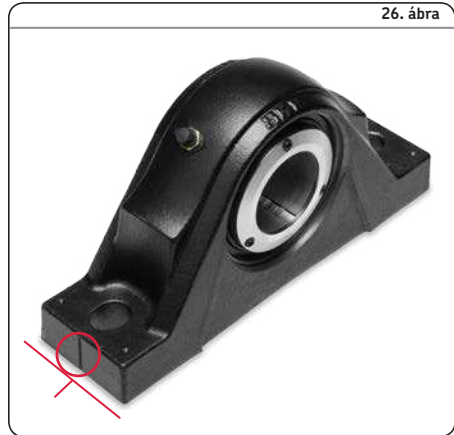
**MEGJEGYZÉS:** Vegye figyelembe, hogy összeszerelés közben az egység tengelyirányban el fog mozdulni a lépcsős SKF ConCentra hüvelyen a tengely mentén (→ 25. ábra).

- 4 Illeszse be a rögzítőcsavarokat, illetve anyákat, de ne húzza meg őket.
- 5 Tolja fel a fix csapágyegységet a tengelyre és állítsa be a helyzetét. Az SYNT egységeken a pozícionálást a ház oldalain található jelölések segítik (→ 26. ábra).
- 6 Rögzítse a fix csapágyegységet a tengelyre.

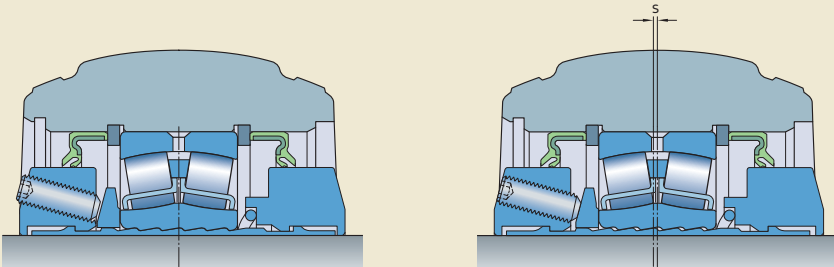
24. ábra



26. ábra



25. ábra

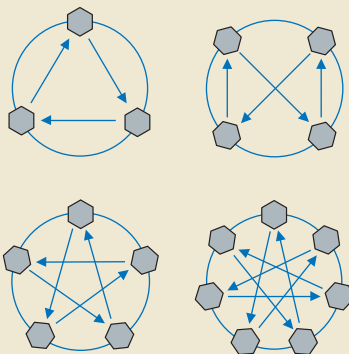


- 7 Tegyé fel a beszerelő gyűrűt úgy, hogy egyetlen rögzítőcsavar se nézzen a hüvely hasítéka felé. A mellékelt imbuszkulcs rövidebb végével szorítson meg minden csavart annyira, mintha ezt az ujjával tenné. Kövesse az adott beszerelési sorrendet (→ **27. ábra**), a hüvely hasítékával átellenes csavarral kezdve. Szerelje fel a piros nyomatékjelzőt az imbuszkulcs rövidebb végére (→ **21. ábra** a **113. oldalon**), és húzza meg a csavart annyira, hogy az imbuszkulcs hozzáérjen a nyomatékjelzőhöz (→ **28. ábra**). Ha nyomatékkelccsal húzza meg a rögzítőcsavarokat (→ **29. ábra**), akkor 3 mm-es betétet használjon. A beszerelési sorrendet követve a csavarokat először annyira húzza meg, mintha ezt kézzel tenné. Azután húzza meg még egyszer mindegyik csavart az ajánlott 7,4 Nm-es (5,5 ft.lbf) meghúzási nyomatékkal.
- 8 Ellenőrizze még egyszer a fix egység beállítását. A tengely és az egységek tengelyének megengedett legnagyobb szögeltérése 1,5°.
- 9 Keresse meg az elmozduló csapágyegység középvonalát. Támassza meg a tengelyt. Fogja meg a gyűrűket a feszítés nélküli csapágy mindkét oldalán, és mozgassa a csapágyat a rögzített házban az egyik véghelyzetétől a másikig. Ha arra lehet számítani, hogy a hőmérsékletemelkedésből adódóan a tengely csak hosszirányban nyúlik meg, akkor az SKF azt ajánlja, hogy a csapágy végső helyzete a fix csapágyhoz kerüljön közelebb (→ **30. ábra**).

**MEGJEGYZÉS:** Vegye figyelembe, hogy összeszerelés közben az egység tengelyirányban el fog mozdulni a lépcsős SKF ConCentra hüvelyen a tengely mentén (→ **25. ábra** a **115. oldalon**).

- 10 A **7. lépésben** leírt módon rögzítse a tengelyen az elmozduló csapágyat.
- 11 Gondosan állítsa be az egységet. Húzza meg a rögzítőcsavarokat az **5. táblázatban** a **105. oldalon** található ajánlott nyomatékértékek szerint.
- 12 Ha lehetséges, a tengelyt néhányszor megforgatva ellenőrizze, hogy a csapágyelrendezés szabadon tud-e forogni.
- 13 Ha van, szerelje fel a zárófedelet.

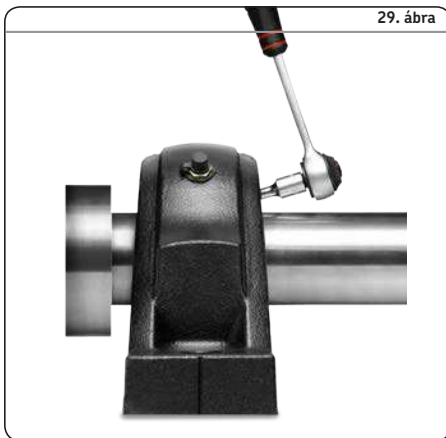
27. ábra



28. ábra



29. ábra



### SKF ConCentra peremes görgőcsapágyegységek

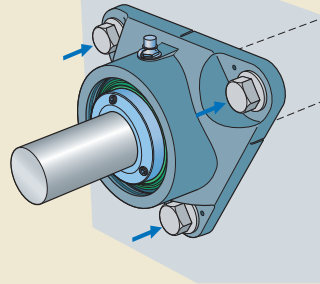
Amikor SKF ConCentra peremes görgőcsapágyegységet szerel be (→ **1e. ábra, 95. oldal**), szigorúan kövesse a *Beszerelés előtti előkészületek* című fejezetben a **101. oldalon** adott, továbbá az alábbi útmutatásokat:

- 1 Szerelje fel a tengelyre a két csapágyegység közé kerülő összes alkatrészt.
- 2 Határozza meg a fix és az elmozduló egység helyét a tengelyen. A fix egységnek mindig a hajtott oldalon kell lennie.
- 3 Támassza meg a tengelyt beszerelési helyzetben a gép falai között.
- 4 Toljon egy-egy csapágyegységet a tengely mindkét végére úgy, hogy a szorítógyűrű kifelé nézzen.

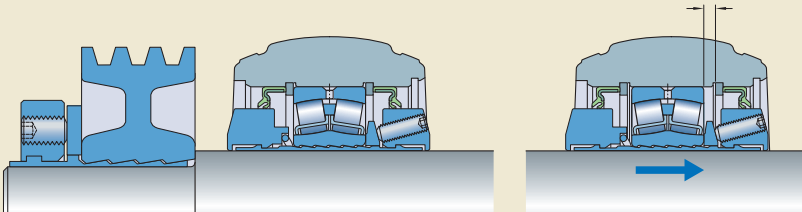
**MEGJEGYZÉS:** Vegye figyelembe, hogy összeszerelés közben az egység tengelyirányban el fog mozdulni a lépcsős SKF ConCentra hüvelyen a tengely mentén.

- 5 Illesse be a rögzítőcsavarokat, illetve anyákat, de ne húzza meg őket (→ **31. oldal**).

31. ábra



30. ábra



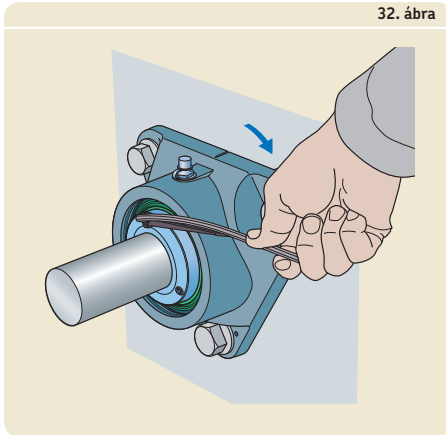
## Csapágyegységek beszerelése

- Rögzítse a fix csapágyat a tengelyre. Tegye fel a beszerelő gyűrűt úgy, hogy egyetlen rögzítőcsavar se nézzen a hüvely hasítéka felé. A mellékelt imbuszkulcs rövidebb végével szorítsa meg a rögzítőcsavarokat annyira, mintha ezt ujjjaival tenné. Az imbuszkulcs hosszabb végével húzza meg a csavarokat egy  $1/2$  fordulattal úgy, hogy kétszer  $1/4-1/4$ -et fordít rajtuk, az adott beszerelési sorrendben (→ 27. ábra a 116. oldalon), a hüvely hasítékával átellenes csavarral kezdve. Szerelje fel a piros nyomatékjelzőt az imbuszkulcs rövidebb végére, és húzza meg a csavarokat annyira, hogy az imbuszkulcs hozzáérjen a nyomatékjelzőhöz (→ 32. ábra). Ha nyomatékkulcsot használ (→ 33. ábra), akkor az ajánlott 7,4 Nm-es meghúzásnyomaték-értéket alkalmazza.
- Ellenőrizze még egyszer a fix egység beállítását. A tengely és az egységek tengelyének megengedett legnagyobb szögeltérése  $1,5^\circ$ .
- Keresse meg az elmozduló csapágyegység középvonalát. Támassza meg a tengelyt. Fogja meg a feszítés nélküli csapágy gyűrűjét, és mozgassa a csapágyat a rögzített házban az egyik véghelyzetétől a másikig. Ha arra lehet számítani, hogy a hőmérsékletemelkedésből adódóan a tengely csak hosszirányban nyúlik meg, akkor az SKF azt ajánlja, hogy a csapágy végső helyzete a fix csapágyhoz kerüljön közelebb.

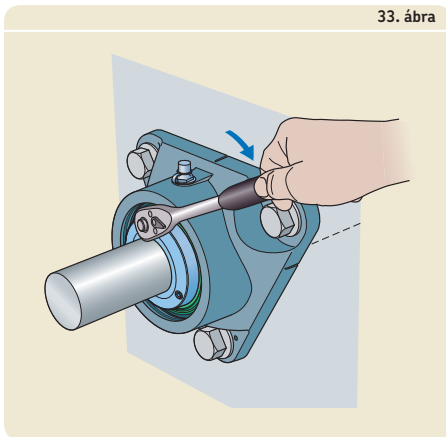
**MEGJEGYZÉS:** Vegye figyelembe, hogy összeszerelés közben az egység tengelyirányban el fog mozdulni a lépcsős SKF ConCentra hüvelyen a tengely mentén.

- A 6. lépésben leírt módon rögzítse a tengelyen az elmozduló csapágyat.
- Gondosan állítsa be az egységet. Húzza meg a kötőcsavarokat az 5. táblázatban a 105. oldalon található ajánlott nyomatékértékek szerint.
- Ha lehetséges, a tengelyt néhányszor megforgatva ellenőrizze, hogy a csapágyelrendezés szabadon tud-e forogni.
- Ha van, rögzítse a végfedelelet.

32. ábra



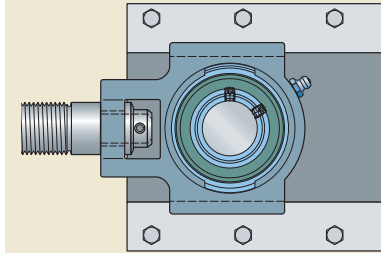
33. ábra



## Hengeres rögzítőgyűrűvel rendelkező görgőcsapágyegységek beszerelése

Amikor hengeres rögzítőgyűrűvel rendelkező görgőcsapágyegységet szerel be (→ **1f. ábra, 95. oldal**), szigorúan kövesse a *Beszerelés előtti előkészületek* című fejezetben a **101. oldalon** adott, továbbá az alábbi útmutatásokat:

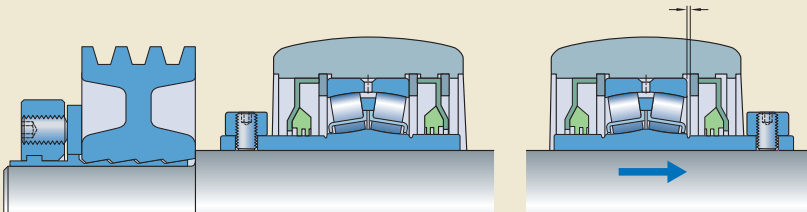
- 1** Határozza meg a fix és az elmozduló egység helyét a tengelyen. A fix egységnek mindig a hajtott oldalon kell lennie.
- 2** Szerelje fel a tengelyre a két csapágyegység közé kerülő összes alkatrészt.
- 3**
  - a)** Álló csapágyegység: Toljon fel a tengely mindkét végére egy-egy csapágyegységet úgy, hogy a rögzítőgyűrű kifelé nézzen. Gondosan állítsa be mindkét egységet. Illessze be a rögzítőcsavarokat, és húzza meg őket az **5. táblázatban a 105. oldalon** található ajánlott nyomatékértékek szerint. A tengely és az egységek tengelyének megengedett legnagyobb szögeltérése  $1,5^\circ$ .
  - b)** Peremes egységek: Támassza meg a tengelyt beszerelési helyzetben a gép falai között. Toljon fel egy-egy egységet a tengely mindkét végére. Ha nincs váll, gondosan állítsa be mindkét egységet. Illessze be a rögzítőcsavarokat, és húzza meg őket az **5. táblázatban a 105. oldalon** található ajánlott nyomatékértékek szerint. A tengely és az egységek tengelyének megengedett legnagyobb szögeltérése  $1,5^\circ$ .
  - c)** Feszítő egységek: Toljon fel a tengely mindkét végére egy-egy egységet úgy, hogy a rögzítőelem kifelé nézzen. Szerelje be a tengelyt a keretbe és illessze a helyükre a feszítő-csavarokat (→ **34. ábra**). Gondosan állítsa be mindkét egységet. A tengely és az egységek tengelyének megengedett legnagyobb szögeltérése  $1,5^\circ$ .
- 4** Állítsa be axiális irányban a tengelyt.
- 5** Húzza meg a rögzítőgyűrűnek mindkét olyan csavarját, amelyek a rögzítőegység belső gyűrűjébe fúrt lyukakon át fogják a tengelyt a **102. oldalon** található **3. táblázatban** látható nyomatékkal.



## Csapágyegységek beszerelése

- 6 Keresse meg az elmozduló csapágyegység középvonalát úgy, hogy alátámasztja a tengelyt és a feszítés nélküli csapágyat az egyik véghelyezettől a másikig mozgatja. Ha arra lehet számítani, hogy a hőmérsékletemelkedésből adódóan a tengely csak hosszirányban nyúlik meg, akkor az SKF azt ajánlja, hogy a csapágy végső helyzete a fix csapágyhoz kerüljön közelebb (→ 35. ábra).
- 7 A **3. lépésben** leírt módon rögzítse a tengelyen az elmozduló csapágyat.
- 8 Ha lehetséges, a tengelyt néhányszor megforgatva ellenőrizze, hogy a csapágyelrendezés szabadon tud-e forogni.

35. ábra





## Y csapágyegységek összeszerelése

Ha az Y csapágyak és a szürke öntöttvasból vagy kompozit anyagból készült Y házak nem egységként állnak rendelkezésre, akkor előbb össze kell szerelni őket. Ehhez a csapágyat bele kell dugni a ház furatában lévő töltővázatba (→ 36. ábra) – excenteres rögzítőgyűrűvel rendelkező golyós-csapágyak esetén előbb le kell venni a rögzítőgyűrűt. A csapágyat egy kerek fadarabbal vagy egy csődarabbal stb. lehet a helyére fordítani; közben a rögzítőeszköznek és a töltővázatnak ugyanabba az irányba kell néznie (→ 37. ábra).

**VIGYÁZAT!** A csapágy beszerelésénél ügyeljen arra, hogy a házban lévő zsírzóhorony és a csapágy külső gyűrűjén lévő zsírzóhorony azonos oldalra kerüljön (→ 38. ábra).

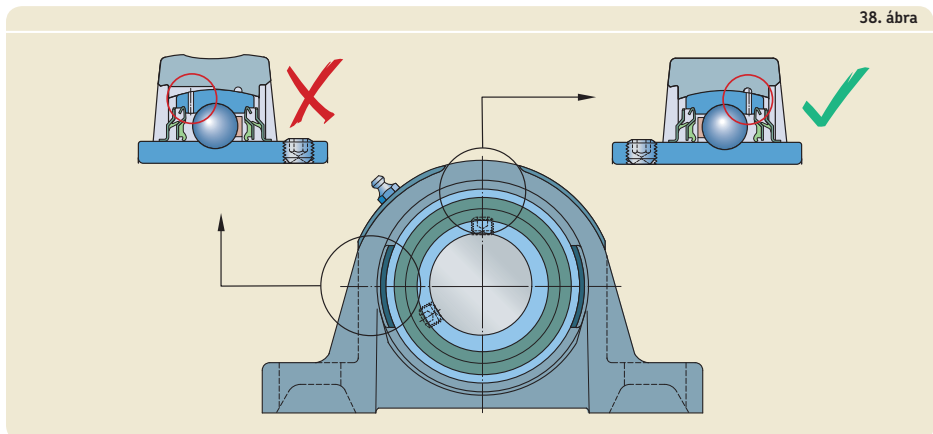
36. ábra

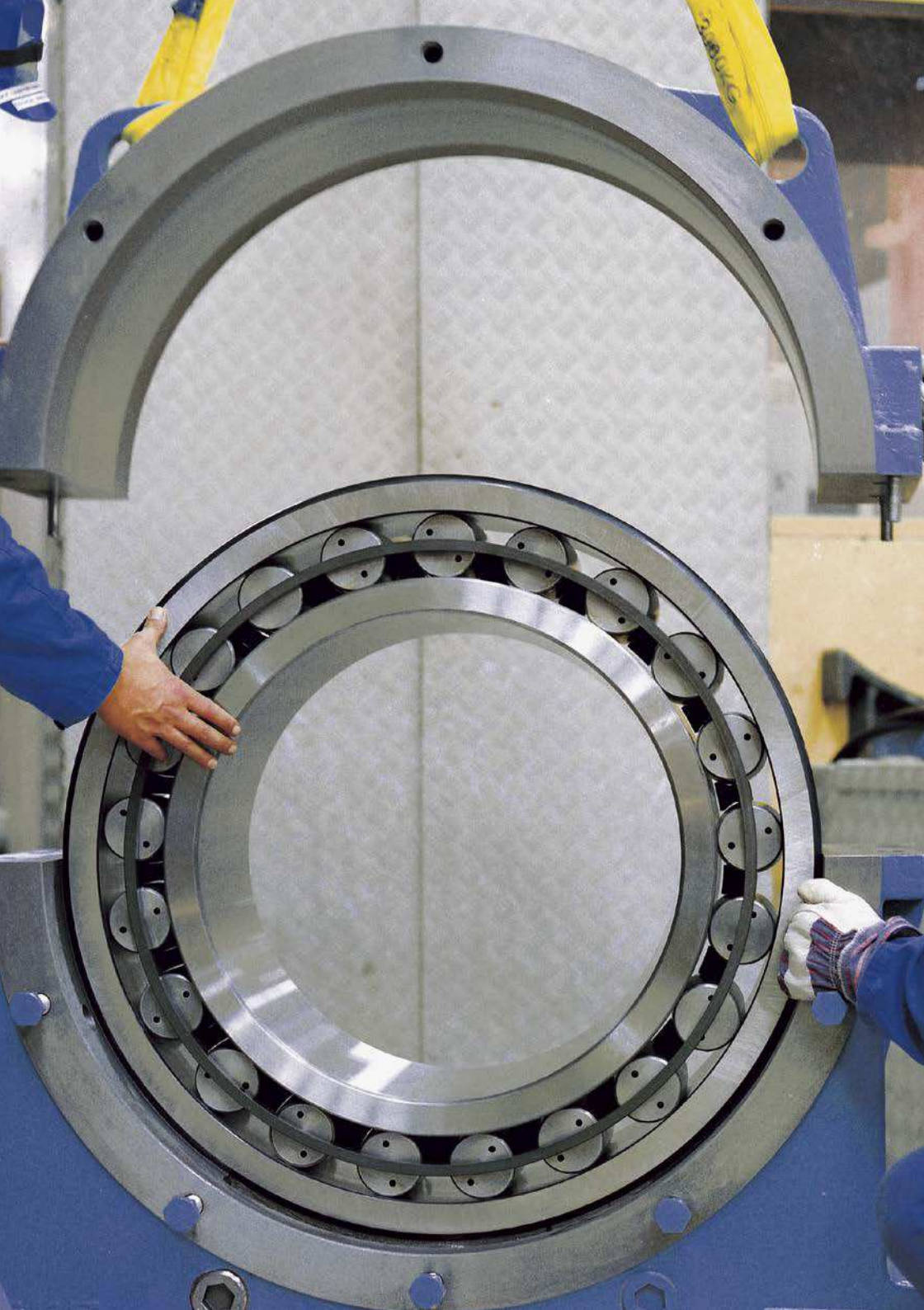


37. ábra



38. ábra





# Csapágyházak beszerelése

Bevezetés . . . . .	124
Cserealkatrészek kiválasztása . . . . .	124
Beszerelés előtti előkészületek . . . . .	130
Alátétek használata . . . . .	130
Csavarok . . . . .	131
Távtartó (stabilizáló) gyűrűk használata . . . . .	132
Végfedelek használata . . . . .	133
Osztott és osztatlan tömítések beszerelése . . . . .	133
Szabványos osztott csapágyház beszerelése . . . . .	134
SONL csapágyház beszerelése . . . . .	137

# Bevezetés

Az SKF szabványos csapágház termékválasztéka a következőkből áll:

- osztott csapágházak
- egy darabból álló csapágházak
- peremes házak
- feszítő házak

Az SKF gyártmányú csapágházak rendszerint szürke öntöttvasból készülnek. A legnépszerűbb csapágházak gömbszabványú öntöttvasból és öntött acélból is kaphatók az olyan alkalmazások számára, ahol a háznak különösen erősnek kell lennie. A csapágházak elsősorban beálló golyós-csapágházakhoz, beálló görgőscsapágházakhoz és CARB toroidgörgős csapágházakhoz valók.

A legtöbb SKF gyártmányú csapágházhoz beszerelési utasítást is mellékelnek. Ez a fejezet osztott csapágházak beszerelésére és összeszerelésére vonatkozó utasításokat is tartalmaz. Az alábbiakhoz hasonló alkalmazásokhoz való SKF gyártmányú speciális házak beszerelésére az SKF alkalmazástechnikai mérnöki szolgálatától kaphat információt:

- szállítószalagok és dobok
- konverterek
- csómalpok és fogókemencék
- papíripari gépek
- szélturbinák
- nyitott sebességváltók hajtófogaskerekei

# Cserealkatrészek kiválasztása

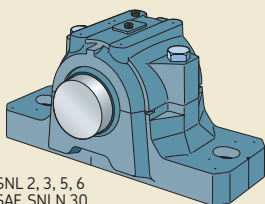
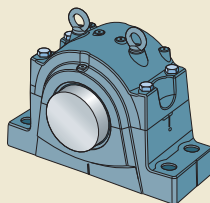
Az SKF gyártmányú csapágházak széles típus választékban kaphatók. Különböző tömítésekkel és különböző csapágházrendezésekhez használhatóak. Ezért a cserélendő ház kiválasztásánál gondosan kell eljárni. Az új és a régi ház esetén meg kell egyeznie a következőknek:

Az SKF karbantartó és kenéstechnikai eszközeiről, valamint szerszámairól a [www.skf.com](http://www.skf.com) és a [www.mapro.skf.com](http://www.mapro.skf.com) honlapon található részletes információk.

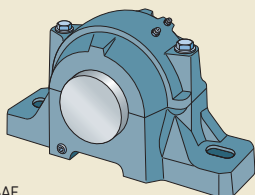
A konkrét csapágházakra vonatkozó részletes beszerelési utasítások a [www.skf.com/mount](http://www.skf.com/mount) honlapon olvashatók.

Az SKF Reliability Maintenance Institute (RMI) átfogó tanfolyamokat kínál (→ *Oktatás*, a **326. oldaltól**). További információ az SKF helyi képviselőjétől és a [www.skf.com/services](http://www.skf.com/services) honlapról szerezhető be.

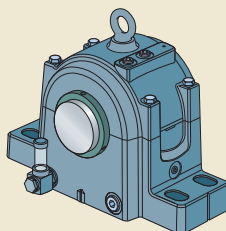
- a ház típusának (→ **1. ábra** és **1. táblázat a 126. oldalon**)
- a ház kialakításának (→ **2. táblázat a 127. oldalon**)
- a csapágházrendezésnek (→ **2. ábra, 127. oldal**)
- a tömítési megoldásnak és konfigurációnak (→ **3. táblázat a 128. oldalon** és **3. ábra a 129. oldalon**)

SNL 2, 3, 5, 6  
SAF, SNLN 30

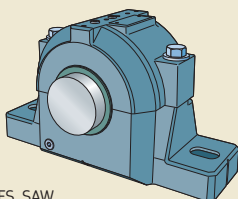
SNL 30, 31, 32, 40



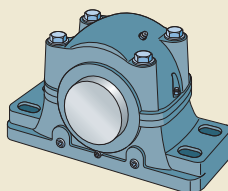
SAF



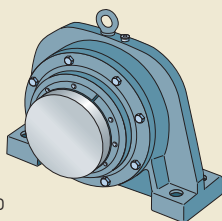
SONL



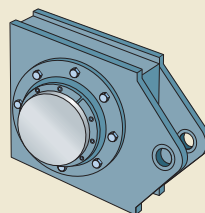
SAFS, SAW



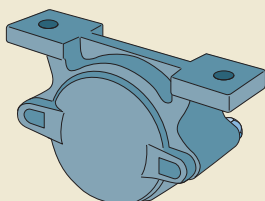
SDAF



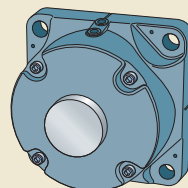
SBD



THD



TVN



FNL

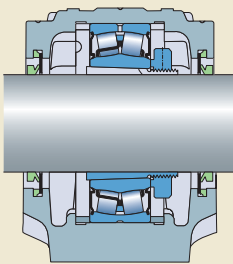
## SKF gyártmányú szabványos csapágyházak

Ház Típus/sorozat	Csere	Leírás
FNL		Öntöttvas peremes ház, háromszögletes vagy négyszögletes alakú, két ajakkal rendelkező tömítésekkel
FSNL		Öntöttvas osztott álló csapágyház, alapjában négy furattal csavarok számára
SAF		Öntöttvas osztott álló csapágyház
SAFS		Öntött acél osztott álló csapágyház
SAW		Öntöttvas osztott álló csapágyház
SBD		Egy darabból álló öntöttvas álló csapágyház labirintötömítésekkel
SD 31	SNL 31	Öntöttvas osztott álló csapágyház
SDAF		Öntöttvas osztott álló csapágyház
SDG	SNL 32, 40	Öntöttvas osztott álló csapágyház
SDJC 31	SNL 31	Öntöttvas osztott álló csapágyház
SN 2, 3, 5, 6	SNL 2, 3, 5, 6	Öntöttvas osztott álló csapágyház
SN 30	SNLN 30	Öntöttvas osztott álló csapágyház
SNA 2, 3, 5, 6	SNL 2, 3, 5, 6	Öntöttvas osztott álló csapágyház
SNH 2, 3, 5, 6	SNL 2, 3, 5, 6	Öntöttvas osztott álló csapágyház
SNL 2, 3, 5, 6		Öntöttvas osztott álló csapágyház
SNLN 30		Öntöttvas osztott álló csapágyház
SNL 30		Öntöttvas osztott álló csapágyház
SNL 31		Öntöttvas osztott álló csapágyház
SNL 32		Öntöttvas osztott álló csapágyház
SNL 40		Öntöttvas osztott álló csapágyház
SNLD		Gömbgrafitos öntöttvas osztott álló csapágyház
SNT		Öntött acél osztott álló csapágyház nemeztömítésekkel
SOFN	SONL	Öntöttvas osztott álló csapágyház olajjal történő kenéshez, labirintötömítésekkel
SONL		Öntöttvas osztott álló csapágyház olajjal történő kenéshez, labirintötömítésekkel
SSNHD	SSNLD	Gömbgrafitos öntöttvas osztott támcsapágyház tömör alappal
SSNLD		Gömbgrafitos öntöttvas osztott támcsapágyház tömör alappal
THD		Öntöttvas feszítő csapágyház
TVN		Egy darabból álló öntöttvas osztott csapágyház nemeztömítésekkel
7225	FNL	Öntöttvas peremes ház, háromszögletes vagy négyszögletes alakú, nemeztömítésekkel

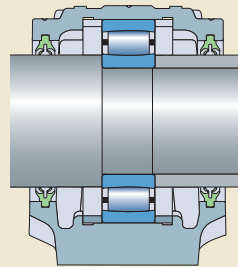
## SKF gyártmányú szabványos csapágház kialakítások

Kiegészítő jelek	Leírás
A	Ház tengelyvéghez
B	Ház átmenő tengelyhez
F	Ház vezető csapágyelrendezéshez
G	Ház lépcsős tengelyen hengeres furattal rendelkező csapágyhoz
K7	Csapágház K7 tűrésű csapágyfészekkel
L	Ház eltolható csapágyelrendezéshez
/MS1	Két fúrt lyuk az alapon felerősítő csavarok számára
/MS2	Négy fúrt lyuk az alapon felerősítő csavarok számára
SN	Érzékelő számára menetes furattal rendelkező ház
TURA	Olajjal történő kenéshez előkészített ház labirinttömítésekkel
TURT	Olajjal történő kenéshez előkészített ház labirinttömítésekkel
TURU	Olajjal történő kenéshez előkészített ház labirinttömítésekkel
V	Zsírelengedő furattal ellátott csapágház

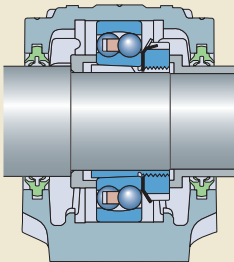
2. ábra



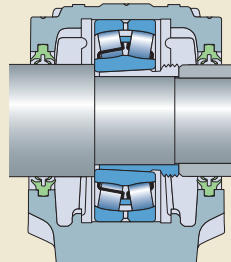
Sima tengelyen, szorítóhüvelyen lévő csapágy



Lépcsős tengelyen, hengeres támfelületen lévő csapágy



Lépcsős tengelyen, szorítóhüvelyen lévő csapágy



Lépcsős tengelyen, lehúzóhüvelyen lévő csapágy

## SKF gyártmányú csapágházak szabványos tömítési megoldásai

## Sorozatjelölés

## Leírás

## Tömítések metrikus mértékegység-sorozatú házakhoz

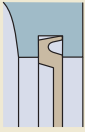
ASNH	Végfedél SNL házakhoz
ETS	Végfedél nagy méretű SNL házakhoz
FS	Nemezcsík (osztott)
TS	Labirinttömítés nagy méretű SNL házakhoz (osztatlan)
TFL	Kétajkú tömítés karimás házakhoz (osztatlan)
TNF	Nagy igénybevételre alkalmas takonit tömítés sugárirányú labirinttal nagy méretű SNL házakhoz (osztatlan)
TSD .. U	U kialakítású labirint olajtömítés <sup>1)</sup>
TSN .. A	V-gyűrűk (osztatlan)
TSN .. C	Nemezgyűrű tömítések (osztott)
TSN .. CB	Grafitos nemezgyűrű tömítések (osztott)
TSN .. L	Négyajkú tömítések (osztott)
TSN .. NC	Nagy igénybevételre alkalmas takonit tömítés tengelyirányú labirinttal (osztatlan)
TSN .. ND	Nagy igénybevételre alkalmas takonit tömítés sugárirányú labirinttal (osztatlan)
TSN .. S	Labirintgyűrű (osztatlan)
TSN .. TURU	U kialakítású labirint olajtömítés <sup>1)</sup>

## Tömítések angolszász mértékegység-sorozatú házakhoz

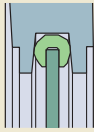
B-17024-	Nitrilgumiból készült érintkező elem PosiTrac Plus tömítéshez (osztatlan)
EPR	Végfedél (dugó)
LER	Labirintgyűrű (osztatlan)
LOR	PosiTrac tömítés: labirintgyűrű O-gyűrűvel a furat belsejében (osztatlan)
TER	Takonit tömítés belül lévő nemeztömítéssel és kívül lévő sűrűlódó tömítéssel (osztatlan)
TER-V	Takonit tömítés belül lévő nemeztömítéssel és kívül lévő V-gyűrűvel (osztatlan)

<sup>1)</sup> Csak teljes egységként, azaz tömítéssel ellátott módosított házként kerül forgalomba.

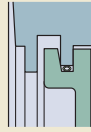




ASNH



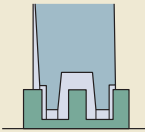
EPR



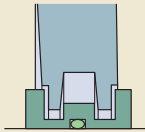
ETS



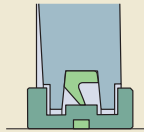
FS



LER



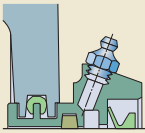
LOR



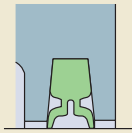
LOR + B-17024-



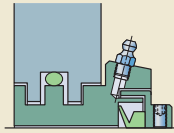
TER



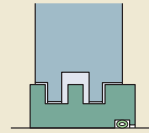
TER-V



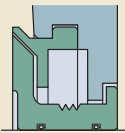
TFL



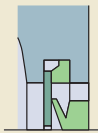
TNF



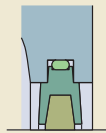
TS



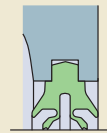
TSD..U



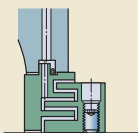
TSN..A



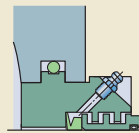
TSN..C



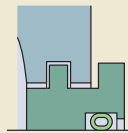
TSN..L



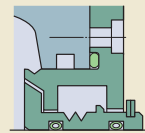
TSN..NC



TSN..ND



TSN..S



TSN..TURU

### Beszerelés előtti előkészületek

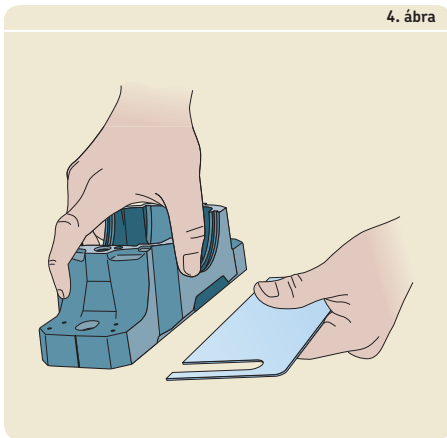
Beszerelés előtt tegye az alábbiakat:

- Győződjön meg arról, hogy tiszta a munkaterület.
- Tanulmányozza a rendelkezésre álló rajzokat és utasításokat, és határozza meg a különféle alkatrészek helyes összeszerelési sorrendjét.
- Győződjön meg arról, hogy keze ügyében van az összes szükséges alkatrész és szerszám.
- Ellenőrizze, hogy tiszta-e a ház talapzatának felülete. A talapzat felülete nem lehet festett.
- Ellenőrizze, hogy a talapzat felülete megfelel-e a minőségre és merevségre vonatkozó követelményeknek. A házfurat deformálódásának megelőzése érdekében az SKF azt ajánlja, hogy a felület minősége legyen az IT7 tűrés-fokozaton belül (→ **C függelék, 385. oldal**). A véglegesre megmunkált felület esetén  $R_a \leq 12,5 \mu\text{m}$  legyen.
- A ház ismételt felhasználása előtt alaposan tisztítsa meg a házat, és cseréljen ki minden kopott alkatrészt, például sűrűlódó tömítést, O-gyűrűt, gumiszalagot.

### Alátétek használata

A csapágházak tengelyvonala alátétek segítségével megemelhető. Alátét használatakor ügyeljen arra, hogy az alátét a ház alapja és a talapzat felülete közötti érintkező felületet teljesen lefedje (→ **4. ábra**).

4. ábra



## Csavarok

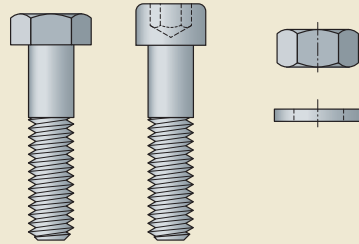
Ha nincs a használandó felerősítő csavarokra, illetve anyákra konkrét ajánlás, akkor az SKF azt ajánlja, hogy a házat a talapzat felületére a következő kötőelemekkel rögzítse (→ 5. ábra):

- az EN ISO 4014:2000 szabványnak megfelelő hatlapfejű csavarok
- az EN ISO 4762:1998 szabványnak megfelelő belső hatlapfejű csavarok
- az EN ISO 4032:2000 szabványnak megfelelő hatlapfejű anyák
- az EN ISO 7089 szabványnak megfelelő lapos alátétek

Ha függőleges terhelés éri a támasztófelületet, akkor 8.8 osztályú csavarok, illetve anyák használhatók. Ha a terhelés nem függőleges, akkor 10.9 osztályú csavarokat, illetve anyákat kell használni.

Húzzon meg minden fedélleszorító és felerősítő csavart a **4. táblázatban** felsorolt ajánlott nyomatékértékek szerint. Az angolszász mértékegységű házsorozatokat különféle osztályokba tartozó fedélleszorító csavarokat használnak. Az ilyen házakon a házhoz mellékelt beszerelési utasításban feltüntetett nyomatékértékek szerint húzza meg a fedélleszorító csavarokat.

5. ábra



4. táblázat

Ajánlott meghúzási nyomaték-értékek 8.8 osztályú felerősítő csavarokra és fedélleszorító csavarokra

Csavar mérete	Meghúzási nyomaték Felerősítő csavarok		Fedélleszorító csavar <sup>1)</sup>	
	Nm	ft.lbf	Nm	ft.lbf
mm/hüvelyk				
<b>10</b>	45	34	50	37
<b>12</b>	80	60	80	60
<b>16</b>	200	150	150	110
<b>20</b>	385	285	200	150
<b>24</b>	665	485	350	260
<b>30</b>	1 310	970	400	300
<b>36</b>	2 280	1 690	600	445
<b>42</b>	3 640	2 700	850	630
<b>48</b>	5 450	4 030	1 250	920
<b>56</b>	8 710	6 420	–	–
<b>64</b>	13 100	9 660	–	–
<b>72</b>	18 800	13 900	–	–
<b>1/2</b>	95	70	–	–
<b>5/8</b>	185	135	–	–
<b>3/4</b>	320	235	–	–
<b>7/8</b>	515	380	–	–
<b>1</b>	770	570	–	–
<b>1 1/8</b>	1 090	800	–	–
<b>1 1/4</b>	1 530	1 130	–	–
<b>1 3/8</b>	2 020	1 490	–	–
<b>1 1/2</b>	2 650	1 950	–	–

<sup>1)</sup> Az angolszász mértékegység-sorozatú házak esetén az ajánlott meghúzási nyomatékot a házhoz mellékeljük.

## Távtartó (stabilizáló) gyűrűk használata

A legtöbb SKF gyártmányú szabványos csapágházban a csapágy támfelülete elég széles ahhoz, hogy a házba beilleszthető legszélesebb csapágy „s” mértékű tengelyirányú elmozdulását is lehetővé tegye (→ **6. ábra**). Az olyan csapágy-elrendezések esetén, amelyeknek a tengely tengelyirányban mindkét irányból meg kell támasztani, távtartó gyűrűkkel kell pozícionálni a csapágy külső gyűrűjét a ház támfelületében (→ **7. ábra**). Az SKF gyártmányú távtartó gyűrűk jelölése FRB-vel kezdődik, amelyet a méret (szélesség/külső átmérő) követ milliméterben, kódolás nélkül, például: FRB 11.5/100 (→ **8. ábra**).

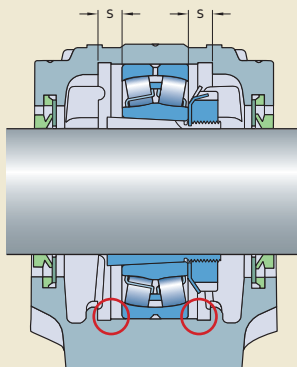
Ez alól kivételt képeznek a CARB toroidgörgős csapágyak. Ezen csapágyaknál a csapágy belső kialakításának köszönhetően megvalósul a tengelyirányú elmozdulás. Ezért a csapágy külső gyűrűjét úgy kell tengelyirányban megtámasztani, hogy mindkét oldalára egy-egy távtartó gyűrű kerüljön.

Egy házhoz jellemzően két távtartó gyűrűre van szükség. Egy-egy gyűrűt kell tenni a csapágy mindkét oldalára. Ha csak egyetlen stabilizáló gyűrűre van szükség, akkor azt ugyanarra az oldalra kell tenni, mint a rögzítőanyát. Amikor helyére teszi a tartógyűrűt, ügyeljen arra, hogy a tartógyűrű nyitott vége felfelé álljon (→ **12. ábra, 134. oldal**).

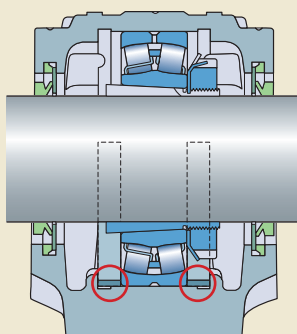
A nagyon nagy, legalább 3076, 3168, 3264 és 4076 méretű SNL házak két változatban kaphatók, a csapágy pozíciójától függően. A ház támasztó vállának felületét úgy alakítják ki, hogy megfeleljen a következőknek: A fix csapágyazáshoz szükséges házaknak az F kiegészítő jel az azonosítója. Távtartó gyűrűkre nincs szükség. Az úszó oldali csapágyazáshoz szükséges házakat az L kiegészítő jel azonosítja.

**VIGYÁZAT!** CARB toroidgörgős csapágy beszerelésekor fix csapágyazáshoz alkalmazandó házat (F kiegészítő jelű házat) kell használni.

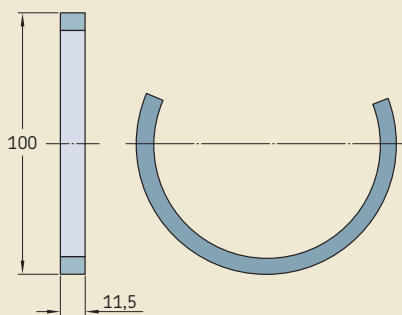
6. ábra



7. ábra



8. ábra



FRB 11.5/100

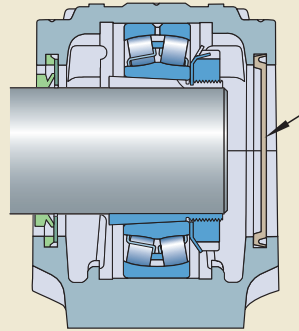
## Végfedelek használata

Az SKF gyártmányú csapágyházakban a tengely végéhez végzárót (fedelelet) kell illeszteni. A végfedelek jellemzően a tömítés számára kialakított horonyba kerülnek (→ 9. ábra).

## Osztott és osztatlan tömítések beszerelése

Az osztott csapágyházak osztott vagy osztatlan tömítésekkel kerülnek forgalomba. Az osztott tömítéseket könnyű beszerelni: a tömítésfelek a ház alapján, illetve a fedelén a tömítés számára kialakított hornyokba kerülnek. Az osztatlan tömítéseket a tengelyre kell ráhúzni. Ügyeljen arra, hogy a tömítés a megfelelő irányba nézzen, mivel sok osztatlan tömítés nem szimmetrikus.

9. ábra



## Szabványos osztott csapágház beszerelése

Csapágházak beszereléskor szigorúan kövesse a *Beszerelés előtti előkészületek* című szakaszban a **130. oldalon** adott, továbbá az alábbi útmutatásokat:

**MEGJEGYZÉS:** A csapágházakhoz való tömítéseket jellemzően a beszerelési utasítással együtt mellékelik.

### 1 Készítse elő a tengelyt:

- Szereljen fel minden olyan alkatrészt, amely a tengelyen a két csapághely között van. Osztatlan tömítések használata esetén ide tartoznak a belső oldali tömítések.
- Szerelje fel a csapágyakat a tengely két szélére. Zsírral történő kenés esetén a szükséges mértékig töltsen fel zsírral a csapágyat.
- Ha a tengely lépcsős, szükség esetén szereljen be távtartó gyűrűket.

**MEGJEGYZÉS:** Távtartó gyűrűket nem mellékelnek a házakhoz.

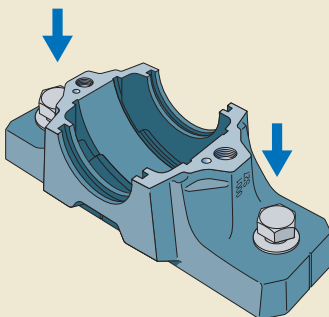
- Osztatlan tömítések használata esetén szerelje fel a külső oldali tömítéseket a tengely két végére. Ha a tengely végére ház kerül, hagyja el a tömítés felszerelését. Ilyenkor a tömítés helyett zárófedelet kell használni.

### 2 Határozza meg a házak helyét:

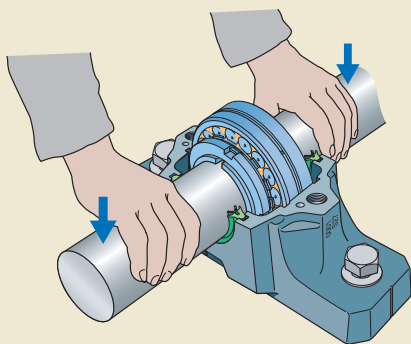
- Ha a házat lépcsős tengelyhez használja, és a ház furata más átmérőjű, akkor a helyet a ház furatátmérője határozzák meg.
- Ha a ház furatának átmérője mindkét oldalon azonos, akkor vegye figyelembe a ház fedelén található zsírszösem helyét. Ha az önbeálló golyóscsapágyak vagy a CARB toroidgörgős csapágyak kenése oldalról történik, akkor a házat úgy kell elhelyezni, hogy a zsírszösem a rögzítőanyával átellenes oldalra kerüljön.
- Ha a ház a tengely végére kerül, akkor a ház fedelén található zsírszösem a végzáró oldalára kell tenni.

- ### 3 Tegye a csapágház alsó felét a talapzat felületére. Illessze be a kötőcsavarokat (→ 10. ábra), de ne húzza meg őket. Osztatlan tömítések használata esetén tegyen bele egy-egy tömítés felet mindegyik tömítés horonyba, ahol kell.

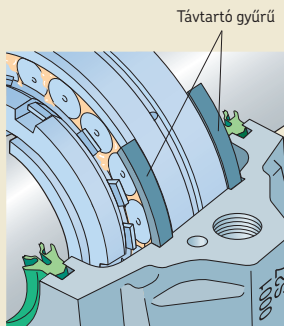
10. ábra



11. ábra



12. ábra



- 4 Tegye az előkészített tengelyt a csapágházba (→ **11. ábra**). Ügyeljen arra, nehogy megsérüljenek a már beszerelt tömítések.
- 5 Szükség esetén tegyen távtartó gyűrűt a fix csapágy mindkét oldalára (→ *Távtartó (stabilizáló) gyűrűk használata, 132. oldal*). Ügyeljen arra, hogy a távtartó gyűrű nyitott vége felfelé nézzen (→ **12. ábra**).

**MEGJEGYZÉS:** CARB csapágyak esetén mindig mindkét oldalra kell távtartó gyűrűt tenni.

- 6 Gondosan állítsa be a csapágház alsó felét. Azután kissé húzza meg a felerősítő csavarokat.

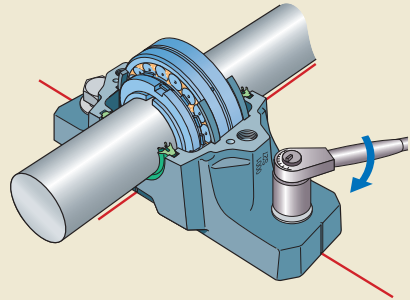
**MEGJEGYZÉS:** Az SNL házak és sok más SKF gyártmányú csapágház alsó felének végén és oldalsó felületén függőleges jelek jelzik a csapágy támfelületének közepét (→ **13. ábra**).

- 7 Töltse fel a csapágházat az ajánlott mennyiségű zsírral. Az SKF azt ajánlja, hogy a csapágy mindkét oldalán a következő mértékben töltsen fel az üres helyet:
- 40%-ig, ha a csapágy kenése oldalról történik;
  - 20%-ig, ha a kenés a külső gyűrűn található hornyok és kenőfuratok segítségével kerül megvalósításra.

**MEGJEGYZÉS:** Több házon jel mutatja a 40%-os feltöltöttségi szintet (→ **14. ábra**).

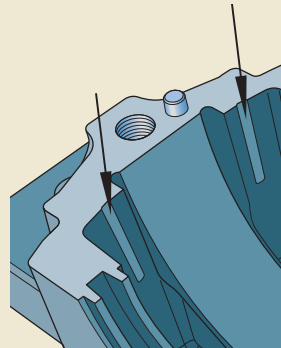
- 8 Szükség esetén tegye a zárófedelelet a ház alsó felén található, a tömítés számára kialakított hornyba.
- 9 Osztott tömítések használata esetén tegye be a megmaradt tömítés feleket a ház felső felén található, a tömítés számára kialakított hornyba (→ **15. ábra**). Ha szükséges, töltsen ki zsírral a belső tömítőajkak közötti teret.

13. ábra

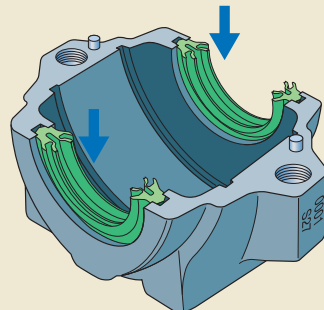


4

14. ábra



15. ábra

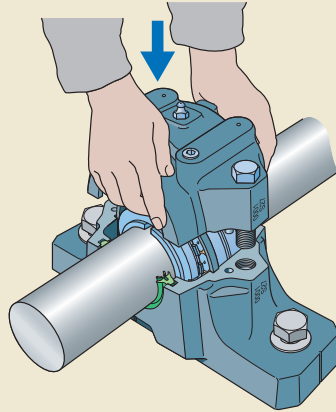


- 10** Tegye rá a fedelét mindkét házra (→ **16. ábra**), és húzza meg a fedéleszorító csavarokat az ajánlott meghúzási nyomatékkal (→ **4. táblázat** a **131. oldalon**).

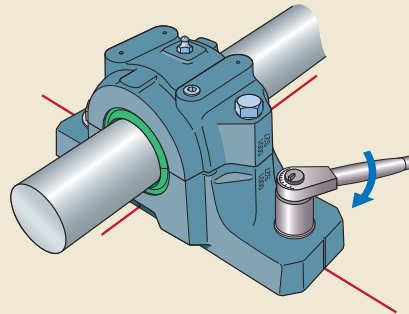
**VIGYÁZAT!** A csapágházak alsó és felső fele nem csereszabatosak más házakkal (párosítva vannak). Ügyeljen arra, hogy a fedél és az alap ugyanazzal a sorozatszámmal rendelkezzen.

- 11** Ellenőrizze ismét a beállítást, és teljesen húzza meg a felerősítő csavarokat (→ **17. ábra**) a **4. táblázatban** a **131. oldalon** megadott ajánlott nyomatékértékek szerint.
- 12** Szükség esetén fejezze be a tömítések beszerelését. Ez a következőket jelentheti:
- V-gyűrű tömítések esetén: kenje be zsírral a V-gyűrű felfekvőfelületét. Azután nyomja a V-gyűrűt a helyére.
  - Labirintötömítések esetén: nyújtsa meg és csavarhúzó segítségével dugja be az üreges szilikon csövet mindegyik labirintgyűrű belüli lévő hornyába, miközben forgatja a tengelyt.
  - Zsírral töltött tömítések esetén: a zsírt a zsírzsószemen át juttassa be a tömítés üregébe, miközben forgatja a tengelyt.
- 13** Az SKF azt ajánlja, hogy egy-két nap elteltével ismét húzza meg a fedéleszorító csavarokat és a felerősítő csavarokat, ezáltal biztosítva továbbra is a megfelelő nyomatékot.

16. ábra



17. ábra





## SONL álló csapágyház beszerelése

SONL álló csapágyházak beszerelésekor szigorúan kövesse a *Beszerelés előtti előkészületek* című szakaszban a **130. oldalon** adott, továbbá az alábbi útmutatásokat:

**MEGJEGYZÉS:** A álló csapágyházakhoz való tömítéseket jellemzően a beszerelési utasítással együtt mellékelik.

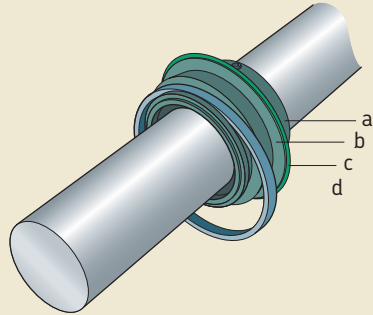
- 1 Szereljen fel minden olyan alkatrészt, amely a tengelyen a két csapágyhely között van.
- 2 Határozza meg a csapágyak vagy hüvelyek helyét a tengelyen, és jelölje meg a helyeket.
- 3 (→ **18. ábra**) Csúsztassa a tengely mindkét oldalára a labirintkarimás (a) távtartó hüvelyeket a tömítőgyűrűkkel (b) és az O-gyűrűkkel (c) együtt, és tegye helyükre az olajfelszedő gyűrűket (d) a labirintkarimás távtartó hüvelyeken.

**MEGJEGYZÉS:** Soha ne szereljen be olajfelszedő gyűrűt (d) olajkeringető kenőrendszer alkalmazása esetén!

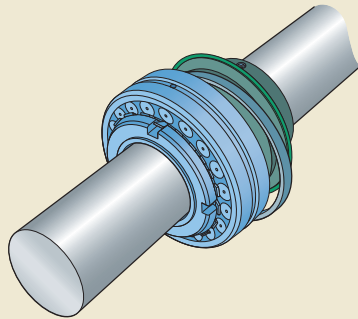
- 4 Szerelje fel a csapágyakat a tengelyre vagy a szorítóhüvelyekre (→ **19. ábra**).
- 5 Csúsztassa a külső labirintkarimás távtartó hüvelyeket a tengelyre, és tegye helyükre a tömítőgyűrűket és O-gyűrűket a távtartó hüvelyeken. Ha a ház a tengely végére kerül, akkor hagyja ki a második tömítést, és tegye be a zárófedelelet és a két O-gyűrűt a ház alsó felébe.
- 6 Tegye a csapágyház alsó felét a talapzatra. Annak az oldalnak, amelynél a csapágy támasztó felületén található olajgyűjtő kád van, a csapágyelrendezés belső oldalára kell kerülnie (→ **20. ábra**). Illessze be a felerősítő csavarokat, de ne húzza meg őket.
- 7 Ha olajfelszedő gyűrűt használ, szerelje be mindkét házalapba az olajsztívmérőt és a mágneses dugót. Ha lehet, az olajsztívmérőt az olajfelszedő gyűrűvel átellenes oldalra szerelje be, hogy a mért értéket ne befolyásolja a gyűrű által keltett örvény. Ha olajhűtő patronrt használ, akkor azt most szerelje be, a patronhoz mellékelt utasítás szerint.

**MEGJEGYZÉS:** Az olajszivárgás elkerülése érdekében minden csatlakozó alkatrész,

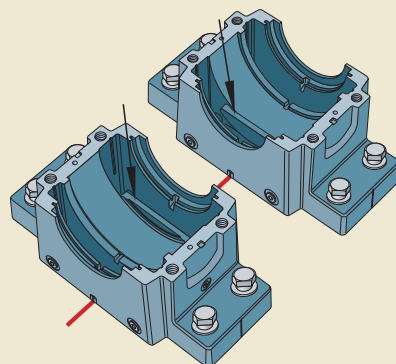
18. ábra



19. ábra



20. ábra



## Csapágyházak beszerelése

például az olajsztímerő és a csövek menétén olajálló tömítőanyagot használjon.

8 Igazítsa a tömítéseket a csapágyhoz. Szorítóhüvely használata esetén húzza meg a labirintkarimás hüvelyek rögzítőcsavarjait. Az ajánlott meghúzási nyomatékok a következők:

- 17–26-os méret esetén 8 Nm
- 28–32-es méret esetén 18 Nm
- 34–48-as méret esetén 35 Nm

9 Tegye a tengelyszerelvényt a két csapágyházba (→ 21. ábra).

**MEGJEGYZÉS:** Ügyeljen arra, hogy az olajfelszedő gyűrűk beleérjenek az olajgyűjtő teknőkbe, és lazán függjenek.

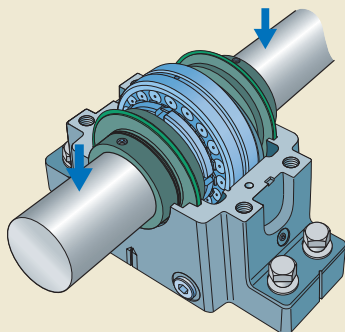
10 Szükség esetén tegyen távtartó gyűrűt a fix csapágy mindkét oldalára (→ *Távtartó (stabilizáló) gyűrűk használata, 132. oldal*). Ügyeljen arra, hogy a tartógyűrű nyitott vége felfelé nézzen (→ 22. ábra).

**MEGJEGYZÉS:** CARB csapágyak esetén mindig mindkét oldalra kell távtartó gyűrűt tenni.

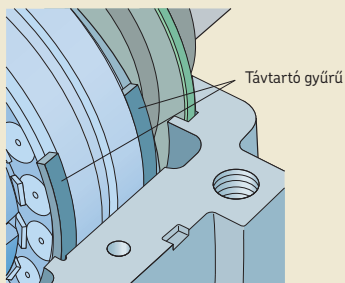
11 Gondosan állítsa be a házakat. Azután kissé húzza meg a kötőcsavarokat.

**MEGJEGYZÉS:** Az SONL házak alsó felének végén és oldalsó felületén függőleges jelek

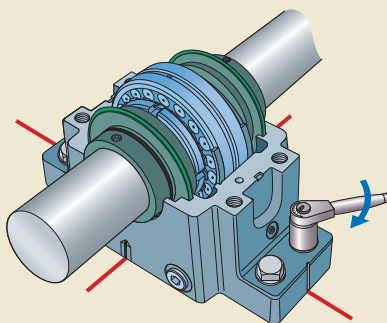
21. ábra



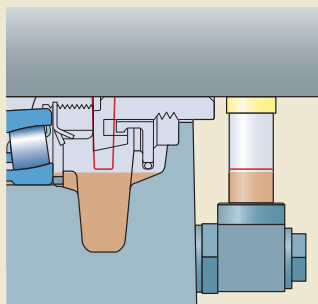
22. ábra



23. ábra



24. ábra



jelzik a csapágy támfelületének közepét  
(→ 23. ábra).

- 12 Ha olajkeringető kenőrendszert fog használni, csatlakoztassa a házhoz az olajelvezető csöveket.

**VIGYÁZAT!** Az elvezető csőnek (csöveknek) megfelelően kell elvezetnie (elvezetniük) az olajat, mert különben a ház túltöltődhet.

- 13 Olajfelszedő gyűrű használata esetén töltsen fel a házakat olajjal a jelzett maximális szintig. A maximális olajszintet az olajszintmérő és a ház alsó felében található jelek jelzik (→ 24. ábra).

**VIGYÁZAT!** Működés közben csökkenhet az olajszint. Ne töltsen túl a házat, mert annak szivárgás lehet az eredménye.

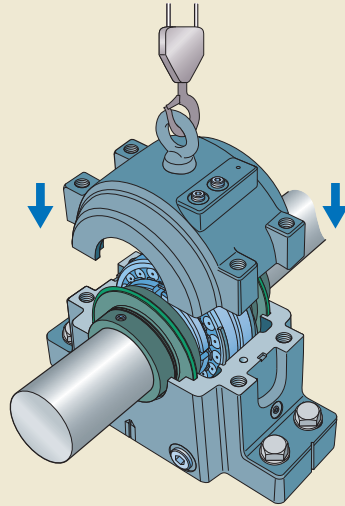
- 14 Ne kenje be a ház érintkező felületeit olajálló tömítőanyaggal.

- 15 Tegye rá a fedelet mindkét házra (→ 25. ábra), és húzza meg a fedéleszorító csavarokat (hogy a fedelet és az ház alsó felét egymáshoz rögzítse) a 4. táblázatban a 131. oldalon megadott ajánlott értékek szerint. A csapágházak alsó és felső fele nem csereszabatosak más házakkal (párosítva vannak). Ügyeljen arra, hogy azonos legyen a sorozatszámuk.

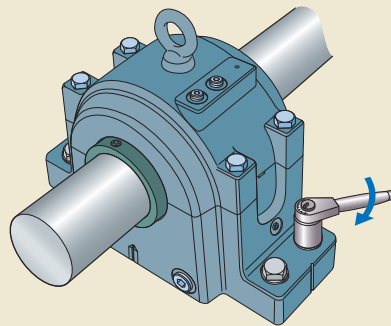
**MEGJEGYZÉS:** Óvatosan tegye az ház fedelét az alapjára, nehogy megsérüljenek az O-gyűrűk.

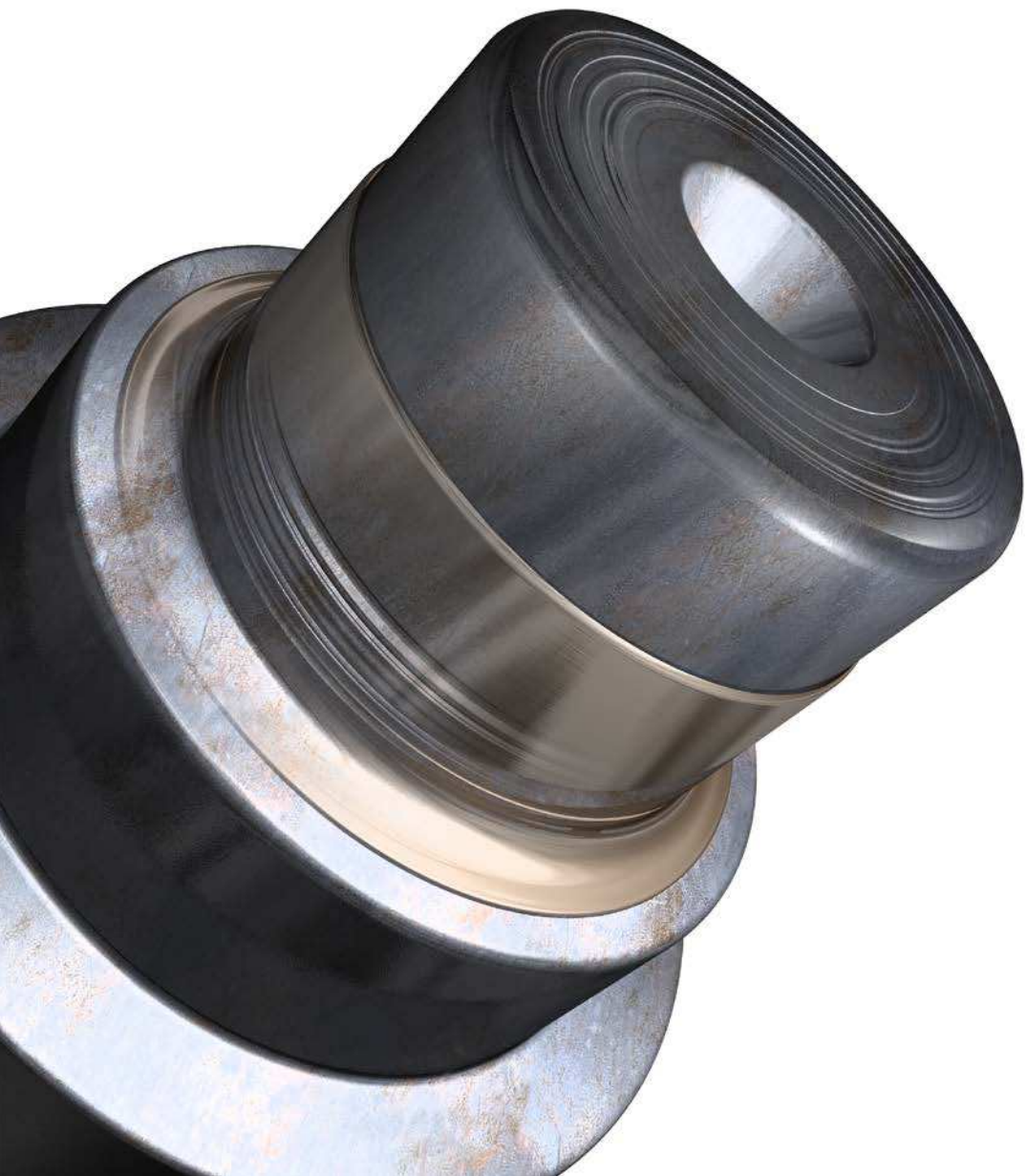
- 16 Ha cirkulációs kenőrendszert fog használni, csatlakoztassa a ház fedeléhez az olajbevezető csövet.
- 17 Ellenőrizze ismét a beállítást, és teljesen húzza meg a kötőcsavarokat a ház aljában (→ 26. ábra) a 4. táblázatban a 131. oldalon megadott ajánlott nyomaték-értékek szerint.
- 18 Az SKF azt ajánlja, hogy egy-két nap elteltével ismét húzza meg a fedéleszorító csavarokat és a kötőcsavarokat, ezáltal biztosítva továbbra is a megfelelő nyomatékot.

25. ábra



26. ábra





# Tömítések beszerelése

Általános információk . . . . .	142
Amire mindig ügyelni kell . . . . .	142
SKF gyártmányú csapágybeszerelő szerszámkészlet. . . . .	146
Beszerelés előtti előkészületek. . . . .	146
<b>Radiális tengelytömítés beszerelése</b> <b>házba . . . . .</b>	<b>146</b>
Porvédő ajakkal rendelkező tömítés beszerelése . . . . .	149
Osztatlan, fémbetét nélküli gumitömítés beszerelése . . . . .	149
<b>Radiális tengelytömítés beszerelése</b> <b>tengelyre. . . . .</b>	<b>150</b>
<b>Radiális tengelytömítés cseréje . . . . .</b>	<b>151</b>
<b>Kopott tengely javítása SKF gyártmányú</b> <b>persellyel . . . . .</b>	<b>152</b>
SKF SPEEDI-SLEEVE beszerelése. . . . .	152
Nagy átmérőjű persely beszerelése. . . . .	153
<b>Osztott, fémbetét nélküli tömítés</b> <b>beszerelése. . . . .</b>	<b>154</b>
<b>Labirint tömítések beszerelése . . . . .</b>	<b>156</b>
<b>V-gyűrűk. . . . .</b>	<b>157</b>

# Általános információk

Azért, hogy a kívánt teljesítményt nyújtsák, a tömítéseket megfelelően kell beszerelni. Ez leggyorsabban úgy tehető meg, ha van beszerelési gyakorlata, tiszta a munkakörnyezet, és megfelelő szerszámokat is használ. A tömítés futófelületének, azaz annak a területnek, ahol a tömítőajkak a tengellyel érintkeznek, az előírt érdességűnek és ovalításúnak, továbbá tisztának kell lennie. Ha a futófelületen a kopás jeleit észleli, javítsa ki. Ez egy SKF SPEEDI-SLEEVE persellyel vagy egy nagy átmérőjű persellyel (LDSL) egyszerűen megtehető. Ha nem lehet egyszerűen kijavítani, akkor cserélje ki a tengelyt.

Mivel a radiális tengelytömítések rendkívül gyakoriak és a csapágycsapatok, a kenőanyagok és más létfontosságú alkatrészek szennyeződés elleni védelmében igen fontos szerepet játszanak, hacsak másképpen nem jelezzük, ez a fejezet az ilyen tömítésekre szorítkozik.

## Amire mindig ügyelni kell

SKF gyártmányú tömítések sokféle típusban, kialakításban és változatban állnak rendelkezésre. Az alábbiakban felsoroljuk a leggyakrabban használt radiális tengelytömítéseket:

- fémházas radiális tengelytömítés, rugós kivitel
- fémházas radiális tengelytömítés, rugó nélküli kivitel
- gumiházas radiális tengelytömítés, rugós kivitel
- gumiházas radiális tengelytömítés, rugó nélküli kivitel

Tömítéscserékor ügyeljen arra, hogy a cserétömítés az alábbi szempontokból az eredetivel azonos legyen:

- tömítéstípus és -kialakítás (→ **1a.** és **1b. táblázat**)
- a tömítőajak anyaga (→ **2. táblázat**, **145. oldal**)

Az SKF gyártmányú beszerelő szerszámokról a [www.mapro.skf.com](http://www.mapro.skf.com) honlap nyújt további információkat.

Az SKF Reliability Maintenance Institute (RMI) átfogó tanfolyamokat kínál (→ *Oktatás*, a **326. oldaltól**). További információ az SKF helyi képviselétől és a [www.skf.com/services](http://www.skf.com/services) honlapról szerezhető be.


















A [www.skf.com](http://www.skf.com) honlapon található SKF Sealfinder (tömítéskereső) SKF-program hozzávetőleg 80 tömítésgyártótól és -forgalmazótól származó tömítések adatait tartalmazza, így hatékony keresztreferenciaanyagként használható.

**VIGYÁZAT!** A megrendelésben a legkisebb hiba is hirtelen jelentkező tömítéshibát eredményezhet, például előfordulhat, hogy nitrilgumi tömítés kerül egy, a hőmérsékletet sokkal jobban tűrő fluortartalmú gumiból készült tömítés helyére, bár kialakításuk egyébként azonos.














### FIGYELMEZTETÉS:

300 °C-os hőmérséklet felett minden fluortartalmú elasztomer és PTFE keverék veszélyes gázokat bocsát ki. Ha ezek bőrre kerülnek vagy belélegzi őket, azonnal forduljon orvoshoz.

Radiális tengelytömítések általános ipari alkalmazásokhoz

Tömítés típusa porvédő ajak nélkül		porvédő ajakkal		Leírás
CRS1		CRSA1		
CRSH1		CRSHA1		Erősített fémházás tömítés, rugós kivitel
CRW1		CRWA1		Fémházás tömítés SKF WAVE tömítőajakkal, rugós kivitel
CRWH1		CRWH1		Erősített fémházás tömítés SKF WAVE tömítőajakkal, rugós kivitel
CRW5		CRWA5		Fémházás tömítés nagynyomású SKF WAVE tömítőajakkal, rugós kivitel
HMS5		HMSA10		Gumiházás tömítés, rugós kivitel
HMS4		HMSA7		Gumiházás tömítés, rugós kivitel
SL SLX SLS DL		SLA DLA		Fémházás tömítés PTFE tömítőajakkal (tömítőajakkal)
YSLE YNSLE YSL				Tiszta PTFE tömítés O-gyűrűvel (O-gyűrűkkel)










## Radiális tengelytömítések nehéz ipari alkalmazásokhoz

Tömítés típusa	porvédő ajakkal		Leírás
	porvédő ajak nélkül	porvédő ajakkal	
HDL		HDLA 	Fémházás tömítés, rugós kivitel
HDS1 HDS2		HDSA1 HDSA2 	Fémházás tömítés, rugós kivitel (a HDS2 és a HDSA2 rugóburkolattal rendelkezik)
		HDSB1 HDSB2 	Fémházás tömítés, rugós kivitel (a HDSB2 rugóburkolattal rendelkezik)
		HDSC1 HDSC2 	Fémházás tömítés, rugós kivitel (a HDSC2 rugóburkolattal rendelkezik)
HDS3			Fémházás tömítés, rugós kivitel, állítható távtartóval
HDS4			Gumiházás tömítés, rugós kivitel, a tömítés házába sajtolt távtartóval
HDS6			Gumiházás tömítés, rugó nélküli kivitel, a tömítés házába sajtolt távtartóval
HDS7			Fémházás tömítés, rugós kivitel
HDSD1 HDSD2			Fémházás tömítés, tandem, rugós kivitel
HDSE1 HDSE2			Fémházás tömítés, két azonos irányba néző tömítőjakkal, rugós kivitel
HS4 HS5			Osztatlan, gumiházás tömítés, rugós kivitel (a HS5 rugóburkolattal rendelkezik)



1b. táblázat folytatása

## Radiális tengelytömítések nehéz ipari alkalmazásokhoz

Tömítés típusa porvédő ajak nélkül		porvédő ajakkal		Leírás
HS6 HS7 HS8				
HSF1 HSF2 HSF3		HSF4		Osztott, textilbetétes tömítés, rugós kivitel
HSF5 HSF6 HSF7 HSF9		HSF8		Osztatlan, textilbetétes tömítés, rugós kivitel
SBF				Fémbetétes tömítés, rugós kivitel
R01-P R01-R		R02-P R02-R		Gumiházás tömítés, rugós kivitel
R01-AF R01-AS				Gumiházás tömítés, rugós kivitel

5

2. táblázat

## Az SKF tömítőajkak különféle anyagai

Kiegészítő jelölés	Tömítőajkak anyaga	Példa a jelölésre
R, RG H	Akrilnitril-butadién gumi (NBR) Hidrogénezett akrilnitril-butadién gumi (HNBR) (DURATEMP)	CR 15X35X7 CRW1 R CR 420X470X20 HDS3 H
D V T	Karboxil-akrilnitril-butadién gumi (XNBR) (SKF Duralip) Fluortartalmú gumi (FKM) (SKF Duralife) <sup>1)</sup> Politetrafluoretilén (PTFE)	CR 240X280X16 HDS2 D CR 640X680X20 HDLV CR 70X90X10 RD10 T

<sup>1)</sup> A fluorelasztomerekkel kapcsolatos fontos biztonsági információk a **142. oldalon** találhatóak.

# SKF csapágszerelő szerszámkészlet

Az SKF csapágszerelő szerszámkészlet a 120 mm-t meg nem haladó külső átmérőjű radiális tengelytömítések beszerelésére használható. A készlet a következőket tartalmazza:

- 3 db hüvely az erő egyenletes elosztásához – ezeket A, B és C betű jelöli
- 36 db gyűrű – ezeket a megfelelő hüvely betűjele és a gyűrű belső és külső átmérője jelöli, például: B 25/52
- 1 db visszarúgás mentes kalapácsot

## Beszerelés előtti előkészületek

A megbízható tömítés és a legjobb eredmény elérése érdekében tegye az alábbiakat:

- Ügyeljen arra, hogy a kiválasztott tömítés méretei megegyezzenek a tengely átmérőjének és a ház furatának méretével.
- Ügyeljen arra, hogy a kiválasztott tömítés elviselje a vele kapcsolatba kerülő közeget, a várható üzemi hőmérsékletet és fordulatszámot.
- Ellenőrizze, nem sérült-e a tömítés, nincs-e rajta például bemélyedés, csorbulás, karc vagy vágás. Soha ne használjon hibás tömítést.
- Ha a tömítés elkoszolódik, gondosan tisztítsa meg. Langyos szappanos vizet használjon (30 °C-nál nem melegebbet), és hagyja, hogy a tömítés szobahőmérsékleten megszáradjon.
- Kerekítse és simítsa le a ház furatának sarkait, hogy ezzel megelőzze a tömítés külső felületének sérülését.
- A ház furatának és a tengelyen lévő futófelületnek teljesítenie kell az SKF által előírt, az átmérő és az alak pontosságára, érdességére és keménységére vonatkozó követelményeket.
- Le kell kerekíteni a tengelynek mindazon éleit, amelyek felett a tömítőajak elhalad.
- Vékonyan kenje be a tömítést az alkalmazáshoz használt kenőanyaggal. A PTFE tömítőajkokat nem kell előre bekenni, hacsak nem szárazon futó alkalmazásban használja őket.

# Radiális tengelytömítés beszerelése házba

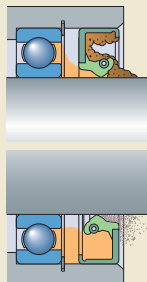
Amikor ház furatába szerel be tömítést, a beszereléshez használt erőt, amennyire csak lehet, a tömítés külső szélénél kell kifejteni. Ezért az SKF azt ajánlja, hogy a mechanikus vagy hidraulikus sajtó (vagy a kalapács) mellett tompa tuskét is használjon.

**VIGYÁZAT!** Beszereléskor ügyeljen arra, hogy a tömítőajak a helyes irányba kerüljön (→ **1. ábra**). Ha a tömítés elsődleges célja a szennyeződés megakadályozása, a tömítőajkoknak kifelé, a szennyezőanyagok felé kell néznie. Ha az elsődleges cél a kenőanyag benntartása, a tömítőajkoknak befelé, a kenőanyag felé kell néznie.

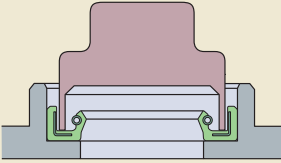
Az alkalmazástól és a tömítés helyétől függően az alábbi beszerelési módszerek ajánlhatók:

- A tömítés hátoldala váll vagy támasztógyűrűn illeszkedik – használjon tompa tuskét (→ **2. ábra**).
- Furaton belül bizonyos távolságra – a tömítés pontos elhelyezéséhez használjon pozicionáló szerelő gyűrűt (→ **3. ábra**).
- A házfurat falával egy szintbe kell hozni – használja az SKF csapágszerelő szerszámkészletet (→ **4. ábra**). Egyéb esetekben a tömítésre tegyen egy fa vagy műanyag lapot, és kalapáccsal ütögesse helyére a tömítést (→ **5. ábra**).

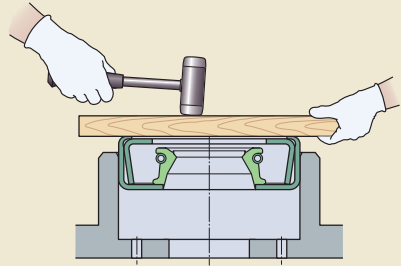
1. ábra



2. ábra

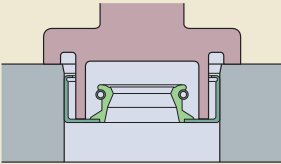


5. ábra

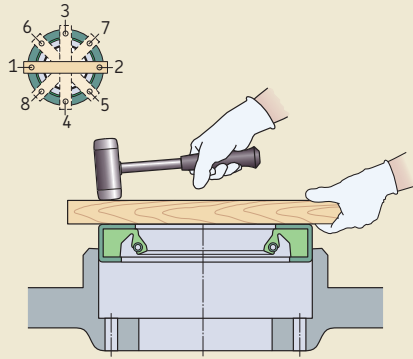


5

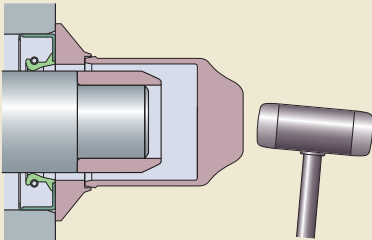
3. ábra



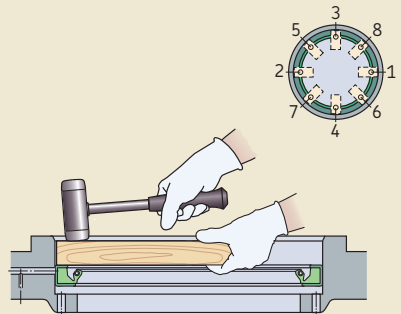
6. ábra



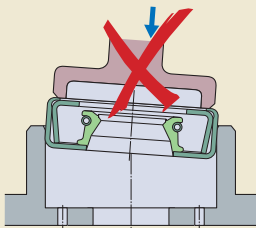
4. ábra



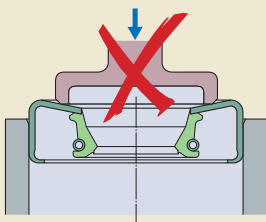
7. ábra



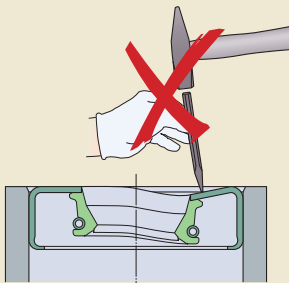
8. ábra



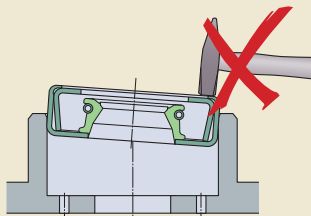
9. ábra



10. ábra



11. ábra



Ha nagy tömítésekhez nincs megfelelő beszerelő szerszám, akkor az SKF azt ajánlja, hogy nagy fahasábót (→ **6. ábra, 147. oldal**) vagy fém beszerelő tárcsát használjon. Ha más szerszámot használ, akkor egyenesen haladjon a tömítés kerülete mentén, nehogy elbillenjen vagy elcsavarodjon a tömítés. Ha a tömítést a ház fala mögé kell behelyezni, akkor használjon egy darab fát (→ **7. ábra, 147. oldal**).

Amikor a ház furatába szerel be tömítést:

- Ügyeljen arra, hogy a tömítés és a szerszám ne kerüljön egymáshoz képest ferde helyzetbe (→ **8. ábra**). Mindkettőnek merőlegesnek kell lennie a házra.
- Ügyeljen arra, hogy a szerszám külső átmérője meghaladja a tömítés külső átmérőjét, mert ellenkező esetben fennáll annak a veszélye, hogy elhajlik vagy deformálódik a tömítés (→ **9. ábra**).
- Soha ne használjon ékkiverő tuskét (→ **10. ábra**).
- A kalapáccsal mindig finoman ütögesse a beszerelő szerszámot.
- Soha semmilyen kalapáccsal ne üssön rá közvetlenül a tömítésre (→ **11. ábra**).

**VIGYÁZAT!** Tömítőanyagot csak ritkán használjon (a tömítőajak, a felfekvőfelület és a csapágy érintkezésének megakadályozására).

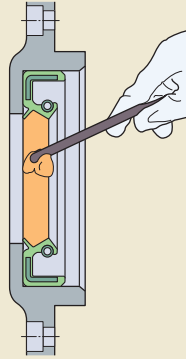
### Porvédő ajakkal rendelkező tömítés beszerelése

Két ajakkal vagy súrlódó porvédővel rendelkező tömítések beszereléskor tölts ki megfelelő zsírral az elsődleges és a porvédő ajak közötti hézagot (→ **12. ábra**). Ez nem vonatkozik a szilikongumból készült és a hidrodinamikus rásegítővel rendelkező tömítésekre.

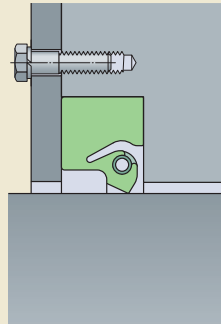
### Osztatlan, fémbetét nélküli tömítés beszerelése

A fémbetét nélküli tömítések kézzel beszerelhetők, nincs szükség speciális beszerelő szerszámra. Beszerelés után azonban a tömítést tengelyirányban rögzíteni kell a ház furatában (→ **13. ábra**).

12. ábra



13. ábra



## Radiális tengelytömítés beszerelése tengelyre

A tömítések tengelyre történő beszereléséhez az SKF a következőket ajánlja:

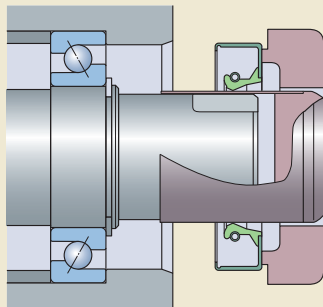
- Fedjen be minden hornyot, átmenő furatot, barázdát, menetet és minden egyéb éles élet vékonyfalú (< 0,5 mm) védőkupakkal (→ **14. ábra**).
- Ha a lépcsős tengely válla nincs lekerekítve, használjon hüvelyt (→ **15. ábra**).

A védőkupakok és -hüvelyek külső felületét ugyanazzal a kenőanyaggal kell bekenni, mint a tömítést és a futófelületet. A beszerelő szerszám külső felületén és lekerekített bevezető részén nem lehet sem sorja, sem éles él.

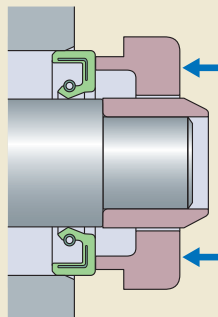
PTFE-ből készült radiális tengelytömítést mindig védőkupak vagy -hüvely segítségével kell beszerelni.

Ha a tömítés beszerelése után festik a házat vagy a gépet, a tömítést meg kell óvni a festéktől. Erre kartonból kivágott kerek lemezek (→ **16. ábra**) használhatók.

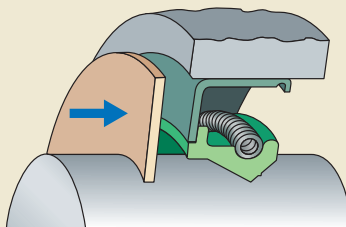
14. ábra



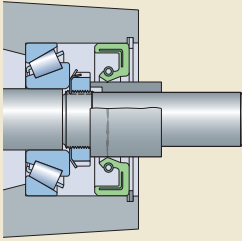
15. ábra



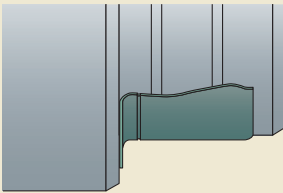
16. ábra



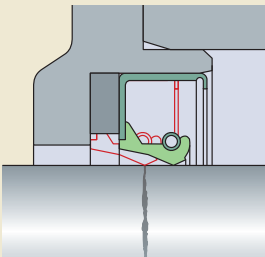
17. ábra



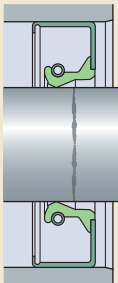
a



b



c



d

## Radiális tengelytömítés cseréje

**VIGYÁZAT!** Ha egy radiális tengelytömítést egyszer már kivettek egy alkalmazásból, az soha többé nem használható fel újra.

Ha a tömítés futófelületén kopás vagy sérülés jele észlelhető, azt ki kell javítani. Ez többféle-képpen is megtehető (→ 17. ábra):

- A tengely újramegmunkálásával; ehhez ki kell venni a tengelyt.
- A felfekvőfelületül szolgáló gyűrű cseréjével (a).
- SKF SPEEDI-SLEEVE (ha a tengely átmérője  $\leq 203$  mm) (b) vagy nagy átmérőjű persely (LDSL) (ha a tengely átmérője  $> 203$  mm) beszerelésével.
- Távtartó gyűrű beszerelésével a ház furatába a ház válla és a tömítés közé (c).
- Úgy, hogy az új tömítést a ház furatában más mélységre nyomja be (d).

Ha van, a tömítőajaknak mindig a tömítendő közeg felé kell néznie (c).

A cseretömítést úgy kell kiválasztani, hogy az új tömítés kialakítása és anyaga megegyezzen az eredeti tömítés kialakításával, illetve anyagával. Kérdéses esetben a jobb minőségű tömítést kell használni, hogy az biztosan elviselje az üzemi körülményeket.

Ha nincs ugyanolyan kialakítású, az eredetivel azonos vastagságú tömítés, akkor kicsit vékonyabbat is lehet használni. Vagy, ha a házfurat mélysége megengedi, csereként kissé vastagabb tömítés is használható.

# Kopott tengely javítása SKF gyártmányú persellyel

## SKF SPEEDI-SLEEVE beszerelése

SKF SPEEDI-SLEEVE persellyel a tengelyen kialakult tömítéskopási vajatok gyorsan, egyszerűen és olcsón kijavíthatók. Ezek a perselyek szükségtelem nélkül a gép szétszerelését, hogy a tengely javításra elküldhető legyen, így jelentősen csökkentik a javítási és állás költségeket. Az SKF SPEEDI-SLEEVE perselyek egy másik előnye az, hogy anyagvastagságuk mindössze 0,28 mm.

Bár beszerelésük egyszerű, azt a legjobb eredmény elérése érdekében gondosan kell végrehajtani (→ **18. oldal**).

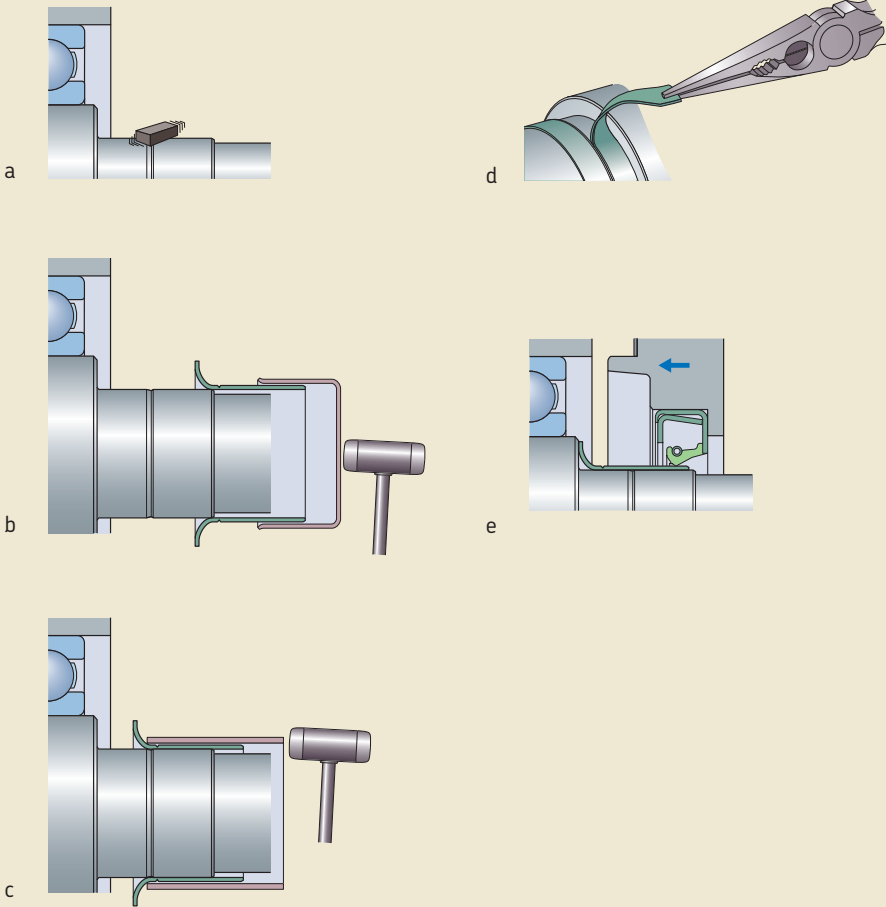
- 1 Tisztítsa meg a tengelyen a tömítés futófelületét. Távolítsa el minden sorját és kiemelkedést (**a**), és ügyeljen arra, hogy a perselyt ne ékhorony, átmenő furat, barázda vagy hasonló fölé szerelje.
- 2 Mérje meg a tengely egy nem kopott részén azt az átmérőt, amelyre a perselyt rá kell majd helyezni. Három helyen végezzen mérést, és az eredményeket átlagolja (annak biztosítása érdekében, hogy a tengely a javasolt műszaki határértékek közé essen). Ha az átlagos átmérő egy adott perselymérethez meghatározott tartományba esik, akkor a hüvely önmagában is eléggé rászorul a tengelyre ahhoz, hogy ragasztó nélkül se csússzon, forduljon el.
- 3 Állapítsa meg, hová kell helyezni a perselyt, hogy az elfedje a tömítés által kikoptatott vajatot. Mérje ki a pontos helyet, vagy tegyen jelet közvetlenül a felületre. A perselyt pontosan a kopott terület fölé kell helyezni, nem csak egyszerűen a tengely aljához vagy bal oldalához igazítani.
- 4 A sekély kopási hornyokat nem kell kitölteni. A persely belső felülete akár vékonyan be is kenhető meg nem szilárduló tömítőanyaggal. Törölje le a tengelyre vagy a persely külsejére került tömítőanyagot.

- 5 Ha a tengelyen mély karcolás található, töltsze ki a hornyot valamilyen porosított fém-epoxi kitöltőanyaggal. Még azelőtt szerelje fel a perselyt, hogy megkeményedne a kitöltőanyag, és hagyja, hogy a persely eltávolítsa a felesleges kitöltőanyagot. Tisztítson le a hüvely külsejéről minden rajta maradt kitöltőanyagot.

**VIGYÁZAT!** Felszereléskor soha ne melegítse az SKF SPEEDI-SLEEVE perselyt!

- 6 A karimához a legtöbb esetben nem kell hozzányúlni, de az olyan alkalmazások esetén, ahol a karima más alkatrészekkel is kapcsolatban áll, le kell venni a karimát. Ha le kell venni, akkor a külső felületen egy helyen merőlegesen vágja el. A tengelyre a persely karimás vége kerül rá először. Azután tegye a beszerelő szerszámot a perselyre (**b**).
- 7 Addig ütögesse finoman a beszerelő szerszám közepét, amíg a persely le nem fedi a kopott felületet. Ha túl rövid a beszerelő szerszám, akkor lekerekített és sorjázott végű cső használható hosszabbítóként (**c**). Ügyeljen arra, hogy a cső belső átmérője megegyezzen a beszerelő szerszáméval. Legyen óvatos, nehogy megkarcolja a precízen megmunkált persely külső felületét.
- 8 Az SKF SPEEDI-SLEEVE persely beszerelésekor a persely külső élének mindig teljesen rajta kell lennie a tengely felszínén, nehogy beszerelés közben az éles él megsértse a tömítést.
- 9 Ha az eltávolítás érdekében el kellett vágni a karimát, akkor hosszú csőrű fogóval szedje le a karimát a tömítés felületéről (**d**), és tekerje fel, ügyelve arra, nehogy feljőjön a persely vége a tengelyről, mert úgy az él csipkés lesz. A karimát nagy gonddal kell eltávolítani, nehogy megsérüljön a persely külső felülete.
- 10 A persely beszerelése után ismét ellenőrizze, nincs-e a tömítést károsító sorja.
- 11 A tömítés beszerelése előtt kenje meg a perselyt a rendszerben használt anyaggal.
- 12 Folytassa a tömítés beszerelésével.
- 13 A fenti utasításokat követve kezdje meg az új tömítés beszerelését, vagy szerelje vissza az új tömítéshez tartozó véglezárót (**e**).





### Nagy átmérőjű persely beszerelése

Az SKF gyártmányú nagy átmérőjű perselyeket (LDSL) melegített osztott illesztésű módon kell beszerelni. Ezeket a hüvelyeket tengelyre szerelésük előtt megfelelő berendezéssel, például SKF gyártmányú indukciós melegítővel egyenletesen mintegy 180 °C-os hőmérsékletre kell felhevíteni.

**VIGYÁZAT!** Ne hevítse a hüvelyt 200 °C-ra.

A hüvelyt felmelegítés után azonnal be kell szerelni, hiszen gyorsan lehűl, és még azelőtt rászorulhat a tengelyre, mielőtt a kívánt helyre kerülne. Ha a hüvelyt át kell helyezni, ügyeljen arra, nehogy megsérüljön a külső felülete vagy a lekerekített bevezető része.

### Osztott, fémbetét nélküli tömítés beszerelése

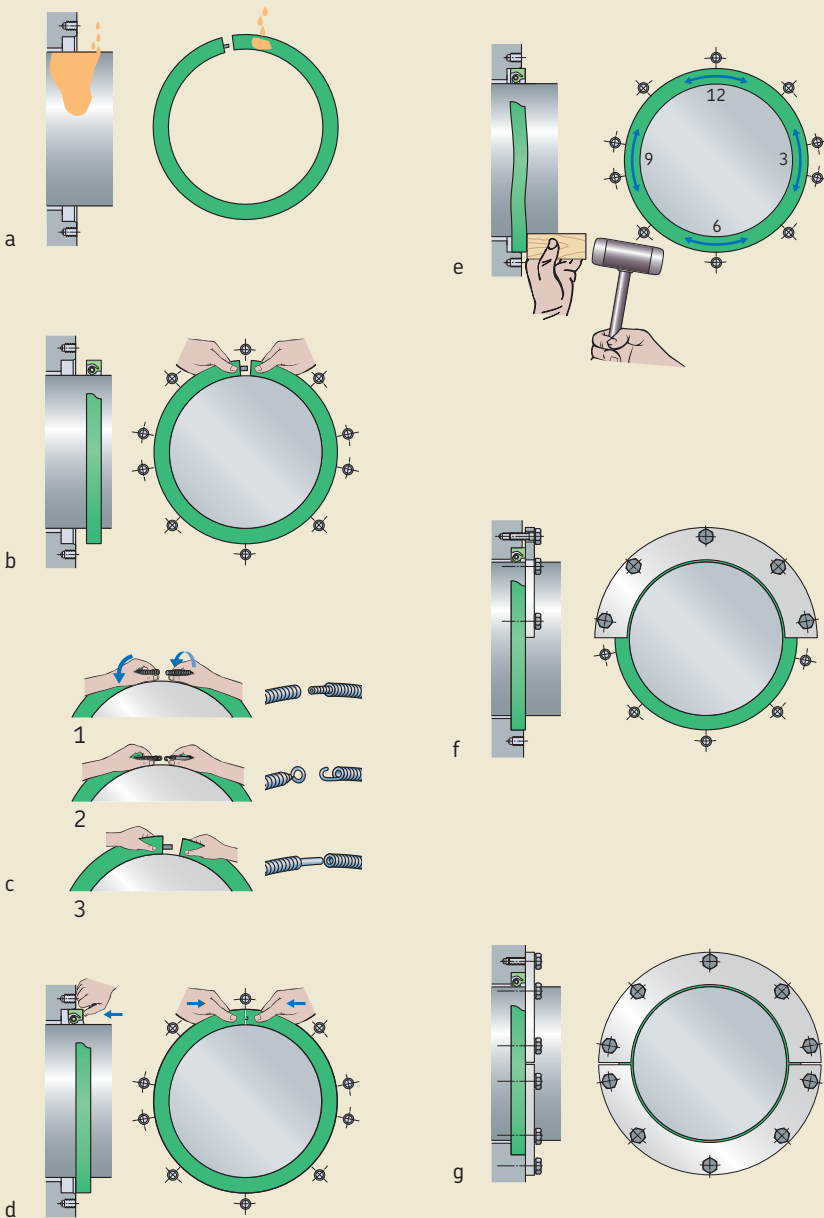
HS6, HS7 és HS8 sorozatú osztott, fémbetét nélküli tömítések, illetve HSF1, HSF2, HSF3 és HSF4 sorozatú osztott, textil betétes tömítések beszereléskor kövesse az alábbi utasításokat (→ 19. ábra).

- 1 Ha van, helyezze be a rugót az SKF rugórögzítő horonyba, és úgy állítsa be a rugó csatlakozását, hogy az ne essen egybe a tömítés osztásával.
- 2 Kenje be vékonyan kenőanyaggal a tömítőajkakokat és a felfekvőfelületet (a). Ugyanazt a kenőanyagot használja, amely majd az alkalmazás kenésére is szolgál.
- 3 Ellenőrizze, hogy a tömítőajkak a helyes irányba néz-e (b).
- 4 Zárja össze a rugó két végét:
  - Menetesen csatlakozó rugók esetén (c1) csavarja össze a rugó végeit (ilyen csatlakozás a HSF1, a HSF2, a HSF3 és a HSF4 sorozatú tömítések esetén fordul elő). Dugja be az egyik véget a másikba, és csavarozza össze őket, amíg a megfelelő helyre nem kerülnek.
  - Kampós-szemes csatlakozással rendelkező rugók esetén (c2) húzza egymáshoz a rugó két végét, és akassza be a kampót a szembe (ilyen csatlakozás a HS6 sorozatú tömítések és a legtöbb HS8 sorozatú tömítés esetén fordul elő). Ne nyújtsa meg túlságosan a rugót, mert azzal ronthatja a tömítés teljesítményét.
  - Kapcsolóhuzalos csatlakozással rendelkező rugók esetén (c3) húzza egymáshoz a rugó két végét (ilyen csatlakozás a HS7 sorozatú tömítések esetén fordul elő). Azután dugja be a kapcsolóhuzalt a rugó másik végébe. Ne nyújtsa meg túlságosan a rugót, mert azzal ronthatja a tömítés teljesítményét.

- 5 Állítsa a tengelyen a tömítés összeillesztését a 12 órának megfelelő helyzetbe, és az összeillesztésnél tegye be a tömítést a ház furatába (d).
- 6 Nyomja helyére a tömítés többi részét is, kezdve a 3 és a 9 órának megfelelő pontokkal (e), és befejezve a 6 és 12 órának megfelelő pontokon egyszerre történő nyomással. 1 200 mm-nél nagyobb átmérőjű tengelyek esetén célszerű lehet a tömítést előbb a 12, a 3, a 6 és a 9 órának megfelelő pontokon rögzíteni, és csak ezután helyükre tenni a tömítés további részét.

**VIGYÁZAT!** Soha ne tegye azt, hogy csak a tömítés egyik végét dugja be, és a tömítés fennmaradó részét a tengely körül csavarva próbálja meg helyére illeszteni. Ekkor a tömítés kinyúlik, és így nehéz vagy akár lehetetlen is lesz a ház furatába beszerelni.

- 7 Nyomja be a tömítést a ház furatába egy kis fahasáb segítségével egészen addig, amíg hozzá nem ér a ház vállához (e).
- 8 Ellenőrizze a tömítést, különösen az összeillesztésnél.
- 9 Szerelje fel a lezáró lapot (f és g). Egyenletesen annyira szorítsa meg a kötőcsavarokat, hogy a véglezáró felfeküdjön a házra.

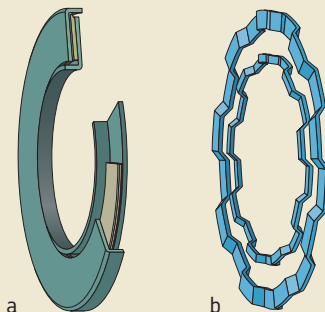


## Labirint tömítések beszerelése

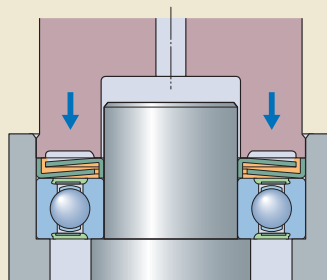
A labirint tömítéseket – a bolyhos alátéttel rendelkezőket és az ilyenek nem rendelkezőket egyaránt (→ 20a. ábra) – mindig a 21a. ábrán látható módon úgy kell behelyezni, hogy a tárcsa szivattyúzó hatása a csapágytól elfelé irányuljon. Ha a távtartó alátéteknek (→ 20b. ábra) feladata az újragenés is, akkor egyik távtartó alátétet a belső gyűrűhöz, a másikat pedig a külső gyűrűhöz illesztve kell beszerelni (→ 21b. ábra).

- 1 Töltse ki a két gyűrű közötti teret víztaszító és rozsdásodásgátló zsírral, például SKF LGMT 2 zsírral.
- 2 Zsírral vékonyan kenje be a furat felületét és az alátét külső felületét.
- 3 Helyezze az alátétkészletet kezdőhelyzetbe. Ügyeljen arra, hogy a ház alátétjének oldalsó felülete felfeküdjön a csapágy külső gyűrűjére (→ 21b. ábra).
- 4 A tömítéskészletet egyidejűleg nyomja be a ház furatába és rá a tengelyre egy bölcső vagy olyan hasonló szerszám segítségével, amely mindkét tömítő gyűrűre felfekszik (→ 22. ábra). Ügyeljen arra, nehogy elferdüljenek az alátétek.
- 5 Ha több, egymással érintkező tömítéskészletet kell beszerelni, akkor először az elsőt szerelje be, azután a következőt, és így tovább.

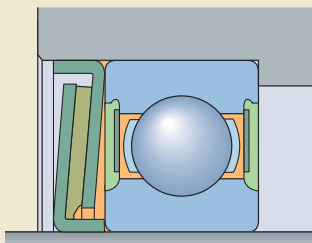
20. ábra



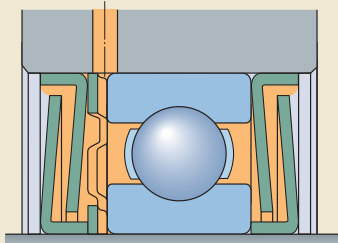
22. ábra



21. ábra

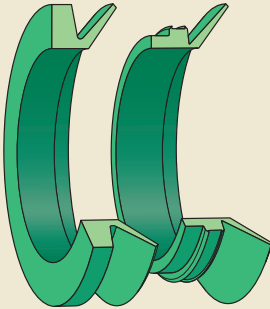


a



b

23. ábra

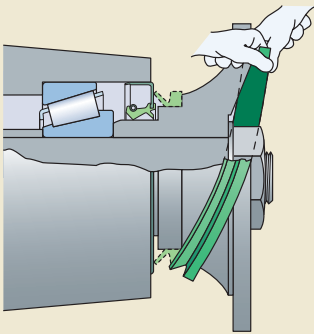


## V-gyűrűk

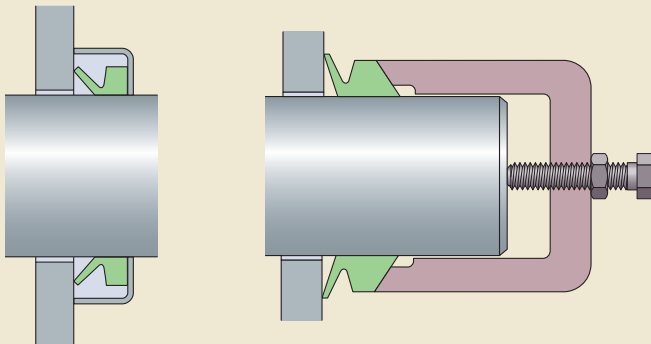
A V-gyűrűk (→ 23. ábra) elasztikusak, ráhúzóhatók az alkatrészekre, így könnyen beszerelhetők (→ 24. ábra). Ott, ahol sok azonos méretű V-gyűrűt kell beszerelni, egyszerű beszerelő szerszámok (→ 25. ábra) segítségével nyomhatóak a tömítések az előre meghatározott mélységbe.

V-gyűrű beszereléskor ügyeljen arra, hogy az egyenesen illeszkedjen a tengely köré, és a felfekvőfelülettől a V-gyűrű hátsó oldaláig tartó illesztett szélesség az előírt tűréseken belül legyen.

24. ábra



25. ábra





# Beállítás

<b>Bevezetés</b> .....	<b>160</b>	<b>Párhuzamos tengelyű (kardán) hajtás beállítása</b> .....	<b>175</b>
<b>Gép beszerelése és beállítása</b> .....	<b>161</b>	Párhuzamos tengelyű (kardán) hajtás beállításának tűrése .....	175
A gépalap minősége .....	161	Párhuzamos tengelyű (kardán) hajtás beállításának módszerei .....	175
Beállítási célok .....	161	Párhuzamos tengelyű (kardán) hajtás beállításának lézeres módszerei .....	175
Puha láb .....	162	<b>Szjibeállítás</b> .....	<b>176</b>
A puha láb típusai .....	162	A helytelen szjibeállítás típusai .....	176
A puha láb megkeresése .....	162	A szjibeállítás tűrése .....	176
Hézagolás .....	163	Szjibeállítási módszerek .....	176
Hézagoló lemezek .....	163	Hagyományos szjibeállítási módszerek ..	176
SKF Vibracon SM elemek .....	164	Lézeres szjibeállítási módszerek .....	176
Egyedi acél állítóékek .....	164		
Epoxygyanta .....	165		
Rögzítőcsavar meghúzása .....	166		
Meghúzási nyomaték és a szerelvények előfeszítése .....	166		
Meghúzó szerszámok .....	166		
<b>Tengelybeállítás</b> .....	<b>167</b>		
A helytelen tengelybeállítás típusai .....	167		
A szokásos mérés .....	167		
Álló és mozgatható gépek .....	167		
A beállítás paraméterei .....	168		
Mérési helyek .....	168		
A tengelybeállítás tűrése .....	169		
Tengelybeállítási módszerek .....	170		
Hagyományos tengelybeállítási módszerek .....	170		
Mérőórás módszerek .....	170		
Lézeres tengelybeállítási módszerek .....	172		
A beállítás folyamata .....	173		

# Bevezetés

A hajtások és a hajtott gépek beállítása fontos része az első beszerelésnek és a karbantartásnak. A gép beállítása alapvető fontossággal bír a korai csapágysérülések és más alkatrészek ebből adódó sérülésének megelőzésében. A gépek helyes beállításának költsége elenyésző ahhoz a megnövekedett karbantartási költséghez viszonyítva, amellyel akkor kell számolni, ha egy alapvető fontosságú berendezés meghibásodik.

Az alábbiakat kell beállítani:

- a tengelyeket
- az eltolt tengelyű hajtásokat, például a kardántengelyeket
- a hajtószíjakat (szíjtárcsákat)
- a görgőket és hengereket, például a papíripari gépekben

Ez a fejezet a tengelyek, eltolt tengelyű hajtások és szíjhajtások beállításának elvi eljárásait ismerteti.

A pontos beállítás többek között az alábbi előnyökkel jár:

- meghosszabbítja a csapágy üzemi élettartamát
- meghosszabbítja a tömítés üzemi élettartamát
- meghosszabbítja a kapcsolóelem üzemi élettartamát
- megnöveli a karbantartás időközét
- hatékonyabbá teszi az energia felhasználását
- csökkenti a rezgést és az igénybevételt

A tengelyek, valamint az eltolt tengelyű és szíjhajtások beállítására vonatkozó további információ, továbbá a görgők és hengerek beállítására vonatkozó információ a [www.apitudexchange.com](http://www.apitudexchange.com) és a [www.skf.com](http://www.skf.com) honlapon található.

Az SKF Reliability Maintenance Institute (RMI) átfogó tanfolyamokat kínál a beállítási módszerek témakörében (→ *Oktatás*, a **326. oldaltól**). További információ az SKF helyi képviselőjétől és a [www.skf.com/services](http://www.skf.com/services) honlapról szerezhető be.

Tengely- és szíjbeállító eszközök valamint hézagoló alátétek beszerezhetők az SKF karbantartási termékei között (→ **K függelék, 419. oldal**). További információ a [www.mapro.skf.com](http://www.mapro.skf.com) honlapról szerezhető be.

Az SKF gyakorlott beállító szervizcsapattal rendelkezik. További információ a [www.skf.com/services](http://www.skf.com/services) honlapról szerezhető be.



## Gép beszerelése és beállítása

A hajtások és a hajtott gépek helyes beállítása nagyban a gép beszerelésének minőségétől függ. Az optimális beszerelés hozzájárul a gyors és egyszerű, precíz eredményt adó beállításhoz.

Az optimális beszereléshez érdemes figyelembe venni néhány tényezőt:

- a gépalap minősége
- a beállítási célok
- puha láb
- hezagoló alátétek
- csavar meghúzása

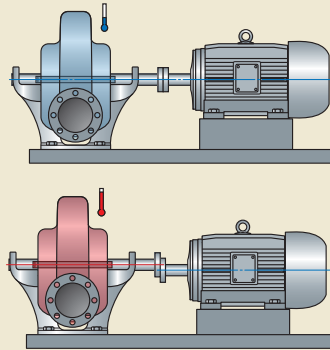
### A gépalap minősége

A gép beszerelésénél a kulcs tényező a megfelelő gépalap biztosítása, amely változó körülmények között is megtartja és fenntartja az alkatrészek beállítottóságát. Akár új gép beszereléséről, akár egy meglévő gép újrabéállításáról van szó, az SKF a következőket ajánlja:

- 1 Vizsgálja meg, nincs-e a gépalapon repedés, károsodás, sérült csavarfurat, és ha talál ilyet, javítsa ki.
- 2 Távolítsa el a meglévő mindenféle hezagoló alátéteket. Vizsgálja meg, hogy sérültek vagy rozsdásak-e, és ismételt felhasználásuk előtt, szükség esetén, tisztítsa meg őket.
- 3 Távolítson el a gépalap felületéről minden rozsdát, festéket és olajat.
- 4 Cseréljen ki minden meglévő kötőcsavart, ha rozsdás vagy ha sérült a menete.
- 5 Lézerrel ellenőrizze az alapzat síklapúságát. A síklapúságnak az IT7 tűrésfokozaton belül kell lennie.

**MEGJEGYZÉS:** Minden karbantartási munkát be kell fejezni bármiféle beállítás megkezdése előtt!

1. ábra



### Beállítási célok

A gép alkatrészei üzem közben felmelegsznek és kitágulnak (→ **1. ábra**). Ez a hőtágulás, amelynek mértéke a gép anyagától és hőmérsékletétől függ.

A gépek tervezői általában számolnak a hőtágulással, és megadják a kompenzálásához szükséges beállítási paramétereket. Ezek a paraméterek jellemzően a gép lábánál meghatározott eltolási vagy elállítási értékek.

A gép tervezői által adott utasításokon felül az SKF azt ajánlja, hogy akkor állítsa be a gépet, amikor hőmérséklete nem változik a gépalaphoz, a géptesthez és a környezet hőmérsékletéhez képest. A beállítás megkezdése előtt a géptest és a gépalap hőmérsékletkülönbsége nem haladhatja meg a 10–15%-ot. Ügyeljen arra is, hogy a beállítási céloknál a valódi hőmérsékletet vegyék figyelembe (mert gyakran becsült környezeti hőmérsékleten alapulnak).

### Puha láb

A Puha láb (→ **2. ábra**) azt a helyzetet jelenti, amikor a gép nem áll szilárdan az alapzatán. Puha lábat jellemzően a következők okoznak:

- sérült gépalap, különösen a repedt
- olyan deformálódott vagy sérült gép-alapkeret, amelynek felülete csak részben fekszik fel
- helytelen hézagolás

### A puha lábak típusai

A puha lábnak két típusa van (→ **1. táblázat**)

- párhuzamos puha láb
- ferde puha láb

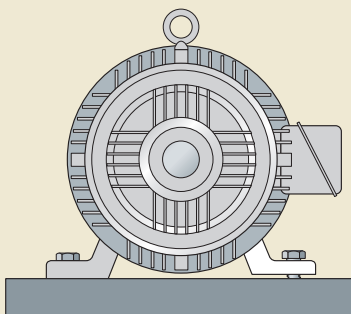
A puha láb lehetlenné teszi a függőleges beállítást, mert a gép el tud mozdulni a precíziós beállítási fázisban. Ha meghúzza a puha láb rögzítőcsavarjait, azzal deformálhatja a gép házát, ez pedig a csapágy korai tönkremenetelét okozó helytelen beállításhoz vezethet.

Mind a párhuzamos, mind a ferde puha láb kijavítható SKF Vibracon SM elemek segítségével. További információt az *Hézagolás* című, a **163. oldalon** kezdődő szakasz tartalmaz.

### A puha láb megkeresése

A puha láb úgy kereshető meg a legbiztosabban, hogy hézagmérővel méri a hézagot, és lábanként négy értéket jegyez fel. Ezzel a módszerrel elég pontosan meghatározható a puha láb típusa és billegésének mértéke.

2. ábra

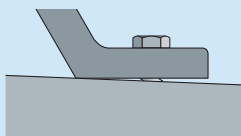
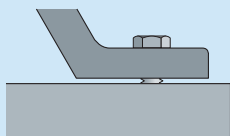


Annak eldöntésére, hogy a puha láb nagy problémát okoz-e, az SKF lézeres mérési módszerek használatát ajánlja.

További információt a *Tengelybeállítás* című, **167. oldalon** kezdődő, illetve a *Szjbeállítás* című, **176. oldalon** kezdődő szakasz tartalmaz.

1. táblázat

#### A puha lábak típusai



	<b>Párhuzamos puha láb</b>
<b>Leírás</b>	A gép lába párhuzamos a gép alapkeretével, de nincs rajta. „Rövid lábnak” is szokás nevezni.
<b>Kijavítás</b>	Hézagoló lemezekkel szüntesse meg a hézagot.
	SKF Vibracon SM elemek segítségével készítse elő a gép felfekvő felületét (→ <i>SKF Vibracon SM elemek</i> , <b>164. oldal</b> ).

	<b>Ferde puha láb</b>
<b>Leírás</b>	A gép lábának csak egy része ér hozzá a gép alapkeretéhez. „Ferde lábnak” is szokás nevezni.
<b>Kijavítás</b>	Állítson a szögön, vagy tegyen be egyedileg kialakított állítóéket.
	SKF Vibracon SM elemek segítségével készítse elő a gép felfekvő felületét (→ <i>SKF Vibracon SM elemek</i> , <b>164. oldal</b> ).

## Hézagolás

A hézagolás az a módszer, amellyel ki lehet tölteni a talapzat felülete és a gép alkerete közti hézagot. A hézagoló eszközök közé tartoznak a következők:

- hézagoló lemezek
- állítható acél színtezők, például SKF Vibracon SM elemek(→ 3. ábra)
- egyedi acél állítóékek
- epoxigyanta

A hézagolási eljárás a kiválasztott alátét típusától függ. Egyes alátéteket úgy terveznek meg, hogy megfelelő felfekvő felületet képezzenek új beszereléshez, illetve javításhoz. Másokat a puha láb kompenzálására használják, amikor a meglévő gépet az újrabeállításhoz előkészítik.

### Hézagoló lemezek

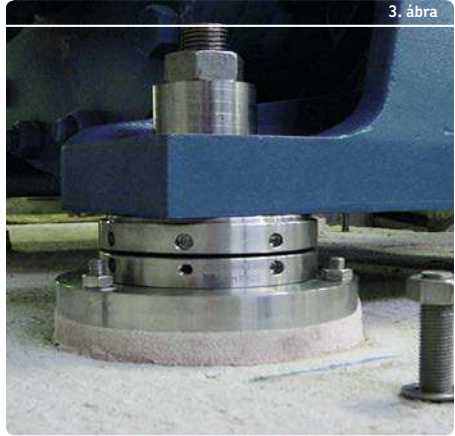
A hézagoló lemezek olyan vékony beállító elemek, amelyeket a gép magasságának pontos beállításához, illetve a párhuzamos puha láb kijavításához használnak. Az A hézagoló lemezeket a gép lábai és a gépalap felülete közé illesztik (→ 4. ábra).

Az SKF rozsdamentes acéllemezből készült, megfelelő szilárdságú és több közeggel szemben korrózióálló hézagoló lemezek használatát ajánlja. A nem megfelelő anyagból, például vörösrézből vagy sárgarézéből készült alátétek általában túl puhák, és képlékenyen deformálódni fognak. Ez lazaságot okoz, és idővel beállítási problémákhoz vezet.

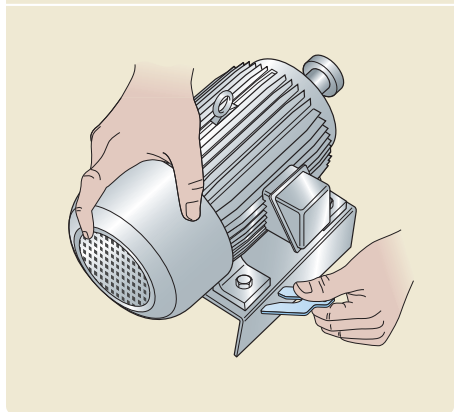
Az SKF TMAS sorozatú hézagoló lemezkészleteket kínál öt különböző méretben, mindegyiket tíz különböző vastagságban (2a. és 2b. táblázat, 164. oldal) legfeljebb 52 mm átmérőjű rögzítőcsavarokhoz. Ezek az előre kivágott egy nyílású alátétek kiváló minőségű rozsdamentes acélból készülnek, és szűk tűréssel készítik el őket a precíz beállítás érdekében. Az alátéteket tizes készletekben forgalmazzák, mindegyiken feltüntetve a vastagságát.

**VIGYÁZAT!** Hacsak lehetséges, egyetlen hézagoló lemezt használjon. Ne tegyen egymásra háromnál több hézagoló lemezt, mert azzal megnöveli az érintkező felületek számát, ez pedig hatással van az ajánlott csavarmeghúzásra. A csavaros rögzítéssel kapcsolatban további információt a *Rögzítőcsavar meghúzása* című szakasz tartalmaz a 166. oldalon.

