SKF sfäriska axialrullager

För bestående höga prestanda

Innehåll

Varumärket SKF står idag för fler värden än någonsin tidigare och betyder alltmer för dig som kund.

SKF behåller sin internationellt ledande ställning som kännetecknet för kvalitetslager över hela världen, men nya epokgörande framsteg inom teknik, produktunderhåll och tjänster har utvecklat SKF till en viktig leverantör av helhetslösningar som genererar allt större värden för kunderna.

Dessa lösningar innefattar metoder för att öka produktiviteten hos våra kunder, inte bara med banbrytande skräddarsydda produkter utan även genom de allra senaste verktygen för simulering av maskiners egenskaper redan på konstruktionsstadiet. Dessutom erbjuder SKF konsulttjänster och underhållsprogram för att öka effektiviteten hos befintliga anläggningar samt industrins mest avancerade teknik för leveransstyrning.

Namnet SKF står, nu som förr, för det absolut främsta inom rullningslager men idag även för mycket mera.

SKF – kunskapsföretaget

A Produktinformation

3 Klarar snedställning i kombination med stora axiella och radiella belastningar
3 Här är sfäriska axialrullager överlägsna

4 Styrkan hos SKF sfäriska axialrullager
5 Lager i prestandaklassen SKF Explorer sätter den högsta standarden

6 Oslagbart sortiment

8 SKF Explorer – den högsta prestandaklassen för sfäriska axialrullager

10 När stora kombinerade belastningar ska överföras

B Rekommendationer

12 Val av lagerstorlek

14 Konstruktion av lagerarrangemang
14 Enkelverkande axiallagringar
14 Dubbelverkande axiallagringar
16 Axialglapp och förspänning
18 Lagerarrangemang för höga varvtal
18 Lagerarrangemang för låga varvtal
18 Styvhet
18 Utformning av anslutande delar
19 Tätningar

20 Typiska lagerarrangemang
20 Enkelverkande axiallagringar
21 Dubbelverkande axiallagringar

24 Smörjning och underhåll
24 Oljesmörjning
26 Fettsmörjning
28 Underhåll

30 Montering och demontering
30 Montering
30 Demontering

32 Service för ett hållbart partnerskap

C Produktdata

34 Lagerdata – allmänt

36 Produkttabell

D Övrig information

44 Andra SKF-produkter

46 SKF – kunskapsföretaget

Klarar snedställning i kombination med stora axiella och radiella belastningar

Sfäriska axialrullager är utomordentligt väl anpassade för tunga applikationer med axialbelastningar eller kombinerade axial- och radialbelastningar. De är självinställande och klarar såväl låga som höga varvtal. Tack vare lagrets konstruktion kan olika grader av styvhet arrangeras.

Mångsidighet är ett kännetecken för sfäriska axialrullager, då de kan bidra till utrymmesbesparande och kostnadseffektiva konstruktioner. På följande sidor ges mer detaljerad information om denna lagertyp och hur den kan användas.

Självinställande

Det sfäriska axialrullagret tar upp snedställning mellan axel och hus. Detta resulterar i jämn, friktionsfri injustering under i stort sett alla driftsförhållanden.

Kombinerad belastning

Lagret är konstruerat för att överföra mycket stora axialbelastningar i en riktning eller stora kombinerade axial- och radialbelastningar.

Isärtagbar konstruktion

Monteringen förenklas av att lagret är isärtagbart. Axelbrickan med hållare och rullsats samt husbrickan kan monteras var för sig.

Här är sfäriska axialrullager överlägsna

Genom sin konstruktion är sfäriska axialrullager den enda typ av axialrullager som även kan överföra radialbelastningar utöver samtidigt verkande axialbelastningar. Detta gör sfäriska axialrullager till en utmärkt lösning för applikationer som utsätts för mycket stora axiella belastningar i kombination med radiella belastningar. Förmågan att ta upp kombinerad belastning tillåter ekonomiska och utrymmesbesparande lösningar, som även ger en hög grad av styvhet vid förhållanden med stora belastningar. Utöver dessa unika fördelar är sfäriska axialrullager den enda typ av axialrullager som kan ta upp snedställning och axelutböjning.

Tack vare kontaktvinkeln i sfäriska axialrullager kan de med fördel ersätta koniska rullager i många applikationer.

Styrkan hos SKF sfäriska axialrullager

Överlägsen brukbarhetstid för lagren

Jämn gång och lång brukbarhetstid är resultatet av en inre konstruktion som ger löpbanorna och rullarna en optimerad balans mellan kontakttryck och friktion.

SKF sfäriska axialrullager är väl beprövade i fält och de vidareutvecklas kontinuerligt för att få allt högre prestanda. Lager i utförande SKF Explorer är ett bra exempel på vad som kan åstadkommas med målinrktad utveckling – i detta fall öppnas nya möjligheter för både befintliga och nya applikationer.

Brett varvtalsområde

Låg inre friktion tillåter lagren att arbeta både vid mycket låga och mycket höga varvtal. Varvtal upp till tre gånger referensvarvtalet kan uppnås genom att vissa konstruktionsfunktioner införs. Varvtalsprestandan är i grund och botten beroende av lagerarrangemang, applikation och driftsförhållanden.

Robust konstruktion

SKF sfäriska axialrullager är konstruerade för svåra driftsförhållanden och därför mycket tillförlitliga. De är tillverkade av det unika värmebehandlade stålet SKF Xbite och har därför utmärkt brottseghet och motståndskraft mot slitage. SKF Xbite värmebehandlat stål har dessutom hög måttstabilitet ända upp till 200 °C.

Kombinerad belastning

Sfäriska axialrullager kan överföra radialbelastningar upp till 55% av samtidigt verkande axialbelastning. Det betyder att ett sfäriskt axialrullager kan användas istället för en kombination av ett radial- och ett axiallager.

Fördelar

- Kompakt lagerarrangemang
- Reducerad vikt hos lagerarrangemanget
- Minskad kostnad för lagringen

Överlägsen självinställning

Beroende på driftsförhållanden och lagerserie kan SKF sfäriska axialrullager ta upp snedställning på upp till 3° mellan axel och hus, utan negativ inverkan på lagrets prestanda.

Fördelar

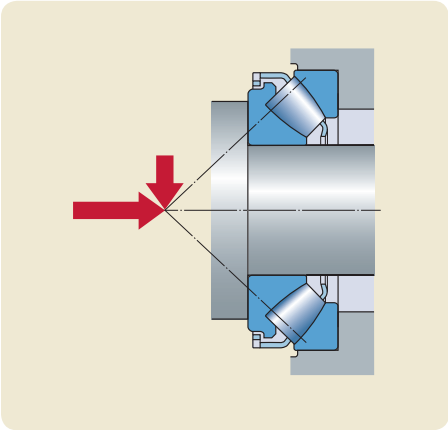
- Okänslig för viss snedställning
- Lägre driftstemperatur
- Lång brukbarhetstid för lagren
- Hög driftsäkerhet

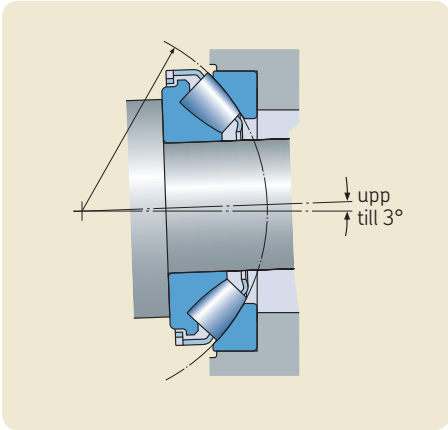
Kantspänningar praktiskt taget eliminerade

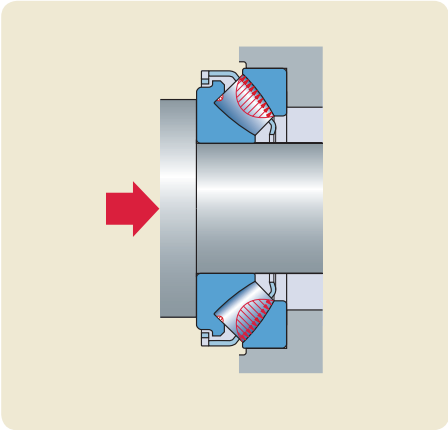
Hög bärförmåga och minimal risk för kantspänningar, genom optimalt förhållande mellan rullar och löpbanor.

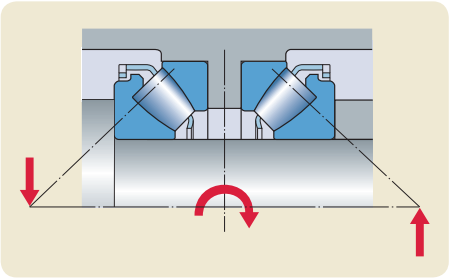
Fördelar

- Lång brukbarhetstid för lagren
- Hög driftsäkerhet









När styvheten räknas

Tack vare sin konstruktion har sfäriska axialrullager mycket hög styvhet. Dessutom kan hög styvhet mot tippmoment uppnås om två sfäriska axialrullager monteras i O-anordning. Detta beror på det långa avståndet mellan tryckcentrumen, där belastningarna verkar.

Fördelar

- Liten deformation av lagringen vid axial- och radialbelastningar
- Liten axelutböjning vid belastning av böjande moment
- Kompakt konstruktion

Låg värmeutveckling vid höga varvtal ...

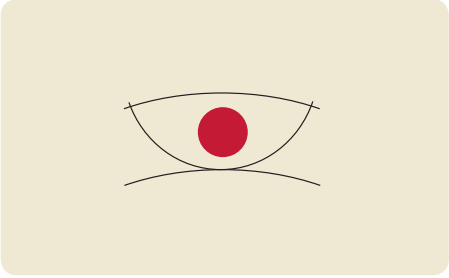
Specialkonstruerade sfäriska kontakter mellan rulländar och fläns minskar spänningarna och optimerar uppbyggnaden av en smörjfilm. Detta minskar friktionen, vilket gör att lagret kan gå kallare även i applikationer med höga varvtal.

... och exceptionellt liten friktion vid låga varvtal

Den gynnsamma kontakten mellan rulländar och fläns är till stor fördel även vid låga varvtal.

Fördelar

- Hög maskinkapacitet
- Hög driftsäkerhet
- Minimerad underhållskostnad
- Reducerad energiförbrukning



Motståndskraftiga hållare

SKF sfäriska axialrullager är konstruerade för drift under svåra förhållanden. Den robusta metalllhållaren är konstruerad så att glidkontakterna tillförs smörjmedel även vid bristfällig smörjning.

Fördelar

- Lämpliga för applikationer med såväl höga som låga varvtal
- Klarar höga temperaturer

Hög driftsäkerhet

Hög driftsäkerhet är en förutsättning för lång och problemfri brukbarhetstid. Därför är driftsäkerhet en av hörnstenarna i SKFs konstruktionsfilosofi. Ett viktigt exempel är sfäriska axialrullager i utförande SKF Explorer, som är starkare och driftsäkrare än något annat axialrullager på marknaden.