3. ábra

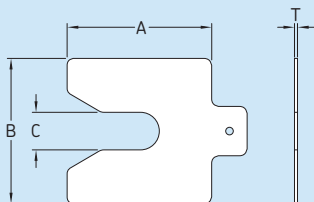


4. ábra



2a. táblázat

SKF gyártmányú, TMS sorozatú hézagoló lemezek



Jelölés <sup>1) 2)</sup>	Méretek			T <sup>2)</sup>
	A	B	C	
–	mm			
TMS 50-xxx	50	50	13	xxx
TMS 75-xxx	75	75	21	xxx
TMS 100-xxx	100	100	32	xxx
TMS 125-xxx	125	125	45	xxx
TMS 200-xxx	200	200	55	xxx

<sup>1)</sup> 10 hézagoló lemez készletenként

<sup>2)</sup> xxx a hézagoló lemez vastagságát jelenti (→ 2b. táblázat)

2b. táblázat

A hézagoló lemez vastagsága

Jelölés	Méret T	Tűrés
–	mm	
005	0,05	± 0,010
010	0,10	± 0,020
020	0,20	± 0,025
025	0,25	± 0,025
040	0,40	± 0,030
050	0,50	± 0,030
070	0,70	± 0,040
100	1,00	± 0,040
200	2,00	± 0,045
300	3,00	± 0,150

### SKF Vibracon SM elemek

Az SKF Vibracon SM elemek beszerelésre kész, univerzális, állítható magasságú acél egységek, amelyek jó felfekvő felületet biztosítanak, különösen puha lábak esetén.

A szabványos SKF Vibracon SM elemeket (→ 5. ábra) két kialakításban gyártják 12–65 mm átmérőjű rögzítőcsavarokhoz:

- normál magasságú SKF Vibracon (a)
- alacsony kialakítású SKF Vibracon (b)

**VIGYÁZAT!** Az SKF Vibracon SM elemek nem a gép megemelésére szolgálnak! Ha ilyesmire van szükség, akkor az SKF alacsony hidraulikus hengerek vagy emelők használatát ajánlja.

Az SKF Vibracon SM gépalátétek beszerelésére vonatkozó részletes utasításokat az elemekhez mellékelik.

### Egyedi acél állítóékek

Egyedi acél állítóékeket (hasított elemeket) csak az alábbi körülmények között szabad az alkalmazások korrekciójára használni:

- az állítandó magasság túl kicsi az SKF Vibracon SM elemekhez
- az állítandó magasság túl nagy a hézagoló lemezekhez
- ferde billegő lábról van szó

Az egyedi állítóékek kialakítása és mérete (→ 6. ábra) alkalmazásuk körülményeitől, például a berendezés súlyától és a gépalap típusától függ.

## Epoxigyanta

Az epoxigyantát főként hajtóművek beállításánál használják. Az epoxigyantát rendszerint a gép-alap és a gép alaperete közé öntik (→ 7. ábra); 15–100 mm-es magasság kitöltésére alkalmas.

A megfelelő gyantáknak viszonylag rövid a kötési ideje, jól ellenállnak a nyomásnak, a húzásnak és a hirtelen hőmérsékletváltozásnak. Alapanyagul az SKF az Epocast 36, egy kétkomponensű epoxigyanta használatát ajánlja.

Ha további információra van szüksége az epoxigyantákra vonatkozóan, vegye fel a kapcsolatot az SKF alkalmazástechnikai mérnöki szolgálattal.

## Az epoxigyanta öntése

Tisztítsa meg a gépalap felületét minden festéktől és piszoktól. Karcolja meg a gépalap felületét, hogy vágatok keletkezzenek rajta. Ugyanez az eredmény elérhető úgy is, hogy a gépalap felületébe különböző irányokból kis mélységű lyukakat fúr. Ez rögzíti az epoxigyantát az alapzathoz.

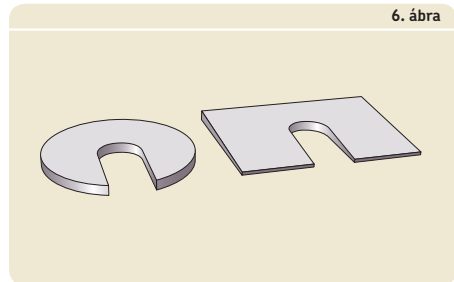
Tegye helyére a pozicionáló hüvelyt a gép lábán keresztül, bele az alapzatba. Rétegelt lemezből vagy habból készítsen gátat a gép lába köré, tömítésül tömítőkittet használjon a gát és a gépalap felülete között. Kenjen leválasztóanyagot a pozicionáló hüvelyre, a gép alaperetére és a gátra. Töltse fel gyantával a gátat annyira, hogy éppen ellepje a láb alját.

5. ábra

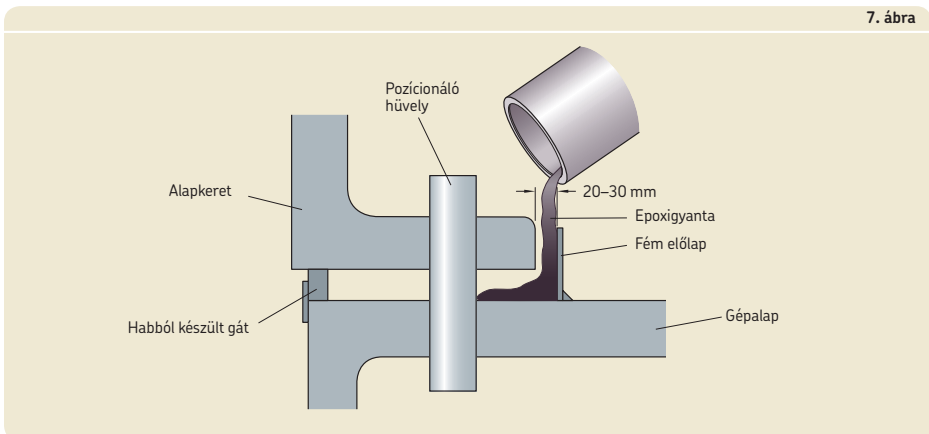


6

6. ábra



7. ábra



### Rögzítőcsavar meghúzása

Rendkívül fontos, hogy a gép beszerelése során a csavarokat a helyes nyomatékértékekkel húzzák meg. Ha nem a helyes nyomatékértéket alkalmazták, akkor működés közben elmozdulhat a gép. Ez pedig a tengely elállítódását okozhatja, ami végül a csapágyak és más alkatrészek korai meghibásodásához vezet.

A gép tervezői általában nem határozzák meg a nyomatékértékeket. Ha ilyen értékek nem szerepelnek be a gép tulajdonosától, akkor vegye fel a kapcsolatot az SKF alkalmazástechnikai mérnöki szolgálatával.

### Meghúzási nyomaték és a szerelvények előfeszítése

A rögzítőcsavarokat legfeljebb a folyási határ 75%-át adó csavarfeszítésig szabad meghúzni.

### Meghúzó szerszámok

Minden csavart és anyát pontos nyomatékkulccsal (legalább két lépésben) vagy hidraulikus csavarfeszítővel kell meghúzni. Nagy csavarokhoz az SKF azt ajánlja, amennyiben lehetséges, HYDROCAM hidraulikus csavarfeszítőt (→ 8. ábra) használjon. Ilyen csavarfeszítővel a rögzítő elemek pontosan beszerelhetők, és nincs szükség nyomatékkulcsra. A csavarfeszítők egységes szerelvény-előfeszítést és egységes csavarmegnyúlást is biztosítanak.

**VIGYÁZAT!** Ha a csavarokat kézi szerszámmal húzza meg, annak eredménye pontatlan és reprodukálhatatlan lesz.

### HYDROCAM hidraulikus csavarfeszítők

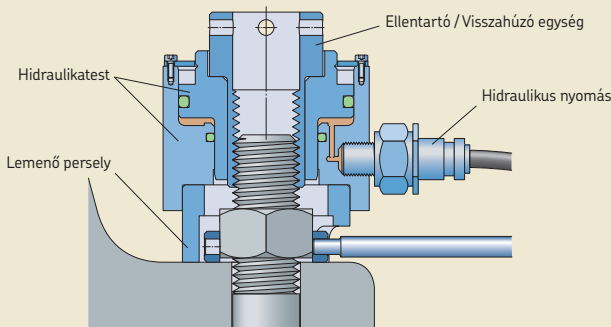
A HYDROCAM hidraulikus csavarfeszítők olyan csavarok meghúzására alkalmasak, amelyek vége a rögzítőanya fölé nyúlik. A csavarra egy olyan toldat kerül, amit egy gyűrű alakú hidraulikus dugattyú vesz körül. A csavarra ezért csak tengelyirányú húzóerő hat.

Ezután a nem feszített rögzítőanya igen kicsi erő kifejtésével lecsavarható, a csavarra semekora nyomatékot nem fejt ki. Amikor elengedik a nyomást a csavarfeszítőben a terhelés átkerül az anyára, és ezzel a meghúzás befejeződik.

Az optimális pontosság érdekében az SKF azt ajánlja, hogy a csavar meghúzását és az anya lecsavarását kétszer hajtja végre.

Ha további információra van szüksége a HYDROCAM hidraulikus csavarfeszítőkre vonatkozóan, vegye fel a kapcsolatot az SKF alkalmazástechnikai mérnöki szolgálatával.

8. ábra



## Tengelybeállítás

Minden csapágyazott tengely, legyen az egytengelyű vagy eltolt tengelyű, egy forgástengelynek nevezett tengely körül kell, hogy forogjon. Az energia átvitele minden erőátviteli alkalmazásban akkor történik meg a leghatékonyabban, amikor a két összekötött csapágyazás tengelye egy egyenesbe esik, azaz amikor a csapágytengelyek forgástengelye normál üzemi körülmények között egy egyenes vonalat alkotnak. Az ettől eltérő minden állapot helytelen tengelybeállításnak, az egytengelyűségtől való eltérésnek minősül.

A helyes tengelybeállítás előnyei közé tartoznak az alábbiak:

- minimális a hozzáadott csapágyterhelés, aminek eredményeképp megnövekszik a csapágy üzemi élettartama
- csökken a szíjak, szíjtárcsák, csatlakozók és tömitések kopása, így hosszabb lehet az egymást követő karbantartások között eltelt idő
- csökken a súrlódási veszteség, a zaj és a rezgés szintje, így hatékonyabb lesz az energifelhasználás
- csökken a tengely meghajlása, így kisebb lesz a rezgés és az igénybevétel

### A helytelen tengelybeállítás típusai

A helytelen tengelybeállításnak két fő típusa van (→ 9. ábra):

- párhuzamos eltérés az egytengelyűségtől (a)
- Szögeltérés az egytengelyűségtől (b)

A gyakorlatban a két típus gyakran együtt jelentkezik.

### A szokásos mérés

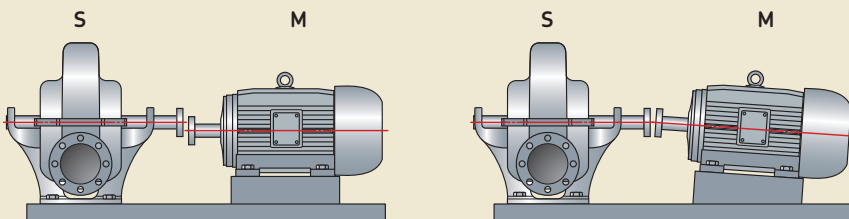
#### Álló és mozgatható gépek

Két gép beállításakor az egyik gép lesz az álló gép (S), a másik pedig a mozgatható gép (M) (→ 9. ábra). A legtöbb esetben az álló gép a hajtott egység. A beállítás pedig a mozgatható gépet – ez jellemzően egy motor – érinti.

Néha előfordul, hogy mindkét gépet meg kell mozdítani. Ha például a mozgatható gép rögzített vagy már nem mozgatható, akkor az álló gépet szokták kissé elmozdítani a hajtáslánc precíz beállításához.

6

9. ábra



#### a) Párhuzamos eltérés az egytengelyűségtől

Az egytengelyűségtől való párhuzamos eltérés két csapágytengely forgástengelyének olyan eltérése, amelyet a hajtó és a hajtott egység közötti erőátviteli síkon mérnek (milliméterben a tengelykapcsolónál). Az eltérés irányát mindig meg kell adni.

#### b) Szögeltérés az egytengelyűségtől

Az egytengelyűségtől való szögeltérés a hajtó és a hajtott egység tengelyeinek szögeltérése; ezt rendszerint átmérőjéhez viszonyított eltéréssel jellemzik (mm/mm). A mm/100 mm-ben kifejezett szöghiba tűrés minden tengelyre alkalmazható, függetlenül a tengelykapcsoló átmérőjétől.

## Beállítás

### A beállítás paramétere

A helytelen tengelybeállítást két síkon mérjük (→ 10. ábra):

- vízszintesen (oldalirányban, az x tengely mentén)
- függőlegesen (felfelé és lefelé, az y tengely mentén)

Mindegyik beállítandó sík párhuzamossági és szögeltérési összetevővel rendelkezik, így valójában négy beállítási paramétert kell megmérni és korrigálni:

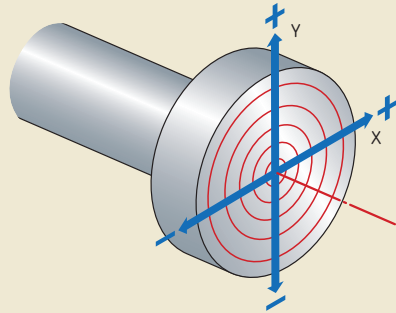
- vízszintes párhuzamossági hiba
- vízszintes szöghiba
- függőleges párhuzamossági hiba
- függőleges szöghiba

### Mérési helyek

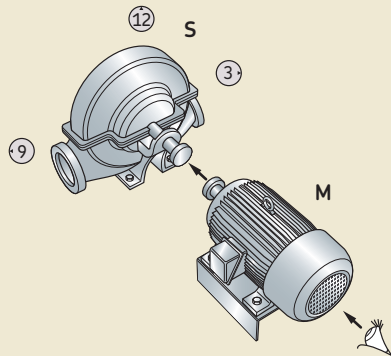
A beállítás során a mérési helyek meghatározásához az óra számlapján található számokat használjuk, a stabil gép (S) felé fordulva, háttal a mozgatható gépnek (M) (→ 11. ábra). A felfelé álló mérőegységek helyzetére a 12 órás helyzet utal, míg a 90°-kal balra, illetve jobbra állókéra a 9, illetve a 3 órai. A 6 órás helyzet a 12 órás ellentettje (az ábrán nincs feltüntetve).

Amint ez a 12. ábrán látható, a függőleges síkban, azaz a 12, illetve a 6 órás helyzetben történő mérésekkel az egytengelyűségtől való függőleges irányú eltérés határozható meg (a). Az egytengelyűségtől való függőleges irányú eltérésnek számít minden olyan egytengelyűségtől való, oldalról nézve észlelhető eltérés, amely a mozgatható gép első és hátsó lábainak állításával kiküszöbölhető.

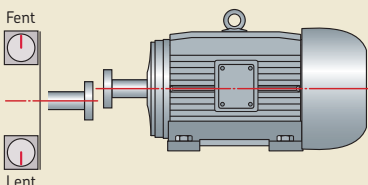
10. ábra



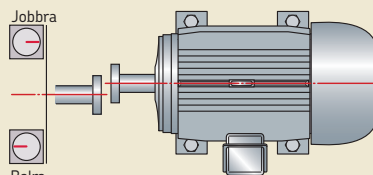
11. ábra



12. ábra



a) Az egytengelyűségtől való függőleges párhuzamossági hiba



b) Az egytengelyűségtől való vízszintes párhuzamossági hiba



A vízszintes síkon, azaz a 9, illetve a 3 órás helyzetben végzett mérésekkel az egytengelyűségtől való vízszintes irányú eltérés határozható meg **(b)**. Az egytengelyűségtől való vízszintes irányú eltérésnek számít minden olyan egytengelyűségtől való, felülről nézve észlelhető eltérés, amely a mozgatható gép oldalirányú eltolásával kiküszöbölhető.

## A tengelybeállítás tűrése

A tengelybeállítás tűrése általában a tengely forgási sebességén alapul, nem pedig a tengely átmérőjén vagy a tengelykapcsoló gyártójától származó műszaki adatokon.

A beállítás szükséges pontosságának meghatározása a gép tervezőjének feladata. Ha azonban nincs ilyen adat, akkor általában elfogadhatók a **3. táblázatban** megadott tűrésértékek. A feltüntetett tűrésértékek nem kapcsolódnak konkrét csapágytípushoz, gépmérethez, hajtási fordulat-számhoz vagy berendezéstípushoz, és csupán tájékoztató értékeknek tekintendők.

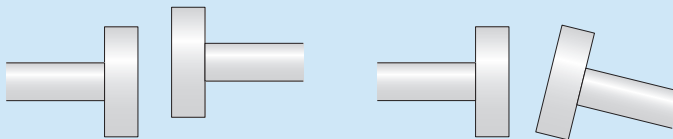
Előfordulhat, hogy a berendezés gyártója a hőtágulás kompenzálásához elállítási értékeket is közöl, amelyek a kezdeti beállítás során figyelembe veszik a hőtágulást. A beállítási cél szempontjából fontos további tényezőket is figyelembe vesznek. A sebességváltóban a tengelyek víz-

szintes beállításakor például a sebességváltó elrendezése és a különféle alkatrészek funkciója alapján határozható meg az, hogy az elérendő érték függ-e valamelyik konkrét alkatrész viselkedésétől.

**MEGJEGYZÉS:** A pontos tengelybeállítás általában annál fontosabb, minél nagyobb a fordulatszám.

3. táblázat

### Útmutatás a tengelybeállítás tűréséhez



Forgási sebesség		Tűrés <sup>1)</sup> Párhuzamos eltérés az egytengelyűségtől Kiváló	Elfogadható	Szögeltérés az egytengelyűségtől Kiváló	Elfogadható
felett	-ig				
ford./perc		mm		mm / 100 mm	
-	1 000	0,07	0,13	0,06	0,10
1 000	2 000	0,05	0,10	0,05	0,08
2 000	3 000	0,03	0,07	0,04	0,07
3 000	4 000	0,02	0,05	0,03	0,06
4 000	6 000	< 0,02	0,03	< 0,03	0,05

<sup>1)</sup> A tűrés a csapágy típusától, a gép méretétől és a kialakítás egyéb jellemzőitől függhet.

### Tengelybeállítási módszerek

Két gép tengelyének beállítására különféle módszerek használhatóak. Néhány főbb tengelybeállítási módszer összehasonlítása a **4. táblázatban**, leírása a **170–173. oldalon** található.

Az SKF azt ajánlja, hogy hacsak lehetséges, lézeres módszert használjon.

**MEGJEGYZÉS:** A beállítás során mérések végezhetők a tengely végénél, illetve a tengelykapcsolónál. Az egyszerűség érdekében az alábbi eljárásokban csak a tengelykapcsoló felekről lesz szó. A beállítási paraméterekre és a mérési helyekre vonatkozó további információ *A szokásos mérés* című, a **167. oldalon** kezdődő szakaszban található.

### Hagyományos tengelybeállítási módszerek

A hagyományos beállítási módszerek gyorsak, de gyakran pontatlanok. E módszerek során mechanikus szerszámokat, például élvonalzót, mérőszalagot, vezetékét, zsinéget, hégzagmérőt, vízmértéket és függőönt használtnak.

### Mérőórás módszerek

Mérőórát a következő két alapvető beállítási módszer esetén használnak (→ **13. ábra**):

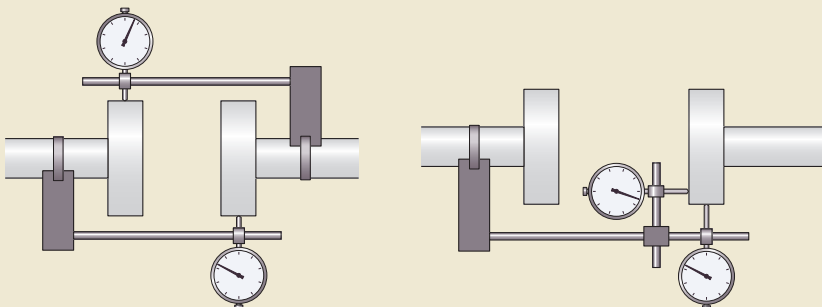
- radiál-radiál (tengelykapcsoló felek palástján történő mérés) módszer (**a**)
- radiál-axiál (tengelykapcsoló fél palástján és homlokfelületén történő mérés) módszer (**b**)

A radiál-radiál módszer kedveltebb, mert az „igazi” tengelybeállítási módszer. Ezzel a módszerrel két mérőórával végeznek méréseket a két tengelykapcsoló fél palástján, hogy meghatározzák az álló és a mozgatható gépek tengelyei közötti eltérést.

Az radiál-axiál módszerrel egy mérőcsoportot a tengelykapcsoló fél palástfelületén hajtanak végre a tengelyeltolódásának meghatározására. A másik mérőcsoportot a tengelykapcsoló fél homlokfelületén hajtják végre a szöghiba meghatározására.

**VIGYÁZAT!** Figyeljen arra, hogy a mérőóra teljesen átfordulhat, ne hagyja figyelmen kívül.

13. ábra



a) Radiál-radiál módszer

b) Radiál-axiál módszer

## Tengelybeállítási módszerek

Típus	Módszer	Felhasználási terület	Előny	Hátrány
<b>Hagyományos</b>	Élvonalzó	Durva beállítás	Egyszerű berendezés Közvetlen leolvasás Viszonylag gyors	Pontatlan A leolvasott értékek a szabad szemmel történő közelítő leolvasástól és a tengelykapcsoló felek palást- és homlokfelületének pontosságától függnnek Többször meg kell ismételni
<b>Mérőóra</b>	Radiál-radiál módszer	Precíz beállítás, ha nincs lézeres berendezés	Jó pontosság A beállításkor a tengelykapcsoló minden eleme a helyén van Az eltolódásra és a ferdeségre vonatkozó mérések egyszerre végezhetőek el	Speciális szaktudást igényel Időigényes Beállítási számításokra van szükség
	Radiál-axiál módszer	A tengelykopás ellenőrzése Precíz beállítás, ha nincs lézeres berendezés	Jó pontosság Nagyméretű tengelykapcsolók esetén és olyankor célszerű, ha nincs elég hely	Speciális szaktudást igényel Időigényes Beállítási számításokra van szükség
<b>Lézeres</b>	Egy lézeres	Precíz beállítás	A szögeltérést rövid távolságon is pontosan méri Az értékeket a készülék automatikusan kiszámítja	Az össze nem kötött gépek mozgatasakor a csapágyazás hézagából eredő hiba jelentkezhethet A mérést minden mozgatas után meg kell ismételni, mert a mozgatasal elveszik a referenciapont
	Két lézer, például SKF gyártmányú tengelybeállító műszerek használata	Precíz beállítás nagy és kicsi tengelyek, valamint 10 m-t meg nem haladó mérési távolság esetén	Kiváló pontosság Nincs szükség speciálisan képzett kezelőre A gép beállítása során valós időben mutatja a beállítási értékeket és azok változását Nagy távolságok esetén is használható a beállításhoz	Minél közelebb vannak egymáshoz a mérőegységek, annál kevésbé lesz pontos a szögeltérés meghatározására irányuló mérés

## Beállítás

### Lézeres tengelybeállítási módszerek

A lézeres beállító berendezések minden más módszernél gyorsabb és pontosabb tengelybeállítást tesznek lehetővé.

A beállításához kétféle lézeres rendszert használnak:

- egy lézeres rendszer
- két lézeres rendszer

Az egy lézeres rendszerben egyetlen lézersugár és elektronikus érzékelő található. A két lézeres rendszerben egy lézerkibocsátó és érzékelő egység van, működése pedig a mérőórás radiál-radiál módszeren alapul.

Erősen ajánlott a két lézeres rendszerek, például az SKF gyártmányú tengelybeállító szerszámok (→ 14. ábra) használata.

**VIGYÁZAT!** Ne engedje, hogy a lézeres beállító berendezés közelében és azon a gépen, amelyre a lézert ráerősítette, hegesztési tevékenységet folytassanak. Ez ugyanis tönkretelheti a lézerdiódákat és az elektronikát.

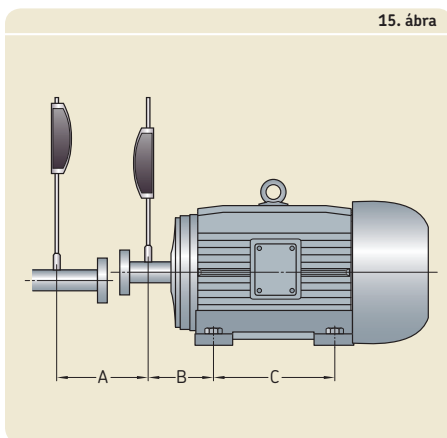
SKF gyártmányú tengelybeállító műszerek két lézeres módszert használnak

Az SKF gyártmányú tengelybeállító műszerekkel a beállítás ellenőrzése nagyon egyszerű és könnyen kivitelezhető. A folyamat jellemzően az alábbiakból áll:

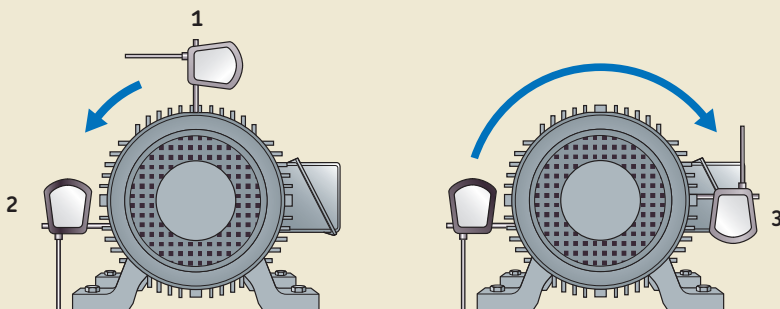
- a mérő egységek felerősítése a tengelyre
- a kijelző egység csatlakoztatása



14. ábra



15. ábra



- az A, B és C távolság megmérése (→ **15. ábra**) és az értékek bevitele a kijelző egységbe
- a mérőegységek beállítása
- a géplábak szükséges beállításának meghatározása három különböző (1, 2 és 3) helyen történő méréssel (→ **16. ábra**)
- a szükséges beállítások végrehajtása a hezágoló lemezek segítségével, majd oldalirányú mozgatással

Az SKF gyártmányú tengelybeállító műszerek részletes használati utasítását a berendezéshez mellékelik.

**VIGYÁZAT!** A lézeres rendszerek által mért értékekre hatással van a hő, a fény és a rezgés. Azért, hogy meggyőződjön a beállítás helyességéről, az SKF azt ajánlja, hogy a fenti lépések szerint ismét végezze el a méréseket.

## A beállítás folyamata

A beállítás folyamata nagyon fontos. Az SKF olyan többlépcsős folyamat (→ **17. ábra**) követését ajánlja, amely biztosítani tudja a végeredmény minőségét.

### 1. Előkészítés

Az előkészítés a beállítási folyamat fontos lépése, hiszen ezzel biztosítható a tengelybeállítás zökkenőmentes végrehajtása. Világosan meg kell határozni a problémát, azt, hogy a munka kezdetben mire terjed ki, a feltételes utasításokat, valamint azt, hogy melyik feladat mire szolgál.

Az előkészítő lépés eredményeként minden ismert információt fel kell vezetni egy munkalapra, továbbá az ellenőrző tevékenységek végrehajtásához szükséges minden szerszámnak és anyagnak a munkahelyre kell kerülnie.

### 2. Ellenőrzés

Az ellenőrzés során gyűjtsön össze minden olyan adatot, amelyek a gép „jelenlegi” állapotát jellemzik. Jellemző ellenőrzési tevékenységek például az alábbiak:

- Ellenőrizze a gépalap felületét és a gép alapteretét.
- Mérje meg a puha lábat.
- Mérje meg mindkét tengely kopását.
- Állapítsa meg, melyik az álló és melyik a mozgatható egység.
- Válassza ki a beállításhoz használni kívánt mérési módszert, és készítse elő a mérőeszközt.

Ezzel a tevékenységekkel kapcsolatban további információt a *Gép beszerelése és beállítása* című, a **161. oldalon** kezdődő szakasz tartalmaz.

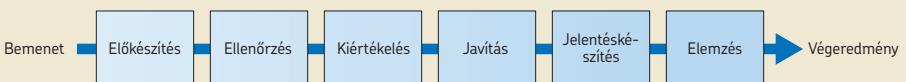
### 3. Kiértékelés

Hasonlítsa össze a gép „jelenlegi” és „megkívánt” állapotát, és bírja rá a felelős személyt arra, hogy döntsön a mért eltérések alapján, a végrehajtandó tevékenységekről.

**MEGJEGYZÉS:** Egyes eltéréseket nem tudnak közvetlenül a kiértékelő lépés után kijavítani. Fontos megőrizni az ezekre vonatkozó információkat, hogy a későbbiekben felhasználhatók legyenek a javító tevékenységek kezdeményezéséhez. Kiegészítésül kockázatelemzéssel igazolható a javító tevékenységek elhalasztása.

A kiértékelő lépés eredménye nem más, mint világos, a felelős személy által jóváhagyott döntés minden egyes talált hiba esetén, arra vonatkozóan, hogy milyen javító tevékenységeket kell végrehajtani, továbbá minden egyes döntés

17. ábra



### FIGYELMEZTETÉS

A súlyos sérülések esélyének minimalizálása érdekében bármiféle tevékenység megkezdése előtt hajtsa végre a szükséges energia kizárási eljárásokat.

indoklása. Minden feladatot meghatároztak, és a beállításhoz szükséges minden szerszám és anyag a munkahelyen található.

#### 4. Javítás

Hajtsa végre a lehetséges előkészítési munkafázisokat, hogy minimalizálja az egytengelyűségtől való eltérést, és növelje a precíziós beállító mérések pontosságát.

A durva beállítás során a cél az, hogy a két gép csapágyazásának forgástengelye már annyira megközelítse az egytengelyű állapotot, hogy végrehajtható legyen a precíziós beállító mérés. Nincs szabály arra, hogy milyen pontos legyen a durva beállító mérés. Általában a kb. 1 mm-es függőleges és vízszintes párhuzamos-sági eltérés és a kb. 0,1 mm / 100 mm-es függőleges és vízszintes szögeltérés „durvának” tekinthető. Ezek a követelmények valamelyik hagyományos beállítási módszerrel teljesíthetők (→ *Hagyományos tengelybeállítási módszerek*, **170. oldal**).

A tengelybeállítás kívánt pontosságának elérése érdekében az SKF lézeres beállító rendszer használatát ajánlja (→ *Lézeres tengelybeállítási módszerek*, a **172. oldaltól**). Ahol nincs lézeres berendezés, ott mérőórák használhatók.

**MEGJEGYZÉS:** A gép próbaüzeme fontos része a beállítás kijavításának. A próbaüzem után egy végső méréssel kell meggyőződni arról, hogy szükséges-e valamilyen további korrekciós lépés. Erősen ajánlott megismételhetőségi ellenőrzés végrehajtása is.

Az SKF azt ajánlja, hogy az újonnan beszerelt berendezés tengelybeállítását ellenőrizze három-hat havi működés után. Erre a gépalap felületének és/vagy az állítóékek/hézagoló lemezek „beállása” miatt van szükség. A tengelybeállítást általában évenként kell ellenőrizni.

#### 5. Jelentéskészítés

A javító lépés során összegyűjtött adatok formája általában nem alkalmas a további felhasználásra. Ezért van szükség a jelentéskészítésre.

A jelentéskészítés célja egy olyan világos, egyértelmű dokumentum előállítása, amely a további elemzéshez szükséges összes lényeges adatot tartalmazza (megfelelő formában). A jelentésbe bele kell foglalni a beállítás időtartamát és a hozzá felhasznált erőforrásokat, valamint a szabványos eljárásoktól való bármilyen eltérést.

#### 6. Elemzés

A beállítás folyamatának utolsó lépése a gép „jelenlegi” és „megkívánt” állapotának összehasonlítását elemzi. A gép előélete (korábbi jelentések és műszaki adatok) és a gép iparági adatai (és egyéb összehasonlítható adatok) segítségével kikövetkeztethető az eltérések kiváltó oka.

Az elemzés lehetőséget ad további korrekciós lépések meghatározására és a jövőre vonatkozó költséghatékonysági elemzés elvégzésére.

## Párhuzamos tengelyű (kardán) hajtás beállítása

Párhuzamos tengelyű hajtás esetén az erőátvitel a hajtó és a hajtott egység között egy közbülső, kardántengely segítségével valósul meg. A gyakran kardán hajtásnak is nevezett párhuzamos tengelyű hajtás esetén a tengely mindkét végén jellemzően valamilyen csuklós csatlakozás van.

A leggyakoribb kardántengely-elrendezés a Z konfiguráció (→ 18. ábra), amelyet jellemzően a papíriparban használnak.

### Miért kell a párhuzamos tengelyű hajtásokat pontosan beállítani?

Gyakori tévedés, hogy a párhuzamos tengelyű hajtások nagyobb tengelybeállítási hibát tudnak elviselni, így nem kell precízen beállítani őket. Ellenkezőleg: a rosszul beállított párhuzamos tengelyű hajtások nagyobb rezgés szintet, nagyobb energiaveszteséget, korai kopást és a nyírás következtében akár teljes tönkremenetelt is okozhatnak.

E nemkívánatos eredmények elkerülése érdekében a párhuzamos tengelyű hajtások esetén a csuklós csatlakozásoknál azonos kell legyen a kapcsoló szög, továbbá precízen be kell állítani a hajtó és a hajtott tengelyt.

### Párhuzamos tengelyű (kardán) hajtás beállításának tűrése

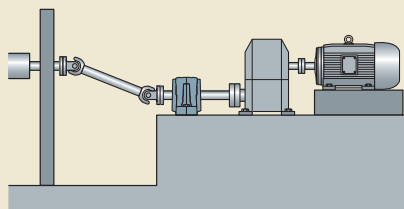
A párhuzamos tengelyű hajtás lézeres beállításának pontossága függ az álló gép tengelykapcsoló fél homlokl felületétől, azaz attól, hogy a homlokl felület és a forgástengely egymáshoz viszonyított állása mennyire közelíti meg a merőlegest. A 0,50 mm / 1 000 mm mértékű ferde eltérés az egytengelyűségtől jellemzően elfogadható. Ez a legtöbb esetben el is érhető, feltéve, hogy a gép nincs gépalapra vagy illesztő-csavarral rögzítve.

### Párhuzamos tengelyű (kardán) hajtás beállításának módszerei

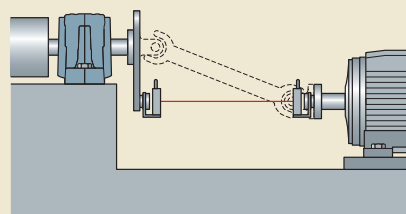
A párhuzamos tengelyű hajtás beállításánál fontos kijavítani az egytengelyűségtől való szögeltérést, míg az egytengelyűségtől való párhuzamos eltérésnek nincs jelentősége.

A párhuzamos tengelyű hajtás beállításának mérésére különféle módszerek használhatók. A hagyományos beállítási módszerekkel, pl. az él-

18. ábra



19. ábra



vonalzóval, nem érhető el a pontosság kívánt szintje. Az SKF azt ajánlja, amennyiben lehetséges, lézeres módszert használjon.

### Párhuzamos tengelyű (kardán) hajtás beállításának lézeres módszerei

A párhuzamos tengelyű hajtások beállításának az a trükkje, hogy a hajtott tengellyel párhuzamosan létre kell hozni egy „virtuális” forgástengelyt, ezzel megszüntetve a tengelyek eltolását (→ 19. ábra).

A durva beállítás kardánszerelvény-készlettel és megfelelő két lézeres tengelybeállító műszerrel hajtható végre.

A lézeres beállító berendezések részletes használati utasítását a berendezésekhez mellékelik.

# Szjibeállítás

A szjibeállítás, pontosabban a szjitércsa-beállítás az egyik fő karbantartási tevékenység. Ahol nincsenek megfelelően beállítva a szjitércsák, ott plusz igénybevétel jelentkezik. A szjibeállítás célja a hajtó és a hajtott szjitércsák hornyainak beállítása úgy, hogy a szjé a lehető legkisebb kopással fusson.

A helyes szjibeállítás előnyei közé tartoznak az alábbiak:

- a szjék és csapágycsák megnövekedett üzemi élettartama
- a rezgés és a zaj szintjének csökkenése
- energiamegtakarítás

## A helytelen szjibeállítás típusai

Ha a szjitércsák hornyai nincsenek egyvonalban, akkor helytelen a szjé beállítása. A helytelen szjibeállításnak három típusa van (→ 5. táblázat). A gyakorlatban egyszerre több típus is előfordulhat.

**VIGYÁZAT!** Ha nem javítja ki a helytelen szjibeállítást, akkor az új szjé sem fog tovább tartani, mint az, amelyet lecserélt!

## A szjibeállítás tűrése

A szjigégyártók az egytengelyűségtől jellemzően legfeljebb 1,0 és 0, közötti vízszintes szögeltérést ajánlanak. Ez a pontosság csak olyan precíziós beállító eszközökkel érhető el, mint amilyenek a lézeres berendezések.

## Szjibeállítási módszerek

A szjitércsákat kétféleképp lehet beállítani: hagyományosan és lézerral. A főbb szjibeállítási módszereket a 6. táblázatban hasonlítjuk össze és az alábbiakban ismertetjük.

Az SKF azt ajánlja, amennyiben lehetséges, lézeres módszert használjon.

## Hagyományos szjibeállítási módszerek

A hagyományos beállítási módszerek gyorsak, de gyakran pontatlanok. E módszerek során mechanikus szerszámokat, például élvonalzót, mérőszalagot, vezetékot, zsinetot, hégzámérőt, vízmértékot és függőönt használunk.



## Lézeres szjibeállítási módszerek

A hagyományos szjibeállító szerszámokkal ellentétben a lézeres berendezés hihetetlen pontosságú mérést és beállítást tesz lehetővé.

A lézeres szjibeállító eszközöket a szjitércsának azon része alapján csoportosítják, amelyet beállít:

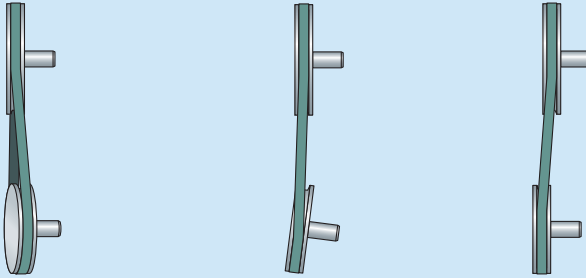
- a szjitércsa hornyá
- a szjitércsa homlokfelülete

A szjitércsák hornyát beállító lézeres rendszerek, így például az SKF gyártmányú szjibeállító készülék (→ 20. ábra), nagyobb pontosságot adnak, mint a szjitércsák homlokfelületét beállítók. Azért is inkább a szjitércsák hornyát állítják be, mert így a különböző vastagságú, márkájú, típusú és felületminőségű tárcsák is pontosan beállíthatók.

Az SKF gyártmányú szjibeállító készülék részletes használati utasítását a berendezéshez mellékelik.



A helytelen szjbeállítás típusai



	<b>Az egytengelyűségtől való függőleges szögeltérés (csavart szj)</b>	<b>Az egytengelyűségtől való vízszintes szögeltérés</b>	<b>Az egytengelyűségtől való párhuzamos eltérés</b>
<b>Leírás</b>	A hajtás tengelyei és a hajtott szjártárcsák párhuzamosak, de az egyik szjártárcsa a függőleges síkban el van csavarodva	Nem párhuzamosak a hajtás tengelyei és a hajtott szjártárcsák	A hajtás tengelyei és a hajtott szjártárcsák párhuzamosak, de az egyik szjártárcsa túl előtt (vagy túl hátul) van
<b>Ok</b>	A mozgatható gépet helytelenül helyezték el a függőleges síkban	A mozgatható gépet helytelenül helyezték el a vízszintes síkban	A mozgatható gépet helytelenül helyezték el  Az egyik szjártárcsa rosszul van beállítva a tengelyén
<b>Javítás</b>	Állítsa be a mozgatható gép első vagy hátsó lábainak magasságát	Tolja oldalirányba a mozgatható gép elejét vagy hátulját	Tolja előre vagy hátra a mozgatható gépet  Tolja a tengelyén előre vagy hátra az egyik szjártárcsát

6

<b>Szjbeállítási módszerek</b>				
<b>Típus</b>	<b>Módszer</b>	<b>Felhasználási terület</b>	<b>Előny</b>	<b>Hátrány</b>
<b>Hagyományos</b>	Élvonalzó	Durva beállítás	Egyszerű berendezés	Pontatlan
	A zsinór/huzal hossza		Közvetlen leolvasás  Viszonylag gyors	A leolvasott értékek a szabad szemmel történő közelítő leolvasástól és a szjártárcsa homlokfelületének pontosságától függnek  Többször meg kell ismételni
<b>Lézeres</b>	Homlokfelület-beállítás	Durva beállítás  Precíz beállítás	Jó pontosság  Vezérműszjjak esetén is használják  Nincs szükség speciális szaktudásra	A pontosság a szjártárcsa homlokfelületének minőségétől függ  A homlokfelületeket, nem pedig a hornyokat állítja be
	Horonybeállítás, például az SKF gyártmányú szjbeállító eszköz használatával	Precíz beállítás	Nagy pontosság  Nincs szükség speciális szaktudásra  Mindhárom helytelen tengelybeállítási lehetőséget egyszerre méri  A beállítást valós időben mutatja	Nincs



# Kenés

<b>Bevezetés</b> . . . . .	<b>180</b>	<b>Olajkenés</b> . . . . .	<b>203</b>
A kenés menedzselése . . . . .	180	Mi van az olajban? . . . . .	203
Kenőanyagok ellenőrzése, kezelése és ártalmatlanítása . . . . .	181	Alapolaj . . . . .	203
Zsír vagy olaj . . . . .	182	Adalékanyagok . . . . .	203
Alternatív kenőanyagok . . . . .	182	Az olaj viszkozitása . . . . .	203
<b>Zsirkenés</b> . . . . .	<b>183</b>	A megfelelő olaj kiválasztása . . . . .	203
Mi van a zsírban? . . . . .	183	Az olajkiválasztás folyamata . . . . .	204
Alapolaj . . . . .	183	További olajkiválasztó eszközök . . . . .	207
Sűrítőanyag . . . . .	183	Olajat használó kenőrendszerek . . . . .	207
Adalékanyagok . . . . .	184	Az olajat használó kenőrendszerek típusai . . . . .	207
Hogyan működik a zsír a csapágyakban? . . . . .	184	Az olajat használó kenőrendszerek karbantartása . . . . .	207
A zsírok adatlapjának értelmezése . . . . .	184	Láncolajok . . . . .	209
Zsírok tulajdonságai . . . . .	185	Olajok összeférhetősége . . . . .	210
Zsírok és csapágyak üzemi körülményei . . . . .	187	Olajvizsgálat . . . . .	210
Zsírok teljesítményvizsgálata . . . . .	188	Mintavétel az olajból . . . . .	210
A megfelelő zsír kiválasztása . . . . .	189	Szennyeződés és szűrés . . . . .	211
Zsírkiválasztó eszközök . . . . .	189	SKF gyártmányú kenőolajok . . . . .	212
Hogyan kell kenni a csapágyakat és a kapcsolódó alkatrészeket az első beszereléskor? . . . . .	189	<b>Központi kenőrendszerek</b> . . . . .	<b>213</b>
A zsírzás legjobb időpontja . . . . .	189	A megfelelő kenőanyag kiválasztása . . . . .	213
A megfelelő mennyiség . . . . .	190	A központi kenőrendszerek típusai . . . . .	213
Zsírzási módszerek beszereléskor . . . . .	191	Teljes veszteségű kenőrendszerek . . . . .	214
Zsírral kent csapágyak bejárata . . . . .	191	Cirkulációs kenőrendszerek . . . . .	214
Újrakenés . . . . .	192		
Újrakenési időközök . . . . .	192		
Újrakenési eljárások . . . . .	194		
Zsírcsere . . . . .	198		
Zsírok összeférhetősége . . . . .	200		
Zsírok összeférhetősége . . . . .	200		
Zsírok és csapágyanyagok összeférhetősége . . . . .	202		
A zsírok és az SKF gyártmányú csapágyak konzerválóanyagának összeférhetősége . . . . .	202		
SKF gyártmányú kenőzsírok . . . . .	202		

# Bevezetés

A csapágyazások üzemi élettartamának optimalizálásához a megfelelő időben a megfelelő kenőanyag megfelelő mennyiségét kell biztosítani. Ugyanúgy, ahogy a nem elegendő mennyiségű kenőanyag, a túl sok kenőanyag is negatív hatással van a csapágy teljesítményére. Az eredmény mindkét esetben ugyanaz lehet: a csapágy hamar tönkremegy, és a gép leáll, ez pedig költséges.

Az összes csapágyhiba mintegy 36%-ában elégtelen a kenés. Ide tartoznak az alábbi okokból keletkező hibák:

- nem megfelelő kenőanyag
- nincs elegendő kenőanyag
- túl sok kenőanyag
- nem megfelelőek az újragenési időközök
- a kenőanyag nem éri el a csapágyat, mert rosszul van megtervezve a csapágyazás, rosszul van összeszerelve a gép, vagy eldugult a csővezeték

Ha ehhez még azokat a csapágyhibákat is hozzávesszük, amelyeket az okoz, hogy szennyezett kenőanyag kerül a rendszerbe, akkor a kenéssel kapcsolatos csapágyhibák aránya 50%-ra ugrik.

Hatásos kenés és a jó kenési gyakorlat segítségével jelentősen csökkenthetők a csapágyhibák és a gépek állásideje. E cél elérését az SKF azzal segíti, hogy kenőanyagok és kenőrendszerek, továbbá olyan programok széles választékát kínálja, amelyek segítenek a kenőanyag kiválasztásában és az újragenési időközök meghatározásában.

Ebben a fejezetben csak a gördülőcsapágyak kenéséről lesz szó. Más típusú csapágyak kenésével kapcsolatban nézze meg a [www.skf.com](http://www.skf.com) honlapon elérhető *SKF interaktív műszaki katalógust*, vagy vegye fel a kapcsolatot az SKF alkalmazásmérnöki szolgálatával.

Az SKF karbantartó és kenéstechnikai termékeiről és szerszámairól a [www.skf.com/lubrication](http://www.skf.com/lubrication) és a [www.mapro.skf.com](http://www.mapro.skf.com) honlapon tudhat meg további információt.

Az SKF LuBase és DialSet programjával, valamint az SKF Lubrication Planner kenéstervezővel kapcsolatos információkat a [www.skf.com/lubrication](http://www.skf.com/lubrication) és a [www.apitudexchange.com](http://www.apitudexchange.com) honlapról szerezheti be.

Az SKF Reliability Maintenance Institute (RMI) a kenésre vonatkozó átfogó tanfolyamokat kínálja (→ *Oktatás*, a **326. oldaltól**). További információ az SKF helyi képviselőjétől és a [www.skf.com/services](http://www.skf.com/services) honlapról szerezhető be.

## A kenés menedzselése

Az olyan létesítményekben, ahol százával vagy akár ezrével vannak a kenési pontok, összezavarodhatnak a dolgok. De még akkor is, ha csak néhány kenési pontról van szó, fontos az összes kenéssel kapcsolatos információ megszervezése és dokumentálása, továbbá egy részletes kenés-menedzselő program végrehajtása. Az alábbi szempontokat kell figyelembe venni:

- a kenőanyagok beszerzése és tárolása
- erőforrások: tárgyi és emberi
- kenési ütemtervek és útvonalak
- kenőanyag-elemzés és -megfigyelés
- automatikus kontra kézi kenés

A [www.skf.com/lubrication](http://www.skf.com/lubrication) honlapon elérhető SKF kenéstervező egy olyan felhasználóbarát program, amely a kenési tervek helyes elkészítéséhez és menedzseléséhez szükséges minden alapfunkciót biztosít.

## Kenőanyagok ellenőrzése, kezelése és ártalmatlanítása

### Kenőanyagok ellenőrzése

A zsírokat és olajokat használat előtt szemrevételezéssel ellenőrizni kell, a gyártás dátumától függetlenül.

Zsírok esetén meg kell nézni, nincs-e rendellenes olajkiválás, nem mutatkoznak-e a gombásodás jelei, nincs-e víz hatására történő elszíneződés.

Olaj esetén meg kell nézni, nincs-e benne víz vagy elszíneződés. Ha az olaj zavarosnak tűnik, az általában azt jelenti, hogy vízzel szennyeződött.

**MEGJEGYZÉS:** A zsír szemrevételezésekor ne feledje, hogy bizonyos olajkiválás normális.

### Ajánlott kenőanyag-kezelési gyakorlat

A helyes kenőanyag-kezelési eljárások nagyon fontosak. Az SKF azt ajánlja, hogy a következőket tegye:

- Felnyitásuk előtt törölje le a kenőanyagtartályokat, hogy megelőzze a szennyezőanyagok bejutását.
- A kenőanyag szétosztásánál tiszta edényeket használjon.
- Professzionális szerszámokat használjon.

**VIGYÁZAT!** A kőolajtermékekkel való közvetlen érintkezés allergiás reakciót válthat ki! A kenőanyagok felhasználása előtt olvassa el az anyag biztonsági adatlapját, és mindig használjon védőkesztyűt.

### Biztonságtechnikai adatlap

A biztonságtechnikai adatlap (MSDS) lényeges információkkal szolgál a kenőanyag fizikai és kémiai tulajdonságairól. Ajánlott óvintézkedéseket és ellenőrzési eljárásokat is tartalmaz.

**MEGJEGYZÉS:** Az SKF gyártmányú csapágyzsírok biztonságtechnikai adatlapja a [www.mapro.skf.com](http://www.mapro.skf.com) honlapról érhető el.

### Kenőanyagok ártalmatlanítása

A kenőanyagok helytelen ártalmatlanítása veszélyforrást jelenthet a közösségre és a környezetre. Minden kenőanyagot az országos és helyi törvényeknek, előírásoknak és a környezetet védő biztonsági szabályozásnak megfelelően dobjon ki.

## Zsír vagy olaj

Gördülőcsapágycsoportok esetén a zsír a legszélesebb körben használt kenőanyag, mivel sok előnnyel rendelkezik az olajhoz képest, és rendszerint költséghatékonyabb is. A gördülőcsapágyaknak csak kevesebb, mint 20%-át kenik olajjal.

Alapvető fontosságú, hogy a kenőanyag illeszkedjen az alkalmazáshoz és az üzemi körülményekhez, de fontos figyelembe venni a kenőanyag szétosztásának módszerét, a betöltést és a karbantartást is. Amikor zsírral vagy olajjal történő kenés között kell választani, sok tényezőt kell figyelembe venni (→ **1. táblázat**).

## Alternatív kenőanyagok

Egyes alkalmazásokban a szilárd olaj olyan előnyökkel bír, amelyek zsírral vagy olajjal nem biztosíthatók. A szilárd olaj kenőolajjal telített polimermátrix, amely teljesen kitölti a csapágyban a szabad helyet. A szilárd olajat kifejezetten olyan alkalmazások számára fejlesztették ki, ahol a hagyományos kenés sikertelennek vagy megvalósíthatatlannak bizonyult, például nehezen hozzáférhető csapágyazásokhoz.

Sok SKF gyártmányú gördülőcsapágy és csapágyegység esetén használható szilárd olaj. Az ilyen csapágyak jelölés-kiegészítője a W64.

A szélsőséges hőmérsékleti viszonyok között működő alkalmazások, például a kemencék esetén a magas hőmérséklet hatására a normál kenőanyagok elfolynak vagy elpárolognak. Az

1. táblázat

Zsír vagy olaj kiválasztást segítő összehasonlító táblázat

Kiválasztási szempont		Előny/hátrány	
		Zsír	Olaj
<b>Alkalmazás és üzemi körülmények</b>	Kapcsolódó alkatrészek	A csapágyakat és a kapcsolódó alkatrészeket egymástól elválasztva kell tartani	A csapágyak és a kapcsolódó alkatrészek ugyanazzal az olajjal kenhetők (ahol kell)
	Tömítési megoldás	Javítja a burkolat tömítésének hatékonyságát	Nincs tömítési előny
	Üzemi hőmérséklet	Nincs hűtési előny Korlátozások érvényesek az üzemi hőmérsékletre	Elősegíti a hűtést Magas üzemi hőmérséklet esetén is megfelelő
	Fordulatszám tényező	Korlátozások érvényesek a fordulatszámra	Magas üzemi fordulatszám esetén is megfelelő
	Tengely iránya	Függőleges tengelyhez is megfelelő	Jellemzően nem alkalmas függőleges tengelyre szerelt radiális csapágyakhoz
	Élelmiszer kompatibilitás	Kicsi a szivárgásból származó szennyeződés kockázata	Csak élelmiszer fokozatú olajok használhatók, szivárgás kockázata miatt
<b>Kivitelezés és karbantartás</b>	Kivitelezés	Gyors Viszonylag olcsó	Időigényes Drága (szivattyú, fűrdő stb. kell)
	Kenőanyag-megtartás és -szivárgás	Könnyen benmarad a csapágyházakban	Könnyű szabályozni a kenőanyag mennyiségét Hajlamos a szivárgásra
	Ellenőrzés	Üzem közben nehéz ellenőrizni	Fenn kell tartani a megfelelő olajsíntet
	A kenőanyag alkalmazása	Rendszerint könnyű alkalmazni	Időigényes
	Kenőanyagváltás	Nehéz eltávolítani az összes zsírt, de nincs gond, ha a zsírok összeférhetőek	Könnyű teljesen leüríteni és újratölteni a tartályokat
	Szennyeződésszabályozás	Nehéz szabályozni a szennyeződést	Szűrhető és felújítható
	Minőségellenőrzés	Nehéz ellenőrizni	Könnyű megfigyelni



ilyen speciális környezetekbe az SKF két száraz kenőanyagot biztosít:

- szilárd, grafit alapú kenőanyag-kompozittal ellátott csapágy, jelölés-kiegészítője VA201, VA210 vagy VA2101
- önmagát elfogyasztó grafitkosaras csapágy, jelölés-kiegészítője VA208 vagy VA228

**MEGJEGYZÉS:** A szilárd olajjal, szilárd grafittal vagy grafitkenőccsel feltöltött csapágyakat nem kell újrakenni.

## Zsírlenés

### Mi van a zsírban?

A zsír „sűrített olajnak” tekinthető. A görgőcsapágyzsír általában alapolajnak és sűrítőanyagok adalékanyagokkal kiegészített szuszpenziója. E hozzávalók változtatásával több különböző zsír hozható létre a különféle alkalmazásokhoz.

### Alapolaj

Az alapolaj a zsírnak 70–95%-át teszi ki, és három kategóriába sorolható:

- ásvány
- szintetikus
- természetes

Az ásvány alapolajok finomított kőolajtermékek. A zsírokban az alapolaj általában valamilyen ásványolaj, mivel ez a legtöbb alkalmazás esetén megfelelő.

Speciális üzemi körülmények, például nagyon alacsony vagy nagyon magas üzemi hőmérséklet esetén jobbak a szintetikus alapolajok. A szintetikus alapolajok nem kőolaj alapú termékek.

A természetes alapolajokat, azaz az állati és növényi olajokat normál esetben nem használják görgőcsapágyakhoz, mert nagy annak a kockázata, hogy már rövid idő után minőségromlás és savképződés indul el.

### Sűrítőanyag

A sűrítőanyag a zsírnak 5–30%-át alkotja. Ez az alkotóelem, amely megtartja az olajat és az adalékanyagokat, és így lehetővé teszi a zsír „működését”. A sűrítőanyag adja a zsír „testét” is, amelynek segítségével a zsír a helyén tud maradni.

Különféle sűrítőanyagok léteznek, mindegyik bizonyos alkalmazási körülmények esetén nyújt speciális előnyöket. A sűrítőanyagok alapvetően lehetnek szappanok vagy nem szappanok.

### Szappanok

A leggyakrabban használt zsírokban lítium (Li), kalcium (Ca), nátrium (Na) illetve alumínium (Al) alapú fémes szappan van sűrítőanyagként. Csapágyzsírokhöz a lítium szappant használják a leggyakrabban.

A komplex szappanos zsír az alapfém és két különböző sav közötti kémiai reakciónak az eredménye. Az ilyen zsíroknak jellemzően nagyobb a teljesítménye, és nagyobb üzemi hőmérsékletnek tudnak ellenállni, mint a megfelelő hagyományos szappanos zsírok.

### Nem szappanok

A nem szappan sűrítőanyagok esetenként szervesen összetevőkből állnak. A szervesen sűrítőanyagok, így a bentonit, az agyag és a szilikagél, nagy üzemi hőmérsékleten sem szivárognak, és vízállóak. A polikarbamid például egy nem szappan sűrítőanyag.

## Adalékanyagok

Az adalékanyagként ismert vegyi anyagokat azért adják hozzá a zsírhoz, hogy elérjenek vagy megnöveljenek velük bizonyos teljesítményjellemzőket. A **2. táblázat** a leggyakrabban használt adalékanyagok közül sorol fel néhányat.

### Különösen nagy nyomás elviselését segítő, kopásgátló és szilárd adalékanyagok

A különösen nagy nyomás elviselését elősegítő (EP) adalékanyagok sok különböző vegyületből állnak, így például kénből és kénvegyületekből. A EP adalékanyagok növelik a nagy terhelésnek kitett kenőanyagréteg teherbírását.

A kopásgátló (AW) adalékanyagok a különösen nagy nyomás elviselését elősegítő (EP) adalékanyagokhoz hasonlóan védőréteget képeznek a fémelek felületén.

A szilárd adalékanyagok, így például a molibdén-diszulfid ( $\text{MoS}_2$ ) és a grafit olyankor hasznosak a zsírban, amikor kicsi a fordulatszám, és az alapolaj elvesztheti hatásosságát.

## Hogyan működik a zsír a csapágyakban?

A sűrítőanyag a zsírban az alapolaj tárolójaként működik, és úgy viselkedik, mint egy vízzel teli szivacs. Amikor kissé megnyomjuk a vizes szivacsot, kijön belőle egy kis víz. Ha nagyon megnyomjuk a szivacsot, több víz távozik belőle.

Ehhez hasonlóan, ha a terhelés éri a zsírt, a sűrítőanyag kiengedi az alapolajat. Ez az olajkiválás vagy olajelválás. Amikor megszűnik a terhelés, a sűrítőanyag normál esetben ismét felveszi az alapolajat.

## A zsírok adatlapjának értelmezése

A zsírok adatlapja három általános kategóriában ad tájékoztatást:

- a zsír tulajdonságai
- azok az üzemi körülmények, amelyek esetén a zsír csapágyakban használható
- a zsír teljesítményvizsgálatának eredménye

A zsírok adatlapjának értelmezése és megértése alapvető fontosságú a megfelelő zsír sikeres kiválasztásához és a kenési karbantartáshoz.

2. táblázat

Zsírok adalékanyagai	
Adalékanyag	Feladata
<b>Rozsdásodásgátló</b>	Javítja a csapágy felületeinek a zsír által nyújtott védelmét
<b>Oxidálódásgátló</b>	Késlelteti az alapolaj magas hőmérsékleten várható bomlását, így meghosszabbítja a zsír élettartamát
<b>Különösen nagy nyomás elviselését elősegítő (EP)</b>	Csökkenti a fémes érintkezés károsító hatásait
<b>Kopásgátló (AW)</b>	Védőréteg képzésével megelőzi a fémes érintkezés kialakulását
<b>Szilárd adalékanyag</b>	Akkor biztosít kenést, amikor az alapolaj hatástalanná válik



## Zsírok tulajdonságai

A zsírok adatlapja jellemzően a zsírok fontos tulajdonságait ismerteti, így a következőket:

- NLGI-konzisztenciafokozat
- szappantípus
- cseppenéspont
- alapolaj viszkozitása/típusa
- üzemi hőmérséklettartomány

### NLGI-konzisztenciafokozat

A zsírokat különféle konzisztenciafokozatokba sorolják egy az amerikai National Lubricating Grease Institute (NLGI) által kidolgozott skála alapján. A magas konzisztenciájú zsírok, azaz a kemény zsírok NLGI-fokozata magas, míg az alacsony konzisztenciájú zsírok, például a puha zsírok NLGI-fokozata alacsony.

Összesen kilenc NLGI-fokozat van. Gördülő-csapágy alkalmazásokban a skálának általában három fokozatát használják: NLGI 1, 2 és 3.

**MEGJEGYZÉS:** Fontos emlékezni arra, hogy a zsír merevségének semmi köze az alapolaj viszkozitásához. A zsírok esetén is lehet az alapolaj viszkozitása magas is, alacsony is.

### Szappantípus

A leggyakrabban használt zsírokban lítium, kalcium vagy nátrium szappan a sűrítőanyag. A lítium és a nátrium szappan széles üzemi hőmérséklettartományban használható, jellemzően 120 °C-ig. Kalcium szappan üzemi hőmérséklettartománya 80 °C-ig tart, de ez a szappan kiváló védelmet nyújt a víz ellen, még a sós víz ellen is.

A komplex szappanok jellemzően javított tulajdonságokkal rendelkeznek.

### Cseppenéspont

A zsír cseppenéspontja az a hőmérséklet, amelynél a zsír elveszti konzisztenciáját, és folyékonyvá válik. Ez a hőmérséklet nem tévesztendő össze a zsír üzemi hőmérsékletének határával.

### Alapolaj viszkozitása/típusa

A viszkozitás a folyadék elfolyással szembeni ellenállása. A különböző folyadékok különböző viszkozitásúak. A víznek alacsony a viszkozitása, mivel kevésbé áll ellent az elfolyásnak, a méznek nagy a viszkozitása, mivel nehezen folyik.

A viszkozitás hőmérséklet- és nyomásfüggő. A zsírban az alapolaj viszkozitása a hőmérséklet emelkedésével csökken, a hőmérséklet csökkenésével pedig növekszik. Nyomásváltozás esetén fordítva: a zsírban az alapolaj viszkozitása a nyomás növekedésével együtt emelkedik, a nyomás csökkenésével együtt csökken.

**VIGYÁZAT!** A hőmérséklet minden 10–15 °C-os emelkedése felére csökkenti az ásvány alapolaj viszkozitását!

A zsír alapolajának viszkozitását két hőmérsékleten adják meg:

- a nemzetközi szabványok referenciahőmérsékletén, azaz 40 °C-on
- egy magasabb hőmérsékleten, jellemzően 100 °C-on

Ezek alapján az adatok alapján kiszámítható az alapolaj viszkozitása az üzemi hőmérsékleten. A viszkozitás kiszámítására vonatkozó további információk *A megfelelő olaj kiválasztása* című, a **203. oldalon** kezdődő szakaszban található.

## Kenés

### Üzemi hőmérséklettartomány – az SKF közlekedési jelzőlámpa koncepció

A zsírok hőmérséklettartományát négy hőmérsékletre osztja:

- alsó hőmérsékletre (LTL)
- alsó hőmérsékleti teljesítményhatár (LTPL)
- felső hőmérsékleti teljesítményhatár (HTPL)
- felső hőmérsékletre (HTL)

Az SKF ezt szemantikusan egy „megkettőzött közlekedési jelzőlámpaként” ábrázolja (→ **1. ábra**).

Az alsó hőmérsékletre (LTL) az a legalsó hőmérséklet, amelyen a zsír még megengedi, hogy a csapágy nehézség nélkül működésbe lendüljön. Az LTL-t nagyjából az alapolaj típusa és viszkozitása határozza meg.

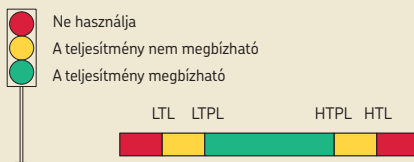
A felső hőmérsékletre (HTL) a zsír cseppenéspontja, vagyis az a hőmérséklet, amelyen a zsír folyékonnyá válik.

Az SKF nem ajánlja a berendezések elindítását a HTL felett, illetve az LTL alatt. Sőt, az SKF jóval a gyártó által javasolt hőmérséklet-határokon belüli teljesítményhatárokat ajánl. Ezek az alsó és felső hőmérsékleti teljesítményhatárok. E két határ között, az **1. ábra** zöld zónájában, igaz az hogy a zsír megbízhatóan működik, és élettartama meghatározható.

Mivel a felső hőmérsékleti teljesítményhatár (HTPL) nincs nemzetközi szabványban definiálva, körültekintően kell értelmezni a gyártó által megadott adatokat.

A HTPL-nél magasabb hőmérsékleten a zsír egyre gyorsabban öregszik és oxidálódik, és az oxidáció melléktermékei ronthatják a kenés

1. ábra



3. táblázat

#### Csapágyak üzemi hőmérséklete (zsírok adatlapján)

Hőmérséklet leírása	Definíció
Alacsony (L)	< 50 °C
Közepes (M)	50–100 °C
Magas (H)	> 100 °C
Rendkívül magas (EH)	> 150 °C

4. táblázat

#### Szabványos csapágyak forgási sebessége (zsírok adatlapján)

Fordulatszám leírása	Csapágy fordulatszám tényezője		
	az alábbi csapágyak esetén Radiális golyóscsapágyak	Hengergörgős csapágyak	Kúpgörgős csapágyak Beálló görgőscsapágyak CARB toroidgörgős csapágyak
–	mm/perc		
Nagyon alacsony (VL)	–	< 30 000	< 30 000
Alacsony (L)	< 100 000	< 75 000	< 75 000
Közepes (M)	< 300 000	< 270 000	< 210 000
Magas (H)	< 500 000	≥ 270 000	≥ 210 000
Nagyon magas (VH)	< 700 000	–	–
Rendkívül magas (EH)	≥ 700 000	–	–

hatékonyágát. Ezért az üzemi hőmérsékletnek csak igen rövid időszakokra szabad a HTPL és a HTL közötti sárga zónába kerülnie.

Az alacsony hőmérsékletre is van egy sárga zóna. A hőmérséklet csökkenésével csökken a zsír olajkiválasztó hajlama, és növekszik a keménysége (konzisztenciája). Ez végül oda vezet, hogy gördülőelemek és a futópályák érintkező felületeihez nem jut el elegendő kenőanyag. Az **1. ábrán** ezt a hőmérsékletelhatárt az alsó hőmérsékleti teljesítményhatár (LTPL) jelöli. Ha a berendezés rövid ideig működik a sárga zónában, például hidegindításkor, általában nem ártalmas, mert a súrlódás által fejlesztett hő a csapágy üzemi hőmérsékletét a zöld zónába emeli.

### Zsírok és csapágyak üzemi körülményei

A zsírok adatlapja információt ad a zsírokhoz illő csapágyüzemeltetési körülményekre vonatkozóan is, kitérve az alábbiakra:

- hőmérséklet
- fordulatszám
- terhelés

Ezek a leírások azonban olyan általános fogalmakat használnak, mint az „alacsony” és a „nagyon magas”, így értelmezésre szorulnak.

#### Hőmérséklet

A csapágy üzemi hőmérséklete a csapágy külső felületéhez a lehető legközelebb mért hőmérséklet, amelyet befolyásol a környezeti hőmérséklet. A legalább 100 °C-os mért üzemi hőmérséklet általában „magas”-nak számít.

A zsírok adatlapján a csapágy üzemi hőmérsékletére vonatkozó adatokat a **3. táblázatban** megadott útmutatások segítségével lehet értelmezni.

#### Fordulatszám

A zsírok adatlapján szereplő referencia-fordulatszám a csapágy fordulatszám tényezőjén alapul. A fordulatszám tényező azt hasonlítja össze, hogy mekkora fordulatszámmal tudnak forogni a csapágyak, és a következőképp számítható ki:

5. táblázat

Csapágyak terhelése (zsírok adatlapján)	
Terhelés leírása	Terhelési arány
Kicsi (L)	$P \leq 0,05 C$
Közepes (M)	$0,05 C < P \leq 0,1 C$
Nagy (H)	$0,1 C < P \leq 0,15 C$
Nagyon nagy (VH)	$P > 0,15 C$

$$A = n d_m$$

ahol

A = Fordulatszám tényező [mm/perc]

n = fordulatszám [ford./perc]

$d_m$  = a csapágy átmérője =  $0,5 (D + d)$  [mm]

A zsírok adatlapján a csapágy üzemi fordulatszámára vonatkozó adatokat a **4. táblázatban** megadott útmutatások segítségével lehet értelmezni.

#### Terhelés

A zsírok adatlapján a terhelésre vonatkozó utalások a C/P arányon alapulnak, ahol C a csapágy névleges dinamikus terhelése, P pedig az alap, egyenértékű dinamikus csapágyterhelés (a csapágyat valójában érő terhelés). Ezért:

- Minél kisebb a P egyenértékű terhelés, annál nagyobb a C/P arány, és annál kevésbé lesz terhelt a csapágy.
- Minél nagyobb a P egyenértékű terhelés, annál kisebb a C/P arány, és annál jobban lesz terhelt a csapágy.

A zsírok adatlapján a csapágy terhelésére vonatkozó adatokat az **5. táblázatban** megadott útmutatások segítségével lehet értelmezni.

## Zsírok teljesítményvizsgálata

A zsírok adatlapjának fennmaradó része jellemzően a zsírmintákon végrehajtott laboratóriumi vizsgálatok eredményét tartalmazza.

Ezeket az eredményeket a **6. táblázat**beli útmutatás alapján lehet értelmezni.

6. táblázat

Vizsgálat	Jelentése	Mérés [mértékegység]	Az eredmény értelmezése
<b>Cseppenéspont</b>	Az a hőmérséklet, amelyen a zsír folyjni kezd	Hőmérséklet [°C]	–
<b>Penetráció</b>	Konzisztencia, a zsír merevsége (NLGI-fokozat)	A kúpbehatolás mélysége 85 és 475 közötti érték [10 <sup>-1</sup> mm] (60–100 000 vonás)	Nagy szám = puha zsír Kicsi szám = sűrű zsír
<b>Gördülési stabilitás</b>	Milyen könnyen puhul és keményedik a zsír	A kúpbehatolás mélységének változása [10 <sup>-1</sup> mm]	Nagy szám = kevésbé stabil Kicsi szám = stabilabb
<b>Mechanikai stabilitás</b>	A vibrációnak kitett zsír mechanikai stabilitása	Osztályozás, a kiszivárgott zsír mennyiségétől függ (SKF V2F osztályozás)	M = nagyon kicsi zsírshivárgás m = valamelyes zsírshivárgás Sikertelen = nagy mennyiségű zsírshivárgás
<b>Korrózióvédelem</b>	A vízzel keveredett zsír korróziójának mértéke	0 és 5 közötti érték (SKF EMCOR osztályozás <sup>1)</sup> )	0 = nincs korrózió 5 = nagyon súlyos korrózió
<b>Olajkiválás</b>	A tárolás során szitán átszivárgó olaj mennyisége	Százalékos tömegvesztesség [%] (DIN 51817)	0% = nincs olajkiválás 100% = teljes olajkiválás
<b>Vízállóság</b>	A vízbe tett zsírban bekövetkezett változás	0 és 30 közötti (szemrevételezésen alapuló) érték (DIN 51807/1)	0 = nincs változás 3 = nagy változás van
<b>Kenési képesség</b>	A zsír kenési képessége nagy méretű csapágyakra (d ≥ 200 mm) jellemző üzemi körülmények között	Osztályozás, amely azon alapul, hogy a zsír milyen mértékben képes kenni a nagy méretű csapágyakat normál és magas hőmérsékletű körülmények között (SKF R2F zsírvizsgáló gép)	Nem melegített vizsgálat (normál hőmérsékletű körülmények között) Sikeres = a zsír használható Sikertelen = a zsír nem használható Melegített vizsgálat (magas hőmérsékletű körülmények között) Sikeres = a zsír használható Sikertelen = a zsír nem használható
<b>Rézkorrózió</b>	Annak foka, amilyen mértékben a zsír meg tudja védeni a réztövezeteket	1 és 4 közötti (szemrevételezésen alapuló) érték (DIN 51811)	1 = jó védelem 4 = nagyon rossz védelem
<b>Csapágyzsír élettartama</b>	A zsír élettartama	A csapágy tönkremenetelig eltelt idő [óra] (SKF ROF zsírvizsgáló gép)	–
<b>Teljesítmény különösen nagy nyomáson (EP teljesítmény) (VKA vizsgálat)</b>	Besorolható-e a zsír a különösen nagy nyomáson használható (EP) zsírok közé	A zsír EP-határértéke [N] (DIN 51350/4)	–
<b>Súrlódási korrózió</b>	A zsírnak a súrlódási korrózió elleni védőképessége	Csapágykopás [mg] (ASTM D4170)	–

<sup>1)</sup> Az ISO 11007 szabvány szerint.

## A megfelelő zsír kiválasztása

Hiába tesz meg mindent a csapágy korai tönkremenetelének megelőzése érdekében, az mit sem ér, ha nem megfelelő zsírt választott. Ezért a zsír kiválasztása alapvető fontosságú bármely gép sikeres üzemeltetéséhez. A legtöbb alkalmazásnak megfelel egy ásványolaj alapú, lítium sűrítőjű, NLGI 2 fokozatú zsír. De az alábbiakban tárgyalt összes szempont figyelembe kell venni.

A kiválasztási eljárás megkezdése előtt gyűjtse össze az összes lényeges információt:

- az alkalmazást
- a csapágy típusát és általános méreteit
- a csapágy terhelését
- az üzemi és a környezeti hőmérsékletet
- a forgási sebességet
- a tengely irányát
- külső hatásokat (például vibráció, rezgés)
- a szennyezésre vonatkozó részletes adatokat

**VIGYÁZAT!** A kiinduló zsír kiválasztásakor, illetve egy másik zsírra való áttéréskor ne feledje el megnézni a gyártó által biztosított dokumentációt. A zsírok nem mind összeférhetőek, és a gépben lehetnek olyan alkatrészek is, amelyek nem férnek össze bizonyos kenőanyagokban használt adalékanyagokkal.

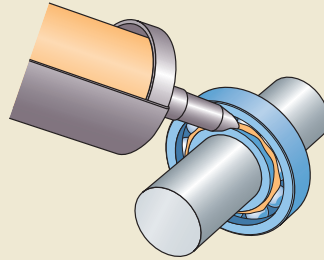
### Zsírkiválasztó eszközök

A megfelelő zsír kiválasztásához használható az SKF zsírkiválasztó programja, a LubeSelect. Az SKF egy másik programja, a LuBase több mint 100 kenőanyaggyártó több mint 2 000 kenőanyagára vonatkozóan tartalmaz részletes adatokat. Mindkét program a [www.apitudexchange.com](http://www.apitudexchange.com) honlapról érhető el.

Az SKF csapágyzsír-kiválasztó táblázatot az **M függelék (430–431. oldal)** tartalmazza. A megfelelő zsír kiválasztására vonatkozó további információ az internetről, a [www.skf.com](http://www.skf.com) honlapon elérhető *SKF interaktív műszaki katalógus*ból szerezhető be.

### Hogyan kell kenni a csapágyakat és a kapcsolódó alkatrészeket az első beszereléskor?

A legtöbb gördülőcsapágyat kenés nélkül forgalmazzák. De be vannak vonva rozsdásodásgátló konzerválóanyaggal. Az SKF gyártmányú csapágyakon lévő rozsdásodásgátló összefér a legtöbb kenőanyaggal és adalékanyaggal (kivéve



### FIGYELMEZTETÉS

Az SKF LGET 2, ami egy fluorozott zsír, nem összeférhető más zsírokkal, olajokkal és konzerválóanyagokkal. Ezért új zsír használata előtt nagyon alaposan ki kell mosni a csapágyakat és ki kell tisztítani a rendszert.

például az SKF LGET 2-t), és nem kell lemosni az első kenés előtt. A mindkét oldalon porvédővel vagy tömítéssel lezárt csapágyakat a gyárban bezsírozzák, és beszereléskor nem igényelnek további kenést.

**VIGYÁZAT!** Soha ne mossa a porvédővel vagy tömítéssel mindkét oldalon lezárt csapágyakat.

### A zsírzás legjobb időpontja

A nyitott csapágyakat általában beszerelés után kenik (→ 2. ábra). Ennek legfőbb oka a tisztaság. Minél később teszik bele a zsírt, annál nagyobb az esélye annak, hogy szennyezőanyag kerül a csapágy belsejébe.

A csapágyakat akkor kell beszerelés előtt kenni, ha nincs más módja annak, hogy a zsírt a csapágyba juttassák.

### A megfelelő mennyiség

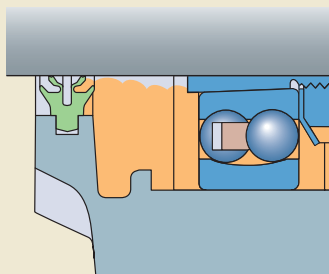
Általános szabályként az mondható, hogy a házba szerelt csapágyakat még használatba vételük előtt teljesen (100%-ig) meg kell tölteni zsírral.

A házban lévő üres teret részben (30–50%-ig) kell megtölteni zsírral → **3. ábra**). Az olyan vibráció mentes alkalmazások esetén, ahol a csapágyak nagyon kicsi fordulatszámmal forognak, és ahol jó védelmet kell biztosítani a szennyeződés ellen, az SKF azt ajánlja, hogy a házban lévő üres teret 90%-ig töltsé meg zsírral.

Nagyon szennyezett környezet esetén azt is megteheti, hogy a házat teljesen megtölti zsírral, és SKF gyártmányú tömített csapágyat használ. Ez a háromrétegű védelem a ház tömítése, a házban lévő zsír és a csapágy tömítése segítségével a csapágyat és a csapágyban lévő kenőanyagot még a legkisebb szennyezőanyagoktól is megvédi.

**VIGYÁZAT!** A házban mindig hagyjon üres helyet, hogy az induláskor a csapágyból kijövő zsírnak legyen hova távoznia. Ha teljesen megtölti a házat, habzás következhet be, ami akár 50 °C-kal is megnövelheti az üzemi hőmérsékletet. Elég lehet a zsír is, ami kenőanyaghiányhoz vezet. Ha nincs mód bejáratásra, akkor a csapágyban lévő üres teret kezdetben legfeljebb 30%-ig szabad zsírral megtölteni.

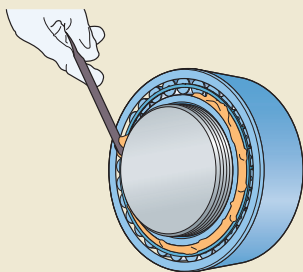
3. ábra



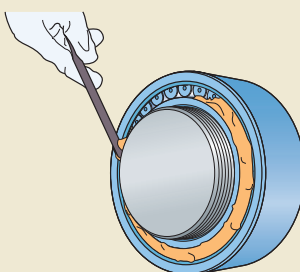
Labirinttömítések használata esetén a labirint-elrendezésben található radiális, illetve axiális hézagokat teljesen ki kell tölteni zsírral.

A két ajakkal és az érintkező segédajakkal rendelkező tömítéseket is teljesen meg kell tölteni zsírral, mert a zsír nem csupán tömít, de csökkenti az ajak alatti hőmérsékletet is.

4. ábra



a) Kosaras CARB toroidgörgős csapágyak kenése (nagy fordulatszámon üzemel)



b) Teljesen feltöltött CARB toroidgörgős csapágyak kenése

### CARB toroidgörgős csapágyak

A CARB toroidgörgős csapágyakban viszonylag nagy hely van a zsír számára (→ 4. ábra). Ha ezeket a csapágyakat teljesen megtöltik zsírral, és viszonylag nagy fordulatszám (a referencia-fordulatszám > 75%-án) használják őket, akkor az üzemi hőmérséklet megemelkedése várható. Ezért az SKF azt ajánlja, hogy csak a csapágy belső gyűrűje és kosara közötti teret töltsék ki zsírral (a).

Telegörgős CARB csapágyak, illetve kicsi vagy közepes fordulatszámmal működő CARB csapágyak esetén a csapágyakat teljesen meg kell tölteni zsírral (b).

### Nagy és igen nagy pontosságú csapágyak

A nagy és igen nagy pontosságú csapágyakat általában kis mennyiségű zsírral kell kenni. Szerszám gép alkalmazásokban, amelyek leg-többször nagy vagy igen nagy fordulatszám (működnek, a csapágyon belüli üres térnek kevesebb, mint 30%-át kell zsírral kitölteni. A tapasztalat azt mutatja, hogy a leggyakrabban a csapágyon belüli üres teret csak mintegy 10–15%-ig töltik ki zsírral.

A nagy és igen nagy pontosságú csapágyak zsírozására vonatkozó további információ az internetről, a [www.skf.com](http://www.skf.com) honlapon elérhető *SKF interaktív műszaki katalógusból* szerezhető be.

### Zsírzási módszerek beszereléskor

A kenési módszerek a csapágy és a ház kialakításától függően változnak. A csapágyak szétválaszthatók vagy szét nem választhatók lehetnek, a házak pedig osztottak vagy egy darabból állók lehetnek. Az alábbiak útmutatásul szolgálhatnak a csapágyak zsírzásához.

A csapágyak beszerelésével a *Gördülőcsapágyak beszerelése* című, a **44. oldalon** kezdődő fejezet foglalkozik.

### Szétválasztható csapágyak

A szétválasztható csapágyak lehetnek henger-görgős és kúp-görgős csapágyak, négy pont érintkezésű golyócsapágyak, valamint tetszőleges típusú axiális csapágyak. Ezeket a csapágyakat akkor kell beszírozni, amikor a beszerelési sorrendnek megfelelően éppen szét vannak választva. Ügyeljen arra, hogy a gördülőelemek és a kosár közötti szabad tér teljesen ki legyen töltve zsírral. Ha a gördülőelem-kosár szerelvény mindkét gyűrűtől elválasztható, akkor vékonyan

zsírozza meg az egyik gyűrű futópályáját, nehogy megsérüljön a felülete, amikor a gördülőelem-kosár szerelvényt visszanyomja a gyűrűbe.

### Nem szétválasztható csapágyak

A nem szétválasztható csapágyak, így például a mély hornyú és ferde hatásvonalú golyócsapágyak, a beszerelés során célszerűen zsírral mindkét oldalról megtölthetők.

Önbeálló golyócsapágyak, beálló görgőcsapágyak és CARB toroidgörgős csapágyak esetén az egyik gyűrű kifordítható, hogy könnyebb legyen a kenés. Azután a csapágyat néhányszor meg kell forgatni, hogy a zsír eloszalása egyenletes legyen.

**VIGYÁZAT!** Amikor kifordítja egy CARB toroidgörgős csapágy vagy egy beálló csapágy gyűrűjét, az alsó gördülőelemek kissé kimmozdulhatnak helyükről. Emiatt a gyűrű visszafordításakor a gördülőelemek a külső gyűrűhöz szorulhatnak, és megsérülhet a csapágy. Ennek elkerülése érdekében finoman igazítsa vissza a gördülőelemeket a helyükre.

### Csapágyak kenése beszerelés előtt

Az olyan nyitott csapágyakat, amelyeket nem lehet beszerelés után kenni, beszerelésük előtt kell kenni az alábbiak szerint:

- 1 Tegye a csapágyat egy tiszta műanyag fóliára.
- 2 A nagyobb csapágyakat ékelje ki, vagy V tuskó segítségével tartsa helyén a csapágyat.
- 3 Töltsék meg zsírral – mindkét oldalról – a gördülőelemek és a kosár közötti üres teret zsírozókanál segítségével. Önbeálló csapágyak esetén fordítsa ki az egyik csapágygyűrűt, hogy láthatóvá váljanak a gördülőelemek, majd kenje bele a zsírt.
- 4 Ha a csapágyat nem lehet azonnal beszerelni, csomagolja be műanyag fóliába.

### Zsírral kent csapágyak bejáratása

Első indításkor az újonnan kent csapágyban emelkedni fog a hőmérséklet. Ezért az SKF azt ajánlja, hogy ha lehetséges, járassa be a csapágyakat mielőtt teljes fordulatszám (használná őket). Ez különösen a nagy fordulatszámmal működő alkalmazások esetén fontos. Bejáratás nélkül a hőmérsékletnövekedés jelentős is lehet.

A csapágy bejáratása azt jelenti, hogy a csapágyat egy kezdeti alacsony fordulatszámról indulva egyre nagyobb fordulatszámmal használja.

## Kenés

A bejáratási időszak végére a zsír egyenletesen szétoszlik a csapágyban, az üzemi hőmérséklet pedig állandósul.

### Újrakenés

A zsír nem örökéletű. Az idő, a hőmérséklet, a mechanikai igénybevétel, az öregedés és a szennyezőanyagok bejutásának hatására a csapágyazásban romlik a zsír minősége, és fokozatosan elveszti kenési tulajdonságait. Az újrakenés azt jelenti, hogy bizonyos üzemidő után friss zsírt juttatnak a csapágyazásba.

A helyes újrakenésnek három alapvető fontosságú tényezője van: a zsír típusa, a zsír mennyisége és az újrakenési időköz. A zsír mennyisége és az újrakenési időköz nagyon függ attól, hogy a zsírt kézzel vagy automatikusan juttatják-e be a csapágyba.

A tömített csapágyak kenése rendszerint teljes élettartamukra megoldott, jellemzően nem kell őket újrakeneni. Ha azonban nehéz üzemi körülmények között használják őket, szükség lehet újrakenésre. Ezért a tömített csapágyak számos típusa rendelkezik újrakenést elősegítő résszel.

### Újrakenési időközök

Az újrakenési időközök sok egymással kapcsolatban álló tényezőtől függnek. Az újrakenési program összeállítás előtt ne feledje el tanulmányozni a gép gyártójának javaslatait. Ha erre nincs mód, akkor az újrakenési időközök kiszámítása előtt gyűjtson össze minden lényeges információt:

- az alkalmazást
- a csapágy típusát és külső méreteit
- a csapágy terhelését
- az üzemi és a környezeti hőmérsékletet
- a fordulatszámot
- a tengely pozícióját
- külső hatásokat (például vibráció, rezgés)
- a szennyezésre vonatkozó részletes adatokat

A  $t_r$  újrakenési időköz az **1. diagramról** olvasható le, és a következőktől függ:

- az A fordulatszám tényezőtől
- a  $b_f$  csapágytényezőtől
- a C/P terhelési aránytól

ahol

$A = n d_m$  [mm/perc]

$n$  = fordulatszám [ford./perc]

$d_m = a$  csapágy közép átmérője  
=  $0,5 (d + D)$  [mm]

$b_f$  = a csapágy típusától és a terhelési viszonyoktól függő csapágytényező (tengelyirányban terhelt beálló görgőscsapágyak esetén) (→ **7. táblázat, 194. oldal**)

Ha a csapágyhiba azt jelzi, hogy probléma van a hővel és/vagy a kenéssel, akkor először azt ellenőrizze, hogy a megfelelő zsírt használja-e. Ha igen, akkor ellenőrizze, hogy az A fordulatszám tényező a **7. táblázatban (194. oldal)** ajánlott határok közé esik-e. Ha az alkalmazás fordulatszám tényezője nagyobb a listán szereplő értékeknél, akkor jelentősen megnövelheti a csapágy üzemi élettartamát azzal, hogy keringetett vagy olajkeringető olajjal kenő rendszerre tér át.

Az **1. ábrán** látható újrakenési időközök becsült értékek, melyek a következő üzemi körülmények alapján kerültek meghatározásra:

- az üzemi hőmérséklet 70 °C
- a kenés jó minőségű, lítium alapú zsírral történik
- a tengely vízszintes
- a belső gyűrű forog
- a környezet tisztá

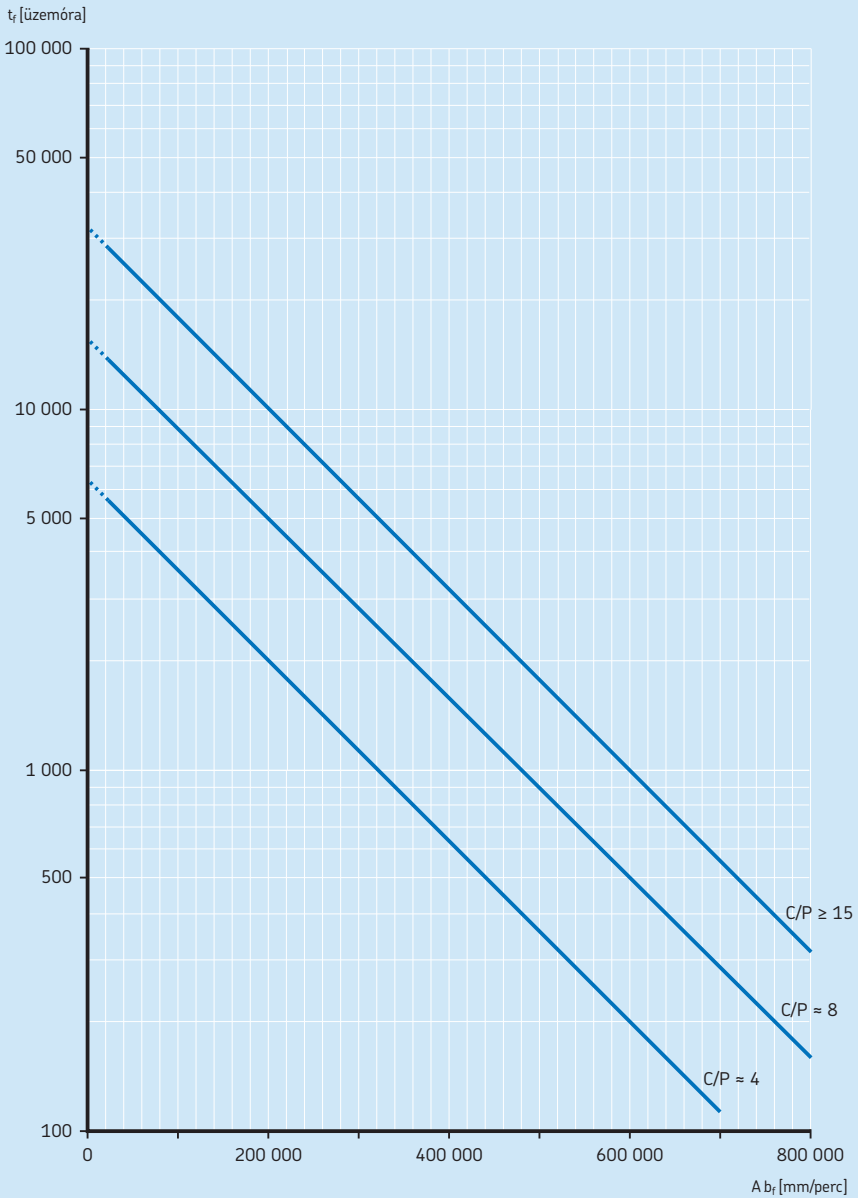
Ha mások a csapágy üzemi körülményei, akkor a **8. táblázatban (195. oldal)** megadott információknak megfelelően módosítsa az újrakenési időközöket.

**MEGJEGYZÉS:** Ha különböző típusú csapágyakat használ egy egységben, akkor az összes csapágy esetén a legrövidebb kiszámított újrakenési időközt használja.

Az újrakenési időközök az SKF zsírkiválasztó programja, a LubeSelect segítségével is kiszámíthatók. A program a [www.aptitudexchange.com](http://www.aptitudexchange.com) honlapon érhető el.



## Újrakenési időközök 70 °C hőmérsékleten



## Újrakenési eljárások

Az, hogy milyen újrakenési módszert választanak, általában az alkalmazástól, az üzemi körülményektől és a  $t_f$  újrakenési időköztől függ. Két fő újrakenési eljárás van: az újrafeltöltés és a folyamatos újrakenés (→ 9. táblázat).

7. táblázat

### Csapágytényezők és az A fordulatszám tényező ajánlott határértékei

Csapágy típusa <sup>1)</sup>	$b_f$ csapágy-tényező	Az A fordulatszám tényező és az alábbi terhelési arányok ajánlott határértékei		
		$C/P \geq 15$	$C/P \approx 8$	$C/P \approx 4$
–	–	mm/perc		
<b>Mély hornyú golyóscsapágyak</b>	1	500 000	400 000	300 000
<b>Ferde hatásvonalú golyóscsapágyak</b>	1	500 000	400 000	300 000
<b>Önbeálló golyóscsapágyak</b>	1	500 000	400 000	300 000
<b>Hengergörgős csapágyak</b>				
• nem tartó csapágy	1,5	450 000	300 000	150 000
• tartó csapágy, külső tengelyirányú terhelés nélkül, vagy kicsi, de váltakozó tengelyirányú terheléssel	2	300 000	200 000	100 000
• tartó csapágy, állandóan ható kicsi tengelyirányú terheléssel	4	200 000	120 000	60 000
• kosár nélkül, teljesen feltöltött <sup>2)</sup>	4	NA <sup>3)</sup>	NA <sup>3)</sup>	20 000
<b>Kúpögörgős csapágyak</b>	2	350 000	300 000	200 000
<b>Beálló görgőscsapágyak</b>				
• ha $F_2/F_1 \leq e$ és $d_m \leq 800$ mm				
– 213, 222, 238, 239 sorozat	2	350 000	200 000	100 000
– 223, 230, 231, 232, 240, 248, 249 sorozat	2	250 000	150 000	80 000
– 241 sorozat	2	150 000	80 000 <sup>4)</sup>	50 000 <sup>4)</sup>
• ha $F_2/F_1 \leq e$ és $d_m > 800$ mm				
– 238, 239 sorozat	2	230 000	130 000	65 000
– 230, 231, 240, 248, 249 sorozat	2	170 000	100 000	50 000
– 241 sorozat	2	100 000	50 000 <sup>4)</sup>	30 000 <sup>4)</sup>
• ha $F_2/F_1 > e$				
– minden sorozat	6	150 000	50 000 <sup>4)</sup>	30 000 <sup>4)</sup>
<b>CARB toroidgörgős csapágyak</b>				
• kosárral	2	350 000	200 000	100 000
• kosár nélkül, teljesen feltöltött <sup>2)</sup>	4	NA <sup>3)</sup>	NA <sup>3)</sup>	20 000
<b>Axiális golyóscsapágyak</b>	2	200 000	150 000	100 000
<b>Axiális hengergörgős csapágyak</b>	10	100 000	60 000	30 000
<b>Axiális beálló görgőscsapágyak</b>				
• forgó tengelyalátét	4	200 000	120 000	60 000

<sup>1)</sup> A csapágytényező és az A fordulatszám tényező ajánlott gyakorlati határértékei szabványos belső geometriával és szabványos kosárral rendelkező csapágyakra vonatkoznak. Más belső csapágykialakítás és speciális kosár esetén vegye fel a kapcsolatot az SKF alkalmazás-mérnöki szolgálatával.

<sup>2)</sup> Az 1. diagramról (193. oldal) származó  $t_f$  értéket el kell osztani 10-zel.

<sup>3)</sup> Nem értelmezhető. Ezen C/P értékek esetén az SKF nem ajánlja telegörgős csapágy használatát, helyette kosaras csapágy használatát javasolja.

<sup>4)</sup> Nagyobb fordulatszám esetén olajkenés javasolt.

8. táblázat

## Az újragenési időközök módosítása

Üzemi körülmények / Leírás csapágytípus	Ajánlott módosítás a $t_r$ értékhez	A módosítás oka
<b>Üzemi hőmérséklet</b>	70 °C felett 15 °C-onként, egészen a felső hőmérsékletátlagig (HTL)	Felezze meg az időközt
	70 °C alatt 15 °C-onként	Duplázza meg az időközt (legfeljebb kétszer) <sup>1)</sup>
<b>Tengely iránya</b>	A csapágyakat függőleges tengelyre szerelték	Felezze meg az időközt
<b>Rezgés</b>	Nagy rezgés szint és ütési terhelés	Csökkentse az időközt <sup>2)</sup>
<b>A külső gyűrű forog</b>	A külső gyűrű forog vagy excenteres a tengely súlyeloszlása	Az A fordulatszám tényezőt ne a $d_m$ , hanem a D felhasználásával számítsa ki
<b>Szennyeződés</b>	Erős szennyeződés vagy folyékony szennyezőanyagok jelenléte	Csökkentse az időközt <sup>2) 3)</sup>
<b>Terhelés</b>	Nagyon nagy terhelés azaz $P > 0,15 C$	Csökkentse az időközt <sup>2)</sup>
<b>A csapágy mérete</b>	$d > 300$ mm furatátmérőjű csapágyak	Csökkentse az időközt <sup>2)</sup>
<b>Hengergörgős csapágyak</b>	J, JA, JB, MA, MB, ML, MP és PHA kosarú csapágyak <sup>4)</sup>	Felezze meg az időközt

<sup>1)</sup> Telegörgős és axiális csapágyak esetén ne növelje az időközt.

<sup>2)</sup> Vegye fel a kapcsolatot az SKF alkalmazásmérnöki szolgálatával.

<sup>3)</sup> Nagyon szennyezett körülmények között fontolja meg az SKF gyártmányú tömített csapágyak vagy a folytonos kenés használatát.

<sup>4)</sup> P, PH, M és MR kosarak esetén nincs szükség módosításra.

9. táblázat

## Újragenési eljárások

Újragenési eljárás	Megfelelő $t_r$ újragenési időköz	Előny	Hátrány	Követelmény
<b>Újrafeltöltés</b>	$t_r < 6$ hónap	Megszakítás nélküli üzemelés	Kenőcsatornákra van szükség a csapágyházban Munkaigényes Könnyen hozzá kell tudni férni a csapágyházhoz Nagy a szennyeződés kockázata	Zsírozólesztékkel ellátott csapágyházak Zsírozópisztoly
<b>Folyamatos újragenés</b>	nagyon rövid $t_r$	Nehezen elérhető pontok esetén ideális Kicsi a szennyeződés kockázata Nem munkaigényes Lehetőség van a kenés folyamatos figyelésére Megszakítás nélküli üzemelés	A zsírnak jól szivattyúzóhatónak kell lennie (különösen alacsony környezeti hőmérsékleten)	Automatikus kenők vagy központi kenőrendszerek

**Újrafeltöltés**

Mivel csak a csapágyban lévő zsírt kell kicserélni, az újrafeltöltéshez szükséges mennyiség kizárólag a csapágy méretétől függ.

Egyes csapágyak külső vagy belső gyűrűjében az újragenést elősegítő részek vannak, amelyek megkönnyítik a csapágy közepén át történő hatékony újragenést (→ **5. ábra**). Az újrafeltöltéshez szükséges zsír mennyisége:

$$G_p = 0,002 D B$$

Más csapágyakat csak oldalról lehet kenni (→ **6. ábra**). Az újrafeltöltéshez szükséges zsír mennyisége:

$$G_p = 0,005 D B$$

ahol

$G_p$  = az újrafeltöltéskor szükséges zsír mennyisége [g]

$D$  = a csapágy külső átmérője [mm]

$B$  = a csapágy teljes szélesség (axiális csapágyak esetén a  $H$  magasságot kell használni) [mm]

A súrlódó tömítésekkel, azaz a két vagy négy ajakkal rendelkező tömítésekkel felszerelt házban lévő csapágyelrendezéseknek zsírtúlfolyó furattal kell rendelkezniük, hogy a használt és felesleges zsír eltávozhasson az elrendezésből. A zsírtúlfolyó furatoknak a rögzítőanya egyazon oldalán kell lenniük, tehát a zsírzószemmel átellenes oldalán (→ **7. ábra**).

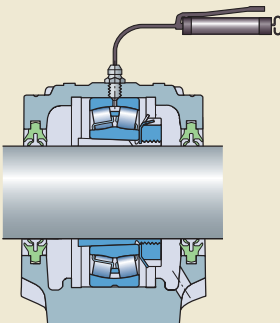
A nem érintkező tömítésekkel, például a labirinttömítésekkel rendelkező csapágyelrendezésekben nem kell zsírtúlfolyó furatnak lennie, hiszen ezekben a használt és felesleges zsír kinyomódik a labirint hézagain, amikor friss zsír kerül a csapágyelrendezésbe (→ **8. ábra**).

A zsírt a kenőanyagminőség-romlás korai fázisában kell újrafeltölteni. A zsírok újrafeltöltéséhez az SKF a következőket ajánlja:

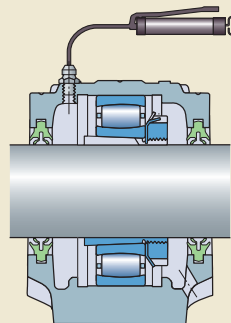
- 1** Ha másfajta zsírt használ, akkor ellenőrizze a zsírok összeférhetőségét (→ *Zsírok összeférhetősége*, a **200. oldaltól**).
- 2** Tisztítsa meg a zsírzószemeket.
- 3** Akkor hajtsa végre a zsír újrafeltöltését, amikor működik a gép. Ha ez nem lehetséges, kézzel forgassa a tengelyt.
- 4** Ha hosszú a kenőcsatorna és alacsony a környezeti hőmérséklet, akkor ellenőrizze, hogy a zsír megfelelően átfolyik-e: nézze meg, nem történik-e erős olajkiválás a szivattyúzás hatására.
- 5** Három-öt újrafeltöltés után lehetőség szerint cserélje a bennlévő zsírt (→ *Zsírcsere*, a **198. oldaltól**).

**VIGYÁZAT!** Ne juttasson be a megfelelő mennyiségnél több zsírt. Ha a túltöltés következtében a zsír kiszivárog az érintkező tömítéseknel, az károsíthatja a tömítést, továbbá túlmelegedést okozhat, és a csapágy korai tönkremeneteléhez vezethet.

5. ábra



6. ábra



### Folyamatos kenés

Folyamatos kenést használnak például az olyan nagy fordulatszámú alkalmazásokban, ahol folyamatosan szükség van kis mennyiségű kenőanyagra. Olyan nagyon szennyezett környezetben is szokták használni, ahol a folyamatos kenésre azért van szükség, hogy kívül tartsák a szennyezőanyagokat.

Automatikus kenési megoldásokat a folyamatos kenésre és az olyan helyzetekre fejlesztették ki, ahol nehéz vagy veszélyes megközelíteni a kenési pontokat, illetve ahol javítani kell a kenési feladatok megbízhatóságát. Az automatikus kenés legfőbb előnye az, hogy pontosabban tudja szabályozni, hogy milyen kenőanyagból mennyi kerüljön az egyes kenési pontokra. Csökken továbbá a zsírzópisztolyos kézi kenéssel járó szennyezési kockázat is.

A folyamatos kenéshez szükséges zsír mennyisége hozzávetőleg a következőképp számítható ki:

$$G_k = (0,3 \dots 0,5) D B \times 10^{-4}$$

ahol

$G_k$  = a folyamatosan biztosítandó zsír mennyisége [g/h]

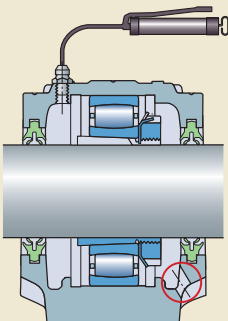
$D$  = a csapágy külső átmérője [mm]

$B$  = a csapágy teljes szélesség (axiális csapágyak esetén a  $H$  teljes magasságot kell használni) [mm]

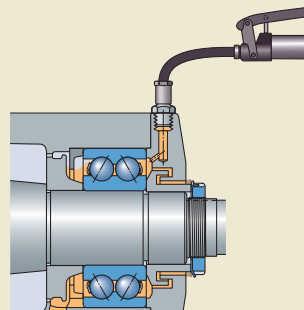
Az is megtehető, hogy a kiszámított  $G_p$  (→ *Újrafeltöltés*, **196. oldal**) újrafeltöltési mennyiséget osztja el az újragenési időköz folyamán.

Az SKF egypontos és többpontos automatikus kenőket gyárt, így például a SKF SYSTEM 24 kenőket. A központi kenőrendszerek az automatikus kenésnek egy másik alternatíváját kínálják (→ *Központi kenőrendszerek*, a **213. oldaltól**).

7. ábra



8. ábra



### Az SKF SYSTEM 24

A LAGD sorozatú SKF SYSTEM 24 kenőpatronok (→ **9. ábra**) egy, az adott kenőanyaggal megtöltött átlátszó tartállyal és egy gázfejlesztő cellával rendelkeznek. Az időbeállító tárcsán lévő értékek a valódi ürtési időt jelzik. A patronokat ideiglenesen ki lehet kapcsolni, ehhez az időbeállító tárcsát nullára kell állítani.

A LAGE sorozatú SKF SYSTEM 24 kenőpatronok (→ **10. ábra**) egy, az adott kenőanyaggal megtöltött átlátszó tartállyal és egy elektromechanikus kenőrendszerrel rendelkeznek. Akkumulátoros újratöltés készletek kaphatók hozzájuk. Az adagolás sebessége hőmérsékletfüggő.

Mindkét sorozatú patron esetén a legnagyobb üzemi nyomás 5 bar, a csatlakozó menete G 1/4-es. További műszaki adatok a

**10. táblázatban** találhatóak.

**VIGYÁZAT!** Ellenőrizze, hogy az új patronban ugyanaz a fajta zsír van-e mint a régiben. Újfajta zsír használata esetén ellenőrizze, hogy a zsírok összeférhetőek-e.

### FIGYELMEZTETÉS

A súlyos sérülések esélyének minimalizálása érdekében bármiféle munkavégzés előtt hajtse végre a szükséges zároló eljárásokat.

### Zsírcsere

A zsírcsere az a folyamat, amelynek során leállítják a gépet, eltávolítják a csapágyelrendezés belsejéből az ott lévő zsírt, és friss zsírt tesznek a helyére. A zsírtöltet cseréje általában több újrafeltöltés után, illetve akkor ajánlott, ha az újrafeltöltés időköz hosszabb hat hónapnál.

Osztott házba szerelt csapágyazásban a zsírtöltet cseréje esetén az SKF a következőket ajánlja:

- 1 Tisztítsa meg a munkaterületet.
- 2 Nyissa ki a házat.
- 3 Spatulával teljesen távolítsa el a ház üregéből a használt zsírt, és oldószerral tisztítsa ki a ház üregét.
- 4 Tisztítsa meg a csapágyat oldószerral, és hagyja megszáradni. A rajta maradt oldószert el fog párologni.
- 5 Töltse meg zsírral a gördülőelemek és a kosár közötti üres teret zsírozókanál segítségével a könnyebben hozzáférhető oldalról.

9. ábra



10. ábra



- 6 A házat 30–50%-ig töltsse meg zsírral (ez a jellemző mennyiség a normál alkalmazásoknál).
- 7 Tegye vissza a helyére a ház fedelét.
- 8 Járassa be a csapágyat.

Ha a házhoz nem lehet egyszerűen hozzáférni, de van rajta zsírószem és zsírtúlfolyó furat, akkor az SKF az alábbiakat ajánlja:

**VIGYÁZAT!** Ha másfajta zsírt használ, akkor ellenőrizze a zsírok összeférhetőségét (→ *Zsírok összeférhetősége*, a **200. oldaltól**).

- 1 Gondoskodjon arról, hogy nyitva legyen a zsírtúlfolyó furat.
- 2 Tisztítsa meg a zsírószemet.
- 3 Miközben működik a gép, a zsírószemen át vigyen be folyamatosan és határozottan (de ne túl gyorsan) friss zsírt.
- 4 Fogja fel egy tartályban a túlfolyó furaton át távozó zsírt.
- 5 Addig folytassa a friss zsír adagolását, amíg friss zsír nem jön ki túlfolyó furatból.

**VIGYÁZAT!** Ha túl gyorsan túl sok zsírt juttat a csapágyba anélkül, hogy lehetőséget biztosítana a zsír kiürülésére, habzás és magas üzemi hőmérséklet lesz az eredménye.

10. táblázat

## SKF SYSTEM 24 kenőpatronok

Tulajdonság	Patron LAGD 60	LAGD 125	LAGE 125	LAGE 250
Zsírkapacitás	60 ml	125 ml	122 ml	250 ml
Névleges kiürülési idő	1–12 hónap (beállítható)	1–12 hónap (beállítható)	1, 3, 6, 9 vagy 12 hónap (beállítható)	1, 3, 6, 9 vagy 12 hónap (beállítható)
Környezeti hőmérséklet- tartomány	–20 és +60 °C között	–20 és +60 °C között	0 és +55 °C között	0 és +55 °C között <i>(30 és 130 °F között)</i>
Előre feltöltött patron megren- deléskor használandó jelölése	LAGD 60/ kenőanyag	LAGD 125/ kenőanyag	LAGE 125/ kenőanyag	LAGE 250/ kenőanyag
Használható SKF gyártmányú zsírok	LGWA 2	LGWA 2, LGEM 2, LGFP 2, LGHB 2, LGHP 2, LGGB 2, LGWM 2	LGWA 2, LGEM 2, LGFP 2, LGHB 2, LGHP 2, LGWM 2	LGWA 2, LGEM 2, LGFP 2, LGHB 2, LGHP 2, LGWM 2
Használható SKF gyártmányú láncolajok <sup>1)</sup>	–	LHMT 68, LHHT 265, LHFP 150	LHMT 68, LHHT 265, LHFP 150	LHMT 68, LHHT 265, LHFP 150

<sup>1)</sup> Az SKF gyártmányú láncolajokkal kapcsolatban a **16. táblázat (209. oldal)** tartalmaz további információkat.

## Zsírok összeférhetősége

Mielőtt egy zsírtípusról áttér egy másikra, ellenőrizze, hogy a két zsír összeférhető-e. Mivel egy csapágyszárazításban a zsír a teljes csapággal érintkezik, a zsírnak összeférhetőnek kell lennie a csapágyszárazításban felhasznált minden anyaggal és a csapágykonzerváló anyaggal, illetve bevonattal is.

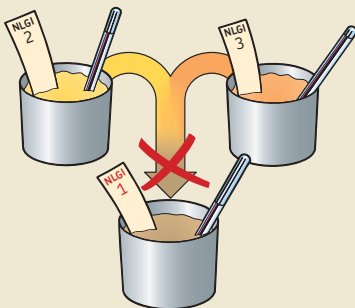
### Zsírok összeférhetősége

Az azonos sűrítőanyagot és hasonló alapanyagot tartalmazó zsírok általában probléma nélkül keverhetők egymással. Ha azonban két nem összeférhető zsír keveredik, akkor a kapott keverék rendszerint puhább konzisztenciájú (→ 11. ábra), és a csapágy korai tönkremenetelét okozhatja, mert elszívárog a csapágyból. Továbbá a keveréknek a legnagyobb üzemi hőmérséklete alacsonyabb, a (működés közbeni) kenőanyagrétegének teherbírása pedig kisebb lesz, mint a keveréket alkotó zsírok bármelyikének.

**VIGYÁZAT!** Általában nem célszerű összekeverni a zsírokat. Ha nem ismert az eredeti zsír típusa, akkor először teljesen távolítsa el a régi zsírt, és csak ezután töltsen meg újra friss zsírral a csapágyzárazítást (→ *Zsírcsere*, a 198. oldaltól).

Annak eldöntéséhez, hogy két zsír összeférhető-e, hasonlítsa össze alapanyagukat (→ 11. táblázat) és sűrítőanyagukat (→ 12. táblázat).

11. ábra



### FIGYELMEZTETÉS

Az SKF LGET 2, ami egy fluorozott zsír, nem összeférhető más zsírokkal, olajokkal és konzerválóanyagokkal. Ezért új zsír használata előtt nagyon alaposan ki kell mosni a csapágyakat és ki kell tisztítani a rendszert.



11. táblázat

## Alapolajok összeférhetősége

	Ásvány/PAO	Észter	Poliglíkol	Szilikon: metil	Szilikon: fenil	Polifenil-éter	PFPE
Ásvány/PAO	+	+	-	-	+	0	-
Észter	+	+	+	-	+	0	-
Poliglíkol	-	+	+	-	-	-	-
Szilikon: metil	-	-	-	+	+	-	-
Szilikon: fenil	+	+	-	+	+	+	-
Polifenil-éter	0	0	-	-	+	+	-
PFPE	-	-	-	-	-	-	+

+ = Összeférhető    0 = Meg kell vizsgálni    - = Nem összeférhető

12. táblázat

## Sűrítőanyagok összeférhetősége

	Lítium	Kalcium	Nátrium	Lítiumkomplex	Kalcium- komplex	Nátrium- komplex	Bárium- komplex	Alumínium- komplex	Agyag	Közönséges polikarbamid <sup>1)</sup>	Kalcium- szulfonát- komplex
Lítium	+	0	-	+	-	0	0	-	0	0	+
Kalcium	0	+	0	+	-	0	0	-	0	0	+
Nátrium	-	0	+	0	0	+	+	-	0	0	-
Lítiumkomplex	+	+	0	+	+	0	0	+	-	-	+
Kalciumkomplex	-	-	0	+	+	0	-	0	0	+	+
Nátriumkomplex	0	0	+	0	0	+	+	-	-	0	0
Báriumkomplex	0	0	+	0	-	+	+	+	0	0	0
Alumíniumkomplex	-	-	-	+	0	-	+	+	-	0	-
Agyag (bentonit)	0	0	0	-	0	-	0	-	+	0	-
Közönséges polikarbamid <sup>1)</sup>	0	0	0	-	+	0	0	0	0	+	+
Kalciumszulfonát-komplex	+	+	-	+	+	0	0	-	-	+	+

+ = Összeférhető    0 = Meg kell vizsgálni    - = Nem összeférhető

<sup>1)</sup> Az SKF LGHP 2-t bevizsgálták, és összeférhetőnek találták a lítium és lítiumkomplex sűrítőanyagot tartalmazó zsírokkal.

### Zsírok össze nem férhetőségének jelei

A működés során megfigyelhető alábbi jelenségek a zsírok össze nem férhetőségének tipikus jelei:

- szivárog a kenőanyag
- megkeményedik a kenőanyag
- megváltozik a kenőanyag színe
- megemelkedik az üzemi hőmérséklet

### Gyors összeférhetőségi vizsgálat

Az súrítóanyagok összeférhetőségén (mechanikai stabilitás) és az alapolajok összeférhetőségén (felületnedvesítés) alapuló gyors vizsgálat a következőképp végezhető el:

- 1 Tegyen egy edénybe ugyanakkora mennyiséget mindkét típusú zsírból.
- 2 Keverje össze a keveréket egy pálcával.
- 3 Öntse át a keveréket egy másik edénybe.

Ha a keverék megkeményedik vagy sokkal puhábbá válik és könnyebben kiönthető az edényből, mint bármelyik eredeti zsír, akkor ezek a zsírok valószínűleg nem összeférhetőek.

**VIGYÁZAT!** A gyors összeférhetőségi vizsgálat csak tájékoztatásul szolgál! Az SKF azt ajánlja, hogy az összeférhetőséget valódi laboratóriumi vizsgálatokkal állapítsák meg.

### Zsírok és csapágyanyagok összeférhetősége

Az SKF gyártmányú csapágyzsírok a legtöbb csapágyanyaggal összeférhetőek. Ne feledje azonban az alábbiakat:

- Az EP (különösen nagy nyomás elviselését elősegítő) adalékanyagokat tartalmazó zsírok 100 °C felett heves reakcióba léphetnek a poliamid 66 anyagú kosarakkal.
- A kéntartalmú EP adalékanyagokat tartalmazó zsírok 100 °C felett megtámadhatják a sárgaréz kosarakat.
- Az észter olaj alapú zsírok nem összeférhetőek az akrilgumiból (ACM) készült tömítésekkel.

### A zsírok és az SKF gyártmányú csapágyak konzerválóanyagának összeférhetősége

Az SKF gyártmányú csapágyakat olyan kőolaj alapú konzerválóanyaggal kezelik, amely a csapágyzsírok többségével összeférhető. A konzerválóanyag azonban nem összeférhető a szintetikus flourozott olaj alapú és PTFE súrítóanyagot tartalmazó zsírokkal, így például az

SKF LGET 2-vel. Ilyen zsírok alkalmazása előtt fontos, a csapágyak mosása, szárítása.

Ha el kívánja távolítani a csapágyról a konzerválóanyagot, használjon zsírálló védőkesztyűt és megfelelő tisztítószer. A tisztítószer gyorsan elpárolog, a zsírt pedig ezután azonnal alkalmazni kell, nehogy megrozsdásodjanak a felületek.

### SKF gyártmányú kenőzsírok

Az SKF a csapágyzsírok és zsírral kenő berendezések széles választékát kínálja, kielégítve az alkalmazásnál felmerülő legtöbb igényt (→ **L függelék**, a **420. oldaltól**). A **423. oldalon** kezdődő **M függelék** az SKF gyártmányú csapágyzsírookra vonatkozó további adatokat, továbbá egy, a zsírok kiválasztását segítő táblázatot tartalmaz. További információ a [www.mapro.skf.com](http://www.mapro.skf.com) és a [www.skf.com/lubrication](http://www.skf.com/lubrication) honlapról szerezhető be.

# Olajkenés

## Mi van az olajban?

A kenőolaj alapolajból és adalékanyagokból áll.

### Alapolaj

Az alapolaj a kenőolajnak mintegy 95%-át teszi ki, és három csoportba sorolható:

- ásvány
- szintetikus
- természetes

Az ásvány alapolajok kőolaj alapú termékek. Gördülőcsapágyak kenéséhez általában ezeket az olajokat részesítik előnyben.

A szintetikus alapolajokat általában speciális üzemi körülmények között használják fel csapágyak kenésére, például nagyon alacsony vagy nagyon magas üzemi hőmérséklet esetén. A szintetikus olaj fogalma elég tág, lefedi a különböző alapú, így például a polialfaolefin (PAO), a polialkilglükol (PAG) és az észter alapú olajok széles skáláját.

A természetes alapolajokat, azaz az állati és növényi olajokat normál esetben nem használják gördülőcsapágyakhoz, mert nagy annak a kockázata, hogy már rövid idő után minőségromlás és savképződés indul el.

### Adalékanyagok

Az adalékanyagként ismert vegyi anyagokat azért adják hozzá az alapolajokhoz, hogy elérjenek vagy megnöveljenek velük bizonyos teljesítménytulajdonságokat. Az adalékanyagokat gyakran funkciójuk szerint csoportosítják, vannak például teljesítményjavító, kenőanyagvédő és felületvédő adalékanyagok.

A **13. táblázat** a leggyakrabban használt adalékanyagok közül sorol fel néhányat.

### Az olaj viszkozitása

A kenőolajok legfontosabb tulajdonsága a viszkozitás. A viszkozitás a folyadék elfolyással szembeni ellenállása; hőmérséklet- és nyomásfüggő. A viszkozitás a hőmérséklet emelkedésével csökken, a hőmérséklet csökkenésével pedig növekszik. A nagy viszkozitású olaj nehezebben folyik, mint a hígabb, kis viszkozitású olaj.

Az olajok viszkozitását jellemzően a nemzetközi szabványok referenciahőmérsékletén, azaz 40 °C-on adják meg.

13. táblázat

Adalékanyag	Feladata
<b>Rozsdásodásgátló</b>	Javítja az olaj csapágyfelület-védő képességét (vízben vagy olajban oldódó)
<b>Oxidálódásgátló</b>	Késlelteti az alapolaj magas hőmérsékleten várható bomlását, így meghosszabbítja a kenőanyag élettartamát
<b>Habzsgátló</b>	Megakadályozza a buborékok kialakulását
<b>Különösen nagy nyomás elviselését elősegítő (EP)</b>	Csökkenti a fémek érintkezés károsító hatásait
<b>Kopásgátló (AW)</b>	Megakadályozza a fémek érintkezést
<b>Szilárd adalékanyag</b>	Akkor biztosít kenést, amikor az alapolaj hatástalanná válik

### Viszkozitásiindex (VI)

Az olaj viszkozitásának és hőmérsékletének a kapcsolatát a viszkozitásiindex (VI) jellemzi. Ha egy olajnak magas a viszkozitásiindexe, akkor az olaj viszkozitása a hőmérsékletváltozás következtében csak minimális mértékben változik. Ehhez hasonlóan, a nagyon hőmérsékletfüggő olajok viszkozitásiindexe alacsony.

Gördülőcsapágyak kenéséhez az SKF legalább 95-ös viszkozitásiindexű olajok használatát ajánlja.