Fördelar

- Längre brukbarhetstid
- Lägre underhållskostnader
- Ökad driftstid för maskinerna

Lager i prestandaklassen SKF Explorer höjer gränserna

Sfäriska axialrullager i utförande SKF Explorer är resultatet av intensivt arbete från en internationell grupp av forskare och ingenjörer inom SKF. Detta har gett den högsta prestandaklassen för SKF sfäriska axialrullager, en klass som innebär avsevärt längre brukbarhetstid och jämnare gång

Beteckningarna för sfäriska axialrullager i utförande SKF Explorer är tryckta i blå färg i produkttabellen.

- **Stål**
  Förbättrat, extremt rent stål ger längre brukbarhetstid för lagret, även vid större belastningar.

- **Värmebehandling**
  SKFs unika värmebehandlingsprocess förbättrar motståndskraften mot slitage och brottsegheten avsevärt.

- **Tillverkning**
  Förfinade och noggranna tillverkningsprocesser gör det möjligt att producera lager, som går jämnare och maximerar effekten av smörjmedlet mellan kontaktytorna.

- **Inre geometri**
  En noggrant anpassad mikrogeometri i rullkontakterna ger bättre belastningsfördelning och mindre friktion.

Sfäriska axialrullager i utförande SKF Explorer ger högre prestanda vid oförändrad lagerstorlek. Detta förklaras i detalj med början på **sidan 8**.

Oslagbart sortiment

SKFs standardsortiment av sfäriska axialrulllager börjar med håldiametern 60 mm och fortsätter upp t.o.m. håldiametern 1 600 mm. Större lager kan levereras på begäran.

Tre lagerserier för applikationer inom ett brett område

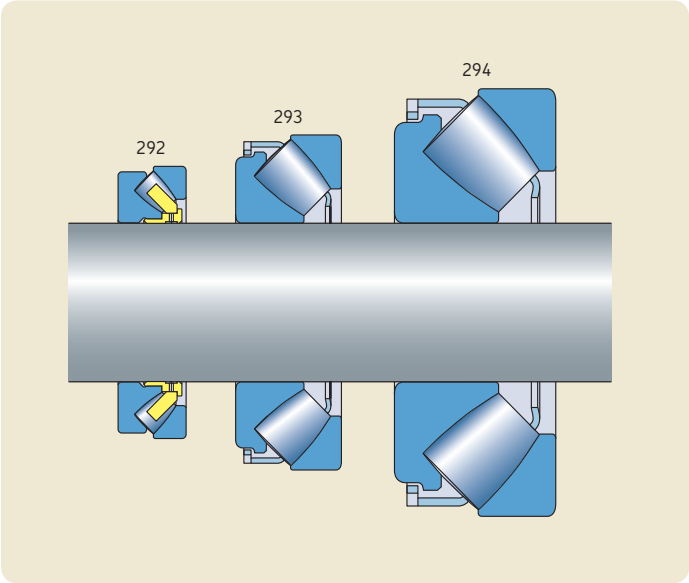
Standardlagren täcker ett omfattande dimensionsområde i ISO-dimensionsserierna 292, 293 och 294. De uppfyller de viktiga urvalskriterierna

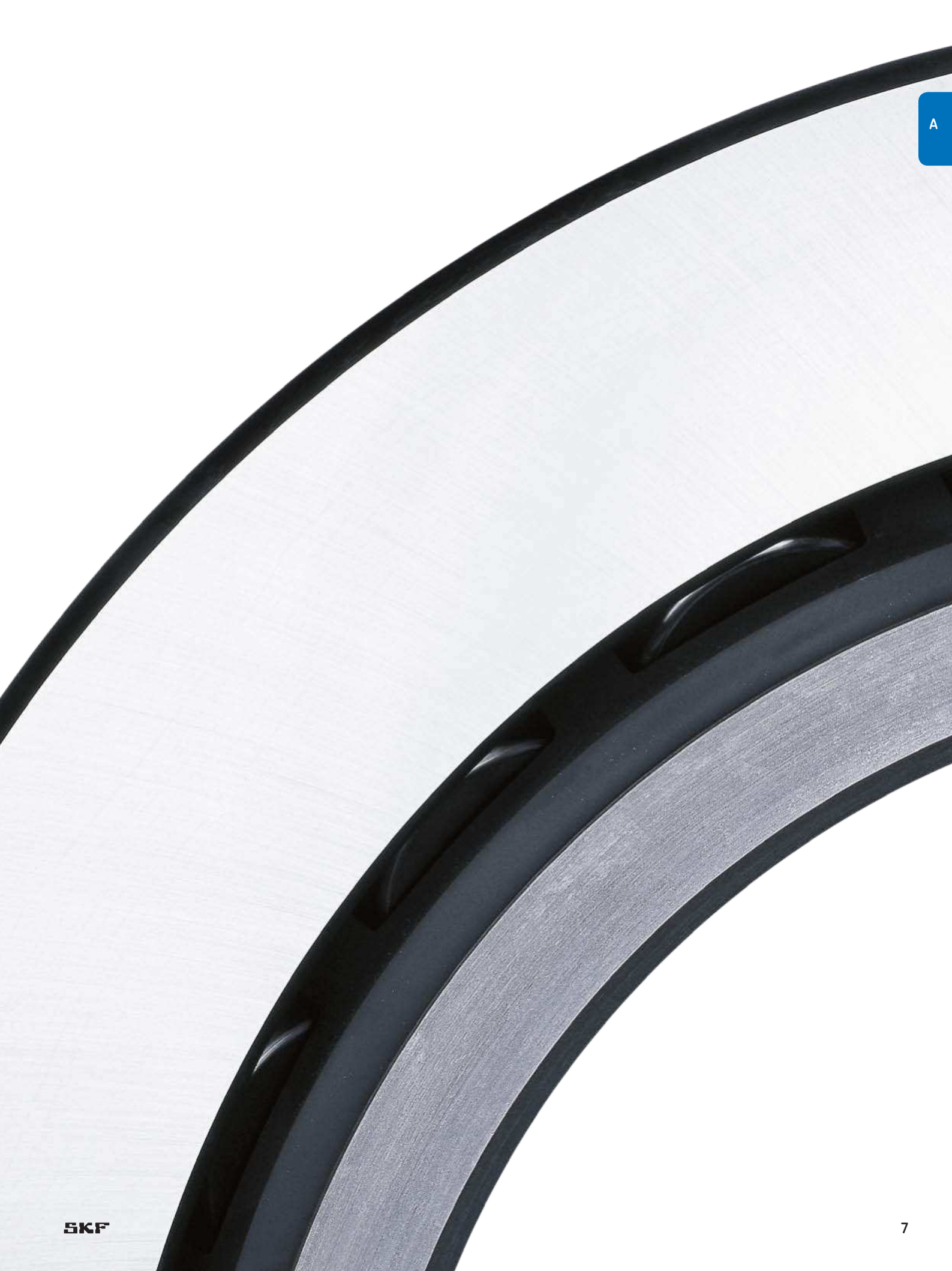
- bärförmåga
- varvtal
- utrymme i inbyggnaden.

När mycket hög bärförmåga krävs är lager i serierna 293 och 294 rätt val. Den lilla tvärsektionen hos lager i serie 292 är fördelaktig med hänsyn till varvtal, utrymmesbehov och vikt.

Tack vare den höga bärförmågan, vid kombinerad belastning, hos SKF sfäriska axialrullager går det att konstruera utrustningar som är mindre och mer kostnadseffektiva men med längre brukbarhetstid hos lagren eller högre uteffekt.

Dessa lager kan arbeta vid höga varvtal även under förhållanden med stor belastning.





SKF Explorer – den högsta prestandaklassen för sfäriska axialrullager

SKF uppfann det sfäriska axialrullagret för mer än sextio år sedan och har sedan dess varit ledande tillverkare av dessa lager.

Nu har SKFs specialister inom olika områden kombinerat sin erfarenhet och kunskap vilket resulterat i ett stort steg framåt inom lagertekniken.

Vi är stolta över att kunna erbjuda morgondagens teknik till våra kunder idag. Lager i utförande SKF Explorer står för ett viktigt genombrott i fråga om prestanda. Genom att studera varje enskild lagerkomponents samverkan med övriga komponenter har SKFs forskare kunnat maximera den inre belastningsfördelningen och smörjningen samt minimera effekten av friktion, slitage och föroreningar.

Prestandaklassen SKF Explorer är resultatet av åratals forskning från en internationellt sammansatt grupp av forskare och ingenjörer från SKF. Den innebär ett antal förbättringar.

- **Bättre material**
  Det förbättrade stål som används i dessa lager är extremt rent och homogent. Det bildar en utmärkt struktur som bidrar till att optimera belastningsfördelningen i materialet.

- **SKFs unika värmebehandlingsprocess**
  För att utnyttja fördelarna med det förbättrade stål som används för lager i utförande SKF Explorer har SKF utvecklat en unik värmebehandlingsprocess, för att förbättra lagrets motståndskraft mot slitage men bibehålla dess temperaturegenskaper och seghet.

- **Nya tillverkningsprocesser med hög precision**
  Förbättrade tillverkningsprocesser har gjort det möjligt för SKF att tillämpa snävare toleranser för alla viktiga lagerparametrar. Dessutom har lager i utförande SKF Explorer en förbättrad ytstruktur, för att upprätthålla en optimerad oljefilm mellan kontaktytorna.

- **Ny lagerkunskap**
  Avancerad, egenutvecklad programvara har gjort det möjligt för SKFs konstruktörer att studera den inre dynamiken hos lager i en utsträckning som tidigare inte varit möjlig. Detta har visat vägen för konstruktionsförbättringar hos lager i utförande SKF Explorer, vilka gjort det möjligt att ytterligare optimera kontakten mellan rullkroppar och löpbanor.

Resultatet: längre brukbarhetstid för lagren

Alla dessa förbättringar bidrar till en avsevärd ökning av lagrens brukbarhetstid och driftsäkerhet. Detta illustreras bäst genom en beräkning med ekvationen för SKF nominell livslängd. Egenskaperna hos sfäriska axialrullager i utförande SKF Explorer beaktas i form av

- ökat dynamiskt bärighetstal
- bättre motståndskraft mot föroreningar vilket ökar livslängdsfaktorn a_{SKF}.

Tillgänglighet

De populära små och medelstora sfäriska axialrullagren i serie 293 och 294 finns i utförande SKF Explorer.

I produkttabellerna är beteckningarna för lager i utförande SKF Explorer tryckta i blå färg.