### ISO szerinti viszkozitásfokozat (VG)

Az ISO bevált szabvánnyal rendelkezik az olajviszkozításra, ez az ISO szerinti viszkozitásfokozat (VG). Ez nem más, mint az olaj átlagos viszkozitása 40 °C-on. Például 40 °C-on az ISO VG 68 olaj átlagos viszkozitása 68 mm<sup>2</sup>/s (68 cSt).

Az egyes ISO szerinti viszkozitásfokozatok legkisebb és legnagyobb viszkozitását az **I-2 függelék** ismerteti a **415. oldalon**. A különféle viszkozitáosztályozó módszereket az **I-1 függelék** hasonlítja össze a **414. oldalon**.

**MEGJEGYZÉS:** A viszkozitás mértékegysége a mm<sup>2</sup>/s vagy a cSt (ezek azonos mértékegységek).

### A megfelelő olaj kiválasztása

A szokásos ásványolajok a legtöbb olajjal kent alkalmazás esetén megfelelő kenést biztosítanak. Szintetikus olajat csak akkor kell választani, ha erre jó ok van, mivel az sokkal drágább.

Az olaj kiválasztásakor az a legjobb, ha minden befolyásoló tényezőt figyelembe vesz. A kiválasztási eljárás megkezdése előtt mindig gyűjtse össze az összes lényeges információt:

- az alkalmazást
- a csapágy típusát és külső méreteit
- a csapágy terhelését
- az üzemi és a környezeti hőmérsékletet
- a fordulatszámot
- a tengely irányát
- külső hatásokat (például vibráció, rezgés)
- a szennyezésre vonatkozó részletes adatokat

**VIGYÁZAT!** Vigyázzon, nehogy összekeveredjen valamelyik kenőanyaggyártótól származó helyettesítő olaj egy másik gyártótól származó olajjal. Előfordulhat, hogy ezek nem azonosak, illetve nem összeférhetők.

### Az olajkiválasztás folyamata

A gondos olajkiválasztás három, részletekbe menő lépésből áll. Az alábbiakban összefoglaljuk a kiválasztás folyamatát.

#### 1 Válassza ki az olajviszkózitást

Az olajat annak a viszkózitásnak az alapján kell kiválasztani, amely a várható üzemi körülmények között elégséges kenést fog biztosítani.

**MEGJEGYZÉS:** A kicsi viszkózitás kis sűrűldást jelent, de vékony olajréteggel. A nagy viszkózitás vastag olajréteget jelent, de nagy sűrűldással. Meg kell találni a középutat!

Azért, hogy a csapágy belsejében az érintkező felületek között megfelelő kenőanyagréteg alakulhasson ki, a kenőanyag „normál üzemi körülmények között” mindig valamekkora minimális viszkózitással kell rendelkeznie. A megfelelő kenéshez szükséges  $v_1$  minimális kinematikai viszkózitás a csapágy  $d_m$  közép átmérője és  $n$  fordulatszám alapján határozható meg (→ **2. diagram**). Egy adott kenőanyag hatékonyságát a  $\kappa$  viszkózításarány határozza meg, amely az  $v$  tényleges üzemi viszkózitásnak és az  $v_1$  minimális kinematikai viszkózitásnak az aránya. A használható viszkózításarányok jellemzően 1 és 4 közé esnek.

A minimális kinematikai viszkózitás a „normál üzemi körülmények között” szükséges viszkózitás. Ebből megkapható (→ **3. diagram, 206. oldal**) vagy kiszámítható a nemzetközi szabványok

referenciahőmérsékletén, azaz 40 °C-on érvényes viszkózitás. Ezt ismerve kiválasztható a minimális ISO VG (minimális ISO szerinti viszkózításfokozat).

A minimális ISO VG meghatározásához hajtás végre az alábbi lépéseket:

**MEGJEGYZÉS:** Egy csapágy üzemi hőmérsékletének megállapításakor vegye figyelembe, hogy az olaj hőmérséklete általában 3–11 °C-kal magasabb, mint a csapágyház hőmérséklete.

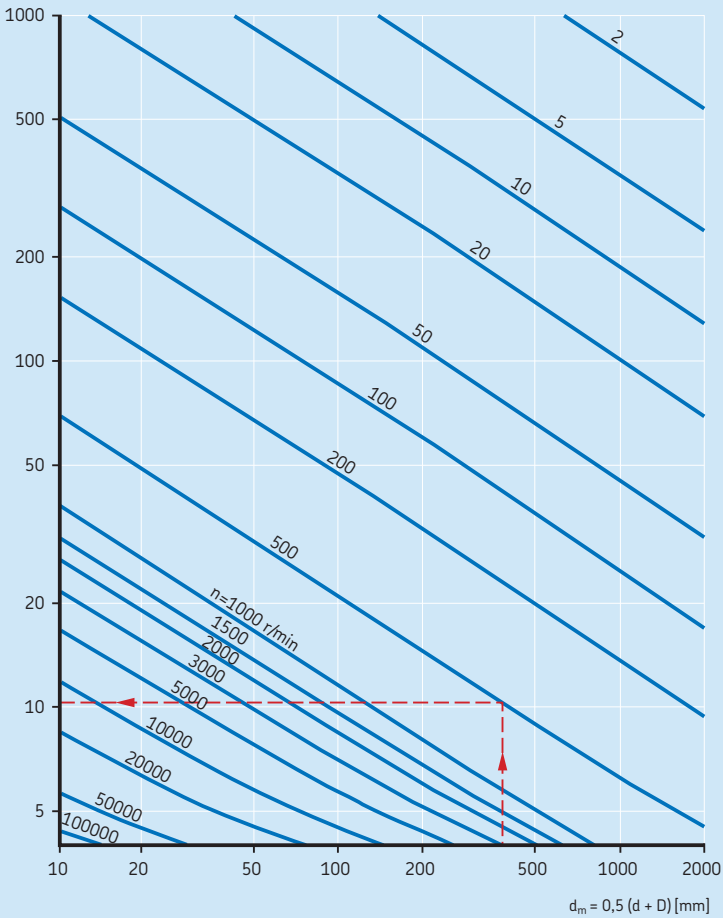
- 1 Állapítsa meg a csapágy  $d_m$  középátmérőjét,,  $n$  fordulatszámát és  $T$  várható üzemi hőmérsékletét.
- 2 A **2. diagram** segítségével határozza meg a közép átmérő és a fordulatszám metszéspontját.
- 3 Ezt a pontot vízszintesen, a függőleges tengelyre vetítve olvassa le az üzemi hőmérsékleten érvényes  $v_1$  minimális kinematikai viszkózitást.
- 4 A **3. diagram (206. oldal)** segítségével keresse meg azt a pontot, ahol az előző lépésben meghatározott, üzemi hőmérsékleten érvényes  $v_1$  minimális kinematikai viszkózitás metszi a csapágy várható üzemi hőmérsékletének függőleges vonalát.
- 5 Keresse meg az ettől a ponttól jobbra eső első átlósan futó görbét. Ez a kiválasztható minimális ISO VG.

Ha a szükségesnél nagyobb viszkózitású kenőanyagot választ, akkor várhatóan jobb lesz a csapágy terhelhetősége. Mivel azonban a viszkózitás növelése emeli a csapágy üzemi hőmérsékletét, meg kell találni a helyes középutat.

#### Példa

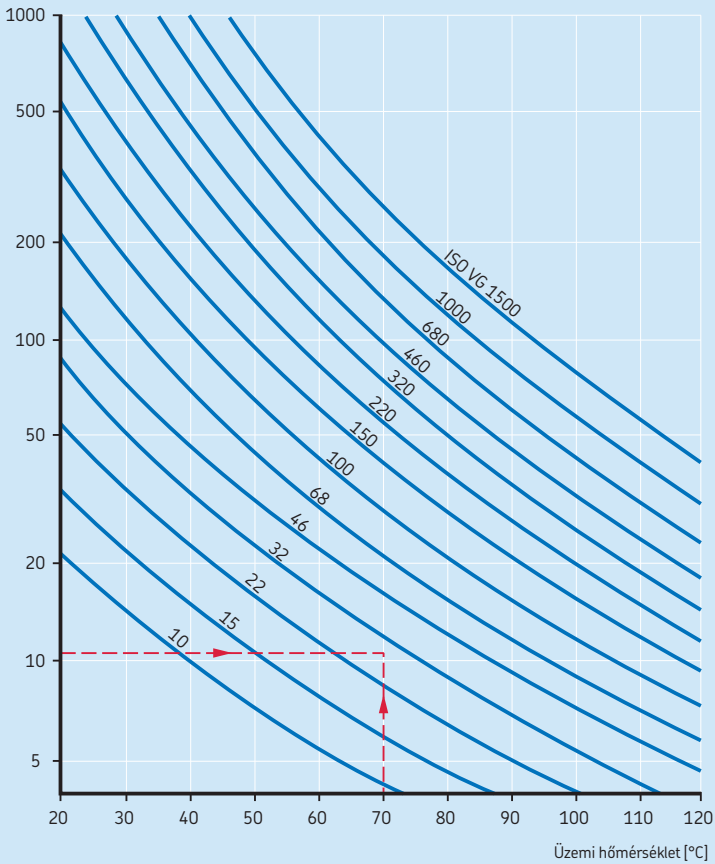
Tételezzük fel, hogy egy  $d = 340$  mm furatátmérőjű és  $D = 420$  mm külső átmérőjű csapágyank  $n = 500$  ford./perc fordulatszámmal kell működnie. Így  $d_m = 0,5 (d + D) = 380$  mm. A

**2. diagram** alapján az üzemi hőmérsékleten a megfelelő kenéshez szükséges  $v_1$  minimális kinematikai viszkózitás hozzávetőleg  $11 \text{ mm}^2/\text{s}$ . Feltételezve, hogy a csapágy üzemi hőmérséklete 70 °C, a **3. diagram (206. oldal)** alapján az állapítható meg, hogy ISO VG 32 viszkózításfokozatú kenőolaj, azaz olyan kenőolaj kell, amelynek 40 °C-os referenciahőmérsékleten

Becslés az  $v_1$  minimális kinematikai viszkozításra üzemi hőmérsékletenAz  $v_1$  szükséges viszkozítás üzemi hőmérsékleten [mm<sup>2</sup>/s]

Átváltás  $v_1$  kinematikai viszkozításra referenciahőmérsékleten (ISO VG osztályozás)

Az  $v_1$  szükséges viszkozitás üzemi hőmérsékleten [mm<sup>2</sup>/s]



vett v kinematikai viszkozitása legalább 32 mm<sup>2</sup>/s.

#### 6 Ellenőrizze a kopásigátló és a különösen nagy nyomás elviselését elősegítő adalékanyagokra vonatkozó követelményeket

A lassan forgó, nagy terhelésnek kitett csapágyaknál kopásigátló (AW) és különösen nagy nyomás elviselését elősegítő (EP) adalékanyagokra van szükség. Ezek az adalékanyagok hasznosak ütésszerű terhelés és rezgő alkalmazás esetén is, továbbá akkor is, amikor a berendezést gyakran indítják be és állítják le.

**VIGYÁZAT!** Egyes EP adalékanyagok káros hatással lehetnek a csapágy anyagára, és jelentősen lerövidíthetik a csapágy üzemi élettartamát, különösen 80 °C (175 °F) felett. Konzultáljon a kenőanyag gyártójával.

#### 7 Vizsgálja meg a további követelményeket

Ha vannak speciális üzemi körülmények, akkor az olaj tulajdonságainak ezekhez is igazodniuk kell. Ha például egy csapágyban széles hőmérséklettartományban kell működnie, akkor olyan olajat kell választani, amelynek tulajdonságai a hőmérséklet változására a legkevesebbet módosulnak, azaz valamilyen nagy viszkozitásiindexű olajat.

#### További olajkiválasztó eszközök

Megfelelő típusú és viszkozitású olaj az SKF LubeSelect programjával is kiválasztható. Az SKF egy másik programja, a LuBase több mint 100 kenőanyaggyártó több mint 2 000 kenőanyagára vonatkozóan tartalmaz részletes adatokat. Mindkét program a [www.apitudexchange.com](http://www.apitudexchange.com) honlapról érhető el.

A minimális olajviszkozitás a [www.skf.com](http://www.skf.com) honlapon elérhető *SKF interaktív műszaki katalógus* ban található képlettel is kiszámítható.

Ezek a további olajkiválasztó eszközök egy általánosított kiválasztási folyamaton alapulnak, és kizárólag tájékoztatásul használandók.

## Olajat használó kenőrendszerek

### Az olajat használó kenőrendszerek típusai

Az, hogy melyik olajkenő módszert választják, függ az alkalmazástól, az üzemi körülményektől

és a tengely elhelyezkedésétől. Nagyon oda kell figyelni a szóba jöhető kenőrendszerek kialakítására. Mivel például az olajok folyékony halmazállapotúak, megfelelő tömítési megoldással kell megakadályozni a szivárgást.

A kenőrendszerek kialakítására és funkciójára vonatkozó alapismeretek elsajátítása a karbantartási tevékenységek végrehajtásához is hasznosnak bizonyulhat (→ **14. táblázat, 208. oldal**).

Az olajködkenés, amelyet csak nagyon speciális alkalmazásokban használnak, nincs felsorolva a táblázatban.

### Az olajat használó kenőrendszerek karbantartása

Az olajat használó kenőrendszerek karbantartása gondos és szisztematikus megközelítést igényel. Az alábbiakban olvasható útmutatásokon túl az SKF azt ajánlja, hogy rendszeresen vegyen mintát az olajból és figyelje az elemzések eredményének trendjét.

- Egy új, olajat használó kenőrendszer beszerzése esetén gondoskodjon arról, hogy a tartály, teknő vagy gyűjtőkád tele legyen olajjal, nehogy a csapágyak indításkor kenés nélkül fussanak.
- Amikor olyan olajfelszedő gyűrűvel rendelkező gépet indít be, amely sokáig állt, ügyeljen arra, hogy az olajteknő tele legyen olajjal.
- Rendszeresen ellenőrizze, hogy az olajban nem észlelhető-e szennyeződés, oxidálódás, habzás. De ne feledje, hogy az emberi szem 40 µm-nél kisebb részecskéket már nem képes észlelni.
- Olaj-levegő kenőrendszer esetén ellenőrizze a légnyomást az olajbemeneti furatban. Körülbelül 6 barnak kell lennie.

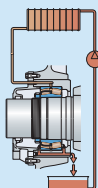
### FIGYELMEZTETÉS

Az olyan gépek, amelyekből szivárog az olaj, veszélyesek és tűzveszélyesek. Keresse meg a szivárgás forrását, és azonnal javítsa ki!

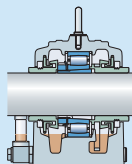
Olajat használó kenőrendszerek



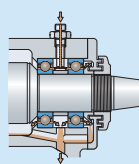
Olajfürdő



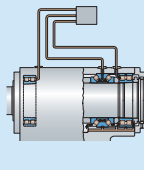
Olajkeringető



Olajfelszedő gyűrű



Olajbefecskendező



Olaj-levegő

**Leírás**

A csapágy forgó alkatrészei által felszedett olaj eloszlik a csapágyban, majd visszafolyik a teknőbe.

Az olajat a csapágy fölé szivattyúzzák, azután az lefelé végigfolyik a csapágyon, és a tartályba kerül. Mielőtt az olajat ismét a csapágyba juttatnák, megsűrítik és beállítják a hőmérsékletét.

A távtartó gyűrűn lazán függő felszedőgyűrű belemérül az olajteknőbe, és az olajat egy gyűjtőkádba szállítja. Az olaj lefelé végigfolyik a csapágyon, és visszakerül a teknőbe.

Nagyonmáshoz olajsugarat irányítanak mindegyik csapágy oldalára.

Sűrített levegővel kiadagolt olajmenyiséget irányítanak mindegyik csapágyra. Az adott időközönként bejuttatott olaj bevonja a betöltőcsövek belső felszínét, és a fűvőkák felé „kúszik”, ahonnan rákerül a csapágyakra.

**Megfelelő üzemi körülmények**

Kicsi és közepes fordulatszám

Magas fordulatszám

Magas fordulatszám  
Magas üzemi hőmérséklet

Nagyon magas fordulatszám

Különösen magas fordulatszám  
Alacsony üzemi hőmérséklet

**Előny/hátrány**

Egyszerű  
Gazdaságos

Szivattyút, szűrőket és hűtőrendszert igényel

Csak vízszintes tengely esetén használható

Viszonylag kevés olajat igényel

Gazdaságos  
Segít a szennyezőanyagok távoltartásában

**Javaslatok a kialakításra**

Gondoskodjon kémlelőablakról a szemrevételezéshez.

Gondoskodjon megfelelő ürítőcsatornákról – kerülje a vízszintes ürítőket. Ügyeljen arra, hogy a kimeneti furat nagyobb legyen, mint a bemeneti. Használjon hatékony tömítéseket.

Gondoskodjon kémlelőablakról a szemrevételezéshez. Használjon hatásos tömítéseket.

Gondoskodjon arról, hogy az olajsugár sebessége legalább 15 m/s legyen. Gondoskodjon megfelelő ürítőcsatornákról – kerülje a vízszintes ürítőket.

Az olajfűvőkákat pontosan kell elhelyezni. Legfeljebb 10 m hosszú töltőcsövek használhatók. Szűrő használata ajánlott.



**Az olajcsere gyakorisága**

Az olajcserek között eltelt idő főként az olajat használó kenőrendszertől, az üzemi körülményektől és a használt olaj mennyiségétől függ. Minden kenőrendszer esetén olajvizsgálattal ajánlott megállapítani az olajcserek megfelelő gyakoriságát.

Az olajcserek gyakoriságával kapcsolatban a **15. táblázat** ad útmutatást. Általánosságban elmondható, hogy minél zordabbak a körülmények, annál gyakrabban kell az olajat elemezni és cserélni.

**MEGJEGYZÉS:** Ne feledje el rendszeresen kicserélni a szűrőbetéteket.

**Láncolajok**

A lánc kenéséhez tökéletes kenőanyagrétegre van szükség, különösen a lánc belső részein. Megfelelő kenés nélkül a lánckerék gyorsabban kophat, a lánc pedig megnyúlhat.

Az SKF által gyártott láncenők (→ **12. ábra**) három különböző láncolajjal (→ **16. táblázat**) kaphatók.

12. ábra



16. táblázat

**Az SKF láncolaj-kínálata**

Tulajdonság	Jelölés	LHHT 265	LHFP 150
<b>Leírás</b>	Közepes hőmérséklet	Magas hőmérséklet	Élelmiszerbarát
<b>Alapolaj típusa</b>	Ásvány	Szintetikus észter	Szintetikus észter
<b>Viszkózitás/Viszkózitás-fokokozat</b>	ISO VG 68	265 mm <sup>2</sup> /s	ISO VG 150
<b>Üzemi hőmérséklet</b>	-15 és +90 °C között	250 °C-ig	-30 és +120 °C között

15. táblázat

**Az olajcsere gyakorisága**

Olajat használó kenőrendszer	Jellemző üzemi körülmények	Az olajcserek hozzávetőleges időköze <sup>1)</sup>
<b>Olajfürdő és olajfelszedő gyűrű</b>	Üzemi hőmérséklet < 50 °C Kicsi a szennyeződés kockázata	12 hónap
	Üzemi hőmérséklet 50 és 100 °C között Van bizonyos szennyeződés	3–12 hónap
	Üzemi hőmérséklet > 100 °C Szennyezett környezet	3 hónap
<b>Olajkeringető vagy olajbefecskendező</b>	Mind	Próbaüzemmel és az olaj állapotának rendszeres ellenőrzésével határozzák meg. Attól függ, milyen gyakran fordul meg a teljes olajmennyiség, és hogy hűtik-e az olajat.

<sup>1)</sup> Nehezebb üzemi körülmények között gyakrabban kell olajat cserélni.

### Olajok összeférhetősége

Mielőtt különböző típusú olajok között váltana, vagy ilyeneket összekeverne, ellenőrizze, hogy a két olaj összeférhető-e. Ha nem összeférhető olajokat kever össze, akkor az alapolajok káros kémiai reakcióba léphetnek egymással. A **11. táblázatban (201. oldal)** nézze meg, milyen alapolajok összeférhetőek.

Az SKF gyártmányú csapágyakat olyan kőolaj alapú konzerválóanyaggal kezelik, amely a csapágyolajok többségével összeférhető.

**VIGYÁZAT!** Ne feledje, hogy még ha az alapolajok összeférhetőek is, a régi olajból visszamaradt adalékanyagok módosíthatják az új olajban lévőket teljesítményét. További információt a kenőanyag gyártójától kaphat.

### Olajvizsgálat

Az olajvizsgálat a kenéskarbantartás fontos része. Rendszeres időközönként mintát kell venni, és a mintavétel után a lehető leghamarabb alaposan elemezni kell. A proaktív karbantartáshoz a trendek megfigyelése is alapvető fontosságú.

A használt olaj elemzésén kívül az SKF az új olajok elemzését is ajánlja. Az új olajoshordókban gyakran nagyon sok szennyező részecske van, mert amíg a hordó a gyártótól a vásárlóig eljut, sok kézen és környezetváltáson megy keresztül.

**MEGJEGYZÉS:** Ne feledje, hogy az új olaj befolylásolja a trendeket!

### Mintavétel az olajból

Az olajmintának az olaj valódi állapotát kell mutatnia. Az SKF azt ajánlja, hogy az olajminta-vételezést az alábbi útmutatás szerint hajtsa végre:

- 1 Tökéletesen lezárható, kicsi, tiszta edényt használjon.
- 2 Vegyen mintát az olajkeringető rendszer nyomás alatt lévő oldalán. Ez egy egyszerű golyóscsappal megtehető.
- 3 Vegyen mintát a nyomás alatt nem lévő rendszerből, például az olajfürdőből, a leeresztő furaton át, hagyva, hogy előbb egy kis olaj kifolyjon.
- 4 A mintavétel után azonnal zárja le az edényt, nehogy szennyezőanyagok kerülhessenek bele.

Az olajmintákat jellemzően az alábbi szempontok szerint elemzik:

- viszkozitás
- oxidáció
- lekopott részecskék koncentrációja
- víztartalom
- adalékanyag-tartalom csökkenése

Az olaj viszkozitása jellemzően az alapolajra vonatkozó érték 10%-os környezetébe kell, hogy essen. A lekopott részecskék koncentrációját és a víztartalmát milliomodban (ppm) mérik. A víztartalomnak < 200 ppm-nek kell lennie.

**Pattogási próba**

A pattogási próbával egyszerűen megállapítható, van-e szabad víz az olajmintában:

- 1 Melegítsen fel egy melegítőtálcát hozzávetőleg 130 °C-ra.
- 2 Jól rázza fel az olajmintát.
- 3 Cseppentsen egy csepp olajat a melegítőtálca közepére.

Ha van benne víz, gőzbuborékok jelennek meg. Ha sercegés hallható, akkor a víztartalom valószínűleg meghaladja a 2 000 ppm mértéket.

**MEGJEGYZÉS:** Ez a próba nem mutatja ki az olajban oldott vizet, és csak tájékoztatásul használandó. Az SKF azt ajánlja, hogy a mintákat küldje el bevizsgálásra.

**Szennyeződés és szűrés**

A szennyezőanyagok, azaz a kenőanyag teljesítményét negatívan befolyásoló nemkívánatos anyagok szilárd, folyékony és gáz halmazállapotúak lehetnek. A szennyeződés forrása lehet a nem megfelelően tömített alkalmazás vagy kenőrendszer, illetve a nem megfelelő vagy gyengén működő szűrőrendszer, de lehetnek a szennyezett betöltési pontok és az alkalmazásban keletkezett lekopott részecskék is.

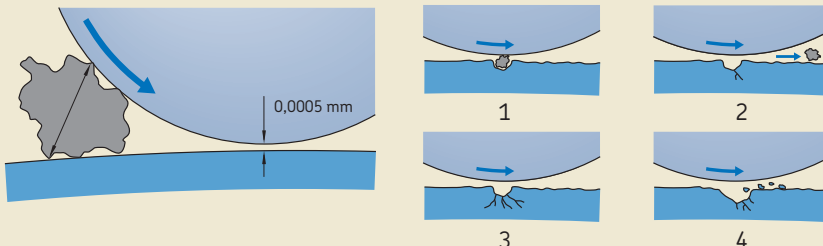
**Szilárd halmazállapotú szennyezőanyagok**

A szilárd szennyezőanyagok vagy az alkalmazásban keletkeznek kopás vagy sérülés hatására, vagy valamilyen nyitott „kapun”, például hibás tömítőrendszeren át, vagy ami még valószínűbb, helytelen újragenési gyakorlat eredményeképp jutnak be az alkalmazásba.

A csapágyba került szilárd szennyezőanyag (→ 13. ábra) benyomódást hoz létre a futópályákon, amikor a gördülőelemek átgördülnek rajta (1). A benyomódások körül kiemelkedő élek a képlékeny deformálódásnak tudhatók be (2). Mivel a gördülőelemek egyre csak átgördülnek a kiemelkedő éleken, és a kenés is romlott, fáradás következik be (3). Amikor a fáradás eléri egy bizonyos szintet, korai kipattogzás kezdődik a benyomódás legtávolabbi végén (4).

**MEGJEGYZÉS:** A benyomódások megelőzéséhez fontos a kenőanyag tisztasága és az alkatrészek óvatos kezelése a beszerelés során. Ne feledje, hogy még az apró papírdarabok és a pamutszövetből kihullott szálak is károsíthatják a csapágyat.

13. ábra



A kenőrendszerek szennyeződési szintjét osztályokba soroló szabványos módszert az ISO 4406:1999 szabvány írja le. Ebben az osztályozó rendszerben a szilárd részecskék megszámlálásának eredményét skálázófaktor segítségével kódják alakítják (→ **17. táblázat**). A szennyezés szintje két módszerrel is ellenőrizhető:

- A mikroszkópos számláló módszerrel: Ennél a számláló módszernél két skálázófaktorot használnak a részecskék méretétől függően, egyet a  $\geq 5 \mu\text{m}$  részecskékre és egy másikat a  $\geq 15 \mu\text{m}$  részecskékre.
- Az automatikus részecskeszámláló módszerrel: Ennél a módszernél három skálázófaktorot használnak a részecskék méretétől függően, egyet a  $\geq 4 \mu\text{m}$  részecskékre, egy másikat a  $\geq 6 \mu\text{m}$  és egy harmadikat a  $\geq 14 \mu\text{m}$  részecskékre.

Az SKF azt ajánlja, hogy – például az automatikus részecskeszámláló módszerrel – érje el, hogy a szennyezettség szintje ne haladja meg a 18/15/12 fokozatot. Ez azt jelenti, hogy az olaj 1 300–2 500 darab  $\geq 4 \mu\text{m}$  méretű, 160–320 darab  $\geq 6 \mu\text{m}$  méretű, továbbá 20–40 darab  $\geq 14 \mu\text{m}$  méretű részecskét tartalmaz. Nagyobb értékek a  $> 100 \text{ mm}$  furatátmérőjű csapágycsak esetén fogadhatók el.

A szűrők besorolása, annak hatékonyságát jelzi. A szűrők hatékonysága egy bizonyos részecskemérettel függ össze. Ezért a szűrő besorolását és az adott részecskeméretet egyaránt tekintetbe kell venni.

A szennyezettség osztályozására és a szűrők besorolására vonatkozó további információ az internetről, a [www.skf.com](http://www.skf.com) honlapon elérhető *SKF interaktív műszaki katalógusból* szerezhető be.

#### Folyékony halmazállapotú szennyezőanyagok

A folyékony szennyezőanyagok közé tartoznak például a következők: víz, üzemanyag, a folyamat melléktermékei, az olyan vegyi anyagok, mint a glikol. Ahol vízzel történő szennyeződés várható, vízkivonót kell használni. A vízkivonó típusa attól függ, milyen eséllyel kerül víz a kenőrendszerbe. Ahol szükséges és ahol gazdaságossági szempontból megengedhető, folyamatos víztávoltás ajánlott.

17. táblázat

#### ISO szerinti szennyeződésosztályozás

Részecskék száma egy milliliter olajban Skálázófaktor

legalább	legfeljebb	–
10 000	20 000	21
5 000	10 000	20
2 500	5 000	19
1 300	2 500	18
640	1 300	17
320	640	16
160	320	15
80	160	14
40	80	13
20	40	12
10	20	11
5	10	10

#### Gáz halmazállapotú szennyezőanyagok

A levegővel vagy más gázzal történő szennyezés csökkenti az olaj viszkozitását, és növeli habzását. A habzás olajvesztéshez vezethet.

#### SKF gyártmányú kenőolajok

Az SKF az olajkezelő és a kenőrendszerek karbantartásánál használható termékek széles választékát kínálja (→ **L függelék**, a **420. oldaltól**). További információ a [www.mapro.skf.com](http://www.mapro.skf.com) és a [www.skf.com/lubrication](http://www.skf.com/lubrication) honlapról szerezhető be.

## Központi kenőrendszerek

A központi kenőrendszerek egy központi tartályból juttatják el a kenőanyagot a gép súrlódó pontjába. A kenőanyag a szükséges gyakorisággal és mindig a megfelelő mennyiségben jut el a kívánt helyekre. Általában a legfeljebb 2-es NLGI-fokozatú olajok és zsírok használhatók. Mivel a szivattyúzhatóság az egyik döntő tényező, gyakran kis NLGI-fokozatú zsírokat használnak.

**MEGJEGYZÉS:** A központi kenőrendszerek karbantartása jellemzően a kenőanyagtartály újrafeltöltésére és esetenként a csatlakozópontokban az olajszivárgás ellenőrzésére korlátozódik. De mindig kövesse a berendezéshez mellékelte karbantartási utasítást.

### A megfelelő kenőanyag kiválasztása

A központi kenőrendszerekben sok hiba abból adódik, hogy nem megfelelő kenőanyagot használnak. A központi kenőrendszerekben használt kenőanyagoknak ki kell elégíteniük a következő feltételeket:

- ne legyenek bennük olyan szilárd részecskék, amelyek át tudnak jutni egy 25 µm hálósűrűségű szűrőn
- ne legyen bennük légbuborék (fel nem oldott gáz), nehogy megnőjön a nyomás és a kenőrendszer viselkedése kontrollálhatatlanná váljon
- összeférhetőek legyenek a csapágyelrendezésben található összes alkatrészszel, például a tömítésekkel
- jól álljanak ellent az oxidálódásnak, azaz legyen jó az öregedési stabilitásuk
- megfelelő legyen bennük az olajkiválás mértéke, mivel a túl nagy mértékű olajkiválás nyomásnövekedéshez és a rendszer eldugulásához vezet
- maradjon homogén és egyenletes konzisztenciájú minden előreláthatóan előforduló üzemi hőmérsékleten
- ne tartalmazzon olyan szilárd adalékanyagot, amely lerakódhat a szivattyúban, a szelepekben, a csapokban és az elosztókban

Amikor zsírral vagy olajjal kenő rendszerek között kell választani, döntöek a műszaki és gazdaságossági megfontolások. Ezt a kétfajta központi kenőrendszert hasonlítja össze a **18. táblázat** a **214. oldalon**. Az SKF azt ajánlja, hogy hacsak lehetséges, olajat használjon, különösen a következő alkalmazások esetén: szerzőgépek, famegmunkálás, nyomdai és műanyag-feldolgozó gépek.

### A központi kenőrendszerek típusai

Műszaki értelemben a központi kenőrendszerek teljes veszteségű és cirkulációs (keringető) kenőrendszerekre oszthatók, attól függően, hogy újra felhasználják-e a kenőanyagot vagy nem.

A központi kenőrendszereket azonban működésük alapján osztályozzák (→ **19. táblázat**, **215. oldal**). A megfelelő rendszer kiválasztása a következőkön alapul:

- az üzemi körülményeken, például az üzemi hőmérsékleten, a viszkozitáson, azon, hogy van-e só a levegőben
- azon, hogy milyen pontosan kell adagolni a kenőanyag-mennyiséget
- a kenőrendszer geometriáján és méretén
- a figyelemmel kísérésre vonatkozó követelményeken

Az SKF sokféle modern kenőrendszert és olyan integrált megoldásokat kínál, amelyek az SKF tribológiai ismereteit – azaz a súrlódási, a kopási és a kenési tudományok kombinációjából származó ismereteit – és a csapágyakkal, tömítésekkel és állapotfigyeléssel kapcsolatos tapasztalatait egyesítik.

Az SKF gyártmányú központi kenőrendszerekről további információ a [www.skf.com/lubrication](http://www.skf.com/lubrication) honlapon található. Műszaki támogatásért és speciális igények esetén vegye fel a kapcsolatot az SKF képviselőjével.

### Teljes veszteségű kenőrendszerek

A teljes veszteségű kenőrendszerekben:

- Nem használják fel újra a kenőanyagot.
- A súrlódási pontokat a kenési ciklus során mindig friss kenőanyaggal látják el.
- Az adajuttatott kenőanyag-mennyiség pontosan annyi, amennyi egy megfelelő kenőanyag-réteg kialakításához szükséges.
- Nincs hőelvonás.

A központi kenőrendszerrel rendelkező legtöbb alkalmazásban mozgó alkatrészeket, például csapágyakat és fogaskerekeket kennek.

A minimális mennyiséggel való kenés (MQL) a teljes veszteségű kenésnek egy speciális formája. Az ilyen rendszerek a megmunkáló folyamatok kenésével foglalkoznak, a felületeket permetezik, illetve nedvesítik be. A minimális mennyiséggel való kenés módszerével nagyon kis mennyiségű permetezett olajjal is hatékony kenés érhető el.

### Cirkulációs kenőrendszerek

A cirkulációs kenőrendszerekben:

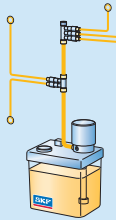
- Újra felhasználják a kenőanyagot, azaz az olaj visszafolyik a kenőanyagtartályba, hogy onnan szűrés és hőmérsékletének beállítása után ismét felhasználásra kerüljön.
- Elvonják a súrlódási és a folyamat során fejlődött hőt.
- Csillapítják a vibrációt.
- Eltávolítják a kopásból származó részecskéket, a kicsapódott és a folyamatból származó vizet.
- Eltávolítják a légbuborékokat, és csökkentik a habzást.
- Gátolják a korróziót.

18. táblázat

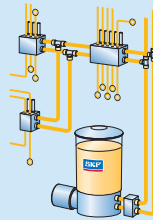
#### Zsírral és olajjal kenő központi kenőrendszerek összehasonlítása

Kiválasztási szempont	Előny/hátrány Zsír	Olaj
Üzemi nyomás	50–400 bar	14 bar
Csővezési és illesztési követelmények	Nagy átmérőjű csövek (a nagy nyomásvesztésig eredményeképp)	Kis átmérőjű csövek
A szivattyú teljesítményére vonatkozó követelmények	Vizonylag nagy teljesítmény	Kicsi teljesítmény
Szennyeződés	A szennyezőanyagok a szuszpenzióban maradnak, és eljuthatnak a súrlódó területre	A szennyezőanyagok leülepednek a tartály aljára
Karbantartás	A tartályban bonyolult feladat megmérni a zsír szintjét A zsírt nem könnyű utántölteni	A tartályban könnyű megmérni az olaj szintjét Az olajat könnyű utántölteni
Kenőanyag-keringető kiegészítés	Nem lehetséges	Vizonylag könnyen elérhető
Tömítés	A csapágyakat nem kell tömíteni A kenőanyag tömít is	A csapágyelrendezést tömíteni kell az olajszivárgás és a környezet szennyezésének megelőzése érdekében A kenőanyag nem nyújt védelmet a szennyezőanyagokkal szemben
Hűtési és leeresztési lehetőség	Nincs	Van

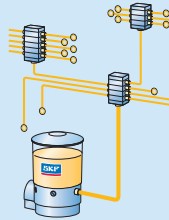
SKF gyártmányú központi kenőrendszerek



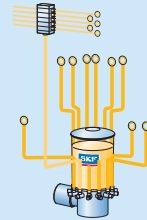
SKF Monoflex



SKF Duoflex

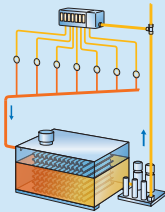


SKF ProFlex

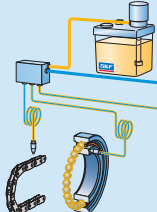


SKF Multiflex

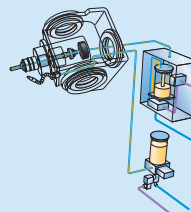
<b>Típus</b>	Egyvezetékes	Kétvezetékes	Progresszív	Többvezetékes
<b>Megfelelő kenőanyag</b>	Olaj Zsír 000–2 NLGI-fokozattal	Olaj Zsír 000–3 NLGI-fokozattal	Olaj Zsír 000–2 NLGI-fokozattal	Olaj Zsír 000–3 NLGI-fokozattal
<b>Példák az alkalmazásra</b>	Szerszámgépek, nyomdaipari, textilipari és terepjáró alkalmazások	Fémmegmunkáló gépek, cellulóz- és papíripar, bányák és cementgyárak, fedélzeti daruk, erőművek	Nyomdagépek és ipari présgépek, terepjáró alkalmazások, szélturbinák	Olaj- és gázipar, nehézipari alkalmazások



SKF CircOil



SKF Oil+Air



SKF LubriLean

<b>Típus</b>	Olajkeringető	Olaj-levegő	Minimális mennyiséggel való kenés (MQL)
<b>Megfelelő kenőanyag</b>	Olaj	Olaj	Olaj
<b>Példák az alkalmazásra</b>	Cellulóz- és papíripar, fémmegmunkáló gépek, nehézipari alkalmazások	Szerszámgépek, láncalkalmazások, acélipar	Szerszámgépek







# Vizsgálat

<b>Bevezetés</b> .....	<b>218</b>
Karbantartási módszerek .....	218
<b>Vizsgálat működés közben</b> .....	<b>220</b>
A zajszint mérése .....	221
A hőmérséklet mérése .....	221
A kenési állapot vizsgálata .....	222
Görgőcsapágyak rezgésmérése .....	222
A rezgés mérése .....	223
A gördülőcsapágyak hiba-frekvencia elemzése .....	224
<b>Álló gépek vizsgálata</b> .....	<b>224</b>
A csapágyak ellenőrzése .....	225
A tömítések futófelületeinek ellenőrzése .....	226

# Bevezetés

A csapágycsoporthoz tartozó korai tönkremenetelének egyik oka, hogy a működés közben váratlan terhelés éri őket, mely például kiegyensúlyozatlanságból vagy helytelen beállításból eredhet. A berendezések műszaki állapotának megfigyelésekor a csapágycsoporthoz tartozó állapotok elsősorban fontossággal bírnak. Egy katasztrofális csapágyhiba a kapcsolódó alkatrészek károsodását is okozhatja, végül pedig a gép meghibásodásához is vezethet.

A csapágy- és gépkarbantartás jellemzően három karbantartási módszer, a reagáló, a megelőző és az előrejelző módszer valamelyikét követi. Mindegyiknek vannak előnyei és hátrányai, de általában a proaktív megközelítés ajánlott, amely e módszerek legjavát ötvözi.

Az állapotfelügyelet gyűjtőfogalom, bármely műszeres gépmegfigyelést jelentheti. Leggyakrabban a többparaméteres állapotfelügyeletet használják, a gépek állapotának megfigyelésére pedig a rezgésmérés a leginkább alkalmazott módszer. A többparaméteres megközelítésnek az az előnye, hogy segítségével a megfigyelőrendszer nemcsak a csapágyakkal foglalkozik, hanem a csapágyakon túl az egész gép állapotát is figyelemmel kíséri. Ez lehetőséget ad arra, hogy a csapágyakat a mögöttes géphibák korai kijavításával védjük.

A csapágyak és a kapcsolódó gépek ellenőrzése a gép működése közben, illetve a gép leállítása után végezhető el, a tevékenység természetétől függően. A rendelkezésre álló modern műszerek nagy száma az ellenőrző tevékenységek széles skáláját teszi alkalmazhatóvá.

## Karbantartási módszerek

A gyakorlat azt mutatja, hogy a karbantartási stratégiák üzemről üzemre jelentős mértékben változnak. Az összes stratégia megvalósításakor alkalmazott módszereket azonban általában néhány közös címszó alá lehet besorolni (→ **1. diagram**).

A reagáló karbantartás a szervezett karbantartási stratégia hiányára utal, bár egyes helyzetekben ez az egyetlen alkalmazható karbantartási

Az SKF állapotfelügyeletével kapcsolatban további információ a [www.skf.com/cm](http://www.skf.com/cm) és a [www.apitudexchange.com](http://www.apitudexchange.com) honlapon olvasható.

Az SKF állapotfelügyeleti műszereivel és az SKF karbantartási termékeivel kapcsolatban további információ a [www.skf.com/cm](http://www.skf.com/cm) és a [www.mapro.skf.com](http://www.mapro.skf.com) honlapon olvasható.

Az SKF Reliability Maintenance Institute (RMI) átfogó tanfolyamokat kínál, melyek olyan témákkal foglalkoznak, mint a rezgésmérés és a termográfia (→ *Oktatás*, a **326. oldaltól**). További információ az SKF helyi képviselőjétől és a [www.skf.com/services](http://www.skf.com/services) honlapról szerezhető be.

megközelítés. A reagáló tevékenységeknek az a természete, hogy nem lehet előre betervezni. Azonban előre megtervezhetők, hogy a lehető legkisebb zavart okozzák a tervezett tevékenységekben.

A megelőző karbantartás rutin vagy tervszerű folyamat, amelynek alapja az, hogy megfelelő karbantartási eljárásokkal és jó karbantartási gyakorlattal megelőzzük a váratlan meghibásodások bekövetkezését. A gépek meghibásodási fajtáinak és a kifejezetten e meghibásodásfajták kiküszöbölésére irányuló karbantartási stratégiának az ismerete kifejezetten pozitív hatást gyakorol a karbantartási és üzemeltetési teljesítményre.

Az előrejelző karbantartás a gépek ellenőrzésén, megfigyelésén és előrejelzésen alapuló karbantartási folyamat. A gép állapotának megfigyelése különféle műszereket és módszereket igényel, így például a rezgés mérését.

Nyilvánvaló, hogy az előbb említett karbantartási módszerek egyike sem jelenti önmagában a tökéletes megoldást. A valódi megoldás e módszerek kombinálásában rejlik.

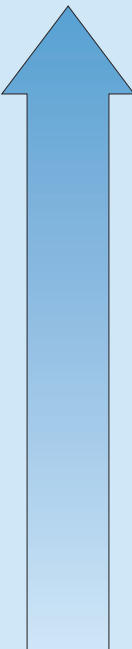
A proaktív megbízhatósági karbantartás egy olyan strukturált és dinamikus eljárás, amely a reagáló, a megelőző és az előrejelző karbantartási módszerek megfelelő elegyét alkalmazza.

A maximális hatékonyság érdekében az SKF olyan módszer követését ajánlja, amely előtérbe helyezi a gépekre vonatkozó információk megosztását az üzem teljes vertikumában, belevonva ebbe a célok iránt elkötelezett kezelőket is.

1. diagram

## Eltérő karbantartási módszerek

Legnagyobb hatékonyság



Legkisebb hatékonyság

Kezelők által irányított megbízhatóság

**Kezelők által irányított megbízhatóság (ODR)**

A gépkezelők „sajátjuknak” tekintik a gépet. Ők azonosítják, írják le és továbbítják a gépre vonatkozó adatokat, információkat az üzemi szintű csapatnak, hogy így biztosítsák a gép folyamatos működését.

Proaktív megbízhatósági karbantartás

**Proaktív megbízhatósági karbantartás (PRM)**

Előrejelző karbantartás segítségével azonosítják a gép- és folyamathibák kiváltó okait; a gépek gyakorlatilag nem tervezett leállások nélkül üzemelnek. Jelentősen nő a gépek és alkatrészek meghibásodásai közti átlagos idő (MTBF).

Előrejelző karbantartás

**Előrejelző karbantartás (PdM)**

A gépek állapotát állapotfelügyeleti módszerekkel ellenőrzik; a leállásokat az összetett rezgés- és állapotfelügyeleti berendezések segítségével azonosított géphibáknak megfelelően ütemezik; jelentősen csökken a nem tervezett leállások száma.

Megelőző karbantartás

**Megelőző karbantartás (PM)**

A tervezett leállásokat úgy ütemezik, hogy előre meghatározott időközönként végrehajtható legyen a berendezések nagyjavítása; a karbantartás nem a működő gép állapotának ellenőrzésén alapul.

Reagáló/javító karbantartás

**Reagáló/javító karbantartás**

Akkor javítják meg, amikor elromlik; amikor elromlik a gép, nem tervezett leállás következik be.

## Vizsgálat működés közben

A csapágyak minden forgó elemmel rendelkező gép létfontosságú alkatrészei, így hatékony megfigyelést igényelnek. Ha korán felfedezik a csapágy sérülésének jeleit, akkor lehetővé válik a csapágy cseréje a beütemezett rendszeres karbantartás során, és így elkerülhető az egyébként költséges, a csapágy tönkremeneteléből adódó be nem tervezett gépleállítás.

**MEGJEGYZÉS:** A kritikus fontosságú gépekben, illetve zord körülmények között használt csapágyakat gyakrabban kell megfigyelni!

A csapágyak és a kapcsolódó gépalkatrészek működés közbeni teljesítményének megfigyelésére különféle műszerek és módszerek állnak rendelkezésre. A gépek állapotának megfigyelésénél az optimális csapágyteljesítmény elérése szempontjából fontos paraméterek közé tartozik a zaj, a hőmérséklet és a rezgés.

A kopott vagy sérült csapágyak rendszerint azonosítható hibajelenségeket mutatnak. Ezeket a jelenségeket sok lehetséges ok válthatja ki, és ezeket mind meg kell vizsgálni (→ *Hibaelhárítás*, a **228. oldaltól**).

A fejlett rendszerekkel gyakorlati megfontolásból nem lehet az összes gépet, illetve gépfunk-

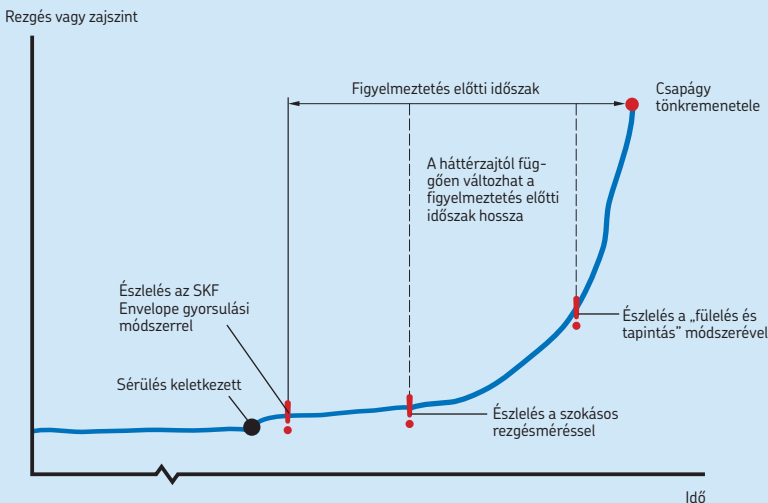
ciót megfigyelni. Ilyenkor a hibára utaló jeleket a gép megtekintésével vagy meghallgatásával lehet észlelni. Az azonban, hogy az emberi érzékszervek segítségével észleljük a gép hibáit, csak korlátozott előnyökkel jár. Addigra, míg az észlelhető változashoz szükséges romlás bekövetkezik, a károsodás már kiterjedté válhat. Az objektív módszerek, például a rezgésmérés alkalmazásának az az előnye, hogy így a hibák már korai stádiumban, még azelőtt észlelhetők, hogy bajt okoztak volna (→ **2. diagram**).

A pontos mérés és a megbízható eredmény érdekében az SKF professzionális állapotfelülvizelési műszerek használatát javasolja. Az SKF által szállított alapvető állapotfigyelő műszereket az **N függetlenség** tekinti át, a **432. oldaltól**. Ezeket és a kapcsolódó termékeket a [www.skf.com/cm](http://www.skf.com/cm) és a [www.mapro.skf.com](http://www.mapro.skf.com) honlap ismerteti részletesen.

**VIGYÁZAT!** Ne tévessze össze az észlelést az elemzéssel. Azzal, hogy erős rezgés észlelése után kicseréli a sérült csapágyat, csak ideiglenesen oldja meg a problémát! A rezgés kiváltó okát kell megkeresni, elemezni és megszüntetni.

2. diagram

### Az összetett állapotfelülvizelés előnyei



## A zajszint mérése

A csapágyak szabálytalan teljesítményének felderítésére használt egyik gyakori módszer a meghallgatás. A jó állapotban lévő csapágyak halk bűgő hangot adnak. Nyikorgó, csikorgó és egyéb szokatlan hang rendszerint arra utal, hogy a csapágy rossz állapotban van, vagy hogy valami baj van.

A gépek által kibocsátott hangok széles tartományába beletartoznak a rövid hullámhosszú, ultrahang komponensek is, amelyek különösen iránytartóak. A műszerek, így az ultrahangszondák elkülönítik ezeket a levegőben terjedő ultrahangokat az üzem és a gépek háttérzajától, és rámutatnak a forrásokra.

A hibás gépalkatrészek és sérült csapágyak azonosításának egy másik kedvelt műszere az SKF gyártmányú elektronikus sztetoszkóp (→ 1. ábra), amely észleli, nyomon követi és diagnosztizálja minden fajta gépészeti forrását.



1. ábra

## A hőmérséklet mérése

Az üzemi hőmérséklet megfigyelése az összes csapágyazási helyen fontos. Ha nem változnak meg az üzemi körülmények, akkor a hőmérséklet emelkedése gyakran a küszöbön álló csapágy-sérülés jele. De ne feledje, hogy közvetlenül a csapágy kenése és minden újrafenése után egy-két napig természetes módon emelkedik a hőmérséklet.

A hőmérséklet SKF gyártmányú tapintóhőmérő (→ 2. ábra) és érintésmentes hőmérő segítségével mérhető. Az érintésmentes hőmérő különösen hasznosak az olyan helyeken, amelyekhez nehéz vagy veszélyes hozzáférni.

Az SKF gyártmányú hőkamerák az infravörös sugárzást teszik láthatóvá, így az emberi szemmel láthatatlan hőanomáliákat és forró pontokat is megjelenítik. Az infravörös hőmérsékletellenőrzés a termelés megszakítása nélkül képes felfedni a potenciális problémákat és megmutatni a problémák helyét.

**MEGJEGYZÉS:** Az olyan alkalmazások esetén, amikor forog a belső gyűrű, a csapágy háza jellemzően 5 °C-kal hidegebb, mint a csapágy külső gyűrűje, és 10 °C-kal hidegebb, mint a csapágy belső gyűrűje.



2. ábra

### A kenési állapot vizsgálata

A csapágycsak megfelelő kenéssel tudják elérni maximális teljesítményüket. Ezért javasolt a csapágy kenési állapotát alaposan megvizsgálni. Rendszeresen vizsgálni kell magának a kenőanyagnak az állapotát is. Ennek legjobb módja az, hogy mintát vesz belőlük (jellemzően különböző területekről), és elemzetteti őket. Az SKF gyártmányú zsírelemző készlet (→ **3. ábra**) hasznos eszköz a zsír tulajdonságainak helyszínen történő ellenőrzésére.

A kenőanyag-elemzésnek általában két fő oka van: a kenőanyag állapotának megvizsgálása és a gép állapotának ellenőrzése. Az olaj állapotának megfigyelése például lehetőséget ad az olajcserék ritkítására, és így az olajfelhasználás, valamint a gép állásidejének csökkentésére.

Az SKF a következő általános útmutatást adja a kenéssel kapcsolatos ellenőrző tevékenységekhez:

- 1 Ellenőrizze, hogy a csapágy helyének környékén nem szivárog-e a kenőanyag.
- 2 Vizsgáljon meg minden kenőanyag-szivárgást. A szivárgásnak normál esetben kopott tömítés, hibás tömítés, sérült tömítőfelület, folyadékkal való szennyezettség (például víz került a zsírba) vagy laza tömítődugó az oka. De származhat az egymással érintkező alkatrészek rossz csatlakozásából (például a ház és egy végfedél között), illetve a habzás miatt megtört zsírból felszabadult olajból is.

**MEGJEGYZÉS:** A gumitömítéseket úgy tervezik, hogy kis mennyiségben engedjék szivárogni a kenőanyagot, hogy így kenjék a tömítés futófelületét.

- 3 A maximális védelem biztosítása érdekében a védőlemezeket és a labirinttömítéseket mindig tartsa zsírral megtöltve.
- 4 Ellenőrizze, hogy megfelelően működnek-e az automatikus kenőrendszerek, és a csapágycsakhoz a megfelelő mennyiségű kenőanyagot juttatják-e el.
- 5 Ellenőrizze a kenőanyag szintjét a teknőkben és tartályokban, és szükség esetén töltsen utána őket.
- 6 Kenje újra a csapágycsakat amikor és ahol kell (→ *Újrakenés*, a **192. oldaltól**).

3. ábra



A kenőanyag-elemzést, a zsírral történő újrake-  
nést és az olajcserét a *Kenés* című, a **178. oldalon**  
kezdődő fejezet ismerteti.

### Gördülőcsapágycsak rezgésmérése

A rezgést a következő három alapvető tényező miatt kell mérni:

- Minden gépnél tapasztalható rezgés.
- A mechanikai probléma kezdetéhez rendszerint a rezgésszint emelkedése társul.
- A rezgés jellemzőiből következtetni lehet a hiba természetére.

Minden mechanikai probléma egyedi frekvenciájú rezgést generál. Ezért ezt a rezgés frekvenciát kell értelmezni a hiba kiváltó okának azonosításához. A rezgési frekvenciák méréséhez egy piezoelemes érzékelőt helyeznek a gépre. A különféle géphibák a frekvenciák különböző tartományokban jelenhetnek meg:

- alacsony frekvenciatartomány, 0–2 kHz
- magas frekvenciatartomány, 2–50 kHz
- nagyon magas frekvenciatartomány, > 50 kHz

Alacsony frekvenciájú rezgést okoz például a strukturális rezonancia, a helytelen tengelybeállítás és a mechanikai lazaság. Magas és nagyon magas frekvenciájú például a gördülőcsapágyak

sérülése (meghibásodása) által keltett rezgés. Ezért a gyorsulással kifejezett amplitúdó mérésével lehetővé válik a kialakuló csapágyproblémák nagyon korai észlelése.

## A rezgés mérése

### Hol kell mérni?

A rezgést javasolt a gép minden csapágyazási helyénél három irányban megmérni, például az SKF gyártmányú Machine Condition Advisor (gépállapot-informátor) (→ 4. ábra) segítségével (→ 5. ábra).

A vízszintes mérések jellemzően nagyobb rezgést mutatnak, mint a függőlegesek, mert a gép a vízszintes síkon rendszerint rugalmasabban tud mozogni. A kiegyensúlyozatlanság például olyan sugárirányú rezgést okoz, amely részben függőleges, részben vízszintes irányú. A nagy vízszintes irányú rezgés gyakran kiegyensúlyozatlanságra utal.

A tengelyirányú mérés jellemzően kis rezgést mutat, de ha mérhető, akkor gyakran helytelen tengelybeállításra és/vagy görbe tengelyre utal.

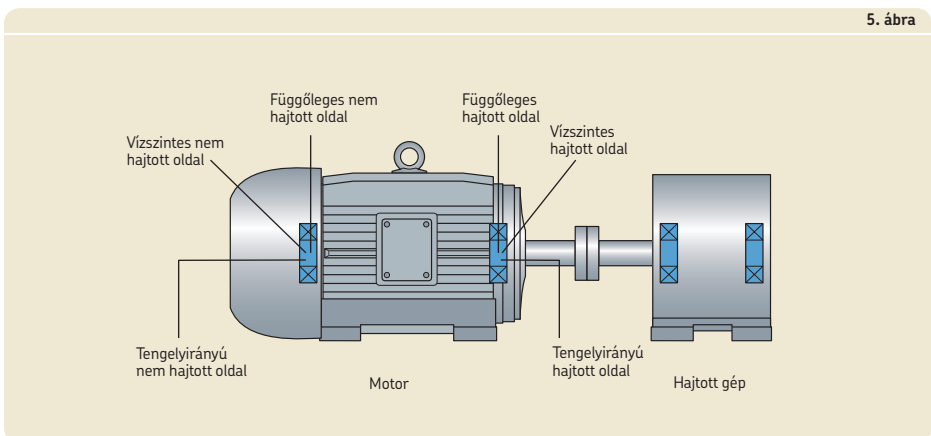
### Mikor kell mérni?

Rezgést akkor a legjobb mérni, amikor a gép normál körülmények között működik, azaz amikor a csapágyak már elérték normál üzemi hőmérsékletüket, és a gép fordulatszáma is a megengedett tartományban van. Olyan gépek esetén, amelyek fordulatszáma változik, a mérést a folyamat mindig ugyanazon pontján, ugyanazon fordulatszámon kell végezni.



4. ábra

**MEGJEGYZÉS:** Az összehasonlíthatóság érdekében minden egyes mérés esetén a mérés helyének és típusának, valamint az üzemi körülményeknek azonosnak kell lenniük.



5. ábra

### Gördülőcsapágyak hiba-frekvencia elemzése

Minden csapágy alacsony frekvenciájú jelet állít elő. A jel frekvenciája függ a gördülőelemek számától és méretétől, a csapágy hatás szögétől és a gördülőkör átmérőjétől.

A gördülőelem valahányszor átgördül egy csapágyhibán, magas frekvenciájú jelet bocsát ki, amely a jel amplitúdójában csúcsot hoz létre. Ezeknek a csúcsoknak a gyakorisága a fordulatszám és a hiba csapágyon belüli helyének, továbbá a csapágy belső geometriájának a függvénye.

A csapágy állapotának megfigyelésére az Envelope vagy gyorsulás burkológörbe mérésnek nevezett módszer használható. Az Envelope módszer elkülöníti a hiba keltette magas frekvenciás jeleket az egyéb, a gépben természetes módon keletkező forgási és szerkezeti frekvenciáktól (→ 3. diagram).

### Csapágyhibák frekvenciájának kiszámítása

A csapágy minden alkatrésze egyedi hibafrekvenciával rendelkezik, amelynek segítségével a szakemberek felismerik a károsodást.

A következő hibafrekvenciák számíthatók:

- BPFO, golyó/görgő áthaladási frekvenciája a külső gyűrű futópályáján (futópályáin) [Hz]
- BPFI, golyó/görgő áthaladási frekvenciája a belső gyűrű futópályáján (futópályáin) [Hz]
- BSF, golyó/görgő forgási frekvenciája [Hz]
- FTF, kosárfrekvencia (a szerkezet alapfrekvenciája) [Hz]

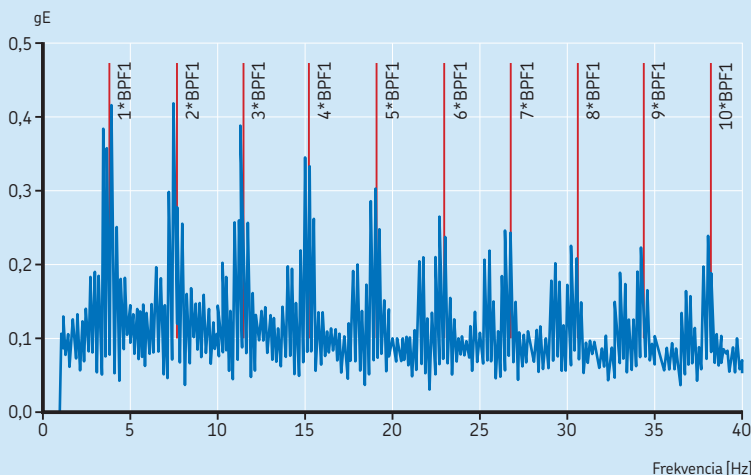
A csapágyhibák frekvenciájának kiszámítására és így a hibák azonosítására szolgáló program a [www.skf.com](http://www.skf.com) honlapon elérhető *SKF interaktív műszaki katalógusban* található.

## Álló gépek vizsgálata

Amikor a gép nem üzemel, alkalom adódik a csapágyak, a tömítések, a házak, a tömítőfelületek és a kenőanyagok állapotának ellenőrzésére. Az általános ellenőrzés gyakran úgy történik, hogy leveszik a csapágyház fedelét. Részletesebb ellenőrzéshez a csapágyakat előbb meg kell tisztítani. Ha egy csapágy sérültnek

3. diagram

Envelope gyorsulás elemzése





tűnik, javasolt kiszerezni és alaposabban megvizsgálni.

Amikor áll a gép, alaposan megvizsgálható a tengely és a szíj beállítása, továbbá a gép alapzata és külseje is. Minden hiba, legyen az akár egy hiányzó alátétlemez vagy egy nem tökéletes alapzat, károsan befolyásolhatja a gép működését. Minél hamarabb azonosítják a problémát, annál hamarabb megkezdhető annak kijavítása.

A gép beállításával kapcsolatban további információ a *Beállítás* című, a **158. oldalon** kezdődő fejezetben található.

**VIGYÁZAT!** Ha sérültek, cserélje ki a csapágyakat (és egyidejűleg a kapcsolódó hüvelyeket, anyákat, alátéteket és tömítéseket, ha vannak). Új csapágyakat sokkal olcsóbb a rendszeresen betervezett leállások során beszerezni, mint akkor, amikor a csapágy korai tönkremenetele miatt a gép váratlanul leáll.

### A csapágyak ellenőrzése

A csapágyakhoz nem lehet mindig könnyen hozzáférni. Ha azonban a csapágyak részben láthatók, akkor szemrevételezéssel ellenőrizhetők. A csapágyakat a rutin karbantartás során a legpraktikusabb ellenőrizni.

Ha nehézkes vagy sokáig tart a csapágyakhoz hozzáférni, akkor az ellenőrzéshez érdemes használni az SKF gyártmányú endoszkópot (→ **6. ábra**). Az ábrán szereplő endoszkóp például kis átmérőjű vizsgáló csővel, LCD kijelzővel és képfelvétel funkcióval rendelkezik.

Az SKF azt javasolja, hogy beszerelt csapágy ellenőrzésekor kövesse az alábbi általános útmutatásokat:

**MEGJEGYZÉS:** Az ellenőrzés során készítsen fényképeket, hogy így dokumentálja a csapágy, a kenőanyag és általában a gép állapotát.

#### Előkészítés

- 1 Tisztítsa meg a gép külső felületét, hogy megelőzze, hogy az ellenőrzés során por vagy piszok kerüljön a csapágyazásba.
- 2 A csapágy láthatóvá tételéhez vegye le a ház zárófedelét vagy osztott ház esetén a ház felső részét.
- 3 Vegyen ki egy kis kenőanyagot a csapágyházból a kenőanyag-elemzéshez.



### FIGYELMEZTETÉS

A súlyos sérülések esélyének minimalizálása érdekében bármiféle munkavégzés előtt hajtja végre a szükséges biztonsági eljárásokat.

- 4 Zsírral kent nyitott csapágyak esetén a kenőanyag-elemzéshez több különböző helyről vegyen kenőanyag-mintát. Szemrevételezéssel ellenőrizze a kenőanyag állapotát. Gyakran már úgy is felfedezhető a szennyeződés, hogy egy kis kenőanyagot hüvelyk- és mutatóujja között szétmorzsol. A másik lehetőség az, hogy a kenőanyagot vékonyan rákeni egy papírlapra, és lámpa alatt megnézi.
- 5 Tisztítsa meg a csapágy hozzáférhető külső felületeit egy szőszmentes ruhadarabbal.

**VIGYÁZAT!** A kőolajtermékekkel való közvetlen érintkezés allergiás reakciót válthat ki. Az oldószerek kezelésekor és a csapágyak tisztításakor használjon SKF gyártmányú védőkesztyűt és védőszemüveget!

### Vizsgálat

- 1 Ellenőrizze a csapágy hozzáférhető külső felületeit, hogy nincs-e rajtuk súrlódási korrózió. Ha van súrlódási korrózió, de nem súlyos, akkor nedves és száraz finom csiszolópapírral távolítsa el.
- 2 Ellenőrizze, nincsenek-e elrepedve a csapágy gyűrűi.
- 3 Tömített csapágyak esetén ellenőrizze, nem kopott-e a tömítés.
- 4 Nagyon lassan forgassa meg a tengelyt, és próbálja meg észlelni a csapágy egyenetlen ellenállását. Ha nem sérült a csapágy, akkor simán forog.

Ha részletesebben kell ellenőrizni a zsírral kent nyitott csapágyakat, akkor a következőképp járjon el:

- 5 Távolítson el minden zsírt a ház aljából.
- 6 Nem fém kaparóval távolítson el a csapágyból annyi zsírt, amennyit csak lehet.

**MEGJEGYZÉS:** Tartson meg a zsírból egy jellemző mintát a későbbi elemzéshez (→ 7. ábra).

- 7 Tisztítsa meg a csapágyat kőolaj alapú oldószerrel úgy, hogy az oldószert a csapágyba permetezi. Tisztítás közben nagyon lassan forgassa a tengelyt, és addig folytassa az oldószer permetezését, amíg az már nem gyűjt össze piszkot és zsírt. Nagyon oxidált kenőanyag-lerakódást tartalmazó nagyméretű csapágyak esetén a tisztításhoz erősen lúgos, legfeljebb 10% szódát és 1% nedvesítőszerrel tartalmazó oldatot használjon.
- 8 Szárítsa meg a csapágyat egy szőszmentes ruhadarabbal vagy tiszta, páramentes sűrített levegővel.
- 9 Endoszkóp segítségével ellenőrizze a csapágy futópályáit, kosarát/kosarait és gördülőelemeit, hogy nincs-e rajtuk kipattogzás, karcolás, csík, elszíneződés és tűkorszerű terület. Ha lehet, mérje meg a csapágy radiális hézagát (a kopás megállapítása érdekében), és ellenőrizze, hogy az előírt határértékek közé esik-e.
- 10 Ha állapota kielégítő, a csapágyat azonnal kenje be a megfelelő zsírral, és zárja be a házat. Ha a csapágy nyilvánvalóan sérült, akkor szerelje ki (→ *Kiszereles*, a 252. oldaltól), és védje meg a korróziótól. Azután hajtson végre teljes elemzést (→ *Csapágy sérülése és ennek okai*, a 288. oldaltól).

**MEGJEGYZÉS:** Egyes nagy és közepes méretű csapágyak felújíthatók. További információt az *Újragyártás és felújítás* című fejezet tartalmaz a 331. oldalon.

7. ábra



Friss zsír:  
barna színű

Használt zsír:  
sárga színű

8. ábra



### A tömítések futófelületeinek ellenőrzése

Hogy hatékony legyen a tömítés, a tömítő-ajkaknak sima felületen kell futniuk. Ha a tömítőfelület kopott vagy sérült, akkor a tömítőajak nem megfelelően látja el feladatát. Ez különösen új tömítés beszerelésénél fontos. Ha az új tömítést kopott vagy sérült felületre teszi, akkor az vagy nem fog tömíteni, vagy hamar tönkremegy.

Ezért a tömítőfelületet új tömítés beszerelése előtt ki kell javítani.

A tömítőfelület ellenőrzésekor azt is nézze meg, nincs-e súrlódási korrózió. Ha nyilvánvalóan van súrlódási korrózió, de nem súlyos, akkor nedves és száraz finom csiszolópapírral távolítsa el.

**MEGJEGYZÉS:** A kopott vagy sérült tömítőfelülettel rendelkező tengelyeket és egyéb alkatrészeket nem kell feltétlenül kicserélni. Ezek felújíthatók és újra megmunkálhatók. Ha lehetséges, a kopási hornyok kiválóan és költséghatékonyan javíthatók SKF SPEEDI-SLEEVE persellyel (ha a tengely átmérője  $\leq 203$  mm), illetve nagy átmérőjű persellyel (LDSLVL) (ha a tengely átmérője  $> 203$  mm) (→ 8. ábra). Az SKF gyártmányú perselyekkel kapcsolatban további információ a *Kopott tengely javítása SKF gyártmányú persellyel* című, a **152. oldalon** kezdődő fejezetben található.



SKF

TOOL  
RELEASE

# Hibaelhárítás

<b>Bevezetés</b> .....	<b>230</b>
Miért megy tönkre a csapágy? .....	230
A csapágy üzemi élettartamát befolyásoló tényezők .....	230
<b>Hibaelhárítás</b> .....	<b>232</b>
A csapágyhibák gyakori megjelenési formái .....	232
Hibaokok és elhárításuk .....	235

## Bevezetés

### Miért megy tönkre a csapágy?

Használat közben a csapágyaknak csak kis töredéke megy tönkre (→ **1. diagram**). A legtöbb (mintegy 90%) túléli azt a berendezést, amelybe beszerelték. Számos csapágyat (9,5%) biztonsági okokból (megelőzés céljából) még meghibásodása előtt kicserélnék. A csapágyaknak hozzávetőleg 0,5%-át cserélik ki azért, mert megsérült vagy tönkrement.

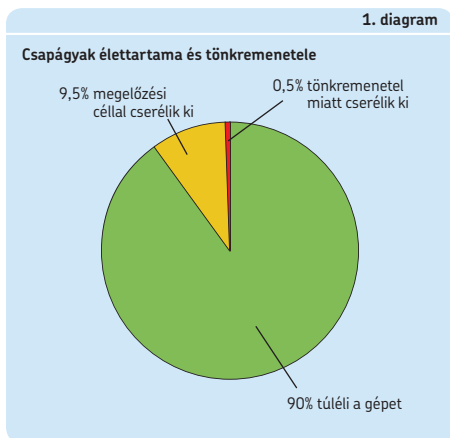
Számos oka lehet annak, hogy egy csapágy megsérül vagy tönkremegy, többek között:

- fáradás
- nem hatékony tömítés
- nem megfelelő kenés
- a vártnál nagyobb terhelés
- rossz vagy nem megfelelő illesztés
- helytelen beszerelés.

Ezek mindegyike jellemző sérülést okoz a csapágyon, és mintáznak nevezett lenyomatot hagy rajta (→ *Futópálya-mintázatok*, a **291. oldaltól**). Következésképpen a legtöbb esetben lehetőség van arra, hogy a sérült csapágyat gondosan megvizsgálva megállapítsuk a sérülés kiváltó okát. Az észleltek alapján végrehajtott javító intézkedésekkel megelőzhető a probléma ismételt bekövetkezése.

A valóban tönkremenő csapágyak közül általában:

- 1/3 fáradás miatt megy tönkre
- 1/3 kenési problémák miatt megy tönkre



Az SKF állapotfigyelő műszereivel és az SKF karbantartási termékeivel kapcsolatban további információ a [www.skf.com/cm](http://www.skf.com/cm) és a [www.mapro.skf.com](http://www.mapro.skf.com) honlapon olvasható.

Az SKF a mechanikus karbantartási szolgáltatások széles választékát kínálja (→ *Mechanikus karbantartási szolgáltatások*, **330. oldal**), az SKF Reliability Maintenance Institute (RMI) pedig átfogó tanfolyamokat kínál (→ *Oktatás*, a **326. oldaltól**). További információ az SKF helyi képviselőjétől és a [www.skf.com/services](http://www.skf.com/services) honlapról szerezhető be.

- 1/6 szennyeződés miatt megy tönkre
- 1/6 egyéb okból (például helytelen kezelés és beszerelés miatt) megy tönkre.

A számok iparáganként változóak. A cellulóz- és papíriparban például a csapágyak tönkremenetelének egyik fő oka a szennyeződés és a nem megfelelő kenés, nem pedig a fáradás.

### A csapágy üzemi élettartamát befolyásoló tényezők

Az alkalmazásokban a csapágyaknak általában kiszámítják az élettartamát (→ *A csapágyak élettartama*, a **27. oldaltól**). Az, hogy a csapágyak eléri vagy túlélik-e kiszámított élettartamukat, számos, alább részletezett tényezőtől függ:

- **A csapágy minősége**  
Csak a legszigorúbb minőségi követelményeknek megfelelően gyártott csapágyaknak hosszú az üzemi élettartamuk.
- **Tárolás**  
A csapágyak helyes egymásra rakása fontos aspektusa a helyes tárolásnak. Ha nem tesz egymásra túl sok csapágyat, és ha „a korábban beérkezettet használjuk fel előbb” (FIFO) megközelítést alkalmazza, akkor a polcon mindig „friss” csapágyak lesznek. Ez különösen a tömítést vagy pajzsot tartalmazó csapágyak esetén fontos, mert ezeket a gyárban kenik, és a zsírnak korlátozott az eltarthatósága. Azt se feledje, hogy a gyártástechnológia gyors változása miatt a ma gyártott csapágyak ere-



dendő élettartama sokkal hosszabb, mint a 10–15 évvel ezelőtti gyártottaké. A csapágycsoporthoz tartozó további információk *A csapágycsoporthoz tartozó tömítések és kenőanyagok tárolása* című, a **41. oldalon** kezdődő szakaszban olvashatók.

#### • Alkalmazás

Az alkalmazások csak a megfelelő csapágycsoporthoz tudják kihasználni.

#### • Beszerelés

A csapágycsoporthoz csak akkor fognak megfelelően funkcionálni, ha helyesen szerelik be őket (→ *Gördülőcsapágycsoporthoz szerelés, a 44. oldaltól*). A helytelen beszerelési eljárások során könnyen megsérülhet a csapágycsoporthoz, és ennek eredményeképp hamar tönkretesz is fog menni.

#### • Kenés

A különböző üzemi körülmények különböző kenőanyagokat és különböző gyakoriságú újrafestést igényelnek. Ezért fontos, hogy ne csak a megfelelő kenőanyagot használja, hanem azt a megfelelő mennyiségben, a megfelelő időben és a helyes módszerrel használja fel (→ *Kenés, a 178. oldaltól*).

#### • Tömítési megoldás

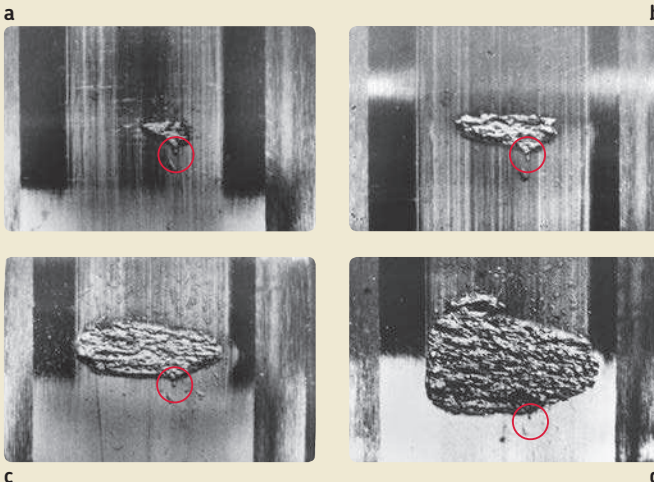
A tömítésnek az a funkciója, hogy a kenőanyagot csapágycsoporthoz belül, a szennyezőanyagokat azon kívül tartsa. Ha az alkalmazás nincs megfelelően tömítve, az a csapágycsoporthoz korai tönkremeneteléhez vezethet.

Ha a fenti tényezők közül akár csak egy is gyenge, az kedvezőtlenül befolyásolhatja a csapágycsoporthoz üzemi élettartamát. Ha viszont mindegyik erős, akkor a csapágycsoporthoz hosszú üzemi élettartam várható.

Példaként tekintünk egy nem megfelelően tömített alkalmazást. Amikor a szennyezőanyagok részecskéi a tömítésen keresztül bekerülnek a csapágycsoporthoz belsejébe, akkor azokon átgördülhetnek a gördülőelemek. Az átgördülés bemélyedéseket hoz létre a futópályákon (→ **1. ábra**). A kemény részecskék éles sarkú bemélyedéseket hozhatnak létre. A bemélyedés körüli terület igénybevételekor megkezdődik a felületfáradás, és a fém elkezd leválni a futópályáról. Ezt kipattogzásnak nevezik. Kipattogzás után a sérülés addig folytatódik, amíg a csapágycsoporthoz használhatatlanná nem válik.

Az első (kezdeti) sérüléstől a csapágycsoporthoz használhatatlanná válásáig eltelt idő jelentős mértékben eltérő lehet. Nagy fordulatszám esetén lehet, hogy ez csak másodpercek kérdése. Nagy,

1. ábra



#### A sérülés fejlődése

A gördülőelem átgördült egy kemény szennyezőanyagon, és bemélyedést hozott létre a futópályán (a). Az anyagfáradás mindjárt a bemélyedés mögött megkezdődött. Idővel a kipattogzás egyre jelentősebbé válik (b, c). Ha a gépet nem állítják le időben, akkor másodlagos sérülések keletkezhetnek a gép alkatrészein. Ezen kívül még a sérülés kiváltó oka is (teljesen) eltűnhet (d).

lassan forgó gépek esetén hónapok is eltelhetnek. A „Mikor cseréljem ki a csapágyat?” kérdésre úgy adható meg a legjobb válasz, ha figyelemmel kíséri a csapágy állapotát (→ *Vizsgálat*, a **216. oldaltól**).

Ha nem veszi észre, hogy egy csapágy megsérült, és mindaddig nem cseréli ki, amíg véglegesen tönkremegy, akkor másodlagos sérülések keletkezhetnek a gépben és alkatrészeiben. Továbbá amikor egy csapágy véglegesen tönkremegy, akkor nehéz, sőt akár lehetetlenné válhat a hiba kiváltó okának meghatározása.

## Hibaelhárítás

A nem megfelelően működő csapágyak rendszerint azonosítható hibajelenségeket mutatnak. E hibajelenségek azonosításának és korai kijavításának legjobb módja az, ha üzemi szintű állapotfelüyeleti programot indít (→ *Vizsgálat*, a **216. oldaltól**).

Amikor nem rendelkezik állapotfelüyeleti eszközzel, vagy azt nem praktikus használni, akkor a következő szakaszban adott néhány hasznos tipp segítségével azonosíthatja a leggyakoribb hibajelenségeket, azok okát és – ha csak lehetséges – gyakorlati megoldásukat. A csapágy sérülés fokától függően egyes hibajelenségek félrevezetőek lehetnek, sok esetben a másodlagos sérülések eredményeképp jelentkeznek. A csapágyproblémák hatékony elhárításához a hibajelenségeket az alkalmazásban először észleltekkel összevetve kell elemezni. Ezzel a témával a *Csapágyhibák és okai* című, a **288. oldalon** kezdődő fejezet foglalkozik részletesebben.

### A csapágyhibák gyakori megjelenési formái

A csapágyhibák megjelenési formái általában néhány, itt felsorolt gyakori hibajelenségre vezethetők vissza. Az egyes hibajelenségeket az őket kiváltó körülményeknek megfelelően soroljuk kategóriákba (→ **1. táblázat**). Mindegyik körülmény olyan számkóddal rendelkezik, amely az adott körülmény gyakorlati elhárítására utal (→ **2. táblázat**, a **236. oldaltól**).

**MEGJEGYZÉS:** Az ebben a fejezetben található, hibaelhárításra vonatkozó információk csak útmutatásul szolgálnak.

#### A csapágyhibák gyakori megjelenési formái

- A Túlmelegedés → **1a. táblázat**
- B Túl nagy zajszint → **1b. táblázat**
- C Túl nagy rezgés → **1c. táblázat, 234. oldal**
- D Túl nagy tengelyelmozdulás → **1d. táblázat, 234. oldal**
- E Túl nagy súrlódás akadályozza a tengely forgását → **1e. táblázat, 235. oldal**



1a. táblázat

## Hibajelenség: A. Túlmelegedés

Elhárítás kódja	Lehetséges ok
	<b>Kenési probléma</b>
1	Nincs elegendő kenőanyag – túl kevés a zsír vagy túl alacsony az olajsztint.
2	Túl sok kenőanyag – túl sok a zsír eltávozási lehetőség nélkül, vagy túl magas az olajsztint.
3	Nem megfelelő típusú kenőanyag – nem megfelelő konzisztencia, nem megfelelő viszkozitás, nem megfelelő adalékanyagok.
4	Nem megfelelő kenőrendszer.
	<b>Tömítéshiba</b>
5	A ház tömitései túl szorosak, vagy más alkatrészek hozzáérnek a csapágytömítésekhez.
6	A kelletnél több tömités van a csapágy- (ház-) elrendezésben.
7	Nem megfelelően állnak a külső (ház-) tömitések.
8	Az üzemi fordulatszám túl nagy a csapágyban lévő súrlódó tömitésekhez.
9	A tömitések nincsenek megfelelően kenve.
10	A tömitések rossz irányba néznek és nem engedik eltávozni a zsírt.
	<b>Működés közben nincs elegendő hézag</b>
11	A csapágy kezdeti belső hézagjának helytelen megválasztása.
12	A tengely anyaga jobban tágul, mint a csapágy acélja (például rozsdamentes acél).
13	Nagy hőmérsékletkülönbség a tengely és a ház között (a ház sokkal hidegebb, mint a tengely).
14	Túl nagy feltolás a kúpos csapágyúléken.
15	A csapágyat nem kör alakú alkatrészre szerelték – a csapágy beszorult egy ovális házba.
16	Túl szoros fedő tengelyillesztés, vagy túlméretezett a csapágyúlék átmérője.
17	Túl szoros házillesztés, vagy alulméretezett a ház furatának átmérője.
	<b>Helytelen csapágyterhelés</b>
18	Túlzottan megterhelt csapágyak az alkalmazás paramétereinek megváltoztatása miatt.
19	Két egység egytengelyűségtől való párhuzamos eltérése.
20	Két egység egytengelyűségtől való szög eltérése.
21	A csapágyat fordítva szerelték be.
22	Kiegészítőszigetelt működési környezet.
23	Nem megfelelő a fix oldali csapágy.
24	Túl nagy tengelyirányú terhelés.
25	Nincs elegendő terhelés.
26	Túl nagy előfeszítés.

1b. táblázat

## Hibajelenség: B. Túl nagy zajszint

Elhárítás kódja	Lehetséges ok
	<b>Fémés érintkezés</b>
1	Nincs elegendő kenőanyag.
3	Az olajréteg túl vékony az üzemi körülményekhez.
25	Megcsúsznak a gördülőelemek.
	<b>Szennyeződés</b>
27	Bemélyedések a futópályákon és/vagy a gördülőelemeken a szilárd szennyezőanyag behatolása és rajta a gördülőelemek ezen való átgörülése miatt.
28	Szilárd részecskék maradtak a házban a gyártásból vagy egy korábbi csapágyserűlése miatt.
29	Folyékony szennyezőanyag csökkentte a kenőanyag viszkozitását.
	<b>Túl laza illesztések</b>
30	A belső gyűrű kúszik (megfordul) a csapágyúléken.
31	A külső gyűrű kúszik (megfordul) a ház furatában.
32	A csapágy rögzítőnyája laza a tengelyen vagy a szorítóhüvelyen.
33	A csapágy nincs tökéletesen rögzítve a csatlakozó alkatrészekhez.
34	Túl nagy a radiális vagy axiális belső hézag a csapágyban.
	<b>Felületi sérülés</b>
1, 2, 3, 4	Elégtelen kenésből adódó kopás.
25	Megcsúszó gördülőelemek miatt kialakuló elkenődés.
27	Bemélyedések a futópályákon és/vagy a gördülőelemeken, a gördülőelemek szilárd szennyezőanyagon történő átgörülése miatt.
35	Ütésből származó bemélyedések a gördülőfelületeken.
36	A gördülőfelületek hamis brinelljeződése rezgés miatt.
37	Kipattogzás a futópályán anyagfáradás miatt.
38	Kipattogzás a futópályán a felszínről induló sérülés miatt.
39	Állás közbeni korrózió a futópályákon és/vagy a gördülőelemeken vegyi/folyékony szennyezőanyag miatt.
40	(Apró) kipattogzás a futópályán és/vagy a gördülőelemeken pára vagy elektromos áram károsító hatása miatt.
41	Barázdálódás a futópályákon és/vagy a gördülőelemeken a károsító elektromos áram átfolyása miatt.
	<b>Dörzsölődés</b>
7	A ház tömitései helytelenül vannak beszerelve.
32	A szorító- vagy a lezuhóhüvely nincs megfelelően rögzítve.
33	A távtartó gyűrűk nincsenek megfelelően rögzítve.
42	A biztosítólemez fülei be vannak hajlítva, hozzáérnek a kosárhoz és a csapágytömítésekhez.

1c. táblázat

Hibajelenség: C. Túl nagy rezgés

Elhárítás Lehetséges ok  
kódja

25	<b>Fémes érintkezés</b> Megcsúsznak a gördülőelemek.
27	<b>Szennyeződés</b> Bemélyedések a futópályákon és/vagy a gördülőelemeken a szilárd szennyezőanyag behatolása, és a gördülőelemek ezeken való átgördülése miatt.
28	Szilárd részecskék maradtak a házban a gyártásból vagy egy korábbi csapágyserülésből.
30	<b>Túl laza illesztések</b> A belső gyűrű kúszik (megfordul) a tengelyen.
31	A külső gyűrű kúszik (megfordul) a házban.
1, 2, 3, 4	<b>Felületi sérülés</b> Elégtelen kenésből adódó kopás.
25	Megcsúszó gördülőelemek miatt kialakuló elkenődés.
27	Bemélyedések a futópályákon és/vagy a gördülőelemeken, a gördülőelemek szilárd szennyezőanyagon történő átgördülése miatt.
35	Utési terhelésből származó bemélyedések a futópályákon és/vagy a gördülőelemeken.
36	Hamis brinelleződés jelei a futópályákon és/vagy a gördülőelemeken az állandó rezgésből adódóan.
37	Kipattogzás a futópályán és/vagy a gördülőelemeken anyagfáradás miatt.
38	Kipattogzás a futópályán és/vagy a gördülőelemeken a felszínről induló sérülés miatt.
39	Állás közben kialakult korróziós nyomok a futópályákon és/vagy a gördülőelemeken vegyi/ folyékony szennyezőanyag miatt.
40	(Apró) kipattogzás a futópályán és/vagy a gördülőelemeken pára vagy elektromos áram károsító hatása miatt.
41	Barázdálódás a futópályákon és/vagy a gördülőelemeken az elektromos áram átfolyása miatt.

1d. táblázat

Hibajelenség: D. Túl nagy tengelyelmozdulás

Elhárítás Lehetséges ok  
kódja

30	<b>Lazaság</b> Laza a belső gyűrű a tengelyen.
31	A külső gyűrű nagyon laza a házban.
33	A csapágy nincs megfelelően rögzítve a tengelyre vagy a házban.
1, 2, 3, 4	<b>Felületi sérülés</b> Elégtelen kenésből adódó kopás.
37	Kipattogzás a futópályán és/vagy a gördülőelemeken anyagfáradás miatt.
38	Kipattogzás a futópályán és/vagy a gördülőelemeken a felszínről induló sérülés miatt.
11	<b>Helytelen a csapágy kezdeti belső játéka</b> Helytelen hézagú csapágy lett beszerelve.
33	A csapágy nincs megfelelően rögzítve a tengelyre vagy a házban, túl nagy a tengelyjátéka.

## 1e. táblázat

Hibajelenség: E. Túl nagy súrlódás akadályozza a tengely forgását

Elhárítás Lehetséges ok kódja

	Előfeszített csapágy
11	A csere csapágyhoz helytelen belső hézag lett kiválasztva
12	A tengely anyaga jobban tágul, mint a csapágy acélja (például rozsdamentes acél)
13	Nagy hőmérsékletkülönbség a tengely és a ház között
14	Túl nagy feltolás a kúpos csapágyüléken
15	A tengely vagy a ház alakja túlságosan eltér a körtől – a csapágy beszorult
16, 17	Túl szoros a tengely és/vagy a ház fedő illesztése
26	Túl nagy előfeszítés – helytelen összeszerelés (előfeszítés)
	<b>Súrlódik a tömítés</b>
5	A ház tömítései túl szorosasak, vagy más alkatrészek hozzáérnek a tömítésekhez
6	A kettőtől több tömítés van a csapágy- (ház-) elrendezésben
7	Nem megfelelően állnak a külső (ház-) tömítések
9	A tömítések nincsenek megfelelően kenve
	<b>Felületi sérülés</b>
37	Kipattogzás a futópályán és/vagy a gördülő-elemeken anyagfáradás miatt
38	Kipattogzás a futópályán és/vagy a gördülő-elemeken a felszínről induló sérülés miatt
41	Barázdálódás a futópályákon és/vagy a gördülő-elemeken károsító elektromos áram áthaladása miatt
	<b>Kialakítás</b>
43	A tengely és/vagy a ház válla nem merőleges a csapágy támfelületére
44	A tengely válla túl magas, így hozzáér a tömítésekhez/pajzsokhoz

## Hibaokok és elhárításuk

A gyakori csapágyhibák hibajelenségeire adott gyakorlati válaszokat a **2. táblázat** tartalmazza a **236. oldaltól**.

**FIGYELMEZTETÉS**

A súlyos sérülések esélyének minimalizálása érdekében bármiféle munkavégzés előtt hajtsa végre a szükséges energia kizáró eljárásokat.

**VIGYÁZAT!** A kőolajtermékekkel való közvetlen érintkezés allergiás reakciót válthat ki! A kenőanyagok felhasználása előtt olvassa el az anyag biztonsági adatlapját, és mindig használjon védőkesztyűt.

## Hibaokok és elhárításuk

Elhárítás  
kódja

Hiba oka / elhárítása a gyakorlatban

1

**Nincs elegendő kenőanyag**

Kenés zsírral

Az első feltöltésnél vagy indításnál figyelni kell a következőkre:

- A zsír töltse ki a csapágy 100%-át, továbbá a házat a tengely aljáig (1/3–1/2).
- Ha a ház ürege a csapágy mentén kicsi, akkor kissé csökkenteni kell a zsír mennyiségét a habzásból adódó túlmelegedés elkerülése érdekében.
- → *Kenés, a 178. oldaltól.*

Teendők az üzemeltetés során:

- Nézze meg, nincs-e kopott vagy sérült, esetleg nem megfelelő tömítés. (Nézze meg, nem szivárog-e a zsír.)
- Szivárgás a zsírok összeférhetetlensége miatt. (Nézze meg, nem szivárog-e a zsír.)

Teendők az újragenés során:

- Ügyeljen arra, hogy megfelelő legyen az újragenések között eltelt idő (ne legyen túl hosszú).
- Gondoskodjon arról, hogy a zsír elérje a csapágyat.
- Gondoskodjon arról, hogy a csapágyba friss zsír kerüljön.

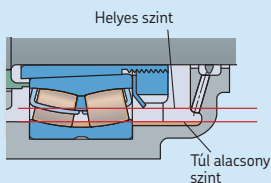
Olajfürdős kenés

Az első feltöltésnél és az újratöltésnél, illetve a gép állása során figyelni kell a következőkre:

- Az olajfürdő szintje ne haladja meg az álló legsó gördülőelem középvonalát.

Teendők az üzemeltetés során:

- Ügyeljen arra, hogy a ház megfelelően szellőzzön, hogy így elkerülhető legyen az ellennyomás, amely az automatikus kenés meghibásodását okozhatja.
- Nézze meg, nem kopottak, sérültek-e a tömítések, illetve nem szivárognak-e.
- Nézze meg, nincs-e szivárgás a ház két részének összeillesztésénél, és szükség esetén az összeillesztést vékonyan kenje be tömítőpasztával.



2

**Túl sok kenőanyag**

A túl sok kenőanyag erős habzást és hőmérsékletemelkedést okozhat.

Kenés zsírral

Az első feltöltésnél vagy indításnál figyelni kell a következőkre:

- A zsír töltse ki a csapágy 100%-át, továbbá a házat a tengely aljáig (1/3–1/2).
- Ha a ház ürege a csapágy mentén kicsi, akkor kissé csökkenteni kell a zsír mennyiségét a habzásból adódó túlmelegedés elkerülése érdekében.
- → *Kenés, a 178. oldaltól.*

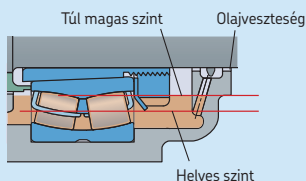
Teendők az üzemeltetés során:

- Ellenőrizze, ki tud-e jönni a zsír a tömítéseken vagy a leeresztő dugón át. Zsírleeresztő furattal esetleg elkerülhető, hogy túl sok legyen a zsír.
- Ellenőrizze, hogy a tömítések megfelelő irányban állnak-e, mert a jó irányba álló tömítések lehetővé teszik a felesleges kenőanyag kiürítését úgy, hogy közben nem jutnak be szennyezőanyagok.
- Ügyeljen arra, hogy ne legyen túl rövid az újragenések között eltelt idő.
- Ügyeljen arra, hogy újragenésnél a megfelelő mennyiségű kenőanyagot használja fel.

Olajfürdős kenés

Teendők:

- Ügyeljen arra, hogy az olajfürdő szintje az álló legsó gördülőelem középvonalánál legyen.
- Vizsgálja meg az olaj-visszavezető furatokat elzáródások esetére.
- Ha minden házat megfigyelőablakkal lát el, akkor gyorsan és könnyen tudja ellenőrizni, hogy az olaj szintje megfelelő-e a házban.



## Hibaokok és elhárításuk

Elhárítás  
kódja

Hiba oka / elhárítása a gyakorlatban

3



## Nem megfelelő típusú kenőanyag

Teendők:

- Nézze át az alkalmazást, és állapítsa meg az adott üzemi körülményeknél szükséges helyes alapolaj-viszkozitást (zsír és olaj esetén), valamint a helyes konzisztenciát (zsír esetén) (→ *Kenés*, a **178. oldaltól**).
- Fémes érintkezés esetén nagy hő és korai kopás keletkezhet, és ez végül magasabb zajszinhez vezet.
- Ellenőrizze a keverhetőséget, ha a zsírt vagy olajat másik típusúra cserélte le.
- Ellenőrizze a zsír konzisztenciáját.
- Ellenőrizze az üzemi viszkozitást.

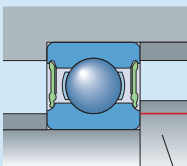
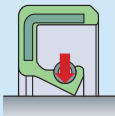
4

## Nem megfelelő kenőrendszer

Teendők:

- Figyelje meg az üzemi fordulatszámot, és mérje meg az üzemi hőmérsékletet.
- Állapítsa meg, megfelelő kenőanyagot és kenőrendszert használ-e.
- Egyszerű megoldást jelenthet, ha zsírról áttér olajra.
- Megoldást jelenthet az is, ha olajfűrdős kenésről olajkeringetűes kenésre tér át.
- Sok hővel kapcsolatos problémát meg tud oldani az is, ha a meglévő, olajat használó kenőrendszert egy plusz hűtővel egészíti ki.
- A konkrét követelményekkel kapcsolatban vegye fel a kapcsolatot az SKF-fel vagy a berendezés gyártójával.
- Nézze meg a fordulatszám névleges értékeit a gyártótól a termékhez kapott útmutatóban. Az SKF referencia- és határfordulatszámjai a [www.skf.com](http://www.skf.com) honlapon, az *SKF interaktív műszaki katalógusban* található.

5



Helyes magasság

## A ház tömitései túl szorosak

Teendők:

- Ellenőrizze a tengely átmérőjét, és a túl nagy súrlódás elkerülése érdekében biztosítsa, hogy a használt rugós tömitésnek megfelelő nagyságú e a rugó feszítőereje, vagy cserélje ki a tömitést egy olyanra, amelyben a rugó feszítőereje megfelelő mértékű.
- Gondoskodjon a tömitések megfelelő kenéséről.
- Ellenőrizze, nem kopottak-e a tömitőajkak.
- A nemeztömitéseket beszerelésük előtt forró olajban kell áztatni.

## Más alkatrészek hozzáérnek a csapágytömitésekhez

Teendő:

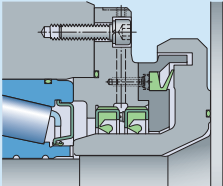
- Ellenőrizze a tömitésekkel érintkező alkatrészeket:
  - az alátámasztási magasságokat (→ *SKF interaktív műszaki katalógus* a [www.skf.com](http://www.skf.com) honlapon)
  - az tengelyirányú elmozdulás elviselésének lehetőségét a tengely megnyúlása esetén

## Hibaokok és elhárításuk

Elhárítás  
kódja

Hiba oka / elhárítása a gyakorlatban

6

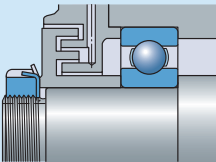


### Több tömítés van a csapágy- (ház-) elrendezésben

Figyelembe veendő szempontok:

- Ha a szennyezőanyagok kívül tartására több sűrűlódó tömítést használ, növekedni fog a sűrűlódás és a hőmérséklet.
- Mielőtt az alkalmazáshoz további tömítést ad hozzá, vegye figyelembe annak a csapágyra és a kenőanyagra gyakorolt hatását.
- Vegye figyelembe továbbá a berendezés forgatásához szükséges plusz erőt is.

7



### Nem megfelelően állnak a külső (ház-) tömítések

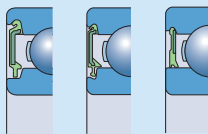
Az összeszerelés során figyelembe veendő szempontok:

- A tengelynek a házhoz viszonyított helytelen beállítása nem sűrűlódó vagy fésűs tömítések esetén dörzslődést eredményezhet. Ez megemelheti a hőmérsékletet, növelheti a zajszintet, és felgyorsíthatja a kopást a kezdeti bejáratási időszakban. Rontja a tömítések integritását is.

Teendők:

- Ellenőrizze a beállítást, és ha kell, javítsa ki.
- Ha nem kerülhető el az egytengelyűségtől való eltérés, akkor szükséges lehet a külső tömítések közti hézag megnövelése.

8



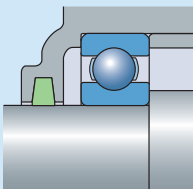
Sűrűlódó tömítések

### Az üzemi fordulatszám túl nagy a csapágyban lévő sűrűlódó tömítésekhez

Figyelembe veendő szempontok:

- A tömítőajkák fordulatszáma korlátozott. Ha az üzemi fordulatszám meghaladja ezeket a határértékeket, megsérül a tömítőajkák, és szivárogni fog a zsír.
- Ha megnövekedett az üzemi fordulatszám, vagy ha más tömítéssel rendelkező csapágyat használ, akkor ellenőrizze, hogy a csapágy tömítése használható-e ezen a fordulatszámon.
- A sűrűlódó tömítések több hőt fejlesztenek, mint a kis sűrűlódású tömítések, a pajzsok és a nyitott csapágyak.

9



### A tömítések nincsenek megfelelően kenve

Figyelembe veendő szempontok:

- A szárazon futó érintkező tömítések jelentősen felmelegíthetik a rendszert.

Teendők összeszerelés közben:

- Gondoskodjon arról, hogy a tömítések megfelelően legyenek kenve az új vagy újjáépített berendezések beindításakor. (A nemeztömítéseket beszerelésük előtt forró olajban kell áztatni.)

Teendők az üzemeltetés során:

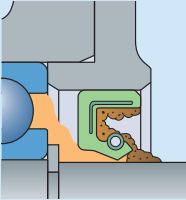
- Normál körülmények között a házban lévő kenőanyag kifelé, a tömítések felé áramlik, és automatikusan keni őket.
- A megfelelően kent tömítések alacsonyabb hőmérsékleten működnek, és hatékony tömítést biztosítanak, mivel az érintkező felületek közötti réseket feltölti a kenőanyagból képződött gát.
- A megfelelő kenés csökkenti a tömítés korai kopásának esélyét is.
- Ellenőrizze a tömítéseket, nincs-e rajtuk kopás, sérülés.

## Hibaokok és elhárításuk

Elhárítás kódja

Hiba oka / elhárítása a gyakorlatban

10

**A tömítések rossz irányba néznek és nem engedik eltávozni a zsírt**

Az összeszerelés során figyelembe veendő szempont:

- Az alkalmazástól függően előfordulhat, hogy az érintkező tömítéseket adott irányba kell állítani, vagy azért, hogy megengedjék a kenőanyag távozását, vagy azért, hogy meggátolják az olajszivárgást.

Teendő:

- Nézze meg az alkalmazás rajzát, vagy vegye fel a kapcsolatot a berendezés gyártójával, és határozza meg a berendezésben a tömítések helyes tájolását.

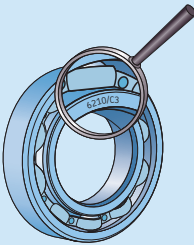
Az üzemeltetés során figyelembe veendő szempont:

- A kifelé néző tömítőjakkal általában megengedik, hogy távozzon a felesleges kenőanyag, de megakadályozzák a szennyezőanyagok bekerülését.

Teendő:

- A tömítéseket megfelelő állásban kell behelyezni, hogy a zsírt a csapágyon belül, a szennyezőanyagokat a csapágyon kívül tarthassák.

11

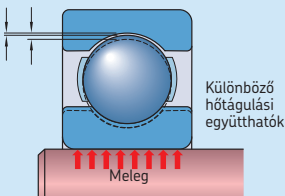
**A csapágy kezdeti belső hézagának helytelen megválasztása**

Teendő:

- Nézze meg a csomagolást, és ügyeljen arra, hogy az új csapágy hézaga összhangban legyen az eredeti műszaki leírásban megadottakkal.
- Ha csapágycsere után melegszik a csapágy, akkor amennyiben az alkalmazás nagyobb játékot igényel, vegye fel a kapcsolatot az SKF alkalmazásmérnöki szolgálatával, és tudakolja meg, hogy a plusz játék milyen hatással van a berendezésre és a csapágyra.
- Ellenőrizzen minden méretet, hiszen az alkatrészek kopása hatással lehet a csapágy hézagára.

12

Lecsökkentett hézag



Különböző hőtágulási együtthatók

**A tengely anyaga jobban tágul, mint a csapágy acélja**

Az újratervezés és újragyártás során figyelembe veendő szempontok:

- Egyes esetekben megváltozhat a tengely és a ház anyaga, például a tengely anyaga rozsdamentes acél lesz, hogy kielégítse az élelmszerbiztonsági előírásokat, vagy a ház anyaga alumínium lesz, hogy könnyebb legyen a berendezés.
- Ha a tengely anyagának hőtágulási együtthatója nagyobb, mint a csapágy acéljáé, akkor tovább csökken a radiális belső hézaggal. Ezért egyes rozsdamentes acélból készült tengelyek (300-as sorozat) esetén vagy kissé lazább tengelyillesztésre, vagy nagyobb radiális hézag rendelkező csapágyra (például CN-C3, C3-C4 stb.) van szükség.
- Ha a ház a csapágy acéljánál nagyobb hőtágulási együtthatójú anyagból, például alumíniumból készül, akkor kissé szorosabb illesztésre lehet szükség annak biztosítása érdekében, nehogy a külső gyűrű elforduljon a ház furatában.

Teendő:

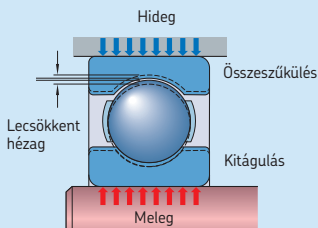
- Mindkét esetben számolni kell az új tengely, illetve ház anyagának a hézagra gyakorolt hatásával, és ennek megfelelően ki kell cserélni a csapágyat.

Hibaokok és elhárításuk

Elhárítás kódja

Hiba oka / elhárítása a gyakorlatban

13



Nagy hőmérsékletkülönbség a tengely és a ház között

A tervezés során figyelembe veendő szempontok:

- Kialakításuk következtében a csapágyelrendezések belső gyűrűjének hőmérséklete gyakran magasabb, mint a külső gyűrű hőmérséklete. Egy villanymotor tengelye például viszonylag meleg, aminek következtében kitágul a belső gyűrű. A külső csapágygyűrűt tartalmazó motorpajzs elég nagy, hőleadást elősegítő felülettel rendelkezik, így elég jelentőssé válhat a hőmérsékletkülönbség.

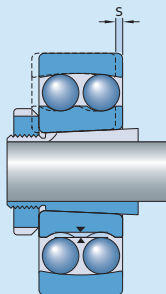
Az üzemeltetés során figyelembe veendő szempontok:

- A tengely és a ház közötti nagy hőmérsékletkülönbség csökkenti a csapágy belső hézagát, aminek eredményeképp a hézag túl kicsi lesz, vagy akár előfeszítés is létrejöhet, ez pedig nagy üzemi hőmérsékletet okoz.

Teendők:

- Ellenőrizze a tengely és a ház hőmérsékletét a csapágyhoz lehető legközelebbi helyeken.
- Ha beigazolódik a nagy hőmérsékletkülönbség, akkor az előfeszítés megelőzése érdekében válasszon megnövelt belső hézagú, például C3, C3–C4, stb. csapágyat.

14



Túl nagy feltolás a kúpos csapágyüléken

A beszerelés során figyelembe veendő szempontok:

- Ha kúpos furattal rendelkező tengelyt kúpos csapágyülékre (tengelyre vagy hüvelyre) szerel, akkor csökken a csapágyon belül a radiális hézag.

Az üzemeltetés során figyelembe veendő szempontok:

- A túl nagy „s” feltolás túl kicsi belső hézagot, esetleg előfeszítést is eredményezhet. Ennek pedig nagyobb üzemi hőmérséklet a következménye.
- A túl nagy „s” feltolás a csapágyban túl nagy gyűrűfeszültséget is eredményezhet, ennek következtében pedig eltörhet a belső gyűrű.

Teendők:

- Kicsi önbeálló golyóscsapágyak esetén: Míután a tengelyre szerelte őket, ellenőrizze, hogy könnyen megforgatható-e a külső gyűrű. Ha nem, szerelje ki a csapágyat, és kezdje az elejéről a beszerelést.
- Nagy méretű önbeálló golyóscsapágyak, beálló görgős és CARB toroidgörgős csapágyak esetén: Hasonlítsa össze a beszerelés utáni és a kiindulási csapágyhézagot. A hézagcsökkenés legnagyobb elfogadható értékeit a **402. oldalon** kezdődő **F függelék** sorolja fel. Ha nincs elegendő hézag, szerelje ki a csapágyat, és kezdje az elejéről a beszerelést.
- A megfelelő beszereléshez beálló golyóscsapágyak esetén használja az SKF Drive-up módszert vagy a meghúzási szög módszerét, beálló görgős és CARB toroidgörgős csapágyak esetén pedig használja az SKF Drive-up módszert vagy hézagcsökkenés módszerét. A jól bevált SKF Drive-up módszerrel (→ **57. oldal**) könnyen, hézagmérő használata nélkül érhető el a helyes működési hézag. Nagyon nagy méretű csapágyak esetén a SENSORMOUNT módszer (→ **67. oldal**) használja.

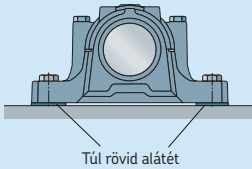


## Hibaokok és elhárításuk

Elhárítás  
kódja

Hiba oka / elhárítása a gyakorlatban

15



## A csapágyat nem kör alakú alkatrésze szerelték

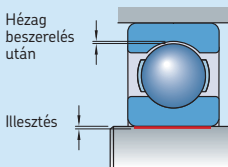
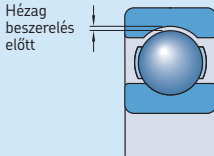
Az üzemeltetés során figyelembe veendő szempontok:

- Ha a külső gyűrűt nem kör alakú vagy deformálódott házban használják (oválisra összehúzott ház/beszorult csapágy), az lecsökkent hézagot vagy előfeszítést okoz, és növeli az üzemi hőmérsékletet.
- Ezt gyakran a külső gyűrű két, egymástól 180°-ra elhelyezkedő terhelési zónája jellemzi.
- Ha a ház oválisra van összehúzva (beszorul a csapágy), akkor kisebb lesz az elmozduló csapágy axiális elmozdulása is, és nagy axiális terhelés lép fel.

Teendők:

- A billegés elkerülése érdekében ellenőrizze, hogy a talpzat felülete vízszintes-e. Ha alátétet használ, annak a ház talpának teljes területét le kell fednie.
- Gondoskodjon arról, hogy a ház támasztófelülete elég merev legyen, ne hajolhasson be.
- Ellenőrizze, kör alakúak-e a tengelyen a csapágyülékek és a házfuratok (→ **D-1 függelék, 386. oldal**).
- Szükség esetén munkálja meg őket újra.

16



## Túl szoros tengelyillesztés, vagy túlméretezett a tengely csapágyülék átmérője

A tervezés során figyelembe veendő szempontok:

- A csapágy belső gyűrűje és a tengely csapágyüléke közötti szoros illesztés kitérítte a belső gyűrűt, és csökkentte a csapágy belső hézagát.
- Ha az illesztés túl szoros, akkor túl kicsivé válhat a csapágy üzemi hézaga, sőt akár előfeszítés is felléphet. Ennek eredményeképp működés közben a csapágy túlmelegedhet.

Teendők:

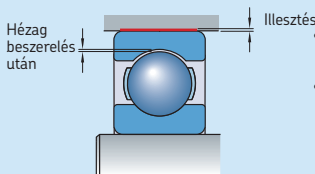
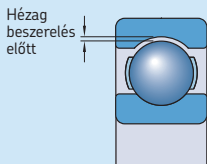
- Ellenőrizze, hogy a beszerelt csapágy belső hézaga megfelelő-e.
- Ha a tengely új vagy felújított, akkor ellenőrizze a csapágyülék méreteit mind a nagyság, mind a pontosság szempontjából (→ **D-1 függelék, 386. oldal**).
- Mielőtt bármiféle javításba kezdene, ellenőrizze a ház furatának méreteit.
- Ha minden méret megfelel az előírásoknak, akkor előfordulhat, hogy nagyobb hézagú csapágyra van szükség.
- Ne feledje, hogy a szoros illesztés a tengelyen és a házban valószínűleg túl kicsi üzemi hézagot eredményez (→ **Csapágyak radiális rögzítése, a 31. oldaltól**).

## Hibaokok és elhárításuk

Elhárítás  
kódja

Hiba oka / elhárítása a gyakorlatban

17

**Túl szoros házillesztés, vagy aluméretezett ház furatának átmérője**

A tervezés során figyelembe veendő szempontok:

- A csapágy külső gyűrűje és a ház furata közötti szoros illesztés összeszűkíti a külső gyűrűt, és csökkenti a csapágy belső hézagát.
- Ha az illesztés túl szoros, akkor túl kicsivé válhat a csapágy üzemi hézaga, sőt akár előfeszítés is felléphet. Ennek eredményeképp működés közben a csapágy túlmelegedhet.

Teendők:

- Ellenőrizze, hogy a beszerelt csapágy belső hézaga megfelelő-e.
- Ha a ház új vagy felújított, akkor ellenőrizze a csapágyfurat méreteit mind a nagyság, mind a pontosság szempontjából (→ **D-1 függelék, 386. oldal**). Csiszolja újra a ház támfelületét a megfelelő illesztéshez. Ha ez nem lehetséges, akkor használjon nagyobb hézaggal rendelkező csapágyat.
- Ne feledje, hogy a szoros illesztés a tengelyen és a házban valószínűleg túl kicsi üzemi hézagot eredményez (→ *Csapágyak radiális rögzítése, a 31. oldaltól*).
- Ne feledje, hogy forgó belső gyűrű terhelése esetén a ház szoros illesztésének hatására az elmozduló csapágy rögzítette válik, axiális terhelést és túlmelegedést eredményezve.

18

**Túlzottan megterhelt csapágyak az alkalmazás paramétereinek megváltoztatása miatt**

Az újratervezés és újragyártás során figyelembe veendő szempontok:

- A csapágy külső terhelésének növelése több hőt fejleszt a csapágyon belül.
- A nagy terhelés csökkenti a csapágy üzemi élettartamát.
- Ezért a kialakítás módosításakor tekintse át a terheléseket, és gondoskodjon arról, hogy ne növekedjenek.

Példák:

- Áttérés tengelykapcsolóról szíjhajtásra.
- Áttérés tengelykapcsolóról tárcsára.
- A berendezés fordulatszámának megnövelése.

Teendő:

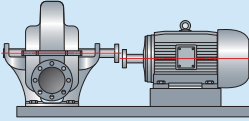
- A berendezés teljesítményében bekövetkező változást a berendezés eredeti gyártójával kell megvizsgáltatni.

## Hibaokok és elhárításuk

Elhárítás  
kódja

Hiba oka / elhárítása a gyakorlatban

19

**Két egység egytengelyűségtől való párhuzamos eltérése**

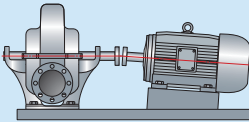
Az összeszerelés során figyelembe veendő szempontok:

- A két ház nincs egyvonalban (függőlegesen vagy vízszintesen).
- Ez további terhelést jelent a csapágyakon és tömítéseken, ami pedig növeli a súrlódást és a hőmérsékletet, és csökkenti a csapágyak, a tömítések és a kenőanyag üzemi élettartamát.

Teendő:

- Megfelelő eszköz és alátétek segítségével vízszintes és függőleges irányban állítsa be a házakat (→ *Beállítás a 158. oldaltól*).

20

**Két egység egytengelyűségtől való szögeltérés**

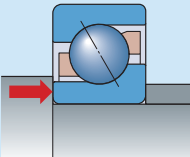
Az összeszerelés során figyelembe veendő szempontok:

- Nincs beállítva a két talpzat felülete: egyik ferdén áll a másikhoz viszonyítva.
- Ez további terhelést jelent a csapágyakon és tömítéseken, ami pedig növeli a súrlódást és a hőmérsékletet, és csökkenti a csapágyak, a tömítések és a kenőanyag üzemi élettartamát.

Teendő:

- Megfelelő berendezés és alátétek segítségével állítsa be a házakat (→ *Beállítás a 158. oldaltól*).

21

**A csapágyat fordítva szerelték be, így terheltesítve a ferde hatásvonalú golyóscsapágyat**

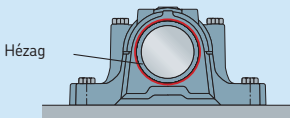
Az összeszerelés során figyelembe veendő szempontok:

- Az irányérzékeny csapágyak csak a megfelelő irányban beszerelve működnek megfelelően.
- Példák: Az egysoros, ferde hatásvonalú golyóscsapágyak csak egy irányból tudnak elviselni axiális terhelést. Ha fordítva szerelik be őket, akkor az axiális terhelés a belső gyűrű alsó vállát éri, ez pedig károsítja a csapágyat, növeli a csapágy által fejlesztett hőt, és a csapágy korai tönkremeneteléhez vezet.

Teendő:

- A beszerelés/összeszerelés során ügyeljen arra, hogy az axiális terhelés a „felső” vállat érje.

22

**Kiegyensúlyozatlan működési környezet**

Az üzemeltetés során figyelembe veendő szempontok:

- A kiegyenlített terhelés olyan terhelést jelent a forgó külső gyűrűre, amely jelentősen megnöveli a csapágy által fejlesztett hőt, miközben megnöveli a csapágy terhelését.

Teendők:

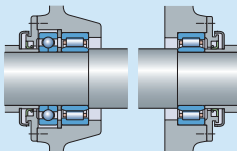
- Ellenőrizze, nem rakódott-e le a forgó részekre piszok/szennyezőanyag.
- Újra egyensúlyozza ki a berendezést.
- Ne feledje, hogy a túl nagy házfurat is rezgést válthat ki és a külső gyűrű kúszását (elfordulását) okozhatja.

### Hibaokok és elhárításuk

Elhárítás kódja

Hiba oka / elhárítása a gyakorlatban

23



#### Nem megfelelő a fix oldali csapágy

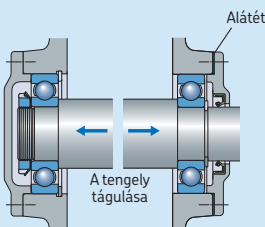
A tervezés, illetve összeszerelés során figyelembe veendő szempontok:

- Egyes alkalmazásokban a fix helyzetű csapágyelrendezés egy radiális csapágyból és egy axiális csapágyból áll.
- Ha a radiális csapágyat tengelyirányban rögzítik, akkor ezt éri a tengelyirányú terhelés, ennek pedig túl nagy együttes terhelés lehet az eredménye. Ez túlmelegedéshez és valószínűleg a csapágy korai tönkremeneteléhez vezetethet.
- Ha az axiális csapágyat sugárirányban rögzítik, akkor ezt éri a sugárirányú terhelés, ennek pedig (túl) nagy együttes terhelés lehet az eredménye. Ez túlmelegedéshez és valószínűleg a csapágy korai tönkremeneteléhez vezetethet.

Teendő:

- Ügyeljen arra, hogy a radiális csapágy tengelyirányban, az axiális csapágy pedig sugárirányban legyen tehermentesítve. Azért, hogy az axiális csapágy külső gyűrűje ne fordulhasson el, biztosítani kell az elfordulás ellen, például a négy pont érintkező golyóscsapágyak külső gyűrűjén rendszerint rögzítőhornyok vannak.

24



#### Túl nagy a tengelyirányú terhelés

A tervezés, illetve összeszerelés során figyelembe veendő szempontok:

- Amikor a csapágyak keresztirányban rögzítettek és a tengely tágulása nagyon korlátozott, akkor mindkét csapágyban belső tengelyirányú terhelés jelentkezik.
- A keletkező terhelés hatására nagyon megnőhet az üzemi hőmérséklet és a sűrűdés.
- A keletkező terhelés nagy lehet, és korai fáradásból eredő kipattogzáshoz vezetethet.

Teendők:

- Tegyen alátéteket a ház és a fedél közé, hogy elegendő hézagra legyen lehetőség a fedél és a külső gyűrű oldalsó felülete között, és így elkerülhető legyen a csapágyak axiális előfeszítése.
- Ha lehet, a külső gyűrű tengelyirányú rugós terhelésével csökkentse a csapágyrendszer axiális hézagát.
- A várható tengelynyúlás meghatározása segít megállapítani, mekkora hézagra van szükség a csapágy külső gyűrűjének oldalsó felülete és a házfedél között.

25



#### Nincs elegendő terhelés

A tervezés során figyelembe veendő szempontok:

- A kielégítő működés biztosítása és az elkenődés megakadályozása érdekében minden golyós- és görgőcsapágyat mindig adott minimális terhelésnek kell kitenni (→ SKF interaktív műszaki katalógus a [www.skf.com](http://www.skf.com) honlapon).
- Ha nem teljesülnek a minimális terhelésre vonatkozó követelmények, megcsúszás következhet be. Ez nagy hővel és zajjal jár. A nagyon sűrű zsírok még fokozhatják a problémát, különösen hidegben.

Teendők:

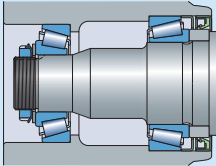
- Pótlólagos külső terhelést kell igénybe venni, vagy külső rugós előfeszítésre van szükség.
- Az is előfordulhat, hogy más hézagú vagy más típusú csapágyra van szükség.
- A csapágy méretének csökkentése is megoldást jelenthet.

## Hibaokok és elhárításuk

Elhárítás  
kódja

Hiba oka / elhárítása a gyakorlatban

26



## Túl nagy előfeszítés

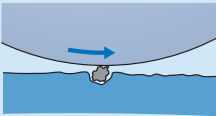
A beszerelés, illetve összeszerelés során figyelembe veendő szempontok:

- A csapágyelrendezések axiális hézagjának, illetve előfeszítésének beállításakor a beállítóeszköz (rögítőanya) túlhúzása túl nagy előfeszítést és nagyon magas üzemi hőmérsékletet eredményezhet.
- A túl nagy előfeszítés megnöveli a csapágyban a súrlódást is. Példa: kúpgörgős csapágyak vagy ferde hatásvonalú golyóscsapágyak egy-egy csapággal a tengely mindkét végén.

Teendők:

- A berendezés gyártójától szerezze be a helyes beszerelési eljárásokra vonatkozó információt, hogy be tudja állítani a berendezés szerelési hézagát (axiális hézagát), illetve előfeszítését.
- Mérőórával mérje meg a tengely axiális elmozdulását a beállítás (közben és) után.

27



## Bemélyedések a futópályákon és/vagy a gördülőelemeken a szilárd szennyezőanyag behatolása és a gördülőelemek ezeken való átgördülése miatt

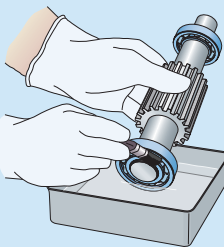
Az üzemeltetés során figyelembe veendő szempont:

- A szennyezőanyagok károsíthatják a csapágy érintkező felületeit, növelve a zajt és a rezgést. Néha a hőmérséklet is növekszik.