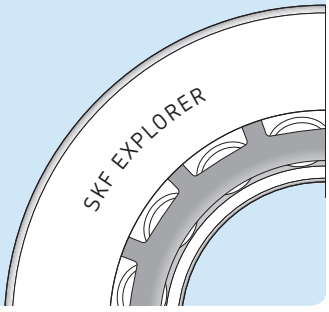
Produktbeteckningar

Lager i utförande SKF Explorer har samma beteckningar som tidigare standardlager, t.ex. 29330 E. Varje enskilt lager och tillhörande kartong är emellertid märkt ”SKF EXPLORER”.

Den enastående prestandan hos sfäriska axialrullager i utförande SKF Explorer kan utnyttjas på olika sätt beroende på applikationskraven

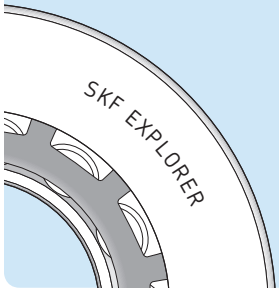
Öka brukbarhetstiden i befintliga konstruktioner
Byt ut befintligt lager mot ett lager i utförande SKF Explorer i samma storlek för att

- öka brukbarhetstiden
- öka maskinens driftstid
- öka säkerhetsfaktorn
- minska underhållskostnaderna.



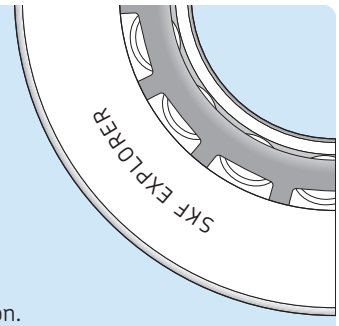
Oförändrat effektuttag i nya konstruktioner
Använd ett mindre lager i utförande SKF Explorer för att

- minska maskinens totala mått för att spara in på materialkostnader och vikt
- öka varvtalet
- uppnå jämnare och tystare gång
- minska friktion och energiförbrukning
- minska smöjmedelsåtgången.



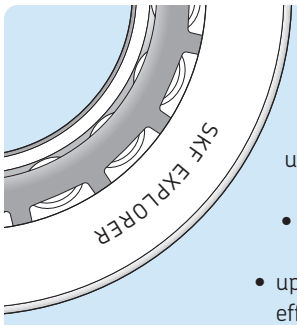
Öka effektuttaget i befintliga konstruktioner
Byt ut ett befintligt lager mot ett i utförande SKF Explorer i samma storlek och bibehåll driftstiden för maskinen för att

- öka effekttätheten (uteffekten)
- öka belastningen
- undvika kostsam omkonstruktion.



Ökad effekttäthet i nya konstruktioner
Använd ett lager med lägre sektionshöjd och samma ytterdiameter i utförande SKF Explorer för att

- kunna välja en starkare axel eller en ihålig axel
- uppnå en styvare och mer kostnadseffektiv konstruktion
- förlänga systemlivslängden genom högre styvhet.



När stora kombinerade belastningar ska överföras

Lång brukbarhetstid, hög driftsäkerhet, minskat underhållsbehov och möjlighet till mindre dimensioner är alla typiska fördelar med sfäriska axialrullager i utförande SKF Explorer.

Dessutom gör förmågan att ta upp mycket stora axialbelastningar eller stora kombinerade belastningar SKF sfäriska axialrullager oumbärliga i många applikationer.

SKF sfäriska axialrullager används ofta i industrierna som listas nedan. Vidare kan nämnas broar, kranar, vindturbiner, hydraulmotorer, elmotorer och robotar.

Industrisegment
- Metallbearbetning
- Plast
- Marin teknik
- Industriella växellådor
- Papper och pappersmassa
- Materialhantering
- Flödesmaskiner
- Gruvor och anläggning

Krav
- Driftsäkerhet
- Lång brukbarhetstid
- Stor bärförmåga
- Okänslig för snedställning
- Minimalt underhållsbehov
- Låga driftskostnader
- Teknisk support

Lösning

© Great Lakes Group, Cleveland, Ohio

Val av lagerstorlek

Lagerlivslängd

Förbättringarna av sfäriska axialrullager i utförande SKF Explorer som ger förlängd livslängd är lättast att förstå med hjälp av ekvationen för SKF nominell livslängd. Den bygger vidare på Lundbergs och Palmgrens teori om utmattningslivslängd och kan bättre förutsäga lagers livslängd. Ekvationen presenterades första gången 1989. För rullager gäller

$$L_{nm} = a_1\, a_{SKF}\, L_{10}$$

eller

$$L_{nm} = a_1\, a_{SKF} \left(\frac{C}{P}\right)^{10/3}$$

Om varvtalet är konstant är det ofta lämpligt att uttrycka livslängden som antalet driftstimmar med

$$L_{nmh} = a_1\, a_{SKF} \frac{1\,000\,000}{60\,n} \left(\frac{C}{P}\right)^{10/3}$$

där

L_{nm} = SKF nominell livslängd (vid tillförlitligheten 100 – n[1] %), miljoner varv
L_{nmh} = SKF nominell livslängd (vid tillförlitligheten 100 – n[1] %), driftstimmar
L_{10} = nominell livslängd (vid tillförlitligheten 90 %), miljoner varv
a_1 = faktor för tillförlitlighet (→ **tabell 1**)
a_{SKF} = SKF livslängdsfaktor (→ **diagram 1**)
C = dynamiskt bärighetstal, kN
P = ekvivalent dynamisk lagerbelastning, kN
n = varvtal, r/min

[1] Faktorn n representerar sannolikheten för att en lagerskada ska inträffa, dvs. skillnaden mellan erforderlig driftsäkerhet och 100 %.

Faktorn $_a$SKF

Faktorn a_{SKF} representerar ett mycket komplext förhållande mellan belastning, förorening och smörjning. Värdena för a_{SKF} kan erhållas ur **diagram 1** för olika värden på η_c (P_u/P) och κ, där

η_c = faktor för föroreningsnivå
P_u = lagrets utmattningsbelastning
P = ekvivalent dynamisk lagerbelastning
κ = smörjmedlets viskositetsförhållande

Diagram 1 gäller smörjmedel utan EP-tillsatser. För sfäriska axialrullager som ej är i utförtande SKF Explorer ska värdena i svart färg på x-axeln användas. För SKF Explorer-lager ska värdena i blå färg användas. För sfäriska axialrullager i utförande SKF Explorer har det visat sig lämpligt att multiplicera η_c (P_u/P) med faktorn 1,4 som ett uttryck för dessa lagers förlängda livslängd och värdena i blått motsvarar denna korrigering.

Detaljerad information finns i SKFs huvudkatalog och SKF Interactive Engineering Catalogue online på www.skf.com.

Ekvivalent dynamisk lagerbelastning

Vanligtvis är ett sfäriskt axialrullager inbyggt så att axial- och radialkast inte påverkar belastningsfördelningen i lagret. För dynamiskt belastade sfäriska axialrullager gäller då, förutsatt att $F_r \leq 0{,}55\ F_a$

Tabell 1

Värdena för faktorn a_1

Tillförlitlighet %	Sannolikhet för lagerskada n %	SKF nominell livslängd L_{nm}	Faktor a_1
90	10	L_{10m}	1
95	5	L_{5m}	0,62
96	4	L_{4m}	0,53
97	3	L_{3m}	0,44
98	2	L_{2m}	0,33
99	1	L_{1m}	0,21

$$P = 0{,}88\,(F_a + 1{,}2\,F_r)$$

När axial- och radialkast i inbyggnaden påverkar belastningsfördelningen i det sfäriska axialrullagret gäller, förutsatt att $F_r \leq 0{,}55\ F_a$

$$P = F_a + 1{,}2\,F_r$$

Om $F_r > 0{,}55\ F_a$, kontakta SKFs inbyggnadstekniska service.

Ekvivalent statisk lagerbelastning

För statiskt belastade sfäriska axialrullager, förutsatt att $F_r \leq 0{,}55\ F_a$,

$$P_0 = F_a + 2{,}7\,F_r$$

Om $F_r > 0{,}55\ F_a$, kontakta SKFs inbyggnadstekniska service.

Lagerarrangemang med axialbelastningar som verkar i båda riktningarna

Informationen ovan gäller för ett ensamt lager, men när axialbelastningen växlar riktning måste två lager användas, vanligen två sfäriska axialrullager monterade i O- eller X-anordning. I vissa fall överförs radialbelastningen av ett separat radiallager. De sfäriska axialrullagren är då radiellt frigående och förspända med fjädrar (→ **fig. 4**, **sidan 15**) för att garantera att lagret, som för tillfället är obelastat, belastas med den minsta tillåtna axialbelastningen (→ avsnittet "Lagerdata – allmänt", som börjar på **sidan 34**).

I sådana fall beräknas den ekvivalenta lagerbelastningen separat för varje lager, på samma sätt som för enstaka lager. Livslängden för lagerparet beräknas sedan som en systemlivslängd.

Radiella belastningar

Då löpbanorna bildar en viss vinkel mot lagrets centrumlinje uppstår en axialkraft när ett sfäriskt axialrullager utsätts för en radialbelastning.

I fall där lagren är radiellt styrande och utsätts för kombinerade belastningar med $F_r > 0{,}55\ F_a$ måste denna interna axialbelastning beaktas vid beräkningen av ekvivalent belastning för varje lager.

För att beräkna den ekvivalenta belastningen i sådana fall, kontakta SKFs inbyggnadstekniska service.

Lager i utförande SKF Explorer jämfört med tidigare SKF-lager

De prestandaförbättringar som ingår i sfäriska axialrullager i utförande SKF Explorer illustreras bäst av en jämförande livslängdsberäkning.

Exempel

Driftsförhållandena för ett 29332 E-lager i tidigare standardversion och och ett lager i utförande SKF Explorer är

- ekvivalent dynamisk lagerbelastning
  P = 126 kN
- viskositetsförhållande $\kappa = 2$
- föroreningsfaktor $\eta_c = 0{,}4$.

Katalogdata

- Tidigare standardlager
  - dynamiskt bärighetstal
    C = 1 010 kN
  - utmattningsbelastning
    P_u = 375 kN
- Lager i utförande SKF Explorer
  - dynamiskt bärighetstal
    C = 1 180 kN
  - utmattningsbelastning
    P_u = 375 kN

Därefter beräknas livslängden för de båda lagren.

Tidigare standardlager

För $\eta_c\ (P_u/P) = 0{,}4\ (375/126) = 1{,}2$ och med hjälp av de svarta värdena på x-axeln i **diagram 1** och $\kappa = 2$ erhålls

$a_{SKF} = 3{,}0$

så att livslängden blir

$L_{10m} = a_{SKF}\ (C/P)^{10/3} = 3{,}0\ (1\ 010/126)^{10/3}$

L_{10m} = 3 090 miljoner varv

Lager i utförande SKF Explorer

För $\eta_c\ (P_u/P) = 0{,}4\ (375/126) = 1{,}2$ och med hjälp av de blå värdena på x-axeln i **diagram 1** och $\kappa = 2$ erhålls

$a_{SKF} = 5{,}5$

så att livslängden blir

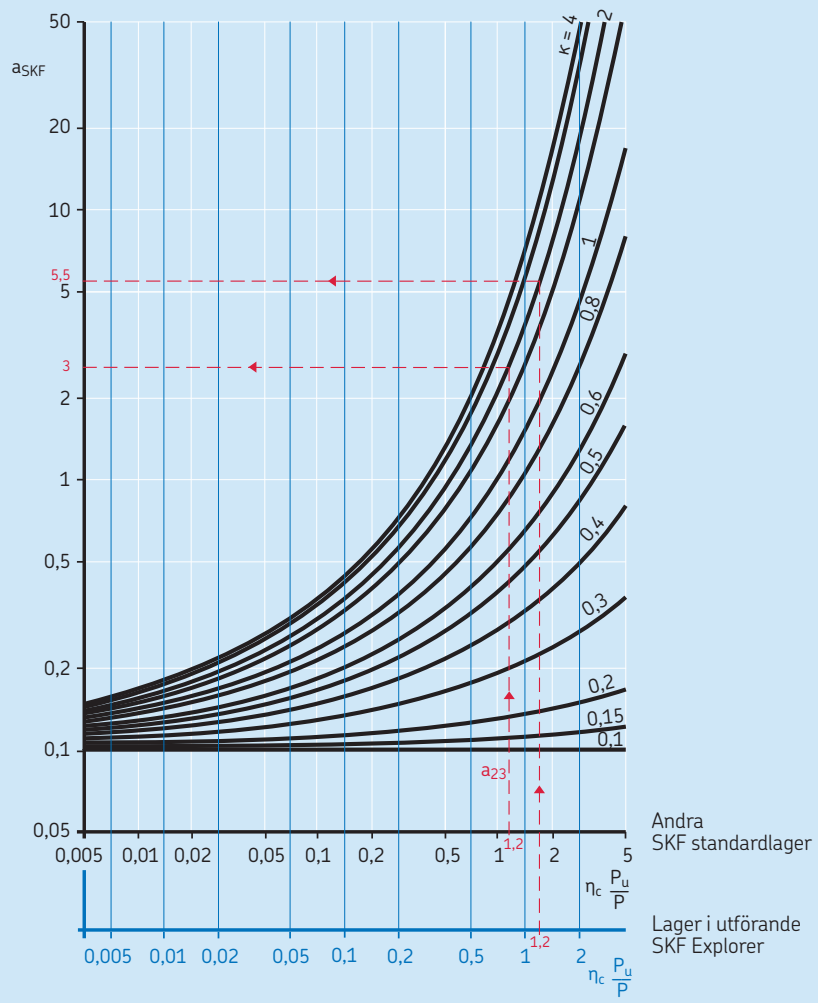
$L_{10m} = a_{SKF}\ (C/P)^{10/3} = 5{,}5\ (1\ 180/126)^{10/3}$

L_{10m} = 9 520 miljoner varv

I detta fall visar sig livslängden för ett lager i utförande SKF Explorer, i jämförelse med motsvarande tidigare standardlager, vara 9 520/3 090 = 3,08 eller tre gånger längre.

Diagram 1

Faktorn a_{SKF} för sfäriska axialrullager



Om $\kappa > 4$, använd kurvan för $\kappa = 4$.
Då värdet för $\eta_c\ (P_u/P)$ går mot noll går a_{SKF} mot 0,1 för alla värden för κ.

Konstruktion av lagerarrangemang

Enkelverkande axiallagringar

Ett sfäriskt axialrullager kan tillsammans med ett radiallager bära en axel när

- axialbelastningen endast verkar i en riktning
- den totala axialbelastningen på lagret aldrig understiger minsta tillåtna axialbelastning (→ **sidan 35**).

Det sfäriska axialrullagret styr axeln radiellt och axiellt i en riktning (→ **fig. 1**). Ett radiallager ger radiell styrning i axelns andra ände.

I fall där axeln stöds av två radiallager måste det sfäriska axialrullagret vara radiellt frigående. Om axialbelastningen kan bli lägre än den erforderliga minsta belastningen ska det sfäriska axialrullagret förspännas med fjädrar (→ **fig. 2**).

För mycket stora axialbelastningar kan tandemanordning tillämpas för att fördela belastningen mellan två lager (→ **fig. 7**, **sidan 22**).

Dubbelverkande axiallagringar

Två sfäriska axialrullager monterade i par, för axialbelastningar i båda riktningarna, kan monteras i X-anordning eller O-anordning för att eliminera behovet av ett radiallager. Genom att inget radiallager behövs undviker man de problem med nötning och gnuggning som lätt uppstår vid konflikter mellan radiallagret och axiallagret.

Utan fjäderförspänning

SKF sfäriska axialrullager som arbetar vid medelhöga varvtal kan monteras parvis för att styra axeln både axiellt och radiellt, utan axiell fjäderförspänning.

Liksom koniska rullager kan SKF sfäriska axialrullager monteras med fast passning i lagerhuset, för att undvika passningsrost, som annars skulle leda till slitage.

Värden för tillåtet axialglapp anges i avsnittet "Axialglapp och förspänning", som börjar på **sidan 16**.

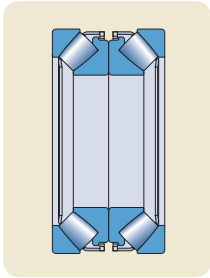
Dubbelverkande lagerarrangemang med sfäriska axialrullager, vilka har axiellt glapp, ska ha ett inre konstruktivt utförande som anges med efterbeteckningen VU029.

Med fjäderförspänning

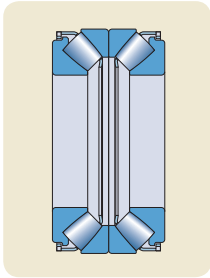
SKF sfäriska axialrullager som arbetar vid höga varvtal ska fjäderförspännas, för att säkerställa erforderlig minsta belastning och förebygga smetning (→ **fig. 3**).

Fjäderförspända arrangemang kan vara antingen radiellt styrande eller radiellt frigående.

När axiallagringarna är radiellt frigående måste ett annat lager användas för den radiella styrningen. Axiallagrets husbrickor måste då byggas in, med tillräckligt radiellt spel i huset, så att ingen radialbelastning kan verka på axiallagret (→ **fig. 3**).



X-anordning



O-anordning

För den tillåtna snedställningen på ett fåtal milliradianer kan följande regler tillämpas

- radiellt spel $\Delta_h \geq 0{,}5$ mm när $D \leq 250$ mm
- radiellt spel $\Delta_h \geq 0{,}002\ D$ när $D > 250$ mm.

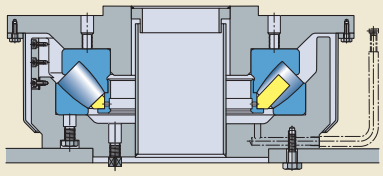
Om maximal snedställningsvinkel är känd kan erforderligt minsta radiellt spel i lagerhuset för varje axiallager (→ **fig. 4**) beräknas mera noggrant enligt

$$\Delta_h > 2\ L_1 \sin\gamma_s + \Delta_{oc}$$

$$\Delta_h > 2\ L_2 \sin\gamma_s + \Delta_{oc}$$

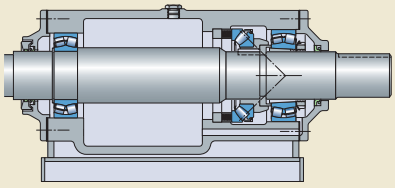
Enkelverkande axiallagring för kombinerad belastning med ett enda sfäriskt axialrullager

Fig. 1



Enkelverkande axiallagring med ett fjäderförspänt sfäriskt axialrullager och två radiallager

Fig. 2



Dubbelverkande fjäderförspänd axiallagring – de sfäriska axialrullagren är radiellt frigående

Fig. 3

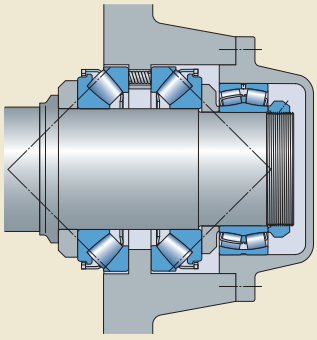
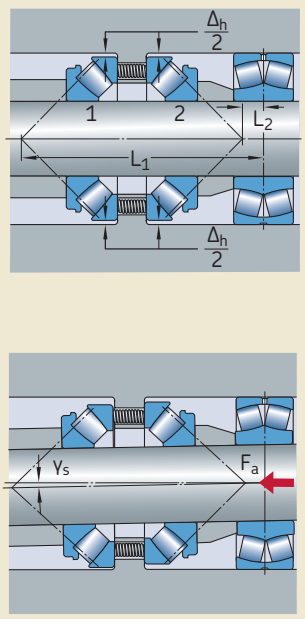
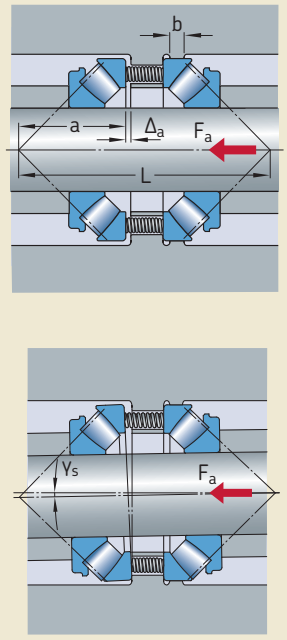


Fig. 4



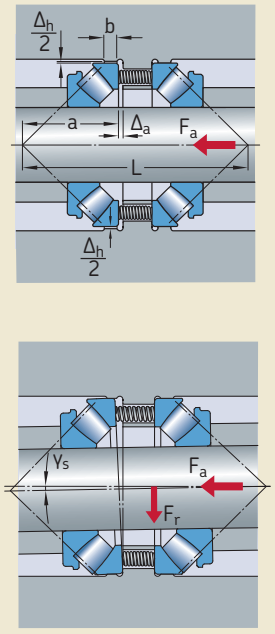
Dubbelverkande, fjäderförspänd axiallagring, med de sfäriska axialrullagren radiellt frigående

Fig. 5



Dubbelverkande, fjäderförspänd lagring med sfäriska axialrullager, där det ena lagret är radiellt frigående och det andra tar upp den radiella belastningen

Fig. 6



Dubbelverkande, fjäderförspänd lagring med sfäriska axialrullager där båda lagren kan ta upp den radiella belastningen

där

Δ_h = minsta radiellt spel mellan lager och hus, mm

L_1 = avstånd mellan radiallagrets centrum och tryckcentrum för axiallagret 1, mm

L_2 = avstånd mellan radiallagrets centrum och tryckcentrum för axiallagret 2, mm

γ_s = axelns snedställningsvinkel, rad

Δ_{oc} = summan av radialglapp och lös passning i huset för radiallager, mm

Fjäderförspänning med ett lager radiellt styrande och ett radiellt frigående

Arrangemang där det axiellt belastade lagret är radiellt styrande och det andra är radiellt frigående förekommer ofta (→ **fig. 5**).