Teendők:

- Ellenőrizze a tömítésselrendezést az alábbi szempontok szerint:
  - A megfelelő tömítést használták.
  - A tömítést helyesen szerelték be.
  - A tömítés nem kopott, nem sérült, a kenőanyag nem szívárog.
- Lehet, hogy le kell rövidíteni az újrafelrakások között eltelt időt. Azzal, hogy gyakrabban tesz a csapágyba kisebb mennyiségű friss zsírt, elősegítheti a szennyezett zsír kiürülését a csapágy/ház üregéből (→ Újrakelés, a 192. oldaltól).
- Fontolja meg, nem lenne-e jobb a nyitott csapágyakat tömítettkre cserélni.

28



## Szilárd részecskék maradtak a házban a gyártásból vagy egy korábbi csapágyserülésből

A tisztítás, illetve az összeszerelés során, valamint a kenőanyag tisztaságára vonatkozóan figyelembe veendő szempontok:

- A csapágy érintkező felületeiben akkor keletkeznek bemélyedések, amikor szilárd szennyezőanyag marad a csapágházban egy korábbi csapágyserülésből, más alkatrészek, például fogaskerekek kopásából, vagy a szennyezett kenőanyagból.
- Ez megnövelheti a hőmérsékletet, a zajt és a rezgést.

Teendők:

- Távolítsa el minden sorját, és biztosítsa, hogy a gép minden felülete simított legyen.
- Alaposan tisztítsa meg a házat és a benne lévő összes alkatrészt az új csapágy beszerelése előtt.
- Ügyeljen arra, hogy a használt kenőanyag tiszta legyen, ne tartalmazzon semmilyen szennyezőanyagot. (A zsírtartályokat le kell zárni, és megfelelően kell tárolni.)

### Hibaokok és elhárításuk

Elhárítás kódja

Hiba oka / elhárítása a gyakorlatban

29



#### A folyékony szennyezőanyag csökkenti a kenőanyag viszkozitását

Az összeszerelés, illetve a kenés során, valamint a tömítéssel kapcsolatban figyelembe veendő szempontok:

- A folyékony szennyezőanyagok csökkentik a kenőanyag viszkozitását, az pedig fémek érintkezéséhez vezethet.
- Továbbá a csapágy érintkező felületeinek rozsdásodását okozhatják.
- Ezek eredményeképp megnövekszik a hőmérséklet, erősebb lesz a kopás, nagyobb lesz a zajszint.

Teendők:

- Ellenőrizze a ház tömítéseit, és biztosítsa, hogy azok az elvárásoknak megfelelően tudják megakadályozni a folyékony szennyezőanyagok behatolását.
- Lehet, hogy le kell rövidíteni az újrafenések között eltelt időt. Azzal, hogy gyakrabban tesz a csapágyba kisebb mennyiségű friss zsírt, elősegítheti a szennyezett zsír kiürülését a csapágy/ház üregéből (→ *Újrafenés*, a **192. oldaltól**).

30



#### A belső gyűrű kúszik (megfordul) a csapágyüléken

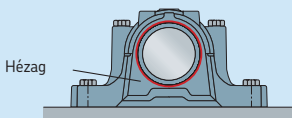
Az illesztésekkel és a kúszással kapcsolatban figyelembe veendő szempontok:

- A legtöbb alkalmazás olyan forgó tengellyel rendelkezik, amelyen a terhelés egyirányú. Ez a belső gyűrű forgó terhelése, amely szoros illesztést igényel a egyirányú és relatív elmozdulás megelőzése érdekében. A csapágyak teljesítménye nagymértékben függ a helyes illesztésektől.
- A belső gyűrű azonban kúszik tud, vagyis el tud fordulni a csapágyüléken, ha a csapágyülék kopott vagy nem elég nagy.
- Ennek a következménye a megnövekedett zaj, rezgés, valamint kopás.

Teendők:

- Rakja fel és köszörülje meg a csapágyüléket. (→ *Csapágyak radiális rögzítése*, a **31. oldaltól**).

31



#### A külső gyűrű kúszik (megfordul) a ház furatában

Kopott vagy túlméretezett a furat

Az illesztésekkel és a kúszással kapcsolatban figyelembe veendő szempontok:

- A legtöbb alkalmazás olyan álló házsal rendelkezik, amelyen a terhelés egyirányú. Ez a külső gyűrű álló terhelése, és a legtöbb esetben a külső gyűrű laza illesztéssel is helyén tartható.
- A külső gyűrű azonban kúszik tud, vagyis el tud fordulni a házban, ha a furat kopott vagy túl nagy.
- Ennek a következménye a megnövekedett zaj, vibráció, valamint kopás.

Teendők:

- Rakja fel és köszörülje meg a furatot, a megfelelő méretre. (→ *Csapágyak radiális rögzítése*, a **31. oldaltól**).
- Nagy méretű házak esetén megoldás lehet az, ha a furatot nagyobb átmerőjűre alakítja ki, és betéthüvelyt használ.

Kiegyenlített terhelés

Az illesztésekkel és a kúszással kapcsolatban figyelembe veendő szempontok:

- A kiegyensúlyozatlan tengelyből adódó terhelés hatására még akkor is kúszhat a külső gyűrű, ha az illesztések helyesek.

Teendők:

- Szüntesse meg a kiegyensúlyozatlanság okát.
- Újra egyensúlyozza ki a gépet.

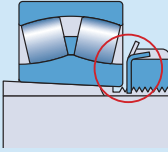


## Hibaokok és elhárításuk

Elhárítás  
kódja

Hiba oka / elhárítása a gyakorlatban

32

**A csapágy rögzítőanyága laza a tengelyen vagy a szorítóhüvelyen**

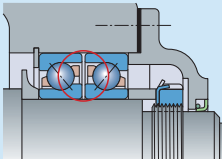
A beszerelés, illetve összeszerelés során figyelembe veendő szempontok:

- Ha a tengelyen vagy a szorítóhüvelyen laza a rögzítőanya vagy a rugós alátét, akkor a csapágy meglazulhat a támfülletén.
- Ennek eredményeképp a belső gyűrű kúszhat (elfordulhat) a csapágyüléken.
- Ez növelheti a zajszintet és a csapágy által fejlesztett hőt, sőt rossz csapágy elhelyezkedéshez is vezethet.

Teendők:

- Húzza meg a rögzítőanyát, hogy a belső gyűrű a megfelelő helyre kerüljön (a csapágy belső hézaga) (→ *Gördülőcsapágyak beszerelése, a 44. oldaltól*).
- Ügyeljen arra, hogy a beszerelés végén a rögzítőanya megfelelően legyen rögzítve, például egy rugós alátét fülével.

33

**A csapágy nincs tökéletesen rögzítve a csatlakozó alkatrészekhez**

A beszerelés, illetve összeszerelés során figyelembe veendő szempontok:

- Az olyan csapágnál, amely nincs megfelelően rögzítve a vele csatlakozó alkatrészekhez, előfordulhat, hogy nem lesz meg a szükséges belső hézag, illetve előfeszítés.
- Ez növelheti a zajszintet, és negatívan befolyásolhatja a csapágy teljesítményét.

Példák:

- Nem megfelelően egymáshoz rögzített párosított ferde hatásvonalú golyóscsapágy-pár.
- Ez a csapágyegységben megnövelheti az axiális hézagot, aminek következtében megcsúszhatnak a golyók (elkenődés), megnövekedhet a zajszint, és kenési problémák jelentkezhetnek.
- A csapágy nem megfelelő rögzítése a tengelyen lévő pozícióját is befolyásolja.

Teendő:

- Gondoskodjon arról, hogy a rögzítőeszközök mindkét csapágyat tengelyállhoz vagy távtartókhöz rögzítsék.

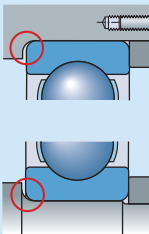
**Túl nagy a lekerekítés (a sarok sugara)**

A beszerelés, illetve összeszerelés során figyelembe veendő szempontok:

- Ha a szomszédos alkatrészek lekerekítése túl nagy, a csapágy nem lesz megfelelően megtámasztva.
- Ez deformálhatja a csapágygyűrűket.
- A csapágnak nem lesz meg a szükséges belső hézaga (előfeszítése).

Teendő:

- Munkálja meg a lekerekítést úgy, hogy az a megfelelő támasztást biztosítsa.

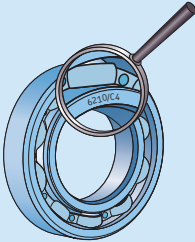


Hibaokok és elhárításuk

Elhárítás  
kódja

Hiba oka / elhárítása a gyakorlatban

34



Túl nagy a radiális vagy axiális belső hézag a csapágyban

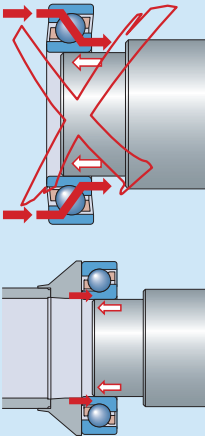
Az üzemeltetés során figyelembe veendő szempontok:

- A túl nagy radiális vagy axiális hézag megnövelheti a zajszintet, mivel a gördülőelemek a terhelési zónán kívül szabadon mozoghatnak.
- A gördülőelemek csúszása miatt a túl nagy hézag ronthatja a csapágy teljesítményét is.

Teendők:

- Rugóval vagy hullámos alátéttel megfelelő mértékű tengelyirányú terhelés érhető el ahhoz, hogy a gördülőelemek mindig terhelés alatt álljanak (főként golyóscsapágyakat tartalmazó alkalmazásokban).
- Tekintse át a csapágyban szükséges kiinduló hézagot; ha kell, állítson a hézagon.

35



Útésből származó bemélyedések a gördülőfelületeken (helytelen beszerelési módszer)

A tervezés során figyelembe veendő szempontok:

- A legtöbb csapágyat szoros illesztéssel szerelik be vagy a tengelyre, vagy a házba.

A beszerelés során figyelembe veendő szempontok:

- Amikor szoros illesztéssel szerel be egy csapágygyűrűt, ügyeljen arra, hogy az erő mindig erre a gyűrűre hasson. Soha ne engedje, hogy a beszereléshez használt erő a gördülőelemekre hasson, mert az könnyen bemélyedést okozhat a futópályákon és a gördülőelemeken.
- A keletkező sérülés növelheti a zajt, a rezgést és a hőmérsékletet.
- A csapágy valószínűleg hamar tönkremeg.

Teendők:

- Cserélje ki a csapágyat.
- Beszereléskor soha ne üsse közvetlenül a csapágy egyik részét se. Mindig beszerelőpatront használjon.
- Tekintse át a szerelési eljárásokat, és gondoskodjon arról, hogy a beszereléshez használt erő ne hasson a gördülőelemekre (→ *Beszerelés hidegen*, az **53. oldaltól**).
- Használjon csapágybeszerelő szerszámot. (Az SKF csapágybeszerelő szerszámkészlet kiválóan használható kisebb csapágyak esetén.)

36



A gördülőfelületek hamis brinelljeződése rezgés miatt

Az üzemeltetés során figyelembe veendő szempontok:

- A más gépek okozta rezgés a nem forgó berendezés futópályáinak hamis brinelljeződését okozhatja. Ez a sérülés jellemzően a terhelt zónában jelentkezik, és olyan bemélyedések jellemzik, amelyek távolsága megegyezik a gördülőelemek közötti távolsággal.
- Ez a gyakori probléma zajt kelt a hosszabb ideig használaton kívüli, de más működő gépek közelében lévő berendezésekben, például a készletben tartott berendezésekben.

Teendők:

- Rendszeresen forgassa meg a készletben álló berendezés tengelyét, hogy így minimalizálja a rezgés hatását.
- A berendezés rezgéstől való elszigetelése lenne az igazi megoldás, de ez nem mindig kivitelezhető.
- → *Csapágyhibák és okai*, a **288. oldaltól**.



## Hibaokok és elhárításuk

Elhárítás  
kódja

Hiba oka / elhárítása a gyakorlatban

37

**Kipattogzás a futópályán anyagfáradás miatt**

Az üzemeltetés során figyelembe veendő szempontok:

- A kiváló minőségű görgőscsapágyban ritka a tiszta anyagfáradás.
- A fáradás miatti kipattogzás a csapágyban nagyobb feszültséget keltő rendellenes üzemi körülményeknek, így például a helytelen tengelybeállításnak, az oválisra összehúzott házknak (beszorult csapágyknak) az eredménye, illetve az olyan anyaghibáknak az eredménye, mint a zárvány vagy a rossz minőségű acél.

Teendők:

- Csak kiváló minőségű csapágyat használjon.
- Ellenőrizze a sérült csapágyak beállítását. Szükség esetén állítsa be őket újra.
- Ellenőrizze, hogy a sérült csapágyaknál nincs-e oválisra összehúzott ház (nem szorult-e be a csapágy). Javítsa ki és munkálja meg az illeszkedő felületeket, ahol kell.
- → *Csapágyhibák és okai*, a **288. oldaltól**.

38

**Kipattogzás a gördülőfelületeken a felszínről induló kifáradás miatt**

Az üzemeltetés során figyelembe veendő szempontok:

- Az elégtelen kenés eredményeképp a gördülőfelületek fémesen fognak érintkezni egymással.
- Ennek oka többek között: üzemi hőmérsékleten túl kicsi a viszkozitás, és a kopásból eredő részecskék, szennyezőanyagok bejutása.

Teendők:

- Nézze meg a kenőanyag üzemi viszkozitását, figyelembe véve a valós üzemi körülményeket.
- A kopásból eredő részecskék eltávolításához fontolja meg a gyakoribb újragenést.
- Ellenőrizze a tömítésselrendezés állapotát.
- → *Csapágyhibák és okai*, a **288. oldaltól**.

**Kipattogzás a gördülőfelületeken, a felszín sérüléséből kiindulva**

A beszerelés, illetve üzemeltetés során figyelembe veendő szempontok:

- A felszínről induló sérülések közé tartozik a benyomódásból származó brinelleződés, a rezgés okozta hamis brinelleződés, a korrózió, a részecske benyomódása, az elektromos áram átfolyása stb.

Teendők:

- Határozza meg a sérülés okát, és tegye meg a megfelelő intézkedéseket, például beszerelés közben ne üsse a gördülőelemeket, cserélje ki a tömítéseket a szennyezőanyagok bekerülésnek megelőzése érdekében, megfelelően földelje a berendezést stb.
- → *Csapágyhibák és okai*, a **288. oldaltól**.

Hibaokok és elhárításuk

Elhárítás kódja

Hiba oka / elhárítása a gyakorlatban

39



**Állás közbeni korrózió a futópályán és/vagy a gördülőelemeken vegyi/folyékony szennyezőanyag (viz, sav, gáz, egyéb korrodáló anyag) miatt**

Állás közben:

- Korrózió akkor fordul elő, amikor a gép áll, és a zsírral kent csapágyak esetén a leggyakoribb.
- Az állás közbeni korróziós nyomok általában a gördülőelem-távolságon keletkező sérülések.

Teendők:

- Ellenőrizze a tömítőrendszert.
- Javítsa fel a tömítéselrendezést védő pajzs és/vagy szórótárcsa beszerelésével.
- Azzal, hogy gyakrabban tesz a csapágyba kisebb mennyiségű friss zsírt, elősegítheti a szennyezett zsír kiürülését a csapágy/ház üregéből (→ *Újrakenés, a 192. oldaltól*).
- Rendszeresen forgassa meg a tengelyt, hogy minimalizálja az állás közbeni korrózióból származó sérüléseket.
- → *Csapágyhibák és okai, a 288. oldaltól.*

40

**(Apró) kipattogzás a futópályán és/vagy a gördülőelemeken pára vagy elektromos áram károsító hatása miatt**

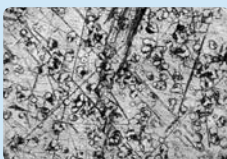
Működés közben:

- A gördülőfelületek kipattogzása, amelyet néha pittingnek is neveznek, vagy a korrodáló szennyezőanyagoknak, vagy az áramátfolyásnak (elektromos erózióknak) a következménye.
- Bármilyen zaj, az eredmény megnövekedett zaj és rezgés.

Teendők:

- → *39 és 41 kódú hibaelhárítás.*
- → *Csapágyhibák és okai, a 288. oldaltól.*

41



**Barázdálódás a futópályákon és/vagy a gördülőelemeken a károsító elektromos áram átfolyása miatt**

Működés közben:

- Az áramátfolyásnak (elektromos erózióknak) – annak, amikor áram halad át a csapágyon – felületi kráterek lehetnek a következményei. Mivel ezek nagyon kicsik, szabad szemmel alig figyelhetők meg. Az SKF elektromoskísülés-észlelő egy olyan műszer, amely anélkül, hogy a berendezést kellene megérteni, segít megállapítani az elektromos kísülésből származó áram jelenlétét.

Teendők:

- Nagyítsa fel a területet 500 –1 000-szeresére, hogy megbizonyosodjon a kráterek jelenlétéről.
- → *Csapágyhibák és okai, a 288. oldaltól.*

**A gördülőfelületek barázdálódása**

Működés közben:

- A futópályák barázdálódása olyan másodlagos sérülés, amelyet leggyakrabban annak tulajdonítanak, hogy káros elektromos áram halad át a csapágyon.
- Néhány ritka esetben a működés közbeni vibráció mosódeszkához hasonló mintát hoz létre.
- A csapágyon áthaladó áram forrása lehet földelési probléma, frekvenciainverter, kábelezés, a motor kialakítása, a hajtott gépezet.

Teendők:

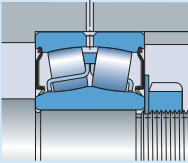
- Ellenőrizze, megfelelően van-e földelve a berendezés.
- Ha a megfelelő földelés nem szünteti meg a problémát, akkor alternatív megoldás lehet a (szigetelő bevonattal ellátott) INSOCOAT csapágyak vagy a (kerámia gördülőelemeket tartalmazó) hibrid csapágyak alkalmazása, illetve a szigetelő hüvely használata a ház furatában.
- → *Csapágyhibák és okai, a 288. oldaltól.*

## Hibaokok és elhárításuk

Elhárítás  
kódja

Hiba oka / elhárítása a gyakorlatban

42



**A biztosítólemez fűlei be vannak hajlítva, hozzáérnek a kosárhoz és a csapágtömítésekhez**

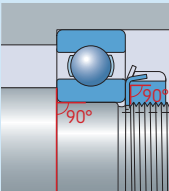
A beszerelés, illetve összeszerelés során figyelembe veendő szempontok:

- Egyes biztosítólemezek behajlított fűlekkel rendelkeznek, amelyek hozzáérhetnek a csapágy kosarához vagy tömítéseiseihez, és így zajt, gyorsabb kopást és sérülést okozhatnak.
- A használt biztosítólemez is lehet sérült rögzítőfül vagy olyan elfordulásgátló fül, amelyen a sérülés nem látható, de később leválhat.

Teendők:

- Soha ne használja fel ismét az alátéteket (és anyákat).
- Emlékezzon arra, hogy a KMFE rögzítőanyák beépített távtartót tartalmaznak az ilyen sérülések elkerülésére; más esetben közbülső gyűrűt lehet tenni a csapágy és a rögzítőanya közé.

43



**A tengely és/vagy a ház válla nem merőleges a csapágy támfelületére**

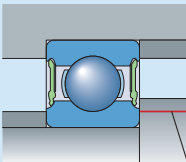
A beszerelés, illetve összeszerelés során a megmunkált vállakkal kapcsolatban figyelembe veendő szempontok:

- A nem merőlegesen álló tengely-/házvállak deformálhatják a csapágygyűrűket, ez pedig növelni fogja a sűrűlódást a csapágyban, és hőt fog fejleszteni.
- → **19** és **20** kódú hibaelhárítás.

Teendő:

- Úgy munkálja meg az alkatrészeket, hogy a merőlegesség tökéletes legyen.

44



Helyes magasság

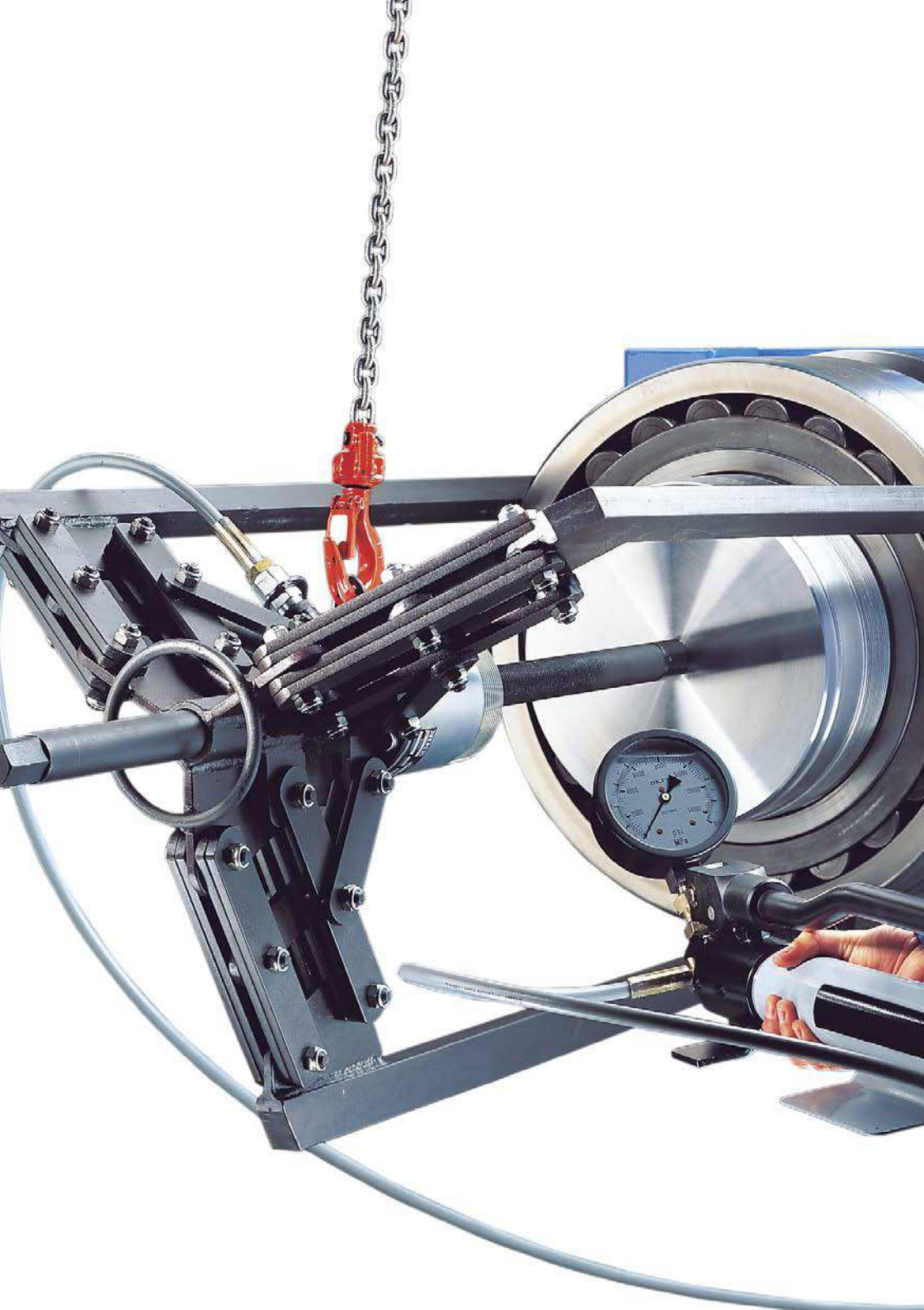
**A tengely válla túl magas, így hozzáér a tömítésekhez/pajzsokhoz**

Az összeszerelés, illetve a működtetés során a megmunkált vállakkal kapcsolatban figyelembe veendő szempontok:

- Ha a váll túl magas, akkor hozzáérhet a tömítésekhez/pajzsokhoz.

Teendők:

- Ellenőrizze, hogy a váll átmérője megfelel-e a [www.skf.com](http://www.skf.com) honlapon az *SKF interaktív katalógusban* található ajánlásoknak.
- Úgy munkálja meg a tengely vállát, hogy az ne érjen hozzá a tömítésekhez/pajzsokhoz.



# Kiszereles

<b>Görgöscsapágyak kiszereles</b> . . . . .	<b>254</b>	<b>Csapágyegységek kiszereles</b> . . . . .	<b>270</b>
Amire mindig ügyelni kell . . . . .	254	Amire mindig ügyelni kell . . . . .	270
Kiszereles előtti előkészületek . . . . .	254	Kiszereles előtti előkészületek . . . . .	271
Megfelelő kiszerelesi módszerek . . . . .	255	Hernyócsavar rögzítésű	
Hengeres furatú csapágyak kiszereles. . . . .	256	Y csapágyegységek kiszereles . . . . .	272
Kiszereles kézzel . . . . .	256	Excenteres rögzítőgyűrűvel rendelkező Y	
Kiszereles hidraulikus rásegítésű		csapágyegységek kiszereles. . . . .	273
lehúzóval . . . . .	257	Szorítóhüvelyre illesztett	
Kiszereles olajbefecskendezéses		Y csapágyegységek kiszereles . . . . .	274
módszerrel . . . . .	258	SKF ConCentra golyóscsapágyegységek	
Kiszereles sajtóval . . . . .	258	kiszereles. . . . .	275
Kiszereles melegítéssel . . . . .	258	SKF ConCentra görgöscsapágyegységek	
Kúpos furatú csapágyak kiszereles . . . . .	259	kiszereles. . . . .	276
Kiszereles kézzel . . . . .	260	Hengeres rögzítőgyűrűvel rendelkező	
Kiszereles hidraulikus rásegítésű		görgöscsapágyegységek kiszereles . . . . .	276
lehúzóval . . . . .	260		
Kiszereles olajnyomásos		<b>Csapágyházak kiszereles</b> . . . . .	<b>278</b>
módszerrel . . . . .	260	Amire mindig ügyelni kell . . . . .	278
Szorítóhüvelyre illesztett csapágy		Kiszereles előtti előkészületek . . . . .	278
kiszereles. . . . .	260	Osztott álló csapágyházak kiszereles . . . . .	280
Kiszereles kézzel: sima tengely . . . . .	262	Peremes házak kiszereles . . . . .	282
Kiszereles kézzel: lépcsős tengely . . . . .	262		
Kiszereles hidraulikus anyával . . . . .	262	<b>Tömítések eltávolítása</b> . . . . .	<b>284</b>
Kiszereles olajnyomásos módszerrel . . . . .	264	Nem súrlódó tömítések eltávolítása . . . . .	284
Lehúzóhüvelyre illesztett csapágy		Súrlódó tömítések eltávolítása . . . . .	284
kiszereles. . . . .	264		
Kiszereles kézzel . . . . .	264		
Kiszereles hidraulikus anyával . . . . .	266		
Kiszereles olajnyomásos módszerrel . . . . .	266		
Csapágy kiszereles osztatlan házból . . . . .	267		
Kiszereles kézzel . . . . .	267		
Kiszereles olajnyomásos módszerrel . . . . .	268		
Kiszereles melegítéssel . . . . .	268		
Csapágy kiszereles egyszerre tengelyről			
és osztatlan házból . . . . .	269		

# Görgőscsapágy kiszzerelése

## Amire mindig ügyelni kell

Kiszzerelésekor mindig meg van az esély arra, hogy sérül az egyébként ép csapágy, ezért, ha lehetséges, kerülni kell a sértetlen csapágy kiszzerelését. Ha azonban mégis ki kell szerelnie, és kiszzerelés után újra vissza kívánja építeni a csapágyat, akkor ne feledje az alábbiakat:

- Ne üsse közvetlenül se a csapágygyűrűket, se az egyéb csapágyalkatrészeket.
- Soha ne engedje, hogy a kiszzereléshez szükséges erő a gördülőelemeken át fejtse ki hatását.
- Ne melegítse a csapágyat nyílt lánggal.

A görgőscsapágyak kiszzereléséhez használt szerszámok és módszerek többnyire a csapágy méretétől függenek. A csapágyak általánosságban a következő kategóriákba sorolhatók:

- kisméretű csapágyak: a furatátmérő  $d \leq 80$  mm
- közepes méretű csapágyak: a furatátmérő  $80 \text{ mm} < d < 200$  mm
- nagyméretű csapágyak: a furatátmérő  $d \geq 200$  mm

Kiszzerelés után a csapágy tisztítását megfelelő tisztítószerrel végezze, majd gondosan szárítsa meg a csapágyat. Vizsgálja meg a csapágy összes alkatrészét, különösen a futópályákat, a gördülőelemeket és a kosarat, hogy nem kopottak, nem sérültek-e. Amennyiben a csapágy visszaépíthető állapotban van, akkor korróziógátló folyadékkal, olajjal vagy zsírral alaposan bekenve óvja meg azt a korróziótól, és gondoskodjon a szakszerű csomagolásáról.

A kisméretű tömített csapágyakat, az erősen szennyezett, korrodált csapágyakat, valamint az oxidált kenőanyagkérgel tartalmazó csapágyakat általában nem érdemes megtisztítani.

Rendszerint gazdaságosabb kidobni a régi csapágyat, és újat tenni a helyére.

**MEGJEGYZÉS:** A csapágy kiszzerelése előtt jelölje meg relatív helyét a házban (vagy a tengelyen) (→ **1. ábra**). Sértetlen csapágy visszaszerelésekor az álló gyűrűt jellemzően  $120\text{--}180^\circ$ -kal elforgatják az eredeti pozícióhoz képest annak érdekében, hogy a futópályának egy másik része kerüljön a terhelési zónába.

Kiszzerelő szerszámok és termékek az SKF karbantartási termékkínálatából szerezhetők be (→ **0 függelék a 435. oldaltól**). Az SKF kiszzerelő folyadék akkor használandó, amikor a kiszzerelést hidraulikus szerelőszerszámmal vagy az olajnyomásos módszerrel hajtja végre. További információ a [www.mapro.skf.com](http://www.mapro.skf.com) honlapról szerezhető be.

Az SKF Reliability Maintenance Institute (RMI) a kiszzerelési módszerekre vonatkozó átfogó tanfolyamokat is kínál (→ **Oktatás, a 326. oldaltól**). További információ az SKF helyi képviselőjétől és a [www.skf.com/services](http://www.skf.com/services) honlapról szerezhető be.

## Kiszzerelés előtti előkészületek

Ha időt szán az előkészítésre, könnyebben fog menni a kiszzerelés. Ha van, nézze át a szerelvény rajzát (rajzait), és tanulmányozza a csapágyelrendezést. Azután, még a munka megkezdése előtt, vegye szemügyre az alábbi útmutatásokat:

- Alaposan tisztítsa meg az alkalmazást és a környező területet.
- Legyen kéznél elegendő tartály a kenőanyagminták számára és a használt kenőanyagösszegyűjtésére.
- Álljon rendelkezésre megfelelő tisztító oldószer, például petróleum, kerozin vagy erősen lúgos oldat a tengely, a ház és (ha újra használni fogja) a csapágy megtisztítására.

**MEGJEGYZÉS:** Környezetvédelmi megfontolásból az SKF nem ajánlja semmiféle klórtartalmú oldószer használatát.

### Megfelelő kiszérési módszerek

Az SKF azt ajánlja, hogy a csapágyak kiszérésehez a következő módszerek valamelyikét használja:

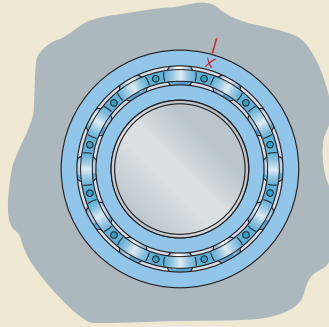
- kiszérés kézzel
- kiszérés hidraulikus rásegítésű szerszámokkal
- kiszérés olajbefecskendezéses módszerrel
- kiszérés melegítéssel

A használt módszer lényegében a csapágy méretétől és típusától függ. A kisméretű csapágyakat támfelületükről mechanikus szerszámokkal lehet eltávolítani. A nagyobb csapágyakhoz általában nagyobb erőre van szükség, mint ami mechanikus szerszámokkal kifejezhető. Ezért az SKF vagy hidraulikus rásegítésű szerszámok, vagy az olajbefecskendezéses módszer, vagy mindkettő együttes használatát ajánlja.

Tűgörgős csapágyak és NU, NJ és NUP kialakítású hengergörgős csapágyak belső gyűrűjének eltávolításához melegítőgyűrűk vagy speciális indukciós melegítők használhatók. Más csapágytípusok esetén azonban a melegítés csak a legutolsó esetben jöhet szóba kiszérési módszerként.

Az olajbefecskendezéses módszer használatának előfeltétele, hogy a csapágyelrendezés rendelkezzen a szükséges olajadagoló csatornával és elosztó horonnyal (→ **G függelék, 405. oldal**).

1. ábra



### Hengeres furatú csapágyak kiszereleése

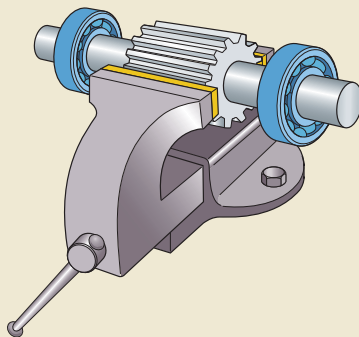
#### Kiszereles kézzel

Hacsak lehetséges, fogja be a tengelyt egy megfelelő satuba (→ **2. ábra**), nehogy kiszereles közben megsérüljön a tengely vagy a csapágy.

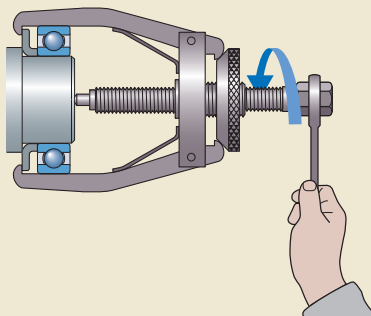
A kisméretű csapágyakat a tengelyről mechanikus lehúzóval lehet eltávolítani. A karmokat a belső gyűrűbe vagy egy azzal szomszédos alkatrészbe, például egy labirintba kell beakasztani (→ **3. ábra**).

Ha a karmokat nem lehet a belső gyűrűbe vagy egy azzal szomszédos megfelelő alkatrészbe beakasztani, akkor a csapágyat a külső gyűrűnél fogva távolítsa el. A kiszereles közbeni sérülések elkerülése érdekében az SKF azt ajánlja, hogy a csapágy kiszereleése közben forgassa a külső gyűrűt (→ **4. ábra**). Ha azonban ezt a módszert használja, akkor az SKF nem ajánlja, hogy a csapágyat ismét felhasználja.

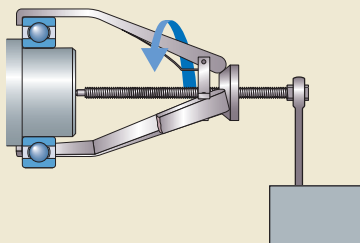
2. ábra



3. ábra



4. ábra





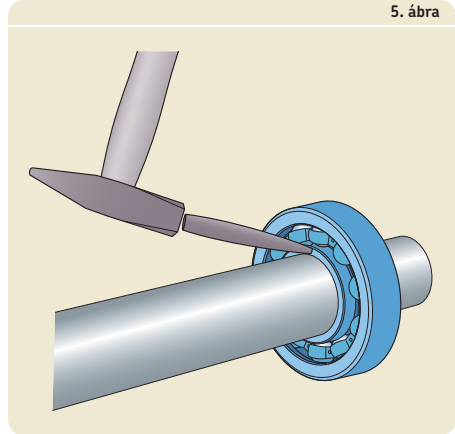
Ha nincs megfelelő lehúzó, akkor a csapágyat a támfelületéről kalapáccsal és puha fémből készült ékkiverő tuskával vagy hasonló szerzőszámmal lehet leszedni. A finom kalapácsütésekkel egyenletesen körbe kell haladni a belső gyűrű teljes oldalsó felületén (→ 5. ábra). Ennél a módszernél legyen óvatos, mert nagyon könnyen megsérülhet a tengely. Az SKF továbbá nem ajánlja, hogy a csapágyat ismét felhasználja, mert a kiszerelés során észre nem vehető sérülések keletkezhetnek rajta.

#### Kiszerelés hidraulikus rásegítésű lehúzóval

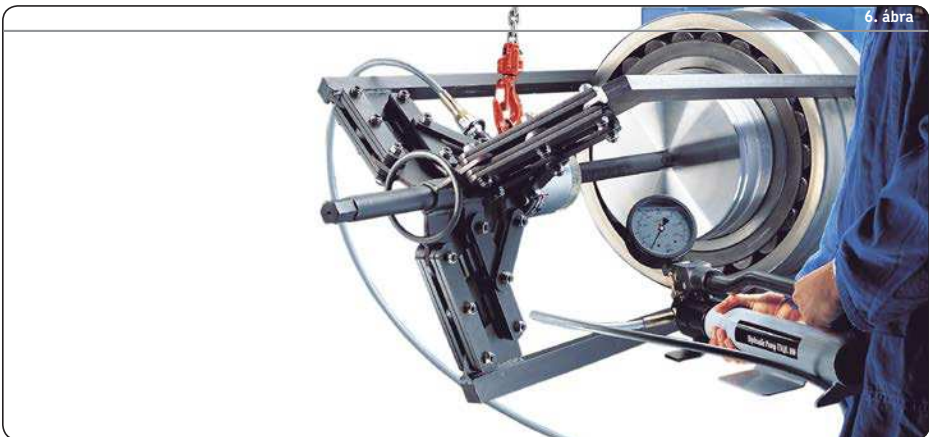
A tengelyre szoros illesztéssel szerelt csapágyak kiszereléséhez szükséges erő a csapágy méretével együtt nagymértékben nő. Ezért az SKF a nagy méretű csapágyak kiszereléséhez hidraulikus rásegítésű, nagy igénybevételre tervezett lehúzó (→ 6. ábra) használatát ajánlja. Ilyen lehúzók jellemzően a legfeljebb 500 mm külső átmérőjű csapágyakhoz vannak forgalomban. Használatukkor kövesse a hozzájuk mellékelt használati utasítást.

Az SKF olyan hidraulikus rásegítésű lehúzókészletet is kínál, amely kis- és közepes méretű csapágyak kiszereléséhez használható.

5. ábra



6. ábra



10

### Kiszereles olajnyomásos módszerrel

Az olajnyomásos módszer hengeres furattal rendelkező csapágyak kiszerelésére használható. Ez a módszer nagy nyomással 20 °C-on hozzávetőleg 900 mm<sup>2</sup>/s viszkozitású olajat fecskendez be a tengely támfelülete és a belső gyűrű furata közé, amíg a keletkező olajréteg teljesen szét nem választja az érintkező felületeket (→ 7. ábra). Ha a csapágyat azonnal és megszakítás nélkül húzza le, akkor a kiszereléshez viszonylag kicsi erőre van szükség.

### Kiszereles sajtóval

A csapágy tengelytámfelületéről történő eltávolításának egyik igen kényelmes módja a sajtoló használata. A csapágy belső gyűrűjét ebben az esetben meg kell támasztani (→ 8. ábra).

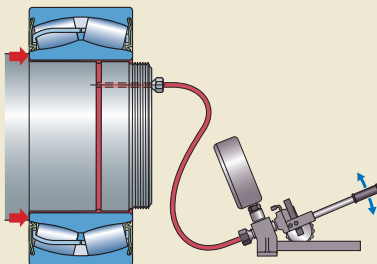
### Kiszereles melegítéssel

A melegítéssel történő kiszereles a tűgörgős csapágyak és az NU, NJ és NUP kialakítású hengergörgős csapágyak belső gyűrűjének eltávolítására alkalmas. Ehhez általában két különböző szerszámot használnak: melegítőgyűrűket vagy indukciós melegítőket.

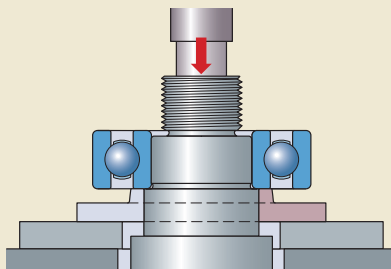
A melegítőgyűrűket jellemzően azonos méretű kis-, és közepes méretű csapágyak belső gyűrűjének be- és kiszereléséhez használják.

A melegítőgyűrűk könnyűfémötvözetből készülnek, és sugárirányú vajatokkal és hőszigetelő fogantyúkkal rendelkeznek (→ 9. ábra). A kiszereelő eljárás egyszerű. Kenje be a csapágy belső gyűrűjének futópályáját oxidációt gátló ellenálló olajjal. Tegye a melegítőgyűrűt egy melegítőtálcára, és melegítse fel hozzávetőleg 280 °C-ra. Tegye rá a felmelegített gyűrűt a belső gyűrűre, és nyomja össze a fogantyúkat. A belső gyűrű gyorsan felmelegszik. Amint a tengelyen meglazul a belső gyűrű, húzza le azt a szerszámmal együtt. Azután vegye ki a belső gyűrűt a szerszámból.

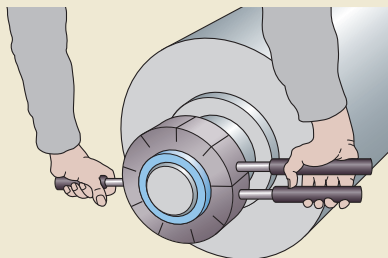
7. ábra



8. ábra



9. ábra

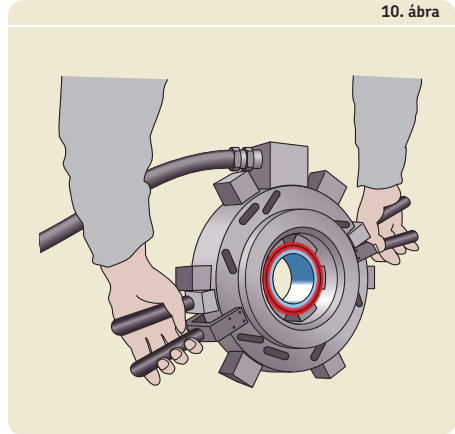


Ha gyakran kell különböző átmérőjű belső gyűrűket kiszéreni, akkor az SKF SKF gyártmányú állítható indukciós melegítő használatát ajánlja. Ezek az elektromos indukciós melegítők (→ **10. ábra**) a belső gyűrűt gyorsan felmelegítik, még hozzá anélkül, hogy a tengely akárcsak egy kicsit is felmelegedne. Ha a belső gyűrűt ismét használni kívánják, kiszérés után demagnetizálni kell.

Ha gyakran kell közepes és nagy méretű hengergörgős csapágyak belső gyűrűjét, például hengermalmok hengercsapágyait kiszéreni, akkor az SKF SKF gyártmányú rögzített méretű indukciós melegítő használatát ajánlja.

A melegítőgyűrűk és indukciós melegítők beszerezhetőek az SKF-től. További információ a [www.mapro.skf.com](http://www.mapro.skf.com) honlapról szerezhető be.

10. ábra



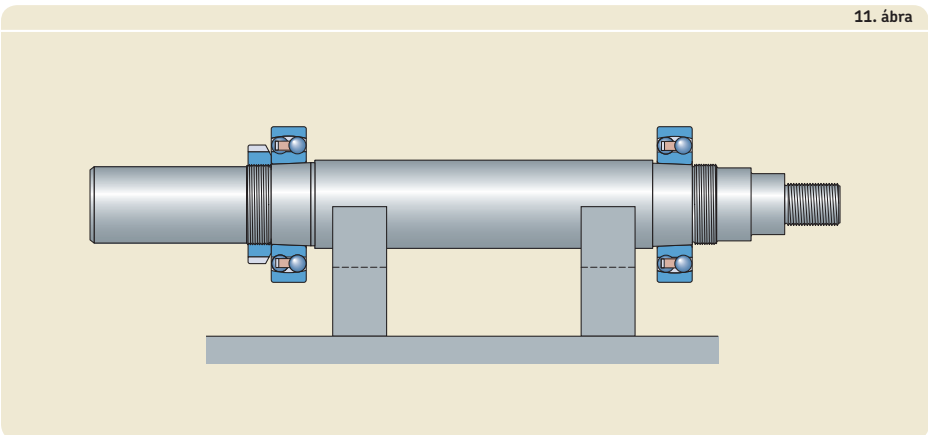
### Kúpos furatú csapágyak kiszérése

Azért, hogy kiszérés közben nehegy megsérüljön a tengely vagy a csapágy, a tengelyt megfelelően támassza meg. Ehhez megfelelő satut, két V tuskót (→ **11. ábra**) vagy emelőberendezést használjon.

### FIGYELMEZTETÉS

A súlyos sérülések elkerülése érdekében a tengely végére ideiglenesen erősítsen valamit, például egy rögzítőanyát, hogy ezzel korlátozza a csapágy mozgását, amikor az hirtelen elszabadul.

11. ábra



## Kiszereles

### Kiszereles kézzel

A kisméretű csapágyak a belső gyűrűt megfogó mechanikus lehúzóval szerelhetők ki. A rugós karokkal felszerelt önközpontosító lehúzók használatával egyszerűsíti az eljárást, és kizárja a csapágytámfelület sérülését.

Ha nem lehet a lehúzó karmait a belső gyűrűre akasztani, akkor a csapágyat a külső gyűrűnél fogva húzza le, vagy egyszerre használjon lehúzó és lehúzó lemezt (→ 12. ábra).

### Kiszereles hidraulikus rásegítésű lehúzóval

A nagyméretű csapágyakhoz általában jelentős erőre van szükség, így kúpos támfelületekről hidraulikus rásegítésű lehúzókkal szokták eltávolítani őket (→ 6. ábra, 256. oldal). Ilyen lehúzók rendszerint a legfeljebb 500 mm külső átmérőjű csapágyakhoz vannak forgalomban.

### Kiszereles olajnyomásos módszerrel

A közepes és nagyméretű csapágyakat könnyebb és sokkal biztonságosabb az olajnyomásos módszerrel leszerelni kúpos tengelyről. Ezzel a módszerrel nagy nyomással 20 °C-on hozzávetőleg 900 mm<sup>2</sup>/s viszkozitású olajat fecskendeznek be a két érintkező kúpos felület közé, olajadagoló csatorna és elosztó horony segítségével. Ez jelentősen csökkenti a két felület közötti súrlódást, és olyan tengelyirányú erőt fejt ki, amely elválasztja a csapágyat a támfelülettől (→ 13. ábra).

### FIGYELMEZTETÉS

A súlyos sérülések elkerülése érdekében a tengely végére ideiglenesen erősítsen valamit, például egy rögzítőanyagát, hogy ezzel korlátozza a csapágy mozgását, amikor az hirtelen elszabadul.

### Szorítóhüvelyre illesztett csapágy kiszerelése

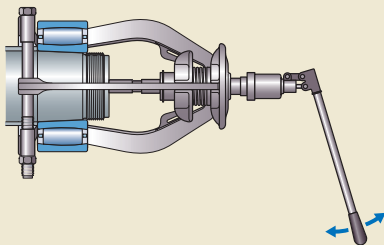
A szorítóhüvelyre illesztett csapágy kiszereléséhez használt módszer a következőktől függ:

- a csapágy mérete
- az elrendezés típusa: sima vagy lépcsős tengely (→ 14. ábra)
- a szorítóhüvely kialakítása: az olaj befecskendezéshez kialakított olajadagoló csatornával és elosztó horonnyal, vagy anélkül (→ 15. ábra)

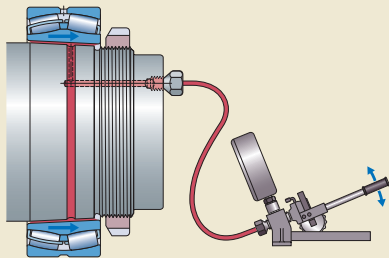
A kiszereles mindegyik esetben a következőképp kezdődik (→ 16. ábra):

- Távolítsa el a felesleges kenőanyagot, és tisztítsa meg a csapágyazást.

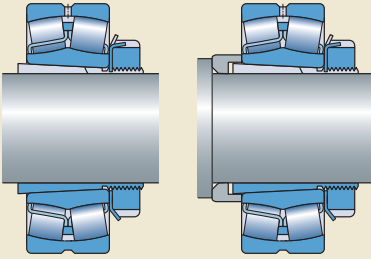
12. ábra



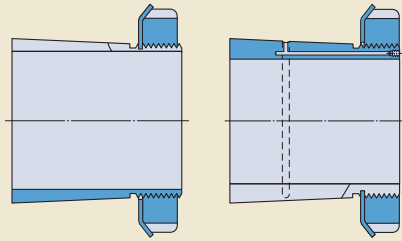
13. ábra



14. ábra

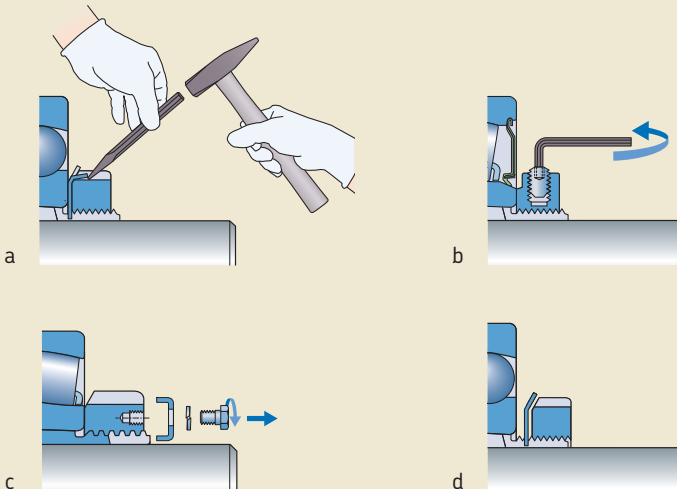


15. ábra



- A rögzítőeszköztől függően:
  - Hajlítsa ki a biztosítólemeznek a rögzítőanya vágatába behajlított fülét (a).
  - Lazítsa meg a rögzítőanya rögzítőcsavarját (b).
  - Vegye le a rögzítőanyáról a rögzítőbilincset (c).
  - Néhány fordulattal elfordítva lazítsa meg a rögzítőanyát (d).

16. ábra



### Kiszzerelés kézzel: sima tengely

Szorítóhüvelyre és sima tengelyre illesztett kisméretű csapágyak úgy szerelhetők le, hogy egy megfelelő kalapáccsal és egy kicsi acélhasábbal egyenletesen körbeütögeti a csapágy belső gyűrűjének oldalsó felületét (→ 17. ábra). Mielőtt ezt tenné, a hüvely rögzítőanyáját pár fordulattal meg kell lazítani. Az ismételt összeszerelés megkönnyítése érdekében jelölje meg a hüvely helyét a tengelyen. Miután lejött a csapágy, teljesen vegye le a tengelyről a rögzítőanyát, a rugós alátétet, a csapágyat és a hüvelyt. A levétel megkönnyítése érdekében a hüvely vajatába egy kicsi műanyag éket dugva kissé nyissa szét a hüvelyt.

**MEGJEGYZÉS:** A 18. ábrán látható acélhasáb egy esztergált gyűrűszegmens, és a termék adatlapján található méretek alapján könnyen elkészíthető; a termék adatlapja az *SKF interaktív műszaki katalógusban*, a [www.skf.com](http://www.skf.com) honlapon érhető el.

### Kiszzerelés kézzel: lépcsős tengely

Szorítóhüvelyre és lépcsős tengelyre illesztett kisméretű csapágyak úgy szerelhetők le, hogy néhányszor nagyot üt egy kalapáccsal a szorítóhüvely rögzítőanyájára felfektetett szerelőhüvelyre (→ 19. ábra). Miután lejött a csapágy, teljesen vegye le a tengelyről a rögzítőanyát, a rugós alátétet és a csapágyat, továbbá húzza le róla a hüvelyt és az alátámasztó gyűrűt. A levétel megkönnyítése érdekében a hüvely vajatába egy kicsi műanyag éket dugva kissé nyissa szét a hüvelyt.

**MEGJEGYZÉS:** Ha a tengely átmérője  $\leq 55$  mm, akkor használja az SKF csapágybeszerelő szerzőkészletet (→ 72. oldal).

### Kiszzerelés hidraulikus anyával

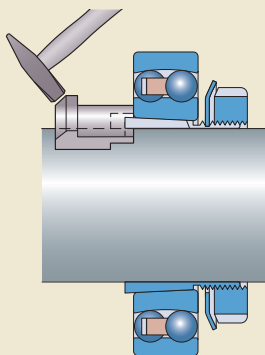
Ha a szorítóhüvelyre és lépcsős tengelyre illesztett csapágy kiszzereléséhez hidraulikus anyát használ, akkor az eltávolítás egyszerű. Ennek a módszernek a használatához azonban fel kell tudni szerelni egy megfelelő támasztógyűrűt, amin feltámaszkodhat a hidraulikus anya dugattyúja (→ 20. ábra). Ez a támasz lehet a tengely végére csavarozott alátét vagy lemez, de lehet egy két részből álló, a tengely hornyába illesztett gyűrű is, amelyet egy egy darabból álló gyűrű tart a helyén.

Tegye a hidraulikus anyát a szorítóhüvelyre úgy, hogy dugattyúja kifelé nézzen. Ügyeljen arra, hogy a csapágy és az anya között maradó hézag nagyobb legyen, mint a kezdeti tengelyirányú feltolási úthossz. Csatlakoztassa a hidraulikus pumpát a hidraulikus anyához. Amikor nyomás alá helyezi a hidraulikus anyát, a dugattyú a szorítóhüvelyt addig nyomja az alátámasztó gyűrű alá, amíg a csapágy le nem jön.

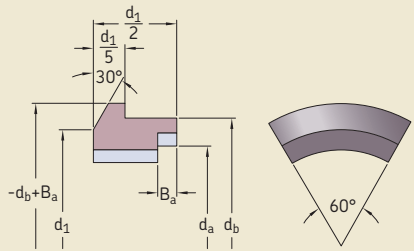
A hidraulikus anya kiürítéséhez nyissa ki az hidraulikus pumpa olajleeresztő csapját, és az anyát a hüvely menetes végéről lecsavarva nyomja vissza a dugattyút eredeti helyzetébe. Azután válassza le a hidraulikus pumpát, és távolítsa el a támaszt. Végül csavarja le az anyát a hüvelyről, és vegye le a tengelyről a csapágyat és a hüvelyt.

**MEGJEGYZÉS:** Az SKF gyártmányú hidraulikus anyákról a *Hidraulikus szerszámok* című, a 73. oldalon kezdődő szakasz ad bővebb felvilágosítást. Az *olajnyomásos módszer* című, a 62. oldalon kezdődő szakasz hasznos használati útmutatással szolgál.

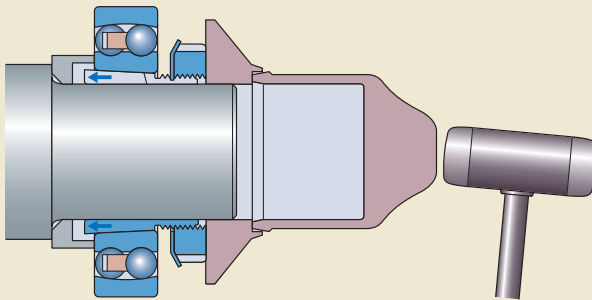
17. ábra



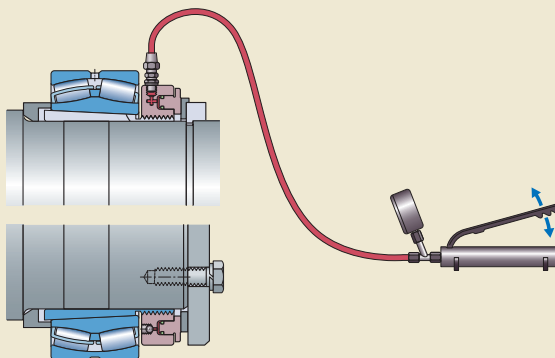
18. ábra



19. ábra



20. ábra



### Kiszereles olajnyomásos módszerrel

Az olajadagoló csatornával és olajelosztó horonnyal rendelkező szorítóhüvelyek megkönnyítik a kiszerelést, mert esetükben használható az olajnyomásos módszer (→ 21. ábra). Ezt a módszert szokás használni az összes SKF gyártmányú,  $\geq 200$  mm furatátmérőjű szorítóhüvely esetén, de alkalmazható  $\geq 140$  mm furatátmérőjű lehúzóhüvelyek esetén is.

Először oldja ki a rögzítő mechanizmust és lazítsa meg a tengelynyát néhány fordulattal. Azután tisztítsa meg a hüvely oldalsó felületén található menetes csatlakozófuratot. Megfelelő hosszabbító csővel csatlakoztassa a hidraulikus pumpát a szorítóhüvelyhez. Juttasson be nagy nyomással  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on hozzávetőleg  $900\text{ mm}^2/\text{s}$  viszkozitású olajat a két érintkező, kúpos felület közé a hüvely olajadagoló csatornája és elosztó hornya segítségével. A csapágy hirtelen le fog jönni támfelületéről. A hidraulikus szivattyú és a hosszabbító cső leválasztása után vegye le a tengelyről a rögzítőanyát, a biztosítólemezt, a csapágyat és a szorítóhüvelyt.

#### FIGYELMEZTETÉS

A súlyos sérülések elkerülése érdekében a tengely végére ideiglenesen erősítsen valamit, például egy rögzítőanyát, hogy ezzel korlátozza a csapágy mozgását, amikor az hirtelen elszabadul.

**MEGJEGYZÉS:** Az olajnyomásos módszerrel vonatkozóan részletes információ és hasznos használati útmutatás *Az olajnyomásos módszer* című, a **62. oldalon** kezdődő szakaszban található.

### Lehúzóhüvelyre illesztett csapágy kiszerelése

A lehúzóhüvelyre illesztett csapágy kiszereléséhez használt módszer a következőktől függ:

- a csapágy mérete
- a lehúzóhüvely kialakítása: az olaj befecskendezéshez kialakított olajadagoló csatornával és elosztó horonnyal, vagy anélkül (→ 22. ábra)

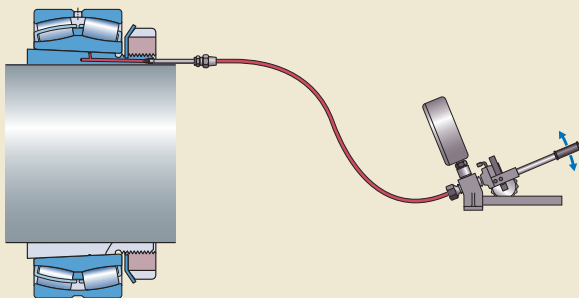
A kiszereles mindkét esetben a következőképp kezdődik (→ 23. ábra):

- Távolítsa el a felesleges kenőanyagot, és tisztítsa meg a csapágyazást.
- Oldja a rögzítést, például a biztosítólemezt (a) és tengelynyát vagy a tengelyvégtárcsát (b).
- Tartsa meg a csapágyat, például emelőberendezéssel (c).

### Kiszereles kézzel

A lehúzóhüvelyre szerelt kis- és közepes méretű csapágyak tengelynyával és körmöskulccsal vagy ráverő körmöskulccsal szerelhetők le (→ 24. ábra). Mielőtt a tengelynyát rácsavarná a hüvely menetére, kenje be molibdén-diszulfát kenőccsel vagy hasonló súrlódáscsökkentő

21. ábra

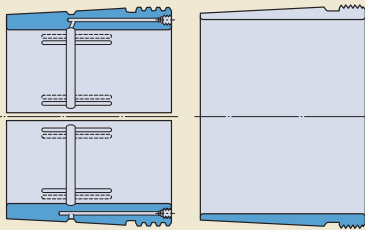




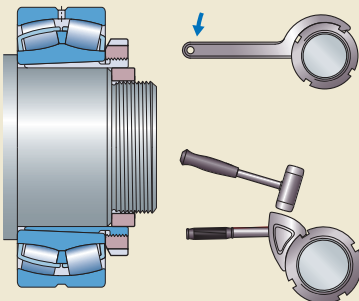
anyaggal a menetet és a tengelyanyának a csapággal érintkező felületét. Addig húzza az anyát a körmöskulcs segítségével, míg a csapágy le nem lazul. Végül, megfelelően megtartva a tengelyt, vegye le a tengelyről a hüvelyt és a csapágyat.

**MEGJEGYZÉS:** Ha a hüvely menetes része túlnyúlik a tengely végén vagy a tengely vállán, akkor a lehető legnagyobb falvastagságú támasztógyűrűt kell a hüvely üregébe illeszteni az anya meghúzásakor deformálódás és menetkárosodás megelőzése érdekében (→ 24. ábra).

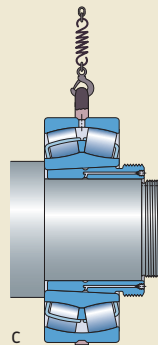
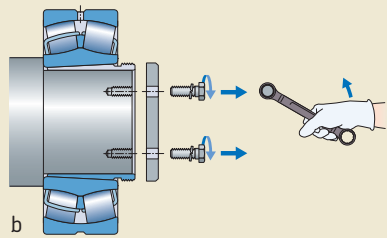
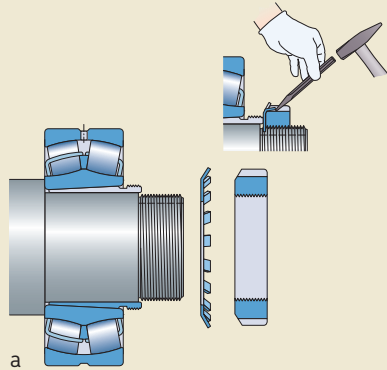
22. ábra



24. ábra



23. ábra



## Kiszzerelés

### Kiszzerelés hidraulikus anyával

A lehúzóhüvelyre szerelt közepes és nagyméretű csapágycsoporthoz hidraulikus anyával könnyen kiszzerelhetők.

#### FIGYELMEZTETÉS

A súlyos sérülések elkerülése érdekében a tengely végére ideiglenesen erősítsen valamit, például egy véglezáró-rögzítő anyát (→ 25. ábra), hogy ezzel korlátozza a lehúzóhüvely mozgását, amikor az hirtelen elszabadul.

Csavarja rá a hidraulikus anyát a lehúzóhüvely menetére addig, amíg a dugattyú fel nem fekszik a belső gyűrűre, és közben ügyeljen arra, hogy a dugattyú a csapágycsoporthoz ne forduljon. Csatlakoztassa a hidraulikus pumpát a hidraulikus anyához, és addig pumpálja bele az olajat, amíg le nem jön a hüvely. Ha lejött a hüvely, nyissa ki a hidraulikus pumpa olajleeresztő csapját, hogy a nyomás alatti olaj elhagyhassa az anyát. Válassza le a hidraulikus szivattyút, és távolítsa el a támaszt. Teljesen húzza le a hüvelyt a tengelyről, és vegye le a csapágycsoporthoz.

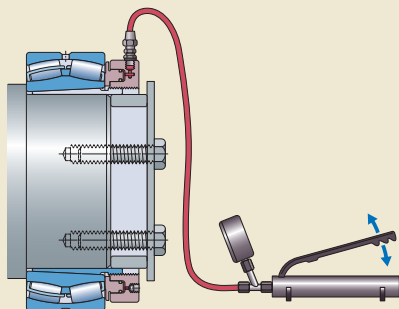
**MEGJEGYZÉS:** Az SKF gyártmányú hidraulikus anyákról a *Hidraulikus szerszámok* című szakasz ad bővebb felvilágosítást a **73. oldalon**. Az *olajnyomásos módszer* című, a **62. oldalon** kezdődő szakasz hasznos használati útmutatással szolgál.

### Kiszzerelés olajnyomásos módszerrel

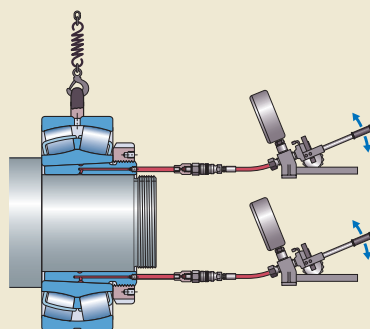
A  $\geq 200$  mm furatátmérőjű lehúzóhüvelyek rendszerint két olajadagoló csatornával és egy olajelosztó horonnyal rendelkeznek mind a belső, mind a külső felületükön. Az olajnyomásos módszer használatához két hidraulikus pumpa és megfelelő hosszabbító csövek kellenek (→ 26. ábra).

Először tisztítsa meg a külső meneteket és a menetes csatlakozó furatokat a lehúzóhüvely oldalsó felületén. Csavarja helyére a tengelyanyát, és húzza meg. Megfelelő hosszabbító csövekkel csatlakoztassa a két hidraulikus pumpát a hüvelyhez. Pumpálja be nagy nyomással  $20\text{ °C}$ -on hozzávetőleg  $900\text{ mm}^2/\text{s}$  viszkozitású olajat a hüvely és a tengely közé az egyik, a

25. ábra



26. ábra



hüvely és a csapágyfurat közé a másik csatornán keresztül. Az érintkező felületek között növekedni fog az olajnyomás, míg azután hirtelen le nem esik, ami azt jelzi, hogy az érintkező felületek elvááltak egymástól. Ekkor például körmös kulccsal meghúzza a tengelynyát, a hüvely le fog jönni. Válassza le a hidraulikus pumpákat, és a tengelyanya segítségével teljesen húzza le a hüvelyt a tengelyről. Végül vegye le a csapágyat.

**MEGJEGYZÉS:** Az olajnyomásos módszerre és a használandó eszközökre vonatkozóan részletes információk *Az olajnyomásos módszer* című, a **62. oldalon** kezdődő szakaszban találhatók.

### Csapágy kiserelése osztatlan házból

A legtöbb csapágy illesztése laza a házban, így könnyen ki kell onnan jönnie. Ha azonban az alkalmazás szoros házillesztést igényel, vagy ha károsodott a csapágy, például súrlódási korrózió miatt, akkor előfordulhat, hogy a csapágyat erő-kifejtéssel kell eltávolítani.

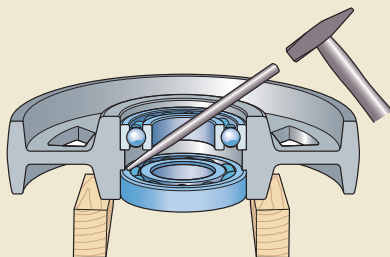
#### Kiserelés kézzel

Váll nélküli ház furatába beszerelt, legfeljebb 120 mm külső átmérőjű csapágyak a csapágy külső gyűrűjére helyezett szerelőhüvely és egy kalapács segítségével szerelhetők ki. Ehhez SKF csapágybeszerelő szerszámkészletet használjon (→ **72. oldal**). Nagyobb csapágyak kisereléséhez nagyobb erőre van szükség, így azokat sajtolóval kell eltávolítani.

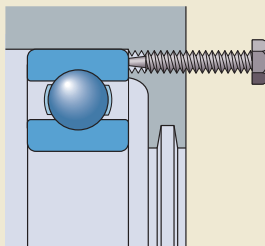
Ha a ház furatában a csapágy mögött a ház részét képező váll nem teszi lehetővé a szerelőhüvely, illetve a sajtoló használatát, kalapáccsal és puha fémből készült ékkiverő tüskével vegye ki a csapágyat a házból. A finom kalapácsütésekkel egyenletesen körbe kell haladni a külső gyűrű teljes oldalsó felületén (→ **27. ábra**). E módszer alkalmazásakor legyen óvatos, mert nagyon könnyen megsérül a csapágy és a ház furata.

A menetes furatokkal (→ **28. ábra**), illetve vajatokkal (→ **29. ábra**) rendelkező házvállak lehetővé teszik, hogy a csapágyat a házból csavarok, csapágylehúzó, illetve kalapács és ékkiverő tüske segítségével vegye ki.

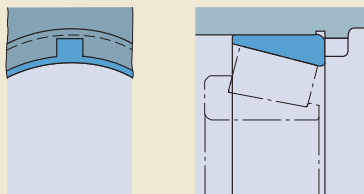
27. ábra



28. ábra



29. ábra



## Kiszereles

A kisméretű, 7 és 60 mm közötti furatátmé-  
rőjű, házba beszerelt csapágyakat a ház furatából  
belső lehúzóval, például az SKF belső csapágy-  
lehúzó készlettel (→ 30. ábra) lehet eltávolítani.

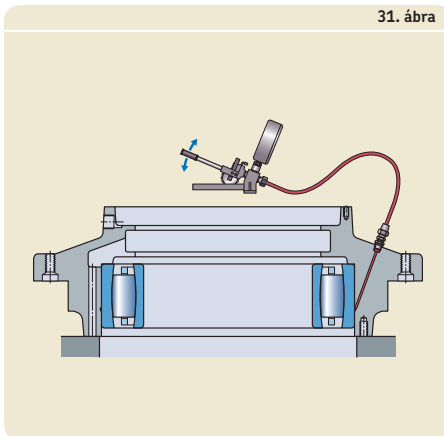
Ehhez dugja át megfelelő kihúzó pófáit a  
csapágy furatán úgy, hogy a rugós mechanizmust  
összenyomva összezárja a kihúzókarokat (a). A  
rugós mechanizmust elengedve a kihúzó erősen  
megfogja a belső gyűrű vállát (b). A csapágyat  
úgy lehet kihúzni a ház furatából, hogy a leszerelő  
kalapáccsal többször megüti az ütközőgyűrűt (c).

### Kiszereles olajnyomásos módszerrel

Ha a ház rendelkezik a szükséges olajcsatornával  
és elosztó horonnyal, a csapágy külső gyűrűjén  
pedig nincs újragenést biztosító szerelvény,  
akkor használható az olajnyomásos módszer. Ez  
a módszer jelentősen csökkenti a nagyméretű  
csapágyak kiszereléséhez szükséges erőt  
(→ 31. ábra).

**MEGJEGYZÉS:** Az olajnyomásos módszerre  
vonatkozóan részletes információk *Az olajnyo-  
másos módszer* című, a 62. oldalon kezdődő  
szakaszban találhatóak.

31. ábra

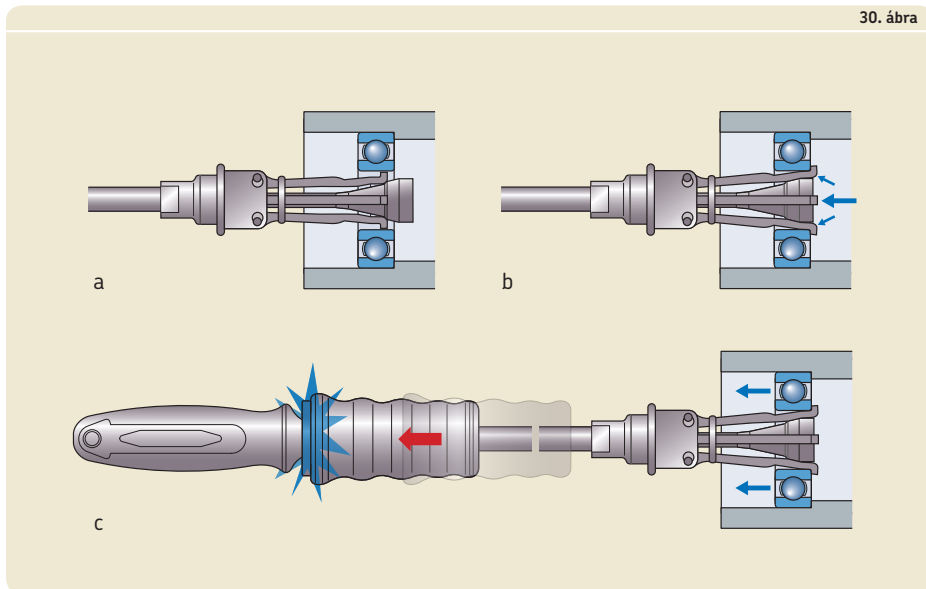


### Kiszereles melegítéssel

A ház felmelegítése például melegítőpaplannal  
(→ 32. ábra) nem túl szokványos, és csak  
legutolsó lehetőségként szabad használni.

**VIGYÁZAT!** Soha ne melegítse a házat gázégővel  
vagy más lánggal.

30. ábra



### Csapágy kiszérése egyszerre tengelyről és osztatlan házból

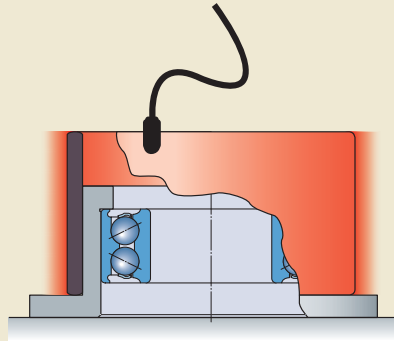
Annak érdekében, hogy a kisméretű, mély hornyú golyóscsapágyak egyszerre legyenek leszerelhetők a tengelyről és kiszerezhetők az osztatlan házból, speciális lehúzókat (kihúzókat) alakítottak ki.

A **33. ábra** olyan kihúzót szemléltet, amelyet 10 és 100 mm közötti furatátmérőjű csapágyakhoz alakítottak ki. A kihúzó karjai a golyók közé kerülnek, és a belső gyűrű támfelületét fogják meg, és a külső gyűrűhöz támaszkodnak.

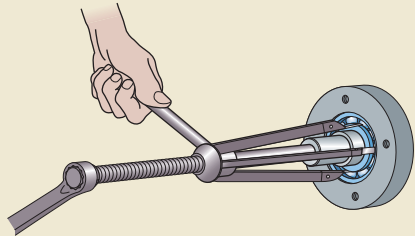
A **34. ábra** olyan kihúzót szemléltet, amelyet 30 és 160 mm közötti furatátmérőjű csapágyakhoz alakítottak ki. A kihúzó használatához előbb ki kell venni a csapágykosarat. A kihúzó karjai két lapos résszel rendelkező golyóban végződnek. Ezek kerülnek a csapágy golyói közé, és fogják meg a belső és a külső gyűrű futópályáját.

A belső csapágylehúzó készletekről további információ a [www.mapro.skf.com](http://www.mapro.skf.com) honlapról szerezhető.

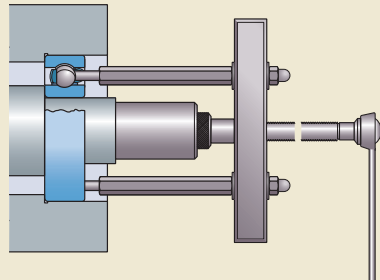
32. ábra



33. ábra



34. ábra



## Csapágyegységek kiszzerelése

### Amire mindig ügyelni kell

Az SKF a következő csapágyegységeket kínálja (→ **35. ábra**): álló-, peremes és feszítő egységek. A csapágy méretétől és típusától függően a következő módszerek egyikével rögzíthetők a tengelyen (→ **36. ábra**):

- hernyócsavaros rögzítés (a)
- egy hernyócsavaros excenter gyűrűs rögzítés (b)
- szorítóhüvelyes rögzítés (c)
- SKF ConCentra rögzítési módszer (d, e)
- két hernyócsavaros, hengeres rögzítő gyűrűs kialakítás (f)

Ezért a kiszzerelési módszerek és az ehhez használandó szerszámok is különbözőek. A használandó szerszámok közé tartoznak az alábbiak:

- nyomatékkulcs vagy imbuszkulcs a rögzítőcsavarok és anyák lazításához
- imbuszkulcs a belső gyűrű, ill. a rögzítőgyűrű hernyócsavarjainak lazításához a *Csapágyegység beszerelése* című fejezet **3. táblázatában** a **102. oldalon** megadottak szerint
- körmőskulcs a szorítóhüvely tengelyanyájának lazításához a *Csapágyegység beszerelése* című fejezet **4. táblázatában** a **103. oldalon** megadottak szerint

Egyes esetekben egy mindkét végén lapos fejű kalapácsra is szükség lehet.

A körmőskulcs és a mindkét oldalán lapos fejű kalapács is megtalálható az SKF gyártmányú karbantartási termékek palettáján. Részletes információ az interneten, a [www.mapro.skf.com](http://www.mapro.skf.com) honlapon található.

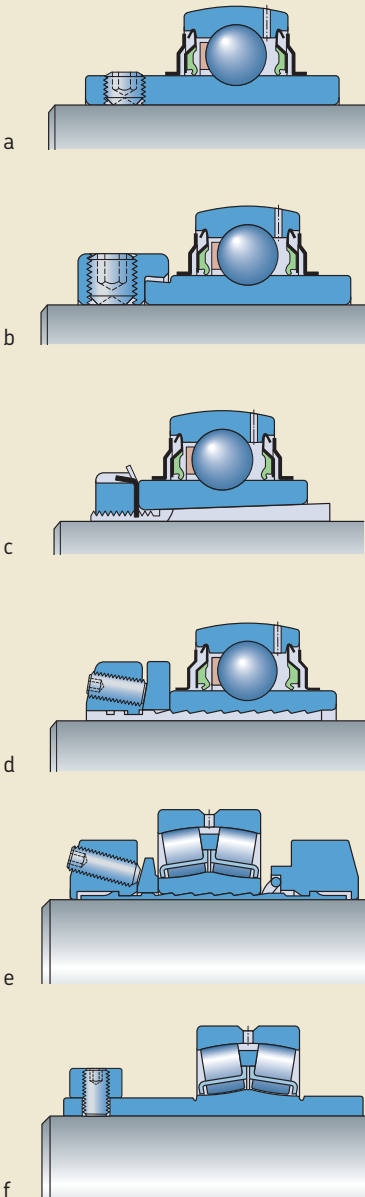
A csapágyegység kiszzerelése után ellenőrizze, hogy az ismét felhasználható-e. Tisztítsa meg az egység külső felületét, ügyelve arra, nehogy megsérüljenek a tömitések és tisztítószer kerüljön a csapágy belsejébe. A csapágy lassú forgatásával észlelhető egy esetleges belső sérülés. Ha indokolt, a csapágy lassú forgatása közben a zsírzógombon keresztül nyomjon új zsírt a csapágyba. Ha úgy dönt, hogy az egység ismételen felhasználható, akkor minden nem kezelt felületét kenje be zsírral, olajjal vagy korróziógátló folyadékkal, hogy megelőzze a korróziót.

35. ábra



**MEGJEGYZÉS:** A nagyon piszkos kis méretű csapágyegységeket általában nem érdemes megtisztítani. Rendszerint gazdaságosabb kidobni a csapágyat, és újat tenni a helyére.

36. ábra

**FIGYELMEZTETÉS**

A súlyos sérülések esélyének minimalizálása érdekében bármiféle munkavégzés előtt rögzítse a mozgó alkatrészeket és áramtalanítsa a gépet.

**Kiserelés előtti előkészületek**

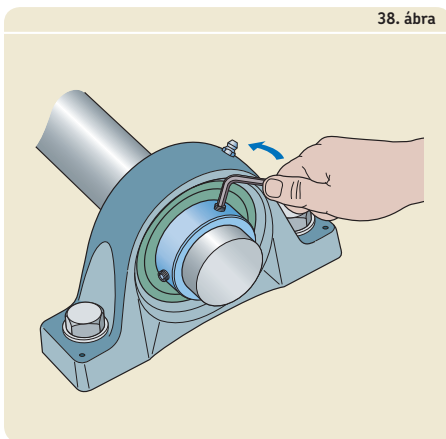
Ha megfelelően előkészül a kiserelésre, könnyebben fog menni a kiserelés. Ha van, nézze át a berendezés rajzát (rajzait), és tanulmányozza a csapágyegység-elrendezést. A munka megkezdése előtt végezze el az alábbiakat:

- Szüntesse meg a berendezés energia ellátását.
- Alaposan tisztítsa meg a csapágyegységet és a környező területet.
- Törölje tisztára a tengelyt.
- Ellenőrizze, hogy milyen rögzítési módszert használtak, és válassza ki a csapágyegység kisereléséhez használandó szerszámokat.
- Keressen meg és javítson ki minden olyan sérülést, amely megakadályozhatja, hogy az egység leszerelhető legyen a tengelyről.
- Támassza meg a tengelyt, hogy terhelésmentesítse a csapágyat.

### Henyőcsavar rögzítésű Y csapágyegységek kiszerezése

A henyőcsavar rögzítésű Y csapágyegységek kiszerezésekor (→ **37. ábra**) figyelmesen olvassa el a **270. oldalon** kezdődő, *Amire mindig ügyelni kell* című szakaszban ismertetett útmutatásokat, és tegye a következőket:

- 1 Legalább fél fordulattal lazítsa meg mindkét egység belső gyűrűjének rögzítőcsavarjait (→ **38. ábra**).
- 2 Csavarja ki és vegye ki a rögzítőcsavarokat.
  - Feszítő egységek esetén mindkét házból távolítsa el a beállító csavarokat.
- 3 Vegye le az egységeket a tengelyről.
  - Feszítő egység esetén a házat vegye ki a keretből és a csapágyat húzza le a tengelyről.
  - Sajtolt acéllemez házas álló egységek esetén vegye le a házfedelet, emelje ki a tengelyt és a csapágyat húzza le a tengelyről.
  - Sajtolt acéllemez házas peremes egységek esetén vegye le az egyik házfedelet és húzza le a csapágyat a tengelyről. Ismételje meg a műveletet a másik oldalon.





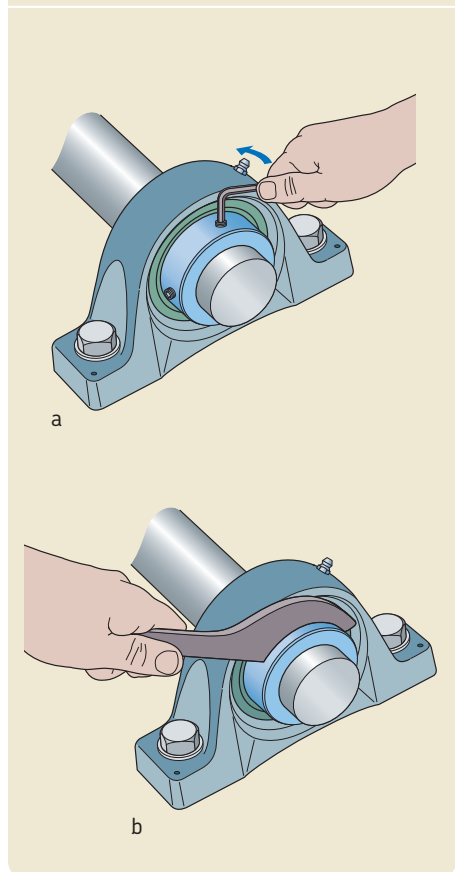
## Excenteres rögzítőgyűrűvel rendelkező Y csapágyegységek kiszerelése

Excenteres rögzítőgyűrűvel rendelkező Y csapágyegységek kiszerelésékor (→ 39. ábra) figyelmesen olvassa el a 270. oldalon kezdődő, *Amire mindig ügyelni kell* című szakaszban ismertetett útmutatásokat, és tegye a következőket (→ 40. ábra):

- 1 Legalább fél fordulattal lazítsa meg az excenteres rögzítőgyűrű rögzítőcsavarját (a).
- 2 A forgásiránnyal ellentétes irányba elforgatva lazítsa meg a rögzítőgyűrűt. Ehhez tegye az alábbiakat:
  - Helyezze az ékkiverő tüskét a gyűrű kerületén található vakfuratba, és üssön rá egy kalapáccsal.
  - Vagy használjon körmöskulcsot úgy, hogy annak körme a gyűrű kerületén található vakfuratba kerüljön (b).
- 3 Vegye le a tengelyről mindkét egység excenteres rögzítőgyűrűjét.
- 4 Csavarja ki és vegye ki a rögzítőcsavarokat.
  - Feszítő egység esetén távolítsa el a beállító csavarokat.
- 5 Vegye le az egységeket a tengelyről.
  - Feszítő egységek esetén a csapágyházat vegye ki a keretből és a csapágyakat húzza le a tengelyről.
  - Sajtolt acéllemez házas álló csapágyegységek esetén vegye le a házfedelet, emelje ki a tengelyt és a csapágyat húzza le a tengelyről.
  - Sajtolt acéllemez házas peremes egységek esetén vegye le az egyik házfedelet és húzza le a csapágyat a tengelyről. Ismételje meg a műveletet a másik oldalon.



40. ábra



## Szorítóhüvelyre illesztett Y csapágyegység kiszerelése

Szorítóhüvelyre illesztett Y csapágyegység kiszerelésekor (→ 41. ábra) figyelmesen olvassa el a 270. oldalon kezdődő, *Amire mindig ügyelni kell* című szakaszban ismertetett útmutatásokat, és vegye a következőket (→ 42. ábra):

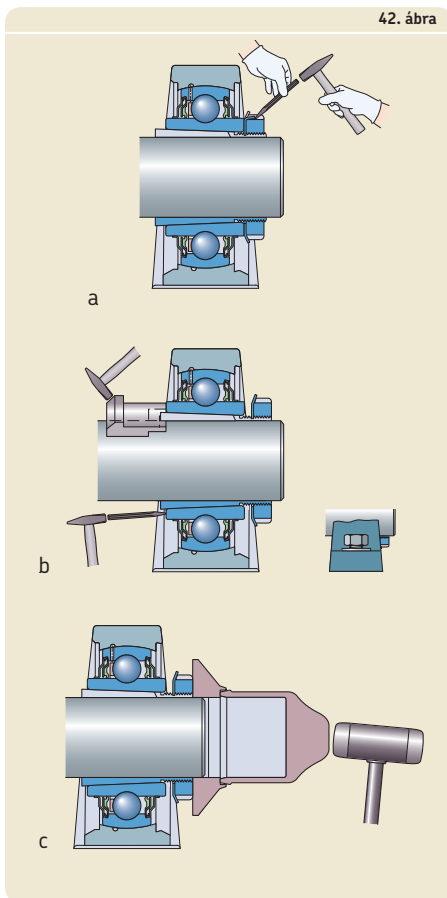
- 1 Hajlítsa ki a biztosítólemez fülét (a) és néhány fordulattal csavarja kifelé a tengelynyát.
- 2 Lazítsa meg a rögzítőcsavarokat, illetve anyákat néhány fordulattal.
- 3 Az olyan egységeknél, ahol a csapágyház belső oldala is elérhető, a b. ábrán látható módon egy acélhasáb és/vagy ékkiverő túska és kalapács segítségével a csapágyegység a hüvelyről eltávolítható (b). Az olyan egységeknél, melyek csak a tengelyanya felőli oldalról szerelhetők, a c. ábrán látható módon a csapágy a szorító- hüvelyről néhány erős kalapácsütéssel eltávolítható (c).

**MEGJEGYZÉS:** Ha a tengely átmérője ≤ 55 mm, akkor használja az SKF csapágy-szerelő szerszámkészletet (→ 72. oldal).

- 4 Csavarja le a tengelynyát és vegye le a biztosítólemezt.
- 5 Vegye ki a rögzítőcsavarokat, és az egységet húzza le a hüvelyről.
- 6 Vegye le a szorítóhüvelyt a tengelyről. Ennek megkönnyítése érdekében egy műanyag ékkel nyissa szét a hüvelyt.



41. ábra



42. ábra

## SKF ConCentra golyóscsapágyegységek kiserelése

Az SKF ConCentra golyóscsapágyegység kiserelése előtt (→ **43. ábra**) figyelmesen olvassa el az *Amire mindig ügyelni kell* című szakaszban a **270. oldalon** ismertetett útmutatásokat, és tegye a következőket (→ **44. ábra**):

- 1 Lazítsa meg a feszítőcsavarokat mindkét szorítógyűrűben (**a**).
- 2 Lazítsa meg mindkét csapágyházban a rögzítőcsavarokat ill. anyákat, de ne vegye ki őket a furatból.
- 3 Mozdítsa el a szorítógyűrűt, amíg szabaddá nem válik az SKF ConCentra hüvely vagy:
  - úgy, hogy kalapáccsal ütögeti a tengely végét (**b**)
  - vagy a szorítóhüvelyt ütögeti az ábrán látható módon (**c**)

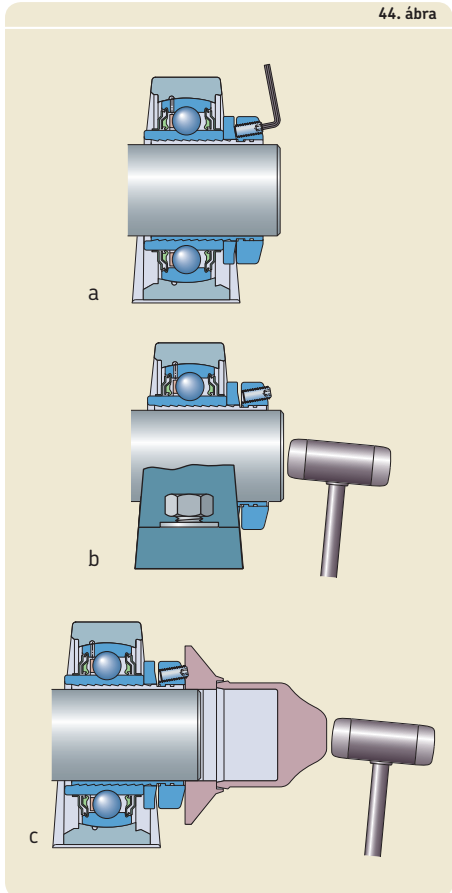
**MEGJEGYZÉS:** Ha a tengely átmérője  $\leq 55$  mm, akkor használja az SKF csapágy-szerelő szerszámkészletet (→ **72. oldal**).

- 4 Vegye ki a rögzítő csavarokat és húzza le a csapágyházat a tengelyről.

43. ábra



44. ábra



## SKF ConCentra görgőcsapágyegységek kiszereles

SKF ConCentra rögzítésű, álló csapágyházas görgőcsapágyegység kiszereleskor (→ **45. ábra**) figyelmesen olvassa el a **270. oldalon** kezdődő, *Amire mindig ügyelni kell* című szakaszban ismertetett útmutatásokat, és tegye a következőket (→ **46. ábra**):

- 1 Lazítsa meg és vegye ki a rögzítőcsavarokat.  
Ha lehet szerelés előtt emelje meg a tengelyt a csapágyházakkal együtt (**a**).
- 2 Támassza meg alulról a tengelyt.
- 3 A fix csapágyegységgel kezdje.
- 4 Lazítsa meg néhány fordulattal a rögzítőcsavarokat a szorítóhüvelyen (**b**).
- 5 A szorítóhüvellyel szemben állva húzza le a csapágyegységet a tengelyről (**c**). Az előfeszített hullámrugó megkönnyíti a tengelyről való levételt. Szükség esetén gumikalapáccsal könnyítse meg a csapágy lehúzását (**d**).
- 6 Húzza le a csapágyegységet a tengelyről.
- 7 A **4–6. lépéseket** megismételve szerelje ki a nem tartó csapágyegységet.

## Hengeres rögzítőgyűrűvel rendelkező görgőcsapágyegység kiszereles

Hengeres rögzítőgyűrűvel rendelkező görgőcsapágyegység kiszereleskor (→ **47. ábra**) figyelmesen olvassa el a **270. oldalon** kezdődő, *Amire mindig ügyelni kell* című szakaszban ismertetett útmutatásokat, és tegye a következőket:

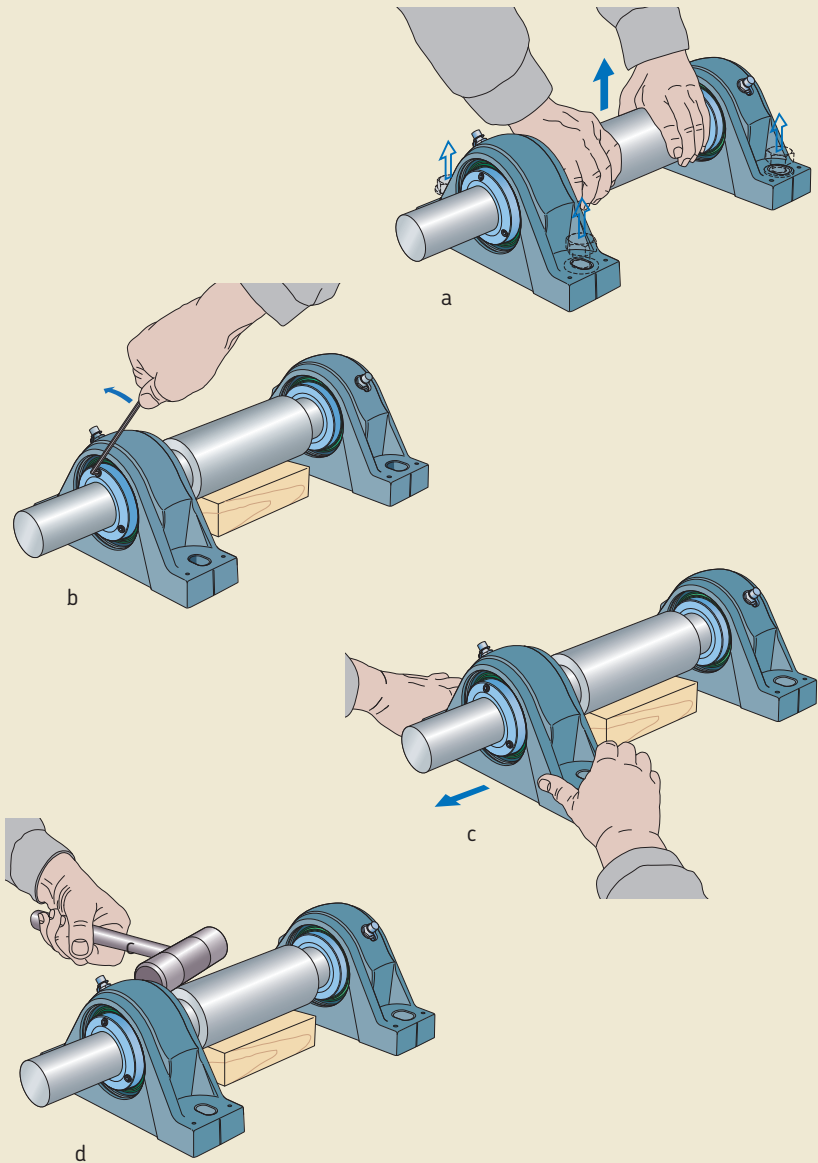
- 1 Mindkét egység hengeres rögzítőgyűrűjében néhány fordulattal lazítsa meg a rögzítőcsavarokat.
- 2 Csavarja ki és vegye ki a rögzítőcsavarokat.  
– Feszítő egységek esetén távolítsa el a feszítőcsavarokat mindkét egység öntési lyukából.
- 3 Vegye le a csapágyegységet a tengelyről.  
Szükség esetén gumikalapáccsal finoman addig ütögesse, amíg le nem jön a tengelyről.  
– Feszítő egységek esetén húzza ki feszítőkeretből a teljes tengely-egység szerelvényt, és a csapágyegységeket húzza le a tengelyről.

45. ábra



47. ábra





# Csapágházak kiszerelese

A csapágházak, amelyeket az ipari alkalmazások széles körében használnak, különféle kialakításokban és méretekben állnak rendelkezésre. Ez a fejezet azt ismerteti, hogyan lehet kiszereelni és szétszerelni a leggyakoribb álló csapágházakat és peremes házakat (→ **48. ábra**). Az itt nem tárgyalt házak kiszereelésére vonatkozó utasítások az SKF alkalmazástechnikai mérnöki szolgálatától szerezhető be.

## Amire mindig ügyelni kell

Ha egy házat újra fel kívánunk használni, akkor azt óvatosan kell kiszereelni, figyelve az alábbiakra:

- Tartsa együtt a csapágház alkatrészeit. A csapágházak alkatrészei nem csereszabatosak. Az SKF SNL, SONL és SAF házak alsó részén és fedelén sorozatszám található.
- Óvatosan bánjon az osztatlan tömítések fém részeivel.
- Ne üsse a házat közvetlenül fémkalapáccsal.

## FIGYELMEZTETÉS

A súlyos sérülések esélyének minimalizálása érdekében bármiféle munkavégzés előtt rögzítse a mozgó alkatrészeket és áramtalanítsa a gépet.

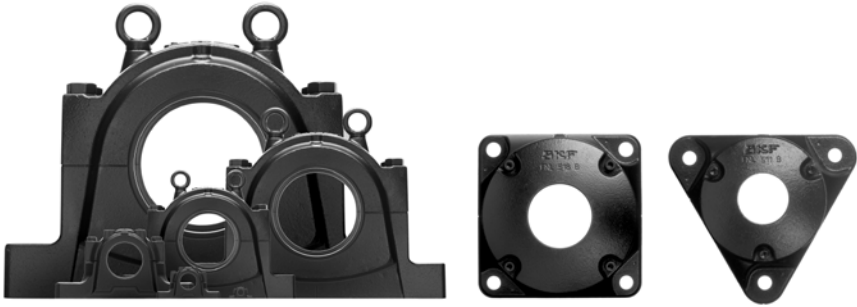
## Kiszereles előtti előkészületek

Ha megfelelően előkészül a munkavégzésre, könnyebben fog menni a kiszereles. Ha van, nézze át a berendezés rajzát (rajzait), és tanulmányozza a csapágház elrendezést, még a munka megkezdése előtt, tegye az alábbiakat:

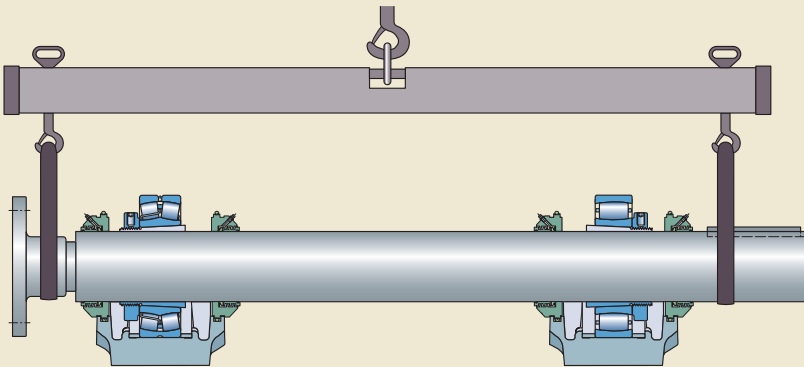
- Szüntesse meg az alkalmazás energia ellátását.
- Alaposan tisztítsa meg a házakat és a környező területet.
- Támassza meg valamivel a tengelyt, például egy emelő kötélcsigával.
- Osztott álló csapágház esetén ügyeljen arra, hogy rendelkezésre álljanak a tengely házalap(ok)ból való kiemelésére szolgáló szerszámok (→ **49. ábra**).
- Legyen kéznél elegendő edény a kenőanyag-minták számára és a használt kenőanyag összegyűjtésére.

Az ismételt használat előtt ellenőrizze, vannak-e a házon repedések. Ha egy ház ismételten használhatóknak tűnik, a korrózió elleni védelem érdekében zsírral vagy olajjal kenje be minden festett felületét.

48. ábra



49. ábra



### Osztott álló csapágházak kiszerelése

Szabványos álló csapágház kiszerelésekor (→ **50. ábra**) figyelmesen olvassa el az *Amire mindig ügyelni kell* című szakaszban a **278. oldalon** ismertetett útmutatásokat, és tegye a következőket (→ **51. ábra**):

- 1 Távolítson el minden egyéb csatlakozást a házról, például kenőanyag-adagoló csöveket és egyéb eszközöket.
- 2 Lazítsa meg és vegye ki mindkét házról a rögzítőcsavarokat, illetve anyákat.

**MEGJEGYZÉS:** Ha lehet, emelje ki a teljes szerelvényt (tengelyt, házat és egyéb alkatrészeket) egy tiszta, nyílt területre.

- 3 Lazítsa meg és vegye ki mindkét házról a fedélleszorító csavarokat.
- 4 Vegye le a házak fedelét (**a**).

**MEGJEGYZÉS:** Minden jelenleg forgalomban lévő SKF gyártmányú ház alapján és fedelén kis nyílások vannak, ahová csavarhúzó vagy feszítővasat lehet bedugni.

- 5 Ha van ilyen, távolítson el minden felesleges zsírt és osztott tömitést a ház fedeléből (**b**).
- 6 Emelje ki a tengelyszerelvényt a házalapokból (**c**).
- 7 Vegye ki a tömitések másik felét, illetve a véglezárót, és ha van, a távtartó gyűrűket (**d**).

**VIGYÁZAT!** Ne használja fel újra az súrlódó tömitéseket.

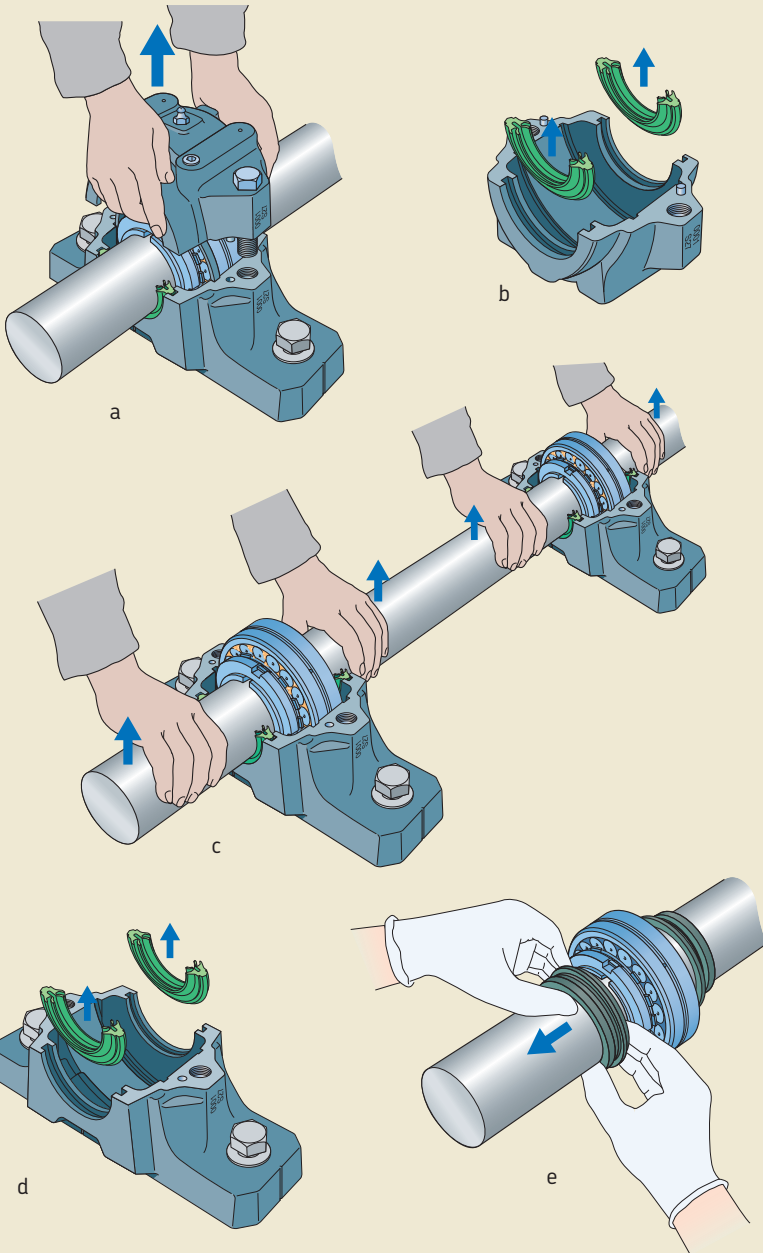
- 8 Távolítson el minden felesleges zsírt a ház alapjából.
- 9 Vegyen le minden osztatlan tömitést a tengelyről (**e**).  
A V-gyűrűket el lehet vágni.
- 10 Szerelje le a csapágyakat a tengelyről.
- 11 Vegye le a tengelyről a második tömitő gyűrűt és a hüvelyt.

**MEGJEGYZÉS:** Ügyeljen arra, hogy a ház összes alkatrésze együtt maradjon.

50. ábra







## Peremes házak kiszzerelése

Szabványos peremes csapágyház kiszzerelésekor (→ 52. ábra) figyelmesen olvassa el az *Amire mindig ügyelni kell* című szakaszban a 278. oldalon ismertetett útmutatásokat, és tegye a következőket (→ 53. ábra):

- 1 Lazítsa meg és vegye ki mindkét házból a leszorító csavarokat.
- 2 Vegye le a fedelet és a távtartó gyűrűket, ha vannak.
- 3 Távolítsa el minden felesleges zsírt a fedélből és a házból, hogy szabaddá váljon a rögzítőanya a szorítóhüvelyen.
- 4 Hajlítsa ki a biztosítólemeznek a rögzítőanya vágatába behajlított fülét, és néhány fordulattal csavarja kifelé a rögzítőanyát (a)
- 5 Lazítsa meg a rögzítőcsavarokat, illetve anyákat, de ne vegye ki őket.
- 6 Válassza szét a csapágyat és a szorítóhüvelyt:
  - úgy, hogy kalapáccsal ütögeti a tengely végét (b)
  - vagy a rögzítőanyát ütögeti az ábrán látható módon. (c)

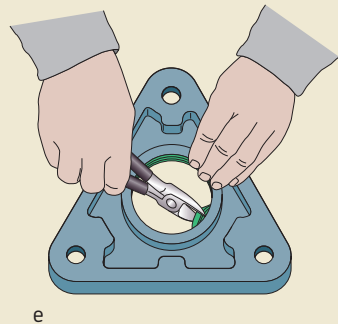
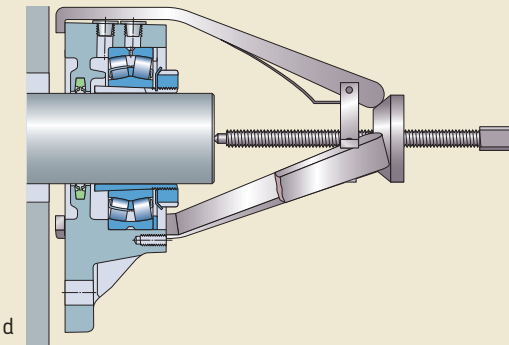
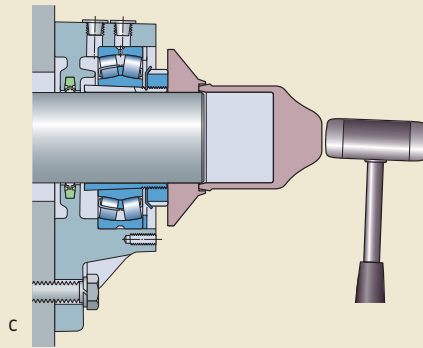
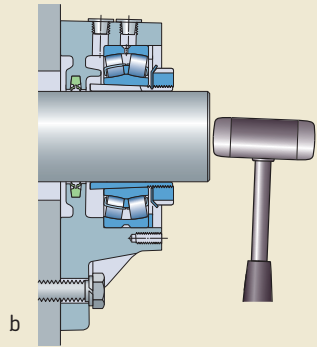
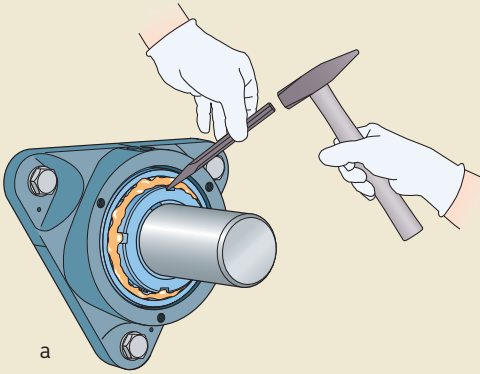
**MEGJEGYZÉS:** Ha a tengely átmérője  $\leq 55$  mm, akkor használja az SKF csapágy-szerelő szerszámkészletet (→ 72. oldal).

- 7 Csavarja le a rögzítőanyát, és vegye le mindkét oldalról a biztosítólemezt.
- 8 Vegye ki a rögzítőcsavarokat, illetve anyákat.
- 9 Válassza el a házat talapatának felületétől, és csúsztassa le a házat, a csapágyat és a szorítóhüvelyt a tengelyről.
- 10 Használjon lehúzó, ha nagyobb erőre van szükség a csapágyinak a tengelyről való levételéhez (d).
- 11 Vágja ki a tömítést a tömítés számára kialakított horonyból (e).
- 12 Távolítsa el a felesleges zsírt a házból a csapágy mögül.
- 13 Szerelje ki a csapágyat, követve a *Csapágy kiszzerelése osztatlan házból* című, a 267. oldalon kezdődő szakaszban leírt utasításokat.

**MEGJEGYZÉS:** Ügyeljen arra, hogy a ház összes alkatrésze együtt maradjon.

52. ábra





## Tömítések eltávolítása

Általában véve két különböző típusú tömítés védi a görgőcsapágy-elrendezéseket: nem súrlódó tömítések és súrlódó tömítések.

### Nem súrlódó tömítések eltávolítása

A nem súrlódó tömítések (→ 54. ábra) szinte nem súrlódnak, így nagyon sokáig kitarthatnak. A legtöbb esetben ezeket a tömítéseket újra fel lehet használni. Ezért óvatosan, a megfelelő szerszámokkal kell őket eltávolítani. Levétele közben a nem érintkező tömítést soha ne üsse kalapáccsal, és a levételhez soha ne használjon se csavarhúzót, se éles ékkiverő tüskét.

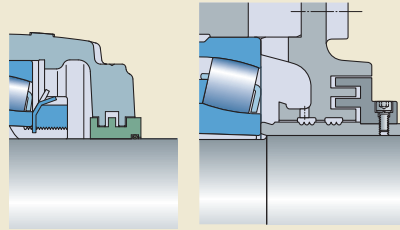
Az ilyen tömítések eltávolítása előtt keresse meg és javítsa ki az összes olyan tengelysérülést, amely a tömítés sérülését okozhatja, miközben a tömítést lehúzza a tengelyről.

### Súrlódó tömítések eltávolítása

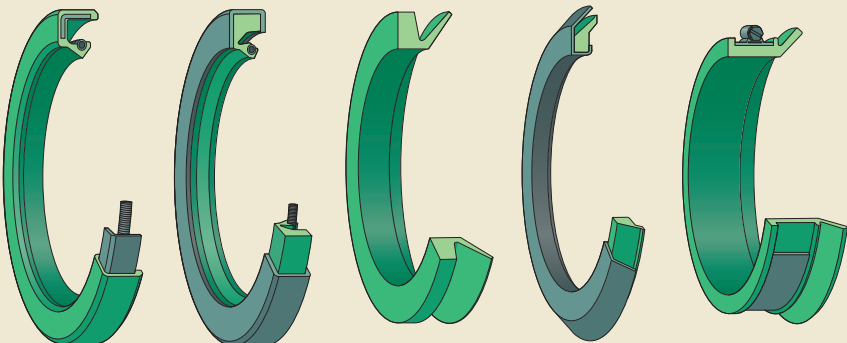
Az súrlódó tömítések (→ 55. ábra), amelyeket jellemzően házban rögzítenek és amelyek jellemzően felfekvőfelületen, például tengelyen vagy távtartó gyűrűn csúsznak adott sugárirányú erőhatásnak kitéve, idővel elkopnak. Ezért őket soha sem szabad újra felhasználni.

Ha azonban a tömítéshiba elemzése a cél, akkor óvatosan kell kivenni őket.

54. ábra



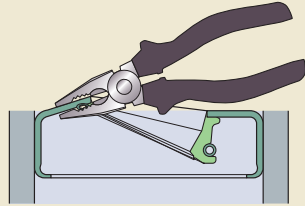
55. ábra



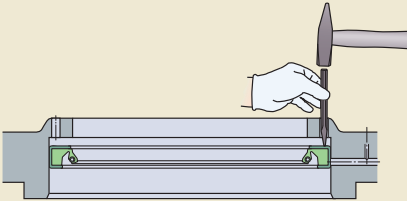
Radiális tengelytömítések a következőképp távolíthatók el:

- kalapáccsal és ékkiverő tuskával, ha a ház válla szellőzőnyílásokkal rendelkezik (→ **56. ábra**)
- csavarhúzóval, ha hozzáférhető a tömítés első vagy hátsó oldala (→ **57. ábra**)
- ferde pofás fogóval megfogva a tömítés rugalmas részét vagy héját (→ **58. ábra**)
- bölcstől beszerelve, például az SKF csapágy-szerelő szerszámkészlettel (→ **59. ábra**)
- horoggal hátulról megfogva a héját (→ **60. ábra**)

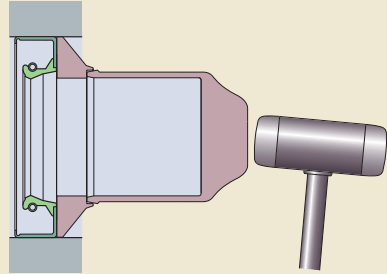
58. ábra



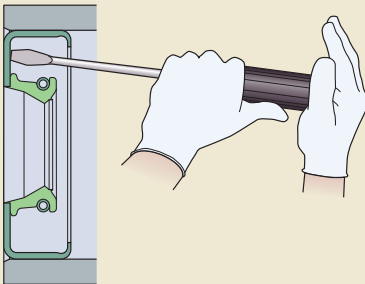
56. ábra



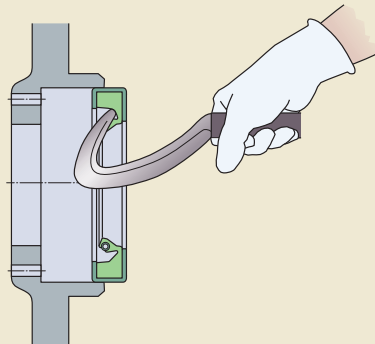
59. ábra



57. ábra



60. ábra



## Kiszereles

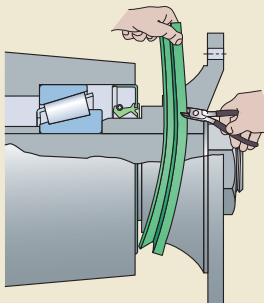
V-gyűrű tömitések a következőképp távolíthatók el:

- megnyújtva a többi alkatrész fölött (→ **61. ábra**)
- ollóval elvágva (→ **62. ábra**)

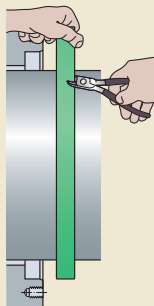
Nagy méretű elasztomer radiális tengelytömítések a következőképp távolíthatók el:

- megnyújtva vagy ollóval elvágva (→ **63. ábra**)
- kioldva az osztott tömítés rugós összekapcsolóját (→ **64. ábra**)

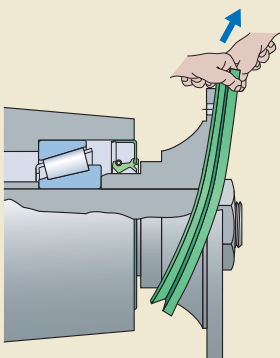
62. ábra



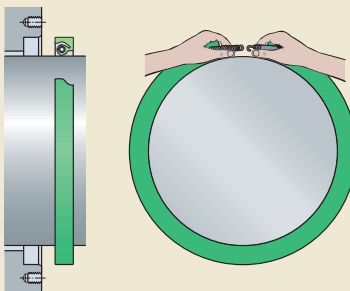
63. ábra



61. ábra



64. ábra









# Csapágyhibák és okai

<b>Bevezetés</b> .....	<b>290</b>
<b>Kiszzerelés</b> .....	<b>291</b>
<b>Futópálya-mintázatok</b> .....	<b>291</b>
Normál üzemi körülményekből származó mintázatok.....	292
Rendellenes üzemi körülményekből származó mintázatok.....	296
<b>Csapágyhibák</b> .....	<b>298</b>
A működéssel előtti sérülések okai.....	300
A tengely és a ház helytelen illesztése.....	300
Hibás csapágyülékből vagy házfuratból adódó sérülések.....	302
Állás közbeni helytelen tengelybeállítás.....	304
Hibás beszerelési gyakorlat.....	305
Magas feszültségű elektromos áram folyik át a csapágyon.....	307
Sérülés a szállítás és tárolás során.....	308
A működéssel közbejövő sérülések okai.....	309
Kifáradás (felszín alatt keletkezett).....	309
Elégtelen kenés.....	310
Nem megfelelően működő tömítés.....	314
Rezgés (hamis brinelleződés).....	319
Működéssel közbejövő helytelen tengelybeállítás.....	320
Elektromos áram halad át a csapágyon.....	321

# Bevezetés

A gördülőcsapágy a modern high-tech gépek egyik legfontosabb alkatrésze. Amikor tönkremegy a csapágy, leáll a gép, ami sokba kerülhet. A berendezés megbízható működése felé vezető úton az első lépés az alkalmazáshoz illő csapágy kiválasztása. Ismerni kell a gép üzemi körülményeit, így például a terhelést, a fordulatszámot, a hőmérsékletet, a futási pontosságot és az üzemi követelményeket, hogy a rendelkezésre álló termékek közül ki lehessen választani a legmegfelelőbb csapágytípust és -méretet.

Egy csapágy számított várható élettartama nyolc feltételen alapul:

- 1 A csapágy kiváló minőségű, és nincs gyártási hibája.
- 2 A csapágy megfelelő az alkalmazáshoz.
- 3 Megfelelőek a csapágyhoz kapcsolódó alkatrészek, a csapágyülék és a házfurat méretei.
- 4 A csapágy helyesen van beszerelve.
- 5 A csapágnál mindig rendelkezésre áll a megfelelő kenőanyag, a szükséges mennyiségben.
- 6 A csapágyelrendezés megfelelően védve (tömítve) van.
- 7 Az üzemi körülmények illenek a csapágyelrendezéshez.
- 8 Mindig elvégzik az ajánlott karbantartást.

Ha mindezek a feltételek teljesülnek, akkor a csapágnak ki kell tartania a számított élettartama végéig. Sajnos ez inkább vágy, mint valóság. Gyakran következik be valami olyasmi, ami megzavarja az „ideális” üzemi körülményeket.

Ezen a téren az egyik leggyakoribb hiba annak feltételezése, hogy a csapágy azért ment tönkre, mert nem volt megfelelő a teherbírása. Ebben a hitben élve sok ember számos költséges átalakítással próbálja megnövelni a teherbírást, de végül csak újabb csapágyhibákat kap eredményül.

A berendezés megbízható működése felé vezető úton az első lépés az, hogy megállapítja a csapágy tönkremenetelének kiváltó okát. Az egyik legnehezebb feladat az elsődleges hibaok (kiváltó ok) megállapítása, és az elsődleges hibaokból eredő összes másodlagos hibajelenség kiszűrése.

A csapágy sérülés elemzése betekintést nyújt a berendezés működésébe és a csapágy sérülésbe. A probléma kiváltó okának megállapításához bizonyítékokat kell gyűjteni, és azokat helyesen kell értelmezni. A hasznos információk és a téves vagy félrevezető utalások elkülönítéséhez nagy ismeretanyagra, szaktudásra és gyakorlatra van szükség. Az SKF ezért nyújt professzionális támogatást a csapágyhibák elemzéséhez.

Ha további információt kíván megtudni az SKF csapágyhiba elemzési szolgálatáról, akkor vegye fel a kapcsolatot az SKF helyi képviselőjével vagy az SKF szerződött partnerével.

Ez a fejezet a csapágy sérülések és a csapágy-tönkremenetek okának kezdeti értékeléséhez ad eszközöket.

## Kiszzerelés

A kiszzerelés idejére az SKF a következőket ajánlja:

- Készítsen fényképeket.  
Ez segítheti a későbbi vizsgálatot. Ne feledje el lefényképezni például a csapágy helyzetét, a csapágyban és a csapágy körül lévő zsír mennyiségét és állapotát.
- Vegyen mintát a kenőanyagból a későbbi elemzés céljára.  
Zsírral kent alkalmazás esetén különböző helyekről vegyen mintát.

**MEGJEGYZÉS:** Olvassa el a *Kiszzerelés* című, a **252. oldalon** kezdődő fejezetet.

## Futópálya-mintázatok

Az új csapágy szépen néz ki (→ **1. ábra**). Alkatrészeit pontos méretezés szerint készítik el, gyakran a mikronok törtrésze pontossággal. A gyártási folyamat során a méreteket sokszor ellenőrzik. A köszörült felületek, például a belső és külső gyűrű és a gördülőelemek felülete nagyon fényes.