Ett motstående sfäriskt axialrullager, med radiellt spel i lagerhuset, tillåter en hög grad av snedställning, vilket gör det möjligt att utnyttja ett lagerpars självinställande egenskaper.

Eftersom husbrickan stöds av fjädrar kommer den att luta, men det uppstår ingen glidrörelse eller nötning mellan bricka och hus. Det är emellertid viktigt att det radiella spelet i lagerhuset är så stort att brickan inte kan komma i kontakt med huset. Om det axiella spelet Δ_a i lagerhuset är känt uppgår tillåten snedställning till

$$\gamma_s = \frac{2\,\Delta_a\,a}{L\,D}$$

där

γ_s = axelns snedställningsvinkel, rad

Δ_a = axiellt spel i huset, mm

a = avstånd mellan tryckcentrum och husbrickans sidplan på det obelastade lagret, mm

L = avstånd mellan lagrens tryckcentrum, mm

D = husbrickans ytterdiameter, mm

Ekvationen ovan gäller för både O-anordning och X-anordning. För att fastställa nödvändigt radiellt spel kan ovanstående ekvation för Δ_h användas om man utelämnar Δ_{oc}.

Fjäderförspänning när båda lagren är radiellt styrande

Om båda lagren är radiellt styrande uppnås en effektiv och konfliktfri centrering av axeln, därför att det axiellt belastade lagret även tar upp radialbelastningen (→ **fig. 6**).

Om axialglapp och radiellt spel väljs i enlighet med följande regler kommer lagerarrangemanget att kunna ta upp snedställning utan att lagerbelastningarna ökar.

I detta fall sker den nödvändiga radiella rörelsen hos det minst belastade lagret genom lutning av husbrickan snarare än genom radiell rörelse i lagerhuset.

Erforderligt axiellt spel i huset för en given snedställning av axeln beräknas enligt följande

$$\Delta_a = \frac{\gamma_s\,L\,D}{2\,a}$$

Motsvarande erforderligt radiellt spel i huset är

$$\Delta_h = \frac{\gamma_s\,L}{a}\left(\frac{\gamma_s\,L\,D}{2\,a} + b\right)$$

där

b = bredd hos radiellt stöd, mm

Axialglapp och förspänning

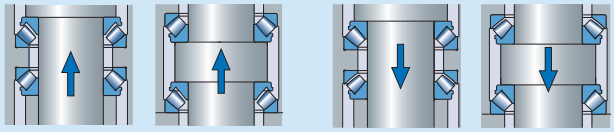
Beroende på applikationen kan de sfäriska axialrullagren i ett lagerarrangemang ha ett axialglapp eller en förspänning under drift.

När en vertikal inbyggnad består av ett ensamt sfäriskt axialrullager fungerar belastningen från axelns massa som en förspänning på det sfäriska axialrullagret och styr axeln radiellt och axiellt i en riktning (→ **fig. 1**, **sidan 14**).

Radiallagret vid axelns andra ände måste ha en viss axiell rörelsefrihet för att kunna ta upp axelns termiska längdändringar.

I applikationer där axeln stöds av två radiallager måste det sfäriska axialrullagret monteras radiellt frigående. Om axialbelastningen kan bli lägre än den erforderliga minsta belastningen ska lagret förspännas med fjädrar (→ **fig. 2**, **sidan 14**).

Tabell 1

Serie	Δ_a/H[1] Horisontell axel	Vertikal axel	
			
		Obelastad husbricka[2] – riktad nedåt	Obelastad husbricka – riktad uppåt
292	0,0012	0,0022	0
293	0,0010	0,0026	0,0001
294	0,0026	0,0038	0,0004

[1] Δ_a = återstående axialglapp efter montering, mm
H = höjd hos ett lager, mm

[2] Om $F_r > 0{,}64\ F_a$ gäller reglerna för obelastad husbricka riktad uppåt, förutsatt att axeln är vertikal. De angivna värdena måste emellertid multipliceras med faktorn två eftersom lagerglappet, under radialbelastning, delas lika mellan lagren. Med det arrangemang som beskrivs i avsnittet "Lagerarrangemang med ett sfäriskt axialrullager i kombination med ett axialkullager" (→ **fig. 9**, **sidan 23**) gäller värdena under rubriken Vertikal axel – riktad nedåt.

Rekommendationer för maximalt axialglapp i förhållande till lagerhöjd vid dubbelverkande axiallagringar utan fjäderförspänning – två sfäriska axialrullager på en horisontell eller vertikal axel.

Axialglapp

Eftersom det sfäriska axialrullagret är isärtagbart kan axialglappet fastställas först efter montering. Det bestäms av lagrets ansättning mot ett andra lager som ger styrning i motsatt riktning.

Dubbelverkande axiallagringar med två sfäriska axialrullager på en horisontell eller vertikal axel

För lagerarrangemang utan fjäderbelastning som arbetar vid medelhögt varvtal visas rekommenderade maximala axialglapp, efter montering, i förhållande till lagerhöjden i **tabell 1**.

Förändringar av lagerglapp till följd av temperaturskillnader

Generellt gäller att axeln och axelbrickorna har en högre driftstemperatur än lagerhuset och husbrickorna. Denna temperaturskillnad påverkar lagrets driftsglapp.

För lagringar med X-anordning kommer såväl radiell som axiell expansion att minska lagerglappet.

Vid O-anordning medför radiell expansion att glappet minskar, medan axiell expansion ökar glappet i lagret. Genom att välja ett specifikt lageravstånd kommer radiell och axiell expansion att ta ut varandra, så att glappet inte påverkas i någon större grad.

Axiell förspänning

I vissa applikationer utnyttjas axiell förspänning för att öka lagerarrangemangets styvhet, axelstyrningens noggrannhet eller lagrens brukbarhetstid. I andra applikationer utnyttjas förspänningen för att säkerställa att erforderlig minimibelastning uppnås, så att lagerskador till följd av att rullarna glider på löpbanorna undviks.

Bestämning av förspänning

Förspänning uttrycks antingen som en kraft eller som en förflyttning.

Erfarenhetsmässiga värden för optimal förspänningskraft kan erhållas från beprövade konstruktioner och kan tillämpas på liknande konstruktioner. För nya konstruktioner rekommenderar SKF att förspänningskraften beräknas och, om möjligt, att beräkningarna verifieras genom provning. Beräkningens tillförlitlighet beror på hur väl antagandena om temperaturförhållandena under drift och om de anslutande delarnas elastiska egenskaper – i synnerhet lagerhusets – stämmer med de verkliga förhållandena.

När förspänningen vid monteringen ska fastställas måste först den förspänningskraft som fordras under drift för optimal kombination av styvhet, lagrets brukbarhetstid och driftsäkerhet beräknas. Därefter kan monteringsförspänningen i kallt tillstånd beräknas. Rätt förspänning inom det aktuella driftstemperaturområdet beror på lagrets belastning. För ett sfäriskt axialrullager som utsätts för en radialbelastning kommer en kraft i axiell riktning att uppstå i lagret. Denna kraft måste tas upp av ett annat lager som är vänt i motsatt riktning och ska beaktas när förspänningskraften beräknas (→ avsnittet "Radialbelastningar" på **sidan 13**).

För fjäderförspända sfäriska axialrullager måste summan av fjäderkrafter och eventuell belastning från en vertikal axels massa fastställas, så att belastningen på lagret alltid är lika med eller större än minsta tillåtna axialbelastning. Fyra fjädrar kan användas för mindre lager, men antalet måste ökas vid större lager, för att ge tillräckligt stöd och förhindra deformation av husbrickan

För att fastställa rätt värde för förspänningskraften och rätt antal förspänningsfjädrar, kontakta SKFs inbyggnadstekniska service.

Inställning av axialglapp och förspänning

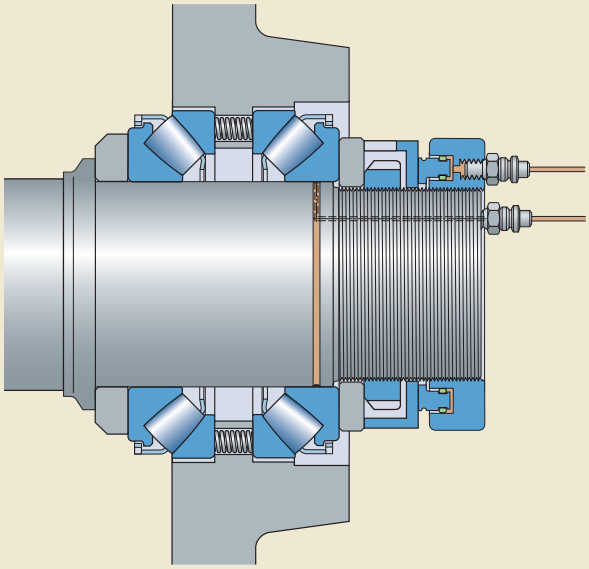
Vid X-anordning justeras glappet eller förspänningen genom förskjutning av husbrickorna, som oftast har lös passning och därför är enkla att flytta. Önskad position uppnås genom att man placerar shims mellan hus och lock.

Vid O-anordning kan axelbrickan, som oftast har fast passning, vara svår att flytta till rätt position. Här kan inställningen underlättas med hjälp av SKFs tryckoljemetod.

Vid förspänning kan tryckoljemetoden i kombination med en hydraulisk HMV-mutter av typ E användas (→ **fig. 7**). När brickan har varmmonterats nära sitt korrekta läge anbringas förspänningskraften på axelbrickan, med hjälp av ett specificerat oljetryck i hydraulmuttern, medan tryckolja injiceras mellan bricka och axel. Därmed skjuts brickan till rätt läge. Förspänningen från hydraulmuttern måste upprätthållas tills trycket på den injicerade oljan har avlastats och brickan har uppnått fullständigt fast passning på axeln.

För att tryckoljemetoden ska kunna användas måste dock axeln förberedas med kanaler och spår (→ avsnittet "Demontering", som börjar på **sidan 30**).

Fig. 7



Inställning av erforderlig förspänning med hjälp av tryckoljemetoden och en SKF hydraulmutter

Lagerarrangemang för höga varvtal

SKF sfäriska axialrullager har en inbyggd förmåga att klara höga varvtal. Med vissa modifieringar av den inre konstruktionen och med speciella försiktighetsåtgärder beträffande smörjning, kylning och förspänning, går det att använda lagren vid varvtal som är upp till tre gånger större än referensvarvtalet enligt katalog (cirka 1,5 gånger gränsvarvtalet).