Amikor egy olyan csapágyat veszünk szemügyre, amely már futott egy ideig, számos változást figyelhetünk meg, így a következőket:

- kopott területek vannak a futópályákon és a gördülőelemeken, amelyek néha szintén nagyon fényesek (→ **2. ábra**)
- elszíneződött a belső gyűrű furata és a külső gyűrű külső felülete
- elkopott a kosár
- illesztési korrózió észlelhető a belső gyűrű furatában és a külső gyűrű külső felületén.

Mindegy, hogy a csapágy csak kisebb kopás vagy sérülés jeleit mutatja, esetleg tönkrement, alapos vizsgálattal megállapítható, mi történt a csapággal működés közben.

Az ellenőrzés során a „mintázatok” megke- resése a legfontosabb. Egy mintázat lehet „normális”, de problémára is utalhat. A talált mintázat elég gyakran azonosítani tudja a probléma kiváltó okát.

Ez a fejezet bemutat számos gyakori és jellemző mintázatot.



1. ábra



2. ábra

**Normál üzemi körülményekből származó mintázatok**

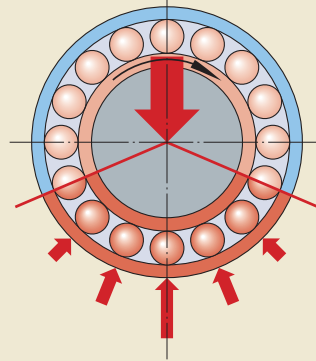
A 3. és 4. ábra azt szemlélteti, hogy a csapágy forgó belső gyűrűjét érő egyirányú és állandó radiális terhelés miként oszlik el – a gördülőelemeken keresztül – az álló külső gyűrűn.

A nagy nyíl 12 óránál az alkalmazott terhelést mutatja, a 4 és 8 órai helyzet közötti kicsi nyilak pedig azt jelzik, hogy a terhelés hogyan oszlik meg a csapágyban, illetve a gördülőelemeken át a csapágy miként veszi fel a terhelést.

Ahogy a belső gyűrű forog, minden pontja belekerül a terhelési zónába. Ennek eredményeképp a belső gyűrű futópályájának teljes területén közepesen egyenletes szélességű sáv keletkezik. Ez a forgó belső gyűrű terhelési zónája.

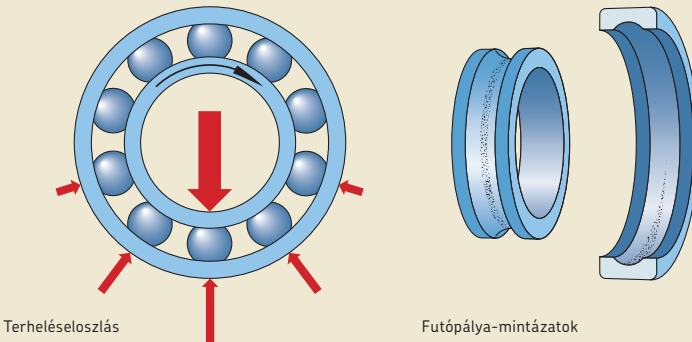
A külső gyűrű áll, ezért a terhelési zóna arra a részére korlátozódik, ahol a gördülőelemek átadják a terhelést. Ez az álló külső gyűrű terhelési zónája. A terhelés eloszlása a külső gyűrű terhelési zónájában változik. A terhelés irányában a legnagyobb, és attól kezdve mindkét irányban csökken. A legtöbb alkalmazás esetén a terhelési zóna hozzávetőleg 150°-os.

3. ábra



- Terhelési zóna (≈ 150°)
- Forgás közben belekerül a terhelési zónába
- Hézag a csapágyban, terheletlen zóna
- Terhelés (tengely) és terheléeloszlás (ház)

4. ábra

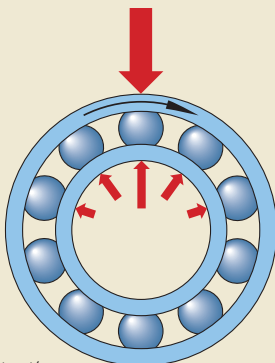


Az **5. ábra** azt szemlélteti, hogy a csapágy forgó külső gyűrűjét érő egyirányú és állandó radiális terhelés miként oszlik el – a gördülőelemeken keresztül – az álló belső gyűrűn.

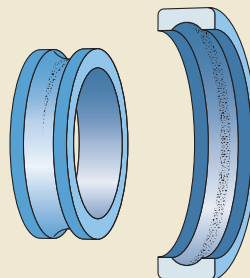
Ahogy a külső gyűrű forog, minden pontja belekerül a terhelési zónába. Ennek eredményeképp a külső gyűrű futópályájának teljes kerületén középen egyenletes szélességű sáv keletkezik.

A terhelés eloszlása a belső gyűrűn változik. A terhelés irányában a legnagyobb, és attól kezdve mindkét irányban csökken. A legtöbb alkalmazás esetén a terhelési zóna hozzávetőleg  $150^\circ$ -os.

5. ábra



Terheléseloszlás



Futópálya-mintázatok

## Csapágyhibák és okai

Ezek a terhelési mintázatok jelennek meg akkor is, amikor a belső gyűrű a terheléssel együtt forog (azaz kiegyensúlyozatlan vagy excentrikus terhelésnél) és a külső gyűrű áll. Még ha forog is a belső gyűrű, a belső gyűrű terhelése állandó, miközben az álló külső gyűrű terhelése forog (→ **6. ábra**).

A **7. ábra** az egyirányú és állandó axiális terhelés mély hornyú golyóscsapágyra gyakorolt hatását mutatja.

A forgó gyűrű teljes kerületén egy oldalirányban eltolt sáv látható.

Az álló gyűrű átellenes oldalán látható egy oldal-irányban eltolt sáv. Ha elég nagy az axiális terhelés, az álló gyűrűn a sáv a teljes kerületen végigfut.

A **8. ábra** az egyirányú és állandó radiális és axiális terhelés kombinációjának mély hornyú golyóscsapágyra gyakorolt hatását mutatja, amikor a belső gyűrű forog, a külső gyűrű pedig áll.

A belső gyűrű teljes kerülete mentén oldalirányban el van tolódva a terhelési zóna.

A külső gyűrű terhelési zónája az átellenes irányban oldalra tolódik el. A terhelési zóna hosszabb, mint csak radiális terhelés esetén lenne, de nem feltétlenül 360°.

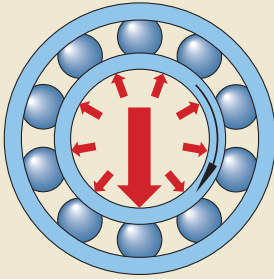
Kétsoros csapágyak esetén a kombinált terhelés különböző hosszúságú terhelési zónákat eredményez. Az axiális terhelést felvevő sornak hosszabb lesz az álló terhelési zónája. Ha nem elég nagy az axiális terhelés, akkor a gördülőelemek egyik sora teljesen terhelés nélkülivé válhat.

Ha csak radiálisan hat terhelés, akkor a külső gyűrűnek csak egy kis részén (hozzávetőleg 150°) lesz futópálya-mintázat (→ **3. és 4. ábra, 292. oldal**).

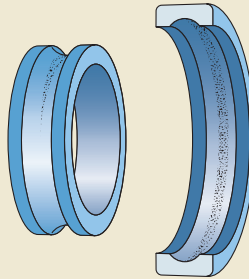
Ha csak axiális irányban hat terhelés, akkor a teljes külső gyűrűn lesz futópálya-mintázat, amely oldalirányban el fog tolni (→ **7. ábra**).

Kombinált terhelés esetén a futópálya-mintázat valahol a kettő között lesz, attól függően, hogy mekkora a radiális terhelés a tengelyirányú terheléshez képest (→ **8. ábra**).

6. ábra

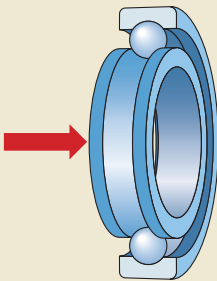


Terheléseloszlás

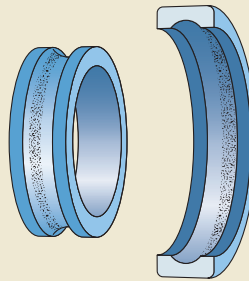


Futópálya-mintázatok

7. ábra

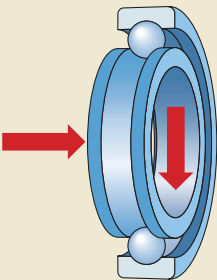


Terheléseloszlás

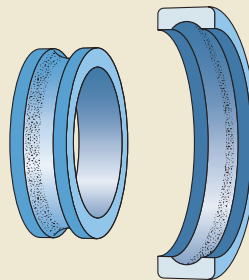


Futópálya-mintázatok

8. ábra



Terheléseloszlás



Futópálya-mintázatok

### Rendellenes üzemi körülményekből származó mintázatok

A **9. ábra** az egyirányú és állandó radiális terhelés terhelési zónáit szemlélteti, amikor az álló külső gyűrű tengelye nem esik egybe a forgó belső gyűrűjével.

A belső gyűrű futópályájának teljes kerületén közepén egyenletes szélességű sáv keletkezik.

A külső gyűrűn, a gyűrű egyik oldalától a másikig haladó sáv keletkezik. A sáv nyomvonal és hossza az egytengelyűségtől való eltérés mértékétől, a terheléstől és a csapágy hézagától függ. A sáv 150° és 360° között bárhol elhelyezkedhet.

Ez a hibajelenség akkor tapasztalható, amikor elhajlik a tengely, vagy ha a csapágyak olyan külön házakban vannak, amelyek furatai nem azonos középpontúak.

A **10. ábra** az egyirányú és állandó radiális terhelés terhelési zónáit szemlélteti, amikor az álló külső gyűrű radiális irányban beszorult (a házat oválisra húzták össze).

Ilyenkor a belső gyűrű futópályájának teljes kerületén közepén egyenletes szélességű sáv keletkezik.

A külső gyűrűn két, egymással szemben elhelyezkedő terhelési zóna látszik. A külső gyűrű sugárirányban a következő okok bármelyike miatt megszorulhat:

- A házat nem sík felületre szerelték fel.
- Az osztott ház két része vagy a berendezés egy része nem központosan illeszkedik.
- A házfurat gyártási hibája miatt nem köralakú, akkor kettő vagy több terhelési zóna is előfordulhat.

A több terhelési zóna ugrásszerűen megnöveli a belső terhelést és a csapágy üzemi hőmérsékletét is, a csapágy hamar megsérül, ezért tönkremegy.

A **11. ábra** egy olyan belül előfeszített csapágy terhelési zónáit szemlélteti, amely egyirányú és állandó radiális terhelést kap, miközben belső gyűrűje forog, külső gyűrűje pedig áll.

Ilyenkor a belső gyűrű futópályájának teljes kerületén, közepén egyenletes szélességű sáv keletkezik.

A külső gyűrűn is 360°-os terhelési zóna látható, de a mintázat rendszerint szélesebb lesz ott, ahol a külső terhelés és a belső előfeszítés együttes hatása érvényesül.

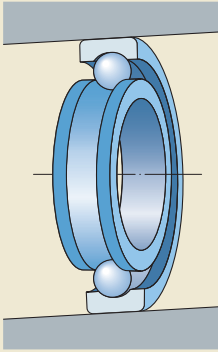
Ezt a hibajelenséget okozhatja a túlzott mértékű szoros illesztés a tengelyen és/vagy a házban. Ha az illesztések túl szorosak, akkor a csapágy előfeszítetté válhat, mert a gördülőelemek beszorulnak a két gyűrű közé. A túl kicsi kiinduló belső hézag is ugyanezt a problémát okozhatja.

E hibajelenség egy másik lehetséges oka a túl nagy hőmérsékletkülönbség a tengely és a ház között. Ez is jelentősen csökkentheti a csapágy belső hézagát. A hézag csökkenéséhez hozzájárulhat a tengely és a ház anyagának eltérő hőtágulási együtthatója is.

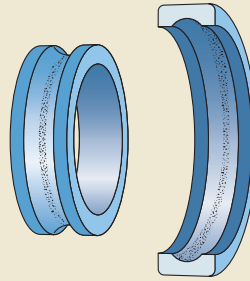
**MEGJEGYZÉS:** Olvassa el az *Ajánlott illesztések és túrések* című szakaszt a **35. oldalon**.



9. ábra

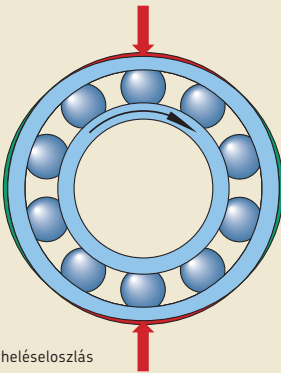


Terheléseloszlás

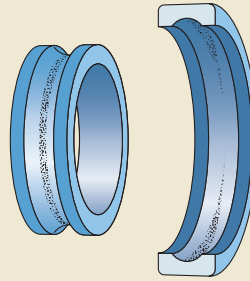


Futópálya-mintázatok

10. ábra

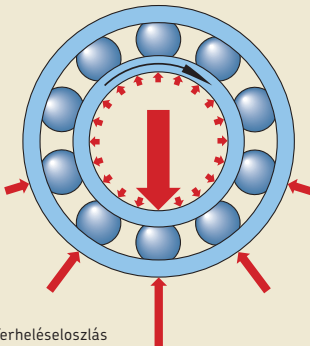


Terheléseloszlás

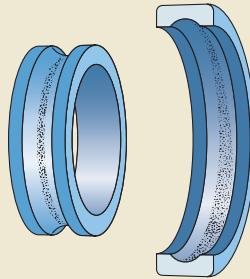


Futópálya-mintázatok

11. ábra



Terheléseloszlás



Futópálya-mintázatok

## Csapágyhibák

Mivel egyre nagyobb figyelmet fordítanak arra, hogy megelőzzék a csapágsérülések és csapágy-tönkremenetek megismétlődését, az International Organization for Standardization (ISO) kidolgozott egy módszert a csapágyak sérüléseinek és tönkremenetelének osztályozására (ISO 15243:2004). Ez a szabvány hat fő csoportba és tizenhat alcsoportba sorolja a hibaokokat, amelyek mindegyike a gyártás utáni fennmaradó károsodás. A szabvány első sorban a gördülőelemeken, a futópályákon és más funkcionális felületeken látható jellemzőkön alapul. Megadja az egyes hibafajták bekövetkezésének mechanizmusát is.

A legtöbb csapágsérülés az **1. táblázatban** felsorolt hat fő csoporthoz és különféle alcsoportokhoz kapcsolható. A hibaokok definícióját a **2. táblázat** adja meg.

Az ezekből a mechanizmusokból adódó legtöbb sérülés könnyen észlelhető és megfigyelhető, ha az állapotfelügyelet részét képezi az átfogó karbantartási programnak. Rezgésméréssel a csapágsérüléseknek már a legelső jelei észlelhetők, így a karbantartó személyzetnek lehetősége van időben megtenni a korrekciós intézkedéseket. Ezzel jelentősen csökkenthető a drága, váratlan leállítás, és elkerülhetők az olyan katasztrófális meghibásodások, amelyek a szomszédos alkatrészeket is károsítják. A karbantartó személyzetnek arra is lehetőséget ad, hogy korai stádiumban vizsgálhassa meg a sérült csapágyat a kiváltók megállapítása érdekében, valamint megtehesse a szükséges lépéseket a probléma megismétlődésének megelőzésére.

**MEGJEGYZÉS:** Olvassa el a *Vizsgálat* című, a **216. oldalon** kezdődő fejezetet.

A legtöbb csapágsérülés két kategória valamelyikébe sorolható: működés előtti és működés közbeni. A működés előtti sérülések a csapágy beszerelése előtt vagy aközben keletkeznek, a működés közbeni sérülések pedig a csapágy használata során alakulnak ki.

A működés előtti sérülések okai:

- a tengely és a ház helytelen illesztése
- hibás csapágyülék a tengelyen vagy furat a házban
- állás közbeni helytelen tengelybeállítás
- hibás beszerelési gyakorlat
- elektromos áram folyik át a csapágyon (áramáthúzás)
- szállítás, kezelés és tárolás

A működés közbeni sérülések okai:

- anyagfáradás
- elégtelen kenés
- nem elég határos tömítés
- rezgés (hamis brinelleződés)
- működés közbeni helytelen tengelybeállítás
- elektromos áram folyik át a csapágyon (áramátfolyás)

1. táblázat

### Csapágsérülések és hibaokok ISO szerinti osztályozása

Fő csoport	Alcsoport
Kifáradás	Felszín alatti kifáradás Felszínről induló kifáradás
Kopás	Abrazív kopás
Korrózió	Nedvesség okozta korrózió Frikciós korrózió Illesztési korrózió Hamis brinelleződés
Elektromos erőzítő	Áramáthúzás Áramátfolyás
Maradó alakváltozás	Túlterhelés Behengerlés Kezelésből származó benyomódás
Törés és repedés	Helytelen szerelésből adódó törés Fáradásos törés Tárgulási repedés

## Hibaokok definíciója és magyarázata

Hibaok	Definíció és/vagy magyarázat
<b>Kifáradás</b>	Az ismétlődő igénybevétel hatására a gördülőelemek és a futópályák érintkező felületei alatt kialakuló változás az anyag szerkezetében. A kifáradás látható jele a részecskék kipattogzása felületből. A kezdeti stádiumban lévő és a kifejezett kipattogzás között eltelt idő a fordulatszám és a terhelés függvényében változik.
Felszín alatti kifáradás	Mikrorepedések keletkeznek a futópálya felszíne alatt. Amikor ezek a mikrorepedések elérik a felszín, kipattogzást (pikkelyesedést) okoznak.
Felszínről induló kifáradás	Felületi hiba. A gördülő érintkező fémfelületnek az elégtelen kenés következtében kialakuló egyenetlenségi hibája (érdesség).
<b>Kopás</b>	Két csúszó vagy csúszó/gördülő érintkező felület egymásra hatásából adódóan az anyag fokozatos elfogyása működés közben.
Abrazív kopás	Az elégtelen kenés vagy szennyezőanyag behatolásának eredménye.
Tapadásnak tulajdonítható kopás	Az anyag átvitele egyik felületről a másikra súrlódási hővel, néha a felszín edzésével vagy megkeményítésével.
<b>Korrózió</b>	A fémfelület károsodása oxidáció vagy a fémfelületen végbemenő kémiai reakció következtében.
Nedvesség okozta korrózió	A felületek oxidálódása nedves környezetben.
Illesztési korrózió	Egyes súrlódási körülmények között az érintkező felületek egymáshoz viszonyított mikroszkopikus mértékű elmozdulása által kiváltott kémiai reakció.
Illesztési korrózió	A felület egyenetlenségeinek oxidációja és kopása mikroszkopikus mértékű rezgőmozgás esetén.
Hamis brinelleződés	A ciklikus rezgés által okozott mikroszkopikus mértékű mozgás hatására sekély benyomódások kialakulása, amikor a gép áll. Egymástól egyenlő, a gördülőelemek közötti hézag méretével megegyező távolságra lévő benyomódások a futópályákon.
<b>Elektromos erőz</b>	Az érintkező felületeknek az elektromos áram áthaladása által okozott sérülése (anyagleválás).
Áramáthúzás	Az elégtelen szigetelés miatt az érintkező területeken áthaladó áram által okozott beégés és koncentrált felmelegedés.
Áramátfolyás	Sekély kráterek képződése (gyenge) áram áthaladása következtében. A kráterek egymáshoz közel helyezkednek el. Idővel a forgó tengellyel párhuzamos, egymástól egyenlő távolságra futó barázdákká fejlődnek.
<b>Maradandó alakváltozás</b>	Az a maradandó alakváltozás, amely akkor következik be, amikor az erőhatás meghaladja az anyag folyási határát.
Túlterhelés	Álló vagy dinamikus terheléssel történő, maradandó alakváltozáshoz vezető túlterhelés (valódi brinelleződés)
Törmelék által okozott benyomódás	Azok a részecskék, amelyeken a gördülőelemek átgördülnek az érintkező területeken, benyomódásokat hoznak létre a futópályákon és a gördülőelemekben. A bemélyedések mérete és alakja a részecskék természetétől függ.
Kezelésből származó benyomódás	Kézvel vagy hegyes tárggyal benyomott csapágyfelület.
<b>Törés</b>	A csapágyra ható erő meghaladja az anyag szakítószilárdságát, és az alkatrész egy darabja teljesen leválik.
Fáradásos törés	Abból adódó törés, hogy a csapágyra ható ütés meghaladja az anyag szakítószilárdságát.
Fáradásos törés	Abból adódó törés, hogy az igénybevétel gyakran meghaladja az anyag kifáradási határát.
Hő okozta repedés	A nagy súrlódási hő által okozott repedések. Általában merőlegesek a forgó mozgás irányára.

### A működés előtti sérülések okai

#### A tengely és a ház helytelen illesztése

A tengely vagy a ház helytelen illesztése nagy hézagot, vagy nagy előfeszítést okozhat, ami aztán az alábbi hibajenségek bármelyikét előidézheti:

- kúszik a gyűrű (elfordul a csapágyüléken vagy a furaton)
- illesztési korrózió
- eltörik a gyűrű
- csökken a teherbírás
- túlterhelés keletkezik
- magas üzemi hőmérséklet

Ezért a helyes illesztés alapvető fontosságú a csapágy üzemi élettartama és az alkalmazás teljesítménye szempontjából.

Ha a csapágygyűrű forog, a terhelés pedig egyirányú és állandó, akkor szoros illesztésre van szükség. A túlfedés mértékét vagy szoroságát a terhelés nagysága és a csapágy típusa és mérete határozza meg. Minél nagyobb a terhelés, jellemzően annál szorosabb illesztésre van szükség.

Ha a csapágygyűrű áll, a terhelés pedig egyirányú és állandó, akkor jellemzően laza illesztést alkalmaznak (illesztés hézaggal). Az ajánlott illesztéseket a **334. oldalon** kezdődő **A függelék** sorolja fel. Az eltérések értékének és az eredményül kapott illesztéseknek a listája a **338. oldalon** kezdődő **B függelékben** található.

A dinamikus terhelés vagy a folyamatos rezgés szorosabb fedő illesztést igényel a terheléshez viszonyítva a forgó gyűrűn.

Forgó terhelési zónával rendelkező csapágygyűrű, kevésbé terhelt csapágy, illetve nagyon lassan forgó csapágy esetén kevésbé szoros, sőt esetenként laza illesztés is alkalmazható.

Néha előfordul, hogy ha az ajánlott illesztést alkalmazzák, akkor nem lehet összeszerelni egy berendezést. Ilyenkor vegye fel a kapcsolatot az SKF alkalmazásmérnöki szolgálatával.

Álljon itt két példa: Egy autó első kerekében a terhelés iránya állandó, azaz az út felszíne mindig felfelé irányuló erővel hat a kerékre. Így a forgó külső gyűrű szoros illesztéssel ül a kerékagyban, míg az álló belső gyűrű laza illesztéssel van a tengelyre szerelve.

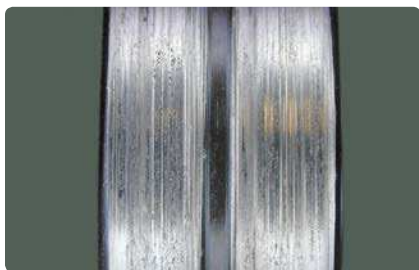
A hagyományos villanymotorok csapágyai a terheléshez viszonyítva álló külső gyűrűvel rendelkeznek, ezek illesztése laza a házban, a belső gyűrűk azonban a terheléshez viszonyítva forognak, és szoros illesztéssel vannak beszerelve.

Vannak esetek, amikor egy csapágnak mind a külső, mind a belső gyűrűjét szoros illesztéssel kell beszerelni. Ez a helyzet például a hengergörgős és a CARB toroidgörgős csapágyak esetén, amelyek az axiális táglulását a csapágyon belül tudják lekezelni, nem pedig azzal, hogy az egyik csapágygyűrű elcsúszik a furatban. Ez előfordulhat a nagy dinamikus terhelésnek kitett alkalmazások esetén is.

A nem megfelelő tengely- vagy házillesztések, illetve a szükségesnél lazább illesztések lehetővé tehetik, hogy a belső vagy a külső

12. ábra

A külső gyűrű kúszása által okozott dörzsölődésnek tulajdonítható kopás  
ISO szerinti besorolás: Abráziv kopás



13. ábra

A külső gyűrű kúszása által okozott polírozó kopás  
ISO szerinti besorolás: Abráziv kopás



gyűrű elforduljon a tengelyen vagy a furatban. Ez a relatív elmozdulás a gyűrű kúszása. Ez az elmozdulás súrlódással jár, és kopást vagy elkenődést eredményezhet. A sérülés nem mindig korlátozódik a tengely vagy furat felszínére, a gyűrű(k) oldalsó felületére is kihathat. A **12. ábra** abrazív kopást szemléltet, a **13. ábra** pedig polírozó kopást.

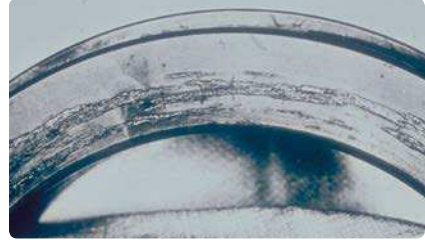
A túl laza illesztések az érintkező felületek eltérő fordulatszámát eredményezhetik. Néha nem lehet elkerülni a laza illesztést, például a hengerállványok tengelycsapjának négy sorú kúpgörgős csapágyai esetén. Be- és kiszerelési megfontolásból jellemzően a belső gyűrű illesztése laza. A laza illesztés miatt eltér a belső gyűrű és a csapágyülék fordulatszáma (kúszás), valamint a belső gyűrű oldalsó felületének és alátámasztásának fordulatszáma. Az érintkező zónának e fordulatszám-beli eltérése hő fejlődést. Egyes esetekben a koncentrált hő olyan nagy lehet, hogy az anyag a csapágygyűrűről átkerül az érintkező felületre, vagy fordítva (elkenődés) (→ **14. ábra**). Ez a hő, repedéseket is okoz az anyagban (→ **14. ábra**), amelyek végül a csapágy elrepedéséhez vezetnek (hő okozta repedés).

A belső gyűrű és a tengely közötti szoros illesztés a gyűrűben húzó feszültséget kelt. Ha nagyon szoros az illesztés, akkor a keletkező húzó feszültség meghaladhatja a gyűrű szakítószilárdságát, és töréshez vezethet (→ **15. ábra**).

A csapágyelrendezések jellemzően egy fix és egy elmozduló csapágyból állnak. Az elmozduló csapágyat úgy tervezik, hogy kompenzálja a tengely hőtágulását, vagy a csapágyon belül, vagy úgy, hogy elmozdul a furatban. Ahhoz, hogy el tudjon mozdulni a furatban, a külső gyűrűnél laza illesztésre van szükség. Ha az illesztés túl szoros, vagy ha a külső gyűrű megfeszült a házban, akkor a gyűrű nem tud elmozdulni. Ez nagy tengelyirányú terhelést idéz elő a csapágyazásban. Ez a nagy tengelyirányú terhelés a következő hibajelenségek bármelyikét okozhatja: korai anyagfáradás, túlzott melegedés, elégtelen kenés, jelentős mértékű kopás, felszínről induló kipattogzás (→ **16. ábra**). Az eredmény nagyon jelentősen csökkenti a csapágy üzemi élettartamát.

14. ábra

A csapágy és egy távtartó gyűrű közötti érintkező területen a különböző fordulatszám elkenődést okozott (jeleket a kerület mentén) A fejlesztett hő repedéseket okozott a csapágygyűrűben (az elkenődés jeleire merőlegesen)  
ISO szerinti besorolás: Adhezív kopás és hő okozta repedés



15. ábra

A túl szoros fedő illesztés miatt megrepedt a gyűrű  
ISO szerinti besorolás: Fáradásos törés



16. ábra

Az elmozduló gyűrű számára túl szoros házillesztés nagy tengelyirányú terhelést idéz elő, és így igen nagy mértékben csökkenti a csapágy üzemi élettartamát.  
ISO szerinti besorolás: Felszín alatti kifáradás (túl nagy igénybevétel miatt) vagy felszínről induló fáradás (kenési problémák miatt)



### Hibás csapágyülék- vagy házfuratból adódó sérülések

A csapágy élettartamának kiszámítására használt képlet két alapfeltételezéssel él. Az egyik feltételezés az, hogy a csapágyülék és a házfurat geometriája megfelel az előírásoknak. Sajnos vannak egyéb tényezők is, amelyek negatívan befolyásolják a még az előírások legprecízebb betartásával gyártott alkatrészeket is. A csapágyülékek és házfuratok például deformálódhatnak, azaz kúposak, nem körkörösök, nem merőlegesek vagy hő hatására deformáltak lehetnek. Ugyanezt a hibajelenséget idézheti elő a tökéletesre gyártott házfurat, ha deformálódott, amikor a gép keretéhez vagy a talpzat felületéhez rögzítették.

Míg *A tengely és a ház helytelen illesztése* című, a **300. oldalon** kezdődő szakasz a rozszul kiválasztott illesztésekkel foglalkozik, ez a szakasz a deformálódott csapágyülékekre, valamint házfuratokra és az általuk okozott sérülésekre koncentrálnak.

Ha az illesztés túl laza és a csapágygyűrű és a tengely, illetve a ház egymáshoz képest elmozdul, illesztési korrózió keletkezik. Ez a relatív elmozdulás, amelynek jellemzően pontatlanság vagy a tengely meghajlása (lehajlása) az oka, azt eredményezi, hogy apró anyagrészecskék válnak le a tengely-, illetve a házfurat felszínéről. Ezek a részecskék gyorsan oxidálódnak, amikor levegővel érintkeznek.

Az illesztési korrózió következtében előfordulhat, hogy a csapágygyűrűk megtámasztása nem lesz egyenletes, ez pedig kedvezőtlen hatással van a terhelés elosztására a csapágyban. Az illesztési korrózió rozsdá formájában jelenik meg a külső gyűrű külső felszínén (→ **17. ábra**) vagy a belső gyűrű furatában (→ **18. és 19. ábra**). A vasoxid térfogata nagyobb, mint a tiszta vasé. Ezért megváltozhat a csapágy geometriája; a megfelelő helyeken erős rozsdásodás jelei lehetnek láthatók a futópálya-mintázatban.

Az illesztési korrózió gyakori az olyan alkalmazásokban, amelyeknél az üzemi körülmények hatására a terhelés deformálja a csapágyülékeket vagy házfuratokat. Ez gyakori a nagy terhelésű alkalmazások esetén.

17. ábra

A nagy terhelésnek kitett alkalmazásokban gyakran „súlyos” illesztési korrózió keletkezik. Az illesztési korrózió a külső gyűrű támfelületének terhelési zónájában található.  
ISO szerinti besorolás: Illesztési korrózió



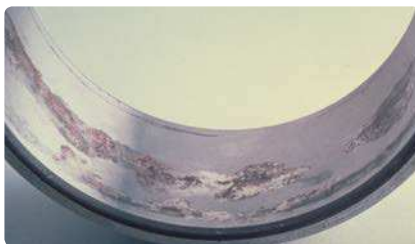
18. ábra

Helytelen tengelyillesztésből adódó illesztési korrózió  
ISO szerinti besorolás: Illesztési korrózió.



19. ábra

Nem tökéletes csapágyülék (megmunkálás) vagy tengely lehajlás miatt bekövetkezett illesztési korrózió.  
ISO szerinti besorolás: Illesztési korrózió





**MEGJEGYZÉS:** Az  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (vagy magnetit) illesztési korrózió lehet fekete (→ **17. ábra**), az  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (vagy hematit) illesztési korrózió pedig lehet vörös vagy vörösesbarna (→ **18. és 19. ábra**).

A nem megfelelő érintkezés idővel előrehaladott illesztési korróziót eredményez. A korrodálódott területek törési hézagokként is viselkednek (→ **20. és 21. ábra**).

A konkáv, konvex vagy kúpos csapágyülékek vagy házfuratok azt eredményezik, hogy a csapágygyűrű szélességében nem jól érintkezik. Ezért a gyűrű terhelés hatására megnyúlik, és gyakran fáradásos törések jelennek meg a futópálya kerülete mentén.

A **22. ábra** egy nem kerek (ovális) házfuratba beszerelt beálló golyóscsapágy külső gyűrűjének tükörképét mutatja. Az álló külső gyűrű – egymástól  $180^\circ$ -ra – két helyen is beszorult, és így e két helyen előfeszítés keletkezett. Az előfeszítés nagy erőket ébresztett, melynek eredménye korai anyagfáradás és felszín alatti kipattogzás lett.

Az előfeszítés hőt is fejlesztett, és elégtelen kenéshez vezetett. Vegye észre a súlyos illesztési korróziót (egymástól  $180^\circ$ -ra) a külső gyűrű külső felületén, a két terhelési zónának megfelelő részen.

20. ábra

Az illesztési korrózió a gyűrű eltöréséhez vezethet. A gyűrű a leggyengébb pontján, a kenő horonynál reped el. ISO szerinti besorolás: Illesztési korrózió és fáradásos törés



21. ábra

Ennek a csapágyanak a külső gyűrűjét nem jól támasztotta meg a házfurat. Az illesztési korrózió a külső gyűrűben nagy feszültséghez vezetett, végül pedig törést eredményezett.

ISO szerinti besorolás: Illesztési korrózió és fáradásos törés



22. ábra

Ennek az önbeálló golyóscsapágyának a külső gyűrűje tükör előtt látható. Egymástól  $180^\circ$ -ra két terhelési zóna és kipattogzás figyelhető meg. A sérülés oka a nem kerek háztámfelület.

ISO szerinti besorolás: Felszín alatti kifáradás



### Állás közbeni helytelen tengelybeállítás

Állás közbeni helytelen tengelybeállításról, amely gyakori oka a túlmelegedésnek és/vagy a korai kipattogzásnak, a következő esetekben beszélhetünk:

- A belső gyűrű olyan tengelyvállra támaszkodik, amely nem merőleges a csapágyülékre.
- A külső gyűrű olyan vállra támaszkodik, amely nem merőleges a ház furatára.
- A két házfurat nem koncentrikus vagyis nem egytengelyű.
- A csapágygyűrűt nem megfelelően illesztették a vállához, és megfeszülve maradt.
- Az elmozduló csapágy külső gyűrűje feszül a furatban.

Az önbeálló golyóscsapágyak nem tudnak minden tengelybeállítási hibát kompenzálni. Ha például egy önbeálló golyóscsapágy forgó belső gyűrűje nem merőleges a tengelyvállra, akkor forgás közben imbolyogni fog. Ez kenési problémát és vagy korai kopást, és/vagy korai felszínről induló kifáradást okozhat.

Az axiális golyóscsapágyak a korai fáradás jeleit mutathatják, ha a tengelyre nem merőleges támasztófelületre szerelik fel őket. Ilyenkor az álló gyűrűnek csak egy rövid szakasza (íve) viseli a teljes terhelést. Ha az axiális golyóscsapágy forgó gyűrűjét nem merőleges tengelyvállra szerelik fel, a gyűrű forgás közben imbolyogni fog. Az imbolygó forgó gyűrű az álló gyűrűnek csak egy kis részét terheli, és korai kifáradást okoz.

Ha két, ugyanazt a tengelyt tartó házszak nem azonos a középvonala, akkor csak az önbeálló golyós- és görgőscsapágyak tudnak működni olyan hajlító erő keletkezése nélkül, amely egyébként tengelyhajlást vagy helytelen tengelybeállítást eredményeznek. A mély hornyú és ferde hatásvonalú golyóscsapágyak, valamint a hengergörgős és a kúpgörgős csapágyak csak nagyon kicsi mértékű helytelen tengelybeállítást tudnak elviselni. Ezekben a csapágyakban a helytelen tengelybeállítás a szélek terhelését okozza, ami korai kifáradáshoz vezet.

A **23. ábrán** látható kétsoros ferde hatásvonalú golyóscsapágy tengelye helytelenül volt beállítva. Így két terhelési zóna keletkezett egymástól  $180^\circ$ -ra. A keletkezett nagy terhelés elégtelen kenéshez vezetett. A nagy terhelés és a kenési probléma a csapágy korai sérüléséhez vezetett, amely a felszín kipattogzásával kezdődött.

A **24. ábrán** látható kúpgörgős csapágyat egy helytelen tengelybeállítással házba szerelték be. A terhelés az élnek csak egy kis részét érte. Az emiatt ezen a területen keletkező igen nagy feszültség anyagkifáradáshoz és korai felszín alatti kipattogzáshoz vezetett.

23. ábra

**Helytelen tengelybeállítás, kétsoros ferde hatásvonalú golyóscsapágy:** A helytelen tengelybeállítás eredményeként két terhelési zóna keletkezett egymástól  $180^\circ$ -ra. A nagy igénybevétel és kenési problémákat okozó nagy terhelés a csapágy korai tönkremeneteléhez vezet. ISO szerinti besorolás: Felszíni kifáradás



24. ábra

**A ház egytengelyűségtől való eltérése az él terhelését okozta ebben a kúpgörgős csapágyban. Az eredmény: a csapágy hamar tönkremegy.** ISO szerinti besorolás: Felszín alatti kifáradás





### Hibás beszerelési gyakorlat

A beszerelés közbeni helytelen használat és a hanyagság gyakran sérüléshez és korai kifáradáshoz vagy tönkremenetelhez vezet.

A korai kifáradásból adódó meghibásodások elsődleges oka a kezelés, a beszerelés, a tárolás és/vagy a használat során bekövetkező ütésből származó sérülés.

Ilyen esetben az ütés nagyobb, mint az anyag tűrőképessége (túlterhelés), így az anyag maradandóan deformálódik. A sérülés a deformálódás helyén kezdődik, és végül korai csapágy tönkremenetel lesz az eredménye.

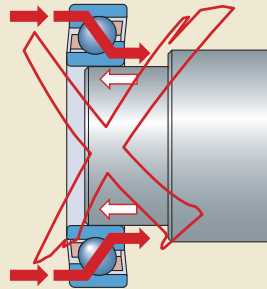
A **25. ábra** azt szemlélteti, hogy a beszerelés közben nem a megfelelő gyűrűre kifejtett erő átment a gördülőelemeken. Ez következik be akkor is, ha a csapágyat futás közben rendeléses terhelés éri. Mivel az ütségi terhelés axiális terhelés, bemélyedések a középponttól tengelyirányban elmozdult gyűrűkön találhatók. A bemélyedések közötti távolság megegyezik a gördülőelemek egymástól mért távolságával.

A **26. ábra** egy kétsoros ferde hatásvonalú golyóscsapágy belső gyűrűjének sérülését mutatja. Ebben az esetben a beszereléshez használt erőt a külső gyűrűn keresztül fejtették ki. Az eredményezett maradandó deformáció nem más, mint az egymástól a golyók közötti távolságnak megfelelő távolságra lévő benyomódások.

A **27. ábra** azt mutatja be, hogy milyen sérülés alakul ki egy mély hornyú golyóscsapágyon, miután azt egy ideig használják.

25. ábra

A beszereléshez használt erő nem a megfelelő gyűrűre hatott  
ISO szerinti besorolás: Túlterhelés



26. ábra

A beszerelés során kapott ütés által okozott sérülés.  
ISO szerinti besorolás: Túlterhelés



27. ábra

A beszerelés során keletkezett ütségi sérülés által okozott kifáradás.  
ISO szerinti besorolás: Túlterhelés



## Csapágyhibák és okai

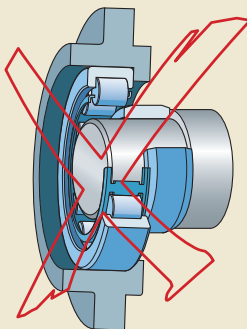
A korai kifáradásból származó meghibásodások egy másik oka a csapágyba vagy a házba bekerült szennyezőanyag. A szennyezőanyag bekerülhet a beszerelés során, de lehet egy korábbi csapágyhibából visszamaradt szennyezőanyag is. A csapágház gyártása során is kerülhet be szennyeződés a ház belsejébe.

Az is a csapágy korai tönkremenetelét okozhatja, ha forgács kerül a csapágy külső felületé és a ház furata közé.

A hengergörgős csapágyak összeszerelés közben könnyen megsérülhetnek. Ez történhet például az NU kiviteli csapágyakkal, miután a belső gyűrűt a tengelyre illesztették, és a külső gyűrűt a kosár-görgő szerelvényrel a házban van. Ha összeszerelés közben ferdén áll a tengely, és nem forog, akkor a görgők felsérthetik (felszánthatják) a belső gyűrű futópályáját (→ 28. oldal), hosszanti csíkokat formáló benyomódásokat hozva létre. Vegye észre, hogy a sérült területen a nyomok egymástól mért távolsága (→ 29. ábra) megegyezik a görgők közötti távolsággal.

**MEGJEGYZÉS:** Ez elkerülhető: Kenje meg jól az alkatrészeket, és beszerelés közben forgassa a belső gyűrűt. Nagyobb csapágyak esetén beszerelőhüvelyt kell használni (→ 30. ábra).

28. ábra



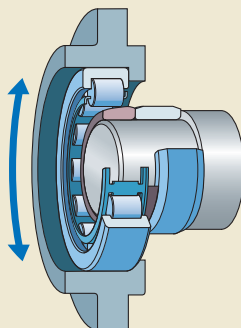
29. ábra

Hengergörgős csapágy összeszereléskor keletkezett sérülése.

ISO szerinti besorolás: Kezelésből származó benyomódás



30. ábra



### Magas feszültségű elektromos áram folyik át a csapágyon

Bizonyos körülmények között a földet keresve elektromos áram halad át a csapágyon. A tengely javítása közben például a hegesztőberendezés elégtelen földelése nagy potenciálkülönbséget hozhat létre. Miközben az elektromosság átível egyik csapágygyűrűről a gördülőelemekre, onnan pedig tovább a másik gyűrűre, súlyos sérüléseket okoz. A **31. ábra** egy nagy méretű beálló görgőscsapágy külső gyűrűjén a futópálya felületének és görgője felületének nagyfeszültségű elektromos áram által okozott sérülését mutatja.

A sérülés állás közben is kialakulhat, de rendszerint működés közben következik be. Mindazonáltal ennek a sérüléstípusnak a besorolása működés előtti.

31. ábra

Nagy méretű beálló görgőscsapágy nagy feszültségű elektromos áram átfolyása miatt bekövetkezett sérülése. Balra: a külső gyűrű futópályájának sérülése; jobbra: a görgő megfelelő sérülése.  
ISO szerinti besorolás: Áramáthúzás



### Sérülés a szállítás és tárolás során

A jellemzően a szállításhoz kapcsolható sérülések közé tartozik az ütési terheléstől keletkező valódi brinelleződés (túlterhelés) és a rezgés által okozott hamis brinelleződés.

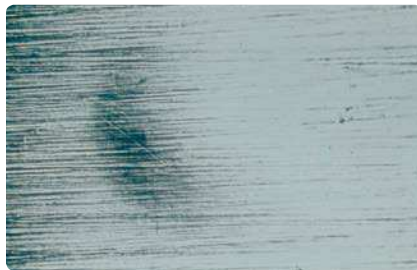
A valódi brinelleződés egy ütés eredménye. Az ütés származhat a csapágy helytelen szereléséből, de egy alkalmazásban elszenvedett ütési terhelésből is. A sérülés súlyosságától függően a valódi brinelleződés megnöveli a zajt és a rezgést, és csökkenti a csapágy üzemi élettartamát. A valódi brinelleződés felismeréséhez ellenőrizze, hogy a sérült területek közötti távolság megegyezik-e a gördülőelemek távolságával. Mivel a valódi brinelleződés ütés eredménye, nagyítás után felfedezhetők az eredeti köszörülési vonalak. A **32. ábra** 100-szoros nagyításban mutat egy (túlterhelés) ütés által okozott sérülést.

A nyomok a hamis brinelleződés esetén is a gördülőelemek távolságával megegyező távolságra vannak egymástól. Mivel azonban ezeket rezgés okozza, eltűnnek a köszörülési jelek, amint ez a **33. ábrán** látható. A hamis brinelleződés is megnövekedett zajhoz és rezgéshez vezet, súlyosságától függően.

Raktározás közben ügyelni kell a csapágy csomagolásának állapotára, mert különben romolhat a csapágy állapota. Ez áll az alkatrészekbe már beszerelt csapágyakra is (→ **34. ábra**). A csapágyakat megfelelően védeni kell.

32. ábra

Túlterhelésből származó ütésjelek (valódi brinelleződés) – 100-szoros nagyítás.  
ISO szerinti besorolás: Túlterhelés



33. ábra

Hamis brinelleződés jelei – 100-szoros nagyítás.  
ISO szerinti besorolás: Hamis brinelleződés



34. ábra

Nem megfelelő tárolásból származó sérülés.  
ISO szerinti besorolás: Nedvesség okozta korrózió



## A működés közbeni sérülések okai

### Kifáradás (felszín alatt keletkezett)

Működés közben a terhelés a gördülőelemek közvetítésével kerül át az egyik gyűrűről a másikra. Valahányszor egy gördülőelem belép a terhelési zónába, az érintkező területen átadott terhelés nulláról a maximumra növekszik, azután visszatér nullára. Ennek hatására a megmaradó feszültség felhalmozódik az anyagban. A terheléstől, a hőmérséklettől és az igénybevételi ciklusok számától függően ez a feszültség szerkezeti változásokhoz vezet az anyagban, és a felszín alatti repedések kialakulását eredményezi. Ezek a repedések végül kiterjednek a felszínig, és kipattogzás keletkezik (→ 35. oldal).

A csapágy már az első kipattogzás felbukkanásánál sérültnek számít. Ez nem jelenti azt, hogy a csapágy nem tud tovább működni. A kipattogzások egyre nagyobbak lesznek (→ 36. ábra), számuk egyre nő, és egyre nagyobb zajt és rezgést okoznak a gépben. A gépet le kell állítani és meg kell javítani, mielőtt a csapágy teljesen tönkremegy.

A korai felszín alatti kifáradás elkerüléséhez három fő feltételnek kell teljesülnie:

- legyen tiszta a csapágyacél – legjobb minőségű a csapágy
- legyen jó a kenés (ne legyen benne szennyeződés)
- a terhelés legyen jól elosztva a gördülőelemeken és a gördülőelemek érintkezési vonala mentén

35. ábra

**Kipattogzás a csapágyban.**  
ISO szerinti besorolás: Felszín alatti kifáradás



36. ábra

**Az anyag Felszín alatti kifáradás miatt bekövetkezett előrehaladott kipattogzása.**  
ISO szerinti besorolás: Felszín alatti kifáradás



### Elégtelen kenés

A csapágyak élettartamának kiszámításakor az egyik elsődleges feltételezés az, hogy a csapágyat megfelelően fogják kenni. Ez azt jelenti, hogy a megfelelő kenőanyag megfelelő mennyisége mindig a megfelelő időpontban éri el a csapágyat. A megbízható működéshez minden csapágnak megfelelő kenésre van szüksége. A kenőanyag választja szét a gördülőelemeket, a kosarat és a futópályákat, mind a gördülő, mind a sűrűlódó területeken. Hatásos kenés nélkül fémes érintkezés alakul ki a gördülőelemek és a futópályák és egyéb érintkező felületek között, ez pedig ezeknek a felületeknek a sérülését okozza.

A „kenőanyaghiba” kifejezést nagyon gyakran úgy értelmezik, hogy nem volt olaj vagy zsír a csapágyban. Bár ez esetenként akár elő is fordulhat, a csapágsérülések elemzése nem ennyire egyszerű. Sok esetben a sérülés abból származik, hogy az alkalmazásban nem elegendő a kenőanyag viszkozitása, túl nagy a kenőanyag viszkozitása, túlkenés van, nem megfelelő a kenőanyag mennyisége, szennyezett a kenőanyag vagy nem megfelelő kenőanyagot használnak. Ezért a kenőanyag által okozott sérülések elemzéséhez feltétlenül alapos vizsgálat alá kell vetni a kenőanyag tulajdonságait, a csapágyban használt kenőanyag mennyiségét, valamint a üzemi körülményeket.

Ha nem elégséges a kenés, a sérülés felületi kifáradás formájában jelentkezik. Ez a sérülés gyorsan olyan hibává tud alakulni, amelyet gyakran nem lehet megkülönböztetni az anyagfáradás vagy a kipattogzás által okozott hibáktól. A bekövetkező kipattogzás gyakran megsemmisíti az elégtelen kenésre utaló bizonyítékokat. Ha azonban elég korán megtalálják őket, még láthatók a kiváltó okra mutató jelek.

Az elégtelen kenésből származó sérülések (felületi hiba) szintjeit a **37. ábra** szemlélteti. A baj első látható jele általában a felület finom érdesedése vagy hullámosodása. Később finom repedések alakulnak ki, amelyeket kipattogzás követ.

37. ábra

Az elégtelen kenés által okozott kipattogzás (felületi hiba) fejlődésének szintjei  
ISO szerinti besorolás: Felszíni kifáradás



1. szint: A felület kissé érdessé vagy hullámosá válik.



2. szint: Felületi hiba és kicsi repedés alakul ki. Azután mikroszkopikus méretű kipattogzás jelentkezik.



3. szint: A kirepedezett anyagrészeket behengerlik a gördülőelemek; valódi felületkipattogzás alakul ki.



4. szint: Ha túl sokáig hagyják működni, akkor a teljes futópálya kipattogzik; a kiinduló sérülés már nem figyelhető meg.

A **38. ábra** egy nagy méretű beálló görgős-csapágy belső gyűrűjének futópályáját mutatja. Az elégtelen kenés következtében felületi kifáradás következett be. A kipattogzás már megkezdődött a futópálya külső oldalának érintkező részein. A **39. ábra** egy nagy méretű beálló görgőscsapágy külső gyűrűjét mutatja. Itt már előrehaladott a kipattogzás.

38. ábra

Felülethiba a belső gyűrű futópályájának érintkező külső oldalain nagyméretű beálló görgőscsapágyban.  
ISO szerinti besorolás: Felszínről induló kifáradás



39. ábra

Felülethibából származó előrehaladott kipattogzás beálló görgőscsapágy külső gyűrűjén  
ISO szerinti besorolás: Felszínről induló kifáradás





## Csapágyhibák és okai

A felületsérülés egy másik formája az elkenődés (adhezív erózióznak tulajdonítható kopás). Elkenődés (megcsúszás) a következő esetek bármelyikében előfordulhat:

- viszonylag nagy fordulatszám
- nincs elegendő terhelés
- a kenőanyag túlságosan sűrű
- túl nagy csapágyhézag
- nincs elegendő kenőanyag a terhelési zónában

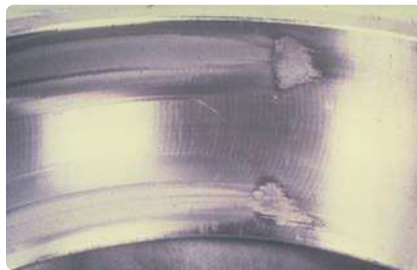
Amikor a gördülőelemek nagy gyorsulásnak vannak kitéve, és újra meg újra belépnek a terhelési zónába, megcsúszhatnak. Az ezek által a csúszó érintkezések által fejlesztett hő olyan nagy is lehet, hogy a két felület összeheged a fémesen érintkező pontokban. Ennek az összehegedési folyamatnak a során az anyag az egyik felületről átkerül a másikra, ez pedig szintén megnövekedett súrlódáshoz és olyan helyi feszültségkoncentrációhoz vezet, amelynél nagy esély van a repedésre, és a csapágy hamar tönkrementre fog menni. A **40. ábra** egy nagyméretű beálló görgőscsapágy külső gyűrűjét mutatja. Mindegyik sáv egy-egy elkenődésnyom. Figyelje meg a két kopásmintázatot a terhelési zónában. A **41. ábra** egy másik példát mutat az elkenődésre.

Elkenődés keletkezhet olyan alkalmazásokban is, ahol a terhelés túl kicsi a forgássebességhez viszonyítva. A gördülőelemek megcsúszása a hőmérséklet gyors növekedéséhez vezet, aminek következtében megolvadhat a fém, és az anyag átkerülhet egyik felületről a másikra (**42. ábra**).

Elkenődés a következő helyeken is keletkezhet: a hengergörgős és kúpgörgős csapágyak vezetővállain és görgőinek oldalsó felületén, a beálló görgőscsapágyak vezetővállának és görgőinek oldalsó felületén, valamint a beálló talpcsapágyak görgőinek tengelyirányban terhelt oldalán és futópályáin (→ **42. ábra**).

40. ábra

Elkenődés a terhelési zóna újrabelépési oldalán egy beálló görgőscsapágy külső gyűrűjén.  
ISO szerinti besorolás: Adhezív kopás



41. ábra

Elkenődés egy beálló görgőscsapágy álló belső gyűrűjének futópályáján.  
ISO szerinti besorolás: Adhezív kopás



42. ábra

Elkenődés egy beálló talpcsapágy görgőjének axiális terhelésű oldalán.  
ISO szerinti besorolás: Tapadásnak tulajdonítható kopás





A csapágnak mint egésznek a kopása szintén az elégtelen kenés következménye. A **43. ábra** ezt a fajta sérülést szemlélteti.

A legtöbb fém kosár nem edzett. Elégtelen kenés esetén a kopás gyakran a kosár fészkeiben kezdődik (→ **44.** és **45. ábra**).

43. ábra

**Elégtelen kenésből adódó kopás beálló görgőcsapágyban.**  
ISO szerinti besorolás: Abrázív kopás



44. ábra

**Elégtelen kenésből adódó kopás: hengergörgős csapagy tömör sárgaréz kosara.**  
ISO szerinti besorolás: Abrázív kopás



45. ábra

**Elégtelen kenésből adódó előrehaladott kopás: egysorú ferde hatásvonalú golyócsapagy tömör acél kosara.**  
ISO szerinti besorolás: Abrázív kopás



### Nem megfelelően működő tömítés

Ez a szakasz a nem megfelelő tömítések által okozott csapágy sérülésekkel foglalkozik.

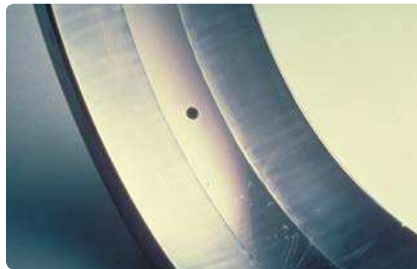
Ha szennyezőanyag kerül a csapágyba, csökken a csapágy üzemi élettartama. Ezért rendkívül fontos, hogy a csapágyakat integrált vagy külső tömítések védjék. Nagyon szennyezett környezetben előnyös lehet mindkét féle tömítési megoldás együttes alkalmazása.

Ha szilárd szennyezőanyag kerül a csapágyba, a kenőanyag elvesztheti hatásosságát, és kopás indulhat meg. Ez egy gyorsuló folyamat, mivel a kenőanyag egyre rosszabb minőségűvé válik, a kopás pedig tönkreteszi a csapágy mikrogeometriáját. Ennek a folyamatnak a sebessége nagyban attól függ, milyen fajta a szennyezőanyag, és hogy a lekopott részecskék a csapágyban maradnak-e, vagy eltávoznak onnan (újrakenés). A kopásnak legtöbbször fakó felület lesz az eredménye (→ 46–48. ábra).

A 46. ábra egy beálló görgőscsapágy külső gyűrűjét mutatja két kopott sávval a terhelési zónában. A működés közben fellépő rezgés által okozott kis hullámosság is látható. A 47. ábra egy beálló görgőscsapágy belső gyűrűjét mutatja egy olyan alkalmazásban, ahol a külső gyűrű forog. A kopás mindkét futópályán előrehaladott állapotú, és megkezdődött a kipattogzás is. A 48. ábra egy nagyméretű beálló görgőscsapágy belső gyűrűjét mutatja egy olyan alkalmazásban, ahol a külső gyűrű forog. A kopás nagyon előrehaladott állapotú, és megkezdődött a kipattogzás is. Mindegyik futópályán két-két kopási zóna található. Kopás az egyik zónában indult. Azután, a belső gyűrű kúszása (elfordulása) miatt, kopás kezdődött a másik zónában is.

46. ábra

Kopás egy beálló görgőscsapágy külső gyűrűjén.  
ISO szerinti besorolás: Abrázív kopás



47. ábra

Előrehaladott kopás egy beálló görgőscsapágy álló belső gyűrűjén.  
ISO szerinti besorolás: Abrázív kopás



48. ábra

Nagyon előrehaladott kopás egy nagyméretű beálló görgőscsapágy álló belső gyűrűjén.  
ISO szerinti besorolás: Abrázív kopás



Néha a lekopott részecskék vagy más szilárd szennyezőanyagok polírozóanyagként viselkednek, és az érintkező felületek rendkívül fényessé válnak. Ennek mértéke a részecskék méretétől, keménységétől és az időtől függ (→ 49. és 50. ábra).

49. ábra

Polírozó kopás egy beálló görgőscsapágyon.  
ISO szerinti besorolás: Abrázív kopás



50. ábra

Polírozó kopás egy nagyméretű beálló görgőscsapágy  
belső gyűrűjén.  
ISO szerinti besorolás: Abrázív kopás



## Csapágyhibák és okai

A csapágyba került szilárd szennyezőanyagok benyomódásokat okoznak, amikor a futópályákon átgördülnek rajtuk a gördülőelemek. A futópályák sérülése a szennyezőanyag típusától függ. A nagyon kemény részecskék, például az  $Al_2O_3$  (csiszolóközből származó anyag) részecskéi, éles sarkú bemélyedéseket okoznak, és ezek nagy feszültséget keltenek a sérült területen. Az puha szennyezőanyagok, így a vékony papír vagy a pamutszövet szála, szintén veszélyes benyomódásokat okozhatnak.

Minden benyomódásnál esély van arra, hogy abból korai tönkremenetel induljon ki.

Az **51. ábra** egy olyan fém vezetékdarab által okozott benyomódást mutat egy nagyon nagyméretű beálló görgőscsapágyon, amelyen átgördültek a gördülőelemek.

Az **52. ábra** egy nagyon nagyméretű beálló görgőscsapágyban keletkezett benyomódásokat mutat. A nagy számú benyomódás jelentősen csökkenti a csapágy üzemi élettartamát.

Az **53. ábra** mély hornyú golyóscsapágyat mutat szennyezőanyag által okozott benyomódásokkal. A kipattogzás a körrel jelölt két pontban kezdődött, és onnan terjedt tovább.

A nem elég hatásos tömítésselrendezés eredményeként fellépő másik probléma a korrózió, amely leginkább állás közben alakul ki.

51. ábra

Egy fém vezetékdarab által okozott benyomódás egy nagyon nagyméretű beálló görgőscsapágyban.  
ISO szerinti besorolás: Behengerlés



52. ábra

Törmelék által okozott benyomódás nagyméretű beálló görgőscsapágyban.  
ISO szerinti besorolás: Behengerlés



53. ábra

Benyomódás miatti kipattogzás mély hornyú golyóscsapágyban.  
ISO szerinti besorolás: Behengerlés



A víz, a sav és sok tisztítószer rontja a kenőanyag minőségét, és így korróziót okoz.

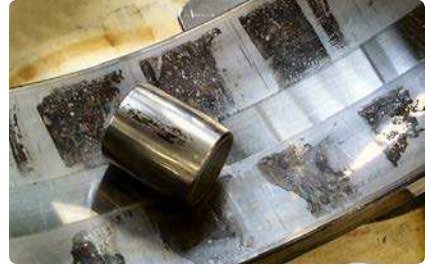
Ha víz, sav vagy tisztítószer kerül egy alkalmazásba, az negatívan befolyásolja a kenőanyagot abban, hogy az acélfelületeket megvédje az oxidálódástól. Ennek eredményeképp álló gépekben könnyen kialakul mély rozsda.

Idővel a nedvesség savat alkot a kenőanyagban, és megmarja a felületet, amint ez az **54. ábrán** látható.

A kapillárisvékenység miatt víz jelenlétében a gördülőelem érintkező zónája melletti terület korrodálódhat (→ **55. ábra**). Ez a korrózió szürkésfekete csíkokat alkot a futópályákon, amelyek távolsága rendszerint megegyezik a gördülőelemek egymástól mért távolságával (→ **56. ábra**).

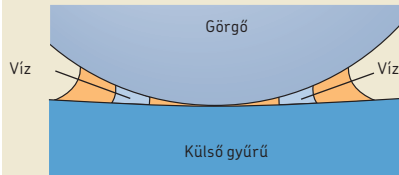
54. ábra

**Savas nedvesség beálló golyóscsapágyban.**  
ISO szerinti besorolás: Nedvesség okozta korrózió



55. ábra

**A kapillárisvékenység miatt a gördülőelem érintkező zónája melletti terület korrodálódhat.**  
ISO szerinti besorolás: Nedvesség okozta korrózió



56. ábra

**A kenőanyagban lévő víz által okozott korróziócsíkok.**  
ISO szerinti besorolás: Nedvesség okozta korrózió



## Csapágyhibák és okai

Ha víz, sav vagy tisztítószer lerontotta a kenőanyag acélfelület-védő képességét, és a berendezés sokáig nem működik, akkor a gyűrű és a gördülőelemek teljes felülete korrodálódhat (→ 57. és 58. ábra).

57. ábra

Hosszabb állás során a nedvesség által okozott rozsdá egy beálló görgőscsapágy külső gyűrűjén.  
ISO szerinti besorolás: Nedvesség okozta korrózió



58. ábra

Hosszabb állás során a nedvesség által okozott rozsdá egy beálló görgőscsapágy egy görgőjén.  
ISO szerinti besorolás: Nedvesség okozta korrózió



### Rezgés (hamis brinelleződés)

A csapágy sérülések egy további oka a rezgés, amely leginkább álló berendezésekben jelentkezik. Kisegítő és készenlétkben álló berendezések esetén rezgésből származó sérülést okozhatnak a közelben működő gépek. Az álló és a működő egységek távolságának függvényében a működő berendezés által keltett rezgés az álló gép csapágyában megrezegteti a gördülőelemeket. A rezgés erősségétől és frekvenciájától, a kenőanyag állapotától és a terheléstől függően a korrózió és a kopás valamilyen kombinációja következik be, kismértékű bemélyedéseket alkotva a futópályán.

A bemélyedések, amelyek ugyanolyan távolságra vannak egymástól, mint a gördülőelemek, gyakran elszíneződnek (vörösesek) vagy fényesek (gömbölyű bemélyedések golyóscsapágyak esetén), vonalak görgőscsapágyak esetén).

A rezgés erőssége és időtartama, valamint a csapágyhézag befolyásolhatja a sérülést. Úgy tűnik, hogy a görgőscsapágyak érzékenyebbek erre a fajta sérülésre, mint a golyóscsapágyak.

Az **59. ábra** a rezgés által okozott sérülés eredményét mutatja egy álló egység beálló golyóscsapágyában. A **60. ábra** a hosszú üzemszünet hasonló eredményét szemlélteti CARB toroidgörgős csapágy esetén. A **61. ábra** a hamis brinelleződést szemlélteti egy nagy hengergörgős csapágy külső gyűrűjén. A csapágyat egy kisegítő berendezés villanymotorjára szerelték. Többször elindították és leállították. Minden üzemszünetben rezgés által okozott sérülés keletkezett. Több, egymástól görgőtávolságra lévő „barázdák” figyelhetők meg. A három nyíl a hosszabb üzemszünet alatt keletkezett legkomolyabb sérülést mutatja – görgőosztásonként egymástól.

59. ábra

Rezgés által okozott sérülés egy önálló egységbe szerelt beálló golyóscsapágyban.  
ISO szerinti besorolás: Hamis brinelleződés



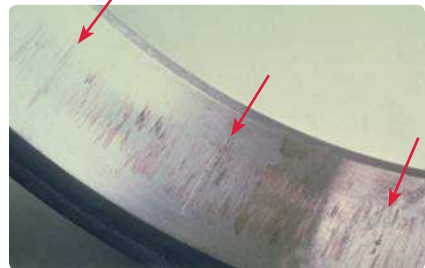
60. ábra

Hosszabb állás miatt, rezgés által okozott sérülés egy CARB toroidgörgős csapágyban.  
ISO szerinti besorolás: Hamis brinelleződés



61. ábra

Rezgés által okozott sérülés egy kisegítő berendezésbe szerelt hengergörgős csapágyban.  
ISO szerinti besorolás: Hamis brinelleződés



### Működés közbeni helytelen tengelybeállítás

A működés közbeni helytelen tengelybeállítás oka lehet az, hogy a tengely működés közben a nagy terheléstől vagy a terhelés nagyságának megváltozásától (a kiegyensúlyozatlan terheléstől) meghajlik. Működés közbeni helytelen tengelybeállítás esetén a terhelési zónák nem párhuzamosak a futópályákkal (→ **9. ábra a 297. oldalon**). Eredményeként tengelyirányú terhelés keletkezik, ami veszélyes lehet, mert fáradásos töréshez vezethet. A **62. ábra** egy NNCF kétsoros, telegörgős hengergörgős csapágy külső gyűrűjét mutatja. A külső gyűrű karimája szinte teljesen letört a tengely meghajlásából eredő axiális terhelés által okozott kifáradás miatt.

62. ábra

A külső gyűrű karimájának fáradásos törése egy kétsoros, telegörgős hengergörgős csapágyban.  
ISO szerinti besorolás: Fáradásos törés





### Elektromos áram halad át a csapágyon

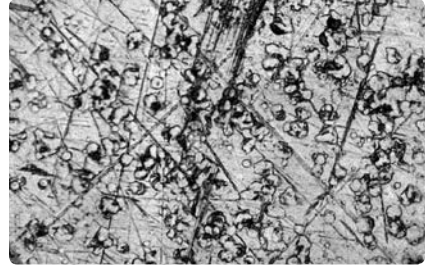
A túláram miatt keletkezett sérüléseket a *Magas feszültségű elektromos áram folyik át a csapágyon* című szakasz tárgyalja a **307. oldalon**.

Az áram azonban akkor is sérülést tud okozni, ha erőssége viszonylag kicsi. Kóbor-áramot a következők bármelyike okozhat: frekvenciainverter, fluxusaszimmetria, a motor kialakítása, nem szimmetrikus kábelezés, földelés, hajtott gép. Kezdetben a felületen sekély kráterek jelennek meg, amelyek lassan az egész felületre kiterjednek, és olyan kicsik, hogy csak nagyítóval lehet észlelni őket (→ **63. és 64. ábra**).

Az anyagot átvágva, és mintegy 500-szoros nagyítást alkalmazva láthatóvá válnak az elváltozások az anyagban (→ **65. ábra**). A fehér terület azt jelzi, hogy a fém újraedződött, ez jellemzően a 66–68 HRC keménységű réteg. Ez az anyag nagyon kemény és rideg. Az edzett terület alatt egy fekete, a hő által kilágyított sáv található, amely puhább, mint a csapágy környező anyaga (56–57 HRC).

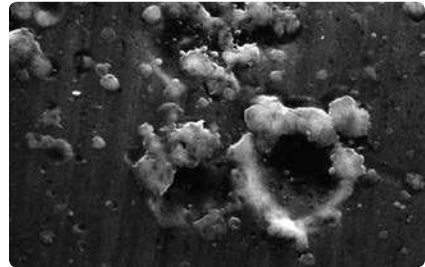
63. ábra

**Áramátfolyás:** A kis kráterek már 500-szoros nagyítás esetén is megfigyelhetők.  
ISO szerinti besorolás: Áramátfolyás



64. ábra

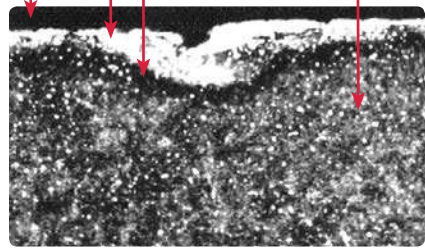
**Kráterek (1 000-szeres nagyítás)**  
ISO szerinti besorolás: Áramátfolyás



65. ábra

**Anyagváltás:** A csapágygyűrű keresztmetszete 500-szoros nagyításban.  
ISO szerinti besorolás: Áramszivárgás

Újraedzett 66–68 HRC (fehér)      Normál 58–62 HRC  
Futópálya      Lágylított 56–57 HRC (fekete)



## Csapágyhibák és okai

A sérülés kiterjedése számos tényezőtől függ: a csapágy típusától, az áram erősségétől, az időtartamtól, a csapágy terhelésétől, a csapágy hézagától, a fordulatszámtól és a kenőanyagtól. A kráterekből idővel a forgástengellyel párhuzamos barázdák fejlődnek ki (ezt mosódeszka hatásnak is nevezik) (→ 66. és 67. ábra). Ezek elég mélyek, és működés közben zajt és rezgést keltenek. Végül a csapágy fémfáradás miatt tönkremegy. A csapágy gyűrűin és görgőin keletkezett barázdás mintázaton túl két további jel utalhat áramátfolyás által okozott sérülésre: a gördülőelemek szürke fakó elszíneződése (→ 68. ábra), valamint az alig-alig sötétebb szürke matt színűre elszíneződött terhelési zóna. A kosárszerkezet mellett lévő zsír megfeketedik (elszenesedik) (→ 69. ábra).

Áram által okozott sérülést sztatikus elektromosság is létre tud hozni; a sztatikus elektromosság eredhet feltöltődött szíjakkból, illetve bőrrrel, papírral, szövetvel vagy gumival dolgozó gyártási folyamatokból. Amikor az áram a föld felé haladva átmegy a tengelyen és a csapágyon, az áram keresztülmegy a gördülőelemek és a futópályák közötti vékony kenőanyagrétegen, mikroszkopikus ívkisülés keletkezik.

**MEGJEGYZÉS:** Az áramátfolyásból származó sérülések elkerülése érdekében az SKF zigetelt csapágyak, így hibrid vagy INSOCOAT csapágyak használatát ajánlja. Az SKF elektromoskisülés-észlelő műszerének segítségével a gördülőcsapágyakban észlelhető az elektromos töltés (áram) jelenléte.

68. ábra

Balra: áramátfolyás miatt tompa fényű golyó;  
Jobbra: normál golyó.  
ISO szerinti besorolás: Áramátfolyás



66. ábra

Kezdeti fázisban lévő barázdák (mosódeszka jellegű minta) beálló görgőcsapágyban.  
ISO szerinti besorolás: Áramátfolyás



67. ábra

Előrehaladott állapotú barázdák mély hornyú golyócsapágyban.  
ISO szerinti besorolás: Áramszivárgás



69. ábra

Ráégett zsír a kosárszerkezeten.  
ISO szerinti besorolás: Áramátfolyás







# Karbantartási támogatás

<b>Bevezetés</b> . . . . .	<b>326</b>
<b>Oktatás</b> . . . . .	<b>326</b>
SKF Reliability Maintenance Institute . . . . .	326
Tantermi oktatás . . . . .	326
Személyre szabott oktatás . . . . .	327
SKF Reliability Maintenance Institute online . . . . .	327
SKF @ptitude Exchange . . . . .	327
SKF @ptitude Decision Support . . . . .	327
<b>A karbantartási stratégia áttekintése</b> . . . . .	<b>328</b>
Az SKF ügyféligény-elemzés . . . . .	328
Integrált karbantartási megoldások . . . . .	329
<b>Energia- és fenntarthatóság-kezelés</b> . . . . .	<b>329</b>
Az SKF energiafelhasználást figyelő szolgáltatása . . . . .	330
Üzemi tudatosságkártyák . . . . .	330
<b>Mechanikus karbantartási szolgáltatások</b> . . . . .	<b>330</b>
<b>Újragyártás és felújítás</b> . . . . .	<b>331</b>
Az SKF felújítási szolgáltatásai . . . . .	331
Az SKF szerszámgépes szolgáltatásai . . . . .	331
<b>Az SKF szerződött partnerei</b> . . . . .	<b>331</b>
Az SKF szerződött szervizpartnerei . . . . .	331
Az SKF szerződött villanymotor- felújítói . . . . .	331

# Bevezetés

Annak érdekében, hogy még inkább segítse a gépkarbantartók erőfeszítéseit, az SKF átfogó támogató szolgáltatásokat kínál.

Ez a fejezet áttekintést ad az ilyen szolgáltatásokról. A részletek az interneten, a [www.skf.com/services](http://www.skf.com/services) és/vagy a [www.apitudexchange.com](http://www.apitudexchange.com) honlapon található.

# Oktatás

A megfelelő oktatás biztosíthatja, hogy Ön és munkatársai megfelelő képzést kapjanak és rendelkezzenek az üzem gépeinek karbantartásához és kezeléséhez szükséges szaktudással, és így csökkenthető legyen a karbantartási költség, növelhető legyen az üzem megbízhatósága és termelékenysége.

Az SKF az oktatási lehetőségek széles választékát kínálja az üzemben folyó, személyre szabott személyes oktatástól egészen az online oktatási megoldásokig, amelyek tetszőleges időpontban igénybe vehetők, és amelyekkel mindenki saját tempójában haladhat.

Tanfolyamok átfogó portfóliója áll rendelkezésre, lefedve a gépek megbízhatóságának témakörét az alapoktól egészen a szakértői szintig.

Nem számít, milyen iparágban dolgozik, vagy milyen gépeket használ, az SKF segítségével kiderítheti, hogyan lehet javítani az eszközök karbantartásán.

## SKF Reliability Maintenance Institute

Az SKF Reliability Maintenance Institute (RMI – megbízhatósági karbantartási intézet) különböző tudásszinteken kínál átfogó tanfolyamokat, és ez az oktatási portfólió lefedi a gépek karbantartásának és megbízhatóságának legtöbb aspektusát, a csapágyakra vonatkozó alapismeretektől kezdve a kenésen át, a karbantartási stratégiáig és az eszközekezelésig.

### Tantermi oktatás

A hagyományos RMI tantermi tanfolyamokat – melyeket szakelőadók tartanak – az SKF különféle oktatási intézményeiben lehet igénybe venni, de kérésre a telephelyen is megtarthatók. A telephelyen tartott oktatás során az oktató és a tudás bekerül az üzembe, így a tanultak közvetlenül az Ön berendezéseire alkalmazhatók.

A legtöbb tanfolyam a minősítő vizsgát is magában foglalja. Azok a résztvevők, akik sikeresen leteszik ezt a vizsgát, az adott témakörben SKF-oklevelet kapnak.





## Személyre szabott oktatás

Az SKF személyre szabott oktatási programot is össze tud állítani az egyes cégek számára, figyelembe véve a cégek konkrét igényeit. Alkalmazotti továbbképzés, folyamatra és berendezésre irányuló képzés esetén az RMI szakértője feladat- és tudásszint-felmérést végez, hogy megállapíthassa, milyen oktatásra van szükség, kidolgozhatja a megfelelő tananyagot, és a tantervnek megfelelően megtarthassa a tanfolyamot.

## SKF Reliability Maintenance Institute online

Az SKF Reliability Maintenance Institute (RMI – megbízhatósági karbantartási intézet) online területe egyre több témakörben kínál bevezető szintű távoktatási tanfolyamokat. Így lehetővé válik, hogy a résztvevők saját tempójukban és akkor haladjanak előre a tananyag elsajátításában, amikor idejük engedi. Az RMI online lehetővé teszi, hogy a tanulók egymással is és az oktatóval is együttműködjenek. A „kérdézd a szakértőt” funkció segítségével a résztvevő közvetlenül elérheti az SKF témaszakértőinek kiterjedt hálózatát, így maximalizálhatja a tanulási hatékonyságát.

A tantermi tanfolyamhoz hasonlóan az online tanfolyamok szerkezete is az SKF eszközhatékonyság-optimalizáló folyamatát tükrözi. A tanfolyam befejezésekor minden egyes résztvevő vizsgán adhat számot tudásáról. Azok, akik sikeresen átmentek a vizsgán, kinyomtathatják a megfelelő oklevelet.

## SKF @ptitude Exchange

Az SKF @ptitude Exchange az SKF karbantartásra és megbízhatóságra vonatkozó szakértelmének online tudásforrása, amely három fő területre összpontosít:

- Eszközkezelés, például karbantartás-optimalizálás és logisztika
- Mechanikus karbantartás, például kiegyensúlyozás, beállítás és kenés
- Megbízhatóság, például előrejelző karbantartás, rezgéselemzés és vizsgálati módszerek

Az SKF @ptitude Exchange honlapja az SKF Reliability Maintenance Institute könyvtárának tekinthető, ahol kiváló minőségű műszaki információk gazdag választéka erősíti a tanfolyamok hatékonyságát. A regisztrált felhasználók ingyenesen juthatnak hozzá dokumentációkhoz, cikkekhez, tananyagokhoz stb., továbbá sok programot és interaktív szolgáltatást is igénybe vehetnek, így a következőket is:

- SKF Bearing Inspector csapágyvizsgáló, amely segítséget nyújthat a csapágy meghibásodások elemzésében
- LubeSelect a kenőanyag kiválasztására
- LuBase a kenőanyag-specifikus adatokhoz
- SKF.com/mount, ahol részletes utasítások olvashatók a csapágyak, házak és csapágyegységek beszerelésére vonatkozóan
- @ptitude Exchange Forum, ahol karbantartási és megbízhatósági szakértőkkel léphetnek kapcsolatba

Egyes programok használata előfizetéshez kötött.

## SKF @ptitude Decision Support

Az SKF @ptitude Decision Support egy olyan tudáskezelő rendszer, amely napjaink legfejlettebb technológiáit felhasználva integrál több forrásból származó adatokat egy könnyen használható megbízhatósági karbantartási alkalmazásba. Mivel a tudás megszerzésére és alkalmazására strukturált megközelítést alkalmaz, segítségével a felhasználónak jobb esélye lesz arra, hogy a megfelelő időben a megfelelő döntést hozza meg.

# A karbantartási stratégia áttekintése

Hogyan és hol tudok javítani az üzem teljesítményén? Az üzemet az ipari teljesítményértékekhez kellene inkább igazítanom? Hogyan biztosíthatom az üzemben a karbantartási folyamat folyamatos javítását?

Ezek jó kérdések. De nehéz lehet a jó válaszok megtalálása és az e problémákat kezelő stratégiák megvalósítása. A napi üzemeltetési kihívások közepette és az idő állandó szorításában lehetetlennek tűnhet a javítási lehetőségek azonosítása és javulás elérése. De az SKF tud segíteni.

Csak úgy lehet sikeres és érhető el a várt előnyöket, ha karbantartási stratégiája és annak végrehajtása szoros összhangban áll. Az üzemeltetőikkel együtt az SKF tanácsadója ennek eléréséhez megadhatja a szükséges eszközöket, módszereket, felkészítést és iránymutatást.

Az SKF áttekintést adhat karbantartási stratégiájáról, azt összehasonlíthatja az iparági gyakorlattal, és elkészíthet egy, az előre vivő utat kijelölő jelentést. Amikor Ön eldönti, hogyan kíván javulást elérni, és hogyan kívánja ezeket a javaslatokat megvalósítani, az SKF a folyamat minden fázisában segíteni tud azzal, hogy megadja mindazt a tudást, technológiát és oktatást, amelyre üzem dolgozóinak szüksége van ahhoz, hogy elérjék a kitűzött célokat.

Arra is lehetőség van, hogy az SKF Ön helyett megvalósítsa a karbantartási rendszert, biztosítva mindazt a szakértelmet, munkaerőt és berendezést, amely a megállapodás szerinti eredmények eléréséhez szükséges.

## Az SKF ügyféligény-elemzés

A jelenlegi karbantartási stratégia hatékonyságvizsgálatának kiindulópontjaul szolgálhat az SKF ügyféligény-elemzés megvalósítása. Ez a szolgáltatás az eszközkezelő stratégiákra és/vagy az energia hatékony felhasználására és a fenntarthatósággal kapcsolatos kérdésekre koncentrál.

Az integrált hatékonysági és kockázat alapú eszközkezelő stratégia azzal kezdődik, hogy megállapítja, hol is áll jelenleg, és hová kell eljutnia az optimális teljesítmény eléréséhez. Az SKF ügyféligény-elemzés a mi megbízhatóságra összpontosító karbantartási gyakorlatunkat és az Ön üzemi körülményekről szerzett ismereteit egyesítve lehetőséget ad a helyzet felmérésére.



A cél olyan hasznos és végrehajtható információk összegyűjtése, amelyek segítségével Ön a hiteles teljesítményjavító lehetőségekre koncentrálna.

Az SKF ügyféligény-elemzés pillanatfelvételt készít az üzem jelenlegi állapotáról, és az iparágra jellemző karbantartási és megbízhatósági aspektusokat is figyelembe véve egyedi, igényeken alapuló elemzést ad.

Ha már tudjuk, miként működnek Önöknél a megbízhatósági karbantartási folyamatok, akkor segíteni tudunk a legelőtőbb kihívások teljesítéséhez vezető út összeállításában.



## Integrált karbantartási megoldások

Az integrált karbantartási megoldás (Integrated Maintenance Solution – IMS) alapja egy olyan partneri kapcsolat, amelyben az SKF elkészíti és megvalósítja az Ön eszközközeli stratégiáját azzal a végső céllal, hogy növelje az üzem megbízhatóságát és nyereségességét. Az IMS-megállapodással az SKF az Ön üzemeltető csapatának integrált részévé válik. Mi szállítjuk a csapágyakat, a tömitéseket és a kenőanyagokat, és mi irányítjuk gépeinek karbantartását. Együttműködünk Önnel, és az Ön szolgálatába állítjuk az eszközkezelésre vonatkozó mélyreható tapasztalatainkat és szaktudásunkat, valamint a forgóberendezésekre vonatkozó ismereteinket annak érdekében, hogy csökkentjük eszközeinek teljes bekerülési költségét.

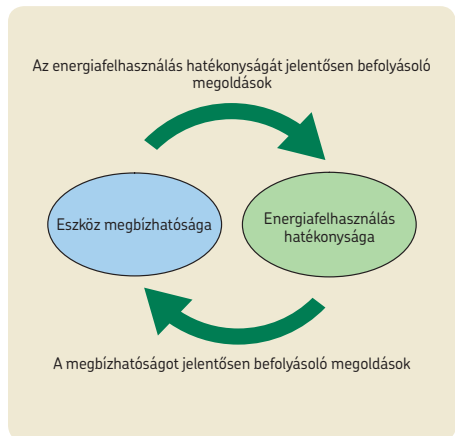
Az első pillantásra látható előnyök közé tartoznak az alábbiak:

- a gép megnövekedett megbízhatósága és üzemideje
- a teljes bekerülési költség kezelése és a karbantartási költségek szabályozása
- a karbantartási műveletek, a megbízhatósági és szakismeretek frissítése
- technológiai és készletezési beruházások elkerülése
- időben történő ellátás biztosítása és a karbantartással, javítással és üzemeltetéssel kapcsolatos összetevők költségeinek szabályozása
- az SKF mérnöki erőforrásainak felhasználása



## Energia- és fenntarthatóság-kezelés

Az üzemben használt gépeszközök, így például az szivattyúk megbízhatóságát jelezheti az energia hatékony felhasználása. Bár az energia hatékony felhasználása jelezheti a megbízhatóságot, arra nem használható, hogy vele konkrét karbantartási problémákat előre jelezzünk és észleljünk. Ezért az SKF energiafelhasználást figyelő és állapotfigyelő programjai kiegészítik egymást, és akkor biztosítják a lehető legtöbb előnyt és megtakarítást, ha egymással párhuzamosan használják őket.



### Az SKF energiafelhasználást figyelő szolgáltatója

Az SKF mind sűrített levegős, mind szivattyú-rendszerek esetén kínál energiafelhasználást figyelő szolgáltatást. Mindkét rendszer segítségével nyújt az energiaszámlák csökkentési lehetőségeinek felderítésében és a környezettudatosság szempontjából vett hatékonyság javításában. Jellemző előnyök:

- költségcsökkentés – a rendszeroptimalizálási és energiafelhasználást csökkentő lehetőségek feltárása által
- szakaszerű programkezelés – professzionális adatgyűjtés és elemzés, a rendszer hatékonyságának növelését célzó javaslatokkal
- követendő gyakorlat – az SKF állapotfigyelési módszereket és az útvonalon alapuló ellenőrzéseket az elfogadott iparági követendő gyakorlattal kombinálja az energiafelhasználás és a CO<sub>2</sub>-kibocsátás figyelésére és kiszámítására
- kezelők által támogatott megbízhatóságon alapul – bevált megbízhatósági eszközök és módszerek alkalmazásával a kezelőket és vezetőket elkötelezetté teszi az energiatudatosság és az energiakezelő tevékenységek iránt
- integrálás – az energiafelhasználásra vonatkozó adatokat kombinálja a meglévő állapotfigyelő programokkal adatszűrés, elemzés és jelentéskészítés céljából
- rugalmas erőforrás-kezelés – amely az SKF által kiképzett belső munkatársakkal vagy az SKF-fel helybeni szolgáltatókra kötött szerződés keretében valósul meg

### Üzemi tudatosságkártyák

Az Amerikai Egyesült Államok Energiahivatalának (United States Department of Energy) tapasztalata arra enged következtetni, hogy egy átfogó tudatosságprogram jelentős tőkeberuházás nélkül is mintegy 5%-kal tudja csökkenteni az energiafelhasználást.

Az SKF energiafelhasználásra és fenntarthatóságra vonatkozó üzemi tudatosságkártyái (Shopfloor Awareness Card) lehetőséget és eszközt adnak a munkahelyi vezetőknek arra, hogy úgy vitassák meg csapataikkal az energiafelhasználás és a fenntarthatóság problémáit, hogy valahányszor találkoznak, a csapattagok készítményt érezzenek a visszajelzésre és takarékosági ötleteik közreadására.

Éppúgy, ahogy sok cégnél minden összejövetel a biztonság megvitatásával kezdődik, az üzemi tudatosságkártyák segítségével minden értekezleten helyet kaphat egy „energiaperc”. A kártyák konkrét energiafelhasználási és fenntarthatósági témaköröket írnak le közérthető formában úgy, hogy a problémákat a kezelők megértik, és azokhoz hozzá tudjanak szólni. A kártyákat nem átfogó oktatási program keretében kell használni, hanem arra, hogy az energiafelhasználási és fenntarthatósági kérdésekkel minden alkalmazott rendszeresen találkozzon.

### Mechanikus karbantartási szolgáltatók

Mivel a műszaki fejlődés és a környezetvédelmi és biztonsági előírások miatt a berendezések egyre bonyolultabb karbantartani, egyre több cég igényel segítséget a karbantartási munkához. Az SKF a mechanikus karbantartási szolgáltatók széles választékát kínálja, így segítve a vásárlókat karbantartási céljaik elérésében. Ezek közé tartoznak a következők:

- gép beszerelése, üzembe helyezése
- percíziós beállítás
- háromdimenziós mérések
- helybeni megmunkálás
- precíziós kiegyensúlyozás
- csapágyak beszerelése és kiszérése
- kenési megoldások



## Újragyártás és felújítás

### Az SKF felújítási szolgáltatásai

A felújítás meghosszabbíthatja a csapágyak üzemi élettartamát, csökkentheti a karbantartási költségeket és a környezetterhelést. Az SKF az egész világot átszövő modern szervizközpont-hálózattal rendelkezik, amelyeken át igénybe veheti világszínvonalú csapágy felújító képességeinket. Ugyanolyan minőségű anyagokat, ugyanolyan módszereket és gépeket használunk a csapágyak felújításához, mint a gyártásukhoz, így biztos lehet abban, hogy a csapágyakat és a kapcsoló alkatrészeket, például a házakat, ugyanolyan gondossággal, munkafolyamattal és tudással kezeljük, függetlenül attól, hogy a világ mely pontján fordul hozzánk.

Annak eldöntése érdekében, hogy adott csapágyak alkalmasak-e felújításra, vegye fel a kapcsolatot az SKF helyi képviselőjével.

### Az SKF szerszámgépes szolgáltatásai

Az SKF a világ legnagyobb főorsó felújító szolgáltatója, amely nagyon specializált szakszolgáltatások széles skáláját nyújtja – a műszaki frissítésektől a főorsóvizsgálaton át, a felújításig és a cseréig.

## Az SKF szerződött partnerei

Az SKF nagy gondot fordít viszonteladói hálózatának fejlesztésére és támogatására, hogy partnerei egyre több értéket adhassanak át a vásárlóknak. Ez azt jelenti, hogy az SKF termékeinek használói az SKF partnereitől gyors kiszállításra, értékes tanácsokra és átfogó szolgáltatásokra számíthatnak.

Az egész világot átszövő partnerhálózatunk az SKF termékeit és szolgáltatásait gyakorlatilag a világ bármely pontján elérhetővé teszi. Az SKF globális tudásának és a partnerek helyi tapasztalatainak ötvözete hatásos erőforrást jelent mindazok számára, akik az ipari gépek karbantartásával és megbízhatóságával foglalkoznak.

Az SKF helyi szerződött partnerét az egyes országok helyi honlapján vagy a [www.skf.com](http://www.skf.com) honlapon lehet megkeresni.



### Az SKF szerződött szervizpartnerei

Az SKF szerződött szervizpartnerei az SKF olyan szerződött partnerei, akik haladó szintű gépmegbízhatósági oktatáson vettek részt. Ők segíteni tudnak a gépek működésének megfigyelésében, a gépek meghibásodásának előrejelzésében, továbbá a rejtett költségsökkentési lehetőségek felderítésében.

### Az SKF szerződött villanymotor-felújítói

Az SKF szerződött villanymotor-felújítói rendelkeznek mindazzal a szaktudással és erőforrással, továbbá mindazokkal a precíz eljárásokkal, amelyek segítségével megnövelhető a motor üzemi élettartama és megbízhatósága, javítható teljesítménye és gazdaságossága. A kitüntetett SKF szerződött villanymotor-felújító cím elnyeréséhez a villanymotor-műhelyeknek szigorú követelményeknek kell eleget tenniük.

# Függelékek

<b>A függelék: Ajánlott illesztések</b> . . . . .	<b>334</b>
A-1 Tömör acéltengelyek illesztései (hengeres furatú radiális csapágyak) . . . . .	334
A-2 Tömör acéltengelyek illesztései (axiális csapágyak) . . . . .	336
A-3 Öntöttvas és acél csapágyházak illesztései (radiális csapágyak – osztatlan csapágyház). . . . .	336
A-4 Öntöttvas és acél csapágyházak illesztései (radiális csapágyak). . . . .	337
A-5 Öntöttvas és acél csapágyházak illesztései (axiális csapágyak) . . . . .	337
<b>B függelék: Tengely- és háztűrések</b> . . . . .	<b>338</b>
B-1 Tengelytűrések és eredő illesztések (metrikus). . . . .	338
B-2 Háztűrések és eredő illesztések (metrikus). . . . .	350
B-3 Tengelytűrések és eredő illesztések (hüvelyk méretekhez). . . . .	360
B-4 Háztűrések és eredő illesztések (hüvelyk méretekhez). . . . .	372
B-5 Módosított tengelyátmérő eltérések (hüvelyk méretekhez) . . . . .	382
B-6 Módosított házfurat-átmérő eltérések (hüvelyk méretekhez) . . . . .	383
B-7 Hüvelyre szerelt csapágyak tengelytűrései. . . . .	384
<b>C függelék: ISO tűrés osztályhoz tartozó tűrésmező szélessége</b> . . . . .	<b>385</b>
<b>D függelék: Csapágyülékek pontossága</b> . . . . .	<b>386</b>
D-1 A tengely és a ház csapágyülékének alak- és helyzetűrése . . . . .	386
D-2 Csapágyülékek felületi érdessége . . . . .	387
D-3 Lekerekítési méretek . . . . .	387
<b>E függelék: A csapágyházag</b> . . . . .	<b>388</b>
E-1 Mély hornyú golyóscsapágyak radiális házaga . . . . .	388
E-2 Univerzálisan párosítható ferde hatásvonalú golyóscsapágyak axiális házaga . . . . .	389
E-3 Univerzálisan párosítható ferde hatásvonalú golyóscsapágyak előfeszítése . . . . .	389
E-4 Kétsorú ferde hatásvonalú golyóscsapágyak axiális házaga . . . . .	390
E-5 Négy pont-érintkezésű golyóscsapágyak axiális házaga . . . . .	391
E-6 Beálló golyóscsapágyak radiális házaga . . . . .	392
E-7 Hengergörgős és tűgörgős csapágyak radiális házaga . . . . .	393
E-8 NUP hengergörgős csapágyak axiális házaga . . . . .	394
E-9 NUP + HJ hengergörgős csapágyak axiális házaga . . . . .	395
E-10 Párosított egysorú metrikus kúpörgős csapágyak axiális házaga. . . . .	396
E-11 Hengeres furatú, beálló görgőscsapágyak radiális házaga . . . . .	397
E-12 Kúpos furatú, beálló görgőscsapágyak radiális házaga. . . . .	398
E-13 Hengeres furatú CARB toroidgörgős csapágyak radiális házaga . . . . .	399
E-14 Kúpos furatú CARB toroidgörgős csapágyak radiális házaga . . . . .	400
E-15 Y csapágyak radiális házaga. . . . .	401

<b>F függelék: Radiális belső hézag, axiális feltolás és meghúzási szög irányadó értékei . . .</b>	<b>402</b>
F-1 Kúpos furatú, beálló golyóscsapágyak szerelése. . . . .	402
F-2 Kúpos furatú, beálló görgőscsapágyak szerelése . . . . .	403
F-3 Kúpos furatú, CARB toroidgörgős csapágyak szerelése . . . . .	404
<b>G függelék: Az olajnyomásos módszerhez szükséges előkészületek . . . . .</b>	<b>405</b>
G-1 Olajfuratok és hornyok ajánlott méretei . . . . .	405
G-2 Olajvezeték csatlakozó menetes furatainak kialakítása és ajánlott méretei . . . . .	405
<b>H függelék: Követendő értékek az SKF Drive-up módszer esetén . . . . .</b>	<b>406</b>
H-1 SKF Drive-up módszer - indulási nyomás és a feltolási úthossz tájékoztató értékei beálló golyóscsapágyak szereléséhez . . . . .	406
H-2 SKF Drive-up módszer - indulási nyomás és a feltolási úthossz tájékoztató értékei beálló görgőscsapágyak szereléséhez. . . . .	407
H-3 SKF Drive-up módszer - indulási nyomás és a feltolási úthossz tájékoztató értékei CARB toroidgörgős csapágyak beszereléséhez. . . . .	412
<b>I függelék: Olaj viszkozitási egyenértékek és ISO szerinti viszkozitási fokozatok . . . . .</b>	<b>414</b>
I-1 Viskozitás egyenértékek . . . . .	414
I-2 ISO szerinti viszkozitási fokozatok. . . . .	415
<b>J függelék: Az SKF gyártmányú beszerelő szerszámok és termékek áttekintése. . . . .</b>	<b>416</b>
<b>K függelék: Az SKF gyártmányú beállító eszközök áttekintése . . . . .</b>	<b>419</b>
<b>L függelék: Az SKF gyártmányú kenőberendezések és termékek áttekintése . . . . .</b>	<b>420</b>
<b>M függelék: SKF csapágyzsírok és zsírkiválasztó táblázat . . . . .</b>	<b>423</b>
<b>N függelék: Az SKF gyártmányú alapszintű állapotfelügyeleti műszerek áttekintése. . .</b>	<b>432</b>
<b>O függelék: Az SKF gyártmányú kiszerelő szerszámok és termékek áttekintése. . . . .</b>	<b>435</b>
<b>P függelék: Mértékegység-átszámítási táblázat . . . . .</b>	<b>437</b>

## Tömör acéltengelyek illesztései (hengeres furatú radiális csapágyak)

Körülmények	Példák	Tengelyátmérő, mm		Kúp- görgős csapágyak	CARB és beálló görgős csapá- gyak	Tűrések
		Golyós- csapágyak <sup>1)</sup>	Henger- görgős csapágyak			
<b>Forgó belső gyűrűs terhelés vagy a terhelés iránya határozatlan</b>						
Kis és változó terhelések (P ≤ 0,05 C)	Szállítószalagok, kis terhelésű sebességváltó csapágyak	≤ 17	–	–	–	js5 (h5) <sup>2)</sup>
		(17) – 100	≤ 25	≤ 25	–	j6 (j5) <sup>2)</sup>
		(100) – 140	(25) – 60	(25) – 60	–	k6
		–	(60) – 140	(60) – 140	–	m6
Normál és nagy terhelések (P > 0,05 C)	Általános csapágy alkalmazás, villanymotorok, turbinák, szivattyúk, belső égésű motorok, fogaskerék-hajtások, famegmunkáló gépek, szélturbinák	≤ 10	–	–	–	js5
		(10) – 17	–	–	–	j5 (js5) <sup>2)</sup>
		(17) – 100	–	–	< 25	k5 <sup>3)</sup>
		–	≤ 30	≤ 40	–	k6
		(100) – 140	(30) – 50	–	25 – 40	m5
		(140) – 200	–	(40) – 65	–	m6
		–	(50) – 65	–	(40) – 60	n5 <sup>4)</sup>
		(200) – 500	(65) – 100	(65) – 200	(60) – 100	n6 <sup>4)</sup>
		–	(100) – 280	(200) – 360	(100) – 200	p6 <sup>5)</sup>
		> 500	–	–	–	p7 <sup>4)</sup>
–	(280) – 500	(360) – 500	(200) – 500	r6 <sup>4)</sup>		
–	> 500	> 500	> 500	r7 <sup>4)</sup>		
Nagy és nagyon nagy terhelések, valamint lökészerű terhelés nehéz üzemi körülmények között (P > 0,1 C)	Ágycsapágyak nehéz vasúti járművekhez, vontatómotorokhoz, hengerművekhez	–	(50) – 65	–	(50) – 70	n5 <sup>4)</sup>
		–	(65) – 85	(50) – 110	–	n6 <sup>4)</sup>
		–	(85) – 140	(110) – 200	(70) – 140	p6 <sup>6)</sup>
		–	(140) – 300	(200) – 500	(140) – 280	r6 <sup>7)</sup>
		–	(300) – 500	–	(280) – 400	s6 <sub>min</sub> ± IT6/2 <sup>6)</sup> 8)
		–	> 500	> 500	> 400	s7 <sub>min</sub> ± IT7/2 <sup>6)</sup> 8)
Nagy futáspontossági követelmények, kis terhelések (P ≤ 0,05 C) <sup>10)</sup>	Szerszámgépek	8 – 240	–	–	–	js4
		–	25 – 40	25 – 40	–	js4 (j5) <sup>9)</sup>
		–	(40) – 140	(40) – 140	–	k4 (k5) <sup>9)</sup>
		–	(140) – 200	(140) – 200	–	m5
		–	(200) – 500	(200) – 500	–	n5

## Álló belső gyűrű terhelés

A belső gyűrű könnyű axiális elmozdulása a tengelyen	Kerekek nem forgó tengelyeken					g6 <sup>11)</sup>
A belső gyűrű könnyű elmozdulása a tengelyen – nem szükséges	Feszítőtárcsák, kötél-tárcsák					h6

## Csak axiális terhelés

Mindenféle csapágyalkalmazás	≤ 250	–	≤ 250	≤ 250	j6
	> 250	–	> 250	> 250	js6

- 1) A nagy terhelésű golyóscsapágyaknál ( $P > 0,05 C$ ) sok esetben általában a normálnál nagyobb radiális hézagra van szükség a fenti táblázatban szereplő tengelytűrések alkalmazásakor. Az üzemi körülmények sokszor megkívánják a szorosabb illesztést, hogy megakadályozzák a csapágy belső gyűrűjének a tengelyen való elfordulását (megcsúszását). A normálnál nagyobb, megfelelő hézag választásakor az alábbi tűrések használhatók:
- k4 10 és 17 mm közötti tengelyátmérőhöz
  - k5 17 és 25 mm közötti tengelyátmérőhöz
  - m5 25 és 140 mm közötti tengelyátmérőhöz
  - n6 140 és 300 mm közötti tengelyátmérőhöz
  - P6 300 és 500 mm közötti tengelyátmérőhöz
- További információért forduljanak az SKF alkalmazásmérnöki szolgálatához.
- 2) A zárójelben lévő tűrések a rozsdamentes acélból készült csapágyakra vonatkoznak.
- 3) A 17 és 30 mm közötti átmérőtarományba tartozó rozsdamentes acél csapágyakra j5 tűrés vonatkozik.
- 4) Előfordulhat, hogy a Normál értéknél nagyobb radiális belső hézaggal rendelkező csapágyra van szükség.
- 5) A  $d < 150$  mm tengelyátmérő esetén ajánlatos a normálnál nagyobb radiális belső hézagú csapágyak használata. A  $d < 150$  mm csapágyaknál a normálnál nagyobb radiális belső hézagú csapágyakra lehet szükség.
- 6) A normál értéknél nagyobb radiális hézaggal rendelkező csapágy használata javasolt.
- 7) Előfordulhat, hogy a normál értéknél nagyobb radiális hézaggal rendelkező csapágyra van szükség. Hengergörgős csapágyak esetén a normál értéknél nagyobb radiális hézag javasolt.
- 8) A tűrésértékekre vonatkozóan az SKF Interaktív Műszaki Katalógus, a [www.skf.com](http://www.skf.com) oldalon, ill. az SKF alkalmazástechnikai szolgálat ad felvilágosítást.
- 9) A zárójelben álló tűrések a kúpögörgős csapágyakra vonatkozik. A belső gyűrűn keresztül beállított, kis terhelésű kúpögörgős csapágyaknál j5, illetve js6 használható.
- 10) Ha fontos a futási pontosság, akkor a normál értéknél nagyobb precizitású csapágyat kell használni. Az ilyen csapágyak furatára és külső átmérőjére vonatkozó tűrésértékek szorosabbak, ami hatással van a valószínűsíthető illesztésre. A megfelelő értékek az SKF alkalmazásmérnöki szolgálatától szerezhetők be.
- 11) Nagyméretű csapágyak esetén használható az f6 tűrés, a könnyű axiális elmozdulás biztosítására.

### Tömör acéltengelyek illesztései (axiális csapágyak)

Körülmények	Tengelyátmérő, mm	Tűrés
<b>Csak axiális terhelés</b>		
Axiális golyócsapágyak	–	h6
Axiális hengergörgős csapágyak	–	h6 (h8)
Axiális hengergörgős kosár	–	h8
<b>Beálló axiális görgőcsapágyakra ható kombinált radiális és axiális terhelések</b>		
Álló terhelés a tengelytárcsán	≤ 250 > 250	j6 js6
Forgó terhelés a tengelytárcsán vagy határozatlan terhelésirány	≤ 200 (200) – 400 > 400	k6 m6 n6

### Öntöttvas és acél csapágyházak illesztései (radiális csapágyak – osztatlan csapágyház)

Körülmények	Példák	Tűrés <sup>1)</sup>	A külső gyűrű elmozdulás
<b>Forgó külső gyűrű terhelés</b>			
Nagy vagy lökészerű csapágyterhelés, vékonyfalú csapágyházban (P > 0,1 C)	Hengergörgős kerékagycsapágyak, nagy hajtórúdcsapágyak	P7	Nem mozdítható el
Normál és nagy terhelés (P > 0,05 C)	Golyócsapágy kerékagéhoz, nagy hajtórúdcsapágyak, daru fűrókerék csapágyak	N7	Nem mozdítható el
Könnyű és változó terhelés (P ≤ 0,05 C)	Szállítószalag görgők, kötél tárcsák, szíjfejtő tárcsák	M7	Nem mozdítható el
<b>Határozatlan terhelés irány</b>			
Nagy lökészerű terhelés	Vontató villanymotorok	M7	Nem mozdítható el
Normál és nagy terhelés (P > 0,05 C), nincs szükség a külső gyűrű axiális elmozdulására nem szükséges	Villanymotorok, szivattyúk, forgattyústengely csapágyak	K7	Általában nem mozdítható el
<b>Pontos vagy csendes futás<sup>2)</sup></b>			
Golyócsapágyak	Kis méretű villanymotorok	J6 <sup>3)</sup>	Elmozdítható
Kúpgergős csapágyak	Beállítás a külső gyűrűvel	JS5	–
	Axiálisan rögzített külső gyűrű	K5	–
	Forgó külső gyűrű terhelés	M5	–

<sup>1)</sup> A D < 100 mm-es golyócsapágyaknál gyakran előnyösebb az IT6 tűrés, és javasolt ennek az alkalmazása a vékonyfalú gyűrűs csapágyaknál, pl. a 7,8 és 9-es átmérő tartományban. Ezeknél a sorozatoknál ajánlott az IT4 hengerességi tűrés alkalmazása.

<sup>2)</sup> Nagypontosságú csapágyakra P5 vagy nagyobb pontosságú osztályra, más ajánlások vonatkoznak. További információ az internetről, a [www.skf.com](http://www.skf.com) honlapon elérhető *SKF interaktív műszaki katalógusból* szerezhető.

<sup>3)</sup> Ha könnyű elmozdíthatóságra van szükség, H6-ot válasszák a J6 helyett.



## A-4 függelék

## Öntöttvas és acél csapágyházak illesztései (raidális csapágyak)

Körülmények	Példák	Tűrés <sup>1)</sup>	A külső gyűrű elmozdulása
<b>Határozatlan irányú terhelés</b>			
Könnyű és normál terhelés ( $P \leq 0,1 C$ ), kívánatos a külső gyűrű axiális elmozdulása	Közepes nagyságú gépek, szivattyúk, főtengelycsapágyak	J7	Általában elmozdítható
<b>Álló külső gyűrű terhelés</b>			
Mindenfajta terhelés	Általános gépészet, vasúti járművek csapágyai	H7 <sup>2)</sup>	Elmozdítható
Könnyű és normál terhelés ( $P \leq 0,1 C$ ) egyszerű üzemi körülmények	Általános gépészet	H8	Elmozdítható
Hővezetés a tengelyen keresztül	Szárítógépek, nagy villanymotorok beálló görgőcsapágyai	G7 <sup>3)</sup>	Elmozdítható

<sup>1)</sup> A  $D < 100$  mm-es golyóscsapágyaknál gyakran előnyösebb az IT6 tűrés, és javasolt ennek az alkalmazásnak a vékonyfalú gyűrűs csapágyaknál pl. a 7,8 és 9-es átmérőtartományban. Ezeknél a sorozatoknál ajánlott az T14 hengerességi tűrés alkalmazása.

<sup>2)</sup> Nagyméretű csapágyak ( $D > 250$  mm) esetén, illetve olyankor, amikor a külső gyűrű és a ház hőmérsékletének különbsége  $> 10$  °C, a H7 tűrésosztály helyett a G7 tűrést kell használni.

<sup>3)</sup> Nagyméretű csapágyak ( $D > 250$  mm) esetén, illetve olyankor, amikor a külső gyűrű és a ház hőmérsékletének különbsége  $> 10$  °C, a G7 tűrésosztály helyett az F7 tűrést kell használni.

## A-5 függelék

## Öntöttvas és acélházak illesztései (axiális csapágyak)


Körülmények	Tűrés	Megjegyzés
<b>Csak axiális terhelés</b>		
Axiális golyóscsapágyak	H8	Kevésbé pontos csapágyazásokhoz a radiális hézag elérheti a 0,001 D értéket
Axiális hengergörgős csapágyak	H7 (H9)	
Axiális hengergörgős kosár	H10	
Axiális beálló görgőscsapágyak hézaggal, ahol külön csapágy biztosítja a radiális terhelést	–	A fészektárcsát megfelelő radiális hézaggal kell illeszteni, úgy, hogy semmilyen radiális erő ne terhelje
<b>Kombinált radiális és axiális terhelés az axiális beálló görgőscsapágyakon</b>		
Álló terhelés a fészektárcsán	H7	További információ az internetről, a <a href="http://www.skf.com">www.skf.com</a> honlapon elérhető SKF interaktív műszaki katalógusból szerezhető
Forgó terhelés a fészektárcsán	M7	

Tengelytűrések és eredő illesztések (metrikus)



Tengely		Csapágó		A tengelyátmérő eltérései, eredő illesztések									
Névleges átmérő d		Furatátmérő tűrés Δ <sub>dmp</sub>		Tűrések									
				f5	f6		g5		g6		h5		
				Eltérések (tengelyátmérő)									
				Elméleti hézag (-)/túlfedés (+)									
				Valószínűsíthető hézag (-)/túlfedés (+)									
felett	-ig	alsó	felső	μm									
mm		μm											
-	3	-8	0	-6	-10	-6	-12	-2	-6	-2	-8	0	-4
				-2	+10	-2	+12	-6	+6	-6	+8	-8	+4
				-1	+9	0	+10	-5	+5	-4	+6	-7	+3
3	6	-8	0	-10	-15	-10	-18	-4	-9	-4	-12	0	-5
				+2	+15	+2	+18	-4	+9	-4	+12	-8	+5
				+3	+14	+4	+16	-3	+8	-2	+10	-7	+4
6	10	-8	0	-13	-19	-13	-22	-5	-11	-5	-14	0	-6
				+5	+19	+5	+22	-3	+11	-3	+14	-8	+6
				+7	+17	+7	+20	-1	+9	-1	+12	-6	+4
10	18	-8	0	-16	-24	-16	-27	-6	-14	-6	-17	0	-8
				+8	+24	+8	+27	-2	+14	-2	+17	-8	+8
				+10	+22	+10	+25	0	+12	0	+15	-6	+6
18	30	-10	0	-20	-29	-20	-33	-7	-16	-7	-20	0	-9
				+10	+29	+10	+33	-3	+16	-3	+20	-10	+9
				+12	+27	+13	+30	-1	+14	0	+17	-8	+7
30	50	-12	0	-25	-36	-25	-41	-9	-20	-9	-25	0	-11
				+13	+36	+13	+41	-3	+20	-3	+25	-12	+11
				+16	+33	+17	+37	0	+17	+1	+21	-9	+8
50	80	-15	0	-30	-43	-30	-49	-10	-23	-10	-29	0	-13
				+15	+43	+15	+49	-5	+23	-5	+29	-15	+13
				+19	+39	+19	+45	-1	+19	-1	+25	-11	+9
80	120	-20	0	-36	-51	-36	-58	-12	-27	-12	-34	0	-15
				+16	+51	+16	+58	-8	+27	-8	+34	-20	+15
				+21	+46	+22	+52	-3	+22	-2	+28	-15	+10
120	180	-25	0	-43	-61	-43	-68	-14	-32	-14	-39	0	-18
				+18	+61	+18	+68	-11	+32	-11	+39	-25	+18
				+24	+55	+25	+61	-5	+26	-4	+32	-19	+12
180	250	-30	0	-50	-70	-50	-79	-15	-35	-15	-44	0	-20
				+20	+70	+20	+79	-15	+35	-15	+44	-30	+20
				+26	+64	+28	+71	-9	+29	-7	+36	-24	+14
250	315	-35	0	-56	-79	-56	-88	-17	-40	-17	-49	0	-23
				+21	+79	+21	+88	-18	+40	-18	+49	-35	+23
				+29	+71	+30	+79	-10	+32	-9	+40	-27	+15
315	400	-40	0	-62	-87	-62	-98	-18	-43	-18	-54	0	-25
				+22	+87	+22	+98	-22	+43	-22	+54	-40	+25
				+30	+79	+33	+87	-14	+35	-11	+43	-32	+17
400	500	-45	0	-68	-95	-68	-108	-20	-47	-20	-60	0	-27
				+23	+95	+23	+108	-25	+47	-25	+60	-45	+27
				+32	+86	+35	+96	-16	+38	-13	+48	-36	+18

## Tengelytűrések és eredő illesztések (metrikus)



Tengely Névleges átmérő d	Csapágy Furatátmérő tűrés $\Delta_{dmp}$	A tengelyátmérő eltérései, eredő illesztések Tűrések											
				f5		f6		g5		g6		h5	
felett	-ig	alsó	felső	Eltérések (tengelyátmérő) Elméleti hézag (-)/túlfedés (+) Valószínűsíthető hézag (-)/túlfedés (+)									
mm		$\mu\text{m}$		$\mu\text{m}$									
500	630	-50	0	-76	-104	-76	-120	-22	-50	-22	-66	0	-28
				+26	+104	+26	+120	-28	+50	-28	+66	-50	+28
				+36	+94	+39	+107	-18	+40	-15	+53	-40	+18
630	800	-75	0	-80	-112	-80	-130	-24	-56	-24	-74	0	-32
				+5	+112	+5	+130	-51	+56	-51	+74	-75	+32
				+17	+100	+22	+113	-39	+44	-34	+57	-63	+20
800	1000	-100	0	-86	-122	-86	-142	-26	-62	-26	-82	0	-36
				-14	+122	-14	+142	-74	+62	-74	+82	-100	+36
				0	+108	+6	+122	-60	+48	-54	+62	-86	+22
1000	1250	-125	0	-98	-140	-98	-164	-28	-70	-28	-94	0	-42
				-27	+140	-27	+164	-97	+70	-97	+94	-125	+42
				-10	+123	-3	+140	-80	+53	-73	+70	-108	+25
1250	1600	-160	0	-110	-160	-110	-188	-30	-80	-30	-108	0	-50
				-50	+160	-50	+188	-130	+80	-130	+108	-160	+50
				-29	+139	-20	+158	-109	+59	-100	+78	-139	+29
1600	2000	-200	0	-120	-180	-120	-212	-32	-92	-32	-124	0	-60
				-80	+180	-80	+212	-168	+92	-168	+124	-200	+60
				-55	+155	-45	+177	-143	+67	-133	+89	-175	+35

Tengelytűrések és az erdő illesztés (metrikus)



Tengely Névleges átmérő d	Csapágy Furatátmérő tűrés Δ <sub>dmp</sub>	Tengelyátmérő eltérései, eredő illesztések Tűrések																																			
		h6		h8		h9		j5		j6																											
felett	-ig	alsó	felső	Eltérések (tengelyátmérő) Elméleti hézag (-)/tűlfedés (+) Valószínűsíthető hézag (-)/tűlfedés (+)																																	
mm		μm		μm																																	
-	3	-8	0	0	-6	0	-14	0	-25	+2	-2	+4	-2		-8	+6	-8	+14	-8	+25	-10	+2	-12	+2	-6	+4	-6	+12	-5	+22	-9	+1	-10	0			
				3	6	-8	0	0	-8	0	-18	0	-30	+3	-2	+6	-2	-8	+8	-8	+18	-8	+30	-11	+2	-14	+2	-6	+6	-5	+15	-5	+27	-10	+1	-12	0
				6	10	-8	0	0	-9	0	-22	0	-36	+4	-2	+7	-2	-8	+9	-8	+22	-8	+36	-12	+2	-15	+2	-6	+7	-5	+19	-5	+33	-10	0	-13	0
10	18	-8	0	0	-11	0	-27	0	-43	+5	-3	+8	-3	-8	+11	-8	+27	-8	+43	-13	+3	-16	+3	-6	+9	-5	+24	-5	+40	-11	+1	-14	+1				
				18	30	-10	0	0	-13	0	-33	0	-52	+5	-4	+9	-4	-10	+13	-10	+33	-10	+52	-15	+4	-19	+4	-7	+10	-6	+29	-6	+48	-13	+2	-16	+1
				30	50	-12	0	0	-16	0	-39	0	-62	+6	-5	+11	-5	-12	+16	-12	+39	-12	+62	-18	+5	-23	+5	-8	+12	-7	+34	-7	+57	-15	+2	-19	+1
50	80	-15	0	0	-19	0	-46	0	-74	+6	-7	+12	-7	-15	+19	-15	+46	-15	+74	-21	+7	-27	+7	-11	+15	-9	+40	-9	+68	-17	+3	-23	+3				
				80	120	-20	0	0	-22	0	-54	0	-87	+6	-9	+13	-9	-20	+22	-20	+54	-20	+87	-26	+9	-33	+9	-14	+16	-12	+46	-12	+79	-21	+4	-27	+3
				120	180	-25	0	0	-25	0	-63	0	-100	+7	-11	+14	-11	-25	+25	-25	+63	-25	+100	-32	+11	-39	+11	-18	+18	-15	+53	-15	+90	-26	+5	-32	+4
180	250	-30	0	0	-29	0	-72	0	-115	+7	-13	+16	-13	-30	+29	-30	+72	-30	+115	-37	+13	-46	+13	-22	+21	-18	+60	-17	+102	-31	+7	-38	+5				
				250	315	-35	0	0	-32	0	-81	0	-130	+7	-16	+16	-16	-35	+32	-35	+81	-35	+130	-42	+16	-51	+16	-26	+23	-22	+68	-20	+115	-34	+8	-42	+7
				315	400	-40	0	0	-36	0	-89	0	-140	+7	-18	+18	-18	-40	+36	-40	+89	-40	+140	-47	+18	-58	+18	-29	+25	-25	+74	-23	+123	-39	+10	-47	+7
400	500	-45	0	0	-40	0	-97	0	-155	+7	-20	+20	-20	-45	+40	-45	+97	-45	+155	-52	+20	-65	+20	-33	+28	-28	+80	-26	+136	-43	+11	-53	+8				

## Tengelytűrések és eredő illesztések (metrikus)



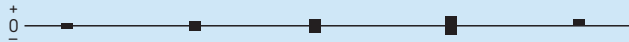
Tengely Névleges átmérő d	Csapágy Furatátmérő tűrés $\Delta_{dmp}$	A tengelyátmérő eltérései, eredő illesztések Tűrések													
				h6		h8		h9		js5		js6			
felett	-ig	alsó	felső	Eltérések (tengelyátmérő) Elméleti hézag (-)/túlfedés (+) Valószínűsíthető hézag (-)/túlfedés (+)											
mm		$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$											
500	630	-50	0	0	-44	0	-110	0	-175	-	-	+22	-22		
				-50	+44	-50	+110	-50	+175	-	-	-72	+22		
				-37	+31	-31	+91	-29	+154	-	-	-59	+9		
630	800	-75	0	0	-50	0	-125	0	-200	-	-	+25	-25		
				-75	+50	-75	+125	-75	+200	-	-	-100	+25		
				-58	+33	-48	+98	-45	+170	-	-	-83	+8		
800	1000	-100	0	0	-56	0	-140	0	-230	-	-	+28	-28		
				-100	+56	-100	+140	-100	+230	-	-	-128	+28		
				-80	+36	-67	+107	-61	+191	-	-	-108	+8		
1000	1250	-125	0	0	-66	0	-165	0	-260	-	-	+33	-33		
				-125	+66	-125	+165	-125	+260	-	-	-158	+33		
				-101	+42	-84	+124	-77	+212	-	-	-134	+9		
1250	1600	-160	0	0	-78	0	-195	0	-310	-	-	+39	-39		
				-160	+78	-160	+195	-160	+310	-	-	-199	+39		
				-130	+48	-109	+144	-100	+250	-	-	-169	+9		
1600	2000	-200	0	0	-92	0	-230	0	-370	-	-	+46	-46		
				-200	+92	-200	+230	-200	+370	-	-	-246	+46		
				-165	+57	-138	+168	-126	+296	-	-	-211	+11		

Tengelytűrések és eredő illesztések (metrikus)



Tengely Névleges átmérő d	Csapágó Furatátmérő tűrés Δ <sub>dmp</sub>	A tengelyátmérő elérései, eredő illesztések																																			
		Tűrések		js4		js5		js6		js7		k4																									
felett	-ig	alsó	felső	Eltérések (tengelyátmérő) Elméleti hézag (-)/túlfedés (+) Valószínűsíthető hézag (-)/túlfedés (+)																																	
mm		μm		μm																																	
-	3	-8	0	+1,5	-1,5	+2	-2	+3	-3	+5	-5	+3	0	-9,5	+1,5	-10	+2	-11	+3	-13	+5	-11	0	-8,5	+0,5	-9	+1	-9	+1	-11	+3	-10	-1				
				3	6	-8	0	+2	-2	+2,5	-2,5	+4	-4	+6	-6	+5	+1	-10	+2	-10,5	+2,5	-12	+4	-14	+6	-13	-1	-9	+1	-9	+1	-10	+2	-12	+4	-12	-2
								6	10	-8	0	+2	-2	+3	-3	+4,5	-4,5	+7,5	-7,5	+5	+1	-10	+2	-11	+3	-12,5	+4,5	-15,5	+7,5	-13	-1	-9	+1	-9	+1	-11	+3
10	18	-8	0	+2,5	-2,5	+4	-4					+5,5	-5,5	+9	-9	+6	+1	-10,5	+2,5	-12	+4	-13,5	+5,5	-17	+9	-14	-1	-9,5	+1,5	-10	+2	-11	+3	-14	+6	-13	-2
				18	30	-10	0	+3	-3	+4,5	-4,5	+6,5	-6,5	+10,5	-10,5	+8	+2	-13	+3	-14,5	+4,5	-16,5	+6,5	-20,5	+10,5	-18	-2	-10,5	+1,5	-12	+2	-14	+4	-17	+7	-16	-4
30	50	-12	0					+3,5	-3,5	+5,5	-5,5	+8	-8	+12,5	-12,5	+9	+2	-15,5	+3,5	-17,5	+5,5	-20	+8	-24,5	+12,5	-21	-2	-13,5	+1,5	-15	+3	-16	+4	-20	+8	-19	-4
				50	80	-15	0	+4	-4	+6,5	-6,5	+9,5	-9,5	+15	-15	+10	+2	-19	+4	-21,5	+6,5	-24,5	+9,5	-30	+15	-25	-2	-15,5	+1,5	-18	+3	-20	+5	-25	+10	-22	-5
80	120	-20	0					+5	-5	+7,5	-7,5	+11	-11	+17,5	-17,5	+13	+3	-25	+5	-27,5	+7,5	-31	+11	-37,5	+17,5	-33	-3	-22	+2	-23	+3	-25	+5	-31	+11	-30	-6
				120	180	-25	0	+6	-6	+9	-9	+12,5	-12,5	+20	-20	+15	+3	-31	+6	-34	+9	-37,5	+12,5	-45	+20	-40	-3	-27	+2	-28	+3	-31	+6	-37	+12	-36	-7
180	250	-30	0					+7	-7	+10	-10	+14,5	-14,5	+23	-23	+18	+4	-37	+7	-40	+10	-44,5	+14,5	-53	+23	-48	-4	-32	+2	-34	+4	-36	+6	-43	+13	-43	-9
				250	315	-35	0	+8	-8	+11,5	-11,5	+16	-16	+26	-26	+20	+4	-4	+8	-46,5	+11,5	-51	+16	-61	+26	-55	-4	-37	+2	-39	+4	-42	+7	-49	+14	-49	-10
315	400	-40	0					+9	-9	+12,5	-12,5	+18	-18	+28,5	-28,5	+22	+4	-49	+9	-52,5	+12,5	-58	+18	-68,5	+28,5	-62	-4	-42	+2	-44	+4	-47	+7	-55	+15	-55	-11
				400	500	-45	0	+10	-10	+13,5	-13,5	+20	-20	+31,5	-31,5	+25	+5	-55	+10	-58,5	+13,5	-65	+20	-76,5	+31,5	-70	-5	-48	+3	-49	+4	-53	+8	-62	+17	-63	-12

## Tengelytűrések és eredő illesztések (metrikus)



Tengely Névleges átmérő d	Csapágy Furatátmérő tűrés $\Delta_{dmp}$	A tengelyátmérő eltérései, eredő illesztések																															
		Tűrések		js4		js5		js6		js7		k4																					
felett	-ig	alsó	felső	Eltérések (tengelyátmérő)																													
				Elméleti hézag (-)/túlfedés (+)																													
				Valószínűsíthető hézag (-)/túlfedés (+)																													
mm		$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$																													
500	630	-50	0	-	-	+14	-14	+22	-22	+35	-35	-	-	-	-	+14	-14	+22	-22	+35	-35	-	-	-	-	+14	-14	+22	-22	+35	-35	-	-
				-	-	+16	-16	+25	-25	+40	-40	-	-	-	-	+16	-16	+25	-25	+40	-40	-	-	-	-	+16	-16	+25	-25	+40	-40	-	-
				-	-	+18	-18	+28	-28	+45	-45	-	-	-	-	+18	-18	+28	-28	+45	-45	-	-	-	-	+18	-18	+28	-28	+45	-45	-	-
630	800	-75	0	-	-	+21	-21	+33	-33	+52	-52	-	-	-	-	+21	-21	+33	-33	+52	-52	-	-	-	-	+21	-21	+33	-33	+52	-52	-	-
				-	-	+25	-25	+39	-39	+62	-62	-	-	-	-	+25	-25	+39	-39	+62	-62	-	-	-	-	+25	-25	+39	-39	+62	-62	-	-
				-	-	+30	-30	+46	-46	+75	-75	-	-	-	-	+30	-30	+46	-46	+75	-75	-	-	-	-	+30	-30	+46	-46	+75	-75	-	-
800	1 000	-100	0	-	-	+23	-23	+37	-37	+58	-58	-	-	-	-	+23	-23	+37	-37	+58	-58	-	-	-	-	+23	-23	+37	-37	+58	-58	-	-
				-	-	+27	-27	+43	-43	+70	-70	-	-	-	-	+27	-27	+43	-43	+70	-70	-	-	-	-	+27	-27	+43	-43	+70	-70	-	-
				-	-	+33	-33	+52	-52	+81	-81	-	-	-	-	+33	-33	+52	-52	+81	-81	-	-	-	-	+33	-33	+52	-52	+81	-81	-	-
1 000	1 250	-125	0	-	-	+25	-25	+39	-39	+62	-62	-	-	-	-	+25	-25	+39	-39	+62	-62	-	-	-	-	+25	-25	+39	-39	+62	-62	-	-
				-	-	+30	-30	+46	-46	+75	-75	-	-	-	-	+30	-30	+46	-46	+75	-75	-	-	-	-	+30	-30	+46	-46	+75	-75	-	-
				-	-	+36	-36	+56	-56	+87	-87	-	-	-	-	+36	-36	+56	-56	+87	-87	-	-	-	-	+36	-36	+56	-56	+87	-87	-	-
1 250	1 600	-160	0	-	-	+30	-30	+46	-46	+75	-75	-	-	-	-	+30	-30	+46	-46	+75	-75	-	-	-	-	+30	-30	+46	-46	+75	-75	-	-
				-	-	+36	-36	+56	-56	+87	-87	-	-	-	-	+36	-36	+56	-56	+87	-87	-	-	-	-	+36	-36	+56	-56	+87	-87	-	-
				-	-	+44	-44	+68	-68	+106	-106	-	-	-	-	+44	-44	+68	-68	+106	-106	-	-	-	-	+44	-44	+68	-68	+106	-106	-	-
1 600	2 000	-200	0	-	-	+36	-36	+56	-56	+87	-87	-	-	-	-	+36	-36	+56	-56	+87	-87	-	-	-	-	+36	-36	+56	-56	+87	-87	-	-
				-	-	+44	-44	+68	-68	+106	-106	-	-	-	-	+44	-44	+68	-68	+106	-106	-	-	-	-	+44	-44	+68	-68	+106	-106	-	-
				-	-	+54	-54	+84	-84	+128	-128	-	-	-	-	+54	-54	+84	-84	+128	-128	-	-	-	-	+54	-54	+84	-84	+128	-128	-	-


Tengelytűrések és eredő illesztések (metrikus)



Tengely Névleges átmérő d	Csapágy Furatátmérő tűrés $\Delta_{dmp}$	A tengelyátmérő eltérései, eredő illesztések																															
				Tűrések		k5		k6		m5		m6		n5																			
felett	-ig	alsó	felső	Eltérések (tengelyátmérő)																													
				Elméleti hézag (-)																													
				Valószínűsíthető hézag (-)																													
mm		$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$																													
-	3	-8	0	+4	0	+6	0	+6	+2	+8	+2	+8	+4	-12	0	-14	0	-14	-2	-16	-2	-16	-4	-11	-1	-12	-2	-13	-3	-14	-4	-15	-5
3	6	-8	0	+6	+1	+9	+1	+9	+4	+12	+4	+13	+8	-14	-1	-17	-1	-17	-4	-20	-4	-21	-8	-13	-2	-15	-3	-16	-5	-18	-6	-20	-9
6	10	-8	0	+7	+1	+10	+1	+12	+6	+15	+6	+16	+10	-15	-1	-18	-1	-20	-6	-23	-6	-24	-10	-13	-3	-16	-3	-18	-8	-21	-8	-22	-12
10	18	-8	0	+9	+1	+12	+1	+15	+7	+18	+7	+20	+12	-17	-1	-20	-1	-23	-7	-26	-7	-28	-12	-15	-3	-18	-3	-21	-9	-24	-9	-26	-14
18	30	-10	0	+11	+2	+15	+2	+17	+8	+21	+8	+24	+15	-21	-2	-25	-2	-27	-8	-31	-8	-34	-15	-19	-4	-22	-5	-25	-10	-28	-11	-32	-17
30	50	-12	0	+13	+2	+18	+2	+20	+9	+25	+9	+28	+17	-25	-2	-30	-2	-32	-9	-37	-9	-40	-17	-22	-5	-26	-6	-29	-12	-33	-13	-37	-20
50	80	-15	0	+15	+2	+21	+2	+24	+11	+30	+11	+33	+20	-30	-2	-36	-2	-39	-11	-45	-11	-48	-20	-26	-6	-32	-6	-35	-15	-41	-15	-44	-24
80	120	-20	0	+18	+3	+25	+3	+28	+13	+35	+13	+38	+23	-38	-3	-45	-3	-48	-13	-55	-13	-58	-23	-33	-8	-39	-9	-43	-18	-49	-19	-53	-28
120	180	-25	0	+21	+3	+28	+3	+33	+15	+40	+15	+45	+27	-46	-3	-53	-3	-58	-15	-65	-15	-70	-27	-40	-9	-46	-10	-52	-21	-58	-22	-64	-33
180	250	-30	0	+24	+4	+33	+4	+37	+17	+46	+17	+51	+31	-54	-4	-63	-4	-67	-17	-76	-17	-81	-31	-48	-10	-55	-12	-61	-23	-68	-25	-75	-37
250	315	-35	0	+27	+4	+36	+4	+43	+20	+52	+20	+57	+34	-62	-4	-71	-4	-78	-20	-87	-20	-92	-34	-54	-12	-62	-13	-70	-28	-78	-29	-84	-42
315	400	-40	0	+29	+4	+40	+4	+46	+21	+57	+21	+62	+37	-69	-4	-80	-4	-86	-21	-97	-21	-102	-37	-61	-12	-69	-15	-78	-29	-86	-32	-94	-45
400	500	-45	0	+32	+5	+45	+5	+50	+23	+63	+23	+67	+40	-77	-5	-90	-5	-95	-23	-108	-23	-112	-40	-68	-14	-78	-17	-86	-32	-96	-35	-103	-49



## Tengelytűrések és eredő illesztések (metrikus)



Tengely Névleges átmérő d	Csapágy Furatátmérő tűrés $\Delta_{dmp}$	A tengelyátmérő eltérései, eredő illesztések											
				Tűrések		k5		k6		m5		m6	
felett	-ig	alsó	felső	Eltérések (tengelyátmérő)									
				Elméleti hézag (-)									
				Valószínűsíthető hézag (-)									
mm		$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$									
500	630	-50	0	+29	0	+44	0	+55	+26	+70	+26	+73	+44
				-78	0	-94	0	-105	-26	-120	-26	-122	-44
				-68	-10	-81	-13	-94	-36	-107	-39	-112	-54
630	800	-75	0	+32	0	+50	0	+62	+30	+80	+30	+82	+50
				-107	0	-125	0	-137	-30	-155	-30	-157	-50
				-95	-12	-108	-17	-125	-42	-138	-47	-145	-62
800	1000	-100	0	+36	0	+56	0	+70	+34	+90	+34	+92	+56
				-136	0	-156	0	-170	-34	-190	-34	-192	-56
				-122	-14	-136	-20	-156	-48	-170	-54	-178	-70
1000	1250	-125	0	+42	0	+66	0	+82	+40	+106	+40	+108	+66
				-167	0	-191	0	-207	-40	-231	-40	-233	-66
				-150	-17	-167	-24	-190	-57	-207	-64	-216	-83
1250	1600	-160	0	+50	0	+78	0	+98	+48	+126	+48	+128	+78
				-210	0	-238	0	-258	-48	-286	-48	-288	-78
				-189	-21	-208	-30	-237	-69	-256	-78	-267	-99
1600	2000	-200	0	+60	0	+92	0	+118	+58	+150	+58	+152	+92
				-260	0	-292	0	-318	-58	-350	-58	-352	-92
				-235	-25	-257	-35	-293	-83	-315	-93	-327	-117

Tengelytűrések és eredő illesztések (metrikus)

Tengely Névleges átmérő d		Csapágó Furatátmérő tűrés $\Delta_{dmp}$		A tengelyátmérő eltérései, eredő illesztések																																	
				Tűrések		p6		p7		r6		r7																									
felett -ig		alsó	felső	Eltérések (tűrések) Elméleti hézag (-) Valószínűsíthető hézag (-)																																	
mm		$\mu\text{m}$		$\mu\text{m}$																																	
50	80	-15	0	+39	+20	+51	+32	+62	+32	-	-	-	-	-54	-20	-66	-32	-77	-32	-	-	-	-	-50	-24	-62	-36	-72	-38	-	-	-	-				
				80	100	-20	0	+45	+23	+59	+37	+72	+37	+73	+51	+86	+51	-65	-23	-79	-37	-92	-37	-93	-51	-106	-51	-59	-29	-73	-43	-85	-44	-87	-57	-99	-58
								100	120	-20	0	+45	+23	+59	+37	+72	+37	+76	+54	+89	+54	-65	-23	-79	-37	-92	-37	-96	-54	-109	-54	-59	-29	-73	-43	-85	-44
120	140	-25	0	+52	+27	+68	+43					+83	+43	+88	+63	+103	+63	-77	-27	-93	-43	-108	-43	-113	-63	-128	-63	-70	-34	-86	-50	-100	-51	-106	-70	-120	-71
				140	160	-25	0	+52	+27	+68	+43	+83	+43	+90	+65	+105	+65	-77	-27	-93	-43	-108	-43	-115	-65	-130	-65	-70	-34	-86	-50	-100	-51	-108	-72	-122	-73
								160	180	-25	0	+52	+27	+68	+43	+83	+43	+93	+68	+108	+68	-77	-27	-93	-43	-108	-43	-118	-68	-133	-68	-70	-34	-86	-50	-100	-51
180	200	-30	0	+60	+31	+79	+50					+96	+50	+106	+77	+123	+77	-90	-31	-109	-50	-126	-50	-118	-77	-153	-77	-82	-39	-101	-58	-116	-60	-128	-85	-143	-87
				200	225	-30	0	+60	+31	+79	+50	+96	+50	+109	+80	+126	+80	-90	-31	-109	-50	-126	-50	-139	-80	-156	-80	-82	-39	-101	-58	-116	-60	-131	-88	-146	-90
								225	250	-30	0	+60	+31	+79	+50	+96	+50	+113	+84	+130	+84	-90	-31	-109	-50	-126	-50	-143	-84	-160	-84	-82	-39	-101	-58	-116	-60
250	280	-35	0	+66	+34	+88	+56					+108	+56	+126	+94	+146	+94	-101	-34	-123	-56	-143	-56	-161	-94	-181	-94	-92	-43	-114	-65	-131	-68	-152	-103	-169	-106
				280	315	-35	0	+66	+34	+88	+56	+108	+56	+130	+98	+150	+98	-101	-34	-123	-56	-143	-56	-165	-98	-185	-98	-92	-43	-114	-65	-131	-68	-156	-107	-173	-110
								315	355	-40	0	+73	+37	+98	+62	+119	+62	+144	+108	+165	+108	-113	-37	-138	-62	-159	-62	-184	-108	-205	-108	-102	-48	-127	-73	-146	-75
355	400	-40	0	+73	+37	+98	+62					+119	+62	+150	+114	+171	+114	-113	-37	-138	-62	-159	-62	-190	-114	-211	-114	-102	-48	-127	-73	-146	-75	-179	-125	-198	-127
				400	450	-45	0	+80	+40	+108	+68	+131	+68	+166	+126	+189	+126	-125	-40	-153	-68	-176	-68	-211	-126	-234	-126	-113	-52	-141	-80	-161	-83	-199	-138	-219	-141

## Tengelytűrések és eredő illesztések (metrikus)

Tengely Névleges átmérő d	Csapágó Furatátmérő tűrés $\Delta_{dmp}$	A tengelyátmérő eltérései, eredő illesztések											
		Tűrések		n6		p6		p7		r6		r7	
		Eltérések (tengelyátmérő)											
		Elméleti hézag (-)											
		Valószínűsíthető hézag (-)											
felett	-ig	alsó	felső	µm									
mm		µm		µm									
450	500	-45	0	+80	+40	+108	+68	+131	+68	+172	+132	+195	+132
				-125	-40	-153	-68	-176	-68	-217	-132	-240	-132
				-113	-52	-141	-80	-161	-83	-205	-144	-225	-147
500	560	-50	0	+88	+44	+122	+78	+148	+78	+194	+150	+220	+150
				-138	-44	-172	-78	-198	-78	-244	-150	-270	-150
				-125	-57	-159	-91	-182	-94	-231	-163	-254	-166
560	630	-50	0	+88	+44	+122	+78	+148	+78	+199	+155	+225	+155
				-138	-44	-172	-78	-198	-78	-249	-155	-275	-155
				-125	-57	-159	-91	-182	-94	-236	-168	-259	-171
630	710	-75	0	+100	+50	+138	+88	+168	+88	+225	+175	+255	+175
				-175	-50	-213	-88	-243	-88	-300	-175	-330	-175
				-158	-67	-196	-105	-221	-110	-283	-192	-308	-197
710	800	-75	0	+100	+50	+138	+88	+168	+88	+235	+185	+265	+185
				-175	-50	-213	-88	-243	-88	-310	-185	-340	-185
				-158	-67	-196	-105	-221	-110	-293	-202	-318	-207
800	900	-100	0	+112	+56	+156	+100	+190	+100	+266	+210	+300	+210
				-212	-56	-256	-100	-290	-100	-366	-210	-400	-210
				-192	-76	-236	-120	-263	-127	-346	-230	-373	-237
900	1000	-100	0	+112	+56	+156	+100	+190	+100	+276	+220	+310	+220
				-212	-56	-256	-100	-290	-100	-376	-220	-410	-220
				-192	-76	-236	-120	-263	-127	-356	-240	-383	-247
1000	1120	-125	0	+132	+66	+186	+120	+225	+120	+316	+250	+355	+250
				-257	-66	-311	-120	-350	-120	-441	-250	-480	-250
				-233	-90	-287	-144	-317	-153	-417	-274	-447	-283
1120	1250	-125	0	+132	+66	+186	+120	+225	+120	+326	+260	+365	+260
				-257	-66	-311	-120	-350	-120	-451	-260	-490	-260
				-233	-90	-287	-144	-317	-153	-427	-284	-457	-293
1250	1400	-160	0	+156	+78	+218	+140	+265	+140	+378	+300	+425	+300
				-316	-78	-378	-140	-425	-140	-538	-300	-585	-300
				-286	-108	-348	-170	-385	-180	-508	-330	-545	-340
1400	1600	-160	0	+156	+78	+218	+140	+265	+140	+408	+330	+455	+330
				-316	-78	-378	-140	-425	-140	-568	-330	-615	-330
				-286	-108	-348	-170	-385	-180	-538	-360	-575	-370
1600	1800	-200	0	+184	+92	+262	+170	+320	+170	+462	+370	+520	+370
				-384	-92	-462	-170	-520	-170	-662	-370	-720	-370
				-349	-127	-427	-205	-470	-220	-627	-405	-670	-420
1800	2000	-200	0	+184	+92	+262	+170	+320	+170	+492	+400	+550	+400
				-384	-92	-462	-170	-520	-170	-692	-400	-750	-400
				-349	-127	-427	-205	-470	-220	-657	-435	-700	-450

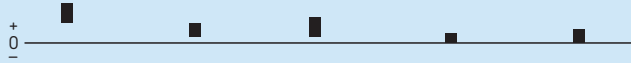
Tengelytűrések és eredő illesztések (metrikus)

Tengely		Csapágy		A tengelyátmérő eltérései, eredő illesztések			
Névleges átmérő		Furatátmérő tűrése		Tűrések			
d		$\Delta_{dmp}$		$s6_{min} \pm IT6/2$		$s7_{min} \pm IT7/2$	
				Eltérések (tengelyátmérő)			
				Elméleti hézag (-)			
				Valószínűsíthető hézag (-)			
felett	-ig	alsó	felső	μm			
mm		μm		μm			
200	225	-30	0	+144	+115	+153	+107
				-174	-115	-183	-107
				-166	-123	-173	-117
225	250	-30	0	+154	+125	+163	+117
				-184	-125	-193	-117
				-176	-133	-183	-127
250	280	-35	0	+174	+142	+184	+132
				-209	-142	-219	-132
				-200	-151	-207	-144
280	315	-35	0	+186	+154	+196	+144
				-221	-154	-231	-144
				-212	-163	-219	-156
315	355	-40	0	+208	+172	+218	+161
				-248	-172	-258	-161
				-237	-183	-245	-174
355	400	-40	0	+226	+190	+236	+179
				-266	-190	-276	-179
				-255	-201	-263	-192
400	450	-45	0	+252	+212	+263	+200
				-297	-212	-308	-200
				-285	-224	-293	-215
450	500	-45	0	+272	+232	+283	+220
				-317	-232	-328	-220
				-305	-244	-313	-235
500	560	-50	0	+302	+258	+315	+245
				-352	-258	-365	-245
				-339	-271	-349	-261
560	630	-50	0	+332	+288	+345	+275
				-382	-288	-395	-275
				-369	-301	-379	-291
630	710	-75	0	+365	+315	+380	+300
				-440	-315	-455	-300
				-423	-332	-433	-322
710	800	-75	0	+405	+355	+420	+340
				-480	-355	-495	-340
				-463	-372	-473	-362
800	900	-100	0	+458	+402	+475	+385
				-558	-402	-575	-385
				-538	-422	-548	-412
900	1000	-100	0	+498	+442	+515	+425
				-598	-442	-615	-425
				-578	-462	-588	-452

## Tengelytűrések és eredő illesztések (metrikus)

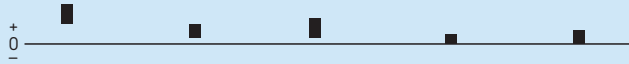
Tengely		Csapágó		A tengelyátmérő eltérései, eredő illesztések			
Névleges átmérő d		Furatátmérő tűrés $\Delta_{dmp}$		Tűrések			
				$s6_{min} \pm IT6/2$		$s7_{min} \pm IT7/2$	
				Eltérések (tengelyátmérő)			
				Elméleti hézag (-)			
				Valószínűsíthető hézag (-)			
felett	-ig	alsó	felső	mm			
mm		$\mu\text{m}$		$\mu\text{m}$			
1 000	1 120	-125	0	+553	+487	+572	+467
				-678	-487	-697	-467
				-654	-511	-664	-500
1 120	1 250	-125	0	+613	+547	+632	+527
				-738	-547	-757	-527
				-714	-571	-724	-560
1 250	1 400	-160	0	+679	+601	+702	+577
				-839	-601	-862	-577
				-809	-631	-822	-617
1 400	1 600	-160	0	+759	+681	+782	+657
				-919	-681	-942	-657
				-889	-711	-902	-697
1 600	1 800	-200	0	+866	+774	+895	+745
				-1 066	-774	-1 095	-745
				-1 031	-809	-1 045	-795
1 800	2 000	-200	0	+966	+874	+995	+845
				-1 166	-874	-1 195	-845
				-1 131	-909	-1 145	-895

Háztűrések és eredő illesztések (metrikus)



Ház		Csapágó		A házfurat átmérő eltérései, eredő illesztések									
Névleges furatátmérő D		Külső átmérő tűrés $\Delta_{Dmp}$		Tűrés									
				F7	G6	G7	H5	H6					
				Eltérések (házfurat átmérő)									
				Elméleti túlfedés (+)									
				Valószínűsíthető túlfedés (+)									
felett	-ig	felső	alsó	µm									
mm		µm		µm									
6	10	0	-8	+13	+28	+5	+14	+5	+20	0	+6	0	+9
				+13	+36	+5	+22	+5	+28	0	+14	0	+17
				+16	+33	+7	+20	+8	+25	+2	+12	+2	+15
10	18	0	-8	+16	+34	+6	+17	+6	+24	0	+8	0	+11
				+16	+42	+6	+25	+6	+32	0	+18	0	+19
				+19	+39	+8	+23	+9	+29	+2	+16	+2	+17
18	30	0	-9	+20	+41	+7	+20	+7	+28	0	+9	+0	+13
				+20	+50	+7	+29	+7	+37	0	+18	0	+22
				+23	+47	+10	+26	+10	+34	+2	+16	+3	+19
30	50	0	-11	+25	+50	+9	+25	+9	+34	0	+11	0	+16
				+25	+61	+9	+36	+9	+45	0	+22	0	+27
				+29	+57	+12	+33	+13	+41	+3	+19	+3	+24
50	80	0	-13	+30	+60	+10	+29	+10	+40	0	+13	0	+19
				+30	+73	+10	+42	+10	+53	0	+26	0	+32
				+35	+68	+14	+38	+15	+48	+3	+23	+4	+28
80	120	0	-15	+36	+71	+12	+34	+12	+47	0	+15	0	+22
				+36	+86	+12	+49	+12	+62	0	+30	0	+37
				+41	+81	+17	+44	+17	+57	+4	+26	+5	+32
120	150	0	-18	+43	+83	+14	+39	+14	+54	0	+18	0	+25
				+43	+101	+14	+57	+14	+72	0	+36	0	+43
				+50	+94	+20	+51	+21	+65	+5	+31	+6	+37
150	180	0	-25	+43	+83	+14	+39	+14	+54	0	+18	0	+25
				+43	+108	+14	+64	+14	+79	0	+43	0	+50
				+51	+100	+21	+57	+22	+71	+6	+37	+7	+43
180	250	0	-30	+50	+96	+15	+44	+15	+61	0	+20	0	+29
				+50	+126	+15	+74	+15	+91	0	+50	0	+59
				+60	+116	+23	+66	+25	+81	+6	+44	+8	+51
250	315	0	-35	+56	+108	+17	+49	+17	+69	0	+23	0	+32
				+56	+143	+17	+84	+17	+104	0	+58	0	+67
				+68	+131	+26	+75	+29	+92	+8	+50	+9	+58
315	400	0	-40	+62	+119	+18	+54	+18	+75	0	+25	0	+36
				+62	+159	+18	+94	+18	+115	0	+65	0	+76
				+75	+146	+29	+83	+31	+102	+8	+57	+11	+65
400	500	0	-45	+68	+131	+20	+60	+20	+83	0	+27	0	+40
				+68	+176	+20	+105	+20	+128	0	+72	0	+85
				+83	+161	+32	+93	+35	+113	+9	+63	+12	+73
500	630	0	-50	+76	+146	+22	+66	+22	+92	0	+28	0	+44
				+76	+196	+22	+116	+22	+142	0	+78	0	+94
				+92	+180	+35	+103	+38	+126	+10	+68	+13	+81
630	800	0	-75	+80	+160	+24	+74	+24	+104	0	+32	0	+50
				+80	+235	+24	+149	+24	+179	0	+107	0	+125
				+102	+213	+41	+132	+46	+157	+12	+95	+17	+108

## Háztűrések és eredő illesztések (metrikus)



Ház  
Névleges  
furatátmérő  
D

Csapágy  
Külső átmérő  
tűrés  
 $\Delta_{Dmp}$

A házfurat átmérő eltérései, eredő illesztések  
Tűrések

F7 G6 G7 H5 H6

Eltérések (házfurat átmérő)

Elméleti túlfedés (+)

Valószínűsíthető túlfedés (+)

felett -ig

felső alsó

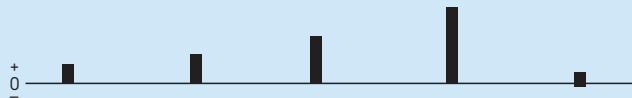
mm

$\mu\text{m}$

$\mu\text{m}$

800	1000	0	-100	+86	+176	+26	+82	+26	+116	0	+36	0	+56
				+86	+276	+26	+182	+26	+216	0	+136	0	+156
				+113	+249	+46	+162	+53	+189	+14	+122	+20	+136
1000	1250	0	-125	+98	+203	+28	+94	+28	+133	0	+42	0	+66
				+98	+328	+28	+219	+28	+258	0	+167	0	+191
				+131	+295	+52	+195	+61	+225	+17	+150	+24	+167
1250	1600	0	-160	+110	+235	+30	+108	+30	+155	0	+50	0	+78
				+110	+395	+30	+268	+30	+315	0	+210	0	+238
				+150	+355	+60	+238	+70	+275	+21	+189	+30	+208
1600	2000	0	-200	+120	+270	+32	+124	+32	+182	0	+60	0	+92
				+120	+470	+32	+324	+32	+382	0	+260	0	+292
				+170	+420	+67	+289	+82	+332	+25	+235	+35	+257
2000	2500	0	-250	+130	+305	+34	+144	+34	+209	0	+70	0	+110
				+130	+555	+34	+394	+34	+459	0	+320	0	+360
				+189	+496	+77	+351	+93	+400	+30	+290	+43	+317

Háztűrések és eredő illesztések (metrikus)



Ház Névleges furatátmérő D	Csapággy Külső átmérő tűrés $\Delta_{Dmp}$	A házfurat átmérő eltérései, eredő illesztések											
		Tűrések		H7		H8		H9		H10		J6	
		eltérések (házfurat átmérő)	Elméleti hézag (-)/túlfeledés (+)	Valószínűsíthető hézag (-)/túlfeledés (+)									
felett	-ig	felső	alsó										
mm		$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$									
6	10	0	-8	0	+15	0	+22	0	+36	0	+58	-4	+5
				0	+23	0	+30	0	+44	0	+66	-4	+13
				+3	+20	+3	+27	+3	+41	+3	+63	-2	+11
10	18	0	-8	0	+18	0	+27	0	+43	0	+70	-5	+6
				0	+26	0	+35	0	+51	0	+78	-5	+14
				+3	+23	+3	+32	+3	+48	+3	+75	-3	+12
18	30	0	-9	0	+21	0	+33	0	+52	0	+84	-5	+8
				0	+30	0	+42	0	+61	0	+93	-5	+17
				+3	+27	+3	+39	+4	+57	+4	+89	-2	+14
30	50	0	-11	0	+25	0	+39	0	+62	0	+100	-6	+10
				0	+36	0	+50	0	+73	0	+111	-6	+21
				+4	+32	+4	+46	+5	+68	+5	+106	-3	+18
50	80	0	-13	0	+30	0	+46	0	+74	0	+120	-6	+13
				0	+43	0	+59	0	+87	0	+133	-6	+26
				+5	+38	+5	+54	+5	+82	+6	+127	-2	+22
80	120	0	-15	0	+35	0	+54	0	+87	0	+140	-6	+16
				0	+50	0	+69	0	+102	0	+155	-6	+31
				+5	+45	+6	+63	+6	+96	+7	+148	-1	+26
120	150	0	-18	0	+40	0	+63	0	+100	0	+160	-7	+18
				0	+58	0	+81	0	+118	0	+178	-7	+36
				+7	+51	+7	+74	+8	+110	+8	+170	-1	+30
150	180	0	-25	0	+40	0	+63	0	+100	0	+160	-7	+18
				0	+65	0	+88	0	+125	0	+185	-7	+43
				+8	+57	+10	+78	+10	+115	+11	+174	0	+36
180	250	0	-30	0	+46	0	+72	0	+115	0	+185	-7	+22
				0	+76	0	+102	0	+145	0	+215	-7	+52
				+10	+66	+12	+90	+13	+132	+13	+202	+1	+44
250	315	0	-35	0	+52	0	+81	0	+130	0	+210	-7	+25
				0	+87	0	+116	0	+165	0	+245	-7	+60
				+12	+75	+13	+103	+15	+150	+16	+229	+2	+51
315	400	0	-40	0	+57	0	+89	0	+140	0	+230	-7	+29
				0	+97	0	+129	0	+180	0	+270	-7	+69
				+13	+84	+15	+114	+17	+163	+18	+252	+4	+58
400	500	0	-45	0	+63	0	+97	0	+155	0	+250	-7	+33
				0	+108	0	+142	0	+200	0	+295	-7	+78
				+15	+93	+17	+125	+19	+181	+20	+275	+5	+66
500	630	0	-50	0	+70	0	+110	0	+175	0	+280	-	-
				0	+120	0	+160	0	+225	0	+330	-	-
				+16	+104	+19	+141	+21	+204	+22	+308	-	-
630	800	0	-75	0	+80	0	+125	0	+200	0	+320	-	-
				0	+155	0	+200	0	+275	0	+395	-	-
				+22	+133	+27	+173	+30	+245	+33	+362	-	-



## Háztűrések és eredő illesztések (metrikus)



Ház  
Névleges  
furatátmérő  
D

Csapágy  
Külső átmérő  
tűrés  
 $\Delta_{Dmp}$

A házfurat átmérő eltérései, eredő illesztések  
Tűrés

H7 H8 H9 H10 J6

Eltérések (házfurat átmérő)  
Elméleti hézag (-)/túlfedés (+)  
Valószínűsíthető hézag (-)/túlfedés (+)

felett -ig

felső alsó

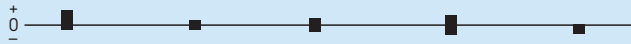
mm

$\mu\text{m}$

$\mu\text{m}$

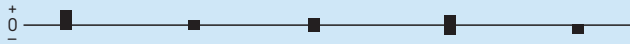
800	1000	0	-100	0	+90	0	+140	0	+230	0	+360	-	-
				0	+190	0	+240	0	+330	0	+460	-	-
				+27	+163	+33	+207	+39	+291	+43	+417	-	-
1000	1250	0	-125	0	+105	0	+165	0	+260	0	+420	-	-
				0	+230	0	+290	0	+385	0	+545	-	-
				+33	+197	+41	+249	+48	+337	+53	+492	-	-
1250	1600	0	-160	0	+125	0	+195	0	+310	0	+500	-	-
				0	+285	0	+355	0	+470	0	+660	-	-
				+40	+245	+51	+304	+60	+410	+67	+593	-	-
1600	2000	0	-200	0	+150	0	+230	0	+370	0	+600	-	-
				0	+350	0	+430	0	+570	0	+800	-	-
				+50	+300	+62	+368	+74	+496	+83	+717	-	-
2000	2500	0	-250	0	+175	0	+280	0	+440	0	+700	-	-
				0	+425	0	+530	0	+690	0	+950	-	-
				+59	+366	+77	+453	+91	+599	+103	+847	-	-

Háztűrések eredő illesztések (metrikus)



Ház Névleges furatátmérő D		Csapágó Külső átmérő tűrés $\Delta_{Dmp}$		A házfurat átmérő eltérései, eredő illesztések									
				Tűrés					Tűrés				
				J7	J55	J56	J57	K5					
				Eltérések (házfurat átmérő)									
				Elméleti hézag (-)/túlfedés (+)									
				Valószínűsíthető hézag (-)/túlfedés (+)									
felett	-ig	felső	alsó	µm									
mm		mm	µm	µm									
6	10	0	-8	-7	+8	-3	+3	-4,5	+4,5	-7,5	+7,5	-5	+1
				-7	+16	-3	+11	-4,5	+12,5	-7,5	+15,5	-5	+9
				-4	+13	-1	+9	-3	+11	-5	+13	-3	+7
10	18	0	-8	-8	+10	-4	+4	-5,5	+5,5	-9	+9	-6	+2
				-8	+18	-4	+12	-5,5	+13,5	-9	+17	-6	+10
				-5	+15	-2	+10	-3	+11	-6	+14	-4	+8
18	30	0	-9	-9	+12	-4,5	+4,5	-6,5	+6,5	-10,5	+10,5	-8	+1
				-9	+21	-4,5	+13,5	-6,5	+15,5	-10,5	+19,5	-8	+10
				-6	+18	-2	+11	-4	+13	-7	+16	-6	+8
30	50	0	-11	-11	+14	-5,5	+5,5	-8	+8	-12,5	+12,5	-9	+2
				-11	+25	-5,5	+16,5	-8	+19	-12,5	+23,5	-9	+13
				-7	+21	-3	+14	-5	+16	-9	+20	-6	+10
50	80	0	-13	-12	+18	-6,5	+6,5	-9,5	+9,5	-15	+15	-10	+3
				-12	+31	-6,5	+19,5	-9,5	+22,5	-15	+28	-10	+16
				-7	+26	-3	+16	-6	+19	-10	+23	-7	+13
80	120	0	-15	-13	+22	-7,5	+7,5	-11	+11	-17,5	+17,5	-13	+2
				-13	+37	-7,5	+22,5	-11	+26	-17,5	+32,5	-13	+17
				-8	+32	-4	+19	-6	+21	-12	+27	-9	+13
120	150	0	-18	-14	+26	-9	+9	-12,5	+12,5	-20	+20	-15	+3
				-14	+44	-9	+27	-12,5	+30,5	-20	+38	-15	+21
				-7	+37	-4	+22	-7	+25	-13	+31	-10	+16
150	180	0	-25	-14	+26	-9	+9	-12,5	+12,5	-20	+20	-15	+3
				-14	+51	-9	+34	-12,5	+37,5	-20	+45	-15	+28
				-6	+43	-3	+28	-6	+31	-12	+37	-9	+22
180	250	0	-30	-16	+30	-10	+10	-14,5	+14,5	-23	+23	-18	+2
				-16	+60	-10	+40	-14,5	+44,5	-23	+53	-18	+32
				-6	+50	-4	+34	-6	+36	-13	+43	-12	+26
250	315	0	-35	-16	+36	-11,5	+11,5	-16	+16	-26	+26	-20	+3
				-16	+71	-11,5	+46,5	-16	+51	-26	+61	-20	+38
				-4	+59	-4	+39	-7	+42	-14	+49	-12	+30
315	400	0	-40	-18	+39	-12,5	+12,5	-18	+18	-28,5	+28,5	-22	+3
				-18	+79	-12,5	+52,5	-18	+58	-28,5	+68,5	-22	+43
				-5	+66	-4	+44	-7	+47	-15	+55	-14	+35
400	500	0	-45	-20	+43	-13,5	+13,5	-20	+20	-31,5	+31,5	-25	+2
				-20	+88	-13,5	+58,5	-20	+65	-31,5	+76,5	-25	+47
				-5	+73	-4	+49	-8	+53	-17	+62	-16	+38
500	630	0	-50	-	-	-14	+14	-22	+22	-35	+35	-	-
				-	-	-14	+64	-22	+72	-35	+85	-	-
				-	-	-4	+54	-9	+59	-19	+69	-	-
630	800	0	-75	-	-	-16	+16	-25	+25	-40	+40	-	-
				-	-	-16	+91	-25	+100	-40	+115	-	-
				-	-	-4	+79	-8	+83	-18	+93	-	-

## Háztűrések és eredő illesztések (metrikus)



Ház		Csapágy		A házfurat átmérő eltérései, eredő illesztések										
Névleges furatátmérő D		Külső átmérő tűrés $\Delta_{Dmp}$		Tűrések					Tűrések					
				J7	J5	J5	J6	J7	J7	K5				
				Eltérések (házfurat átmérő)										
				Elméleti hézag (-)/túlfedés (+)										
				Valószínűsíthető hézag (-)/túlfedés (+)										
felett	-ig	felső	alsó	$\mu\text{m}$										
mm		$\mu\text{m}$		$\mu\text{m}$										
800	1000	0	-100	-	-	-18	+18	-28	+28	-45	+45	-	-	
				-	-	-18	+118	-28	+128	-45	+145	-	-	
				-	-	-4	+104	-8	+108	-18	+118	-	-	
1000	1250	0	-125	-	-	-21	+21	-33	+33	-52	+52	-	-	
				-	-	-21	+146	-33	+158	-52	+177	-	-	
				-	-	-4	+129	-9	+134	-20	+145	-	-	
1250	1600	0	-160	-	-	-25	+25	-39	+39	-62	+62	-	-	
				-	-	-25	+185	-39	+199	-62	+222	-	-	
				-	-	-4	+164	-9	+169	-22	+182	-	-	
1600	2000	0	-200	-	-	-30	+30	-46	+46	-75	+75	-	-	
				-	-	-30	+230	-46	+246	-75	+275	-	-	
				-	-	-5	+205	-11	+211	-25	+225	-	-	
2000	2500	0	-250	-	-	-35	+35	-55	+55	-87	+87	-	-	
				-	-	-35	+285	-55	+305	-87	+337	-	-	
				-	-	-5	+255	-12	+262	-28	+278	-	-	

Háztűrések és eredő illesztések (metrikus)



Ház Névleges furatátmérő D		Csapágó Külső átmérő tűrés $\Delta_{Dmp}$		A házfurat átmérő eltérései, eredő illesztések																																	
				Tűrés																																	
				K6	K7	M5	M6	M7																													
				Eltérések (házfurat átmérő)																																	
				Elméleti hézag (-)/túlfedés (+)																																	
				Valószínűsíthető hézag (-)/túlfedés (+)																																	
felett	-ig	felső	alsó	µm																																	
mm		µm		µm																																	
6	10	0	-8	-7	+2	-10	+5	-10	-4	-12	-3	-15	0	-7	+10	-10	+13	-10	+4	-12	+5	-15	+8	-5	+8	-7	+10	-8	+2	-10	+3	-12	+5				
				10	18	0	-8	-9	+2	-12	+6	-12	-4	-15	-4	-18	0	-9	+10	-12	+14	-12	+4	-15	+4	-18	+8	-7	+8	-9	+11	-10	+2	-13	+2	-15	+5
								18	30	0	-9	-11	+2	-15	+6	-14	-4	-17	-4	-21	0	-11	+11	-15	+15	-14	+4	-17	+5	-21	+9	-8	+8	-12	+12	-12	+2
30	50	0	-11									-13	+3	-18	+7	-16	-5	-20	-4	-25	0	-13	+14	-18	+18	-16	+6	-20	+7	-25	+11	-10	+11	-14	+14	-13	+3
				50	80	0	-13					-15	+4	-21	+9	-19	-6	-24	-5	-30	0	-15	+17	-21	+22	-19	+7	-24	+8	-30	+13	-11	+13	-16	+17	-16	+4
								80	120	0	-15	-18	+4	-25	+10	-23	-8	-28	-6	-35	0	-18	+19	-25	+25	-23	+7	-28	+9	-35	+15	-13	+14	-20	+20	-19	+3
120	150	0	-18									-21	+4	-28	+12	-27	-9	-33	-8	-40	0	-21	+22	-28	+30	-27	+9	-33	+10	-40	+18	-15	+16	-21	+23	-22	+4
				150	180	0	-25					-21	+4	-28	+12	-27	-9	-33	-8	-40	0	-21	+29	-28	+37	-27	+16	-33	+17	-40	+25	-14	+22	-20	+29	-21	+10
								180	250	0	-30	-24	+5	-33	+13	-31	-11	-37	-8	-46	0	-24	+35	-33	+43	-31	+19	-37	+22	-46	+30	-16	+27	-23	+33	-25	+13
250	315	0	-35									-27	+5	-36	+16	-36	-13	-41	-9	-52	0	-27	+40	-36	+51	-36	+22	-41	+26	-52	+35	-18	+31	-24	+39	-28	+14
				315	400	0	-40					-29	+7	-40	+17	-39	-14	-46	-10	-57	0	-29	+47	-40	+57	-39	+26	-46	+30	-57	+40	-18	+36	-27	+44	-31	+18
								400	500	0	-45	-32	+8	-45	+18	-43	-16	-50	-10	-63	0	-32	+53	-45	+63	-43	+29	-50	+35	-63	+45	-20	+41	-30	+48	-34	+20
500	630	0	-50									-44	0	-70	0	-	-	-70	-26	-96	-26	-44	+50	-70	+50	-	-	-70	+24	-96	+24	-31	+37	-54	+34	-	-
				630	800	0	-75					-50	0	-80	0	-	-	-80	-30	-110	-30	-50	+75	-80	+75	-	-	-80	+45	-110	+45	-33	+58	-58	+53	-	-

## Háztűrések és eredő illesztések (metrikus)



Ház		Csapágy		A házfurat átmérő eltérései, eredő illesztések																													
Névleges furatátmérő D		Külső átmérő tűrés $\Delta_{Dmp}$		Tűrések		K6		K7		M5		M6		M7																			
felett	-ig	felső	alsó	Eltérések (házfurat átmérő)																													
				Elméleti hézag (-)/túlfedés (+)																													
				Valószínűsíthető hézag (-)/túlfedés (+)																													
mm		$\mu\text{m}$		$\mu\text{m}$																													
800	1000	0	-100	-56	0	-90	0	-	-	-90	-34	-124	-34	-56	+100	-90	+100	-	-	-90	+66	-124	+66	-36	+80	-63	+73	-	-	-70	+46	-97	+39
				-66	0	-105	0	-	-	-106	-40	-145	-40	-66	+125	-105	+125	-	-	-106	+85	-145	+85	-42	+101	-72	+92	-	-	-82	+61	-112	+52
				-78	0	-125	0	-	-	-126	-48	-173	-48	-78	+160	-125	+160	-	-	-126	+112	-173	+112	-48	+130	-85	+120	-	-	-96	+82	-133	+72
1000	1250	0	-125	-92	0	-150	0	-	-	-158	-58	-208	-58	-92	+200	-150	+200	-	-	-150	+142	-208	+142	-57	+165	-100	+150	-	-	-115	+107	-158	+92
				-92	0	-150	0	-	-	-158	-58	-208	-58	-92	+200	-150	+200	-	-	-150	+142	-208	+142	-57	+165	-100	+150	-	-	-115	+107	-158	+92
				-110	0	-175	0	-	-	-178	-68	-243	-68	-110	+250	-175	+250	-	-	-178	+182	-243	+182	-67	+207	-116	+191	-	-	-135	+139	-184	+123
1250	1600	0	-160	-110	0	-175	0	-	-	-178	-68	-243	-68	-110	+250	-175	+250	-	-	-178	+182	-243	+182	-67	+207	-116	+191	-	-	-135	+139	-184	+123
				-110	0	-175	0	-	-	-178	-68	-243	-68	-110	+250	-175	+250	-	-	-178	+182	-243	+182	-67	+207	-116	+191	-	-	-135	+139	-184	+123
				-110	0	-175	0	-	-	-178	-68	-243	-68	-110	+250	-175	+250	-	-	-178	+182	-243	+182	-67	+207	-116	+191	-	-	-135	+139	-184	+123
1600	2000	0	-200	-110	0	-175	0	-	-	-178	-68	-243	-68	-110	+250	-175	+250	-	-	-178	+182	-243	+182	-67	+207	-116	+191	-	-	-135	+139	-184	+123
				-110	0	-175	0	-	-	-178	-68	-243	-68	-110	+250	-175	+250	-	-	-178	+182	-243	+182	-67	+207	-116	+191	-	-	-135	+139	-184	+123
				-110	0	-175	0	-	-	-178	-68	-243	-68	-110	+250	-175	+250	-	-	-178	+182	-243	+182	-67	+207	-116	+191	-	-	-135	+139	-184	+123
2000	2500	0	-250	-110	0	-175	0	-	-	-178	-68	-243	-68	-110	+250	-175	+250	-	-	-178	+182	-243	+182	-67	+207	-116	+191	-	-	-135	+139	-184	+123
				-110	0	-175	0	-	-	-178	-68	-243	-68	-110	+250	-175	+250	-	-	-178	+182	-243	+182	-67	+207	-116	+191	-	-	-135	+139	-184	+123
				-110	0	-175	0	-	-	-178	-68	-243	-68	-110	+250	-175	+250	-	-	-178	+182	-243	+182	-67	+207	-116	+191	-	-	-135	+139	-184	+123

Háztűrések és eredő illesztések (metrikus)

Ház Névleges furatátmérő D		Csapágó Külső átmérő Tűrés $\Delta_{Dmp}$		A házfurat átmérő eltérései, eredő illesztés Tűrés							
				N6		N7		P6		P7	
felett	-ig	felső	alsó	Eltérések (házfurat átmérő) Elméleti hézag (-)/túlfezés (+) Valószínűsíthető hézag (-)/túlfezés (+)							
mm		$\mu\text{m}$		$\mu\text{m}$							
6	10	0	-8	-16	-7	-19	-4	-21	-12	-24	-9
				-16	+1	-19	+4	-21	-4	-24	-1
				-14	-1	-16	+1	-19	-6	-21	-4
10	18	0	-8	-20	-9	-23	-5	-26	-15	-29	-11
				-20	-1	-23	+3	-26	-7	-29	-3
				-18	-3	-20	0	-24	-9	-26	-6
18	30	0	-9	-24	-11	-28	-7	-31	-18	-35	-14
				-24	-2	-28	+2	-31	-9	-35	-5
				-21	-5	-25	-1	-28	-12	-32	-8
30	50	0	-11	-28	-12	-33	-8	-37	-21	-42	-17
				-28	-1	-33	+3	-37	-10	-42	-6
				-25	-4	-29	-1	-34	-13	-38	-10
50	80	0	-13	-33	-14	-39	-9	-45	-26	-51	-21
				-33	-1	-39	+4	-45	-13	-51	-8
				-29	-5	-34	-1	-41	-17	-46	-13
80	120	0	-15	-38	-16	-45	-10	-52	-30	-59	-24
				-38	-1	-45	+5	-52	-15	-59	-9
				-33	-6	-40	0	-47	-20	-54	-14
120	150	0	-18	-45	-20	-52	-12	-61	-36	-68	-28
				-45	-2	-52	+6	-61	-18	-68	-10
				-39	-8	-45	-1	-55	-24	-61	-17
150	180	0	-25	-45	-20	-52	-12	-61	-36	-68	-28
				-45	+5	-52	+13	-61	-11	-68	-3
				-38	-2	-44	+5	-54	-18	-60	-11
180	250	0	-30	-51	-22	-60	-14	-70	-41	-79	-33
				-51	+8	-60	+16	-70	-11	-79	-3
				-43	0	-50	+6	-62	-19	-69	-13
250	315	0	-35	-57	-25	-66	-14	-79	-47	-88	-36
				-57	+10	-66	+21	-79	-12	-88	-1
				-48	+1	-54	+9	-70	-21	-76	-13
315	400	0	-40	-62	-26	-73	-16	-87	-51	-98	-41
				-62	+14	-73	+24	-87	-11	-98	-1
				-51	+3	-60	+11	-76	-22	-85	-14
400	500	0	-45	-67	-27	-80	-17	-95	-55	-108	-45
				-67	+18	-80	+28	-95	-10	-108	0
				-55	+6	-65	+13	-83	-22	-93	-15
500	630	0	-50	-88	-44	-114	-44	-122	-78	-148	-78
				-88	+6	-114	+6	-122	-28	-148	-28
				-75	-7	-98	-10	-109	-41	-132	-44
630	800	0	-75	-100	-50	-130	-50	-138	-88	-168	-88
				-100	+25	-130	+25	-138	-13	-168	-13
				-83	+8	-108	+3	-121	-30	-146	-35

## Háztűrések és eredő illesztések (metrikus)

Ház Névleges furatátmérő D		Csapágy Külső átmérő tűrés $\Delta_{Dmp}$		A házfurat átmérő eltérései, eredő illesztések							
				Tűrés		N6		N7		P6	
felett -ig		felső	alsó	Eltérések (házfurat átmérő)							
				Elméleti hézag (-)/túlfedés (+)							
				Valószínűsíthető hézag (-)/túlfedés (+)							
mm		$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$							
800	1000	0	-100	-112	-56	-146	-56	-156	-100	-190	-100
				-112	+44	-146	+44	-156	0	-190	0
				-92	+24	-119	+17	-136	-20	-163	-27
1000	1250	0	-125	-132	-66	-171	-66	-186	-120	-225	-120
				-132	+59	-171	+59	-186	+5	-225	+5
				-108	+35	-138	+26	-162	-19	-192	-28
1250	1600	0	-160	-156	-78	-203	-78	-218	-140	-265	-140
				-156	+82	-203	+82	-218	+20	-265	+20
				-126	+52	-163	+42	-188	-10	-225	-20
1600	2000	0	-200	-184	-92	-242	-92	-262	-170	-320	-170
				-184	+108	-242	+108	-262	+30	-320	+30
				-149	+73	-192	+58	-227	-5	-270	-20
2000	2500	0	-250	-220	-110	-285	-110	-305	-195	-370	-195
				-220	+140	-285	+140	-305	+55	-370	+55
				-177	+97	-226	+81	-262	+12	-311	-4

Tengelytűrések és eredő illesztések (hüvelyk méretekhez)

d	Csapágy furatátmérő		Eredő illesztés		f5		f6		g5		g6		Illesztés <sup>1)</sup>	
	max.	min.	Tengelyátmérő max.	Tengelyátmérő min.	Illesztés <sup>1)</sup>	Tengelyátmérő max.	Tengelyátmérő min.	Illesztés <sup>1)</sup>	Tengelyátmérő max.	Tengelyátmérő min.	Illesztés <sup>1)</sup>	Tengelyátmérő max.		Tengelyátmérő min.
mm	hüvelyk		hüvelyk		–	hüvelyk		–	hüvelyk		–	hüvelyk		–
4	0,1575	0,1572	0,1571	0,1569	1 L	0,1571	0,1568	1 L	0,1573	0,1571	4 L	0,1573	0,1570	5 L
5	0,1969	0,1966	0,1965	0,1963	6 L	0,1965	0,1962	7 L	0,1967	0,1965	1 T	0,1967	0,1964	1 T
6	0,2362	0,2359	0,2358	0,2356		0,2358	0,2355		0,2360	0,2358		0,2360	0,2357	
7	0,2756	0,2753	0,2751	0,2749		0,2751	0,2747		0,2754	0,2752		0,2754	0,2750	
8	0,3150	0,3147	0,3145	0,3143	2 L	0,3145	0,3141	2 L	0,3148	0,3146	4 L	0,3148	0,3144	6 L
9	0,3543	0,3540	0,3538	0,3536	7 L	0,3538	0,3534	9 L	0,3541	0,3539	1 T	0,3541	0,3537	1 T
10	0,3937	0,3934	0,3932	0,3930		0,3932	0,3928		0,3935	0,3933		0,3935	0,3931	
12	0,4724	0,4721	0,4718	0,4714	3 L	0,4718	0,4713	3 L	0,4722	0,4720	4 L	0,4722	0,4717	7 L
15	0,5906	0,5903	0,5900	0,5896	10 L	0,5900	0,5895	11 L	0,5904	0,5902	1 T	0,5904	0,5899	1 T
17	0,6693	0,6690	0,6687	0,6683		0,6687	0,6682		0,6691	0,6689		0,6691	0,6686	
20	0,7874	0,7870	0,7866	0,7863	4 L	0,7866	0,7861	4 L	0,7871	0,7868	6 L	0,7871	0,7866	8 L
25	0,9843	0,9839	0,9835	0,9832	11 L	0,9835	0,9830	13 L	0,9840	0,9837	1 T	0,9840	0,9835	1 T
30	1,1811	1,1807	1,1803	1,1800		1,1803	1,1798		1,1808	1,1805		1,1808	1,1803	
35	1,3780	1,3775	1,3770	1,3766		1,3770	1,3763		1,3776	1,3772		1,3776	1,3770	
40	1,5748	1,5743	1,5738	1,5734	5 L	1,5738	1,5731	5 L	1,5744	1,5740	8 L	1,5744	1,5738	10 L
45	1,7717	1,7712	1,7707	1,7703	14 L	1,7707	1,7700	17 L	1,7713	1,7709	1 T	1,7713	1,7707	1 T
50	1,9685	1,9680	1,9675	1,9671		1,9675	1,9668		1,9681	1,9677		1,9681	1,9675	
55	2,1654	2,1648	2,1642	2,1637		2,1642	2,1634		2,1650	2,1645		2,1650	2,1643	
60	2,3622	2,3616	2,3610	2,3605		2,3610	2,3602		2,3618	2,3613		2,3618	2,3611	
65	2,5591	2,5585	2,5579	2,5574	6 L	2,5579	2,5571	6 L	2,5587	2,5582	9 L	2,5587	2,5580	11 L
70	2,7559	2,7553	2,7547	2,7542	17 L	2,7547	2,7539	20 L	2,7555	2,7550	2 T	2,7555	2,7548	2 T
75	2,9528	2,9522	2,9516	2,9511		2,9516	2,9508		2,9524	2,9519		2,9524	2,9517	
80	3,1496	3,1490	3,1484	3,1479		3,1484	3,1476		3,1492	3,1487		3,1492	3,1485	
85	3,3465	3,3457	3,3451	3,3445		3,3450	3,3442		3,3460	3,3454		3,3460	3,3452	
90	3,5433	3,5425	3,5419	3,5413		3,5418	3,5410		3,5428	3,5422		3,5428	3,5420	
95	3,7402	3,7394	3,7388	3,7382		3,7387	3,7379		3,7397	3,7391		3,7397	3,7389	
100	3,9370	3,9362	3,9356	3,9350	6 L	3,9355	3,9347	7 L	3,9365	3,9359	11 L	3,9365	3,9357	13 L
105	4,1339	4,1331	4,1325	4,1319	20 L	4,1324	4,1316	23 L	4,1334	4,1328	3 T	4,1334	4,1326	3 T
110	4,3307	4,3299	4,3293	4,3287		4,3292	4,3284		4,3302	4,3296		4,3302	4,3294	
120	4,7244	4,7236	4,7230	4,7224		4,7229	4,7221		4,7239	4,7233		4,7239	4,7231	
130	5,1181	5,1171	5,1164	5,1157		5,1164	5,1154		5,1176	5,1169		5,1175	5,1166	
140	5,5118	5,5108	5,5101	5,5094		5,5101	5,5091		5,5113	5,5106		5,5112	5,5103	
150	5,9055	5,9045	5,9038	5,9031	7 L	5,9038	5,9028	7 L	5,9050	5,9043	12 L	5,9049	5,9040	15 L
160	6,2992	6,2982	6,2975	6,2968	24 L	6,2975	6,2965	27 L	6,2987	6,2980	5 T	6,2986	6,2977	4 T
170	6,6929	6,6919	6,6912	6,6905		6,6912	6,6902		6,6924	6,6917		6,6923	6,6914	
180	7,0866	7,0856	7,0849	7,0842		7,0849	7,0839		7,0861	7,0854		7,0860	7,0851	
190	7,4803	7,4791	7,4783	7,4776		7,4783	7,4772		7,4797	7,4789		7,4797	7,4786	
200	7,8740	7,8728	7,8720	7,8713	8 L	7,8720	7,8709	8 L	7,8734	7,8726	14 L	7,8734	7,8723	17 L
220	8,6614	8,6602	8,6594	8,6587	27 L	8,6594	8,6583	31 L	8,6608	8,6600	6 T	8,6608	8,6597	6 T
240	9,4488	9,4476	9,4468	9,4461		9,4468	9,4457		9,4482	9,4474		9,4482	9,4471	

<sup>1)</sup> Az eredő illesztés 0.0001 hüvelykben. Az L lézág (laza illesztést), a T túlfedés (szoros illesztést) jelöl.



## B-3 függelék

## Tengelytűrések és eredő illesztések (hüvelyk méretekhez)

Csapágy furatátmérő d	Eredő illesztés Tűrések				f6		g5		g6		Illesztés <sup>1)</sup>	Tengelyátmérő min.	Illesztés <sup>1)</sup>	Tengelyátmérő min.	Illesztés <sup>1)</sup>	
	max.	min.	Tengelyátmérő max.	min.	Illesztés <sup>1)</sup>	Tengelyátmérő max.	min.	Tengelyátmérő max.	min.	Tengelyátmérő max.						min.
mm	hüvelyk		hüvelyk		–	hüvelyk		–	hüvelyk		–	hüvelyk		–		
<b>260</b>	10,2362	10,2348	10,2340	10,2331	8 L 31 L	10,2340	10,2328	8 L 34 L	10,2356	10,2346	16 L 8 T	10,2355	10,2343	19 L 7 T		
<b>280</b>	11,0236	11,0222	11,0214	11,0205		11,0214	11,0202		11,0230	11,0220		11,0229	11,0217		11,8103	11,8091
<b>300</b>	11,8110	11,8096	11,8088	11,8079		11,8088	11,8076		11,8104	11,8094						
<b>320</b>	12,5984	12,5968	12,5960	12,5950	8 L 34 L	12,5960	12,5946	8 L 38 L	12,5977	12,5967	17 L 9 T	12,5977	12,5963	21 L 9 T		
<b>340</b>	13,3858	13,3842	13,3834	13,3824		13,3834	13,3820		13,3851	13,3841		13,3851	13,3837			
<b>360</b>	14,1732	14,1716	14,1708	14,1698		14,1708	14,1694		14,1725	14,1715		14,1725	14,1711			
<b>380</b>	14,9606	14,9590	14,9582	14,9572		14,9582	14,9568		14,9599	14,9589		14,9599	14,9585			
<b>400</b>	15,7480	15,7464	15,7456	15,7446		15,7456	15,7442		15,7473	15,7463		15,7473	15,7459			
<b>420</b>	16,5354	16,5336	16,5328	16,5317	8 L 37 L	16,5328	16,5312	8 L 42 L	16,5346	16,5336	18 L 10 T	16,5346	16,5330	24 L 10 T		
<b>440</b>	17,3228	17,3210	17,3202	17,3191		17,3202	17,3186		17,3220	17,3210		17,3220	17,3204			
<b>460</b>	18,1102	18,1084	18,1076	18,1065		18,1076	18,1060		18,1094	18,1084		18,1094	18,1078			
<b>480</b>	18,8976	18,8958	18,8950	18,8939		18,8950	18,8934		18,8968	18,8958		18,8968	18,8952			
<b>500</b>	19,6850	19,6832	19,6824	19,6813		19,6824	19,6808		19,6842	19,6832		19,6842	19,6826			
<b>530</b>	20,8661	20,8641	20,8632	20,8621	9 L	20,8632	20,8614	9 L	20,8653	20,8642	19 L	20,8652	20,8635	26 L 11 T		
<b>560</b>	22,0472	22,0452	22,0443	22,0432		22,0443	22,0425		22,0464	22,0453		22,0463	22,0446			
<b>600</b>	23,6220	23,6200	23,6191	23,6180		23,6191	23,6173		23,6212	23,6201		23,6212	23,6194			
<b>630</b>	24,8031	24,8011	24,8002	24,7991		24,8002	24,7984		24,8023	24,8012		24,8022	24,8005			
<b>670</b>	26,3780	26,3750	26,3748	26,3735	2 L	26,3748	26,3728	2 L	26,3770	26,3758	22 L 20 T	26,3771	26,3751	29 L 21 T		
<b>710</b>	27,9528	27,9498	27,9496	27,9483		27,9496	27,9476		27,9518	27,9506		27,9519	27,9499			
<b>750</b>	29,5276	29,5246	29,5244	29,5231		29,5244	29,5224		29,5266	29,5254		29,5267	29,5247			
<b>800</b>	31,4961	31,4931	31,4929	31,4916		31,4929	31,4909		31,4951	31,4939		31,4952	31,4932			
<b>850</b>	33,4646	33,4607	33,4612	33,4598		48 L	33,4612		33,4590	56 L		33,4635	33,4621		25 L 28 T	33,4636
<b>900</b>	35,4331	35,4292	35,4297	35,4283	35,4297		35,4275	35,4320	35,4306		35,4321	35,4299				
<b>950</b>	37,4016	37,3977	37,3982	37,3968	37,3982		37,3960	37,4005	37,3991		37,4006	37,3984				
<b>1000</b>	39,3701	39,3662	39,3667	39,3653	39,3667		39,3645	39,3690	39,3676		39,3691	39,3669				
<b>1060</b>	41,7323	41,7274	41,7284	41,7268	55 L	41,7284	41,7258	65 L	41,7312	41,7295	28 L	41,7312	41,7286	37 L		
<b>1120</b>	44,0945	44,0896	44,0906	44,0890		44,0906	44,0880		44,0934	44,0917		44,0934	44,0908			
<b>1180</b>	46,4567	46,4518	46,4528	46,4512		46,4528	46,4502		46,4556	46,4539		46,4556	46,4530			
<b>1250</b>	49,2126	49,2077	49,2087	49,2071		49,2087	49,2061		49,2115	49,2098		49,2115	49,2089			

<sup>1)</sup> Az eredő illesztés 0.0001 hüvelykben. Az L hézag (laza illesztést), a T túlfedés (szoros illesztést) jelöl.

Tengelytűrések és eredő illesztések (hüvelyk méretekhez)

Csapágy furatátmérő Eredő illesztés

d	h5		Tűrések		h6	Tengelytűrések		h8	Tengelytűrések		h9	Tengelytűrések	
	max.	min.	Tengelyátmérő max.	min.		Illesztés <sup>1)</sup>	max.		min.	Illesztés <sup>1)</sup>		max.	min.
mm	hüvelyk		hüvelyk		–	hüvelyk		–	hüvelyk		–	hüvelyk	
4	0.1575	0.1572	0.1575	0.1573	2 L	0.1575	0.1572	3 L	0.1575	0.1568	7 L	0.1575	0.1563
5	0.1969	0.1966	0.1969	0.1967	3 T	0.1969	0.1966	3 T	0.1969	0.1962	3 T	0.1969	0.1957
6	0.2362	0.2359	0.2362	0.2360		0.2362	0.2359		0.2362	0.2355		0.2362	0.2350
7	0.2756	0.2753	0.2756	0.2754		0.2756	0.2752		0.2756	0.2747		0.2756	0.2742
8	0.3150	0.3147	0.3150	0.3148	2 L	0.3150	0.3146	4 L	0.3150	0.3141	9 L	0.3150	0.3136
9	0.3543	0.3540	0.3543	0.3541	3 T	0.3543	0.3539	3 T	0.3543	0.3534	3 T	0.3543	0.3529
10	0.3937	0.3934	0.3937	0.3935		0.3937	0.3933		0.3937	0.3928		0.3937	0.3923
12	0.4724	0.4721	0.4724	0.4721		0.4724	0.4720		0.4724	0.4713		0.4724	0.4707
15	0.5906	0.5903	0.5906	0.5903	3 L	0.5906	0.5902	4 L	0.5906	0.5895	11 L	0.5906	0.5889
17	0.6693	0.6690	0.6693	0.6690	3 T	0.6693	0.6689	3 T	0.6693	0.6682	3 T	0.6693	0.6676
20	0.7874	0.7870	0.7874	0.7870	4 L	0.7874	0.7869	5 L	0.7874	0.7861	13 L	0.7874	0.7854
25	0.9843	0.9839	0.9843	0.9839	4 T	0.9843	0.9838	4 T	0.9843	0.9830	4 T	0.9843	0.9823
30	1.1811	1.1807	1.1811	1.1807		1.1811	1.1806		1.1811	1.1798		1.1811	1.1791
35	1.3780	1.3775	1.3780	1.3776		1.3780	1.3774		1.3780	1.3765		1.3780	1.3756
40	1.5748	1.5743	1.5748	1.5744	4 L	1.5748	1.5742	6 L	1.5748	1.5733	15 L	1.5748	1.5724
45	1.7717	1.7712	1.7717	1.7713	5 T	1.7717	1.7711	5 T	1.7717	1.7702	5 T	1.7717	1.7693
50	1.9685	1.9680	1.9685	1.9681		1.9685	1.9679		1.9685	1.9670		1.9685	1.9661
55	2.1654	2.1648	2.1654	2.1649		2.1654	2.1647		2.1654	2.1636		2.1654	2.1624
60	2.3622	2.3616	2.3622	2.3617		2.3622	2.3615		2.3622	2.3604		2.3622	2.3592
65	2.5591	2.5585	2.5591	2.5586	5 L	2.5591	2.5584	7 L	2.5591	2.5573	18 L	2.5591	2.5561
70	2.7559	2.7553	2.7559	2.7554	6 T	2.7559	2.7552	6 T	2.7559	2.7541	6 T	2.7559	2.7529
75	2.9528	2.9522	2.9528	2.9523		2.9528	2.9521		2.9528	2.9510		2.9528	2.9498
80	3.1496	3.1490	3.1496	3.1491		3.1496	3.1489		3.1496	3.1478		3.1496	3.1466
85	3.3465	3.3457	3.3465	3.3459		3.3465	3.3456		3.3465	3.3444		3.3465	3.3431
90	3.5433	3.5425	3.5433	3.5427		3.5433	3.5424		3.5433	3.5412		3.5433	3.5399
95	3.7402	3.7394	3.7402	3.7396		3.7402	3.7393		3.7402	3.7381		3.7402	3.7368
100	3.9370	3.9362	3.9370	3.9364	6 L	3.9370	3.9361	9 L	3.9370	3.9349	21 L	3.9370	3.9336
105	4.1339	4.1331	4.1339	4.1333	8 T	4.1339	4.1330	8 T	4.1339	4.1318	8 T	4.1339	4.1305
110	4.3307	4.3299	4.3307	4.3301		4.3307	4.3298		4.3307	4.3286		4.3307	4.3273
120	4.7244	4.7236	4.7244	4.7238		4.7244	4.7235		4.7244	4.7223		4.7244	4.7210
130	5.1181	5.1171	5.1181	5.1174		5.1181	5.1171		5.1181	5.1156		5.1181	5.1142
140	5.5118	5.5108	5.5118	5.5111		5.5118	5.5108		5.5118	5.5093		5.5118	5.5079
150	5.9055	5.9045	5.9055	5.9048	7 L	5.9055	5.9045	10 L	5.9055	5.9030	25 L	5.9055	5.9016
160	6.2992	6.2982	6.2992	6.2985	10 T	6.2992	6.2982	10 T	6.2992	6.2967	10 T	6.2992	6.2953
170	6.6929	6.6919	6.6929	6.6922		6.6929	6.6919		6.6929	6.6904		6.6929	6.6890
180	7.0866	7.0856	7.0866	7.0859		7.0866	7.0856		7.0866	7.0841		7.0866	7.0827
190	7.4803	7.4791	7.4803	7.4795		7.4803	7.4792		7.4803	7.4775		7.4803	7.4758
200	7.8740	7.8728	7.8740	7.8732	8 L	7.8740	7.8729	11 L	7.8740	7.8712	28 L	7.8740	7.8695
220	8.6614	8.6602	8.6614	8.6606	12 T	8.6614	8.6603	12 T	8.6614	8.6586	12 T	8.6614	8.6569
240	9.4488	9.4476	9.4488	9.4480		9.4488	9.4477		9.4488	9.4460		9.4488	9.4443

<sup>1)</sup> Az eredő illesztés 0.0001 hüvelykben. Az L hézag (laza illesztést), a T túlfedést (szoros illesztést) jelöl.

## B-3 függelék

## Tengelytűrések és eredő illesztések (hüvelyk méretekhez)

Csapágy furatátmérő d	Eredő illesztés Tűrések				h6 Tengelyátmérő max. min.	Illesz- tés <sup>1)</sup>	h8 Tengelyátmérő max. min.	Illesz- tés <sup>1)</sup>	h9 Tengelyátmérő max. min.	Illesz- tés <sup>1)</sup>			
	max.	min.	h5 Tengelyátmérő max. min.	h6 Tengelyátmérő max. min.							h8 Tengelyátmérő max. min.	h9 Tengelyátmérő max. min.	
mm	hüvelyk		hüvelyk		–	hüvelyk	–	hüvelyk	–	hüvelyk			
<b>260</b>	10.2362	10.2348	10.2362	10.2353	9 L 14 T	10.2362	10.2349	13 L 14 T	10.2362	10.2330	32 L 14 T	10,2362	10,2311
<b>280</b>	11.0236	11.0222	11.0236	11.0227		11.0236	11.0223		11.0236	11.0204		11.0236	11,0185
<b>300</b>	11.8110	11.8096	11.8110	11.8101		11.8110	11.8097		11.8110	11.8078		11.8110	11,8059
<b>320</b>	12.5984	12.5968	12.5984	12.5974	10 L 16 T	12.5984	12.5970	14 L 16 T	12.5984	12.5949	35 L 16 T	12,5984	12,5929
<b>340</b>	13.3858	13.3842	13.3858	13.3848		13.3858	13.3844		13.3858	13.3823		13.3858	13,3803
<b>360</b>	14.1732	14.1716	14.1732	14.1722		14.1732	14.1718		14.1732	14.1697		14.1732	14,1677
<b>380</b>	14.9606	14.9590	14.9606	14.9596		14.9606	14.9592		14.9606	14.9571		14.9606	14,9551
<b>400</b>	15.7480	15.7464	15.7480	15.7470		15.7480	15.7466		15.7480	15.7445		15.7480	15,7425
<b>420</b>	16.5354	16.5336	16.5354	16.5343	11 L 18 T	16.5354	16.5338	16 L 18 T	16.5354	16.5316	38 L 18 T	16,5354	16,5293
<b>440</b>	17.3228	17.3210	17.3228	17.3217		17.3228	17.3212		17.3228	17.3190		17.3228	17,3167
<b>460</b>	18.1102	18.1084	18.1102	18.1091		18.1102	18.1086		18.1102	18.1064		18.1102	18,1041
<b>480</b>	18.8976	18.8958	18.8976	18.8965		18.8976	18.8960		18.8976	18.8938		18.8976	18,8915
<b>500</b>	19.6850	19.6832	19.6850	19.6839		19.6850	19.6834		19.6850	19.6812		19.6850	19,6789
<b>530</b>	20.8661	20.8641	–	–	–	20.8661	20.8644	17 L 20 T	20.8661	20.8618	43 L 20 T	20,8661	20,8593
<b>560</b>	22.0472	22.0452	–	–		22.0472	22.0455		22.0472	22.0429		22.0472	22,0404
<b>600</b>	23.6220	23.6200	–	–		23.6220	23.6203		23.6220	23.6177		23.6220	23,6152
<b>630</b>	24.8031	24.8011	–	–		24.8031	24.8014		24.8031	24.7988		24.8031	24,7968
<b>670</b>	26.3780	26.3750	–	–	–	26.3780	26.3760	20 L 30 T	26.3780	26.3731	49 L 30 T	26,3780	26,3701
<b>710</b>	27.9528	27.9498	–	–		27.9528	27.9508		27.9528	27.9479		27.9528	27,9449
<b>750</b>	29.5276	29.5246	–	–		29.5276	29.5256		29.5276	29.5227		29.5276	29,5197
<b>800</b>	31.4961	31.4931	–	–		31.4961	31.4941		31.4961	31.4912		31.4961	31,4882
<b>850</b>	33.4646	33.4607	–	–	–	33.4646	33.4624	22 L 39 T	33.4646	33.4591	55 L 39 T	33,4646	33,4555
<b>900</b>	35.4331	35.4292	–	–		35.4331	35.4309		35.4331	35.4276		35.4331	35,4240
<b>950</b>	37.4016	37.3977	–	–		37.4016	37.3994		37.4016	37.3961		37.4016	37,3925
<b>1000</b>	39.3701	39.3662	–	–		39.3701	39.3679		39.3701	39.3646		39.3701	39,3610
<b>1060</b>	41.7323	41.7274	–	–	–	41.7323	41.7297	26 L 49 T	41.7323	41.7258	65 L 49 T	41,7323	41,7221
<b>1120</b>	44.0945	44.0896	–	–		44.0945	44.0919		44.0945	44.0880		44.0945	44,0843
<b>1180</b>	46.4567	46.4518	–	–		46.4567	46.4541		46.4567	46.4502		46.4567	46,4465
<b>1250</b>	49.2126	49.2077	–	–		49.2126	49.2100		49.2126	49.2061		49.2126	49,2024

<sup>1)</sup> Az eredő illesztés 0.0001 hüvelykben. Az L hézag (laza illesztést), a T túlfedés (szoros illesztést) jelöl.

Tengelytűrések és eredő illesztések (hüvelyk méretekhez)

d	Csapágó furatátmérő		Eredő illesztés		j6 Tengelyátmérő max. min.	j4 Tengelyátmérő max. min.	j5 Tengelyátmérő max. min.	Illesztés <sup>1)</sup>
	max.	min.	Tűrések Tengelyátmérő max. min.					
mm	hüvelyk		hüvelyk		–	hüvelyk	–	hüvelyk
4	0.1575	0.1572	0.1576	0.1574	1 L	0.1577	0.1574	1 L
5	0.1969	0.1966	0.1970	0.1968	4 T	0.1971	0.1968	5 T
6	0.2362	0.2359	0.2363	0.2361		0.2364	0.2361	
7	0.2756	0.2753	0.2758	0.2755		0.2759	0.2755	
8	0.3150	0.3147	0.3152	0.3149	1 L	0.3153	0.3149	1 L
9	0.3543	0.3540	0.3545	0.3542	5 T	0.3546	0.3542	6 T
10	0.3937	0.3934	0.3939	0.3936		0.3940	0.3936	
12	0.4724	0.4721	0.4726	0.4723	1 L	0.4727	0.4723	1 L
15	0.5906	0.5903	0.5908	0.5905	5 T	0.5909	0.5905	6 T
17	0.6693	0.6690	0.6695	0.6692		0.6696	0.6692	
20	0.7874	0.7870	0.7876	0.7872	2 L	0.7878	0.7872	2 L
25	0.9843	0.9839	0.9845	0.9841	6 T	0.9847	0.9841	8 T
30	1.1811	1.1807	1.1813	1.1809		1.1815	1.1809	
35	1.3780	1.3775	1.3782	1.3778		1.3784	1.3778	
40	1.5748	1.5743	1.5750	1.5746	2 L	1.5752	1.5746	2 L
45	1.7717	1.7712	1.7719	1.7715	7 T	1.7721	1.7715	9 T
50	1.9685	1.9680	1.9687	1.9683		1.9689	1.9683	
55	2.1654	2.1648	2.1656	2.1651		2.1659	2.1651	
60	2.3622	2.3616	2.3624	2.3619		2.3627	2.3619	
65	2.5591	2.5585	2.5593	2.5588	3 L	2.5596	2.5588	3 L
70	2.7559	2.7553	2.7561	2.7556	8 T	2.7564	2.7556	11 T
75	2.9528	2.9522	2.9530	2.9525		2.9533	2.9525	
80	3.1496	3.1490	3.1498	3.1493		3.1501	3.1493	
85	3.3465	3.3457	3.3467	3.3461		3.3470	3.3461	
90	3.5433	3.5425	3.5435	3.5429		3.5438	3.5429	
95	3.7402	3.7394	3.7404	3.7398		3.7407	3.7398	
100	3.9370	3.9362	3.9372	3.9366	4 L	3.9375	3.9366	4 L
105	4.1339	4.1331	4.1341	4.1335	10 T	4.1344	4.1335	13 T
110	4.3307	4.3299	4.3309	4.3303		4.3312	4.3303	
120	4.7244	4.7236	4.7246	4.7240		4.7249	4.7240	
130	5.1181	5.1171	5.1184	5.1177		5.1187	5.1177	
140	5.5118	5.5108	5.5121	5.5114		5.5124	5.5114	
150	5.9055	5.9045	5.9058	5.9051	4 L	5.9061	5.9051	4 L
160	6.2992	6.2982	6.2995	6.2988	13 T	6.2998	6.2988	16 T
170	6.6929	6.6919	6.6932	6.6925		6.6935	6.6925	
180	7.0866	7.0856	7.0869	7.0862		7.0872	7.0862	
190	7.4803	7.4791	7.4806	7.4798		7.4809	7.4798	
200	7.8740	7.8728	7.8743	7.8735	5 L	7.8746	7.8735	5 L
220	8.6614	8.6602	8.6617	8.6609	15 T	8.6620	8.6609	18 T
240	9.4488	9.4476	9.4491	9.4483		9.4494	9.4483	

<sup>1)</sup> Az eredő illesztés 0.0001 hüvelykben. Az L hézag (laza illesztést), a T túlfedés (szoros illesztést) jelöl.

## B-3 függelék

## Tengelytűrések és eredő illesztések (hüvely méretekhez)

Csapágy fruatátmérő d	Eredő illesztés Tűrések		j6		js4		js5		Illesztés <sup>1)</sup>					
	max.	min.	Illesztés <sup>1)</sup>	Tengelyátmérő max. min.	Illesztés <sup>1)</sup>	Tengelyátmérő max. min.	Illesztés <sup>1)</sup>	Tengelyátmérő max. min.						
mm	hüvelyk		hüvelyk		hüvelyk		hüvelyk		-					
<b>260</b>	10.2362	10.2348	10.2365	10.2356	6 L	10.2368	10.2356	6 L	10.2365	10.2359	3 L	10.2366	10.2357	5 L
<b>280</b>	11.0236	11.0222	11.0239	11.0230	17 T	11.0242	11.0230	20 T	11.0239	11.0233	17 T	11.0240	11.0231	18 T
<b>300</b>	11.8110	11.8096	11.8113	11.8104		11.8116	11.8104		11.8113	11.8107		11.8114	11.8105	
<b>320</b>	12.5984	12.5968	12.5987	12.5977		12.5991	12.5977		-	-		12.5989	12.5979	
<b>340</b>	13.3858	13.3842	13.3861	13.3851		13.3865	13.3851		-	-		13.3863	13.3853	
<b>360</b>	14.1732	14.1716	14.1735	14.1725	7 L	14.1739	14.1725	7 L	-	-	-	14.1737	14.1727	5 L
<b>380</b>	14.9606	14.9590	14.9609	14.9599	19 T	14.9613	14.9599	23 T	-	-	-	14.9611	14.9601	21 T
<b>400</b>	15.7480	15.7464	15.7483	15.7473		15.7487	15.7473		-	-		15.7485	15.7475	
<b>420</b>	16.5354	16.5336	16.5357	16.5346		16.5362	16.5346		-	-		16.5359	16.5349	
<b>440</b>	17.3228	17.3210	17.3231	17.3220		17.3236	17.3220		-	-	-	17.3233	17.3223	
<b>460</b>	18.1102	18.1084	18.1105	18.1094	8 L	18.1110	18.1094	8 L	-	-	-	18.1107	18.1097	5 L
<b>480</b>	18.8976	18.8958	18.8979	18.8968	21 T	18.8984	18.8968	26 T	-	-	-	18.8981	18.8971	23 T
<b>500</b>	19.6850	19.6832	19.6853	19.6842		19.6858	19.6842		-	-		19.6855	19.6845	
<b>530</b>	20.8661	20.8641	-	-		20.8670	20.8652		-	-		20.8666	20.8655	
<b>560</b>	22.0472	22.0452	-	-	-	22.0481	22.0463	9 L	-	-	-	22.0477	22.0466	6 L
<b>600</b>	23.6220	23.6200	-	-	-	23.6229	23.6211	29 T	-	-	-	23.6225	23.6214	25 T
<b>630</b>	24.8031	24.8011	-	-		24.8040	24.8022		-	-		24.8036	24.8025	
<b>670</b>	26.3780	26.3750	-	-		26.3790	26.3770		-	-		26.3786	26.3774	
<b>710</b>	27.9528	27.9498	-	-	-	27.9538	27.9518	10 L	-	-	-	27.9534	27.9522	6 L
<b>750</b>	29.5276	29.5246	-	-	-	29.5286	29.5266	40 T	-	-	-	29.5282	29.5270	36 T
<b>800</b>	31.4961	31.4931	-	-		31.4971	31.4951		-	-		31.4967	31.4955	
<b>850</b>	33.4646	33.4607	-	-		33.4657	33.4635		-	-		33.4653	33.4639	
<b>900</b>	35.4331	35.4292	-	-	-	35.4342	35.4320	11 L	-	-	-	35.4338	35.4324	7 L
<b>950</b>	37.4016	37.3977	-	-	-	37.4027	37.4005	50 T	-	-	-	37.4023	37.4009	46 T
<b>1000</b>	39.3701	39.3662	-	-		39.3712	39.3690		-	-		39.3708	39.3694	
<b>1060</b>	41.7323	41.7274	-	-		41.7336	41.7310		-	-		41.7331	41.7315	
<b>1120</b>	44.0945	44.0896	-	-	-	44.0958	44.0932	13 L	-	-	-	44.0953	44.0937	8 L
<b>1180</b>	46.4567	46.4518	-	-	-	46.4580	46.4554	62 T	-	-	-	46.4575	46.4559	57 T
<b>1250</b>	49.2126	49.2077	-	-		49.2139	49.2113		-	-		49.2134	49.2118	

<sup>1)</sup> Az eredő illesztés 0.0001 hüvelykben. Az L hézag (laza illesztést), a T túlfedés (szoros illesztést) jelöl.

Tengelytűrések és eredő illesztések (hüvelyk méretekhez)

Csapágy furatátmérő Eredő illesztés

d	Tűrések		js6		js7		k4		k5		Illesztés <sup>1)</sup>
	max.	min.	Tengelyátmérő max.	min.	Tengelyátmérő max.	min.	Tengelyátmérő max.	min.	Tengelyátmérő max.	min.	
mm	hüvelyk	hüvelyk	hüvelyk	hüvelyk	hüvelyk	hüvelyk	hüvelyk	hüvelyk	hüvelyk	hüvelyk	–
4	0.1575	0.1572	0.1577	0.1573	2 L	0.1577	0.1572	3 T	0.1577	0.1575	0 T
5	0.1969	0.1966	0.1971	0.1967	5 T	0.1971	0.1966	5 T	0.1971	0.1969	5 T
6	0.2362	0.2359	0.2364	0.2360		0.2364	0.2359		0.2364	0.2362	
7	0.2756	0.2753	0.2758	0.2754		0,2759	0,2753		0.2758	0.2756	
8	0.3150	0.3147	0.3152	0.3148	2 L	0.3153	0.3147	3 T	0.3152	0.3150	0 T
9	0.3543	0.3540	0.3545	0.3541	5 T	0.3546	0.3540	6 T	0.3545	0.3543	6 T
10	0.3937	0.3934	0.3939	0.3935		0,3940	0,3934		0.3939	0.3937	
12	0.4724	0.4721	0.4726	0.4722	2 L	0,4727	0,4720	4 T	0.4727	0.4724	0 T
15	0.5906	0.5903	0.5908	0.5904	5 T	0.5909	0.5902	6 T	0.5909	0.5906	6 T
17	0.6693	0.6690	0.6695	0.6691		0,6696	0,6689		0.6696	0.6693	7 T
20	0.7874	0.7870	0.7876	0.7871	3 L	0,7878	0,7870	4 T	0.7877	0.7874	0 T
25	0.9843	0.9839	0.9845	0.9840	6 T	0,9847	0,9839	8 T	0.9846	0.9843	7 T
30	1.1811	1.1807	1.1813	1.1808		1,1815	1,1807		1.1814	1.1811	8 T
35	1.3780	1.3775	1.3783	1.3777		1,3784	1,3775		1.3783	1.3781	
40	1.5748	1.5743	1.5751	1.5745	3 L	1,5752	1,5743	5 T	1.5751	1.5749	1 T
45	1.7717	1.7712	1.7720	1.7714	8 T	1,7721	1,7712	9 T	1.7720	1.7718	8 T
50	1.9685	1.9680	1.9688	1.9682		1,9689	1,9680		1.9688	1.9686	10 T
55	2.1654	2.1648	2.1658	2.1650		2,1659	2,1648		2.1658	2.1655	
60	2.3622	2.3616	2.3626	2.3618		2,3627	2,3616		2.3626	2.3623	
65	2.5591	2.5585	2.5595	2.5587	4 L	2,5596	2,5585	6 T	2.5595	2.5592	1 T
70	2.7559	2.7553	2.7563	2.7555	10 T	2,7564	2,7553	11 T	2.7563	2.7560	10 T
75	2.9528	2.9522	2.9532	2.9524		2,9533	2,9522		2.9532	2.9529	12 T
80	3.1496	3.1490	3.1500	3.1492		3,1501	3,1490		3.1500	3.1497	
85	3.3465	3.3457	3.3469	3.3461		3,3472	3,3458		3.3470	3.3466	
90	3.5433	3.5425	3.5437	3.5429		3,5440	3,5426		3.5438	3.5434	
95	3.7402	3.7394	3.7406	3.7398		3,7409	3,7395		3.7407	3.7403	
100	3.9370	3.9362	3.9374	3.9366	4 L	3,9377	3,9363	7 T	3.9375	3.9371	1 T
105	4.1339	4.1331	4.1343	4.1335	12 T	4,1346	4,1332	15 T	4.1344	4.1340	13 T
110	4.3307	4.3299	4.3311	4.3303		4,3314	4,3300		4.3312	4.3308	15 T
120	4.7244	4.7236	4.7248	4.7240		4,7251	4,7237		4.7249	4.7245	
130	5.1181	5.1171	5.1186	5.1176		5,1189	5,1173		5.1187	5.1182	
140	5.5118	5.5108	5.5123	5.5113		5,5126	5,5110		5.5124	5.5119	
150	5.9055	5.9045	5.9060	5.9050	5 L	5,9063	5,9047	8 T	5.9061	5.9056	1 T
160	6.2992	6.2982	6.2997	6.2987	15 T	6,3000	6,2984	18 T	6.2998	6.2993	16 T
170	6.6929	6.6919	6.6934	6.6924		6,6937	6,6921		6.6935	6.6930	
180	7.0866	7.0856	7.0871	7.0861		7,0874	7,0858		7.0872	7.0867	
190	7.4803	7.4791	7.4809	7.4797		7,4812	7,4794		7.4810	7.4805	
200	7.8740	7.8728	7.8746	7.8734	6 L	7,8749	7,8731	9 T	7.8747	7.8742	2 T
220	8.6614	8.6602	8.6620	8.6608	18 T	8,6623	8,6605	21 T	8.6621	8.6616	19 T
240	9.4488	9.4476	9.4494	9.4482		9,4497	9,4479		9.4495	9.4490	

<sup>1)</sup> Az eredő illesztés 0.0001 hüvelykben. Az L hézag (laza illesztést), a T túlfedés (szoros illesztést) jelöl.

## B-3 függelék

## Tengelytűrések és eredő illesztések (hüvelyk méretekhez)

Csapágy furatátmérő d	Eredő illesztés Tűrések				js7 Tengelyátmérő max. min.	k4 Tengelyátmérő max. min.	k5 Tengelyátmérő max. min.	Illesztés <sup>1)</sup>								
	max.	min.	js6 Tengelyátmérő max. min.	Illesztés <sup>1)</sup>												
mm	hüvelyk		hüvelyk		–	hüvelyk	–	hüvelyk								
<b>260</b>	10.2362	10.2348	10.2368	10.2356	6 L 20 T	10,2372	10,2352	10 T 24 T	10,2370	10,2364	2 T 22 T	10,2373	10,2364	2 T 25 T		
<b>280</b>	11.0236	11.0222	11.0242	11.0230		11,0246	11,0226		11,0244	11,0238		11,8118	11,8112		11,8121	11,8112
<b>300</b>	11.8110	11.8096	11.8116	11.8104		11,8120	11,8100		11,8118	11,8112						
<b>320</b>	12.5984	12.5968	12.5991	12.5977	7 L 23 T	12,5996	12,5973	11 T 28 T	12,5992	12,5986	2 T 24 T	12,5995	12,5986	2 T 27 T		
<b>340</b>	13.3858	13.3842	13.3865	13.3851		13,3870	13,3847		13,3866	13,3860		13,3869	13,3860		13,3869	13,3860
<b>360</b>	14.1732	14.1716	14.1739	14.1725		14,1744	14,1721		14,1740	14,1734		14,1743	14,1734		14,1743	14,1734
<b>380</b>	14.9606	14.9590	14.9613	14.9599		14,9618	14,9595		14,9614	14,9608		14,9617	14,9608		14,9617	14,9608
<b>400</b>	15.7480	15.7464	15.7487	15.7473		15,7492	15,7469		15,7488	15,7482		15,7491	15,7482		15,7491	15,7482
<b>420</b>	16.5354	16.5336	16.5362	16.5346	8 L 26 T	16,5367	16,5342	12 T 31 T	16,5364	16,5356	2 T 28 T	16,5367	16,5356	2 T 31 T		
<b>440</b>	17.3228	17.3210	17.3236	17.3220		17,3241	17,3216		17,3238	17,3230		17,3241	17,3230		17,3241	17,3230
<b>460</b>	18.1102	18.1084	18.1110	18.1094		18,1115	18,1090		18,1112	18,1104		18,1115	18,1104		18,1115	18,1104
<b>480</b>	18.8976	18.8958	18.8984	18.8968		18,8989	18,8964		18,8986	18,8978		18,8989	18,8978		18,8989	18,8978
<b>500</b>	19.6850	19.6832	19.6858	19.6842		19,6863	19,6838		19,6860	19,6852		19,6863	19,6852		19,6863	19,6852
<b>530</b>	20.8661	20.8641	20.8669	20.8652	9 L 28 T	20,8675	20,8648	–	–	–	–	20,8673	20,8661	0 T 32 T		
<b>560</b>	22.0472	22.0452	22.0480	22.0463		22,0486	22,0459	13 T	–	–	–	22,0484	22,0472			
<b>600</b>	23.6220	23.6200	23.6228	23.6211		23,6234	23,6207	34 T	–	–	–	23,6232	23,6220			
<b>630</b>	24.8031	24.8011	24.8039	24.8022		24,8045	24,8018	–	–	–	–	24,8043	24,8031			
<b>670</b>	26.3780	26.3750	26.3789	26.3770	10 L 39 T	26,3795	26,3764	–	–	–	–	26,3794	26,3780	0 T 44 T		
<b>710</b>	27.9528	27.9498	27.9537	27.9518		27,9543	27,9512	16 T	–	–	–	27,9542	27,9528			
<b>750</b>	29.5276	29.5246	29.5285	29.5266		29,5291	29,5260	45 T	–	–	–	29,5290	29,5276			
<b>800</b>	31.4961	31.4931	31.4970	31.4951		31,4976	31,4945	–	–	–	–	31,4975	31,4961			
<b>850</b>	33.4646	33.4607	33.4657	33.4635		–	–	–	–	–	–	–	–			
<b>900</b>	35.4331	35.4292	35.4342	35.4320	11 L 50 T	33,4663	33,4628	–	–	–	–	33,4662	33,4646	0 T 55 T		
<b>950</b>	37.4016	37.3977	37.4027	37.4005		35,4348	35,4313	18 T	–	–	–	35,4347	35,4331			
<b>1000</b>	39.3701	39.3662	39.3712	39.3690		37,4033	37,3998	56 T	–	–	–	37,4032	37,4016			
<b>1060</b>	41.7323	41.7274	41.7336	41.7310	13 L 62 T	39,3718	39,3683	–	–	–	–	39,3717	39,3701	0 T 67 T		
<b>1120</b>	44.0945	44.0896	44.0958	44.0932		41,7343	41,7302	–	–	–	–	41,7341	41,7323			
<b>1180</b>	46.4567	46.4518	46.4580	46.4554		44,0965	44,0924	21 T	–	–	–	44,0963	44,0945			
<b>1250</b>	49.2126	49.2077	49.2139	49.2113		46,4587	46,4546	69 T	–	–	–	46,4585	46,4567			
					49,2146	49,2105	–	–	–	–	49,2144	49,2126				

<sup>1)</sup> Az eredő illesztés 0.0001 hüvelykben. Az L hézag (laza illesztést), a T túlfedés (szoros illesztést) jelöl.

Tengelytűrések és eredő illesztések (hüvelyk méretekhez)

d	Csapágy furatátmérő		Eredő illesztés		Tűrések	m5	Tengelyátmérő	m6	Tengelyátmérő	Illesztés <sup>1)</sup>	n5	Tengelyátmérő	Illesztés <sup>1)</sup>
	max.	min.	max.	min.									
mm	hüvelyk		hüvelyk		–	hüvelyk		–	hüvelyk		–	hüvelyk	
4	0.1575	0.1572	0.1579	0.1575	0 T	0.1579	0.1577	2 T	0.1580	0.1577	2 T	0.1580	0.1578
5	0.1969	0.1966	0.1973	0.1969	7 T	0.1973	0.1971	7 T	0.1974	0.1971	8 T	0.1974	0.1972
6	0.2362	0.2359	0.2366	0.2362	7 T	0.2366	0.2364	7 T	0.2367	0.2364	8 T	0.2367	0.2365
7	0.2756	0.2753	0.2760	0.2756	0 T	0.2761	0.2758	2 T	0.2762	0.2758	2 T	0.2762	0.2760
8	0.3150	0.3147	0.3154	0.3150	0 T	0.3155	0.3152	2 T	0.3156	0.3152	2 T	0.3156	0.3154
9	0.3543	0.3540	0.3547	0.3543	7 T	0.3548	0.3545	8 T	0.3549	0.3545	9 T	0.3549	0.3547
10	0.3937	0.3934	0.3941	0.3937	7 T	0.3942	0.3939	8 T	0.3943	0.3939	9 T	0.3943	0.3941
12	0.4724	0.4721	0.4729	0.4724	0 T	0.4730	0.4727	3 T	0.4731	0.4727	3 T	0.4732	0.4729
15	0.5906	0.5903	0.5911	0.5906	8 T	0.5912	0.5909	9 T	0.5913	0.5909	10 T	0.5914	0.5911
17	0.6693	0.6690	0.6698	0.6693	8 T	0.6699	0.6696	9 T	0.6700	0.6696	10 T	0.6701	0.6698
20	0.7874	0.7870	0.7880	0.7875	1 T	0.7881	0.7877	3 T	0.7882	0.7877	3 T	0.7883	0.7880
25	0.9843	0.9839	0.9849	0.9844	10 T	0.9850	0.9846	11 T	0.9851	0.9846	12 T	0.9852	0.9849
30	1.1811	1.1807	1.1817	1.1812	10 T	1.1818	1.1814	11 T	1.1819	1.1814	12 T	1.1820	1.1817
35	1.3780	1.3775	1.3787	1.3781	1 T	1.3788	1.3784	4 T	1.3790	1.3784	4 T	1.3791	1.3787
40	1.5748	1.5743	1.5755	1.5749	1 T	1.5756	1.5752	4 T	1.5758	1.5752	4 T	1.5759	1.5755
45	1.7717	1.7712	1.7724	1.7718	12 T	1.7725	1.7721	13 T	1.7727	1.7721	15 T	1.7728	1.7724
50	1.9685	1.9680	1.9692	1.9686	12 T	1.9693	1.9689	13 T	1.9695	1.9689	15 T	1.9696	1.9692
55	2.1654	2.1648	2.1662	2.1655	1 T	2.1663	2.1658	4 T	2.1666	2.1658	4 T	2.1667	2.1662
60	2.3622	2.3616	2.3630	2.3623	1 T	2.3631	2.3626	4 T	2.3634	2.3626	4 T	2.3635	2.3630
65	2.5591	2.5585	2.5599	2.5592	1 T	2.5600	2.5595	4 T	2.5603	2.5595	4 T	2.5604	2.5599
70	2.7559	2.7553	2.7567	2.7560	14 T	2.7568	2.7563	15 T	2.7571	2.7563	18 T	2.7572	2.7567
75	2.9528	2.9522	2.9536	2.9529	14 T	2.9537	2.9532	15 T	2.9540	2.9532	18 T	2.9541	2.9536
80	3.1496	3.1490	3.1504	3.1497	14 T	3.1505	3.1500	15 T	3.1508	3.1500	18 T	3.1509	3.1504
85	3.3465	3.3457	3.3475	3.3466	1 T	3.3476	3.3470	5 T	3.3479	3.3470	5 T	3.3480	3.3474
90	3.5433	3.5425	3.5443	3.5434	1 T	3.5444	3.5438	5 T	3.5447	3.5438	5 T	3.5448	3.5442
95	3.7402	3.7394	3.7412	3.7403	1 T	3.7413	3.7407	5 T	3.7416	3.7407	5 T	3.7417	3.7411
100	3.9370	3.9362	3.9380	3.9371	18 T	3.9381	3.9375	19 T	3.9384	3.9375	22 T	3.9385	3.9379
105	4.1339	4.1331	4.1349	4.1340	18 T	4.1350	4.1344	19 T	4.1353	4.1344	22 T	4.1354	4.1348
110	4.3307	4.3299	4.3317	4.3308	18 T	4.3318	4.3312	19 T	4.3321	4.3312	22 T	4.3322	4.3316
120	4.7244	4.7236	4.7254	4.7245	18 T	4.7255	4.7249	19 T	4.7258	4.7249	22 T	4.7259	4.7253
130	5.1181	5.1171	5.1192	5.1182	1 T	5.1194	5.1187	6 T	5.1197	5.1187	6 T	5.1199	5.1192
140	5.5118	5.5108	5.5129	5.5119	1 T	5.5131	5.5124	6 T	5.5134	5.5124	6 T	5.5136	5.5129
150	5.9055	5.9045	5.9066	5.9056	1 T	5.9068	5.9061	6 T	5.9071	5.9061	6 T	5.9073	5.9066
160	6.2992	6.2982	6.3003	6.2993	21 T	6.3005	6.2998	23 T	6.3008	6.2998	26 T	6.3010	6.3003
170	6.6929	6.6919	6.6940	6.6930	21 T	6.6942	6.6935	23 T	6.6945	6.6935	26 T	6.6947	6.6940
180	7.0866	7.0856	7.0877	7.0867	21 T	7.0879	7.0872	23 T	7.0882	7.0872	26 T	7.0884	7.0877
190	7.4803	7.4791	7.4815	7.4805	2 T	7.4818	7.4810	7 T	7.4821	7.4810	7 T	7.4823	7.4815
200	7.8740	7.8728	7.8753	7.8742	2 T	7.8755	7.8747	7 T	7.8758	7.8747	7 T	7.8760	7.8752
220	8.6614	8.6602	8.6627	8.6616	25 T	8.6629	8.6621	27 T	8.6632	8.6621	30 T	8.6634	8.6626
240	9.4488	9.4476	9.4501	9.4490	25 T	9.4503	9.4495	27 T	9.4506	9.4495	30 T	9.4508	9.4500

<sup>1)</sup> Az eredő illesztés 0.0001 hüvelykben. Az L hézag (laza illesztést), a T túlfedés (szoros illesztést) jelöl.



## B-3 függelék

## Tengelytűrések és eredő illesztések (hüvelyk méretekhez)

Csapágy furatátmérő d	max. min.		Eredő illesztés Tűrések k6 Tengelyátmérő max. min.		m5 Tengelyátmérő max. min.		m6 Tengelyátmérő max. min.		n5 Tengelyátmérő max. min.		Illesztés <sup>1)</sup>			
	mm	hüvelyk	hüvelyk	–	hüvelyk	–	hüvelyk	–	hüvelyk	–	hüvelyk	–		
<b>260</b>	10.2362	10.2348	10.2376	10.2364	2 T	10.2379	10.2370	8 T	10.2382	10.2370	8 T	10.2384	10.2375	13 T
<b>280</b>	11.0236	11.0222	11.0250	11.0238	28 T	11.0253	11.0244	31 T	11.0256	11.0244	34 T	11.0258	11.0249	36 T
<b>300</b>	11.8110	11.8096	11.8124	11.8112		11.8127	11.8118		11.8130	11.8118		11.8132	11.8123	
<b>320</b>	12.5984	12.5968	12.6000	12.5986		12.6002	12.5992		12.6006	12.5992		12.6008	12.5999	
<b>340</b>	13.3858	13.3842	13.3874	13.3860	2 T	13.3876	13.3866	8 T	13.3880	13.3866	8 T	13.3882	13.3873	15 T
<b>360</b>	14.1732	14.1716	14.1748	14.1734	32 T	14.1750	14.1740	34 T	14.1754	14.1740	38 T	14.1756	14.1747	40 T
<b>380</b>	14.9606	14.9590	14.9622	14.9608		14.9624	14.9614		14.9628	14.9614		14.9630	14.9621	
<b>400</b>	15.7480	15.7464	15.7496	15.7482		15.7498	15.7488		15.7502	15.7488		15.7504	15.7495	
<b>420</b>	16.5354	16.5336	16.5372	16.5356		16.5374	16.5363		16.5379	16.5363		16.5380	16.5370	
<b>440</b>	17.3228	17.3210	17.3246	17.3230	2 T	17.3248	17.3237	9 T	17.3253	17.3237	9 T	17.3254	17.3244	16 T
<b>460</b>	18.1102	18.1084	18.1120	18.1104	36 T	18.1122	18.1111	38 T	18.1127	18.1111	43 T	18.1128	18.1118	44 T
<b>480</b>	18.8976	18.8958	18.8994	18.8978		18.8996	18.8985		18.9001	18.8985		18.9002	18.8992	
<b>500</b>	19.6850	19.6832	19.6868	19.6852		19.6870	19.6859		19.6875	19.6859		19.6876	19.6866	
<b>530</b>	20.8661	20.8641	20.8678	20.8661	0 T	20.8683	20.8671	–	–	–	–	20.8689	20.8678	–
<b>560</b>	22.0472	22.0452	22.0489	22.0472	0 T	22.0494	22.0482	10 T	–	–	–	22.0500	22.0489	17 T
<b>600</b>	23.6220	23.6200	23.6237	23.6220	37 T	23.6242	23.6230	42 T	–	–	–	23.6248	23.6237	48 T
<b>630</b>	24.8031	24.8011	24.8048	24.8031		24.8053	24.8041		–	–	–	24.8059	24.8048	
<b>670</b>	26.3780	26.3750	26.3799	26.3780		26.3806	26.3792	–	–	–	–	26.3812	26.3800	–
<b>710</b>	27.9528	27.9498	27.9547	27.9528	0 T	27.9554	27.9540	12 T	–	–	–	27.9560	27.9548	20 T
<b>750</b>	29.5276	29.5246	29.5295	29.5276	49 T	29.5302	29.5288	56 T	–	–	–	29.5308	29.5296	62 T
<b>800</b>	31.4961	31.4931	31.4980	31.4961		31.4987	31.4973	–	–	–	–	31.4993	31.4981	–
<b>850</b>	33.4646	33.4607	33.4668	33.4646		33.4675	33.4659	–	–	–	–	33.4683	33.4668	–
<b>900</b>	35.4331	35.4292	35.4353	35.4331	0 T	35.4360	35.4344	13 T	–	–	–	35.4368	35.4353	22 T
<b>950</b>	37.4016	37.3977	37.4038	37.4016	61 T	37.4045	37.4029	68 T	–	–	–	37.4053	37.4038	76 T
<b>1 000</b>	39.3701	39.3662	39.3723	39.3701		39.3730	39.3714	–	–	–	–	39.3738	39.3723	–
<b>1 060</b>	41.7323	41.7274	41.7349	41.7323		41.7357	41.7339	–	–	–	–	41.7366	41.7349	–
<b>1 120</b>	44.0945	44.0896	44.0971	44.0945	0 T	44.0979	44.0961	16 T	–	–	–	44.0988	44.0971	26 T
<b>1 180</b>	46.4567	46.4518	46.4593	46.4567	75 T	46.4601	46.4583	83 T	–	–	–	46.4610	46.4593	92 T
<b>1 250</b>	49.2126	49.2077	49.2152	49.2126		49.2160	49.2142	–	–	–	–	49.2169	49.2152	–

<sup>1)</sup> Az eredő illesztés 0.0001 hüvelykben. Az L hézag (laza illesztést), a T túlfedés (szoros illesztést) jelöl.

Tengelytűrések és eredő illesztések (hüvelyk méretekhez)

d	Csapagy fruitátmérő		Eredő illesztés		p6		p7		r6		Illesztés <sup>1)</sup>
	Tűrések		Tengelyátmérő		Tengelyátmérő		Tengelyátmérő		Tengelyátmérő		
	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	
mm	hüvelyk		hüvelyk		hüvelyk		hüvelyk		hüvelyk		-
85	3.3465	3.3457	3.3483	3.3474	3.3488	3.3480	3.3493	3.3480	-	-	-
90	3.5433	3.5425	3.5451	3.5442	3.5456	3.5448	3.5461	3.5448	-	-	-
95	3.7402	3.7394	3.7420	3.7411	3.7425	3.7417	3.7430	3.7417	-	-	-
100	3.9370	3.9362	3.9388	3.9379	3.9393	3.9385	3.9398	3.9385	15 T	-	-
105	4.1339	4.1331	4.1357	4.1348	4.1362	4.1354	4.1367	4.1354	36 T	-	-
110	4.3307	4.3299	4.3325	4.3316	4.3330	4.3322	4.3335	4.3322	-	-	-
120	4.7244	4.7236	4.7262	4.7253	4.7267	4.7259	4.7272	4.7259	-	-	-
130	5.1181	5.1171	5.1201	5.1192	5.1208	5.1198	5.1214	5.1198	5.1216	5.1207	-
140	5.5118	5.5108	5.5138	5.5129	5.5145	5.5135	5.5151	5.5135	5.5153	5.5144	-
150	5.9055	5.9045	5.9075	5.9066	5.9082	5.9072	5.9088	5.9072	5.9090	5.9081	26 T
160	6.2992	6.2982	6.3012	6.3003	6.3019	6.3009	6.3025	6.3009	6.3027	6.3018	45 T
170	6.6929	6.6919	6.6949	6.6940	6.6956	6.6946	6.6962	6.6946	6.6964	6.6955	-
180	7.0866	7.0856	7.0886	7.0877	7.0893	7.0883	7.0899	7.0883	7.0901	7.0892	-
190	7.4803	7.4791	7.4827	7.4815	7.4834	7.4823	7.4841	7.4823	7.4845	7.4833	30 T
200	7.8740	7.8728	7.8764	7.8752	7.8771	7.8760	7.8778	7.8760	7.8782	7.8770	54 T
220	8.6614	8.6602	8.6638	8.6626	8.6645	8.6634	8.6652	8.6634	8.6657	8.6645	31T/55T
240	9.4488	9.4476	9.4512	9.4500	9.4519	9.4508	9.4526	9.4508	9.4532	9.4521	33 T
260	10.2362	10.2348	10.2388	10.2375	10.2397	10.2384	10.2405	10.2384	10.2412	10.2399	37 T
280	11.0236	11.0222	11.0262	11.0249	11.0271	11.0258	11.0279	11.0258	11.0286	11.0273	64 T
300	11.8110	11.8096	11.8136	11.8123	11.8145	11.8132	11.8153	11.8132	11.8161	11.8149	39T/65 T
320	12.5984	12.5968	12.6013	12.5999	12.6023	12.6008	12.6031	12.6009	12.6041	12.6027	43 T
340	13.3858	13.3842	13.3887	13.3873	13.3897	13.3882	13.3905	13.3883	13.3915	13.3901	73 T
360	14.1732	14.1716	14.1761	14.1747	14.1771	14.1756	14.1779	14.1757	14.1791	14.1777	45 T
380	14.9606	14.9590	14.9635	14.9621	14.9645	14.9630	14.9653	14.9631	14.9665	14.9651	75 T
400	15.7480	15.7464	15.7509	15.7495	15.7519	15.7504	15.7527	15.7505	15.7539	15.7525	-
420	16.5354	16.5336	16.5385	16.5370	16.5397	16.5381	16.5406	16.5381	16.5419	16.5404	50 T
440	17.3228	17.3210	17.3259	17.3244	17.3271	17.3255	17.3280	17.3255	17.3293	17.3278	83 T
460	18.1102	18.1084	18.1133	18.1118	18.1145	18.1129	18.1154	18.1129	18.1170	18.1154	-
480	18.8976	18.8958	18.9007	18.8992	18.9019	18.9003	18.9028	18.9003	18.9044	18.9028	52 T
500	19.6850	19.6832	19.6881	19.6866	19.6893	19.6877	19.6902	19.6877	19.6918	19.6902	86 T
530	20.8661	20.8641	20.8696	20.8678	20.8709	20.8692	20.8720	20.8692	20.8737	20.8720	59 T
560	22.0472	22.0452	22.0507	22.0489	22.0520	22.0503	22.0531	22.0503	22.0548	22.0531	96 T
600	23.6220	23.6200	23.6255	23.6237	23.6268	23.6251	23.6279	23.6251	23.6298	23.6281	61 T
630	24.8031	24.8011	24.8066	24.8048	24.8079	24.8062	24.8090	24.8062	24.8109	24.8092	98 T
670	26.3780	26.3750	26.3819	26.3800	26.3834	26.3815	26.3846	26.3814	26.3869	26.3849	69 T
710	27.9528	27.9498	27.9567	27.9548	27.9582	27.9563	27.9594	27.9562	27.9617	27.9597	119 T
750	29.5276	29.5246	29.5315	29.5296	29.5330	29.5311	29.5342	29.5310	29.5369	29.5349	73 T
800	31.4961	31.4931	31.5000	31.4981	31.5015	31.4996	31.5027	31.4995	31.5054	31.5034	123 T
850	33.4646	33.4607	33.4690	33.4668	33.4707	33.4685	33.4721	33.4685	33.4751	33.4729	83 T
900	35.4331	35.4292	35.4375	35.4353	35.4392	35.4370	35.4406	35.4370	35.4436	35.4414	144 T
950	37.4016	37.3977	37.4060	37.4038	37.4077	37.4055	37.4091	37.4055	37.4125	37.4103	87 T
1000	39.3701	39.3662	39.3745	39.3723	39.3762	39.3740	39.3776	39.3740	39.3810	39.3788	148 T
1060	41.7323	41.7274	41.7375	41.7349	41.7396	41.7370	41.7412	41.7370	41.7447	41.7421	98 T
1120	44.0945	44.0896	44.0997	44.0971	44.1018	44.0992	44.1034	44.0992	44.1069	44.1043	173 T
1180	46.4567	46.4518	46.4619	46.4593	46.4640	46.4614	46.4656	46.4614	46.4695	46.4669	102 T
1250	49.2126	49.2077	49.2178	49.2152	49.2199	49.2173	49.2215	49.2173	49.2254	49.2226	177 T

<sup>1)</sup> Az Eredő illesztés 0.0001 hüvelykben. Az L hézag (laza illesztést), a T túlfedés (szoros illesztést) jelöl.

## B-3 függelék

## Tengelytűrések és az eredményezett illesztés (angolszász)

d	Csapágy furatának átmérője		Az eredményezett illesztés Tűrésosztályok		Illesztés <sup>1)</sup>	$s_{6\min} \pm IT6/2$ Tengelyátmérő		Illesztés <sup>1)</sup>	$s_{7\min} \pm IT7/2$ Tengelyátmérő		Illesztés <sup>1)</sup>
	max.	min.	r7 Tengelyátmérő max.	min.		max.	min.		max.	min.	
mm	hüvelyk		hüvelyk		–	hüvelyk		–	hüvelyk		–
<b>200</b>	7.8740	7.8728	–	–	–	7.8797	7.8785	45 T	7.8800	7.8782	42 T
<b>220</b>	8.6614	8.6602	8.6664	8.6645	31T/62T	8.6671	8.6659	69 T	8.6674	8.6656	72 T
<b>240</b>	9.4488	9.4476	9.4539	9.4521	33 T	9.4549	9.4537	49 T/73 T	9.4552	9.4534	46 T/76 T
<b>260</b>	10.2362	10.2348	10.2419	10.2399	37 T	10.2431	10.2418	56 T	10.2435	10.2414	52 T
<b>280</b>	11.0236	11.0222	11.0293	11.0273	71 T	11.0305	11.0292	83 T	11.0309	11.0288	87 T
<b>300</b>	11.8110	11.8096	11.8169	11.8149	39 T/73 T	11.8183	11.8171	61 T/87 T	11.8187	11.8167	57 T/91 T
<b>320</b>	12.5984	12.5968	12.6049	12.6027	43 T	12.6066	12.6052	68 T	12.6070	12.6048	64 T
<b>340</b>	13.3858	13.3842	13.3923	13.3901	81 T	13.3940	13.3926	98 T	13.3944	13.3922	102 T
<b>360</b>	14.1732	14.1716	14.1799	14.1777	–	14.1821	14.1807	–	14.1825	14.1803	–
<b>380</b>	14.9606	14.9590	14.9673	14.9651	45 T	14.9695	14.9681	75 T	14.9699	14.9677	71 T
<b>400</b>	15.7480	15.7464	15.7547	15.7525	83 T	15.7569	15.7555	105 T	15.7573	15.7551	109 T
<b>420</b>	16.5354	16.5336	16.5428	16.5404	50 T	16.5454	16.5438	84 T	16.5458	16.5433	79 T
<b>440</b>	17.3228	17.3210	17.3302	17.3278	92 T	17.3328	17.3312	118 T	17.3332	17.3307	122 T
<b>460</b>	18.1102	18.1084	18.1179	18.1154	–	18.1209	18.1194	–	18.1214	18.1189	–
<b>480</b>	18.8976	18.8958	18.9053	18.9028	52 T	18.9083	18.9068	92 T	18.9088	18.9063	87 T
<b>500</b>	19.6850	19.6832	19.6927	19.6902	95 T	19.6957	19.6942	125 T	19.6962	19.6937	130 T
<b>530</b>	20.8661	20.8641	20.8748	20.8720	59 T	20.8780	20.8763	102 T	20.8785	20.8758	97 T
<b>560</b>	22.0472	22.0452	22.0559	22.0531	107 T	22.0591	22.0574	139 T	22.0596	22.0569	144 T
<b>600</b>	23.6220	23.6200	23.6309	23.6281	61 T	23.6351	23.6334	114 T	23.6356	23.6329	109 T
<b>630</b>	24.8031	24.8011	24.8120	24.8092	109 T	24.8162	24.8145	151 T	24.8167	24.8140	156 T
<b>670</b>	26.3780	26.3750	26.3880	26.3848	68 T	26.3923	26.3904	124 T	26.3929	26.3898	118 T
<b>710</b>	27.9528	27.9498	27.9628	27.9596	130 T	27.9671	27.9652	173 T	27.9677	27.9646	179 T
<b>750</b>	29.5276	29.5246	29.5380	29.5349	73 T	29.5435	29.5415	139 T	29.5441	29.5409	133 T
<b>800</b>	31.4961	31.4931	31.5065	31.5034	134 T	31.5120	31.5100	189 T	31.5126	31.5094	195 T
<b>850</b>	33.4646	33.4607	33.4764	33.4729	83 T	33.4826	33.4804	158 T	33.4833	33.4797	151 T
<b>900</b>	35.4331	35.4292	35.4449	35.4414	157 T	35.4511	35.4489	219 T	35.4518	35.4482	226 T
<b>950</b>	37.4016	37.3977	37.4138	37.4103	87 T	37.4212	37.4190	174 T	37.4219	37.4183	167 T
<b>1000</b>	39.3701	39.3662	39.3823	39.3788	161 T	39.3897	39.3875	235 T	39.3904	39.3868	242 T
<b>1060</b>	41.7323	41.7274	41.7463	41.7421	98 T	41.7541	41.7515	192 T	41.7548	41.7507	184 T
<b>1120</b>	44.0945	44.0896	44.1085	44.1043	189 T	44.1163	44.1137	267 T	44.1170	44.1129	274 T
<b>1180</b>	46.4567	46.4518	46.4711	46.4669	102 T	46.4808	46.4782	215 T	46.4816	46.4774	207 T
<b>1250</b>	49.2126	49.2077	49.2270	49.2228	193 T	49.2367	49.2341	290 T	49.2375	49.2333	298 T

<sup>1)</sup> Az eredő illesztés 0.0001 hüvelykben. Az L hézag (laza illesztést), a T túlfedés (szoros illesztést) jelöl.