Ett lagerarrangemang för en skivraffinör med mycket högt varvtal visas i **fig. 8**.

I denna inbyggnad delas en mycket stor axialbelastning lika mellan två sfäriska axialrullager i tandemanordning, med förspänning applicerad av två hydraulkolvar. Före konstruktion eller drift av maskiner med varvtal högre än det termiska referensvarvtalet, kontakta SKFs inbyggnadstekniska service.

Lagerarrangemang för låga varvtal

I applikationer som vertikala luftförvärmare och strängsprutningsmaskiner kan varvtal så låga som 0,5 till 5 r/min förekomma i kombination med belastningar upp till $P = 0{,}1\ C_0$. Högviskösa oljor med tillsatser har visat sig fungera bra för denna typ av applikationer. För ytterligare information, kontakta SKFs inbyggnadstekniska service.

Inbyggnader med låga varvtal såsom lager i broar och centrumlager i kranar betraktas som statiska och lagren ska beräknas med en statisk säkerhetsfaktor $s_0 \approx 4$ eller större.

Styvhet

Vissa maskiner kräver styvare lagerarrangemang än andra. För att uppfylla dessa olika krav kan SKF sfäriska axialrullager arrangeras för olika grader av styvhet.

Vid O-anordning är lagrens tryckcentrum placerade så långt ifrån varandra att det blir ett mycket styvt arrangemang, som kan ta upp böjande moment såväl som axial- och radialbelastningar (→ **fig. 9**).

X-anordningen är inte så styv på grund av det kortare avståndet mellan tryckcentrum. Den är emellertid lika styv med avseende på axial- och radialbelastningar (→ **fig. 10**).

Vid X-anordning kan lagren placeras så deras tryckcentrum sammanfaller och hela lagerarrangemanget blir självinställande, men med lika hög styvhet i både axiell och radiell riktning.

Utformning av anslutande delar

Stöd för lagerbrickor

För optimala lagerprestanda vid stora axialbelastningar är det avgörande att lagret har stöd som är tillräckligt kraftiga för att undvika deformation av lagerbrickorna.

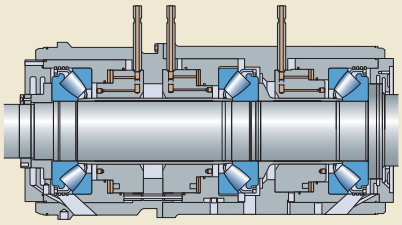
Inbyggnadsmåtten $d_{a\ min}$ och $D_{a\ max}$ som anges i produkttabellen som börjar på **sidan 36**, gäller för axiella lagerbelastningar $F_a \leq 0{,}1\ C_0$.

Om lagret utsätts för större belastningar kan det vara nödvändigt att ge lagerbrickorna stöd över hela sin bredd ($d_a = d_1$ och $D_a = D_1$). Vid stora belastningar, $P > 0{,}1\ C_0$, måste axelbrickans innerdiameter ha fullt radiellt stöd av axeln, helst med en fast passning. Även husbrickan ska ha radiellt stöd (→ **fig. 11**).

För ytterligare information om dimensionering av stöd för lagerbrickor, kontakta SKFs inbyggnadstekniska service.

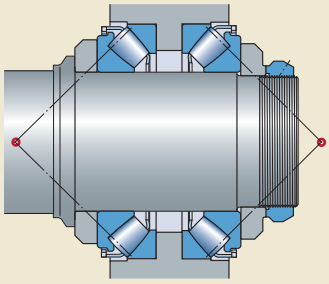
Arrangemang med SKF sfäriska axialrullager, smorda med cirkulerande olja, för en skivraffinör med mycket högt varvtal

Fig. 8



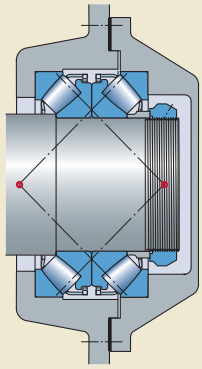
O-anordningar ger mycket hög styvhet

Fig. 9



X-anordningar ger hög styvhet

Fig. 10



Tätningar

Ett lagers brukbarhetstid beror i hög grad på hur effektiva tätningarna är. Tätningar hindrar föroreningar att tränga in och håller kvar smörjmedlet inne i lagringen.

Valet av tätningstyp beror på driftsförhållanden och miljöaspekter som

- typ av smörjmedel
- glidhastigheten hos tätningsytan
- vertikal eller horisontell axel
- grad av snedställning
- typ av föroreningar
- termiska förhållanden.

Detaljerad information om val av tätningstyp finns i SKFs katalog ”Industrial shaft seals”.

Tätningar för fettsmörjning

Smörjfett är relativt enkelt att hålla kvar i lagerarrangemanget. Därför ställs generellt sett inte så stränga krav på tätningarna.

SKF radialtätningar utan spiralfjäder, typerna HM och HMA, är lämpliga vid låga glidhastigheter. Tätningarna ska vändas så att läpparna riktas mot lagret. V-ringstätningar eller fjäderbelastade radialtätningar, t.ex. utförandet CRW1, är lika lämpliga för att hålla kvar fett.

Om det krävs frekvent eftersmörjning bör åtminstone en av tätningarna vändas så att läppen pekar bort från lagret, så att överflödigt fett kan tränga ut via denna tätningsläpp.

Mera information om tätningsarrangemang finns i avsnittet “Fettsmörjning”, som börjar på **sidan 26**.

Tätningar för oljesmörjning

Smörjoljor är generellt sett svårare att hålla kvar i lagerarrangemanget än fetter. Därför används nästan uteslutande fjäderbelastade radialtätningar, t.ex. SKF-tätningar i utförandena CRW1, CRWH1, HMS4 eller HDS3. Normalt är det lämpligt att välja radialtätningar CRW1 med en hydrodynamiskt formad tätningsläpp, utförande SKF WAVE (→ **fig. 12**). Tätningsläppen SKF WAVE har en sinusformad kant som ger pumpverkan inåt mot lagret och utåt från det, oberoende av axelns rotationsriktning.

På grund av sin inre konstruktion ger sfäriska axialrullager upphov till en pumpverkan som ska beaktas vid val av tätningar (→ avsnittet ”Smörjning och underhåll”, som börjar på **sidan 24**).

Tätningar vid förorenad miljö

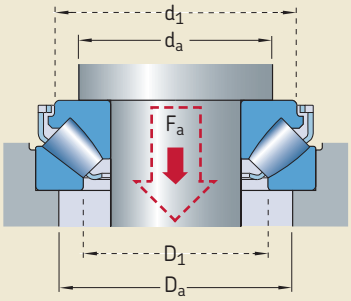
V-ringstätningar är mycket lämpliga för att utestänga föroreningar. De roterar med axeln, fungerar som avkastare och tätar mot en yta som är vinkelrät mot axeln (→ **fig. 13**).

Radialtätningar, dvs. CRW1-utföranden, som i första hand är avsedda att utestänga föroreningar, ska monteras med läppen vänd från lagret.

B

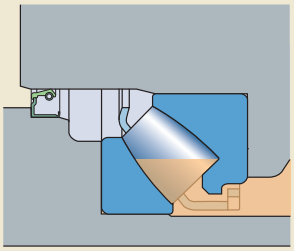
Axel- och husmått för att ge stöd åt lagerbrickor

Fig. 11



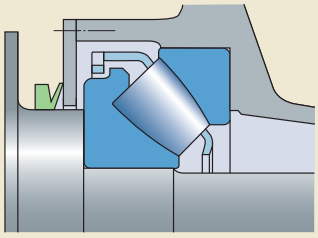
Radialtätning CRW1 med fjäderbelastad tätningsläpp, för oljesmorda lagerarrangemang

Fig. 12



V-ringstätningar är lämpliga för att hindra föroreningar från att tränga in till lagret

Fig. 13



Typiska lagerarrangemang

För att till fullo utnyttja egenskaperna hos sfäriska axialrullager måste de användas på rätt sätt. En av fördelarna med sfäriska axialrullager är att de kan ta upp både radial- och axialbelastningar. Därför väljs ofta ett ensamt sfäriskt axialrullager för att ta upp kombinerade belastningar.

Korrekt använt kommer lagret att fungera utmärkt så länge $F_r \leq 0{,}55\ F_a$. Om lagret måste ta upp stor radialbelastning, $F_r > 0{,}55\ F_a$, ska det kombineras med ett annat lager. Detta andra lager kan vara ett sfäriskt axialrullager, men även andra lagertyper kan användas. I applikationer där ett sfäriskt axialrullager är monterat radiellt frigående och axialbelastningarna kanske inte uppgår till erforderligt minimivärde måste fjädrar användas för att förspänna lagret.

Några typiska lagerarrangemang med sfäriska axialrullager visas nedan.

Enkelverkande axiallagringar

Lagerarrangemang med ett enda sfäriskt axialrullager, radiellt styrande på en vertikal axel

När ett sfäriskt axialrullager är axiellt belastat, åtminstone med den erforderliga minsta axialbelastningen, kan det användas som enda lager för att ta upp både radial- och axialbelastningar. (→ **fig. 1**). Lagret vid axelns andra ände ska däremot vara ett radiallager.

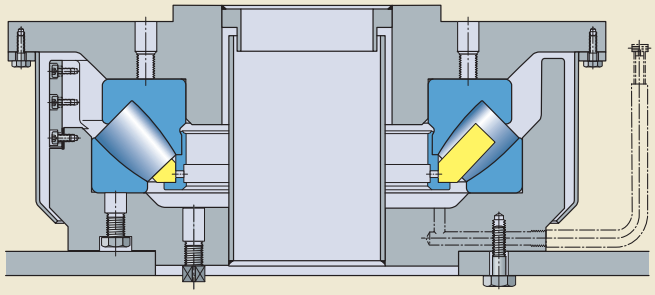
Detta arrangemang är lämpligt när axialbelastningen alltid verkar i en riktning. Typiska applikationer är elmotorer samt centrumlager i kranar och lager i broar.

Lagerarrangemang med ett enda sfäriskt axialrullager, radiellt frigående på en horisontell eller vertikal axel

I detta exempel är det sfäriska axialrullagret fjäderförspänt och bär den dominerande axialbelastningen. Axeln stöds av två radiallager varav ett är axiellt styrande i motsatt riktning (→ **fig. 2**). Detta arrangemang är lämpligt när axialbelastningen är stor i en riktning. Typiska applikationer är pinjonger, pumpar och fläktar.