Háztűrések és eredő illesztések (hüvelyk méretekhez)

Csapágó külső átmérő D	Eredő illesztés Tűrések F7		G7		H6		H7		Illesztés <sup>1)</sup>					
	Házfúrat max.	Házfúrat min.	Illesztés <sup>1)</sup>	Házfúrat max.	Házfúrat min.	Illesztés <sup>1)</sup>	Házfúrat max.	Házfúrat min.						
mm	hüvelyk	hüvelyk	-	hüvelyk	-	hüvelyk	-	hüvelyk	-					
16	0.6299	0.6296	0.6305	0.6312	16 L 6 L	0.6301	0.6308	12 L 2 L	0.6299	0.6303	7 L 0 L	0.6299	0.6306	10 L 0 L
19	0.7480	0.7476	0.7488	0.7496		0.7483	0.7491		0.7480	0.7485		0.7480	0.7488	
22	0.8661	0.8657	0.8669	0.8677		0.8664	0.8672		0.8661	0.8666		0.8661	0.8669	
24	0.9449	0.9445	0.9457	0.9465	20 L 8 L	0.9452	0.9460	15 L 3 L	0.9449	0.9454	9 L 0 L	0.9449	0.9457	12 L 0 L
26	1.0236	1.0232	1.0244	1.0252		1.0239	1.0247		1.0236	1.0241		1.0236	1.0244	
28	1.1024	1.1020	1.1032	1.1040		1.1027	1.1035		1.1024	1.1029		1.1024	1.1032	
30	1.1811	1.1807	1.1819	1.1827		1.1814	1.1822		1.1811	1.1816		1.1811	1.1819	
32	1.2598	1.2594	1.2608	1.2618		1.2602	1.2611		1.2598	1.2604		1.2598	1.2608	
35	1.3780	1.3776	1.3790	1.4000		1.3784	1.3793		1.3780	1.3786		1.3780	1.3790	
37	1.4567	1.4563	1.4577	1.4587	24 L 10 L	1.4571	1.4580	17 L 4 L	1.4567	1.4573	10 L 0 L	1.4567	1.4577	14 L 0 L
40	1.5748	1.5744	1.5758	1.5768		1.5752	1.5761		1.5748	1.5754		1.5748	1.5758	
42	1.6535	1.6531	1.6545	1.6555		1.6539	1.6548		1.6535	1.6541		1.6535	1.6545	
47	1.8504	1.8500	1.8514	1.8524		1.8508	1.8517		1.8504	1.8510		1.8504	1.8514	
52	2.0472	2.0467	2.0484	2.0496		2.0476	2.0488		2.0472	2.0479		2.0472	2.0484	
55	2.1654	2.1649	2.1666	2.1678		2.1658	2.1670		2.1654	2.1661		2.1654	2.1666	
62	2.4409	2.4404	2.4421	2.4433		2.4413	2.4425		2.4409	2.4416		2.4409	2.4421	
68	2.6772	2.6767	2.6784	2.6796	29 L 12 L	2.6776	2.6788	21 L 4 L	2.6772	2.6779	12 L 0 L	2.6772	2.6784	17 L 0 L
72	2.8346	2.8341	2.8358	2.8370		2.8350	2.8362		2.8346	2.8353		2.8346	2.8358	
75	2.9527	2.9522	2.9539	2.9551		2.9532	2.9543		2.9527	2.9534		2.9527	2.9539	
80	3.1496	3.1491	3.1508	3.1520		3.1500	3.1512		3.1496	3.1503		3.1496	3.1508	
85	3.3465	3.3459	3.3479	3.3493		3.3470	3.3484		3.3465	3.3474		3.3465	3.3479	
90	3.5433	3.5427	3.5447	3.5461		3.5438	3.5452		3.5433	3.5442		3.5433	3.5447	
95	3.7402	3.7396	3.7416	3.7430	34 L 14 L	3.7407	3.7421	25 L 5 L	3.7402	3.7411	15 L 0 L	3.7402	3.7416	20 L 0 L
100	3.9370	3.9364	3.9384	3.9398		3.9375	3.9389		3.9370	3.9379		3.9370	3.9384	
110	4.3307	4.3301	4.3321	4.3335		4.3312	4.3326		4.3307	4.3316		4.3307	4.3321	
115	4.5276	4.5270	4.5290	4.5304		4.5281	4.5295		4.5276	4.5285		4.5276	4.5290	
120	4.7244	4.7238	4.7258	4.7272		4.7249	4.7263		4.7244	4.7253		4.7244	4.7258	
125	4.9213	4.9206	4.9230	4.9246		4.9219	4.9234		4.9213	4.9223		4.9213	4.9229	
130	5.1181	5.1174	5.1198	5.1214		5.1187	5.1202		5.1181	5.1191		5.1181	5.1197	
140	5.5118	5.5111	5.5135	5.5151	40 L 17 L	5.5124	5.5139	28 L 6 L	5.5118	5.5128	17 L 0 L	5.5118	5.5134	23 L 0 L
145	5.7087	5.7080	5.7104	5.7120		5.7093	5.7108		5.7087	5.7097		5.7087	5.7103	
150	5.9055	5.9048	5.9072	5.9088		5.9061	5.9076		5.9055	5.9065		5.9055	5.9071	
160	6.2992	6.2982	6.3009	6.3025		6.2998	6.3013		6.2992	6.3002		6.2992	6.3008	
165	6.4961	6.4951	6.4978	6.4994	43 L 17 L	6.4967	6.4982	31 L 6 L	6.4961	6.4971	20 L 0 L	6.4961	6.4977	26 L 0 L
170	6.6929	6.6919	6.6946	6.6962		6.6935	6.6950		6.6929	6.6939		6.6929	6.6945	
180	7.0866	7.0856	7.0883	7.0899		7.0872	7.0887		7.0866	7.0876		7.0866	7.0882	
190	7.4803	7.4791	7.4823	7.4841		7.4809	7.4827		7.4803	7.4814		7.4803	7.4821	
200	7.8740	7.8728	7.8760	7.8778		7.8746	7.8764		7.8740	7.8751		7.8740	7.8758	
210	8.2677	8.2665	8.2697	8.2715		8.2683	8.2701		8.2677	8.2688		8.2677	8.2695	
215	8.4646	8.4634	8.4666	8.4684		8.4652	8.4670		8.4646	8.4657		8.4646	8.4664	
220	8.6614	8.6602	8.6634	8.6652		8.6620	8.6638		8.6614	8.6625		8.6614	8.6632	
225	8.8583	8.8571	8.8603	8.8621	50 L 20 L	8.8589	8.8607	36 L 6 L	8.8583	8.8594	23 L 0 L	8.8583	8.8601	30 L 0 L
230	9.0551	9.0539	9.0571	9.0589		9.0557	9.0575		9.0551	9.0562		9.0551	9.0569	
240	9.4488	9.4476	9.4508	9.4526		9.4494	9.4512		9.4488	9.4499		9.4488	9.4506	
250	9.8425	9.8413	9.8445	9.8463		9.8431	9.8449		9.8425	9.8436		9.8425	9.8443	

<sup>1)</sup> Az eredő illesztés 0.0001 hüvelykben. Az L hézag (laza illesztést), a T tífedés (szoros illesztést) jelöl.

## B-4 függelék

## Háztűrések és eredő illesztések (hüvelyk méretekhez)

D	Csapágó külső átmérő		Eredő illesztés Tűrések			G7		H6		H7				
	max.	min.	F7 Házfurat max.	min.	Illesz- tés <sup>1)</sup>	Házfurat max.	min.	Illesz- tés <sup>1)</sup>	Házfurat max.	min.	Illesz- tés <sup>1)</sup>	Házfurat max.	min.	Illesz- tés <sup>1)</sup>
mm	hüvelyk	hüvelyk	hüvelyk	hüvelyk	–	hüvelyk	–	hüvelyk	–	hüvelyk	–	hüvelyk	–	hüvelyk
260	10.2362	10.2348	10.2384	10.2405		10.2369	10.2389		10.2362	10.2375		10.2362	10.2382	
270	10.6299	10.6285	10.6321	10.6342		10.6306	10.6326		10.6299	10.6312		10.6299	10.6319	
280	11.0236	11.0222	11.0258	11.0279	57 L	11.0243	11.0263	41 L	11.0236	11.0249	27 L	11.0236	11.0256	34 L
290	11.4173	11.4159	11.4195	11.4216	22 L	11.4180	11.4200	7 L	11.4173	11.4186	0 L	11.4173	11.4193	0 L
300	11.8110	11.8096	11.8132	11.8153		11.8117	11.8137		11.8110	11.8123		11.8110	11.8130	
310	12.2047	12.2033	12.2069	12.2090		12.2054	12.2074		12.2047	12.2060		12.2047	12.2067	
320	12.5984	12.5968	12.6008	12.6031		12.5991	12.6014		12.5984	12.5998		12.5984	12.6006	
340	13.3858	13.3842	13.3882	13.3905		13.3865	13.3888		13.3858	13.3872		13.3858	13.3880	
360	14.1732	14.1716	14.1756	14.1779	63 L	14.1739	14.1762	46 L	14.1732	14.1746	30 L	14.1732	14.1754	38 L
370	14.5669	14.5654	14.5694	14.5717	24 L	14.5677	14.5700	7 L	14.5669	14.5684	0 L	14.5670	14.5692	0 L
380	14.9606	14.9590	14.9630	14.9653		14.9613	14.9636		14.9606	14.9620		14.9606	14.9628	
400	15.7480	15.7464	15.7504	15.7527		15.7487	15.7510		15.7480	15.7494		15.7480	15.7502	
420	16.5354	16.5336	16.5381	16.5406		16.5362	16.5387		16.5354	16.5370		16.5354	16.5379	
440	17.3228	17.3210	17.3255	17.3280	70 L	17.3236	17.3261	51 L	17.3228	17.3244	34 L	17.3228	17.3253	43 L
460	18.1102	18.1084	18.1129	18.1154	27 L	18.1110	18.1135	8 L	18.1102	18.1118	0 L	18.1102	18.1127	0 L
480	18.8976	18.8958	18.9003	18.9028		18.8984	18.9009		18.8976	18.8992		18.8976	18.9001	
500	19.6850	19.6832	19.6877	19.6902		19.6858	19.6883		19.6850	19.6866		19.6850	19.6875	
520	20.4724	20.4704	20.4754	20.4781		20.4733	20.4760		20.4724	20.4741		20.4724	20.4752	
540	21.2598	21.2578	21.2628	21.2655		21.2607	21.2634		21.2598	21.2615		21.2598	21.2626	
560	22.0472	22.0452	22.0502	22.0529	77 L	22.0481	22.0508	56 L	22.0472	22.0489	37 L	22.0472	22.0500	48 L
580	22.8346	22.8326	22.8376	22.8403	30 L	22.8355	22.8382	9 L	22.8346	22.8363	0 L	22.8346	22.8374	0 L
600	23.6220	23.6200	23.6250	23.6277		23.6229	23.6256		23.6220	23.6237		23.6220	23.6248	
620	24.4094	24.4074	24.4124	24.4151		24.4103	24.4130		24.4094	24.4111		24.4094	24.4122	
650	25.5906	25.5876	25.5937	25.5969		25.5915	25.5947		25.5906	25.5926		25.5906	25.5937	
670	26.3780	26.3750	26.3811	26.3843		26.3789	26.3821		26.3780	26.3800		26.3780	26.3811	
680	26.7717	26.7687	26.7748	26.7780		26.7726	26.7758		26.7717	26.7737		26.7717	26.7748	
700	27.5591	27.5561	27.5622	27.5654		27.5600	27.5632		27.5591	27.5611		27.5591	27.5622	
720	28.3465	28.3435	28.3496	28.3528	93 L	28.3474	28.3506	71 L	28.3465	28.3485	50 L	28.3465	28.3496	61 L
750	29.5276	29.5246	29.5307	29.5339	31 L	29.5285	29.5317	9 L	29.5276	29.5296	0 L	29.5276	29.5307	0 L
760	29.9213	29.9183	29.9244	29.9276		29.9222	29.9254		29.9213	29.9233		29.9213	29.9244	
780	30.7087	30.7057	30.7118	30.7150		30.7096	30.7128		30.7087	30.7107		30.7087	30.7118	
790	31.1024	31.0994	31.1055	31.1087		31.1033	31.1065		31.1024	31.1044		31.1024	31.1055	
800	31.4961	31.4931	31.4992	31.5024		31.4970	31.5002		31.4961	31.4981		31.4961	31.4992	
820	32.2835	32.2796	32.2869	32.2904		32.2845	32.2881		32.2835	32.2857		32.2835	32.2870	
830	32.6772	32.6733	32.6806	32.6841		32.6782	32.6818		32.6772	32.6794		32.6772	32.6807	
850	33.4646	33.4607	33.4680	33.4715		33.4656	33.4692		33.4646	33.4668		33.4646	33.4681	
870	34.2520	34.2481	34.2554	34.2589	108 L	34.2530	34.2566	85 L	34.2520	34.2542	61 L	34.2520	34.2555	74 L
920	36.2205	36.2166	36.2239	36.2274	34 L	36.2215	36.2251	10 L	36.2205	36.2227	0 L	36.2205	36.2240	0 L
950	37.4016	37.3977	37.4050	37.4085		37.4026	37.4062		37.4016	37.4038		37.4016	37.4051	
980	38.5827	38.5788	38.5861	38.5896		38.5837	38.5873		38.5827	38.5849		38.5827	38.5862	
1000	39.3701	39.3662	39.3735	39.3770		39.3711	39.3747		39.3701	39.3723		39.3701	39.3736	
1150	45.2756	45.2707	45.2795	45.2836	129 L	45.2767	45.2808	101 L	45.2756	45.2782	75 L	45.2756	45.2797	90 L
1250	49.2126	49.2077	49.2165	49.2206	39 L	49.2137	49.2178	11 L	49.2126	49.2152	0 L	49.2126	49.2167	0 L
1400	55.1181	55.1118	55.1224	55.1274	156 L	55.1193	55.1242	124 L	55.1181	55.1212	94 L	55.1181	55.1230	112 L
1600	62.9921	62.9858	62.9964	63.0014	43 L	62.9933	62.9982	12 L	62.9921	62.9952	0 L	62.9921	62.9970	0 L

<sup>1)</sup> Az eredő illesztés 0.0001 hüvelykben. Az L hézag (laza illesztést), a T túlfedés (szoros illesztést) jelöli.

Háztűrések és eredő illesztések (hüvelyk méretekhez)

Csapágó külső átmérő D	max. min.		Az eredő illesztés Tűrések H8		H9	H10		H10	H6		H6	H6		
	Házfurat max. min.		Illesztés <sup>1)</sup>			Házfurat max. min.			Illesztés <sup>1)</sup>					
mm	hüvelyk		hüvelyk		–	hüvelyk		–	hüvelyk		–	–		
16	0.6299	0.6296	0.6299	0.6310	14 L OL	0.6299	0.6316	20 L OL	0.6299	0.6327	31 L OL	0.6297	0.6301	5 L 2T
19	0.7480	0.7476	0.7480	0.7493	17 L OL	0.7480	0.7500	24 L OL	0.7480	0.7513	37 L OL	0.7478	0.7483	7 L 2T
22	0.8661	0.8657	0.8661	0.8674		0.8661	0.8681		0.8661	0.8694		0.8659	0.8664	
24	0.9449	0.9445	0.9449	0.9462		0.9449	0.9469		0.9449	0.9482		0.9447	0.9452	
26	1.0236	1.0232	1.0236	1.0249		1.0236	1.0256		1.0236	1.0269		1.0234	1.0239	
28	1.1024	1.1020	1.1024	1.1037		1.1024	1.1044		1.1024	1.1057		1.1022	1.1027	
30	1.1811	1.1807	1.1811	1.1824	1.1811	1.1831	1.1811	1.1844	1.1809	1.1814				
32	1.2598	1.2594	1.2598	1.2613	19 L OL	1.2598	1.2622	28 L OL	1.2598	1.2637	43 L OL	1.2596	1.2602	8 L 2T
35	1.3780	1.3776	1.3780	1.3795		1.3780	1.3804		1.3780	1.3819		1.3778	1.3784	
37	1.4567	1.4563	1.4567	1.4582		1.4567	1.4591		1.4567	1.4606		1.4565	1.4571	
40	1.5748	1.5744	1.5748	1.5763		1.5748	1.5772		1.5748	1.5787		1.5746	1.5752	
42	1.6535	1.6531	1.6535	1.6550		1.6535	1.6559		1.6535	1.6574		1.6533	1.6539	
47	1.8504	1.8500	1.8504	1.8519	1.8504	1.8528	1.8504	1.8543	1.8502	1.8508				
52	2.0472	2.0467	2.0472	2.0490	23 L OL	2.0472	2.0501	34 L OL	2.0472	2.0519	52 L OL	2.0470	2.0477	10 L 2T
55	2.1654	2.1649	2.1654	2.1672		2.1654	2.1683		2.1654	2.1701		2.1652	2.1659	
62	2.4409	2.4404	2.4409	2.4427		2.4409	2.4438		2.4409	2.4456		2.4407	2.4414	
68	2.6772	2.6767	2.6772	2.6790		2.6772	2.6801		2.6772	2.6819		2.6770	2.6777	
72	2.8346	2.8341	2.8346	2.8364		2.8346	2.8375		2.8346	2.8393		2.8344	2.8351	
75	2.9527	2.9522	2.9527	2.9545	2.9527	2.9556	2.9527	2.9574	2.9525	2.9532				
80	3.1496	3.1491	3.1496	3.1514	3.1496	3.1525	3.1496	3.1543	3.1494	3.1501				
85	3.3465	3.3459	3.3465	3.3486	27 L OL	3.3465	3.3499	40 L OL	3.3465	3.3520	61 L OL	3.3463	3.3471	12 L 2T
90	3.5433	3.5427	3.5433	3.5454		3.5433	3.5467		3.5433	3.5488		3.5431	3.5439	
95	3.7402	3.7396	3.7402	3.7423		3.7402	3.7436		3.7402	3.7457		3.7400	3.7408	
100	3.9370	3.9364	3.9370	3.9391		3.9370	3.9404		3.9370	3.9425		3.9368	3.9376	
110	4.3307	4.3301	4.3307	4.3328		4.3307	4.3341		4.3307	4.3362		4.3305	4.3313	
115	4.5276	4.5270	4.5276	4.5297	4.5276	4.5310	4.5276	4.5331	4.5274	4.5282				
120	4.7244	4.7238	4.7244	4.7265	4.7244	4.7278	4.7244	4.7299	4.7242	4.7250				
125	4.9213	4.9206	4.9213	4.9238	32 L OL	4.9213	4.9252	46 L OL	4.9213	4.9276	70 L OL	4.9210	4.9220	14 L 3T
130	5.1181	5.1174	5.1181	5.1206		5.1181	5.1220		5.1181	5.1244		5.1178	5.1188	
140	5.5118	5.5111	5.5118	5.5143		5.5118	5.5157		5.5118	5.5181		5.5115	5.5125	
145	5.7087	5.7080	5.7087	5.7112		5.7087	5.7126		5.7087	5.7150		5.7084	5.7094	
150	5.9055	5.9048	5.9055	5.9080		5.9055	5.9094		5.9055	5.9118		5.9052	5.9062	
160	6.2992	6.2982	6.2992	6.3017	35 L OL	6.2992	6.3031	49 L OL	6.2992	6.3055	73 L OL	6.2989	6.2999	17 L 3T
165	6.4961	6.4951	6.4961	6.4986		6.4961	6.5000		6.4961	6.5024		6.4958	6.4968	
170	6.6929	6.6919	6.6929	6.6954		6.6929	6.6968		6.6929	6.6992		6.6926	6.6936	
180	7.0866	7.0856	7.0866	7.0891		7.0866	7.0905		7.0866	7.0929		7.0863	7.0873	
190	7.4803	7.4791	7.4803	7.4831		40 L OL	7.4803		7.4848	57 L OL		7.4803	7.4876	
200	7.8740	7.8728	7.8740	7.8768	7.8740		7.8785	7.8740	7.8813		7.8737	7.8749		
210	8.2677	8.2665	8.2677	8.2705	8.2677		8.2722	8.2677	8.2750		8.2674	8.2686		
215	8.4646	8.4634	8.4646	8.4674	8.4646		8.4691	8.4646	8.4719		8.4643	8.4655		
220	8.6614	8.6602	8.6614	8.6642	8.6614		8.6659	8.6614	8.6687		8.6611	8.6623		
225	8.8583	8.8571	8.8583	8.8611	8.8583	8.8628	8.8583	8.8656	8.8580	8.8592				
230	9.0551	9.0539	9.0551	9.0579	9.0551	9.0596	9.0551	9.0624	9.0548	9.0560				
240	9.4488	9.4476	9.4488	9.4516	9.4488	9.4533	9.4488	9.4561	9.4485	9.4497				
250	9.8425	9.8413	9.8425	9.8453	9.8425	9.8470	9.8425	9.8498	9.8422	9.8434				

<sup>1)</sup> Az eredő illesztés 0.0001 hüvelykben. Az L lézág (laza illesztést), a T túlfedés (szoros illesztést) jelöl.

## B-4 függelék

## Háztűrések és eredő illesztések (hüvelyk méretekhez)

## Csapágó külső átmérő Az eredő illesztés

D	H8		H9		H10		J6							
	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.						
260	10.2362	10.2348	10.2362	10.2394	10.2362	10.2413	10.2362	10.2445	10.2359	10.2372				
270	10.6299	10.6285	10.6299	10.6331	10.6299	10.6350	10.6299	10.6382	10.6296	10.6309				
280	11.0236	11.0222	11.0236	11.0268	46 L	11.0236	11.0287	65 L	11.0236	11.0319	97 L	11.0233	11.0246	24 L
290	11.4173	11.4159	11.4173	11.4205	0 L	11.4173	11.4224	0 L	11.4173	11.4256	0 L	11.4170	11.4183	3 T
300	11.8110	11.8096	11.8110	11.8142		11.8110	11.8161		11.8110	11.8193		11.8107	11.8120	
310	12.2047	12.2033	12.2047	12.2079		12.2047	12.2098		12.2047	12.2130		12.2044	12.2057	
320	12.5984	12.5968	12.5984	12.6019		12.5984	12.6039		12.5984	12.6075		12.5981	12.5995	
340	13.3858	13.3842	13.3858	13.3893		13.3858	13.3913		13.3858	13.3949		13.3855	13.3869	
360	14.1732	14.1716	14.1732	14.1767	51 L	14.1732	14.1787	71 L	14.1732	14.1823	107 L	14.1729	14.1743	27 L
370	14.5669	14.5654	14.5670	14.5705	0 L	14.5669	14.5724	0 L	14.5669	14.5761	0 L	14.5666	14.5681	3 T
380	14.9606	14.9590	14.9606	14.9641		14.9606	14.9661		14.9606	14.9697		14.9603	14.9617	
400	15.7480	15.7464	15.7480	15.7515		15.7480	15.7535		15.7480	15.7571		15.7477	15.7491	
420	16.5354	16.5336	16.5354	16.5392		16.5354	16.5415		16.5354	16.5452		16.5351	16.5367	
440	17.3228	17.3210	17.3228	17.3266		17.3228	17.3289		17.3228	17.3326		17.3225	17.3241	
460	18.1102	18.1084	18.1102	18.1140		18.1102	18.1163		18.1102	18.1200		18.1099	18.1115	
480	18.8976	18.8958	18.8976	18.9014	56 L	18.8976	18.9037	79 L	18.8976	18.9074	116 L	18.8973	18.8989	31 L
500	19.6850	19.6832	19.6850	19.6888	0 L	19.6850	19.6911	0 L	19.6850	19.6948	0 L	19.6847	19.6863	3 T
520	20.4724	20.4704	20.4724	20.4767		20.4724	20.4793		20.4724	20.4834		20.4721	20.4739	
540	21.2598	21.2578	21.2598	21.2641		21.2598	21.2667		21.2598	21.2708		21.2595	21.2613	
560	22.0472	22.0452	22.0472	22.0515	63 L	22.0472	22.0541	89 L	22.0472	22.0582	130 L	22.0469	22.0487	35 L
580	22.8346	22.8326	22.8346	22.8389	0 L	22.8346	22.8415	0 L	22.8346	22.8456	0 L	22.8343	22.8361	3 T
600	23.6220	23.6200	23.6220	23.6263		23.6220	23.6289		23.6220	23.6330		23.6217	23.6235	
620	24.4094	24.4074	24.4094	24.4137		24.4094	24.4163		24.4094	24.4204		24.4091	24.4109	
650	25.5906	25.5876	25.5906	25.5955		25.5906	25.5985		25.5906	25.6032		25.5902	25.5922	
670	26.3780	26.3750	26.3780	26.3829		26.3780	26.3859		26.3780	26.3906		26.3776	26.3796	
680	26.7717	26.7687	26.7717	26.7766		26.7717	26.7796		26.7717	26.7843		26.7713	26.7733	
700	27.5591	27.5561	27.5591	27.5640		27.5591	27.5670		27.5591	27.5717		27.5587	27.5607	
720	28.3465	28.3435	28.3465	28.3514		28.3465	28.3544	109 L	28.3465	28.3591	156 L	28.3461	28.3481	46 L
750	29.5276	29.5246	29.5276	29.5325	79 L	29.5276	29.5355	0 L	29.5276	29.5402	0 L	29.5272	29.5292	4 T
760	29.9213	29.9183	29.9213	29.9262		29.9213	29.9292		29.9213	29.9339		29.9209	29.9229	
780	30.7087	30.7057	30.7087	30.7136		30.7087	30.7166		30.7087	30.7213		30.7083	30.7103	
790	31.1024	31.0994	31.1024	31.1073		31.1024	31.1103		31.1024	31.1150		31.1020	31.1040	
800	31.4961	31.4931	31.4961	31.5010		31.4961	31.5040		31.4961	31.5087		31.4957	31.4968	
820	32.2835	32.2796	32.2835	32.2890		32.2835	32.2926		32.2835	32.2977		32.2831	32.2853	
830	32.6772	32.6733	32.6772	32.6827		32.6772	32.6863		32.6772	32.6914		32.6768	32.6790	
850	33.4646	33.4607	33.4646	33.4701		33.4646	33.4737		33.4646	33.4788		33.4642	33.4664	
870	34.2520	34.2481	34.2520	34.2575	94 L	34.2520	34.2611	130 L	34.2520	34.2662	181 L	34.2516	34.2538	57 L
920	36.2205	36.2166	36.2205	36.2260	0 L	36.2205	36.2296	0 L	36.2205	36.2347	0 L	36.2201	36.2223	4 T
950	37.4016	37.3977	37.4016	37.4071		37.4016	37.4107		37.4016	37.4158		37.4012	37.4034	
980	38.5827	38.5788	38.5827	38.5882		38.5827	38.5918		38.5827	38.5969		38.5823	38.5845	
1000	39.3701	39.3662	39.3701	39.3756		39.3701	39.3792		39.3701	39.3843		-	-	
1150	45.2756	45.2707	45.2756	45.2821	114 L	45.2756	45.2858	151 L	45.2756	45.2921	214 L	-	-	-
1250	49.2126	49.2077	49.2126	49.2191	0 L	49.2126	49.2228	0 L	49.2126	49.2291	0 L	-	-	-
1400	55.1181	55.1118	55.1181	55.1258	140 L	55.1181	55.1303	185 L	55.1181	55.1378	260 L	-	-	-
1600	62.9921	62.9858	62.9921	62.9998	0 L	62.9921	63.0043	0 L	62.9921	63.0118	0 L	-	-	-

1) Az eredő illesztés 0.0001 hüvelykben. Az L hézag (laza illesztést), a T túlfedés (szoros illesztést) jelöl.

Háztűrések és eredő illesztések (hüvelyk méretekhez)

Csapágó külső átmérő D	max.		min.		Az eredő illesztés Tűrések J7		J55		K5		K6		Illesztés <sup>1)</sup>	
	max.	min.	max.	min.	Házfúrat max.	Házfúrat min.	Házfúrat max.	Házfúrat min.	Házfúrat max.	Házfúrat min.	Házfúrat max.	Házfúrat min.		
mm	hüvelyk		hüvelyk		-		hüvelyk		-		hüvelyk		-	
16	0.6299	0.6296	0.6296	0.6303	7 L 3 T	0.6297	0.6301	2 T 5 L	0.6297	0.6300	4 L 2 T	0.6295	0.6300	4 L 4 T
19	0.7480	0.7476	0.7476	0.7485		0.7478	0.7481		0.7477	0.7480		0.7476	0.7481	
22	0.8661	0.8657	0.8657	0.8666		0.8659	0.8662		0.8658	0.8661		0.8657	0.8662	
24	0.9449	0.9445	0.9445	0.9454	9 L	0.9447	0.9450	2 T	0.9446	0.9449	4 L	0.9445	0.9450	5 L
26	1.0236	1.0232	1.0232	1.0241	4 T	1.0234	1.0237	5 L	1.0233	1.0236	3 T	1.0232	1.0237	4 T
28	1.1024	1.1020	1.1020	1.1029		1.1022	1.1025		1.1021	1.1024		1.1020	1.1025	
30	1.1811	1.1807	1.1807	1.1816		1.1809	1.1812		1.1808	1.1811		1.1807	1.1812	
32	1.2598	1.2594	1.2594	1.2604		1.2596	1.2600		1.2594	1.2599		1.2593	1.2599	
35	1.3780	1.3776	1.3776	1.3786		1.3778	1.3782		1.3776	1.3781		1.3775	1.3781	
37	1.4567	1.4563	1.4563	1.4573	10 L	1.4565	1.4569	2 T	1.4563	1.4568	5 L	1.4562	1.4568	5 L
40	1.5748	1.5744	1.5744	1.5754	4 T	1.5746	1.5750	6 L	1.5744	1.5749	4 T	1.5743	1.5749	5 T
42	1.6535	1.6531	1.6531	1.6541		1.6533	1.6537		1.6531	1.6536		1.6530	1.6536	
47	1.8504	1.8500	1.8500	1.8510		1.8502	1.8506		1.8500	1.8505		1.8499	1.8505	
52	2.0472	2.0467	2.0467	2.0479		2.0469	2.0475		2.0468	2.0473		2.0466	2.0474	
55	2.1654	2.1649	2.1649	2.1661		2.1651	2.1657		2.1650	2.1655		2.1648	2.1656	
62	2.4409	2.4404	2.4404	2.4416		2.4406	2.4412		2.4405	2.4410		2.4403	2.4411	
68	2.6772	2.6767	2.6767	2.6779	12 L 5 T	2.6769	2.6775	3 T 8 L	2.6768	2.6773	6 L 4 T	2.6766	2.6774	7 L 6 T
72	2.8346	2.8341	2.8341	2.8353		2.8343	2.8349		2.8342	2.8347		2.8340	2.8348	
75	2.9527	2.9522	2.9522	2.9534		2.9524	2.9530		2.9523	2.9528		2.9521	2.9529	
80	3.1496	3.1491	3.1491	3.1503		3.1493	3.1499		3.1492	3.1497		3.1490	3.1498	
85	3.3465	3.3459	3.3460	3.3474		3.3462	3.3468		3.3460	3.3466		3.3458	3.3467	
90	3.5433	3.5427	3.5428	3.5442		3.5430	3.5436		3.5428	3.5434		3.5426	3.5435	
95	3.7402	3.7396	3.7397	3.7411	15 L 5 T	3.7399	3.7405	3 T	3.7397	3.7403	7 L 5 T	3.7395	3.7404	8 L 7 T
100	3.9370	3.9364	3.9365	3.9379		3.9367	3.9373	9 L	3.9365	3.9371		3.9363	3.9372	
110	4.3307	4.3301	4.3302	4.3316		4.3304	4.3310		4.3302	4.3308		4.3300	4.3309	
115	4.5276	4.5270	4.5271	4.5285		4.5273	4.5279		4.5271	4.5277		4.5269	4.5278	
120	4.7244	4.7238	4.7239	4.7253		4.7241	4.7247		4.7239	4.7245		4.7237	4.7246	
125	4.9213	4.9206	4.9207	4.9223		4.9209	4.9217		4.9207	4.9214		4.9205	4.9215	
130	5.1181	5.1174	5.1175	5.1191	17 L 6 T	5.1177	5.1185	4 T	5.1175	5.1182	8 L 6 T	5.1173	5.1183	9 L 8 T
140	5.5118	5.5111	5.5112	5.5128		5.5114	5.5122	11 L	5.5112	5.5119		5.5110	5.5120	
145	5.7087	5.7080	5.7081	5.7097		5.7083	5.7091		5.7081	5.7088		5.7079	5.7089	
150	5.9055	5.9048	5.9049	5.9065		5.9051	5.9059		5.9049	5.9056		5.9047	5.9057	
160	6.2992	6.2982	6.2986	6.3002	20 L 6 T	6.2988	6.2995	4 T	6.2986	6.2993	11 L 6 T	6.2984	6.2994	12 L 8 T
165	6.4961	6.4951	6.4955	6.4971		6.4957	6.4964	13 L	6.4955	6.4962		6.4953	6.4963	
170	6.6929	6.6919	6.6923	6.6939		6.6925	6.6932		6.6923	6.6930		6.6921	6.6931	
180	7.0866	7.0860	7.0860	7.0876		7.0862	7.0869		7.0860	7.0867		7.0858	7.0868	
190	7.4803	7.4791	7.4797	7.4815		7.4799	7.4807		7.4796	7.4804		7.4794	7.4805	
200	7.8740	7.8728	7.8734	7.8752		7.8736	7.8744		7.8733	7.8741		7.8731	7.8742	
210	8.2677	8.2665	8.2671	8.2689		8.2673	8.2681		8.2670	8.2678		8.2668	8.2679	
215	8.4646	8.4634	8.4640	8.4658		8.4642	8.4650		8.4639	8.4647		8.4637	8.4648	
220	8.6614	8.6602	8.6608	8.6626	24 L 6 T	8.6610	8.6618	4 T	8.6607	8.6615	13 L 7 T	8.6605	8.6616	14 L 9 T
225	8.8583	8.8571	8.8577	8.8595		8.8579	8.8587	16 L	8.8576	8.8584		8.8574	8.8585	
230	9.0551	9.0539	9.0545	9.0563		9.0547	9.0555		9.0544	9.0552		9.0542	9.0553	
240	9.4488	9.4476	9.4482	9.4500		9.4484	9.4492		9.4481	9.4489		9.4479	9.4490	
250	9.8425	9.8413	9.8419	9.8437		9.8421	9.8429		9.8418	9.8426		9.8416	9.8427	

<sup>1)</sup> Az eredő illesztés 0.0001 hüvelykben. Az L hézag (laza illesztést), a T túlfedés (szoros illesztést) jelöl.



## B-4 függelék

## Háztűrések és eredő illesztések (hüvelyk méretekhez)

## Csapagý külső átmérő Az eredő illesztés

D	J7		JS5		K5		K6		Illesztés <sup>1)</sup>	
	max.	min.	Házfúrat max.	Házfúrat min.	Illesztés <sup>1)</sup>	Házfúrat max.	Házfúrat min.	Illesztés <sup>1)</sup>		
mm	hüvelyk		hüvelyk		hüvelyk		hüvelyk			
260	10.2362	10.2348	10.2356	10.2376		10.2354	10.2363		10.2351	10.2364
270	10.6299	10.6285	10.6293	10.6313		10.6294	10.6303		10.6288	10.6301
280	11.0236	11.0222	11.0230	11.0250	28 L	11.0231	11.0240	5 T	11.0228	11.0237
290	11.4173	11.4159	11.4167	11.4187	6 T	11.4168	11.4177	18 L	11.4165	11.4174
300	11.8110	11.8096	11.8104	11.8124		11.8105	11.8114		11.8102	11.8111
310	12.2047	12.2033	12.2041	12.2061		12.2042	12.2051		12.2039	12.2048
320	12.5984	12.5968	12.5977	12.5999		12.5979	12.5989		12.5973	12.5985
340	13.3858	13.3842	13.3851	13.3873		13.3853	13.3863		13.3847	13.3860
360	14.1732	14.1716	14.1725	14.1747	31 L	14.1727	14.1737	5 T	14.1723	14.1733
370	14.5669	14.5654	14.5662	14.5685	7 T	14.5664	14.5675	21 L	14.5660	14.5670
380	14.9606	14.9590	14.9599	14.9621		14.9601	14.9611		14.9597	14.9607
400	15.7480	15.7464	15.7473	15.7495		15.7475	15.7485		15.7471	15.7481
420	16.5354	16.5336	16.5346	16.5371		16.5349	16.5359		16.5344	16.5356
440	17.3228	17.3210	17.3220	17.3245	35 L	17.3223	17.3233	5 T	17.3218	17.3229
460	18.1102	18.1084	18.1094	18.1119	8 T	18.1097	18.1107	23 L	18.1092	18.1103
480	18.8976	18.8958	18.8968	18.8993		18.8971	18.8981		18.8966	18.8977
500	19.6850	19.6832	19.6842	19.6867		19.6845	19.6855		19.6840	19.6851
520	20.4724	20.4704	20.4715	20.4743		-	-		-	-
540	21.2598	21.2578	21.2589	21.2617		-	-		-	-
560	22.0472	22.0452	22.0463	22.0491	39 L	-	-	-	-	-
580	22.8346	22.8326	22.8337	22.8365	9 T	-	-	-	-	-
600	23.6220	23.6200	23.6211	23.6239		-	-		-	-
620	24.4094	24.4074	24.4085	24.4113		-	-		-	-
650	25.5906	25.5876	25.5897	25.5928		-	-		-	-
670	26.3780	26.3750	26.3771	26.3802		-	-		-	-
680	26.7717	26.7687	26.7708	26.7739		-	-		-	-
700	27.5591	27.5561	27.5582	27.5613		-	-		-	-
720	28.3465	28.3435	28.3456	28.3487	52 L	-	-	-	-	-
750	29.5276	29.5246	29.5267	29.5298	9 T	-	-	-	-	-
760	29.9213	29.9183	29.9204	29.9235		-	-		-	-
780	30.7087	30.7057	30.7078	30.7109		-	-		-	-
790	31.1024	31.0994	31.1015	31.1046		-	-		-	-
800	31.4961	31.4931	31.4952	31.4974		-	-		-	-
820	32.2835	32.2796	32.2825	32.2860		-	-		-	-
830	32.6772	32.6733	32.6762	32.6797		-	-		-	-
850	33.4646	33.4607	33.4636	33.4671		-	-		-	-
870	34.2520	34.2481	34.2510	34.2545	64 L	-	-	-	-	-
920	36.2205	36.2166	36.2195	36.2230	10 T	-	-	-	-	-
950	37.4016	37.3977	37.4006	37.4041		-	-		-	-
980	38.5827	38.5788	38.5817	38.5852		-	-		-	-
1000	39.3701	39.3662	-	-		-	-		-	-
1150	45.2756	45.2707	-	-		-	-		-	-
1250	49.2126	49.2077	-	-		-	-		-	-
1400	55.1181	55.1118	-	-		-	-		-	-
1600	62.9921	62.9858	-	-		-	-		-	-

<sup>1)</sup> Az eredő illesztés 0.0001 hüvelykben. Az L hézag (laza illesztést), a T túlfedés (szoros illesztést) jelöl.

Háztűrések és eredő illesztések (hüvelyk méretekhez)

Csapágó külső átmérő D	max. min.		Az eredő illesztés Tűrések Házfurat		M5 Házfurat		M6 Házfurat		M7 Házfurat		Illesztés <sup>1)</sup>			
	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.		
mm	hüvelyk		hüvelyk		hüvelyk		hüvelyk		hüvelyk		-			
16	0.6299	0.6296	0.6294	0.6301	5 L 5 T	0.6294	0.6298	2 L 5 T	0.6293	0.6297	1 L 6 T	0.6292	0.6299	3 L 7 T
19	0.7480	0.7476	0.7474	0.7482		0.7474	0.7478		0.7473	0.7478		0.7472	0.7480	
22	0.8661	0.8657	0.8655	0.8663		0.8655	0.8659		0.8654	0.8659		0.8653	0.8661	
24	0.9449	0.9445	0.9443	0.9451	6 L	0.9443	0.9447	2 L	0.9442	0.9447	2 L	0.9441	0.9449	4 L
26	1.0236	1.0232	1.0230	1.0238	6 T	1.0230	1.0234	6 T	1.0229	1.0234	7 T	1.0228	1.0236	8 T
28	1.1024	1.1020	1.1018	1.1026		1.1018	1.1022		1.1017	1.1022		1.1016	1.1024	
30	1.1811	1.1807	1.1805	1.1813		1.1805	1.1809		1.1804	1.1809		1.1803	1.1811	
32	1.2598	1.2594	1.2591	1.2601		1.2592	1.2596		1.2590	1.2596		1.2588	1.2598	
35	1.3780	1.3776	1.3773	1.3783		1.3774	1.3778		1.3772	1.3778		1.3770	1.3780	
37	1.4567	1.4563	1.4560	1.4570	7 L	1.4561	1.4565	2 L	1.4559	1.4565	2 L	1.4557	1.4567	4 L
40	1.5748	1.5744	1.5741	1.5751	7 T	1.5742	1.5746	6 T	1.5740	1.5746	8 T	1.5738	1.5748	10 T
42	1.6535	1.6531	1.6528	1.6538		1.6529	1.6533		1.6527	1.6533		1.6525	1.6535	
47	1.8504	1.8500	1.8497	1.8507		1.8498	1.8502		1.8496	1.8502		1.8494	1.8504	
52	2.0472	2.0467	2.0464	2.0476		2.0465	2.0470		2.0463	2.0470		2.0460	2.0472	
55	2.1654	2.1649	2.1646	2.1658		2.1647	2.1652		2.1645	2.1652		2.1642	2.1654	
62	2.4409	2.4404	2.4401	2.4413		2.4402	2.4407		2.4400	2.4407		2.4397	2.4409	
68	2.6772	2.6767	2.6764	2.6776	9 L 8 T	2.6765	2.6770	3 L 7 T	2.6763	2.6770	3 L 3 T	2.6760	2.6772	5 L 12 T
72	2.8346	2.8341	2.8338	2.8350		2.8339	2.8344		2.8337	2.8344		2.8334	2.8346	
75	2.9527	2.9522	2.9519	2.9531		2.9520	2.9525		2.9518	2.9525		2.9516	2.9527	
80	3.1496	3.1491	3.1488	3.1500		3.1489	3.1494		3.1487	3.1494		3.1484	3.1496	
85	3.3465	3.3459	3.3455	3.3469		3.3456	3.3462		3.3454	3.3463		3.3451	3.3465	
90	3.5433	3.5427	3.5423	3.5437		3.5424	3.5430		3.5422	3.5431		3.5419	3.5433	
95	3.7402	3.7396	3.7392	3.7406	10 L	3.7393	3.7399	3 L	3.7391	3.7400	4 L	3.7388	3.7402	6 L
100	3.9370	3.9364	3.9360	3.9374	10 T	3.9361	3.9367	9 T	3.9359	3.9368	11 T	3.9356	3.9370	14 T
110	4.3307	4.3301	4.3297	4.3311		4.3298	4.3304		4.3296	4.3305		4.3293	4.3307	
115	4.5276	4.5270	4.5266	4.5280		4.5267	4.5273		4.5265	4.5274		4.5262	4.5276	
120	4.7244	4.7238	4.7234	4.7248		4.7235	4.7241		4.7233	4.7242		4.7230	4.7244	
125	4.9213	4.9206	4.9202	4.9218		4.9202	4.9210		4.9200	4.9210		4.9197	4.9213	
130	5.1181	5.1174	5.1170	5.1186	12 L	5.1170	5.1178	4 L	5.1168	5.1178	4 L	5.1165	5.1181	7 L
140	5.5118	5.5111	5.5107	5.5123	11 T	5.5107	5.5115	11 T	5.5105	5.5115	13 T	5.5102	5.5118	16 T
145	5.7087	5.7080	5.7076	5.7092		5.7076	5.7084		5.7074	5.7084		5.7071	5.7087	
150	5.9055	5.9048	5.9044	5.9060		5.9044	5.9052		5.9042	5.9052		5.9039	5.9055	
160	6.2992	6.2982	6.2981	6.2997	15 L	6.2981	6.2988	6 L	6.2979	6.2989	7 L	6.2976	6.2992	10 L
165	6.4961	6.4951	6.4950	6.4966	11 T	6.4950	6.4957	11 T	6.4948	6.4958	13 T	6.4945	6.4961	16 T
170	6.6929	6.6919	6.6918	6.6934		6.6918	6.6925		6.6916	6.6926		6.6913	6.6929	
180	7.0866	7.0856	7.0855	7.0871		7.0855	7.0862		7.0853	7.0863		7.0850	7.0866	
190	7.4803	7.4791	7.4790	7.4808		7.4791	7.4798		7.4788	7.4800		7.4785	7.4803	
200	7.8740	7.8728	7.8727	7.8745		7.8728	7.8735		7.8725	7.8737		7.8722	7.8740	
210	8.2677	8.2665	8.2664	8.2682		8.2665	8.2672		8.2662	8.2674		8.2659	8.2677	
215	8.4646	8.4634	8.4633	8.4651		8.4634	8.4641		8.4631	8.4643		8.4628	8.4646	
220	8.6614	8.6602	8.6601	8.6619	17 L 13 T	8.6602	8.6609	7 L 12 T	8.6599	8.6611	9 L 15 T	8.6596	8.6614	12 L 18 T
225	8.8583	8.8571	8.8570	8.8588		8.8571	8.8578		8.8568	8.8580		8.8565	8.8583	
230	9.0551	9.0539	9.0538	9.0556		9.0539	9.0546		9.0536	9.0548		9.0533	9.0551	
240	9.4488	9.4476	9.4475	9.4493		9.4476	9.4483		9.4473	9.4485		9.4470	9.4488	
250	9.8425	9.8413	9.8412	9.8430		9.8413	9.8420		9.8410	9.8422		9.8407	9.8425	

<sup>1)</sup> Az eredő illesztés 0.0001 hüvelykben. Az L hézag (laza illesztést), a T túlfedés (szoros illesztést) jelöl.

## B-4 függék

## Háztúrések és eredő illesztések (hüvelyk méretek)

Csapágy külső átmérő D	Az eredő illesztés Túrések K7		M5		M6		M7					
	max.	min.	Házfúrat max.	min.	Házfúrat max.	min.	Házfúrat max.	min.	Házfúrat max.	min.	Házfúrat max.	min.
mm	hüvelyk		hüvelyk		hüvelyk		hüvelyk		hüvelyk		hüvelyk	
260	10.2362	10.2348	10.2348	10.2368								
270	10.6299	10.6285	10.6285	10.6305								
280	11.0236	11.0222	11.0222	11.0242	20 L							
290	11.4173	11.4159	11.4159	11.4179	14 T							
300	11.8110	11.8096	11.8096	11.8116								
310	12.2047	12.2033	12.2033	12.2053								
320	12.5984	12.5968	12.5968	12.5991								
340	13.3858	13.3842	13.3842	13.3865								
360	14.1732	14.1716	14.1716	14.1739	23 L							
370	14.5669	14.5654	14.5653	14.5677	16 T							
380	14.9606	14.9590	14.9590	14.9613								
400	15.7480	15.7464	15.7464	15.7487								
420	16.5354	16.5336	16.5336	16.5361								
440	17.3228	17.3210	17.3210	17.3235	25 L							
460	18.1102	18.1084	18.1084	18.1109	18 T							
480	18.8976	18.8958	18.8958	18.8983								
500	19.6850	19.6832	19.6832	19.6857								
520	20.4724	20.4704	20.4696	20.4724								
540	21.2598	21.2578	21.2570	21.2598								
560	22.0472	22.0452	22.0444	22.0472	20 L							
580	22.8346	22.8326	22.8318	22.8346	28 T							
600	23.6220	23.6200	23.6192	23.6220								
620	24.4094	24.4074	24.4066	24.4094								
650	25.5906	25.5876	25.5875	25.5906								
670	26.3780	26.3750	26.3749	26.3780								
680	26.7717	26.7687	26.7686	26.7717								
700	27.5591	27.5561	27.5560	27.5591								
720	28.3465	28.3435	28.3434	28.3465	30 L							
750	29.5276	29.5246	29.5245	29.5276	31 T							
760	29.9213	29.9183	29.9182	29.9213								
780	30.7087	30.7057	30.7056	30.7087								
790	31.1024	31.0994	31.0993	31.1024								
800	31.4961	31.4931	31.4930	31.4952								
820	32.2835	32.2796	32.2800	32.2835								
830	32.6772	32.6733	32.6737	32.6772								
850	33.4646	33.4607	33.4611	33.4646								
870	34.2520	34.2481	34.2485	34.2520	39 L							
920	36.2205	36.2166	36.2170	36.2205	35 T							
950	37.4016	37.3977	37.3981	37.4016								
980	38.5827	38.5788	38.5792	38.5827								
1000	39.3701	39.3662	-	-								
1150	45.2756	45.2707	-	-								
1250	49.2126	49.2077	-	-								
1400	55.1181	55.1118	-	-								
1600	62.9921	62.9858	-	-								

1) Az eredő illesztés 0.0001 hüvelykben. Az L hézag (laza illesztést), a T túlfedés (szoros illesztést) jelöl.

Háztűrések és eredő illesztések (hüvelyk méretekhez)

Csapágó külső átmérő D	max.		min.		N6		N7		P6		P7			
	max.	min.	max.	min.	Illesztés <sup>1)</sup>	Házfurat max.	Házfurat min.	Illesztés <sup>1)</sup>	Házfurat max.	Házfurat min.	Illesztés <sup>1)</sup>	Házfurat max.	Házfurat min.	Illesztés <sup>1)</sup>
mm	hüvelyk		hüvelyk		-	hüvelyk		-	hüvelyk		-	hüvelyk		-
16	0.6299	0.6296	0.6291	0.6295	1T 8T	0.6290	0.6297	1L 9T	0.6289	0.6293	3T 10T	0.6288	0.6295	1T 11T
19	0.7480	0.7476	0.7471	0.7476		0.7469	0.7477		0.7468	0.7473		0.7466	0.7474	
22	0.8661	0.8657	0.8652	0.8657		0.8650	0.8658		0.8649	0.8654		0.8647	0.8655	
24	0.9449	0.9445	0.9440	0.9445	0T	0.9438	0.9446	1L	0.9437	0.9442	3T	0.9435	0.9443	2T
26	1.0236	1.0232	1.0227	1.0232	9T	1.0225	1.0233	11T	1.0224	1.0229	12T	1.0222	1.0230	14T
28	1.1024	1.1020	1.1015	1.1020		1.1013	1.1021		1.1012	1.1017		1.1010	1.1018	
30	1.1811	1.1807	1.1802	1.1807		1.1800	1.1808		1.1799	1.1804		1.1797	1.1805	
32	1.2598	1.2594	1.2587	1.2593		1.2585	1.2595		1.2583	1.2590		1.2581	1.2591	
35	1.3780	1.3776	1.3769	1.3775		1.3767	1.3777		1.3765	1.3772		1.3763	1.3773	
37	1.4567	1.4563	1.4556	1.4562	1T	1.4554	1.4564	1L	1.4552	1.4559	4T	1.4550	1.4560	3T
40	1.5748	1.5744	1.5737	1.5743	11T	1.5735	1.5745	13T	1.5733	1.5740	15T	1.5731	1.5741	17T
42	1.6535	1.6531	1.6524	1.6530		1.6522	1.6532		1.6520	1.6527		1.6518	1.6528	
47	1.8504	1.8500	1.8493	1.8499		1.8491	1.8501		1.8489	1.8496		1.8487	1.8497	
52	2.0472	2.0467	2.0459	2.0466		2.0457	2.0468		2.0454	2.0462		2.0452	2.0464	
55	2.1654	2.1649	2.1641	2.1648		2.1639	2.1650		2.1636	2.1644		2.1634	2.1646	
62	2.4409	2.4404	2.4396	2.4403		2.4394	2.4405		2.4391	2.4399		2.4389	2.4401	
68	2.6772	2.6767	2.6759	2.6766	1T 13T	2.6760	2.6770	1L 15T	2.6750	2.6760	5T 18T	2.6752	2.6763	3T 20T
72	2.8346	2.8341	2.8333	2.8340		2.8331	2.8342		2.8328	2.8336		2.8326	2.8338	
75	2.9527	2.9522	2.9515	2.9522		2.9510	2.9520		2.9510	2.9520		2.9507	2.9519	
80	3.1496	3.1491	3.1483	3.1490		3.1481	3.1492		3.1478	3.1486		3.1476	3.1488	
85	3.3465	3.3459	3.3450	3.3459		3.3447	3.3461		3.3445	3.3453		3.3442	3.3456	
90	3.5433	3.5427	3.5418	3.5427		3.5415	3.5429		3.5413	3.5421		3.5410	3.5424	
95	3.7402	3.7396	3.7387	3.7396	0T	3.7380	3.7400	2L	3.7380	3.7390	6T	3.7378	3.7392	3T
100	3.9370	3.9364	3.9355	3.9364	15T	3.9352	3.9366	18T	3.9350	3.9358	20T	3.9347	3.9361	23T
110	4.3307	4.3301	4.3292	4.3301		4.3289	4.3303		4.3287	4.3295		4.3284	4.3298	
115	4.5276	4.5270	4.5261	4.5270		4.5258	4.5272		4.5256	4.5264		4.5253	4.5267	
120	4.7244	4.7238	4.7229	4.7238		4.7226	4.7240		4.7224	4.7232		4.7221	4.7235	
125	4.9213	4.9206	4.9195	4.9205		4.9193	4.9208		4.9189	4.9199		4.9186	4.9202	
130	5.1181	5.1174	5.1163	5.1173		5.1161	5.1176		5.1157	5.1167		5.1154	5.1170	
140	5.5118	5.5111	5.5100	5.5110	1T 18T	5.5098	5.5113	2L 20T	5.5094	5.5104	7T 24T	5.5091	5.5107	4T 27T
145	5.7087	5.7080	5.7069	5.7079		5.7067	5.7082		5.7063	5.7073		5.7060	5.7076	
150	5.9055	5.9048	5.9037	5.9047		5.9035	5.9050		5.9031	5.9041		5.9028	5.9044	
160	6.2992	6.2982	6.2974	6.2984		6.2972	6.2987		6.2968	6.2978		6.2965	6.2981	
165	6.4961	6.4951	6.4943	6.4953	2L	6.4940	6.4960	5L	6.4940	6.4950	4T	6.4934	6.4950	1T
170	6.6929	6.6919	6.6911	6.6921	18T	6.6909	6.6924	20T	6.6905	6.6915	24T	6.6902	6.6918	27T
180	7.0866	7.0856	7.0848	7.0858		7.0846	7.0861		7.0842	7.0852		7.0839	7.0855	
190	7.4803	7.4791	7.4783	7.4794		7.4779	7.4797		7.4775	7.4787		7.4772	7.4790	
200	7.8740	7.8728	7.8720	7.8731		7.8716	7.8734		7.8712	7.8724		7.8709	7.8727	
210	8.2677	8.2665	8.2657	8.2668		8.2653	8.2671		8.2649	8.2661		8.2646	8.2664	
215	8.4646	8.4634	8.4626	8.4637		8.4622	8.4640		8.4618	8.4630		8.4615	8.4633	
220	8.6614	8.6602	8.6594	8.6606		8.6590	8.6610		8.6590	8.6600		8.6583	8.6601	
225	8.8583	8.8571	8.8563	8.8574		8.8559	8.8577		8.8555	8.8567		8.8552	8.8570	
230	9.0551	9.0539	9.0531	9.0543		9.0530	9.0550		9.0520	9.0540		9.0520	9.0538	
240	9.4488	9.4476	9.4468	9.4479		9.4464	9.4482		9.4460	9.4472		9.4457	9.4475	
250	9.8425	9.8413	9.8405	9.8416		9.8401	9.8419		9.8397	9.8409		9.8394	9.8412	

<sup>1)</sup> Az eredő illesztés 0.0001 hüvelykben. Az L hézag (laza illesztést), a T túlfedés (szoros illesztést) jelöl.

## B-4 függelék

## Háztűrések és eredő illesztések (hüvelyk méretekhez)

D	Csapágó külső átmérő		Az eredő illesztés Tűrések		N6 Házfurat max.	N7 Házfurat max.	N6 Házfurat min.	N7 Házfurat min.	P6 Házfurat max.	P7 Házfurat max.	P6 Házfurat min.	P7 Házfurat min.	Illesztés <sup>1)</sup>	
	max.	min.	Házfurat max.	Házfurat min.										
mm	hüvelyk		hüvelyk		–	hüvelyk	–	hüvelyk	–	hüvelyk	–	hüvelyk	–	
260	10.2362	10.2348	10.2340	10.2352		10.2336	10.2356		10.2331	10.2343		10.2327	10.2348	
270	10.6299	10.6285	10.6277	10.6289		10.6270	10.6290		10.6270	10.6280		10.6265	10.6285	
280	11.0236	11.0222	11.0214	11.0226	4 L	11.0210	11.0230	8 L	11.0205	11.0217	5 T	11.0201	11.0222	0 T
290	11.4173	11.4159	11.4151	11.4163	22 T	11.4150	11.4170	26 T	11.4140	11.4150	31 T	11.4139	11.4159	35 T
300	11.8110	11.8096	11.8088	11.8100		11.8084	11.8104		11.8079	11.8091		11.8075	11.8096	
310	12.2047	12.2033	12.2025	12.2037		12.2021	12.2041		12.2016	12.2028		12.2012	12.2033	
320	12.5984	12.5968	12.5960	12.5974		12.5955	12.5978		12.5950	12.5964		12.5945	12.5968	
340	13.3858	13.3842	13.3834	13.3848		13.3829	13.3852		13.3824	13.3838		13.3819	13.3842	
360	14.1732	14.1716	14.1708	14.1722	6 L	14.1703	14.1726	10 L	14.1698	14.1712	4 T	14.1693	14.1716	0 T
370	14.5669	14.5654	14.5645	14.5659	24 T	14.5640	14.5660	29 T	14.5640	14.5650	34 T	14.5631	14.5653	39 T
380	14.9606	14.9590	14.9582	14.9596		14.9577	14.9600		14.9572	14.9586		14.9567	14.9590	
400	15.7480	15.7464	15.7456	15.7470		15.7451	15.7474		15.7446	15.7460		15.7441	15.7464	
420	16.5354	16.5336	16.5328	16.5343		16.5323	16.5347		16.5317	16.5332		16.5311	16.5336	
440	17.3228	17.3210	17.3202	17.3217		17.3197	17.3221		17.3191	17.3206		17.3185	17.3210	
460	18.1102	18.1084	18.1076	18.1091	7 L	18.1071	18.1095	11 L	18.1065	18.1080	4 T	18.1059	18.1084	0 T
480	18.8976	18.8958	18.8950	18.8965	26 T	18.8945	18.8969	31 T	18.8939	18.8954	37 T	18.8933	18.8958	43 T
500	19.6850	19.6832	19.6824	19.6839		19.6819	19.6843		19.6813	19.6828		19.6807	19.6832	
520	20.4724	20.4704	20.4689	20.4707		20.4679	20.4707		20.4676	20.4693		20.4666	20.4693	
540	21.2598	21.2578	21.2563	21.2581		21.2553	21.2581		21.2550	21.2567		21.2540	21.2567	
560	22.0472	22.0452	22.0438	22.0455	3 L	22.0430	22.0460	3 L	22.0420	22.0440	11 T	22.0414	22.0442	11 T
580	22.8346	22.8326	22.8311	22.8329	35 T	22.8301	22.8329	45 T	22.8298	22.8315	48 T	22.8288	22.8315	58 T
600	23.6220	23.6200	23.6185	23.6203		23.6175	23.6203		23.6172	23.6189		23.6162	23.6189	
620	24.4094	24.4074	24.4059	24.4077		24.4049	24.4077		24.4046	24.4063		24.4036	24.4063	
650	25.5906	25.5876	25.5867	25.5886		25.5855	25.5886		25.5852	25.5871		25.5840	25.5871	
670	26.3780	26.3750	26.3741	26.3760		26.3729	26.3760		26.3726	26.3745		26.3714	26.3745	
680	26.7717	26.7687	26.7678	26.7697		26.7666	26.7697		26.7663	26.7682		26.7651	26.7682	
700	27.5591	27.5561	27.5552	27.5571		27.5540	27.5571		27.5537	27.5556		27.5525	27.5556	
720	28.3465	28.3435	28.3426	28.3445	10 L	28.3414	28.3445	10 L	28.3411	28.3430	5 T	28.3399	28.3430	5 T
750	29.5276	29.5246	29.5237	29.5256	39 T	29.5225	29.5256	51 T	29.5222	29.5241	54 T	29.5210	29.5241	66 T
760	29.9213	29.9183	29.9173	29.9193		29.9160	29.9190		29.9160	29.9180		29.9146	29.9180	
780	30.7087	30.7057	30.7048	30.7067		30.7036	30.7067		30.7033	30.7052		30.7021	30.7052	
790	31.1024	31.0994	31.0985	31.1004		31.0973	31.1004		31.0970	31.0989		31.0958	31.0989	
800	31.4961	31.4931	31.4921	31.4941		31.4910	31.4940		31.4910	31.4930		31.4894	31.4926	
820	32.2835	32.2796	32.2791	32.2813		32.2778	32.2813		32.2774	32.2796		32.2760	32.2796	
830	32.6772	32.6733	32.6728	32.6750		32.6710	32.6750		32.6710	32.6730		32.6697	32.6732	
850	33.4646	33.4607	33.4602	33.4624		33.4589	33.4624		33.4585	33.4607		33.4571	33.4607	
870	34.2520	34.2481	34.2476	34.2498	17 L	34.2463	34.2498	17 L	34.2459	34.2481	0 T	34.2445	34.2481	0 T
920	36.2205	36.2166	36.2161	36.2183	44 T	36.2148	36.2183	57 T	36.2144	36.2166	61 T	36.2130	36.2166	75 T
950	37.4016	37.3977	37.3972	37.3994		37.3959	37.3994		37.3955	37.3977		37.3941	37.3977	
980	38.5827	38.5788	38.5783	38.5805		38.5770	38.5805		38.5766	38.5788		38.5752	38.5788	
1000	39.3701	39.3662	39.3657	39.3679		39.3644	39.3679		39.3640	39.3662		39.3626	39.3662	
1150	45.2756	45.2707	45.2704	45.2730	23 L	45.2689	45.2730	23 L	45.2683	45.2709	2 L	45.2667	45.2709	2 L
1250	49.2126	49.2077	49.2074	49.2100	52 T	49.2059	49.2100	67 T	49.2053	49.2079	73 T	49.2037	49.2079	89 T
1400	55.1181	55.1118	55.1120	55.1150	32 L	55.1101	55.1150	32 L	55.1095	55.1126	8 L	55.1077	55.1126	8 L
1600	62.9921	62.9858	62.9860	62.9890	61 T	62.9841	62.9890	80 T	62.9835	62.9866	86 T	62.9817	62.9866	104 T

<sup>1)</sup> Az eredő illesztés 0.0001 hüvelykben. Az L hézag (laza illesztést), a T túlfedés (szoros illesztést) jelöl.

Módosított tengelyátmérő eltérések (hüvelyk méretekhez)

Névleges átmérő		Az alábbi tűrésekkel azonos mértékű túlfedéssel /hézaggal rendelkező illesztések módosított eltérései:											
		g6		h6		j5		j6		js6		k5	
Tengelycsap Csapágyfurat felett	-ig	felső	alsó	felső	alsó	felső	alsó	felső	alsó	felső	alsó	felső	alsó
mm		µm											
10	18	+2	-4	+8	+2	-13	+10	+16	+10	+14	+7	+17	+14
18	30	+3	-7	+10	0	+15	+9	+19	+9	+17	+6	+21	+15
30	50	+3	-12	+12	-3	+18	+8	+23	+8	+20	+5	+25	+15
50	76,2	+5	-16	+15	-6	+21	+6	+27	+6	+25	+3	+30	+15
76,2	80	+5	-4	+15	+6	+21	+18	+27	+18	+25	+15	+30	+27
80	120	+8	-9	+20	+3	+26	+16	+33	+16	+31	+14	+38	+28
120	180	+11	-14	+25	0	+32	+14	+39	+14	+38	+12	+46	+28
180	250	+15	-19	+30	-4	+37	+12	+46	+12	+45	+10	+54	+29
250	304,8	+18	-24	+35	-7	+42	+9	+51	+9	+51	+9	+62	+29
304,8	315	+18	+2	+35	+19	+42	+35	+51	+35	+51	+35	+62	+55
315	400	+22	-3	+40	+15	+47	+33	+58	+33	+58	+33	+69	+55
400	500	+25	-9	+45	+11	+52	+31	+65	+31	+65	+31	+77	+56
500	609,6	+28	-15	+50	+7	-	-	+72	+29	+72	+29	+78	+51
609,6	630	+28	+10	+50	+32	-	-	+72	+54	+72	+54	+78	+76
630	800	+51	+2	+75	+26	-	-	+100	+51	+100	+51	+107	+76
800	914,4	+74	-6	+100	+20	-	-	+128	+48	+128	+48	+136	+76
914,4	1000	+74	+20	+100	+46	-	-	+128	+74	+128	+74	+136	+102
1000	1219,2	+97	+8	+125	+36	-	-	+158	+69	+158	+69	+167	+102

Névleges átmérő		Az alábbi tűrésekkel azonos mértékű túlfedéssel /hézaggal rendelkező illesztések módosított eltérései:									
		k6		m5		m6		n6		p6	
Tengelycsap Csapágyfurat felett	-ig	felső	alsó	felső	alsó	felső	alsó	felső	alsó	felső	alsó
mm		µm									
10	18	+20	+14	+23	+20	+26	+20	+31	+25	+37	+31
18	30	+25	+15	+27	+21	+31	+21	+38	+28	+45	+35
30	50	+30	+15	+32	+22	+37	+22	+45	+30	+54	+39
50	76,2	+36	+15	+39	+24	+45	+24	+54	+33	+66	+45
76,2	80	+36	+27	+39	+36	+45	+36	+54	+45	+66	+57
80	120	+45	+28	+48	+38	+55	+38	+65	+48	+79	+62
120	180	+53	+28	+58	+40	+65	+40	+77	+52	+93	+68
180	250	+63	+29	+67	+42	+76	+42	+90	+56	+109	+75
250	304,8	+71	+29	+78	+45	+87	+45	+101	+59	+123	+81
304,8	315	+71	+55	+78	+71	+87	+71	+101	+85	+123	+107
315	400	+80	+55	+86	+72	+97	+72	+113	+88	+138	+113
400	500	+90	+56	+95	+74	+108	+74	+125	+91	+153	+119
500	609,6	+94	+51	+104	+77	+120	+77	+138	+95	+172	+129
609,6	630	+94	+76	+104	+102	+120	+102	+138	+120	+172	+154
630	800	+125	+76	+137	+106	+155	+106	+175	+126	+213	+164
800	914,4	+156	+76	+170	+110	+190	+110	+212	+132	+256	+176
914,4	1000	+156	+102	+170	+136	+190	+136	+212	+158	+256	+202
1000	1219,2	+191	+102	+207	+142	+231	+142	+257	+168	+311	+222

## A házfurat-átmérő módosított eltérései hüvelykmeretű csapágycsapatok esetén

Névleges átmérő		Az alábbi tűrésekkel azonos mértékű túlfedéssel/hézaggal rendelkező illesztések módosított eltérései:									
Házfurat Csapágy külső átmérő felett -ig		H7		J7		J6		K6		K7	
		felső	alsó	felső	alsó	felső	alsó	felső	alsó	felső	alsó
mm		μm									
30	50	+36	+25	+25	+14	+21	+19	+14	+12	+18	+7
50	80	+43	+25	+31	+13	+26	+19	+17	+10	+22	+4
80	120	+50	+25	+37	+12	+31	+19	+19	+7	+25	0
120	150	+58	+25	+44	+11	+36	+18	+22	+4	+30	-3
150	180	+65	+25	+51	+11	+43	+18	+29	+4	+37	-3
180	250	+76	+25	+60	+9	+52	+18	+35	+1	+43	-8
250	304,8	+87	+25	+71	+9	+60	+18	+40	-2	+51	-11
304,8	315	+87	+51	+71	+35	+60	+44	+40	+24	+51	+15
315	400	+97	+51	+79	+33	+69	+44	+47	+22	+57	+11
400	500	+108	+51	+88	+31	+78	+44	+53	+19	+63	+6
500	609,6	+120	+51	-	-	-	-	+50	+7	+50	-19
609,6	630	+120	+76	-	-	-	-	+50	+32	+50	+6
630	800	+155	+76	-	-	-	-	+75	+26	+75	-4
800	914,4	+190	+76	-	-	-	-	+100	+20	+100	-14
914,4	1000	+190	+102	-	-	-	-	+100	+46	+100	+12
1000	1219,2	+230	+102	-	-	-	-	+125	+36	+125	-3
1219,2	1250	+230	+127	-	-	-	-	+125	+61	+125	+22
1250	1600	+285	+127	-	-	-	-	+160	+49	+160	+2

Névleges átmérő		Az alábbi tűrésekkel azonos mértékű túlfedéssel/hézaggal rendelkező illesztések módosított eltérései:							
Házfurat Csapágy külső átmérő felett -ig		M6		M7		N7		P7	
		felső	alsó	felső	alsó	felső	alsó	felső	alsó
mm		μm							
30	50	+7	+5	+11	0	+3	-8	-6	-17
50	80	+8	+1	+13	-5	+4	-14	-8	-26
80	120	+9	-3	+15	-10	+5	-20	-9	-34
120	150	+10	-8	+18	-15	+6	-27	-10	-43
150	180	+17	-8	+25	-15	+13	-27	-3	-43
180	250	+22	-12	+30	-21	+16	-35	-3	-54
250	304,8	+26	-16	+35	-27	+21	-41	-1	-63
304,8	315	+26	+10	+35	-1	+21	-15	-1	-37
315	400	+30	+5	+40	-6	+24	-22	-1	-47
400	500	+35	+1	+45	-12	+28	-29	0	-57
500	609,6	+24	-19	+24	-45	+6	-63	-28	-97
609,6	630	+24	+6	+24	-20	+6	-38	-28	-72
630	800	+45	-4	+45	-34	+25	-54	-13	-92
800	914,4	+66	-14	+66	-48	+44	-70	0	-114
914,4	1000	+66	+12	+66	-22	+44	-44	0	-88
1000	1219,2	+85	-4	+85	-43	+59	-69	+5	-123
1219,2	1250	+85	+21	+85	-18	+59	-44	+5	-98
1250	1600	+112	+1	+112	-46	+82	-76	+20	-138

Hüvelyre szerelt csapágyak tengelytűrései

Tengelyátmérő		Átmérő- és alaktűrések		Tűrés
d		Tűrés	h9	IT5 <sup>1)</sup>
Névleges	-ig	Eltérés	felső	alsó
felett				max.
mm		μm		
10	18	0	-43	8
18	30	0	-52	9
30	50	0	-62	11
50	80	0	-74	13
80	120	0	-87	15
120	180	0	-100	18
180	250	0	-115	20
250	315	0	-130	23
315	400	0	-140	25
400	500	0	-155	27
500	630	0	-175	32
630	800	0	-200	36
800	1 000	0	-230	40
1 000	1 250	0	-260	47

<sup>1)</sup> Az ajánlott érték IT5/2, illetve IT7/2, mivel a tűrésmező sűrűségiarányú, a fenti táblázatban azonban az értékek a névleges tengelyátmérőre vonatkoznak, és ezért nincsenek megfelelve.

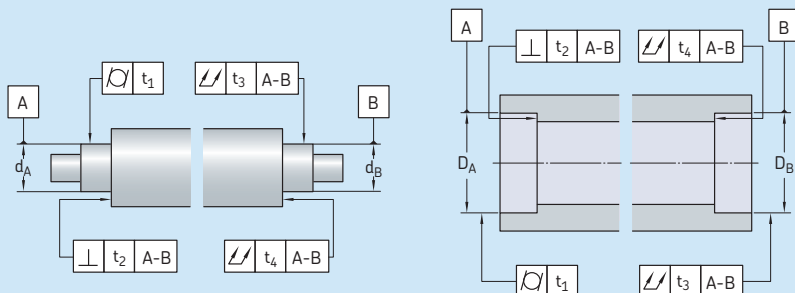


## C függelék

## ISO tűrés osztályhoz tartozó tűrésmező szélessége

Névleges méret		Tűrésosztály		IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12
felett	-ig	IT1 max.	IT2										
mm		µm											
<b>1</b>	<b>3</b>	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100
<b>3</b>	<b>6</b>	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	120
<b>6</b>	<b>10</b>	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	150
<b>10</b>	<b>18</b>	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180
<b>18</b>	<b>30</b>	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210
<b>30</b>	<b>50</b>	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250
<b>50</b>	<b>80</b>	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300
<b>80</b>	<b>120</b>	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350
<b>120</b>	<b>180</b>	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400
<b>180</b>	<b>250</b>	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460
<b>250</b>	<b>315</b>	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520
<b>315</b>	<b>400</b>	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	570
<b>400</b>	<b>500</b>	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630
<b>500</b>	<b>630</b>	–	–	–	–	32	44	70	110	175	280	440	700
<b>630</b>	<b>800</b>	–	–	–	–	36	50	80	125	200	320	500	800
<b>800</b>	<b>1000</b>	–	–	–	–	40	56	90	140	230	360	560	900
<b>1000</b>	<b>1250</b>	–	–	–	–	47	66	105	165	260	420	660	1050
<b>1250</b>	<b>1600</b>	–	–	–	–	55	78	125	195	310	500	780	1250
<b>1600</b>	<b>2000</b>	–	–	–	–	65	92	150	230	370	600	920	1500
<b>2000</b>	<b>2500</b>	–	–	–	–	78	110	175	280	440	700	1100	1750

A tengely és a ház csapágyülékének alak- és helyzetűrése



Felület Jellemző	A jellemző szimbóluma	Tűrésmező	Megengedhető eltérés Csapágy pontossági osztály <sup>1)</sup>		
			Normál, CLN	P6	P5

Hengeres ülék

Hengeresség		t <sub>1</sub>	IT5/2	IT4/2	IT3/2	IT2/2
Teljes radiális ütés		t <sub>3</sub>	IT5/2	IT4/2	IT3/2	IT2/2

Sík csatlakozó felület

Merőlegesség		t <sub>2</sub>	IT5	IT4	IT3	IT2
Teljes axiális ütés		t <sub>4</sub>	IT5	IT4	IT3	IT2

Magyarázat

Normál körülményekhez  
Különleges igénybevétel esetén, tekintettel a futáspontosságra vagy a megtámasztásra

<sup>1)</sup> Nagyobb pontosságú csapágyakra (P4 vagy más tűrésosztály) vonatkozó előírások a [www.skf.com](http://www.skf.com) honlapon az SKF interaktív műszaki katalógusban található.

## D-2 függelék

## A csapágyülékek felületi érdessége

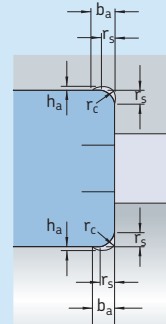
Csapágyülék átmérője $d$ (D) <sup>1)</sup> felett	-ig	Ajánlott $R_a$ érték köszörült ülékekhez Átmérőtűrés osztálya		
		IT7	IT6	IT5
mm		$\mu\text{m}$		
-	80	1,6	0,8	0,4
80	500	1,6	1,6	0,8
500	1250	3,2 <sup>2)</sup>	1,6	1,6

<sup>1)</sup> 1250 mm-t meghaladó átmérő esetén vegye fel a kapcsolatot az SKF alkalmazásmérnöki szolgálatával.

<sup>2)</sup> Ha a beszerelést az olajnyomásos módszerrel végzi, akkor az  $R_a$  értéke nem haladhatja meg az 1,6  $\mu\text{m}$ -t.

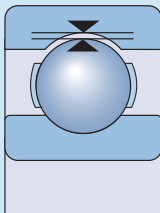
## D-3 függelék

## Lekerekítési méretek

Csapágy  
lekerekítés sugara

$r_s$	$b_a$	$h_a$	$r_c$
mm	mm		
1	2	0,2	1,3
1,1	2,4	0,3	1,5
1,5	3,2	0,4	2
2	4	0,5	2,5
2,1	4	0,5	2,5
3	4,7	0,5	3
4	5,9	0,5	4
5	7,4	0,6	5
6	8,6	0,6	6
7,5	10	0,6	7
9,5	12	0,6	9

Mély hornyú golyóscsapágyak radiális hézaga

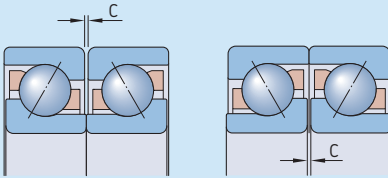


Furatátmérő		Radiális hézag C2		Normál		C3		C4		C5	
d felett	-ig	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
mm		μm									
2,5	6 <sup>1)</sup>	0	7	2	13	8	23	-	-	-	-
6	10 <sup>1)</sup>	0	7	2	13	8	23	14	29	20	37
10	18	0	9	3	18	11	25	18	33	25	45
18	24	0	10	5	20	13	28	20	36	28	48
24	30	1	11	5	20	13	28	23	41	30	53
30	40	1	11	6	20	15	33	28	46	40	64
40	50	1	11	6	23	18	36	30	51	45	73
50	65	1	15	8	28	23	43	38	61	55	90
65	80	1	15	10	30	25	51	46	71	65	105
80	100	1	18	12	36	30	58	53	84	75	120
100	120	2	20	15	41	36	66	61	97	90	140
120	140	2	23	18	48	41	81	71	114	105	160
140	160	2	23	18	53	46	91	81	130	120	180
160	180	2	25	20	61	53	102	91	147	135	200
180	200	2	30	25	71	63	117	107	163	150	230
200	225	2	35	25	85	75	140	125	195	175	265
225	250	2	40	30	95	85	160	145	225	205	300
250	280	2	45	35	105	90	170	155	245	225	340
280	315	2	55	40	115	100	190	175	270	245	370
315	355	3	60	45	125	110	210	195	300	275	410
355	400	3	70	55	145	130	240	225	340	315	460
400	450	3	80	60	170	150	270	250	380	350	520
450	500	3	90	70	190	170	300	280	420	390	570
500	560	10	100	80	210	190	330	310	470	440	630
560	630	10	110	90	230	210	360	340	520	490	700
630	710	20	130	110	260	240	400	380	570	540	780
710	800	20	140	120	290	270	450	430	630	600	860
800	900	20	160	140	320	300	500	480	700	670	960
900	1 000	20	170	150	350	330	550	530	770	740	1 040
1 000	1 120	20	180	160	380	360	600	580	850	820	1 150
1 120	1 250	20	190	170	410	390	650	630	920	890	1 260
1 250	1 400	30	200	190	440	420	700	680	1 000	-	-
1 400	1 600	30	210	210	470	450	750	730	1 060	-	-

<sup>1)</sup> Rozsdamentes acélból készült, mély hornyú, d < 10 mm-es furatátmérőjű golyóscsapágyak esetén a radiális hézagértékek nem érvényesek.

## E-2 függelék

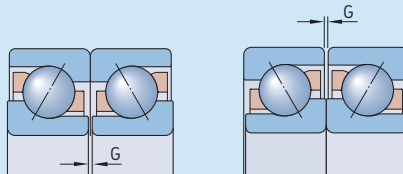
## Univerzálisan párosítható ferde hatásvonalú golyóscsapágyak axiális hézag



Furatátmérő		Axiális hézag Osztály					
d felett	-ig	CA		CB		CC	
		min.	max.	min.	max.	min.	max.
mm		μm					
<b>10</b>	<b>18</b>	5	13	15	23	24	32
<b>18</b>	<b>30</b>	7	15	18	26	32	40
<b>30</b>	<b>50</b>	9	17	22	30	40	48
<b>50</b>	<b>80</b>	11	23	26	38	48	60
<b>80</b>	<b>120</b>	14	26	32	44	55	67
<b>120</b>	<b>180</b>	17	29	35	47	62	74
<b>180</b>	<b>250</b>	21	37	45	61	74	90

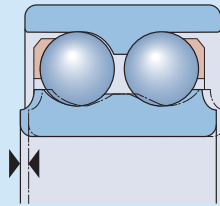
## E-3 függelék

## Univerzálisan párosítható ferde hatásvonalú golyóscsapágyak előfeszítése



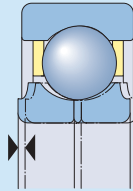
Furatátmérő		Előfeszítés Osztály				GB				GC			
d felett	-ig	GA		max.		min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
		min.	max.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	
mm		μm			N		μm		μm		N		
<b>10</b>	<b>18</b>	+4	-4	80	-2	-10	30	330	-8	-16	230	660	
<b>18</b>	<b>30</b>	+4	-4	120	-2	-10	40	480	-8	-16	340	970	
<b>30</b>	<b>50</b>	+4	-4	160	-2	-10	60	630	-8	-16	450	1280	
<b>50</b>	<b>80</b>	+6	-6	380	-3	-15	140	1500	-12	-24	1080	3050	
<b>80</b>	<b>120</b>	+6	-6	410	-3	-15	150	1600	-12	-24	1150	3250	
<b>120</b>	<b>180</b>	+6	-6	540	-3	-15	200	2150	-12	-24	1500	4300	
<b>180</b>	<b>250</b>	+8	-8	940	-4	-20	330	3700	-16	-32	2650	7500	

Kétsorú ferde hatásvonalú golyóscsapágyak axiális hézaga



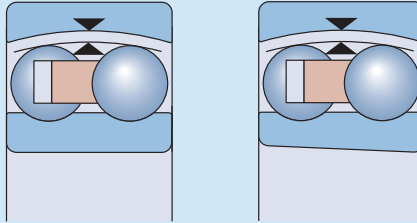
Furatátmérő		Csapágyak axiális hézaga 32 A és 33 A						33 D		33 DNRCBM	
d felett	-ig	C2		Normál		C3		33 D		33 DNRCBM	
		min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
mm		μm						μm		μm	
-	<b>10</b>	1	11	5	21	12	28	-	-	-	-
<b>10</b>	<b>18</b>	1	12	6	23	13	31	-	-	-	-
<b>18</b>	<b>24</b>	2	14	7	25	16	34	-	-	-	-
<b>24</b>	<b>30</b>	2	15	8	27	18	37	-	-	-	-
<b>30</b>	<b>40</b>	2	16	9	29	21	40	33	54	10	30
<b>40</b>	<b>50</b>	2	18	11	33	23	44	36	58	10	30
<b>50</b>	<b>65</b>	3	22	13	36	26	48	40	63	18	38
<b>65</b>	<b>80</b>	3	24	15	40	30	54	46	71	18	38
<b>80</b>	<b>100</b>	3	26	18	46	35	63	55	83	-	-
<b>100</b>	<b>110</b>	4	30	22	53	42	73	65	96	-	-

## Négypont-érintkezésű golyóscsapágyak axiális hézaga



Furatátmérő		Axiális csapágyhézag C2		Normál		C3		C4	
d felett	-ig	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
mm		μm							
<b>10</b>	<b>17</b>	15	55	45	85	75	125	115	165
<b>17</b>	<b>40</b>	26	66	56	106	96	146	136	186
<b>40</b>	<b>60</b>	36	86	76	126	116	166	156	206
<b>60</b>	<b>80</b>	46	96	86	136	126	176	166	226
<b>80</b>	<b>100</b>	56	106	96	156	136	196	186	246
<b>100</b>	<b>140</b>	66	126	116	176	156	216	206	266
<b>140</b>	<b>180</b>	76	156	136	196	176	246	226	296
<b>180</b>	<b>220</b>	96	176	156	226	206	276	256	326

Beálló golyóscsapágyak radiális hézaga



Furatátmérő		Radiális hézag C2		Normál		C3		C4	
d felett	-ig	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
mm		μm							

Hengeres furatú csapágyak

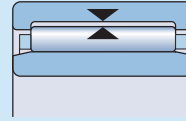
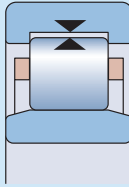
2,5	6	1	8	5	15	10	20	15	25
6	10	2	9	6	17	12	25	19	33
10	14	2	10	6	19	13	26	21	35
14	18	3	12	8	21	15	28	23	37
18	24	4	14	10	23	17	30	25	39
24	30	5	16	11	24	19	35	29	46
30	40	6	18	13	29	23	40	34	53
40	50	6	19	14	31	25	44	37	57
50	65	7	21	16	36	30	50	45	69
65	80	8	24	18	40	35	60	54	83
80	100	9	27	22	48	42	70	64	96
100	120	10	31	25	56	50	83	75	114
120	140	10	38	30	68	60	100	90	135
140	160	15	44	35	80	70	120	110	161
160	180	15	50	40	92	82	138	126	185
180	200	17	57	47	105	93	157	144	212
200	225	18	62	50	115	100	170	155	230
225	250	20	70	57	130	115	195	175	255

Kúpos furatú csapágyak

18	24	7	17	13	26	20	33	28	42
24	30	9	20	15	28	23	39	33	50
30	40	12	24	19	35	29	46	40	59
40	50	14	27	22	39	33	52	45	65
50	65	18	32	27	47	41	61	56	80
65	80	23	39	35	57	50	75	69	98
80	100	29	47	42	68	62	90	84	116
100	120	35	56	50	81	75	108	100	139

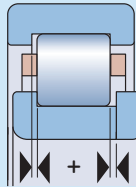


## Hengergörgős és tűgörgős csapágyak radiális hézaga



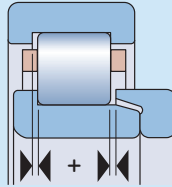
Furatátmérő		Radiális hézag C2		Normál		C3		C4		C5	
d felett	-ig	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
mm		μm									
–	10	0	25	20	45	35	60	50	75	–	–
10	24	0	25	20	45	35	60	50	75	65	90
24	30	0	25	20	45	35	60	50	75	70	95
30	40	5	30	25	50	45	70	60	85	80	105
40	50	5	35	30	60	50	80	70	100	95	125
50	65	10	40	40	70	60	90	80	110	110	140
65	80	10	45	40	75	65	100	90	125	130	165
80	100	15	50	50	85	75	110	105	140	155	190
100	120	15	55	50	90	85	125	125	165	180	220
120	140	15	60	60	105	100	145	145	190	200	245
140	160	20	70	70	120	115	165	165	215	225	275
160	180	25	75	75	125	120	170	170	220	250	300
180	200	35	90	90	145	140	195	195	250	275	330
200	225	45	105	105	165	160	220	220	280	305	365
225	250	45	110	110	175	170	235	235	300	330	395
250	280	55	125	125	195	190	260	260	330	370	440
280	315	55	130	130	205	200	275	275	350	410	485
315	355	65	145	145	225	225	305	305	385	455	535
355	400	100	190	190	280	280	370	370	460	510	600
400	450	110	210	210	310	310	410	410	510	565	665
450	500	110	220	220	330	330	440	440	550	625	735
500	560	120	240	240	360	360	480	480	600	690	810
560	630	140	260	260	380	380	500	500	620	780	900
630	710	145	285	285	425	425	565	565	705	865	1 005
710	800	150	310	310	470	470	630	630	790	975	1 135
800	900	180	350	350	520	520	690	690	860	1 095	1 265
900	1 000	200	390	390	580	580	770	770	960	–	–
1 000	1 120	220	430	430	640	640	850	850	1 060	–	–
1 120	1 250	230	470	470	710	710	950	950	1 190	–	–
1 250	1 400	270	530	530	790	790	1 050	1 050	1 310	–	–
1 400	1 600	330	610	610	890	890	1 170	1 170	1 450	–	–
1 600	1 800	380	700	700	1 020	1 020	1 340	1 340	1 660	–	–
1 800	2 000	400	760	760	1 120	1 120	1 480	1 480	1 840	–	–

NUP hengergönggös csapágyak axiális hézaga



Csapágy Furatátmérő	Méretkód	A csapágy sorozatok axiális hézaga				NUP 22		NUP 23	
		NUP 2		NUP 3		min.	max.	min.	max.
mm	–	µm							
17	03	37	140	37	140	37	140	47	155
20	04	37	140	37	140	47	155	47	155
25	05	37	140	47	155	47	155	47	155
30	06	37	140	47	155	47	155	47	155
35	07	47	155	47	155	47	155	62	180
40	08	47	155	47	155	47	155	62	180
45	09	47	155	47	155	47	155	62	180
50	10	47	155	47	155	47	155	62	180
55	11	47	155	62	180	47	155	62	180
60	12	47	155	62	180	62	180	87	230
65	13	47	155	62	180	62	180	87	230
70	14	47	155	62	180	62	180	87	230
75	15	47	155	62	180	62	180	87	230
80	16	47	155	62	180	62	180	87	230
85	17	62	180	62	180	62	180	87	230
90	18	62	180	62	180	62	180	87	230
95	19	62	180	62	180	62	180	87	230
100	20	62	180	87	230	87	230	120	315
105	21	62	180	–	–	–	–	–	–
110	22	62	180	87	230	87	230	120	315
120	24	62	180	87	230	87	230	120	315
130	26	62	180	87	230	87	230	120	315
140	28	62	180	87	230	87	230	120	315
150	30	62	180	–	–	87	230	120	315
160	32	87	230	–	–	–	–	–	–
170	34	87	230	–	–	–	–	–	–
180	36	87	230	–	–	–	–	–	–
190	38	87	230	–	–	–	–	–	–
200	40	87	230	–	–	–	–	–	–
220	44	95	230	–	–	–	–	–	–
240	48	95	250	–	–	–	–	–	–
260	52	95	250	–	–	–	–	–	–

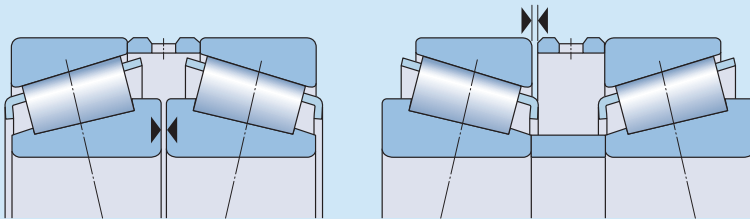
## NJ + HJ hengergörgős csapágyak axiális hézaga



Csapágy Furatátmérő	Méretkód	Csapágy sorozatok axiális hézaga									
		NJ 2+HJ 2		NJ 3+HJ 3		NJ 4+HJ 4		NJ 22+HJ 22		NJ 23+HJ 23	
mm	-	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
		μm									
20	04	42	165	42	165	-	-	52	185	52	183
25	05	42	165	52	185	-	-	52	185	52	183
30	06	42	165	52	185	60	200	52	185	52	183
35	07	52	185	52	185	60	200	52	185	72	215
40	08	52	185	52	185	60	200	52	185	72	215
45	09	52	185	52	185	60	200	52	185	72	215
50	10	52	185	52	185	80	235	52	185	72	215
55	11	52	185	72	215	80	235	52	185	72	215
60	12	52	185	72	215	80	235	72	215	102	275
65	13	52	185	72	215	80	235	72	215	102	275
70	14	52	185	72	215	80	235	72	215	102	275
75	15	52	185	72	215	80	235	72	215	102	275
80	16	52	185	72	215	80	235	72	215	102	275
85	17	72	215	72	215	110	290	72	215	102	275
90	18	72	215	72	215	110	290	72	215	102	275
95	19	72	215	72	215	110	290	72	215	102	275
100	20	72	215	102	275	110	290	102	275	140	375
105	21	72	215	102	275	110	290	102	275	140	375
110	22	72	215	102	275	110	290	102	275	140	375
120	24	72	215	102	275	110	310	102	275	140	375
130	26	72	215	102	275	110	310	102	275	140	375
140	28	72	215	102	275	140	385	102	275	140	375
150	30	72	215	102	275	140	385	102	275	140	375
160	32	102	275	102	275	-	-	140	375	140	375
170	34	102	275	-	-	-	-	140	375	-	-
180	36	102	275	-	-	-	-	140	375	-	-
190	38	102	275	-	-	-	-	-	-	-	-
200	40	102	275	-	-	-	-	-	-	-	-
220	44	110	290	-	-	-	-	-	-	-	-
240	48	110	310	-	-	-	-	-	-	-	-
260	52	110	310	-	-	-	-	-	-	-	-
280	56	110	310	-	-	-	-	-	-	-	-

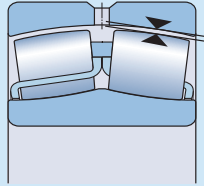
Az itt fel nem sorolt csapágyakkal kapcsolatban keresse az SKF alkalmazástechnikai mérnöki szolgálatot.

A párosított, egysorú metrikus kúpgörgős csapágyak axiális hézaga



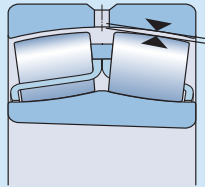
Furatátmérő		A párosított csapágyak axiális hézaga						331, 302, 322, 332		303, 323		313	
d	-ig	329		320		330		min.	max.	min.	max.	min.	max.
mm		μm											
-	30	-	-	80	120	-	-	100	140	130	170	60	100
30	40	-	-	100	140	-	-	120	160	140	180	70	110
40	50	-	-	120	160	180	220	140	180	160	200	80	120
50	65	-	-	140	180	200	240	160	200	180	220	100	140
65	80	-	-	160	200	250	290	180	220	200	260	110	170
80	100	270	310	190	230	350	390	210	270	240	300	110	170
100	120	270	330	220	280	340	400	220	280	280	340	130	190
120	140	310	370	240	300	340	400	240	300	330	390	160	220
140	160	370	430	270	330	340	400	270	330	370	430	180	240
160	180	370	430	310	370	-	-	310	370	390	450	-	-
180	190	370	430	340	400	-	-	340	400	440	500	-	-
190	200	390	450	340	400	-	-	340	400	440	500	-	-
200	225	440	500	390	450	-	-	390	450	490	550	-	-
225	250	440	500	440	500	-	-	440	500	540	600	-	-
250	280	540	600	490	550	-	-	490	550	-	-	-	-
280	300	640	700	540	600	-	-	540	600	-	-	-	-
300	340	640	700	590	650	-	-	590	650	-	-	-	-

## Hengeres furatú, beálló görgőcsapágyak radiális hézaga



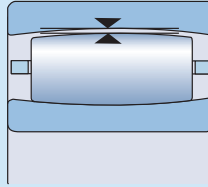
Furatátmérő		Radiális hézag C2		Normál		C3		C4		C5	
d felett	-ig	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
mm		μm									
<b>14</b>	<b>18</b>	10	20	20	35	35	45	45	60	60	75
<b>18</b>	<b>24</b>	10	20	20	35	35	45	45	60	60	75
<b>24</b>	<b>30</b>	15	25	25	40	40	55	55	75	75	95
<b>30</b>	<b>40</b>	15	30	30	45	45	60	60	80	80	100
<b>40</b>	<b>50</b>	20	35	35	55	55	75	75	100	100	125
<b>50</b>	<b>65</b>	20	40	40	65	65	90	90	120	120	150
<b>65</b>	<b>80</b>	30	50	50	80	80	110	110	145	145	185
<b>80</b>	<b>100</b>	35	60	60	100	100	135	135	180	180	225
<b>100</b>	<b>120</b>	40	75	75	120	120	160	160	210	210	260
<b>120</b>	<b>140</b>	50	95	95	145	145	190	190	240	240	300
<b>140</b>	<b>160</b>	60	110	110	170	170	220	220	280	280	350
<b>160</b>	<b>180</b>	65	120	120	180	180	240	240	310	310	390
<b>180</b>	<b>200</b>	70	130	130	200	200	260	260	340	340	430
<b>200</b>	<b>225</b>	80	140	140	220	220	290	290	380	380	470
<b>225</b>	<b>250</b>	90	150	150	240	240	320	320	420	420	520
<b>250</b>	<b>280</b>	100	170	170	260	260	350	350	460	460	570
<b>280</b>	<b>315</b>	110	190	190	280	280	370	370	500	500	630
<b>315</b>	<b>355</b>	120	200	200	310	310	410	410	550	550	690
<b>355</b>	<b>400</b>	130	220	220	340	340	450	450	600	600	750
<b>400</b>	<b>450</b>	140	240	240	370	370	500	500	660	660	820
<b>450</b>	<b>500</b>	140	260	260	410	410	550	550	720	720	900
<b>500</b>	<b>560</b>	150	280	280	440	440	600	600	780	780	1000
<b>560</b>	<b>630</b>	170	310	310	480	480	650	650	850	850	1100
<b>630</b>	<b>710</b>	190	350	350	530	530	700	700	920	920	1190
<b>710</b>	<b>800</b>	210	390	390	580	580	770	770	1010	1010	1300
<b>800</b>	<b>900</b>	230	430	430	650	650	860	860	1120	1120	1440
<b>900</b>	<b>1000</b>	260	480	480	710	710	930	930	1220	1220	1570
<b>1000</b>	<b>1120</b>	290	530	530	780	780	1020	1020	1330	1330	1720
<b>1120</b>	<b>1250</b>	320	580	580	860	860	1120	1120	1460	1460	1870
<b>1250</b>	<b>1400</b>	350	640	640	950	950	1240	1240	1620	1620	2060
<b>1400</b>	<b>1600</b>	400	720	720	1060	1060	1380	1380	1800	1800	2300
<b>1600</b>	<b>1800</b>	450	810	810	1180	1180	1550	1550	2000	2000	2550

Kúpos furatú, beálló görgőscsapágyak radiális hézaga



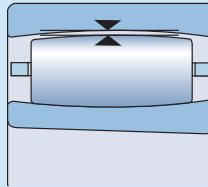
Furatátmérő		Radiális hézag C2		Normál		C3		C4		C5	
d felett	-ig	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
mm		μm									
<b>18</b>	<b>24</b>	15	25	25	35	35	45	45	60	60	75
<b>24</b>	<b>30</b>	20	30	30	40	40	55	55	75	75	95
<b>30</b>	<b>40</b>	25	35	35	50	50	65	65	85	85	105
<b>40</b>	<b>50</b>	30	45	45	60	60	80	80	100	100	130
<b>50</b>	<b>65</b>	40	55	55	75	75	95	95	120	120	160
<b>65</b>	<b>80</b>	50	70	70	95	95	120	120	150	150	200
<b>80</b>	<b>100</b>	55	80	80	110	110	140	140	180	180	230
<b>100</b>	<b>120</b>	65	100	100	135	135	170	170	220	220	280
<b>120</b>	<b>140</b>	80	120	120	160	160	200	200	260	260	330
<b>140</b>	<b>160</b>	90	130	130	180	180	230	230	300	300	380
<b>160</b>	<b>180</b>	100	140	140	200	200	260	260	340	340	430
<b>180</b>	<b>200</b>	110	160	160	220	220	290	290	370	370	470
<b>200</b>	<b>225</b>	120	180	180	250	250	320	320	410	410	520
<b>225</b>	<b>250</b>	140	200	200	270	270	350	350	450	450	570
<b>250</b>	<b>280</b>	150	220	220	300	300	390	390	490	490	620
<b>280</b>	<b>315</b>	170	240	240	330	330	430	430	540	540	680
<b>315</b>	<b>355</b>	190	270	270	360	360	470	470	590	590	740
<b>355</b>	<b>400</b>	210	300	300	400	400	520	520	650	650	820
<b>400</b>	<b>450</b>	230	330	330	440	440	570	570	720	720	910
<b>450</b>	<b>500</b>	260	370	370	490	490	630	630	790	790	1 000
<b>500</b>	<b>560</b>	290	410	410	540	540	680	680	870	870	1 100
<b>560</b>	<b>630</b>	320	460	460	600	600	760	760	980	980	1 230
<b>630</b>	<b>710</b>	350	510	510	670	670	850	850	1 090	1 090	1 360
<b>710</b>	<b>800</b>	390	570	570	750	750	960	960	1 220	1 220	1 500
<b>800</b>	<b>900</b>	440	640	640	840	840	1 070	1 070	1 370	1 370	1 690
<b>900</b>	<b>1 000</b>	490	710	710	930	930	1 190	1 190	1 520	1 520	1 860
<b>1 000</b>	<b>1 120</b>	530	770	770	1 030	1 030	1 300	1 300	1 670	1 670	2 050
<b>1 120</b>	<b>1 250</b>	570	830	830	1 120	1 120	1 420	1 420	1 830	1 830	2 250
<b>1 250</b>	<b>1 400</b>	620	910	910	1 230	1 230	1 560	1 560	2 000	2 000	2 450
<b>1 400</b>	<b>1 600</b>	680	1 000	1 000	1 350	1 350	1 720	1 720	2 200	2 200	2 700
<b>1 600</b>	<b>1 800</b>	750	1 110	1 110	1 500	1 500	1 920	1 920	2 400	2 400	2 950

## Hengeres furatú CARB toroidgörgős csapágyak radiális hézaga



Furatátmérő		Radiális hézag C2		Normál		C3		C4		C5	
d felett	-ig	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
mm		μm									
<b>18</b>	<b>24</b>	15	30	25	40	35	55	50	65	65	85
<b>24</b>	<b>30</b>	15	35	30	50	45	60	60	80	75	95
<b>30</b>	<b>40</b>	20	40	35	55	55	75	70	95	90	120
<b>40</b>	<b>50</b>	25	45	45	65	65	85	85	110	105	140
<b>50</b>	<b>65</b>	30	55	50	80	75	105	100	140	135	175
<b>65</b>	<b>80</b>	40	70	65	100	95	125	120	165	160	210
<b>80</b>	<b>100</b>	50	85	80	120	120	160	155	210	205	260
<b>100</b>	<b>120</b>	60	100	100	145	140	190	185	245	240	310
<b>120</b>	<b>140</b>	75	120	115	170	165	215	215	280	280	350
<b>140</b>	<b>160</b>	85	140	135	195	195	250	250	325	320	400
<b>160</b>	<b>180</b>	95	155	150	220	215	280	280	365	360	450
<b>180</b>	<b>200</b>	105	175	170	240	235	310	305	395	390	495
<b>200</b>	<b>225</b>	115	190	185	265	260	340	335	435	430	545
<b>225</b>	<b>250</b>	125	205	200	285	280	370	365	480	475	605
<b>250</b>	<b>280</b>	135	225	220	310	305	410	405	520	515	655
<b>280</b>	<b>315</b>	150	240	235	330	330	435	430	570	570	715
<b>315</b>	<b>355</b>	160	260	255	360	360	485	480	620	620	790
<b>355</b>	<b>400</b>	175	280	280	395	395	530	525	675	675	850
<b>400</b>	<b>450</b>	190	310	305	435	435	580	575	745	745	930
<b>450</b>	<b>500</b>	205	335	335	475	475	635	630	815	810	1 015
<b>500</b>	<b>560</b>	220	360	360	520	510	690	680	890	890	1 110
<b>560</b>	<b>630</b>	240	400	390	570	560	760	750	980	970	1 220
<b>630</b>	<b>710</b>	260	440	430	620	610	840	830	1 080	1 070	1 340
<b>710</b>	<b>800</b>	300	500	490	680	680	920	920	1 200	1 200	1 480
<b>800</b>	<b>900</b>	320	540	530	760	750	1 020	1 010	1 330	1 320	1 660
<b>900</b>	<b>1 000</b>	370	600	590	830	830	1 120	1 120	1 460	1 460	1 830
<b>1 000</b>	<b>1 120</b>	410	660	660	930	930	1 260	1 260	1 640	1 640	2 040
<b>1 120</b>	<b>1 250</b>	450	720	720	1 020	1 020	1 380	1 380	1 800	1 800	2 240
<b>1 250</b>	<b>1 400</b>	490	800	800	1 130	1 130	1 510	1 510	1 970	1 970	2 460
<b>1 400</b>	<b>1 600</b>	570	890	890	1 250	1 250	1 680	1 680	2 200	2 200	2 740
<b>1 600</b>	<b>1 800</b>	650	1 010	1 010	1 390	1 390	1 870	1 870	2 430	2 430	3 000

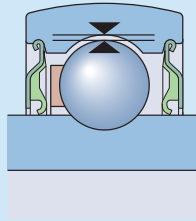
Kúpos furatú CARB toroidgörgős csapágyak radiális hézaga



Furatátmérő		Radiális hézag C2		Normál		C3		C4		C5	
d felett	-ig	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
mm		μm									
<b>18</b>	<b>24</b>	15	35	30	45	40	55	55	70	65	85
<b>24</b>	<b>30</b>	20	40	35	55	50	65	65	85	80	100
<b>30</b>	<b>40</b>	25	50	45	65	60	80	80	100	100	125
<b>40</b>	<b>50</b>	30	55	50	75	70	95	90	120	115	145
<b>50</b>	<b>65</b>	40	65	60	90	85	115	110	150	145	185
<b>65</b>	<b>80</b>	50	80	75	110	105	140	135	180	175	220
<b>80</b>	<b>100</b>	60	100	95	135	130	175	170	220	215	275
<b>100</b>	<b>120</b>	75	115	115	155	155	205	200	255	255	325
<b>120</b>	<b>140</b>	90	135	135	180	180	235	230	295	290	365
<b>140</b>	<b>160</b>	100	155	155	215	210	270	265	340	335	415
<b>160</b>	<b>180</b>	115	175	170	240	235	305	300	385	380	470
<b>180</b>	<b>200</b>	130	195	190	260	260	330	325	420	415	520
<b>200</b>	<b>225</b>	140	215	210	290	285	365	360	460	460	575
<b>225</b>	<b>250</b>	160	235	235	315	315	405	400	515	510	635
<b>250</b>	<b>280</b>	170	260	255	345	340	445	440	560	555	695
<b>280</b>	<b>315</b>	195	285	280	380	375	485	480	620	615	765
<b>315</b>	<b>355</b>	220	320	315	420	415	545	540	680	675	850
<b>355</b>	<b>400</b>	250	350	350	475	470	600	595	755	755	920
<b>400</b>	<b>450</b>	280	385	380	525	525	655	650	835	835	1005
<b>450</b>	<b>500</b>	305	435	435	575	575	735	730	915	910	1115
<b>500</b>	<b>560</b>	330	480	470	640	630	810	800	1010	1000	1230
<b>560</b>	<b>630</b>	380	530	530	710	700	890	880	1110	1110	1350
<b>630</b>	<b>710</b>	420	590	590	780	770	990	980	1230	1230	1490
<b>710</b>	<b>800</b>	480	680	670	860	860	1100	1100	1380	1380	1660
<b>800</b>	<b>900</b>	520	740	730	960	950	1220	1210	1530	1520	1860
<b>900</b>	<b>1000</b>	580	820	810	1040	1040	1340	1340	1670	1670	2050
<b>1000</b>	<b>1120</b>	640	900	890	1170	1160	1500	1490	1880	1870	2280
<b>1120</b>	<b>1250</b>	700	980	970	1280	1270	1640	1630	2060	2050	2500
<b>1250</b>	<b>1400</b>	770	1080	1080	1410	1410	1790	1780	2250	2250	2740
<b>1400</b>	<b>1600</b>	870	1200	1200	1550	1550	1990	1990	2500	2500	3050
<b>1600</b>	<b>1800</b>	950	1320	1320	1690	1690	2180	2180	2730	2730	3310



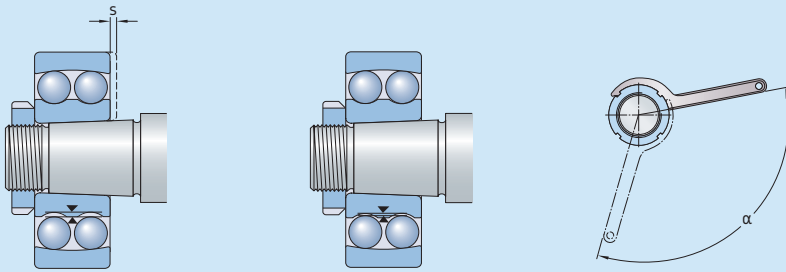
## Y csapágyak radiális hézaga

Csapágy méret<sup>1)</sup>

Csapágy méret <sup>1)</sup>		Y csapágy sorozatok radiális hézaga				17262(00)			
-tól	-ig	YAT 2, YAR 2, YET 2, YEL 2, YHC 2		YSA 2 K		17263(00)			
		min.	max.	min.	max.	min.	max.		
–		μm							
03	03	10	25	–	–	3	18		
04	04	12	28	–	–	5	20		
05	06	12	28	23	41	5	20		
07	08	13	33	28	46	6	20		
09	10	14	36	30	51	6	23		
11	13	18	43	38	61	8	28		
14	16	20	51	–	–	–	–		
17	20	24	58	–	–	–	–		

<sup>1)</sup> A 06-os csapágy méret például az Y 206 csapágyon alapuló összes csapágyat tartalmazza, így például a következőket: YAR 206-101-2F, YAR 206-102-2F, YAR 206-2F, YAR 206-103-2F, YAR 206-104-2F.

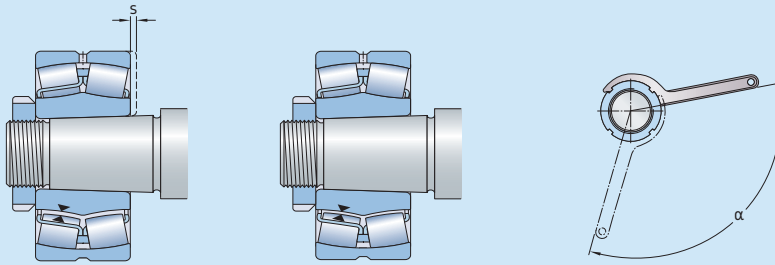
Kúpos furatú, beálló golyóscsapágyak szerelése



Furatátmérő      Axiális feltolás      Meghúzási szög

d	s	α
mm	mm	fok
20	0,22	80
25	0,22	55
30	0,22	55
35	0,30	70
40	0,30	70
45	0,35	80
50	0,35	80
55	0,40	75
60	0,40	75
65	0,40	80
70	0,40	80
75	0,45	85
80	0,45	85
85	0,60	110
90	0,60	110
95	0,60	110
100	0,60	110
110	0,70	125
120	0,70	125

## Kúpos furatú, beálló görgőcsapágyak szerelése



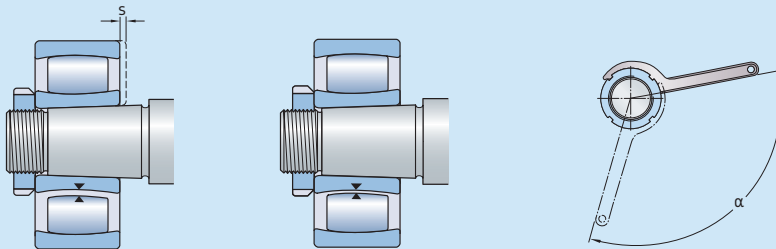
Furatátmérő		Radiális hézagcsökkenés		Axiális feltolás (s) <sup>1)</sup>				Rögzítőanya meghúzási szög
d				Kúposság: 1:12		Kúposság: 1:30		Kúposság: 1:12
felett	-ig	min.	max.	min.	max.	min.	max.	α
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	fok
24	30	0,010	0,015	0,25	0,29	–	–	100
30	40	0,015	0,020	0,30	0,35	–	–	115
40	50	0,020	0,025	0,37	0,44	–	–	130
50	65	0,025	0,035	0,45	0,54	1,15	1,35	115
65	80	0,035	0,040	0,55	0,65	1,40	1,65	130
80	100	0,040	0,050	0,66	0,79	1,65	2,00	150
100	120	0,050	0,060	0,79	0,95	2,00	2,35	
120	140	0,060	0,075	0,93	1,10	2,30	2,80	
140	160	0,070	0,085	1,05	1,30	2,65	3,20	
160	180	0,080	0,095	1,20	1,45	3,00	3,60	
180	200	0,090	0,105	1,30	1,60	3,30	4,00	
200	225	0,100	0,120	1,45	1,80	3,70	4,45	
225	250	0,110	0,130	1,60	1,95	4,00	4,85	
250	280	0,120	0,150	1,80	2,15	4,50	5,40	
280	315	0,135	0,165	2,00	2,40	4,95	6,00	
315	355	0,150	0,180	2,15	2,65	5,40	6,60	
355	400	0,170	0,210	2,50	3,00	6,20	7,60	
400	450	0,195	0,235	2,80	3,40	7,00	8,50	
450	500	0,215	0,265	3,10	3,80	7,80	9,50	
500	560	0,245	0,300	3,40	4,10	8,40	10,30	
560	630	0,275	0,340	3,80	4,65	9,50	11,60	
630	710	0,310	0,380	4,25	5,20	10,60	13,00	
710	800	0,350	0,425	4,75	5,80	11,90	14,50	
800	900	0,395	0,480	5,40	6,60	13,50	16,40	
900	1 000	0,440	0,535	6,00	7,30	15,00	18,30	
1 000	1 120	0,490	0,600	6,40	7,80	16,00	19,50	
1 120	1 250	0,550	0,670	7,10	8,70	17,80	21,70	
1 250	1 400	0,610	0,750	8,00	9,70	19,90	24,30	
1 400	1 600	0,700	0,850	9,10	11,10	22,70	27,70	
1 600	1 800	0,790	0,960	10,20	12,50	25,60	31,20	

A szerelési hézag nagysága a csapágy gyártási radiális hézaga mínusz a radiális hézagcsökkenés. Normál radiális hézaggal rendelkező csapágyak esetén, az üzemi körülményektől függően, a legnagyobb hézagcsökkenés túl kicsi maradó radiális hézagot eredményezhet.

<sup>1)</sup> Csak tömör acéltengelyek és általános alkalmazások esetén érvényes. Az SKF Drive-up módszer esetén nem érvényes.

A felsorolt értékek csak tájékoztatásul használandók; ennek az oka, hogy nehéz meghatározni egy pontos kiinduló helyzet, és az s axiális feltolás is eltér kissé a különböző csapágy sorozatok esetén.

Kúpos furatú, CARB toroidgörgős csapágyszerelése



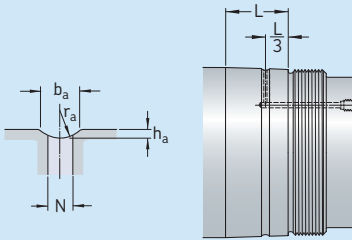
Furat átmérője		Radiális hézag csökkenése		Axiális feltolás (s) <sup>1)</sup>				Rögzítőanya meghúzási szög
d		min.	max.	Kúposág: 1:12		Kúposág: 1:30		Kúposág: 1:12
legalább	legfeljebb	mm	mm	mm	mm	mm	mm	α
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	fok
24	30	0,010	0,015	0,25	0,29	–	–	100
30	40	0,015	0,020	0,30	0,35	–	–	115
40	50	0,020	0,025	0,37	0,44	–	–	130
50	65	0,025	0,035	0,45	0,54	1,15	1,35	115
65	80	0,035	0,040	0,55	0,65	1,40	1,65	130
80	100	0,040	0,050	0,66	0,79	1,65	2,00	150
100	120	0,050	0,060	0,79	0,95	2,00	2,35	
120	140	0,060	0,075	0,93	1,10	2,30	2,80	
140	160	0,070	0,085	1,05	1,30	2,65	3,20	
160	180	0,080	0,095	1,20	1,45	3,00	3,60	
180	200	0,090	0,105	1,30	1,60	3,30	4,00	
200	225	0,100	0,120	1,45	1,80	3,70	4,45	
225	250	0,110	0,130	1,60	1,95	4,00	4,85	
250	280	0,120	0,150	1,80	2,15	4,50	5,40	
280	315	0,135	0,165	2,00	2,40	4,95	6,00	
315	355	0,150	0,180	2,15	2,65	5,40	6,60	
355	400	0,170	0,210	2,50	3,00	6,20	7,60	
400	450	0,195	0,235	2,80	3,40	7,00	8,50	
450	500	0,215	0,265	3,10	3,80	7,80	9,50	
500	560	0,245	0,300	3,40	4,10	8,40	10,30	
560	630	0,275	0,340	3,80	4,65	9,50	11,60	
630	710	0,310	0,380	4,25	5,20	10,60	13,00	
710	800	0,350	0,425	4,75	5,80	11,90	14,50	
800	900	0,395	0,480	5,40	6,60	13,50	16,40	
900	1000	0,440	0,535	6,00	7,30	15,00	18,30	
1000	1120	0,490	0,600	6,40	7,80	16,00	19,50	
1120	1250	0,550	0,670	7,10	8,70	17,80	21,70	
1250	1400	0,610	0,750	8,00	9,70	19,90	24,30	
1400	1600	0,700	0,850	9,10	11,10	22,70	27,70	
1600	1800	0,790	0,960	10,20	12,50	25,60	31,20	

A szerelési hézag nagysága a csapágy gyártási radiális hézaga mínusz a radiális hézagcsökkenés. Normál radiális hézaggal rendelkező csapágyszerelés esetén az üzemi körülményektől függően, a legnagyobb hézagcsökkenés túl kicsi marad a radiális hézagot eredményezhet.

<sup>1)</sup> Csak tömör acéltengelyek és általános alkalmazások esetén érvényes. Az SKF Drive-up módszer esetén nem érvényes. A felsorolt értékek csak tájékoztatásul használandók; ennek az oka, hogy nehéz meghatározni egy pontos kiinduló helyzetet, és az s axiális feltolás is eltér kissé a különböző csapágy sorozatok esetén.

G-1 függelék

## Olajfuratok és hornyok ajánlott méretei

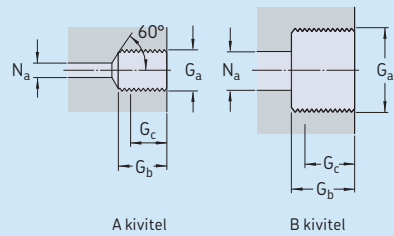


Csapátmérő		Méretek			
felett	-ig	$b_a$	$h_a$	$r_a$	N
mm		mm			
–	100	3	0,5	2,5	2,5
100	150	4	0,8	3	3
150	200	4	0,8	3	3
200	250	5	1	4	4
250	300	5	1	4	4
300	400	6	1,25	4,5	5
400	500	7	1,5	5	5
500	650	8	1,5	6	6
650	800	10	2	7	7
800	1 000	12	2,5	8	8

L = csap szélessége

G-2 függelék

## Olajvezeték csatlakozó menetes furatainak kialakítása és ajánlott méretei



Menet	Kivitel	Méretek		
$G_a$		$G_b$	$G_c^{1)}$	$N_a$ max.
–		mm		
M 6	A	10	8	3
G 1/8	A	12	10	3
G 1/4	A	15	12	5
G 3/8	B	15	12	8
G 1/2	B	18	14	8
G 3/4	B	20	16	8

<sup>1)</sup> Tényleges menethossz

**SKF Drive-up módszer – az indulási nyomás és a feltolási úthossz tájékoztató értékei beállítógolyóscsapágyak szereléséhez**

Csapágy-jelölés	Kiinduló pozíció A szükséges $P_{ref}^{1)}$ egy súrlódó felület esetén		Végző pozíció Feltolási úthossz az $s_5$ kiindulási pozíciótól egy súrlódó két súrlódó- felület esetén		Rádiális hézagcsökkenés a kiindulási pozíciótól $\Delta_r$	Hidraulikus anya Jelölés	
	–	MPa	–	mm		–	Dugattyú- felület $A_{ref}$ mm <sup>2</sup>
<b>12-es sorozat</b>							
1210 EK	0,57	0,97	0,25	0,30	0,018	HMV 10E	2 900
1211 EK	0,76	1,30	0,26	0,31	0,019	HMV 11E	3 150
1212 EK	0,92	1,55	0,29	0,34	0,021	HMV 12E	3 300
1213 EK	0,99	1,70	0,31	0,36	0,023	HMV 13E	3 600
1214 EK	0,83	1,40	0,33	0,38	0,025	HMV 14E	3 800
1215 K	0,88	1,50	0,33	0,38	0,026	HMV 15E	4 000
1216 K	1,10	1,85	0,36	0,41	0,028	HMV 16E	4 200
1217 K	1,10	1,90	0,38	0,43	0,030	HMV 17E	4 400
1218 K	1,15	1,90	0,40	0,46	0,032	HMV 18E	4 700
1219 K	1,35	2,30	0,41	0,47	0,033	HMV 19E	4 900
1220 K	1,45	2,50	0,44	0,49	0,035	HMV 20E	5 100
1222 K	1,70	2,90	0,49	0,54	0,039	HMV 22E	5 600
1224 K	1,55	2,70	0,50	0,56	0,042	HMV 24E	6 000
1226 K	1,75	3,00	0,55	0,60	0,046	HMV 26E	6 400
<b>13-as sorozat</b>							
1310 EK	1,45	2,50	0,27	0,32	0,018	HMV 10E	2 900
1311 EK	1,65	2,80	0,28	0,33	0,019	HMV 11E	3 150
1312 EK	2,45	4,20	0,33	0,38	0,021	HMV 12E	3 300
1313 EK	2,60	4,40	0,35	0,40	0,023	HMV 13E	3 600
1314 K	2,00	3,40	0,35	0,41	0,025	HMV 14E	3 800
1315 K	2,20	3,70	0,36	0,41	0,026	HMV 15E	4 000
1316 K	2,30	4,00	0,39	0,44	0,028	HMV 16E	4 200
1317 K	2,50	4,30	0,41	0,46	0,030	HMV 17E	4 400
1318 K	2,40	4,10	0,43	0,49	0,032	HMV 18E	4 700
1319 K	2,50	4,20	0,44	0,49	0,033	HMV 19E	4 900
1320 K	2,80	4,70	0,47	0,52	0,035	HMV 20E	5 100
1322 K	3,40	5,70	0,53	0,58	0,039	HMV 22E	5 600
<b>22-es sorozat</b>							
2210 EK	0,61	1,05	0,24	0,30	0,018	HMV 10E	2 900
2211 EK	0,68	1,15	0,25	0,30	0,019	HMV 11E	3 150
2212 EK	0,84	1,45	0,27	0,33	0,021	HMV 12E	3 300
2213 EK	0,91	1,55	0,30	0,35	0,023	HMV 13E	3 600
2214 K	1,05	1,80	0,32	0,38	0,025	HMV 14E	3 800
2215 EK	0,88	1,50	0,32	0,37	0,026	HMV 15E	4 000
2216 EK	1,05	1,80	0,35	0,40	0,028	HMV 16E	4 200
2217 K	1,25	2,10	0,37	0,43	0,030	HMV 17E	4 400
2218 K	1,40	2,30	0,40	0,45	0,032	HMV 18E	4 700
2219 K	1,50	2,60	0,40	0,46	0,033	HMV 19E	4 900
2220 K	1,60	2,70	0,43	0,48	0,035	HMV 20E	5 100
2222 K	1,85	3,10	0,47	0,52	0,039	HMV 22E	5 600
<b>23-as sorozat</b>							
2310 K	1,30	2,20	0,25	0,30	0,018	HMV 10E	2 900
2311 K	1,55	2,60	0,26	0,31	0,019	HMV 11E	3 150
2312 K	1,65	2,80	0,28	0,33	0,021	HMV 12E	3 300
2313 K	2,00	3,40	0,31	0,36	0,023	HMV 13E	3 600
2314 K	2,10	3,60	0,33	0,39	0,025	HMV 14E	3 800
2315 K	2,30	3,90	0,34	0,39	0,026	HMV15 E	4 000
2316 K	2,40	4,10	0,36	0,41	0,028	HMV 16E	4 200
2317 K	2,60	4,50	0,39	0,44	0,030	HMV 17E	4 400
2318 K	2,80	4,70	0,41	0,46	0,032	HMV 18E	4 700
2319 K	2,90	4,90	0,42	0,47	0,033	HMV 19E	4 900
2320 K	3,30	5,60	0,44	0,49	0,035	HMV 20E	5 100

<sup>1)</sup> A felsorolt értékek a jelzett hidraulikus anyákra vonatkoznak. Ha más méretű hidraulikus anyát használ, akkor be kell állítani az olajnyomás értékét a megváltozott dugattyú felülethez. (→ Az SKF Drive-up módszer, 57. oldal).

## SKF Drive-up módszer – az indulási nyomás és a feltolási úthossz tájékoztató értékei beálló görgőscsapágyak szereléséhez

Csapágyjelölés <sup>1)</sup>	Kiinduló pozíció A szükséges $P_{ref}^{2)}$ indulási nyomás		Végző pozíció Feltolási úthossz az $s_s$ kiindulási pozíciótól		Radiális hézagcsökkenés a kiindulási pozíciótól $\Delta_r$	Hidraulikus anya	
	egy súrlódó felület esetén	két súrlódó felület esetén	egy súrlódó felület esetén	két súrlódó felület esetén		Jelölés	Dugattyú felület  $A_{ref}$
–	MPa		mm		mm	–	mm <sup>2</sup>
<b>213-as sorozat</b>							
21310 EK	1,90	3,20	0,40	0,47	0,023	HMV 10E	2 900
21311 EK	1,40	2,40	0,40	0,46	0,025	HMV 11E	3 150
21312 EK	2,40	4,10	0,45	0,52	0,027	HMV 12E	3 300
21313 EK	2,50	4,30	0,47	0,55	0,029	HMV 13E	3 600
21314 EK	2,70	4,50	0,52	0,59	0,032	HMV 14E	3 800
21315 EK	2,20	3,70	0,51	0,58	0,034	HMV 15E	4 000
21316 EK	2,20	3,80	0,53	0,60	0,036	HMV 16E	4 200
21317 EK	1,75	3,00	0,53	0,60	0,038	HMV 17E	4 400
21318 EK	1,85	3,20	0,57	0,64	0,041	HMV 18E	4 700
21319 EK	1,90	3,30	0,59	0,66	0,043	HMV 19E	4 900
21320 EK	1,50	2,50	0,58	0,65	0,045	HMV 20E	5 100
<b>222-es sorozat</b>							
22210 EK	0,75	1,25	0,34	0,42	0,023	HMV 10E	2 900
22211 EK	0,70	1,25	0,36	0,43	0,025	HMV 11E	3 150
22212 EK	0,85	1,50	0,40	0,45	0,027	HMV 12E	3 300
22213 EK	0,95	1,65	0,43	0,47	0,029	HMV 13E	3 600
22214 EK	0,95	1,60	0,44	0,51	0,032	HMV 14E	3 800
22215 EK	0,90	1,50	0,46	0,53	0,034	HMV 15E	4 000
22216 EK	1,00	1,70	0,48	0,55	0,036	HMV 16E	4 200
22217 EK	1,15	2,00	0,50	0,58	0,038	HMV 17E	4 400
22218 EK	1,20	2,10	0,54	0,61	0,041	HMV 18E	4 700
22219 EK	1,35	2,30	0,57	0,64	0,043	HMV 19E	4 900
22220 EK	1,45	2,50	0,59	0,66	0,045	HMV 20E	5 100
22222 EK	1,75	3,00	0,65	0,72	0,050	HMV 22E	5 600
22224 EK	1,85	3,10	0,68	0,76	0,054	HMV 24E	6 000
22226 EK	1,95	3,40	0,74	0,81	0,059	HMV 26E	6 400
22228 CCK/W33	2,30	4,00	0,80	0,86	0,063	HMV 28E	6 800
22230 CCK/W33	2,50	4,30	0,85	0,92	0,068	HMV 30E	7 500
22232 CCK/W33	2,60	4,40	0,91	0,97	0,072	HMV 32E	8 600
22234 CCK/W33	2,80	4,70	0,97	1,02	0,077	HMV 34E	9 400
22236 CCK/W33	2,50	4,30	1,01	1,07	0,081	HMV 36E	10 300
22238 CCK/W33	2,60	4,40	1,06	1,13	0,086	HMV 38E	11 500
22240 CCK/W33	2,70	4,60	1,12	1,17	0,090	HMV 40E	12 500
22244 CCK/W33	2,90	5,00	1,22	1,28	0,099	HMV 44E	14 400
22248 CCK/W33	3,30	5,60	1,34	1,40	0,108	HMV 48E	16 500
22252 CACK/W33	3,20	5,50	1,43	1,49	0,117	HMV 52E	18 800
22256 CACK/W33	3,00	5,00	1,52	1,59	0,126	HMV 56E	21 100
22260 CACK/W33	2,90	4,90	1,62	1,68	0,135	HMV 60E	23 600
22264 CACK/W33	3,10	5,20	1,73	1,79	0,144	HMV 64E	26 300
22272 CAK/W33	3,60	6,10	1,96	2,02	0,162	HMV 72E	31 300

<sup>1)</sup> A táblázatban nem szereplő nagyméretű beálló görgőscsapágyak esetén vegye fel a kapcsolatot az SKF alkalmazásmérnöki szolgálatával.

<sup>2)</sup> A felsorolt értékek a jelzett hidraulikus anyakra vonatkoznak. Ha más méretű hidraulikus anyát használ, akkor be kell állítani az olajnyomás értékét a megváltozott dugattyú felülethez (→ *Az SKF Drive-up módszer, 57. oldal*).

**SKF Drive-up módszer – az indulási nyomás és a feltolási úthossz tájékoztató értékei beálló görgőscsapágyak szereléséhez**

Csapágyjelölés <sup>1)</sup>	Kiinduló pozíció A szükséges $P_{ref}$ <sup>2)</sup> indulási nyomás egy súrlódó felület esetén		Végző pozíció Feltolási úthossz az $s_3$ kiindulási pozíciótól egy súrlódó két súrlódó felület esetén			Radiális hézagcsökkenés a kiindulási pozíciótól $\Delta_r$	Hidraulikus anya Jelölés	Dugattyú- terület
	MPa		mm			–	$A_{ref}$ mm <sup>2</sup>	
<b>223-as sorozat</b>								
22310 EK	1,60	2,80	0,35	0,43	0,023	HMV 10E	2 900	
22311 EK	2,00	3,40	0,38	0,46	0,025	HMV 11E	3 150	
22312 EK	2,40	4,10	0,41	0,48	0,027	HMV 12E	3 300	
22313 EK	2,10	3,60	0,42	0,49	0,029	HMV 13E	3 600	
22314 EK	2,60	4,40	0,47	0,55	0,032	HMV 14E	3 800	
22315 EK	2,30	4,00	0,48	0,55	0,034	HMV 15E	4 000	
22316 EK	2,40	4,10	0,50	0,57	0,036	HMV 16E	4 200	
22317 EK	3,00	5,00	0,54	0,61	0,038	HMV 17E	4 400	
22318 EK	3,00	5,10	0,57	0,65	0,041	HMV 18E	4 700	
22319 EK	3,00	5,20	0,59	0,65	0,043	HMV 19E	4 900	
22320 EK	4,10	7,00	0,64	0,71	0,045	HMV 20E	5 100	
22322 EK	4,50	7,70	0,70	0,78	0,050	HMV 22E	5 600	
22324 CCK/W33	4,40	7,50	0,74	0,81	0,054	HMV 24E	6 000	
22326 CCK/W33	4,70	8,10	0,80	0,87	0,059	HMV 26E	6 400	
22328 CCK/W33	5,00	8,60	0,84	0,91	0,063	HMV 28E	6 800	
22330 CCK/W33	5,30	9,00	0,90	0,98	0,068	HMV 30E	7 500	
22332 CCK/W33	5,20	8,80	0,95	1,02	0,072	HMV 32E	8 600	
22334 CCK/W33	5,20	8,90	0,99	1,06	0,077	HMV 34E	9 400	
22336 CCK/W33	5,10	8,80	1,05	1,12	0,081	HMV 36E	10 300	
22338 CCK/W33	5,10	8,70	1,11	1,18	0,086	HMV 38E	11 500	
22340 CCK/W33	5,10	8,80	1,16	1,23	0,090	HMV 40E	12 500	
22344 CCK/W33	5,60	9,50	1,29	1,36	0,099	HMV 44E	14 400	
22348 CCK/W33	5,60	9,50	1,39	1,46	0,108	HMV 48E	16 500	
22352 CCK/W33	5,60	9,60	1,50	1,57	0,117	HMV 52E	18 800	
22356 CCK/W33	5,70	9,70	1,61	1,68	0,126	HMV 56E	21 100	
<b>230-as sorozat</b>								
23022 CCK/W33	1,10	1,85	0,62	0,69	0,050	HMV 22E	5 600	
23024 CCK/W33	1,05	1,75	0,66	0,73	0,054	HMV 24E	6 000	
23026 CCK/W33	1,25	2,20	0,72	0,83	0,059	HMV 26E	6 400	
23028 CCK/W33	1,20	2,10	0,76	0,89	0,063	HMV 28E	6 800	
23030 CCK/W33	1,25	2,10	0,81	0,88	0,068	HMV 30E	7 500	
23032 CCK/W33	1,25	2,10	0,85	0,92	0,072	HMV 32E	8 600	
23034 CCK/W33	1,35	2,30	0,89	0,96	0,077	HMV 34E	9 400	
23036 CCK/W33	1,50	2,60	0,95	1,03	0,081	HMV 36E	10 300	
23038 CCK/W33	1,50	2,50	1,01	1,09	0,086	HMV 38E	11 500	
23040 CCK/W33	1,65	2,80	1,06	1,13	0,090	HMV 40E	12 500	
23044 CCK/W33	1,65	2,90	1,15	1,23	0,099	HMV 44E	14 400	
23048 CCK/W33	1,50	2,50	1,24	1,31	0,108	HMV 48E	16 500	
23052 CCK/W33	1,70	2,90	1,35	1,42	0,117	HMV 52E	18 800	
23056 CCK/W33	1,55	2,70	1,44	1,51	0,126	HMV 56E	21 100	
23060 CCK/W33	1,75	3,00	1,54	1,61	0,135	HMV 60E	23 600	
23064 CCK/W33	1,60	2,70	1,63	1,70	0,144	HMV 64E	26 300	
23068 CCK/W33	1,85	3,10	1,74	1,81	0,153	HMV 68E	28 400	
23072 CCK/W33	1,65	2,80	1,82	1,89	0,162	HMV 72E	31 300	
23076 CCK/W33	1,60	2,70	1,91	1,98	0,171	HMV 76E	33 500	
23080 CCK/W33	1,75	3,00	2,02	2,09	0,180	HMV 80E	36 700	

<sup>1)</sup> A táblázatban nem szereplő nagyméretű beálló görgőscsapágyak csapágyak esetén vegye fel a kapcsolatot az SKF alkalmazás-mérnöki szolgálatával.

<sup>2)</sup> A felsorolt értékek a jelzett hidraulikus anyakra vonatkoznak. Ha más méretű hidraulikus anyát használ, akkor be kell állítani az alajnyomás értékét a megváltozott dugattyú felülethez (→ *Az SKF Drive-up módszer, 57. oldal*).



**SKF Drive-up módszer – az indulási nyomás és a feltolási úthossz tájékoztató értékei beálló görgőscsapágyak szereléséhez**

Csapágyjelölés <sup>1)</sup>	Kiinduló pozíció A szükséges $P_{ref}$ <sup>2)</sup> indulási nyomás egy súrlódó fe- lület esetén		Végző pozíció Feltolási úthossz az $s_g$ kiindulási pozíciótól egy súrlódó felület esetén		Radiális hézagcsökkenés a kiindulási pozíciótól $\Delta_r$	Hidraulikus anya Jelölés Dugattyú felület $A_{ref}$	
	MPa		mm			–	mm <sup>2</sup>
<b>231-es sorozat</b>							
23120 CCK/W33	1,40	2,40	0,57	0,64	0,045	HMV 20E	5 100
23122 CCK/W33	1,45	2,50	0,63	0,70	0,050	HMV 22E	5 600
23124 CCK/W33	1,75	3,00	0,67	0,75	0,054	HMV 24E	6 000
23126 CCK/W33	1,65	2,80	0,72	0,80	0,059	HMV 26E	6 400
23128 CCK/W33	1,70	2,90	0,76	0,83	0,063	HMV 28E	6 800
23130 CCK/W33	2,20	3,80	0,83	0,90	0,068	HMV 30E	7 500
23132 CCK/W33	2,30	3,90	0,87	0,95	0,072	HMV 32E	8 600
23134 CCK/W33	2,10	3,70	0,91	0,98	0,077	HMV 34E	9 400
23136 CCK/W33	2,30	4,00	0,97	1,04	0,081	HMV 36E	10 300
23138 CCK/W33	2,50	4,30	1,04	1,11	0,086	HMV 38E	11 500
23140 CCK/W33	2,60	4,50	1,08	1,15	0,090	HMV 40E	12 500
23144 CCK/W33	2,70	4,60	1,18	1,25	0,099	HMV 44E	14 400
23148 CCK/W33	2,60	4,50	1,27	1,35	0,108	HMV 48E	16 500
23152 CCK/W33	2,90	4,90	1,38	1,45	0,117	HMV 52E	18 800
23156 CCK/W33	2,60	4,40	1,47	1,54	0,126	HMV 56E	21 100
23160 CCK/W33	2,80	4,80	1,57	1,64	0,135	HMV 60E	23 600
23164 CCK/W33	3,10	5,30	1,68	1,75	0,144	HMV 64E	26 300
23168 CCK/W33	3,40	5,80	1,79	1,86	0,153	HMV 68E	28 400
23172 CCK/W33	3,30	5,60	1,90	1,96	0,162	HMV 72E	31 300
23176 CAK/W33	2,90	4,90	1,96	2,03	0,171	HMV 76E	33 500
23180 CAK/W33	2,80	4,70	2,05	2,12	0,180	HMV 80E	36 700
<b>232-es sorozat</b>							
23218 CCK/W33	1,70	2,90	0,54	0,62	0,041	HMV 18E	4 700
23220 CCK/W33	1,90	3,30	0,58	0,66	0,045	HMV 20E	5 100
23222 CCK/W33	2,40	4,00	0,65	0,72	0,050	HMV 22E	5 600
23224 CCK/W33	2,50	4,30	0,69	0,76	0,054	HMV 24E	6 000
23226 CCK/W33	2,60	4,40	0,74	0,81	0,059	HMV 26E	6 400
23228 CCK/W33	3,00	5,20	0,79	0,86	0,063	HMV 28E	6 800
23230 CCK/W33	3,1	5,30	0,85	0,92	0,068	HMV 30E	7 500
23232 CCK/W33	3,30	5,60	0,90	0,97	0,072	HMV 32E	8 600
23234 CCK/W33	3,40	5,90	0,94	1,01	0,077	HMV 34E	9 400
23236 CCK/W33	3,20	5,40	0,99	1,06	0,081	HMV 36E	10 300
23238 CCK/W33	3,30	5,60	1,05	1,12	0,086	HMV 38E	11 500
23240 CCK/W33	3,50	5,90	1,10	1,17	0,090	HMV 40E	12 500
23244 CCK/W33	3,80	6,50	1,21	1,28	0,099	HMV 44E	14 400
23248 CCK/W33	4,30	7,40	1,32	1,40	0,108	HMV 48E	16 500
23252 CACK/W33	4,60	7,80	1,43	1,51	0,117	HMV 52E	18 800
23256 CACK/W33	4,10	7,00	1,52	1,59	0,126	HMV 56E	21 100
23260 CACK/W33	4,30	7,40	1,63	1,70	0,135	HMV 60E	23 600
23264 CACK/W33	4,70	8,00	1,74	1,81	0,144	HMV 64E	26 300
23268 CAK/W33	5,00	8,50	1,85	1,92	0,153	HMV 68E	28 400
23272 CAK/W33	4,70	8,00	1,93	2,00	0,162	HMV 72E	31 300
23276 CAK/W33	4,70	8,10	2,03	2,11	0,171	HMV 76E	33 500
23280 CAK/W33	5,00	8,50	2,15	2,22	0,180	HMV 80E	36 700

<sup>1)</sup> A táblázatban nem szereplő nagyméretű beálló görgőscsapágyak esetén vegye fel a kapcsolatot az SKF alkalmazásmérnöki szolgálattal.

<sup>2)</sup> A felsorolt értékek a jelzett hidraulikus anyakra vonatkoznak. Ha más méretű hidraulikus anyát használ, akkor be kell állítani az alajnyomás értékét a megváltozott dugattyú felülethez (→ *Az SKF Drive-up módszer, 57. oldal*).

**SKF Drive-up módszer – az indulási nyomás és a feltolási úthossz tájékoztató értékei beálló görgőscsapágyak szereléséhez**

Csapágyjelölés <sup>1)</sup>	Kiinduló pozíció		Végző pozíció			Hidraulikus anya	
	A szükséges $P_{ref}^{(2)}$ egy súrlódó felület esetén	indulási nyomás két súrlódó felület esetén	Feltolási úthossz az $s_s$ kiindulási pozíciótól egy súrlódó felület esetén	két súrlódó felület esetén	Radiális hézagcsökkenés a kiindulási pozíciótól $\Delta_r$	Jelölés	Dugattyú felület $A_{ref}$
–	MPa		mm			–	mm <sup>2</sup>
<b>239-es sorozat</b>							
23936 CCK/W33	0,84	1,45	0,93	1,00	0,081	HMV 36E	10 300
23938 CCK/W33	0,72	1,20	0,98	1,05	0,086	HMV 38E	11 500
23940 CCK/W33	0,89	1,55	1,03	1,10	0,090	HMV 40E	12 500
23944 CCK/W33	0,75	1,30	1,11	1,19	0,099	HMV 44E	14 400
23948 CCK/W33	0,64	1,10	1,20	1,27	0,108	HMV 48E	16 500
23952 CCK/W33	0,91	1,55	1,31	1,38	0,117	HMV 52E	18 800
23956 CCK/W33	0,82	1,40	1,41	1,47	0,126	HMV 56E	21 100
23960 CCK/W33	1,05	1,80	1,51	1,58	0,135	HMV 60E	23 600
23964 CCK/W33	0,96	1,65	1,60	1,67	0,144	HMV 64E	26 300
23968 CCK/W33	0,89	1,50	1,68	1,75	0,153	HMV 68E	28 400
23972 CCK/W33	0,81	1,40	1,77	1,84	0,162	HMV 72E	31 300
23976 CCK/W33	1,05	1,80	1,88	1,95	0,171	HMV 76E	33 500
23980 CCK/W33	0,93	1,60	1,96	2,03	0,180	HMV 80E	36 700
<b>240-es sorozat</b>							
24024 CCK30/W33	1,10	2,00	1,64	1,82	0,054	HMV 24E	6 000
24026 CCK30/W33	1,40	2,60	1,80	1,98	0,059	HMV 26E	6 400
24028 CCK30/W33	1,30	2,40	1,88	2,06	0,063	HMV 28E	6 800
24030 CCK30/W33	1,35	2,50	2,02	2,20	0,068	HMV 30E	7 500
24032 CCK30/W33	1,30	2,50	2,12	2,30	0,072	HMV 32E	8 600
24034 CCK30/W33	1,50	2,80	2,23	2,41	0,077	HMV 34E	9 400
24036 CCK30/W33	1,80	3,30	2,40	2,58	0,081	HMV 36E	10 300
24038 CCK30/W33	1,55	2,90	2,52	2,70	0,086	HMV 38E	11 500
24040 CCK30/W33	1,75	3,20	2,64	2,82	0,090	HMV 40E	12 500
24044 CCK30/W33	1,75	3,20	2,88	3,06	0,099	HMV 44E	14 400
24048 CCK30/W33	1,50	2,80	3,09	3,27	0,108	HMV 48E	16 500
24052 CCK30/W33	1,90	3,50	3,37	3,55	0,117	HMV 52E	18 800
24056 CCK30/W33	1,65	3,10	3,58	3,76	0,126	HMV 56E	21 100
24060 CCK30/W33	1,90	3,50	3,84	4,02	0,135	HMV 60E	23 600
24064 CCK30/W33	1,80	3,30	4,08	4,26	0,144	HMV 64E	26 300
24068 CCK30/W33	2,00	3,80	4,34	4,52	0,153	HMV 68E	28 400
24072 CCK30/W33	1,90	3,40	4,55	4,73	0,162	HMV 72E	31 300
24076 CCK30/W33	1,80	3,30	4,78	4,96	0,171	HMV 76E	33 500
24080 ECK30/W33	1,95	3,70	5,04	5,22	0,180	HMV 80E	36 700

<sup>1)</sup> A táblázatban nem szereplő nagyméretű beálló görgőscsapágyak csapágyak esetén vegye fel a kapcsolatot az SKF alkalmazás-mérnöki szolgálatával.

<sup>2)</sup> A felsorolt értékek a jelzett hidraulikus anyakra vonatkoznak. Ha más méretű hidraulikus anyát használ, akkor be kell állítani az olajnyomás értékét a megváltozott dugattyú felülethez (→ Az SKF Drive-up módszer, 57. oldal).

**SKF Drive-up módszer – az indulási nyomás és a feltolási úthossz tájékoztató értékei beálló görgőscsapágók beszereléséhez**

Csapágyjelölés <sup>1)</sup>	Kiinduló pozíció		Végző pozíció			Hidraulikus anya	
	A szükséges $P_{ref}^{(2)}$ indulási nyomás egy súrlódó felület esetén		Feltolási úthossz az $s_s$ kiindulási pozíciótól egy súrlódó két súrlódó felület esetén			Jelölés	Dugattyú felület $A_{ref}$
–	MPa		mm		$\Delta_r$	–	mm <sup>2</sup>
<b>241-es sorozat</b>							
24122 CCK30/W33	1,55	2,90	1,58	1,76	0,050	HMV 22E	5 600
24124 CCK30/W33	1,95	3,60	1,69	1,87	0,054	HMV 24E	6 000
24126 CCK30/W33	1,85	3,50	1,83	2,01	0,059	HMV 26E	6 400
24128 CCK30/W33	1,90	3,50	1,92	2,10	0,063	HMV 28E	6 800
<b>24130 CCK30/W33</b>							
24132 CCK30/W33	2,40	4,40	2,08	2,26	0,068	HMV 30E	7 500
24134 CCK30/W33	2,60	4,70	2,21	2,39	0,072	HMV 32E	8 600
24136 CCK30/W33	2,20	4,00	2,28	2,46	0,077	HMV 34E	9 400
24138 CCK30/W33	2,50	4,60	2,44	2,62	0,081	HMV 36E	10 300
<b>24138 CCK30/W33</b>							
24140 CCK30/W33	2,70	4,90	2,60	2,79	0,086	HMV 38E	11 500
24142 CCK30/W33	2,80	5,20	2,71	2,89	0,090	HMV 40E	12 500
24144 CCK30/W33	2,80	5,20	2,96	3,14	0,099	HMV 44E	14 400
24148 CCK30/W33	2,80	5,30	3,21	3,39	0,108	HMV 48E	16 500
<b>24152 CCK30/W33</b>							
24156 CCK30/W33	3,10	5,70	3,47	3,65	0,117	HMV 52E	18 800
24160 CCK30/W33	2,80	5,10	3,69	3,87	0,126	HMV 56E	21 100
24162 CCK30/W33	3,10	5,70	3,96	4,14	0,135	HMV 60E	23 600
24164 CCK30/W33	3,40	6,30	4,24	4,42	0,144	HMV 64E	26 300
<b>24168 ECAK30/W33</b>							
24172 ECCK30J/W33	3,60	6,70	4,48	4,66	0,153	HMV 68E	28 400
24176 ECAK30/W33	3,30	6,10	4,70	4,88	0,162	HMV 72E	31 300
24180 ECAK30/W33	3,00	5,60	4,91	5,09	0,171	HMV 76E	33 500
24184 ECAK30/W33	2,90	5,40	5,14	5,32	0,180	HMV 80E	36 700
<b>BS2-es sorozat</b>							
BS2-2210-2CSK/VT143	0,83	1,40	0,34	0,41	(0,023)	HMV 10E	2 900
BS2-2211-2CSK/VT143	0,87	1,50	0,36	0,43	(0,025)	HMV 11E	3 150
BS2-2212-2CSK/VT143	1,15	1,95	0,38	0,46	(0,027)	HMV 12E	3 300
BS2-2213-2CSK/VT143	1,40	2,40	0,41	0,48	(0,029)	HMV 13E	3 600
<b>BS2-2214-2CSK/VT143</b>							
BS2-2215-2CSK/VT143	1,10	1,90	0,44	0,51	(0,032)	HMV 14E	3 800
BS2-2216-2CSK/VT143	1,05	1,75	0,45	0,53	(0,034)	HMV 15E	4 000
BS2-2217-2CSK/VT143	1,20	2,00	0,48	0,55	(0,036)	HMV 16E	4 200
BS2-2218-2CSK/VT143	1,40	2,40	0,50	0,57	(0,038)	HMV 17E	4 400
<b>BS2-2218-2CSK/VT143</b>							
BS2-2219-2CS5K/VT143	1,40	2,40	0,54	0,61	(0,041)	HMV 18E	4 700
BS2-2220-2CS5K/VT143	1,60	2,70	0,56	0,63	(0,043)	HMV 19E	4 900
BS2-2221-2CS5K/VT143	1,70	2,90	0,58	0,65	(0,045)	HMV 20E	5 100
BS2-2222-2CS5K/VT143	2,00	2,60	0,64	0,65	(0,050)	HMV 22E	5 600
<b>BS2-2224-2CS5K/VT143</b>							
BS2-2226-2CS5K/VT143	2,10	3,60	0,68	0,75	(0,054)	HMV 24E	6 000
BS2-2228-2CS5K/VT143	2,20	3,80	0,74	0,81	(0,059)	HMV 26E	6 400

<sup>1)</sup> A táblázatban nem szereplő nagyméretű beálló görgőscsapágók esetén vegye fel a kapcsolatot az SKF alkalmazásmérnöki szolgálattal.

<sup>2)</sup> A felsorolt értékek a jelzett hidraulikus anyákra vonatkoznak. Ha nem hidraulikus anyát használ, akkor be kell állítani az alapnyomás értékét a megváltozott dugattyú felülethez (→ Az SKF Drive-up módszer, 57. oldal).

**SKF Drive-up módszer – az indulási nyomás és a feltolási úthossz tájékoztató értékei CARB toroidgörgős csapágák szereléséhez**

Csapágyjelölés <sup>1)</sup>	Kiinduló pozíció		Végző pozíció			Hidraulikus anya	
	A szükséges $P_{ref}^{(2)}$ egy súrlódó felület esetén	olajnyomás két súrlódó felület esetén	Feltolási úthossz az $s_s$ kiindulási pozíciótól egy súrlódó felület esetén	két súrlódó felület esetén	Radiális hézag-csökkenés a kiindulási pozíciótól $\Delta_r$	Jelölés	Dugattyú felület $A_{ref}$
–	MPa		mm			–	mm <sup>2</sup>
<b>C 22-es sorozat</b>							
C 2210 KTN9	0,67	1,15	0,34	0,41	0,023	HMV 10E	2 900
C 2211 KTN9	0,57	0,98	0,35	0,42	0,025	HMV 11E	3 150
C 2212 KTN9	1,10	1,85	0,39	0,47	0,027	HMV 12E	3 300
C 2213 KTN9	0,82	1,40	0,40	0,47	0,029	HMV 13E	3 600
C 2214 KTN9	0,76	1,30	0,43	0,50	0,032	HMV 14E	3 800
C 2215 K	0,70	1,20	0,45	0,52	0,034	HMV 15E	4 000
C 2216 K	1,05	1,75	0,48	0,55	0,036	HMV 16E	4 200
C 2217 K	1,10	1,90	0,50	0,57	0,038	HMV 17E	4 400
C 2218 K	1,35	2,30	0,55	0,62	0,041	HMV 18E	4 700
C 2219 K	1,00	1,70	0,54	0,62	0,043	HMV 19E	4 900
C 2220 K	1,10	1,90	0,57	0,64	0,045	HMV 20E	5 100
C 2222 K	1,50	2,50	0,63	0,71	0,050	HMV 22E	5 600
C 2224 K	1,60	2,70	0,67	0,74	0,054	HMV 24E	6 000
C 2226 K	1,45	2,50	0,71	0,79	0,059	HMV 26E	6 400
C 2228 K	2,40	4,00	0,79	0,86	0,063	HMV 28E	6 800
C 2230 K	1,80	3,10	0,82	0,89	0,068	HMV 30E	7 500
C 2234 K	2,60	4,40	0,94	1,01	0,076	HMV 34E	9 400
C 2238 K	1,80	3,00	1,01	1,08	0,086	HMV 38E	11 500
C 2244 K	1,95	3,30	1,15	1,22	0,099	HMV 44E	14 400
<b>C 23-as sorozat</b>							
C 2314 K	2,00	3,40	0,46	0,53	0,032	HMV 14E	3 800
C 2315 K	2,30	3,80	0,48	0,55	0,034	HMV 15E	4 000
C 2316 K	2,10	3,60	0,49	0,56	0,036	HMV 16E	4 200
C 2317 K	2,40	4,10	0,52	0,59	0,038	HMV 17E	4 400
C 2318 K	2,90	4,90	0,57	0,64	0,041	HMV 18E	4 700
C 2319 K	2,20	3,80	0,57	0,64	0,043	HMV 19E	4 900
C 2320 K	2,60	4,40	0,59	0,66	0,045	HMV 20E	5 100
<b>C 30-as sorozat</b>							
C 3022 K	0,97	1,65	0,62	0,69	0,050	HMV 22E	5 600
C 3024 K	0,92	1,60	0,65	0,72	0,054	HMV 24E	6 000
C 3026 K	1,25	2,10	0,72	0,79	0,059	HMV 26E	6 400
C 3028 K	1,25	2,10	0,76	0,83	0,063	HMV 28E	6 800
C 3030 K	1,00	1,75	0,80	0,87	0,068	HMV 30E	7 500
C 3032 K	1,35	2,30	0,86	0,93	0,072	HMV 32E	8 600
C 3034 K	1,50	2,60	0,90	0,98	0,076	HMV 34E	9 400
C 3036 K	1,45	2,40	0,95	1,02	0,081	HMV 36E	10 300
C 3038 K	1,60	2,70	1,02	1,09	0,086	HMV 38E	11 500
C 3040 K	1,60	2,80	1,06	1,13	0,090	HMV 40E	12 500
C 3044 K	1,60	2,70	1,15	1,22	0,099	HMV 44E	14 400
C 3048 K	1,35	2,30	1,23	1,30	0,108	HMV 48E	16 500
C 3052 K	1,80	3,00	1,35	1,43	0,117	HMV 52E	18 800
C 3056 K	1,70	2,90	1,45	1,52	0,126	HMV 56E	21 100
C 3060 K	1,85	3,20	1,55	1,62	0,135	HMV 60E	23 600
C 3064 K	1,80	3,10	1,65	1,72	0,144	HMV 64E	26 300
C 3068 K	2,00	3,50	1,76	1,83	0,153	HMV 68E	28 400
C 3072 K	1,65	2,80	1,82	1,89	0,162	HMV 72E	31 300
C 3076 K	1,35	2,30	1,88	1,95	0,171	HMV 76E	33 500
C 3080 K	1,55	2,60	2,00	2,06	0,180	HMV 80E	36 700

<sup>1)</sup> A táblázatban nem szereplő CARB toroidgörgős csapágák esetén vegye fel a kapcsolatot az SKF alkalmazásmérnöki szolgálatával.

<sup>2)</sup> A felsorolt értékek a jelzett hidraulikus anyakra vonatkoznak. Ha más méretű hidraulikus anyát használ, akkor be kell állítani az olajnyomás értéket a megváltozott dugattyú felülethez (→ *Az SKF Drive-up módszer, 57. oldal*).

**SKF Drive-up módszer – az indulási nyomás és a feltolási úthossz tájékoztató értékei CARB toroidgörgős csapágók szereléséhez**

Csapágyjelölés <sup>1)</sup>	Kiinduló pozíció		Végző pozíció		Radiális hézag- csúskénés a kiin- dulási pozíciótól $\Delta_r$	Hidraulikus anya	
	A szükséges $P_{ref}$ <sup>2)</sup> indulási nyomás egy súrlódó felület esetén	két súrlódó felület esetén	Feltolási úthossz az $s_s$ kiindulási pozíciótól egy súrlódó felület esetén	két súrlódó felület esetén		Jelölés	Dugattyú felület
–	MPa		mm		–	$A_{ref}$	mm <sup>2</sup>
<b>C 31-es sorozat</b>							
C 3130 K	2,40	4,10	0,84	0,91	0,068	HMV 30E	7 500
C 3132 K	2,10	3,50	0,87	0,94	0,072	HMV 32E	8 600
C 3134 K	1,85	3,10	0,90	0,97	0,076	HMV 34E	9 400
C 3136 K	1,70	2,90	0,94	1,01	0,081	HMV 36E	10 300
C 3138 K	2,30	3,90	1,02	1,10	0,086	HMV 38E	11 500
C 3140 K	2,70	4,60	1,08	1,16	0,090	HMV 40E	12 500
C 3144 K	2,80	4,70	1,18	1,26	0,099	HMV 44E	14 400
C 3148 K	2,00	3,40	1,24	1,31	0,108	HMV 48E	16 500
C 3152 K	2,80	4,70	1,37	1,44	0,117	HMV 52E	18 800
C 3156 K	2,60	4,50	1,47	1,54	0,126	HMV 56E	21 100
C 3160 K	2,80	4,80	1,57	1,64	0,135	HMV 60E	23 600
C 3164 K	2,10	3,60	1,61	1,68	0,144	HMV 64E	26 300
C 3168 K	2,80	4,80	1,75	1,82	0,153	HMV 68E	28 400
C 3172 K	2,50	4,20	1,83	1,90	0,162	HMV 72E	31 300
C 3176 K	2,60	4,40	1,93	2,01	0,171	HMV 76E	33 500
C 3180 K	3,30	5,70	2,10	2,17	0,180	HMV 80E	36 700
<b>C 32-es sorozat</b>							
C 3224 K	2,50	4,20	0,69	0,76	0,054	HMV 24E	6 000
C 3232 K	2,70	4,60	0,87	0,94	0,072	HMV 32E	8 600
C 3236 K	3,70	6,30	1,01	1,09	0,081	HMV 36E	10 300
<b>C 40-es sorozat</b>							
C 4010 K30	0,41	0,77	0,80	0,99	0,023	HMV 10E	2 900
C 4013 K30	0,48	0,89	0,95	1,12	0,029	HMV 13E	3 600
C 4015 K30	0,69	1,30	1,10	1,29	0,034	HMV 15E	4 000
C 4020 K30	0,71	1,30	1,37	1,55	0,045	HMV 20E	5 100
C 4022 K30	0,87	1,60	1,51	1,69	0,050	HMV 22E	5 600
C 4024 K30	1,15	2,20	1,65	1,84	0,054	HMV 24E	6 000
C 4026 K30	1,20	2,20	1,77	1,95	0,059	HMV 26E	6 400
C 4028 K30	1,20	2,30	1,88	2,06	0,063	HMV 28E	6 800
C 4030 K30	1,35	2,50	2,02	2,2	0,068	HMV 30E	7 500
C 4032 K30	1,05	1,95	2,08	2,26	0,072	HMV 32E	8 600
C 4034 K30	1,35	2,50	2,21	2,39	0,076	HMV 34E	9 400
C 4036 K30	1,20	2,20	2,31	2,49	0,081	HMV 36E	10 300
C 4038 K30	1,50	2,80	2,51	2,69	0,086	HMV 38E	11 500
C 4040 K30	1,35	2,50	2,58	2,76	0,090	HMV 40E	12 500
C 4044 K30	1,40	2,60	2,82	3,00	0,099	HMV 44E	14 400
C 4060 K30	1,35	2,50	3,72	3,90	0,135	HMV 60E	23 600
<b>C 41-es sorozat</b>							
C 4120 K30	1,40	2,60	1,43	1,61	0,045	HMV 20E	5 100
C 4122 K30	1,60	3,00	1,58	1,76	0,050	HMV 22E	5 600
C 4124 K30	1,45	2,70	1,64	1,82	0,054	HMV 24E	6 000
C 4126 K30	1,70	3,10	1,81	1,99	0,059	HMV 26E	6 400
C 4128 K30	2,00	3,70	1,93	2,11	0,063	HMV 28E	6 800
C 4130 K30	2,20	4,00	2,06	2,24	0,068	HMV 30E	7 500
C 4132 K30	2,10	3,90	2,16	2,34	0,072	HMV 32E	8 600
C 4134 K30	1,90	3,50	2,24	2,42	0,076	HMV 34E	9 400
C 4136 K30	1,95	3,60	2,38	2,56	0,081	HMV 36E	10 300
C 4138 K30	2,00	3,70	2,52	2,70	0,086	HMV 38E	11 500
C 4140 K30	2,30	4,30	2,65	2,83	0,090	HMV 40E	12 500

<sup>1)</sup> A táblázatban nem szereplő CARB toroidgörgős csapágók esetén vegye fel a kapcsolatot az SKF alkalmazásmérnöki szolgálatával.

<sup>2)</sup> A felsorolt értékek a jelzett hidraulikus anyakra vonatkoznak. Ha más méretű hidraulikus anyát használ, akkor be kell állítani az olajnyomás értékét a megváltozott dugattyú felülethez (→ *Az SKF Drive-up módszer*, 57. oldal).

### Viszkozitás egyenértékek

Különböző viszkozitás osztályozási módszerek összehasonlítása

#### Kinematikai viszkozitás

mm<sup>2</sup>/s  
40 °C  
hőmérsékleten

mm<sup>2</sup>/s  
100 °C  
hőmérsékleten

ISO VG

AGMA  
fokozatok

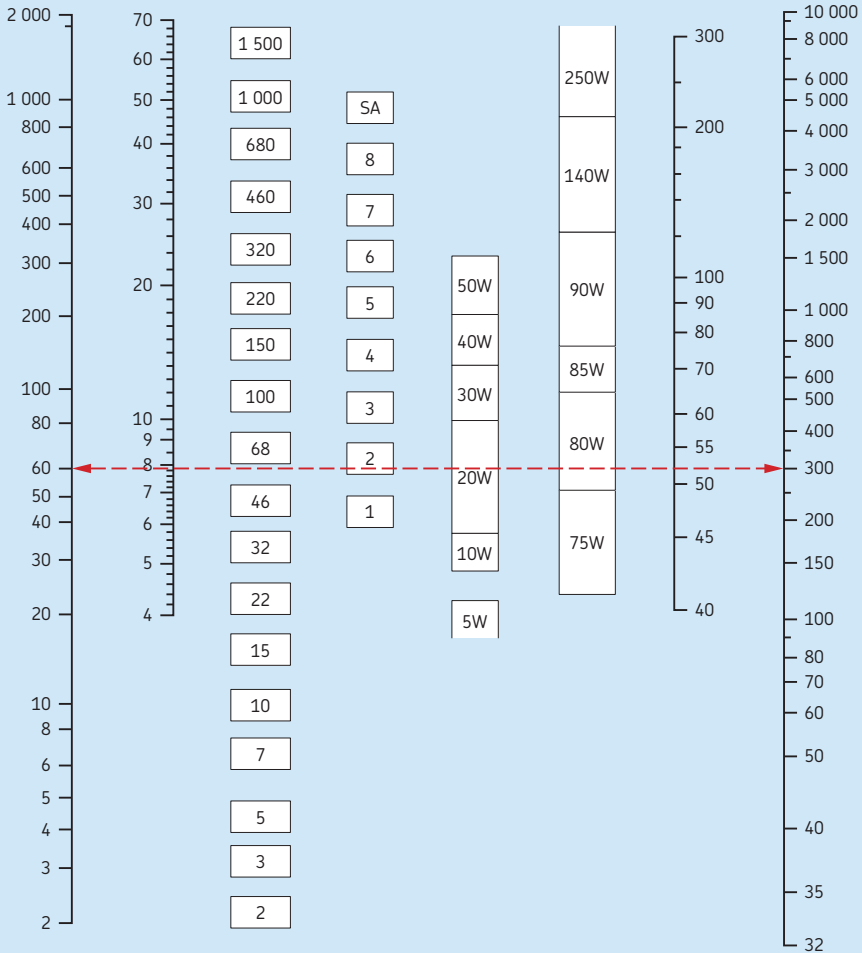
SAE fokozatú  
motor-olajok

SAE fokozatú  
hajtómű olajok

#### Saybolt viszkozitás

SUS 100 °C

SUS 38 °C



A viszkozitásértékek alapját a 95 VI egyfokozatú olajok képezik. Az ISO szerinti fokozatokat 40 C-on határozták meg. Az AGMA fokozatokat 100 F-on határozták meg.

A SAE 75W, a 80W valamint 5 és 10 W értékeket alacsony hőmérsékleten (-27 C) határozták meg. Az ábra a 38 C és a 100 C hőmérsékletekre vonatkozó egyenértékeű viszkozításokat mutatja. A SAE 90-250 és 20-50 értékeket 100 C-on határozták meg.

## I-2 függelék

## ISO szerinti viszkozitási fokozatok

ISO szerinti viszkozitási fokozat	Kínematikai viszkozitás 40 °C hőmérsékleten		
	átlag	min.	max.
–	mm <sup>2</sup> /s		
ISO VG 2	2,2	1,98	2,42
ISO VG 3	3,2	2,88	3,52
ISO VG 5	4,6	4,14	5,06
ISO VG 7	6,8	6,12	7,48
ISO VG 10	10	9,00	11,0
ISO VG 15	15	13,5	16,5
ISO VG 22	22	19,8	24,2
ISO VG 32	32	28,8	35,2
ISO VG 46	46	41,4	50,6
ISO VG 68	68	61,2	74,8
ISO VG 100	100	90,0	110
ISO VG 150	150	135	165
ISO VG 220	220	198	242
ISO VG 320	320	288	352
ISO VG 460	460	414	506
ISO VG 680	680	612	748
ISO VG 1 000	1 000	900	1 100
ISO VG 1 500	1 500	1 350	1 650

## Az SKF gyártmányú beszerelő szerszámok és termékek áttekintése

Az SKF a szerelőszerszámoknak és termékeknek széles választékát kínálja. További információ a [www.mapro.skf.com](http://www.mapro.skf.com) honlapról szerezhető be.

Csapágszerelő szerszámkészlet



Axiális tengelyanya kulcsok



Körmőskulcsok



Hő- és otajálló kesztyűk





Indukciós melegítők



Hordozható indukciós melegítők



Elektromos melegítőlapok



Szerelőfolyadékok



Hidraulikus pumpák



Hidraulikus anyák



## Függelékek

Olajinjektorok



Sűrített levegős hidraulikus pumpák



Hézagmérők



SENSORMOUNT műszer



Korrózióvédő anyag



## Az SKF gyártmányú beállító eszközök áttekintése

Az SKF a beállító berendezések széles választékát kínálja. További információ a [www.mapro.skf.com](http://www.mapro.skf.com) és a [www.skf.com/services](http://www.skf.com/services) honlapról szerezhető be.

Tengelybeállító műszerek



Szjártárcsa beállító készülék



Hézagoló lemezek



SKF Vibracon SM elemek



## Az SKF gyártmányú kenőberendezések és termékek áttekintése

Az SKF a kenéstechnikai termékek széles választékát kínálja. További információ a [www.mapro.skf.com](http://www.mapro.skf.com) honlapról szerezhető be.

Az SKF központi kenőrendszerek választékát is kínálja. További információ a [www.skf.com/lubrication](http://www.skf.com/lubrication) honlapról szerezhető be.

Csapágyzsírok és lánckenő olajok



Zsirtöltők és zsírpisztolyok



Zsírpumpák



Csapágyzsír töltők



Olajos kannák és kiöntőfedelek



Zsírmennyiség-mérők



Egy pontos automatikus kenőberendezés



Többpontos automata kenőegységek



Eldobható zsíráló kesztyű



Kiegészítő készletek kenéshez (zsírzszemek)



Olajszintező



## Függelékek

SKF Lubrication Planner (kenéstervező), zsírzócupakok és címkék



Zsírellenőrző készlet



ETP Kompakt zsírzók



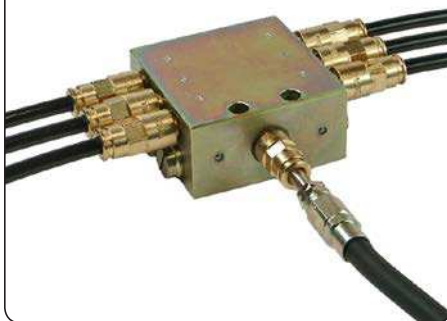
KFAS típusú akkumulátoros dugattyús szivattyú



PF-VPBM típusú dugattyús szivattyú adagolóblokkal



VPBM progresszív elosztó csövezettel mérő elosztóval



## LGMT 2

### SKF gyártmányú általános célú ipari és autóiipari csapágyzsír

Az LGMT 2 ásványolaj alapú, lítium szappannal sűrített kenőzsír, amely az üzemi hőmérsékleti tartományán belül kiváló hőstabilitással rendelkezik. Ez a kiváló minőségű, általános célú kenőzsír az ipari és autóiipari alkalmazások széles köréhez használható.

#### Jellemzők

- kiváló oxidálódási stabilitás
- jó mechanikai stabilitás
- kiváló vízálló és rozsdagátló képesség

#### Ajánlott alkalmazási területek

- mezőgazdasági berendezések
- autóiipari kerékcspapágyak
- szállítószalagok
- kis méretű villanymotorok
- ipari ventilátorok

## LGMT 3

### SKF gyártmányú általános célú ipari és autóiipari csapágyzsír

Az LGMT 3 ásványolaj alapú, lítium szappannal sűrített kenőzsír. Ez a kiváló minőségű, általános célú zsír ipari és autóiipari alkalmazások széles köréhez használható.

#### Jellemzők

- kiváló rozsdagátló tulajdonság
- nagy oxidációs stabilitás az ajánlott hőmérsékleti tartományon belül

#### Ajánlott alkalmazási területek

- > 100 mm furatátmérőjű csapágyak
- forgó külső csapágygyűrű
- függőleges tengelyű alkalmazások
- folyamatosan magas környezeti hőmérséklet >35 °C
- propellertengelyek
- mezőgazdasági berendezések
- személygépkocsi, teherautó, kamion kerékcspapágya
- nagy villanymotorok



### LGEP 2

#### SKF csapágyzsír nagy terhelésre és különösen nagy nyomásra

Az LGEP 2 ásványolaj alapú, lítium szappannal sűrített, szélsőséges nyomáshoz megfelelő adalékokat tartalmazó kenőzsír. Ez a zsír jó kenést biztosít a  $-20$  és  $+110$  °C közötti üzemi hőmérsékleti tartományban.

#### Jellemzők

- kiváló mechanikai stabilitás
- rendkívül jó korróziógátló tulajdonság
- kiváló teljesítmény különösen nagy nyomáson (EP)

#### Ajánlott alkalmazási területek

- cellulóz- és papíripari gépek
- pofástörők
- gátkapuk
- acélipari munkahenger-csapágyak
- nehézgépek, rázósztaták
- darukerekek, kötéljárócsák

### LGFP 2

#### SKF ételmszér kompatibilis csapágyzsír

Az LGFP 2 tiszta, nem mérgező csapágyzsír, amelynek az alapja orvosi paraffinolaj és alumínium komplex szappan. Az előállításához csak az FDA<sup>1)</sup> által vizsgált összetevőket használják, a zsírt az NSF<sup>2)</sup> engedélyezte H1<sup>3)</sup> kategóriájú felhasználásra.

#### Jellemzők

- megfelel az összes érvényben lévő ételmszéripari előírásnak
- a vízkimosással szembeni ellenálló képessége különösen alkalmassá teszi a gyakori mosásnak kitett alkalmazásokhoz.
- kiváló a zsír élettartama
- kiválóan ellenáll a korrózióknak
- pH-értéke alapvetően semleges

#### Ajánlott alkalmazási területek

- sütőipari berendezések
- ételmszér-feldolgozó gépek
- multi-pakk kazettás csapágyak
- csomagológépek
- konvejor csapágyak
- palackozógépek

<sup>1)</sup> Food and Drug Administration (Ételmszér- és Gyógyszeripari Minisztérium)

<sup>2)</sup> National Sanitation Foundation (Nemzeti Közegészségügyi Alapítvány)

<sup>3)</sup> Ételmiszerral való véletlenszerű érintkezés



## LGEM 2

### SKF nagy viszkozitású, szilárd kenőanyagú csapágyzsír

Az LGEM 2 kiváló minőségű, nagy viszkozitású, ásványolaj alapú molibdén-diszulfid és grafit tartalmú lítiumszappannal sűrített kenőzsír.

#### Jellemzők

- jó kenőképesség nagy terhelésen és lassú fordultnál működő csapágyakhoz
- a molibdén-diszulfátnak és a grafitnak köszönhetően biztonságos kenést biztosít

#### Ajánlott alkalmazási területek

- alacsony fordulatszámú és nagyon nagy terhelésen működő gördülőcsapágyak
- Pofástörők
- vágányfektető gépek
- emelődaru kerekek
- építőipari gépek, így például mechanikus döngölőgépek, darugépek és daruhorgok

## LGEV 2

### SKF különösen nagy viszkozitású zsír szilárd kenőanyaggal

Az LGEV 2 kiváló minőségű, különösen nagy viszkozitású, ásványolaj alapú zsír, amely molibdén-diszulfátot és grafitot tartalmazó lítium-kalcium szappannal készül.

#### Jellemzők

- a molibdén-diszulfátnak és a grafitnak köszönhetően kiváló kenést biztosít
- különösen alkalmas nagy terhelésnek kitett, lassan forgó, nagyméretű beálló görgőcsapágyak kenésére, ahol a finom csúszás veszélye valószínűsíthető
- a különleges mechanikai stabilitás jó vízállóságot és korrózióvédelmet biztosít.

#### Ajánlott alkalmazási területek

- beálló csapágyak forgódobokon
- támasztó és axiális görgők forgókemencékben és szárítókban
- lapátkerekes, marótárcsás kotrógépek
- lengőcsapágyak
- nagynyomású hengerművek
- törőgépek

### LGLT 2

#### SKF csapágyzsír alacson hőmérsékletre, igen nagy fordulatszámra

Az LGLT 2 kiváló minőségű, teljesen szintetikus olaj alapú, lítiumszappan zsír. Egyedülálló sűrítési technológiája és alacsony viszkozitása (PAO) kiváló kenési teljesítményt nyújt alacsony hőmérsékleten ( $-50\text{ °C}$ ) és különösen nagy fordulatszámon, elérhető az  $1,6 \times 10^6$  n  $d_m$  érték is.

#### Jellemzők

- kis súrlódási nyomaték
- kicsi energiaveszteség
- csendes futás
- rendkívül nagy oxidációs stabilitás és vízállóság

#### Ajánlott alkalmazási területek

- textilipari fonóorsók
- szerszám gép főorsók
- műszerek és vezérlőberendezések
- orvosi és fogorvosi berendezésekben használt kis villanymotorok
- egysoros görkorcsolyák
- nyomóhengerek
- robotok

### LGGB 2

#### SKF környezetbarát, biológiailag lebomló csapágyzsír

Az LGGB 2 biológiailag lebomló, alacsony toxicitású, szintetikus észterolaj alapú, lítium-kalcium sűrítőanyagot tartalmazó zsír. Kiváló kenőképességgel rendelkezik a különböző üzemi körülmények között működő csapágyazások esetében.

#### Jellemzők

- megfelel az érvényben lévő toxicitási és lebomlási előírásoknak
- jó teljesítményt nyújt az acél-acél gömbcsuklók, golyóscsapágyak és görgőscsapágyak esetében
- kedvező indítási tulajdonság alacsony hőmérsékleten
- jó korróziógátló képesség
- alkalmas közepes és nagy terheléshez

#### Ajánlott alkalmazási területek

- mezőgazdasági és erdőgazdasági gépek
- építőipari és földmunkagépek
- bányászati és szállító berendezések
- víztisztítás és öntözés
- zsilipek, gátak, hidak
- kapcsolószerkezetek, gömbcsuklós fejek
- egyéb olyan alkalmazások, ahol ügyelni kell a környezetre

## LGWM 1

### Különösen nyomásálló (EP), alacsony hőmérséklet esetén használható csapágyzsir

Az LGWM 1 ásványolaj alapú, lítium szappant és különösen nagy nyomás elviselésére kialakított adalékanyagokat tartalmazó csapágyzsir. Különösen alkalmas mind radiális, mind axiális terhelésnek kitett csapágyak, pl. szállítócsigák kenésére.

#### Jellemzők

- jó olajfilm képződés alacsony hőmérsékleten, egészen  $-30\text{ °C}$ -ig
- jól pumpálható alacsony hőmérsékleten is
- jó korrózióállóság
- jó vízálló képesség

#### Ajánlott alkalmazási területek

- szélmalomok
- szállítócsigák
- központi kenőrendszerek
- axiális beálló görgőscsapágy alkalmazások

## LGWM 2

### Nagy terhelés esetén, széles hőmérséklettartományban használható csapágyzsir

Az LGWM 2 zsírt széles hőmérséklettartományban, nagy terhelés esetén, nedves-vizes környezetben történő kenésre fejlesztették ki. Az LGWM 2 szintetikus ásványolaj alapú, a legmodernebb komplex kalcium-szulfonátos sűrítést alkalmazó zsir. Az LGWM 2 egészen  $-40\text{ °C}$ -ig használható.

#### Jellemzők

- kiváló korrózióvédelem
- kiváló mechanikai stabilitás
- kiváló kenési kapacitás nagy terhelés esetén
- jó védelem a hamis brinelleződés ellen
- jó pumpálhatóság alacsony hőmérsékleten

#### Ajánlott alkalmazási területek

- szélturbinák
- nagy igénybevételű terepjárók
- hóban használt alkalmazások
- tengeri alkalmazások
- axiális beálló görgőscsapágy alkalmazások

## LGWA 2

### **Nagy terhelés, különösen nyomásálló (EP), széles hőmérséklet-tartományú csapágyzsír**

Az LGWA 2 egy kiváló minőségű, ásványolaj alapú komplex zsír szélsőséges nyomásra (EP). Az LGWA 2 zsír olyan tulajdonságokkal rendelkezik, hogy az ipari és autóiipari alkalmazások széles köréhez ajánlható.

#### **Jellemzők**

- kiváló kenőképesség akár 220 °C-os csúcshőmérsékleten, rövid időtartamokra
- a nehéz körülmények között üzemelő kerékcsapágyak védelme
- nedves, vizes körülmények között is hatásos kenést biztosít
- jó víz- és korrózióállóság
- nagy terhelés és alacsony fordulatszám esetén kiváló kenést biztosít

#### **Ajánlott alkalmazási területek**

- autók, utánfutók, teherautók kerékcsapágyai
- mosógépek
- villanymotorok

## LGHB 2

### **Nagy terhelésű, nagy viszkozitású, magas hőmérsékletű csapágyzsír**

Az LGHB 2 kiváló minőségű, nagy viszkozitású, ásványolaj alapú, a legkorszerűbb komplex kalcium-szulfonát szappanos sűrítési technológiára épülő zsír. Ez a zsír nem tartalmaz adalékanyagot, a különösen nagy nyomásállóságát a szappan szerkezetének köszönheti.

#### **Jellemzők**

- kiváló antioxidáns és korrózióvédő tulajdonság
- Jó (EP) teljesítmény a nagy terhelésű alkalmazásokban

#### **Ajánlott alkalmazási területek**

- acél-acél gömbcsuklók
- cellulóz- és papíripari gépek
- aszfalt rázósítók
- folyamatos öntözőberendezések
- tömített beálló görgőscsapágyak 150 °C-ig
- 200 °C-ig elviseli a magas hőmérsékletet
- acélipari munkahenger csapágyak
- villástargoncák görgői

## LGHP 2

### SKF nagy teljesítményű, magas hőmérsékletű csapágyzsír

Az LGHP 2 kiváló minőségű, ásványolaj alapú, modern polikarbamid (di-karbomid) sűrítőjű zsír. Olyan golyós- (és görgős-) csapágyakhoz használható, amelyeknek különösen csendesen kell futniuk széles,  $-40$  és  $+150$  °C közötti hőmérséklet-tartományban, közepes és nagy fordulatszámon.

#### Jellemzők

- magas hőmérsékleten is különösen hosszú élettartam
- széles hőmérséklet-tartomány
- kiváló korrózióállóság
- nagy hőstabilitás
- alacsony hőmérsékleten való indításnál jó teljesítmény
- kompatibilis a közönséges polikarbamid zsírokkal
- kompatibilis a lítium komplex sűrítésű zsírokkal
- alacsony zajsztint
- nagyon jó mechanikai stabilitás

#### Ajánlott alkalmazási területek

- villanymotorok: kicsi, közepes és nagy
- ipari ventilátorok, beleértve a nagy sebességű ventilátorokat is
- vízpumpák
- textilipari, papírfeldolgozó és szárítógépekben használt gördülőcsapágyak
- közepes és magas hőmérsékleten használt, nagy fordulatszámon üzemelő golyóscsapágyakat tartalmazó alkalmazások
- kuplung-kinyomó csapágyak
- kemencekocsik és görgők
- függőleges tengelyek

## LGET 2

### Különlegesen magas hőmérsékletű, szélsőséges körülmények között üzemelő csapágyzsír

Az LGET 2 kiváló minőségű, szintetikus fluor-tartalmú olaj alapú, PTFE sűrítőanyagot tartalmazó zsír. Kiváló kenést biztosít még különösen magas,  $200$  és  $260$  °C közötti hőmérsékleten is.

#### Jellemzők

- hosszú élettartam agresszív környezetben is, például kémiaiag nagyon reaktív környezetben és ott, ahol nagy tisztaságú oxigén vagy hexán gáz van jelen
- kiváló oxidációállóság
- jó korrózióállóság
- kiváló víz- és gőzállóság

#### Ajánlott alkalmazási területek

- sütőipari berendezések (kemencék)
- kemencekocsik kerekei
- másológépek betöltőgörgői
- ostyasütő gépek
- textilszárítók
- filmnyújtó gépek
- magas hőmérsékleten üzemelő villanymotorok
- vész/forró ventilátorok
- vákuum szivattyúk

## Függelékek

SKF csapágyzsir-kiválasztó táblázat

Jelölés	Hőm.	Ford.	Terh.	Leírás	Hőmérséklet-tartomány <sup>1)</sup>		Sűrítő/alapolaj	Alapolaj viszkozitása <sup>2)</sup>
					LTL	HTPL		
-	-	-	-	-	°C		-	mm <sup>2</sup> /s
<b>LGMP 2</b>	M	M	L – M	Általános célú ipari, autóiipari	-30	+120	Lítiumszappan / ásványolaj	110
<b>LGMP 3</b>	M	M	L – M	Általános célú ipari, autóiipari	-30	+120	Lítiumszappan / ásványolaj	120
<b>LGEP 2</b>	M	L – M	H	Különösen nagy nyomás	-20	+110	Lítiumszappan / ásványolaj	200
<b>LGFP 2</b>	M	M	L – M	Élelmiszerkompatibilis	-20	+110	Alumínium komplex / orvosi fehérőolaj	130
<b>LGEM 2</b>	M	VL	H – VH	Magas viszkozitású és szilárd kenőanyagok	-20	+120	Lítiumszappan / ásványolaj	500
<b>LGEV 2</b>	M	VL	H – VH	Különösen magas viszkozitás, szilárd kenőanyag	-10	+120	Lítium-kalcium szappan 1 020 / ásványolaj	
<b>LGLT 2</b>	L – M	M – EH	L	Alacsony hőmérséklet, különösen nagy fordulatszám	-50	+110	Lítiumszappan / PAO olaj	18
<b>LGGB 2</b>	L – M	L – M	M – H	Környezetbarát, biológiaiilag lebomló, alacsony toxicitás	-40	+90	Lítium-kalcium szappan / szintetikus észterolaj	110
<b>LGWM 1</b>	L – M	L – M	H	Különösen nagy nyomás, alacsony hőmérséklet	-30	+110	Lítiumszappan / ásványolaj	200
<b>LGWM 2</b>	L – M	L – M	M – H	Nagy terhelés, széles hőmérséklettartomány	-40	+110	Kalciumkomplex-szulfonát / szintetikus (PAO)/ásványolaj	80
<b>LGWA 2</b>	M – H	L – M	L – H	Széles hőmérséklettartomány <sup>4)</sup> , különösen nagy nyomás	-30	+140	Lítiumkomplex szappan / ásványolaj	185
<b>LGHB 2</b>	M – H	VL – M	H – VH	Nagy viszkozitás különösen nagy nyomáson (EP), magas hőmérséklet <sup>5)</sup>	-20	+150	Kalciumkomplex-szulfonát / ásványolaj	400
<b>LGHP 2</b>	M – H	M – H	L – M	Nagyteljesítményű polikarbamid zsír	-40	+150	Dikarbamid / ásványolaj	96
<b>LGET 2</b>	VH	L – M	H – VH	Szélsőséges hőmérséklet	-40	+260	PTFE/szintetikus (fluortartalmú poliéter)	400

VL = nagyon alacsony, L = alacsony, M = közepes, H = magas, VH = nagyon magas, EH = különösen magas

<sup>1)</sup> LTL = alsó hőmérséklet-határ HTPL = felső hőmérsékleti teljesítményhatár

<sup>2)</sup> mm<sup>2</sup>/s 40 °C (105 °F) hőmérsékleten = cSt

<sup>3)</sup> Az LGGB 2 ellenáll a 120 °C-os csúcshőmérsékletnek is

<sup>4)</sup> Az LGWA 2 ellenáll a 220 °C-os csúcshőmérsékletnek is

<sup>5)</sup> Az LGHB 2 ellenáll a 200 °C-os csúcshőmérsékletnek is

Függőleges tengely	Gyorsan forgó külső gyűrű	Lengő mozgások	Erős rezgés	Lökésszerű terhelés vagy gyakori indítás	Alacsony zajsztint	Alacsony súrlódás	Rozsdásodásgátló tulajdonság
-	-	-	-	-	-	-	-
0	-	-	+	-	-	0	+
+	0	-	+	-	-	0	0
0	-	0	+	+	-	-	+
0	-	-	-	-	-	0	+
0	-	+	+	+	-	-	+
0	-	+	+	+	-	-	+
0	-	-	-	0	+	+	0
0	-	+	+	+	-	0	0
-	-	+	-	+	-	-	+
0	0	+	+	+	-	-	+
0	0	0	0	+	-	0	+
0	+	+	+	+	-	-	+
+	-	-	0	0	+	0	+
0	+	+	0	0	-	-	0

Szimbólumok: + Ajánlott  
 0 Alkalmazható  
 - Nem alkalmazható

## Az SKF gyártmányú alapszintű állapotfelüyeleti műszerek áttekintése

Az SKF az alapszintű állapotfelüyeleti  
műszerek széles választékát kínálja. További  
információ a [www.mapro.skf.com](http://www.mapro.skf.com), illetve a  
[www.skf.com/cm](http://www.skf.com/cm) honlapról szerezhető be.

Az összetettebb állapotfelüyeleti műszere-  
ket és az online figyelő rendszereket a  
[www.skf.com/cm](http://www.skf.com/cm) honlap ismerteti.

Hőkép-megjelenítő



Hőmérők



Elektronikus sztetoszkóp



Endoszkópok





Sztroboszkópok



Olajellenőrző készülék



Fordulatszámérők



Hangnyomás mérők



Ultrahangos szivárgásérzékelők



SKF Machine Condition Advisor (géppálapot infomátor)



## Függelékek

Ultrahangos szondakészletek



Állapotfelüyeleti alapsomag



Specializált állapotfelüyeleti műszerek



SKF MicroVibe P



Gépállapot-vizsgáló



## Az SKF gyártmányú kiserelő szerszámok és termékek áttekintése

Az SKF a kiserelő szerszámok széles választékát kínálja. További információ a [www.mapro.skf.com](http://www.mapro.skf.com) honlapról szerezhető be.

Mechanikus lehúzó



Hidraulikus lehúzó



Nagy teljesítményű lehúzó



háromrészes lehúzó pofák



Belső csapáglehúzó készlet

## Függelékek

Mély hornyú golyóscsapagy  
lehúzó készlet



Alumínium melegítőgyűrűk



Állítható és rögzített indukciós melegítők



Hidraulikus anyák



Szerelőfolyadék be- és kiszereléshez



## Mértékegység-átszámítási táblázat

Mennyiség	Mértékegység	Átváltás			
<b>Hossz</b>	hüvelyk	1 mm	0,03937 in	1 in	25,40 mm
	láb	1 m	3,281 ft	1 ft	0,3048 m
	yard	1 m	1,094 yd	1 yd	0,9144 m
	mérföld	1 km	0,6214 mile	1 mile	1,609 km
<b>Terület</b>	négyszéthüvelyk	1 mm <sup>2</sup>	0,00155 sq.in	1 sq.in	645,16 mm <sup>2</sup>
	négyszetláb	1 m <sup>2</sup>	10,76 sq.ft	1 sq.ft	0,0929 m <sup>2</sup>
<b>Térfogat</b>	köbhüvelyk	1 cm <sup>3</sup>	0,061 cub.in	1 cub.in	16,387 cm <sup>3</sup>
	köbláb	1 m <sup>3</sup>	35 cub.ft	1 cub.ft	0,02832 m <sup>3</sup>
	gallon, Brit	1 l	0,22 gallon	1 gallon	4,5461 l
	gallon, US	1 l	0,2642 U.S. gallon	1 U.S. gallon	3,7854 l
<b>Sebesség</b>	láb per másodperc	1 m/s	3,28 ft/s	1 ft/s	0,30480 m/s
	mérföld per óra	1 km/h	0,6214 mérföld/h (mph)	1 mérföld/h (mph)	1,609 km/h
<b>Tömeg</b>	uncia	1 g	0,03527 oz	1 oz	28,350 g
	font	1 kg	2,205 lb	1 lb	0,45359 kg
	rövid tonna	1 tonna	1,1023 short ton	1 short ton	0,90719 tonna
	hosszú tonna	1 tonna	0,9842 long ton	1 long ton	1,0161 tonna
<b>Sűrűség</b>	font per köbhüvelyk	1 g/cm <sup>3</sup>	0,0361 lb/cub.in	1 lb/cub.in	27,680 g/cm <sup>3</sup>
<b>Erő</b>	font-erő	1 N	0,225 lbf	1 lbf	4,4482 N
<b>Nyomás</b>	font per négyszéthüvelyk	1 MPa	145 psi	1 psi	6,8948 × 10 <sup>3</sup> Pa
<b>Nyomaték</b>	hüvelyk font-erő	1 Nm	8,85 in.lbf	1 in.lbf	0,113 Nm
<b>Teljesítmény</b>	lábfont per másodperc	1 W	0,7376 ft lbf/s	1 ft lbf/s	1,3558 W
	lóerő	1 kW	1,36 HP	1 HP	0,736 kW
<b>Hőmérséklet</b>	fok	Celsius	t <sub>c</sub> = 0,555 (t <sub>f</sub> - 32)	Fahrenheit	t <sub>f</sub> = 1,8 t <sub>c</sub> + 32

# Tárgymutató

@  
@ptitude Exchange Lásd: SKF @ptitude Exchange

**A**  
abrazív kopás 298–299  
elégtelen kenés által okozott 313  
helytelen illesztések által okozott 300–301  
nem megfelelően működő tömítés által okozott 314–315  
adalékanyagok  
központi kenőrendszerekben 212  
olajban 203  
összeférhetőség anyagokkal 188–189, 202, 207, 210  
zsírban 184  
agy Lásd: kerékagy  
ajánlott illesztések Lásd: illesztések  
akril gumi 201  
akrilnitril-butadién gumi  
kiegészítő jelek csapágyakhoz 24–25  
kiegészítő jelek tömítésekhez 145  
alak pontosság 35–36  
csapágyülék túrése 386  
tengelyek túrése (hüvely beszerelése) 384  
alaperet Lásd: gép alaperete  
alapolaj  
olajban 203  
összeférhetőség 200–201  
viszkózitás 185  
zsírban 183  
alátámasztás  
futás pontosságra vonatkozó követelmények 35–36, 386  
hibajelenségek 237, 251  
méretek 38  
alátét  
csapágyegységhez 101  
házhöz 131  
alátét Lásd: hézagoló lemez  
alátétezés 163  
állapotfelügyelet 216–224  
hőmérséklet 221  
kenés 222  
SKF gyártmányú műszerek 432–434  
zaj 221  
állás  
áramáthúzás okozta sérülés 307  
nedvesség okozta korrózióból származó sérülés 317–318  
rezgés okozta sérülés 319  
állítható acél színtezők Lásd: SKF Vibracon SM elemek  
állítóék 164  
állítóék Lásd: alátétezés  
álló belső gyűrű 293  
álló csapágyegységek  
beszerelés 104–120  
kiszérelés 270–277  
típusok és kialakítások 96–100  
álló csapágyház  
kiszérelés 280–281  
SNL ház beszerelése 134–136  
SONL ház beszerelése 137–139  
típusok és kialakítások 125–126  
álló csapágyház Lásd: álló csapágyház

álló gép 167–168  
álló terhelés 32  
alumínium melegítőgyűrűk  
csapágyak beszereléséhez 69, 81  
csapágyak kiszéreléséhez 255, 258–259  
anyagfáradás Lásd: felszín alatti  
áramátfolylás 298–299  
elektromos áram áthaladása által okozott 321–322  
ásványolaj  
olajban 203–204  
zsírban 183, 189  
átgördülés 231  
csapágyhibák frekvenciái 224  
átmenő furat 150, 152  
átmérősorozat 22–23  
automatikus kenés 197  
automatikus kenőegység Lásd: SKF SYSTEM 24  
automatikus részecskeszámláló módszer 212  
axiális belső hézag 29, 51  
értékek ferde hatásvonalú golyócsapágyakhoz 389–391  
értékek hengergörögös csapágyakhoz 394–395  
értékek kúpgörögös csapágyakhoz 396  
hibaokok 248  
axiális csapágy 18–19  
axiális elmozdulás 30–31  
álló csapágyházban 132  
axiális feltöltési úthossz 56–57  
CARB toroidgörögös csapágyak esetén 91  
értékek az SKF Drive-up módszerhez 406–413  
illesztéskiválasztási megfontolások 34  
axiális rögzítés 37–38  
álló csapágyházban 132  
axiális terhelés  
előírdzett terhelés 241, 243–244, 301, 320  
futópálya-mintázatok 294–295

**B**  
barázda 150, 152  
barázdálódás  
elektromos áram által okozott 322  
rezgés által okozott 319  
beállítás 158–177  
eltolt tengelyű (kardán) hajtásé 175  
gépé 161–166  
SKF gyártmányú eszközök 419  
szíjé 176–177  
tengelyé 167–174  
beálló görögös 31–36  
hibajelenségek 241–242, 246  
beálló görögöscsapágyak  
axiális feltöltési úthossz 403  
beszerelés 90  
beszerelés (olajnyomásos módszer) 62–66  
beszerelés (SKF Drive-up módszer) 57–61  
értékek az SKF Drive-up módszerhez 407–411  
hézagcsökkenés értéke 403  
kialakítás 17  
radiális belső hézag értéke 397–398  
rögzítőanya meghúzási szöge 403  
bejárás 191

belső gyűrű tágulása 56  
belső játék  
beszerelés előtt és után 29, 51  
érték beszerelés előtt 388–401  
érték csökkenése beszereléskor 403–404  
hibaelhárítás 233, 234, 239–242  
illesztés-kiválasztási megfontolások 33  
kiindulási 29, 51  
megmaradt érték beszerelés után 403–404  
mérés hézagmérővel 52  
működési, üzemi 29  
belsőcsapágy-lehúzó 268  
bemélyedés Lásd: benyomódás  
benyomódás 298–299  
csapágy sérülés előrehaladása 211, 231  
hibaelhárítás 245, 248  
hibás beszerelési gyakorlat által okozott 305–306  
nem hatékony tömítés által okozott 316  
beszorult csapágy Lásd: nem kerek  
betétcsapágy Lásd: Y csapágy  
biztonsági adatlap Lásd: anyagbiztonsági adatlap  
biztonságtechnikai adatlap 180  
értelmezés 184–188

## C

CARB toroidgörgős csapágyak  
axiális rögzítés 37  
beszerelés 90–91  
beszerelés (olajbefecskendezéses módszer) 62–66  
beszerelés (SKF Drive-up felhúzó módszer) 57–61  
értékek az SKF Drive-up módszerhez 412–413  
feltölési úthossz értéke 404  
hézagcsökkenés értéke 404  
hibaokok 240  
radiális hézag értéke 399–400  
rögzítőanya meghúzási szöge 404  
támcsapágyházban 132  
típusok és kialakítások 17  
vállak méretei 38  
zsirozás az első beszereléskor 191  
CircOil Lásd: SKF CircOil  
ConCentra Lásd: SKF ConCentra  
csapágy beszerelése 44–91  
a SENSORMOUNT módszer használata 67  
az olajbefecskendezéses módszer használata 62–66  
az SKF Drive-up módszer használata 57–61  
egyes csapágytípusokra vonatkozó utasítások 74–91  
előkészületek 46–49  
helytelen beszerelési gyakorlat 248–249, 305–306  
hibajelenségek 240, 243, 245, 247  
mechanikus módszerek használata 53–56  
szerszámok 72–73, 416–418  
csapágy kiszerezése 254–269  
csapágy sérülés esetén 291  
előkészületek 254  
hengeres ülékről 256–259  
kúpos ülékről 259–260  
lehúzóhüvellyel 264–267  
melegítéssel 258–259, 269  
módszer 255  
osztatlan házból 267–269  
szerszámok 255, 435–436  
szorítóhüvellyel 260–264  
csapágy korai tönkremenetele Lásd: csapágy sérülés  
csapágy tönkremenetele Lásd: csapágy sérülés  
csapágyak  
azonosítás 26–27  
beszerelés 44–91  
ellenőrzés 225–226  
hibák frekvenciái 224  
jelölésrendszer 22–25  
kezelés 49–50  
kiszerezés 254–269  
méretkategóriák 46  
szakkifejezések 10  
tárolás 41, 230  
típusok és kialakítások 12–21  
újrakenés 194–198

zsirozás az első beszereléskor 189–191  
csapágyak beállítása  
ferde hatásvonalú golyóscsapágyak 74–77  
hibaelhárítás 245  
kúpögörgős csapágyak 84–88  
csapágyak élettartama  
névleges élettartam 27–28  
üzemi élettartam 28–29  
csapágyak rögzítése 31–38  
csapágyegység kiszerezése 270–277  
előkészületek 271  
excenteres rögzítőgyűrűvel 273  
hernyócsavaros rögzítéssel 272  
SKF ConCentra rögzítéssel 275–277  
szerszámok 270  
szorítóhüvellyel 274  
csapágyegységek  
azonosítás 27  
beszerelés 92–121  
jelölés 96, 100  
kiszerezés 270–277  
tárolás 41  
tengelyrögzítő módszerek 94–96  
típusok és kialakítások 96–100  
csapágyegységek beszerelése 92–121  
cserealkatrészek 94–100  
előkészületek 101  
excenteres rögzítőgyűrűvel 106–108  
hengeres rögzítőgyűrűvel 119–120  
hernyócsavaros rögzítéssel 104–106  
meghúzási nyomaték értékek 102–103  
SKF ConCentra rögzítéssel 111–118  
szerszámok 102–103  
szorítóhüvellyel 109–110  
csapágyelrendezések  
álló csapágyházban 127, 132  
szakkifejezések 11  
típusok 30–31  
csapágyfelújítás 331  
csapágyház  
azonosítás 27  
beszerelés 122–139  
kiszerezés 278–283  
szakkifejezések 11  
típusok és kialakítások 125–127  
zsirozás az első beszereléskor 190  
csapágyház beszerelése 122–139  
álló csapágyházak 134–136  
álló csapágyházak (SONL) 137–139  
cserealkatrészek 124–129  
előkészületek 130  
csapágyház kiszerezése 278–283  
előkészületek 278  
osztott álló csapágyházak 280–281  
peremes házak 282–283  
csapágyházak Lásd: házak  
csapágyhibák frekvenciái 224  
csapágy sérülés 288–323  
hibajelenség 232–235  
ISO szerinti besorolás 298  
működés előtt 300–308  
működés közbeni 309–322  
okok 230–231, 298  
csapágyülék  
csapágy sérülés 302–303  
felület érdessége 36, 387  
lekerítések méretei 387  
pontosság ellenőrzése 47–49  
pontosságra vonatkozó követelmények 35–36, 386  
csavarfeszítő 166  
csavarral rögzített 167, 175  
cseppenközpont 185  
zsirítelési vizsgálat 188  
cserealkatrészek  
csapágyegységhez 94–100  
hához 124–129  
tömítéshez 142–145  
csiszolópapír 226

# Tárgymutató

csúszás Lásd:elkenődés

## D

dörzsölődés 233  
dugó Lásd: végfedél  
Duoflex Lásd: SKF Duoflex  
Duralife Lásd: SKF Duralife  
Duralip Lásd: SKF Duralip  
DURATEMP 145

## E

egy darabból álló csapágyházak 126  
egyenes élű vonalzos módszer  
párhuzamos tengelyű (kardán) hajtás beállításához 175  
szjbeállításához 176–177  
tengelybeállításához 170–171  
egység Lásd: csapágyegység  
ékkiverő tüske  
csapágyegység beszereléséhez 107–108  
tömítés beszereléséhez 148  
elasztomer tömítés  
beszerelés 140–157  
tárolás 42  
elektromos áram  
áramátfolyás okozta sérülés 321–322  
hibajelenségek 249–250  
nagy feszültségű áram okozta sérülés 307  
elektromos erózió 298–299  
áramátfolyás 321–322  
túl nagy feszültség 307  
elektromos melegítőtálca 68  
elektronikus sztetoszkóp 221  
élelmiszerbarát kenőanyagok 209, 424  
élettartam Lásd: csapágy élettartama  
elkenődés  
hibaelhárítás 244, 247  
tapadásnak tulajdonítható kopást eredményező 301, 312  
ellenőrzés 216–227  
kenőanyag 181  
leállítás közben 224–227  
működés közben 220–224  
elmozduló csapágyelrendezés 30–31  
előfeszítés  
értékek ferde hatásvonalú golyóscsapágyakhoz 389  
hibaelhárítás 240–245  
működés közbeni 29, 51  
előidézett terhelés 301, 320  
hibaelhárítás 241, 243–244  
előrejelző karbantartás 218–219  
eltarthatóság  
csapágyaké 41  
elsztomer tömítéseké 42  
kenőanyagoké 43  
EMCOR osztályozás Lásd: SKF EMCOR osztályozás  
emelőcsiga 50, 68  
endoszkóp 225–226  
EP adalékanyagok Lásd: különösen nagy nyomás elviselését  
elősegítő adalékanyagok  
EpoCast 36 165  
epoxigyanta  
gépbeállításához 165  
tengelyjavításhoz 152  
eredő illesztés  
ház esetén (hüvelyk méretekhez) 372–381  
ház esetén (metrikus) 350–359  
tengely esetén (hüvelyk méretekhez) 360–371  
tengely esetén (metrikus) 338–349  
eszkögzagádzkodás 326–329  
eszközök megbízhatósága 326–329  
E-vonalas gyorsulás 224  
excenteres gyűrűs rögzítés 94–95  
csapágyegységek beszerelése 106–108  
csapágyegységek kiszérése 273  
meghúzási nyomaték értékek 102

## F

fáradásos törés 298–299  
működés közbeni helytelen tengelybeállítás által okozott 319

fáradásos törés 298–299  
helytelen illesztések által okozott 301  
hibás ülék által okozott 303  
fedélleszorító csavar 131  
felszedő gyűrű Lásd: olajfelszedő gyűrű  
felszín alatti kifáradás 298–299, 309  
állás közbeni helytelen tengelybeállítás által okozott 304  
helytelen illesztések által okozott 301  
hibás támfelület által okozott 303  
felszíni kifáradás 298–299  
állás közbeni helytelen tengelybeállítás által okozott 304  
elégtelen kenés által okozott 310–311  
helytelen illesztések által okozott 301  
hibaelhárítás 249  
hibás támfelület által okozott 303  
feltolás Lásd: axiális feltolás  
feltolási üthossz  
axiális elmozdulás mérése 56  
értékek beálló golyóscsapágyakhoz 402  
értékek beálló görögcs csapágyakhoz 403  
értékek CARB toroidgörögcs csapágyakhoz 404  
hézagcsökkenés mérése 55  
hibaelhárítás 240  
feltoló módszer Lásd: SKF Drive-up módszer  
felújítás 198–199  
felújítás 331  
felület érdessége 36  
átlagértékek 387  
felület nedvesítése 202  
felületi sérülés 233–235  
fémcs érintkezés  
hibaelhárítás 233–234, 237, 246, 249  
megelőzés 183, 202  
tapadásnak tulajdonítható kopást eredményező 312  
fenntarthatóság 329–330  
ferde hatásvonalú golyóscsapágyak  
axiális előfeszítés értéke 389  
axiális hézag értéke 389  
beszerelés 74–78  
hibajelenségek 243, 245, 247  
két részből álló belső gyűrűvel 78  
magában álló csapágyak 74  
O-elrendezésű csapágyak beállítása 76–77  
típusok és kialakítások 12–13  
univerzálisan párosítható csapágyak 76  
X-elrendezésű csapágyak beállítása 74–75  
zsirozás az első beszerelések 191  
ferde láb Lásd: puha láb  
festék  
támasztófelületen, talpatfelületén 130, 161, 165  
tömítésvédelem 150  
feszítő egység  
beszerelés 104–120  
kiszérelés 270–277  
feszítő ház 125–126  
feszültség 307  
fix csapágyelrendezés 30–31  
fix gyűrű 132  
FKM Lásd: fluortartalmú elasztomer  
fluorozott zsír 189, 200, 202  
fluortartalmú elasztomer  
kiegészítő jelek tömítésekhez 145  
magas hőmérsékleten 142  
folyamatos újrafenés 195, 197  
folyékony szennyezőanyag 212  
hibaelhárítás 246, 250  
fordulatszám tényező 187  
zsilral történő kenés korlátai 186, 194  
forgási körülmények 32  
forgástengely 167  
forgó külső gyűrű  
futópálya-mintázatok 293  
kerék alkalmazások 87–88  
terhelési viszonyok 32  
újrafenési időköz beállítása 195  
forgó külső gyűrű  
futópálya-mintázatok 293  
kerék alkalmazások 87–88



terhelési viszonyok 32  
újrakelési időköz beállítása 195  
forgó terhelés 32  
hibaelhárítás 243  
FRB gyűrű Lásd: tartó gyűrű  
futási pontosság 35–36  
csapágyülék tőrúse 386  
tengelyek tőrúse (hüvely beszerelése) 384  
futópálya-mintázatok 291–297  
függőleges tengely  
kenőanyag-kiválasztási megfontolások 182  
újrakelési időköz beállítása 195

## G

gép alkerete  
epoxigyanta öntése 165  
puha láb 162  
gép beszerelése 161–166  
gépalap minősége 161  
gépbeállítás 161–166  
géphiba 222  
golyóscsapágyegység összeszerelése 121  
golyóscsapágyegységek  
beszerelés 104–114  
jelölés 96, 100  
kiszereles 272–275  
összeszerelés 121  
tengelyrögzítés módszere 94–96  
típusok és kialakítások 96–100  
gömbgrafitos öntöttvas 126  
görgő stabilitása 188  
görgőscsapágy Lásd: csapágy  
görgőscsapágyegységek  
beszerelés 114–120  
jelölés 96, 100  
kiszereles 276–277  
tengelyrögzítő módszerek 94–96  
típusok és kialakítások 96–100  
grafit 182, 184  
gyűrű kúszása Lásd: kúszás  
gyűrű/hüvely 146  
gyűrűs idomszer 47

## H

habból készült gát 165  
habzás  
hibaelhárítás 236  
kenőanyag-szivárgást okozó 222  
túl sok zsír miatt 190, 199  
vibráció által okozott 194  
habzás  
megelőzés 202  
okok 211  
habzásgátló adalékanyag 203  
hamis brinelleződés 298–299  
helytelen szállítás vagy tárolás által okozott 308  
regzés által okozott 319  
hasított elemek Lásd: állítóok  
határozatlan irányú terhelés 32  
hatékony energiafelhasználás 329  
hátraesztergált lekerékítés 38  
méretek 387  
hatszögű kulcs Lásd: imbuszkulcs  
hegesztés 172  
helybeni megmunkálás 330  
helybeni szolgáltatásokra kötött szerződés 330  
helytelen tengelybeállítás, eltérés az egytengelyűségtől  
csapágyserülés 304, 320  
excenteres rögzítőgyűrűvel rendelkező golyóscsapágyegységben 106, 108  
futópálya-mintázatok 296–297  
hengeres rögzítőgyűrűvel rendelkező görgőscsapágyegységben 119  
hernyócsavarok rögzítésű  
golyóscsapágyegységben 104, 106  
külső tömitések 238  
párhuzamos tengelyű (kardán) hajtás 175  
regzés frekvenciája 222–223

SKF ConCentra golyóscsapágyegységben 112, 114  
SKF ConCentra görgőscsapágyegységben 116, 118  
szíjé 176–177  
szorítóhüvelyes golyóscsapágyegységben 110  
tengelyé 167–169  
hengeres rögzítőgyűrűs rögzítés 94–95  
csapágyegységek beszerelése 119–120  
meghúzási nyomatek értékek 102  
hengeres ülek  
alak és hely pontossága 386  
csapágy beszerelése 53  
csapágyak kiszereles 256–259  
mérési úrlap 48  
hengereség 36, 386  
hengergörgős csapágy 259  
hengergörgős csapágyak  
axiális belső hézag értéke 394–395  
axiális rögzítés 37  
beszerelés 80–84  
kiszereles 258–259  
radiális belső hézag értéke 393  
típusok és kialakítások 13–14  
szírozás az első beszereléskor 191  
hernyócsavaros rögzítés 94–95  
csapágyegységek beszerelése 104–106  
csapágyegységek kiszereles 272  
meghúzási nyomatek értékek 102  
hézag Lásd: belső hézag  
hézag csökkentése 54–55  
értékek beálló görgős csapágyakhoz 403  
értékek CARB toroidgörgős csapágyakhoz 404  
hézagmérés  
belső hézag méréséhez 52  
hézagcsökkenés méréshez 55  
puha láb ellenőrzésére 162  
szíjbeállításához 176  
tengelybeállításához 170  
hézagoló lemez 163–164  
a TMAS sorozatban 164  
álló csapágházhoz 130  
axiális előfeszítés megelőzéséhez 244  
csapágyegységhez 101  
ferde hatásvonalú golyóscsapágyak beállításához 74–75  
hibaokok 241  
kúpgörgős csapágyak beállításához 85  
hiba Lásd: géphiba  
hibaelemzés Lásd: csapágyserülés  
hibaelhárítás 228–251  
hibaok 298–299  
hidegen történő szerelés 53–67  
hidraulikus anya  
csapágy kiszereleséhez 262, 266  
SKF Drive-up módszerhez 56, 406–413  
sorozat és kialakítás 73  
hidraulikus ráségítésű leházok 257, 260  
hidraulikus szivattyú  
kiválasztási segédlet 72  
SKF Drive-up módszerhez 56  
HMV.. anya Lásd: hidraulikus anya  
HNBR Lásd: akrilnitril-butadién gumi  
homokfelület-beállítás 176–177  
horonybeállítás 176–177  
hő  
állapotfelügyelet 221  
hibaelhárítás 233  
hő okozta repedés 298–299  
helytelen illesztések által okozott 301  
hőmérő 221  
hőmérséklet  
állapotfelügyelet 221  
hibaokok 233  
környezeti 161  
referencia 203  
üzemi 186–187  
hőmérsékletellenőrzés 221  
hőmérsékletkülönbség  
belső és külső gyűrű között 221  
hibaokok 240

## Tárgymutató

illesztés-kiválasztási megfontolások 33  
szempontok beállításához 161

### hőtágulás

CARB toroidgörgős csapágyszerelése 91  
illesztés-kiválasztási megfontolások 33–34  
szempontok beállításához 161, 169

### hüvely beszerelése

hengergörgős csapágyszereléséhez 81–84  
tömítés beszereléséhez 150

### hüvelyk méretű-gyűrűk

beszerelés álló csapágyházba 135  
beszerelés tengelyre 157  
eltávolítás 286

### HYDROCAM 166

## I

### igen nagy pontosságú csapágyszerelés

típusok és kialakítások 12, 18  
zsírozás az első beszereléskor 191

### illesztés

csapágyház esetén 336–337  
csapágyhibák 300–302  
eredményezett illesztés 338–381

hibajelenségek 241–242, 246  
kiválasztás 32–34  
tengely esetén 334–336

### illesztési korrózió 298–299

eltávolítás 226  
helytelen illesztések által okozott 300  
hibás ülék által okozott 302–303  
zsír teljesítményvizsgálata 188

### illesztési korrózió 298–299

hamis brinelleződés 308, 319  
illesztési korrózió 298–299, 302–303  
imbuszkulcs 102

### indítás

olajjal kent csapágyszerelés esetén 207  
zsírral kent csapágyszerelés esetén 186–187, 190–191

### indukciós melegítő

csapágyszereléséhez 255, 259  
csapágyszereléséhez 69, 82  
persely beszereléséhez 152

### infravörös melegítő 70

### integrált karbantartási megoldások 329

### integrált tömítés

csapágyszereléshez 96  
csapágyhoz 40  
hibajelenségek 237–238, 251

## ISO

### csapágyszerelés osztályozása 298

méretsorozat 22–23  
szennyeződés osztályozása 212  
tűrésfokozat 385  
tűrésosztály 35  
viszkozitásfokozat 203, 415

### viszkozitásfokozat 203, 415

### viszkozitásfokozat 203, 415

### viszkozitásfokozat 203, 415

### viszkozitásfokozat 203, 415

### viszkozitásfokozat 203, 415

### viszkozitásfokozat 203, 415

### viszkozitásfokozat 203, 415

### viszkozitásfokozat 203, 415

### viszkozitásfokozat 203, 415

### viszkozitásfokozat 203, 415

### viszkozitásfokozat 203, 415

### viszkozitásfokozat 203, 415

### viszkozitásfokozat 203, 415

### viszkozitásfokozat 203, 415

### viszkozitásfokozat 203, 415

### viszkozitásfokozat 203, 415

### viszkozitásfokozat 203, 415

### viszkozitásfokozat 203, 415

### viszkozitásfokozat 203, 415

### viszkozitásfokozat 203, 415

### viszkozitásfokozat 203, 415

### viszkozitásfokozat 203, 415

### viszkozitásfokozat 203, 415

### viszkozitásfokozat 203, 415

### viszkozitásfokozat 203, 415

### viszkozitásfokozat 203, 415

### viszkozitásfokozat 203, 415

### viszkozitásfokozat 203, 415

karbantartási stratégia áttekintése 328–330

karbantartási támogatás 324–331

kardántengely beállítás Lásd: párhuzamos tengelyű (kardán)

hajtás beállítása öntöttvas

csapágyszerelés háza 100

ház 126

kemencecsapágyszerelés 182

kenés 178–215

hibajelenségek 236–237

menedzsmet 180

SKF gyártmányú szerszámok és termékek 420–422

kenés olajjal 203–212

kenés zsírral 183–202

kenőanyag

ellenőrzés 181, 222, 225

eltarthatóság 43

kezelés 181

kidobás 181

kiválasztás 182

tárolás 42

üzemi élettartam 28

kenőanyagréteg

kialakulás 204

teherbírási 184, 200

kenőrendszerek

központi 213–215

olaj 207–209

képlékeny deformálódás 298–299

benyomódás 305–306, 316

túterhelés 305, 308

kerékagy 87–88

keresztartott Lásd: tükörkép csapágyszerelések

kesztyűk 73

két ajakkal rendelkező tömítés

zsír újrafeltöltése 196

zsírozás az első beszereléskor 149, 190

kétsoros ferde hatásvonalú golyóscsapágyszerelés

axiális belső hézag értéke 390

beszerelés 78

kialakítás 12

kétsorú küpgörgős csapágyszerelés

beszerelés 89

kialakítás 17

kezdeti belső hézag 29

kezelés

csapágyszerelés 49–50

csapágyszerelés 305–306, 308

kenőanyag 181

kezelők által irányított megbízhatóság 219, 330

kiegészítő jelek listája

csapágyszereléshez 24–25

csapágyszereléshez 96

házakhoz 127–128

tömítésekhez 145

kiegyenlítettség 243, 246

kiegyensúlyozatlanság 223

kifáradás 298–299

felszín alatti 301, 303–304

felszínről induló 301, 303–304, 310–311

kihúzó Lásd: lehúzó

kinematikai viszkozitás Lásd: viszkozitás

kípattoztosítás 231

felszín alatti 303–304, 309

felszíni 301, 304, 310–311

hibaelhárítás 244, 249–250

kiszáradó folyadék 254

komplex szappan 183

kompozit anyag Lásd: poliamid

konzerválóanyagok

eltávolítás új csapágyszerelésről 47, 202

összeferhetőség 189, 202

konzisztencia 185

zsír teljesítményvizsgálata 188

konzisztenciafokozat Lásd: NLGI fokozat

kopás 298–299

csiszoló 300–301, 313, 314–315

tapadó 301, 312

kopás 36

csapágyülék türése 386  
kopásgátló adalékanyag  
olajban 203, 207  
zsírban 184  
koronás anya 88  
korrózió 298–299  
illesztési korrózió 302–303, 308, 319  
nedvesség okozta korrózió 308, 317–318  
korrózióvédelmi vizsgálat 188  
korrózióvédő anyag 49  
körmöskulcs 102–103  
környezeti hőmérséklet  
szempontok gépbeállításához 161  
szempontok újraikenéshez 195–196  
közlekedési lámpa koncepció Lásd: SKF közlekedési lámpa koncepció  
központi kenőrendszer 213–215  
központosító karima 84–85  
kráter 321–322  
kulcslyuk 150, 152  
kúpgörgős csapágyak  
axiális belső hézag értéke 396  
beszerelés 84–89  
hibaokok 245  
O-elrendezések beállítása 86–88  
típusok és kialakítások 16–17  
X-elrendezések beállítása 84–85  
zsírozás az első beszerelések 191  
kúpos idomszer 47–48  
kúpos ülék  
csapágy beszerelése 54–56  
csapágyak kiszérése 259–264  
mérési jegyzőkönyv 48  
kúszás 31  
helytelen illesztések által okozott 300–301  
hibaelhárítás 243, 246–247  
illesztés-kiválasztási megfontolások 33  
különösen nagy nyomás elviselését elősegítő adalékanyagok  
olajban 203, 207  
összeférhetőség anyagokkal 202, 207  
zsírban 184  
külső tömítés 39  
hibaokok 238

## L

labirint tömítések 156  
labirinttömítés 39  
beszerelés álló csapágyházba 136  
hibaokok 238  
zsír újrafeltöltése 196  
zsírozás az első beszerelések 190  
láncolaj 209  
SKF SYSTEM 24 kenőegységhez 199  
lántámasztó csapágyak 19–20  
lazaság 163, 220  
leهُzó  
csapágy kiszérése hengeres ülékről 256–257  
csapágy kiszérése hengeres ülékről 260  
csapágy kiszérésehez osztatlan házból 267–269  
peremes házak kiszérésehez 282  
leهُzó asztal 260  
leهُzóhévely  
csapágyak beszerelése (olajnyomásos módszer) 62–66  
csapágyak beszerelése (SKF Drive-up módszer) 57–61  
csapágyak kiszérése 264–267  
lekerekítés  
hibaokok 247  
méretek 38  
méretek (hátraesztergált lekerekítés) 387  
lemosás 29  
leürítés  
felújítás közben 199  
hibaokok 239  
újraikenés közben 196  
lézeres beállítási módszerek  
párhuzamos tengelyű (kardán) hajtás beállításához 175  
szjbeállításához 176–177  
tengelybeállításához 171–173

lítium szappan 185  
LuBase 189, 207  
LubeSelect 189, 192, 207  
LubriLean Lásd: SKF LubriLean

## M

Machine Condition Advisor (gépállapot-tanácsadó) Lásd: SKF  
Machine Condition Advisor  
mechanikai stabilitás 188  
mechanikus karbantartási szolgáltatások 330  
mechanikus leهُzó 256, 260  
megbíthatósági szolgáltatások 327  
megcsúszás Lásd: elkenődés  
megelőző karbantartás 218–219  
meghúzási nyomaték 166  
értékek csapágyegységekhez 102–103  
értékek fedélleszorító csavarokhoz 131  
értékek felerősítő csavarokhoz/anyákhoz 105, 131  
meleg kiszérése Lásd: csapágy kiszérése, melegítéssel  
melegítéses beszerelés 68–71  
melegítő Lásd: infravörös melegítő  
melegítőgyűrű Lásd: alumínium melegítőgyűrűk  
melegítőpaplan 71  
melegítőszekrény 70  
melegítőtakaró 269  
mély hornyú golyóscsapágyak  
integrált csapágytömítés 40  
radiális belső hézag értéke 388  
típusok és kialakítások 12  
zsírozás az első beszerelések 191  
mérési jegyzőkönyv 48  
méretkód 22  
merőlegesség 36, 386  
mérőóra 56  
mérőóras módszerek  
ferde hatásvonalú golyóscsapágyak beállításához 74–77  
kúpgörgős csapágyak beállításához 86–88  
SKF Drive-up módszerhez 58–61  
tengelybeállításához 170–171  
mértekegység-átszámítási táblázat 437  
mikrométer 47–49  
mikrorepedés 299  
anyagfáradás által okozott 309  
elégtelen kenés által okozott 310  
mikroszkópos számláló módszer 212  
minimális mennyiséggel való kenés 214–215  
molióben-diszulfát  
csapágy beszereléséhez 62  
zsírban 183  
Monoflex Lásd: SKF Monoflex  
mosódeszka jellegű minta 322  
mozgatható gép 167–169  
Multiflex Lásd: SKF Multiflex

## N

nagy átmérőjű persely 225  
beszerelés 152–153  
nagy pontosságú csapágy  
típusok és kialakítások 12, 18  
zsírozás az első beszerelések 191  
NBR Lásd: akrilnitril-butadién gumi  
nedvesség okozta korrózió 298–299  
helytelen szállítás vagy tárolás által okozott 308  
hibaelhárítás 250  
nem hatékony tömítés által okozott 317–318  
négy ajakkal rendelkező tömítés  
zsír újrafeltöltése 196  
zsírozás az első beszerelések 190  
négy pont-érintkezésű golyóscsapágy  
axiális belső hézag értéke 391  
beszerelés 78  
hibaokok 244  
kialakítás 13  
négy sorú hengergörgős csapágyak  
beszerelés 82–84  
kialakítás 14  
négy sorú kúpgörgős csapágyak  
beszerelés 89

## Tárgymutató

kialakítás 17  
nem kerek 241  
futópálya-mintázatok 296–297  
hibaelhárítás 241  
hibás támfelület által okozott 302–303  
nem kiegyenlített Lásd: kiegyenlítetlen  
nem merőleges  
állás közbeni helytelen tengelybeállítás által okozott 304  
hibaelhárítás 251  
hibás támfelület által okozott 302  
nem súrlódó tömitések  
eltávolítás 284  
integrált csapágytömítés 40  
külső tömítés 39  
nem szappanos 183  
nem szétválasztható csapágy 190  
nemeztömítés 238  
névleges alap élettartam 27  
névleges élettartam 27–28  
NLGI fokozat 184  
zsír teljesítményvizsgálata 188  
nyomásmérő 56  
nyomatékkijelző 112–113  
nyomatékkulcs Lásd: imbuszkulcs

### O

O-errendezésű csapágyak  
ferde hatásvonalú golyóscsapágyak beállítása 76–77  
kúpörgős csapágyak beállítása 86–88

O-gyűrű 39

oktatás 326–327

olaj

elemzés 210–212  
kiválasztás 203–207  
mintavétel 210  
összeférhetőség 201, 210  
összehasonlítása zsírral 182, 214  
szűrés 211–212  
viszkózitás 203–206

olajat használó kenőrendszer 207–209  
olajbefecskendező 208

olajcsere gyakorisága 209

olajcsere gyakorisága 209

olajelválás Lásd: olajkiválás

olajfelszedő gyűrű 207–208

olajcsere gyakorisága 209

SONL házban 137–139

olajfolt Lásd: olajporlasztásos

olajfürdő 208

csapágy melegítéséhez 71

hibajelenségek 236–237

olajcsere gyakorisága 209

olajmintavétel 210

olajinjektor 72

olajkeringető 208

központi kenőrendszerben 213–215

mintavétel olajból 210

olajcsere gyakorisága 209

SONL ház beszerelése 137–139

olajkiválás 181, 184, 187

újrakenési időköz beállítása 205

zsír teljesítményvizsgálata 188

olajnyomás

értékek az SKF Drive-up módszerhez 406–413

számítás az SKF Drive-up módszerhez 58

olajnyomásos módszer

csapágy kiszéréséhez hengeres tengelyülékről 258

csapágy kiszéréséhez kúpos tengelyülékről 260

csapágy kiszéréséhez lehúzóhüvelyről 266

csapágy kiszéréséhez osztatlan házról 268

csapágy kiszéréséhez szorítóhüvelyről 264

csapágyak beszereléséhez 62–66

csövek, hornyok és furatok mérete 405

olajporlasztásos 207–208

SKF Oil+Air 215

olajszintmérő 137, 139

olajszivárgás 182

hibaelhárítás 236

oldószerek

csapágyak tisztításához 224

kezelés 225

típusok 254

osztatlan tömités

beszerelés 133, 149

típusok és kialakítások 144–145

osztott álló csapágyház Lásd: álló csapágyház

osztott tömités 133, 154–155

oválisra összehúzás Lásd: nem kerek

oxidáció

korroziót eredményező 299

megelőzés 81, 185, 203

zsír 187

oxidálódásgátló adalékanyag

olajban 203

zsírban 184

oxidálódott kenőanyag 226, 254

### Ö

önbeálló golyóscsapágyak

axiális feltöltési úthossz 402

beszerelés 79–80

beszerelés (nyomásos módszer) 62–66

beszerelés (SKF Drive-up módszer) 57–61

értékek az SKF Drive-up módszerhez 392

radiális belső hézag értéke 392

rögzítőanya meghúzási szöge 402

típusok és kialakítások 13

zsírozás az első beszerelésekor 191

öntött acél 126

összeférhetetlenség Lásd: összeférhetőség

összeférhetőség

alapolajok között 201

olaj 210

sűrítőanyagok között 201

zsír 200–202

összeillesztett csapágykészlet 76

### P

páratartalom

csapágyak és egységek tárolásakor 41

elasztomer tömitések tárolásakor 42

kenőanyagok tárolásakor 43

párhuzamos tengelyű (kardán) hajtás beállítása 175

patogógás

helytelen illesztések által okozott 300–301

hibás ülék által okozott 303

mikrorepedés 309–312

patogógási teszt 211

peremes csapágyházak

kiszérés 282–283

típusok és kialakítások 125–126

peremes egységek 100

beszerelés 104–120

kiszérés 270–277

típusok és kialakítások 96–100

persely 152–153

poliamid

csapágyegység háza 100

összeférhetőség EP (különösen nagy nyomás elviselését

elősegítő) adalékanyagokkal 202

polikarbamid 183

polifrózó kopás

helytelen illesztések által okozott 300–301

nem hatékony tömités által okozott 315

proaktív megbízhatósági karbantartás 219

próbaüzem 174

ProFlex Lásd: SKF ProFlex

PTFE

kiegészítő jelek tömitésekhez 145

magas hőmérsékleten 142

összeférhetőség 202

radiális tengelytömítés 143, 146, 150

puha láb 162

## R

radiál-axiál módszer 170–171  
radiális belső hézag 29, 51  
érték csökkenése beszereléskor 403–404  
értékek beálló görgős csapágyakhoz 397–398  
értékek CARB toroidgörgős csapágyakhoz 399–400  
értékek ferde hatásvonalú golyóscsapágyakhoz 389–390  
értékek hengergörgős csapágyakhoz 393  
értékek mély hornyú golyóscsapágyakhoz 388  
értékek négy pont-érintkezősű golyóscsapágyakhoz 391  
értékek Y görgős csapágyakhoz 393  
értékek Y csapágyakhoz 401  
értékeke önbeálló golyóscsapágyakhoz 392  
megmaradt érték beszerelés után 403–404  
mérés hézagmérővel 52  
radiális csapágó 12–17  
radiális tengelytömítés  
beszerelés házba 146–149  
beszerelés tengelyre 150  
csepe 151  
típusok és kialakítások 143–145  
tisztítás 146  
radiál-radiál módszer 170–171  
reagáló karbantartás 218–219  
referenciahőmérséklet 203  
repedés 298–299  
részecskeszámolás 212  
rezgés  
hamis brinellöződés sérülés 308, 319  
hibaelhárítás 234  
újraaknai időköz beállítása 195  
zsír teljesítményvizsgálata 188  
rezgés mérés 222–224  
csapágyhibák frekvenciái 224  
mérések végrehajtása 223  
rezgő alkalmazás 207  
rézkorróziós vizsgálat 188  
RMI Lásd: SKF Reliability Maintenance Institute  
rozstda  
hibaelhárítás 246  
hibás ülék által okozott 302  
nem hatékony tömítés által okozott 317–318  
rozstdasodás gátló adalékanyag  
olajban 203  
zsírban 184  
rozstdasodás gátló konzerválóanyag 188  
eltávolítás 202  
összeférhetőség zsírokkal 189, 202  
rögzített gépalap 167, 175  
rögzítőanya meghúzási szöge 55  
értékek beálló görgős csapágyakhoz 403  
értékek CARB toroidgörgős csapágyakhoz 404  
értékek önbeálló golyóscsapágyakhoz 402  
rögzítőcsavar Lásd: rögzítőcsavar  
rögzítőcsavarok/anyák  
csapágyegység esetén 101, 105  
csapágyház esetén 131  
puha láb kompenzálása 162  
rögzítőgyűrű 91  
rövid láb Lásd: puha láb  
rugóburkolat Lásd: SKF rugóburkolat  
rugós kivitelű tömítés  
hibaokok 237  
tömítéstípusok és -kialakítások 143–145

S  
sajtoló  
csapágy beszereléséhez 53  
csapágy kiszéréséhez 258, 267  
tömítés beszereléséhez 146  
sajtolt acél 100  
sárgaréz  
hézagoló lemezekhez 163  
összeférhetőség EP (különösen nagy nyomás elviselését  
elősegítő) adalékanyagokkal 202  
segédajak  
tömítéstípusok és kivitelek 143–145  
zsirozás az első beszereléskor 149, 190

SENSORMOUNT módszer 67  
SKF @ptitude Decision Support 327  
SKF @ptitude Exchange 327  
SKF Circol 215  
SKF ConCentra golyóscsapágyegységek  
beszerelés 111–114  
kiszérés 275  
SKF ConCentra görgős csapágyegységek  
beszerelés 114–118  
kiszérés 276–277  
SKF ConCentra rögzítés 94–95  
SKF Drive-up módszer 57–61  
hidraulikus anya 406–413  
olajnyomás-értékek 406–413  
szerszámok 56–57  
tengelyirányú elmozdulás értéke 406–413  
SKF Duoflex 215  
SKF Duralife 145  
SKF Duralip 145  
SKF EMCOR osztályozás 188  
SKF energiarehasználást figyelő szolgáltatása 329–330  
SKF gyártmányú csapágybeszerelő szerszámkészlet  
csapágy beszereléséhez 72  
tömítés beszereléséhez 146  
SKF gyártmányú szerszámok és termékek  
állapotfigyeléshez 432–434  
beállításához 419  
beszereléshez 416–418  
kenéshez 420–422  
kiszéréshez 435–436  
SKF gyártmányú zsírok 423–431  
kiválasztást segítő táblázat 430–431  
SKF SYSTEM 24 kenőegységhez 199  
SKF közlekedési lámpa koncepció 186–187  
SKF Lubrication Planner (kenéstervező) 180  
SKF LubriLean 215  
SKF Machine Condition Advisor (gépp állapot-tanácsadó) 223  
SKF Monoflex 215  
SKF Multiflex 215  
SKF névleges élettartam 27–28  
SKF Oil+Air 215  
SKF ProFlex 215  
SKF Reliability Maintenance Institute 326–327  
SKF rugóburkolat 144–145  
SKF rugórögzítő horony 144–145  
SKF SPEEDI-SLEEVE 225  
beszerelés 152–153  
SKF SYSTEM 24 198–199  
SKF Szerződött Partneri 331  
SKF szerződött szervizpartneri 331  
SKF szerződött villanymotor-szerelői 331  
SKF V2F osztályozás 188  
SKF vevői igényfelmérés 328  
SKF Vibracon SM elemek 162–165  
SKF WAVE tömítőajak 143  
SKF zsír vizsgáló készlet 222  
SNL házak Lásd: támcsapágyházak  
SONL házak Lásd: álló csapágyházak  
sorozatszám  
álló csapágyházon 27  
négy pont-érintkezősű golyóscsapágyon 78  
négy sorú hengergörgős csapágyon 82  
négy sorú küpgörgős csapágyon 89  
sós víz 185  
SPEEDI-SLEEVE Lásd: SKF SPEEDI-SLEEVE  
stabilizáló gyűrű Lásd: tartó gyűrű  
sűrűlódás 235  
sűrűlódó tömítések  
eltávolítás 284–286  
hibaokok 238  
integrált csapágytömítés 40  
külső tömítés 39  
sűrített levegő 226  
sűrítőanyagok  
összeférhetőség 201  
típusok 183  
SYSTEM 24 Lásd: SKF SYSTEM 24  
szakkifejezések 10–11

## Tárgymutató

- szállítás okozta sérülés 308
  - szappan 183, 185
  - száraz kenőanyag 182–183
  - szélsőséges hőmérsékleten működő alkalmazás 182
  - szennyeződés
    - abrazív kopást eredményező 314–315
    - benyomódást eredményező 316
    - csapágy sérülés előrehaladása 231
    - hibaelhárítás 245–246, 249–250
    - ISO szerinti besorolás 212
    - szennyezőanyag 211–212
    - újrakenési időköz beállítása 195
  - szerszám gép
    - kenés 191, 215
    - SKF által nyújtott szolgáltatások 331
  - szerszámok Lásd: SKF gyártmányú szerszámok és termékek
  - szétszedhető csapágyak
    - beszerelés 80
    - zsírozás az első beszereléskor 190
  - szijbeállítás 176–177
  - szíjtárcsa beállítása Lásd: szijbeállítás
  - szilárd adalékanyag
    - központi kenőrendszerekben 213
    - olajban 203
    - zsírban 184
  - szilárd olaj 182–183
  - szilárd szennyezőanyag 211–212
    - hibaelhárítás 245, 249
  - szintetikus olaj
    - olajban 203
    - zsírban 183
  - szinuszvonalzó 47
  - szívárgás 222
  - hibaelhárítás 236, 238–239, 245
  - szivattyú
    - kiválasztási segédlet 72
    - SKF Drive-up módszerhez 56
  - szorítóhüvelyek
    - csapágyak beszerelése (olajbefecskendezéses módszer) 62–66
    - csapágyak beszerelése (SKF Drive-up módszer) 57–61
    - csapágyak kiszérése 260–264
    - peremes házak kiszérése 282
    - szorítóhüvelyek rögzítése 94–95
    - csapágyegységek beszerelése 109–110
    - csapágyegységek kiszérése 274
    - meghúzási nyomaték értékek 103
  - szűrőosztályozás 212
  - T**
    - takonit tömítés 128–129
    - támasztőfelület, talpazat felülete
      - csapágyegységhez 101
      - házhöz 130
    - tapadásnak tulajdonítható kopás 298–299
    - elégtelen kenés által okozott 312
    - helytelen illesztések által okozott 301
  - tárolás
    - csapágyaké 41
    - csapágy sérülés 308
    - elszotmer tömítéseké 42
    - kenőanyagoké 42–43
  - távartó 144
  - távartó alátét 156
  - távartó gyűrű 134
  - távartó gyűrű 91, 151
  - teljes bekerülési költség (TCO) 329
  - teljes veszteségű kenőrendszerek 214
  - tengely elmozdulása 234
  - tengely javítása 152–154
  - tengelybeállítás 167–174
    - mérési gyakorlat 167–168
    - módszerek 170–173
    - tűrés 169
  - tengelyfelújító szolgáltatás 331
  - tengelyrögzítő módszerek 94–96
  - terhelésarány 187
  - terhelésselosztás
    - futópálya-mintázatok 292–297
    - illesztés-kiválasztási megfontolások 32
  - terhelési zóna 292–297
  - természetes olaj
    - olajban 203
    - zsírban 183
  - típusok és kialakítások 21
  - tisztaság 28–29, 46–47
  - tisztítás
    - csapágy 226
    - tömítés 146
    - tompa túske 146
  - többsorú kúpgörgős csapágyak Lásd: négy sorú kúpgörgős csapágyak
  - tömítés beszerelése 140–157
    - álló csapágházban 133–139
    - hibajelenségek 238–239
    - zsírozás az első beszereléskor 190
  - tömítés eltávolítása 284–286
  - tömítés felfekvőfelülete 142
  - ellenőrzés 226–227
  - javítás 151–154
  - követelmények 146
- tömítés kiszérése Lásd: tömítés eltávolítása
  - tömítések
    - beszerelés 140–157
    - csapágyegységhez 96
    - eltarthatóság 42
    - eltávolítás 284–286
    - házhöz 128–129
    - hibajelenségek 233, 235
    - integrált csapágytömítés 40
    - külső tömítés 39
    - radialis tengelytömítés 143–145
    - szakkifejezések 11
    - üzemi élettartam 28
  - tömítéselrendezések 39–40
  - hibaokok 238
  - tömített csapágyak 40
  - beálló görgős csapágyak 90
  - eltarthatóság 41
  - hibaokok 238
  - melegítés 68
  - mély hornyú golyóscsapágyak 40
  - mosás 189
  - önbeálló golyóscsapágyak 79
  - újrakenés 192
- tömítőajkak
    - állása 146, 239
    - anyaga 145
    - PTFE-ből készült 146
    - típusok és kialakítások 143–145
  - tömítőanyag
    - olajszívárgás megelőzéséhez 137
    - tömítés beszereléséhez 148, 152
  - törés 298–299
    - fáradásos törés 301, 303
    - fáradásos törés 319
    - repedés hő hatására 301
  - tűlfolyó furat Lásd: zsirtűlfolyó furat
  - túlmelegedés 233
  - túlterhelés 298–299
    - helytelen szállítás vagy tárolás által okozott 308
    - hibás beszerelési gyakorlat által okozott 305
  - tűgörgős csapágyak
    - beszerelés 80–81
    - kiszérés 255, 258
    - radialis belső hézag értéke 393
    - típusok és kialakítások 15–16
  - tűkörkép csapágyelrendezések 31
  - axiális rögzítés 37–38
  - tűrésfokokatok Lásd: ISO, tűrésfokokatok
  - tűrésosztályok Lásd: ISO, tűrésosztályok
  - tűréstáblázat
    - ház esetén (hüvelyk méretű) 372–381
    - ház esetén (metrikus) 350–359
    - módosított eltérések hüvelyk méretű csapágyak esetén 382–383

tengely esetén (hüvely beszerelése) 384  
tengely esetén (hüvelyk méretű) 360–371  
tengely esetén (metrikus) 338–349

## U

ultrahangszonda 221  
univerzálisan párosítható csapágyak  
axiális belső hézag értéke 389  
axiális előfeszítés értéke 389  
beszerelés 76

## Ú

újrafeltöltés 195–196  
újrahevíto kazánok 182  
újrakenés 192–198  
hatása a hőmérsékletre 221  
tömített csapágyaké 90, 192  
újrakenési időközök 192–195  
hibaelhárítás 236, 245–246

## Ü

ülék Lásd: csapágy ülék  
üreges tengely 34–35  
ütésből származó sérülések  
helytelen szállítás vagy tárolás által okozott 308  
hibás beszerelési gyakorlat által okozott 248, 305  
ütési terhelés  
adalékanyagra vonatkozó követelmények 207  
csapágyserülések 248, 308  
újrakenési időköz beállítása 195  
üzemi élettartam 28–29  
befolyásoló tényezők 230–231  
üzemi hézag 29  
üzemi hőmérséklet  
állapotfelügyelet 221  
csapágyaké 187, 204  
hibaelhárítás 190, 202, 233  
újrakenési időköz beállítása 195  
zsiré 186–187  
Üzemi tudatosságkártyák 330

## V

V2F osztályozás Lásd: SKF V2F osztályozás  
valódi brinelleződés 308  
változó fordulatszámú gép 223  
védőlemez 40  
végfedél 133  
vevői igényfelmérés Lásd: SKF vevői igényfelmérés  
vezető rúd 81  
vezetőhüvely Lásd: beszerelőhüvely  
Vibracon SM elemek Lásd: SKF Vibracon SM elemek  
viszkózítás  
alapolajé zsírban 185  
egyenérték 414  
hibajelenségek 246, 249  
olajé 203  
számítás 204–206  
viszkózítáсарány 204  
viszkózításfokozatok Lásd: ISO, viszkózításfokozatok  
viszkózításindex 203  
víz  
csapágyserülések 317–318  
olaj víztartalma 210–211  
szennyezés 181, 187, 212  
zsirálló 183, 185, 188  
vízmérték  
szijbeállításához 176  
tengelybeállításához 170  
VKA vizsgálat 188

## W

WAVE tömítőajkak Lásd: SKF WAVE tömítőajkak

## X

X-elrendezésű csapágyak  
ferde hatásvonalú golyóscsapágyak beállítása 74–75  
kúpörgős csapágyak beállítása 84–85  
XNBR Lásd: akrilnitril-butadién gumi

## Y

Y csapágyak  
összeszerelés 121  
radiális belső hézag értéke 401  
Y csapágyegység Lásd: csapágyegység

## Z

zaj  
állapotfigyelés 221  
hibaelhárítás 233  
zsir  
adatlap 181, 184–188  
elemzés 222  
funkció 184  
kiválasztás 189  
kiválasztást segítő táblázat (SKF gyártmányú zsírok)  
430–431  
konzisztencia 185, 188  
merevség 184, 187  
öregedés 187, 192, 195  
összeférhetőség 200–202  
összehasonlítása olajjal 182, 214  
SKF gyártmányú zsírok 423–431  
teljesítményvizsgálat 188  
tulajdonságok 185–188  
üzemi hőmérséklettartomány 186–187  
zsírok keverése Lásd: zsír, összeférhetőség  
zsrízivárgás 182  
hibaelhárítás 202, 236, 238–239  
zsríz teljesítményvizsgálata 188  
zsrítúlfolyó furat 196, 199  
zsrízvizsgáló készlet Lásd: SKF zsrízvizsgáló készlet  
zsríz gomb  
elhelyezés álló csapágyházon 133, 196  
zsríújráfeltöltéshez 195