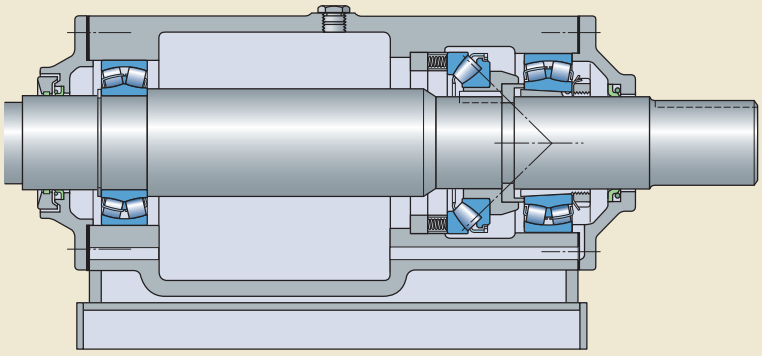
Lagerarrangemang med ett enda sfäriskt axialrullager, radiellt styrande på en vertikal axel

Fig. 1



Lagerarrangemang med ett enda sfäriskt axialrullager, radiellt frigående på en horisontell eller vertikal axel

Fig. 2



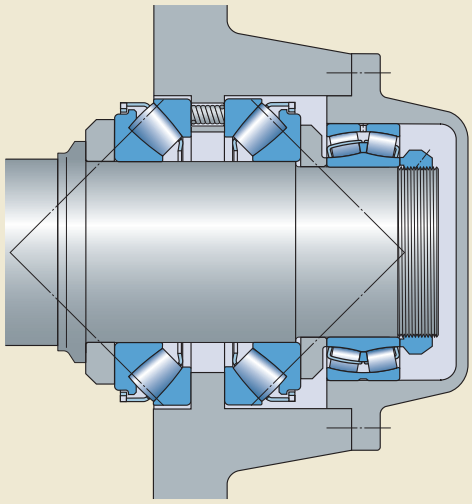
Dubbelverkande axiallagringar

Lagerarrangemang med två sfäriska axialrullager, radiellt frigående i O- eller X-anordning

Dessa lagerarrangemang kan ta upp axialbelastningar i båda riktningarna. Minsta tillåtna axialbelastning uppnås genom fjäderförspänning av husbrickorna. Radialbelastningarna tas upp av ett separat radiallager (→ **fig. 3**). Det frigående lagret i den andra änden av axeln ger endast radiellt stöd.

Detta arrangemang är lämpligt för axialbelastningar i båda riktningarna i kombination med stora radialbelastningar och relativt höga varvtal. Typiska applikationer är industriella växellådor och valsverk.

Fig. 3



Lagerarrangemang med två sfäriska axialrullager, radiellt frigående i O-anordning

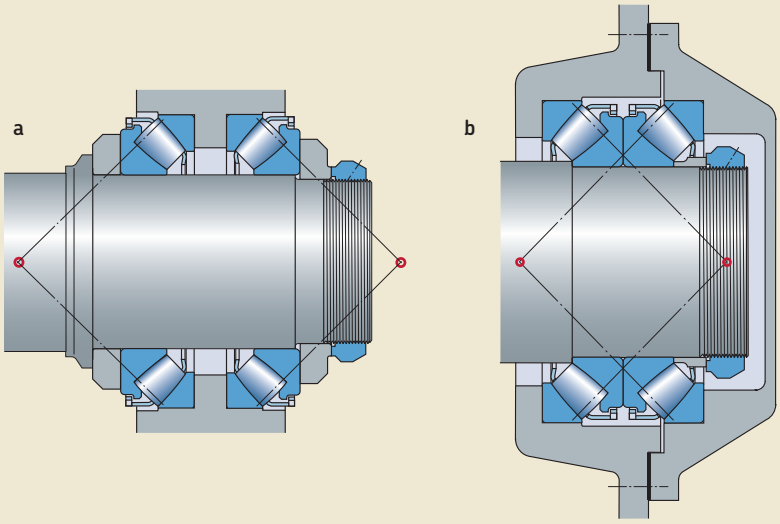
Lagerarrangemang med två sfäriska axialrullager, radiellt styrande i O- eller X-anordning

De båda lagrens husbrickor kan monteras med lös eller fast passning i huset. Lagren tar upp axialbelastningar i båda riktningarna i kombination med samtidigt verkande radialbelastningar. De monteras med ett visst inre axialglapp (→ **fig. 4**).

Det frigående lagret i den andra änden av axeln är ett radialrullager.

Detta arrangemang erbjuder en kompakt lösning för applikationer där det förekommer axialbelastningar i båda riktningarna med samtidigt verkande radialbelastningar. Arrangemanget är särskilt lämpligt för applikationer med medelhöga varvtal. Typiska applikationer är marina propelleraggregat och större elmotorer.

Fig. 4



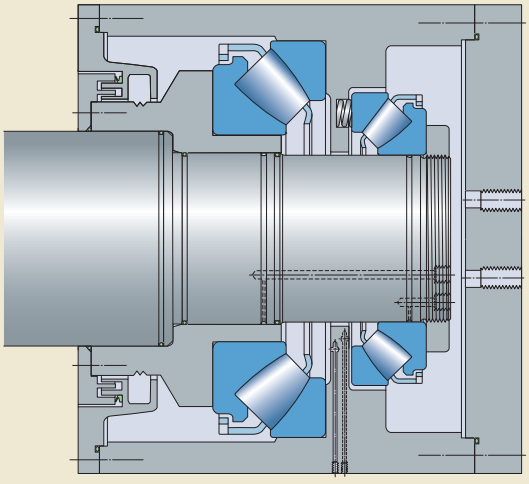
Lagerarrangemang med två sfäriska axialrullager, radiellt styrande i O-anordning (a) eller X-anordning (b)

Lagerarrangemang med två sfäriska axialrullager, ett som är radiellt styrande och ett radiellt frigående

Lager i detta arrangemang kan monteras i O-anordning (→ **fig. 5**) eller X-anordning. Det radiellt styrande lagret tar upp både axial- och radialbelastningar medan det andra fjäderbelastade lagret är radiellt frigående i huset. Det frigående lagret i den andra änden av axeln är ett radiallager.

Arrangemanget är lämpligt för radialbelastningar och stora axialbelastningar, som verkar i en riktning och där det endast tillfälligtvis uppstår liten axialbelastning i motsatt riktning. Detta arrangemang kan även användas för applikationer med relativt höga varvtal. Typiska applikationer är skivraffinörer och små horisontella vattenturbiner.

Fig. 5



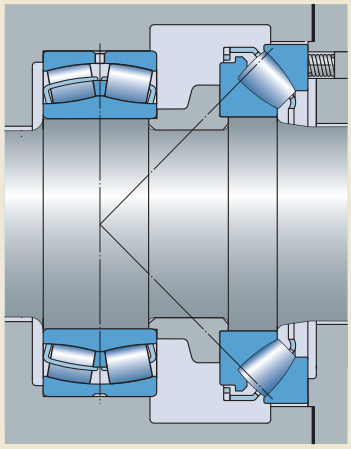
Lagerarrangemang med två sfäriska axialrullager, ett som är radiellt styrande och ett radiellt frigående

Lagerarrangemang, med ett sfäriskt axialrullager och ett sfäriskt rullager kombinerade så att de får ett gemensamt tryckcentrum

Lagren i detta arrangemang är monterade så att de får ett gemensamt tryckcentrum, vilket gör lagringen självinställande. Det sfäriska axialrullagret är radiellt frigående och kan endast ta upp axialbelastningar. Radialbelastningar tas upp av det sfäriska rullagret. Minsta tillåtna axialbelastning på det sfäriska axialrullagret uppnås genom fjäderbelastning av husbrickan (→ **fig. 6**). Det frigående lagret i den andra änden av axeln är ett radialrullager.

Arrangemanget är lämpligt för radialbelastningar och för stora axialbelastningar som verkar i en riktning och där det endast tillfälligtvis uppstår liten axialbelastning i motsatt riktning. Kan användas för applikationer med såväl låga som höga varvtal. Typiska applikationer är axiallagringar för propellrar, vattenjetaggregat och pumpar.

Fig. 6



Lagerarrangemang med ett sfäriskt axialrullager och ett sfäriskt rullager kombinerade så att de får ett gemensamt tryckcentrum

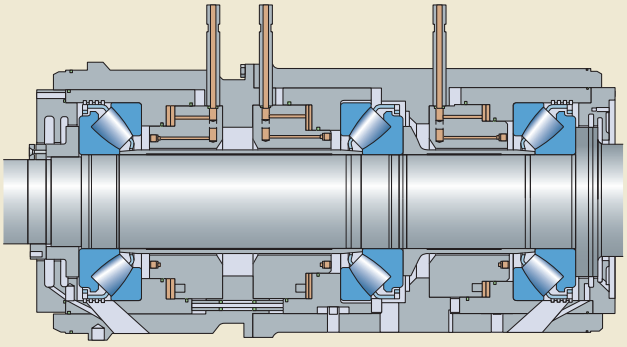
Lagerarrangemang med två sfäriska axialrullager i tandemanordning

När axialbelastningen är mycket stor kan två sfäriska axialrullager monteras i tandemanordning för att ta upp den dominerande axiella belastningen. Belastningen delas lika mellan de båda lagren med hjälp av en hydraulisk anordning med två kolvar. De sfäriska axialrullagren är radiellt frigående och axeln styrs radiellt av två radiallager.

Alternativt kan ett av lagren i tandemanordningen användas även för radiell styrning, tillsammans med ett tredje sfäriskt axialrullager som ger styrning i motsatt riktning (→ **fig. 7**).

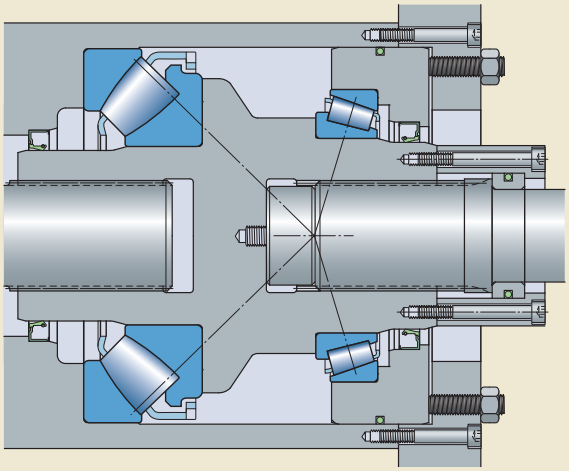
Detta arrangemang är lämpligt när axialbelastningen är mycket stor i en riktning. Typiska applikationer är spindelenheter och skivraffinörer.

Fig. 7



Lagerarrangemang med två sfäriska axialrullager i tandemanordning

Fig. 8



Lagerarrangemang med ett sfäriskt axialrullager i kombination med ett koniskt rullager

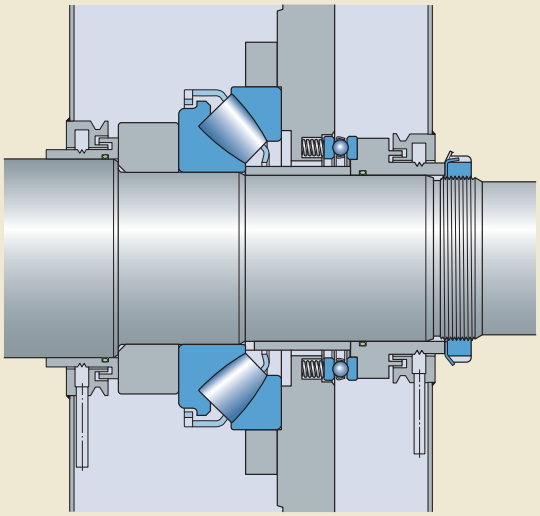
Lagerarrangemang med ett sfäriskt axialrullager i kombination med ett koniskt rullager

Båda lagren i detta arrangemang är radiellt styrande. De är monterade i X-anordning och inte förspända. Varje lager tar endast upp axialbelastning i en riktning. Lagret som för tillfället är axiellt belastat tar även upp den samtidigt verkande radialbelastningen (→ **fig. 8**). Om ett frigående lager behövs vid axelns andra ände ska detta vara ett radiallager.

Lagerarrangemanget är lämpligt för axialbelastningar i båda riktningarna i kombination med radialbelastningar. Den dominerande axialbelastningen tas upp av det sfäriska axialrullagret.

Typiska applikationer är hydraulmotorer och formsprutningsmaskiner.

Fig. 9



Lagerarrangemang med ett sfäriskt axialrullager i kombination med ett axialkullager

Lagerarrangemang med ett sfäriskt axialrullager i kombination med ett axialkullager

Det sfäriska axialrullagret i detta arrangemang är radiellt styrande och kan ta upp axial- och radialbelastningar. För att säkerställa att minsta tillåtna axialbelastning uppnås för det sfäriska axialrullagret ansätts ett axialkullager mot detta med hjälp av fjädrar(→ **fig. 9**). Det frigående lagret i den andra änden av axeln är ett radiallager.

Lagerarrangemanget är lämpligt för applikationer där det i huvudsak förekommer axialbelastningar i en riktning. Exempel på sådana applikationer är vattenturbiner och massakokare.

Smörjning och underhåll

Smörjmedel

Generellt rekommenderas att sfäriska axialrullager ska smörjas med olja eller fett, som innehåller EP-tillsatser.

Pumpverkan

Sfäriska axialrullager har, på grund av sin inre konstruktion, en pumpverkan som kan utnyttjas för att åstadkomma cirkulation av smörjoljan. Denna pumpverkan måste beaktas vid val av smörjmedel och tätningar (→ **diagram 1**).

Oljeviskositet

Valet av en olja eller ett fett baseras i första hand på den viskositet som fordras för att lagret ska få tillräcklig smörjning. Viskositeten hos ett smörjmedel är temperaturberoende och minskar med ökande temperatur. För att en tillräckligt tjock oljefilm ska kunna bildas mellan rullkroppar och löpbanor i kontaktområdet måste oljan ha en viss minsta viskositet vid normal arbetstemperatur.

För att fastställa lämplig smörjmedelsviskositet vid en viss driftstemperatur, använd informationen i SKFs huvudkatalog eller i SKF Interactive Engineering Catalogue online på www.skf.com.

Renlighet

Renlighet är mycket viktig för ett rullningslagers prestanda. Detta framgår av ekvationen för SKF nominell livslängd (→ avsnittet "Val av lagerstorlek", som börjar på **sidan 12**).

Oljesmörjning

Oljesmörjning är den vanligaste smörjmetoden för sfäriska axialrullager, särskilt i applikationer med statiska belastningsförhållanden, t.ex. centrumlagringar i broar, för att undvika skador från vibrationer när lagret inte roterar.

Oljebadssmörjning väljs när behovet av lagerkylning är måttligt.

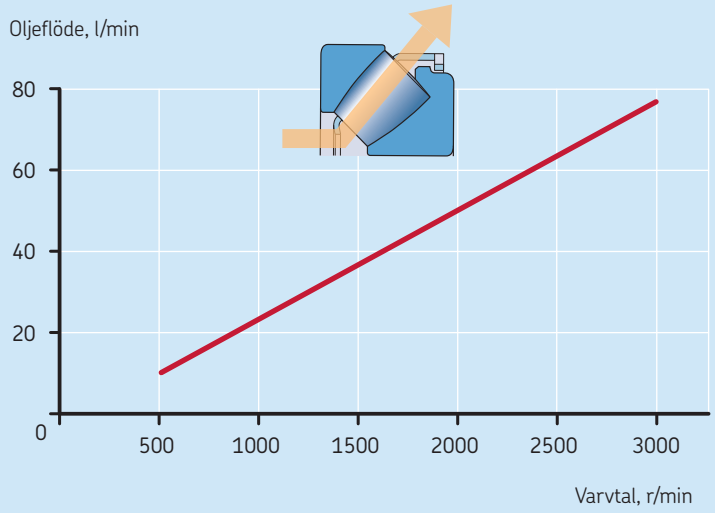
Oljecirkulationssmörjning väljs när driftstemperaturen är hög.

Oberoende av oljesmörjningsmetod måste det alltid finnas en kommunikationskanal mellan oljebehållarna på båda sidorna av lagret (→ **fig. 1**).

För information om lämpliga dimensioner för oljekanalen, kontakta SKFs inbyggnadstekniska service.

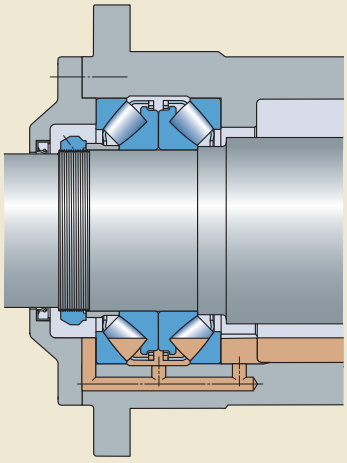
Pumpverkan i sfäriska axialrullager (lager 29420 E visas som exempel)

Diagram 1



En kommunikationskanal ger samma oljenivå på båda sidorna av lagren

Fig. 1



Oljebadsmörjning

Vid vertikal axel är oljebadsmörjning ett lämpligt val. Lagrets pumpverkan kan utnyttjas för att tvinga oljan genom lagret.

Oljenivåer

Rekommenderad oljenivå vid vertikal axel framgår av **fig. 2**.

För lager på horisontell axel ska oljenivån ligga på avståndet "a" från lagrets centrum (→ **fig. 3**).

$a = 0{,}5\ d_m \pm 2$ mm för $d < 200$ mm
$a = 0{,}5\ d_m + 0$ till $+ 5$ mm för $d \geq 200$ mm

där
d_m = lagrets medeldiameter
= 0,5 (d + D), mm
d = lagrets håldiameter, mm
D = lagrets ytterdiameter, mm

För applikationer med låga till medelhöga varvtal kan lagret emellertid tillåtas vara totalt nedsänkt i olja.

Oljecirkulationssmörjning

I många fall är pumpverkan från ett sfäriskt axialrullager tillräcklig för att åstadkomma en effektiv oljecirkulationssmörjning och kylning av lagret.

Om pumpverkan inte är tillräcklig kan det bli nödvändigt att cirkulera oljan med hjälp av en pump. Cirkulationsriktningen ska sammanfalla med pumpverkan i det sfäriska axialrullagret.

Ju högre driftstemperatur desto snabbare oxiderar smörjoljan. En ökning av lagertemperaturen betyder samtidigt att oljans viskositet minskar och att smörjfilmen blir tunnare.

Smörjning med cirkulerande olja förlänger intervallen mellan oljebytena.

För att förbättra renheten hos oljan ska denna passera ett filter innan den pumpas tillbaka in i lagret (→ **fig. 4**).

Kylning

Vid medelhöga varvtal kan ett enkelt kylsystem arrangeras genom en spiral av kylrör som byggs in i oljetanken. I applikationer med höga varvtal och i fall av hög omgivningstemperatur måste erforderligt oljeflöde för att upprätthålla en lämplig driftstemperatur uppskattas.

Effektiv kylning är viktig om sfäriska axialrullager ska arbeta vid höga varvtal.

Kylning kan uppnås med hjälp av en oljekylare i oljecirkulationssystemet (→ **fig. 4**).

För att fastställa nödvändigt oljeflöde, kontakta SKF inbyggnadstekniska service.

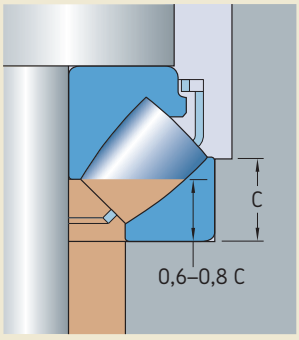
Värmning

När omgivningstemperaturen är låg, t.ex. vid bro- och kranlager, kan det vara nödvändigt att värma oljan för att den ska få lämplig viskositet för att kunna pumpas till lagren.

B

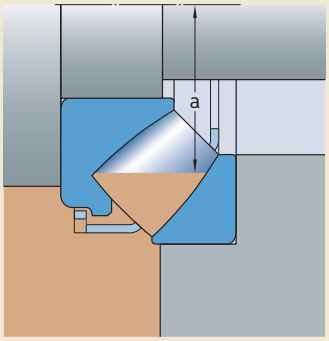
Rekommenderad oljenivå för applikationer med vertikal axel

Fig. 2



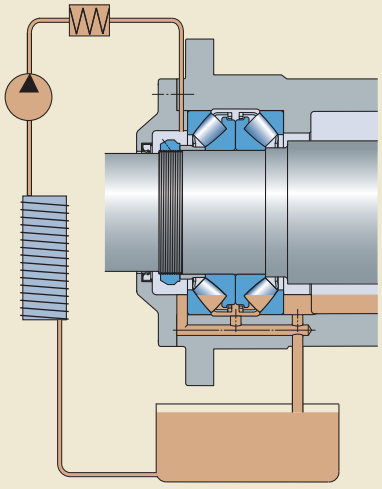
Rekommenderad oljenivå för applikationer med horisontell axel

Fig. 3



Oljecirkulationssystem med kylare och filter

Fig. 4



Fettsmörjning

Vid fettsmörjning måste kontakterna mellan rulländar och flänsen förses med tillräcklig mängd smörjmedel. Beroende på applikation uppnås detta bäst genom att lagret och lagerhuset fylls helt med fett före den första igångkörningen, varefter smörjningen följs upp med ett schema för regelbunden eftersmörjning.

Det är viktigt att överskottsfett kan lämna lagret (→ **fig. 5** och **6**).

Vertikal axel

För att hålla kvar fettet i ett lagerarrangemang med vertikal axel måste en radialtätning placeras under lagret. Fettkanalen placeras på samma sida som husbrickan (→ **fig. 5**).

Horisontell axel

Tätningsarrangemang vid horisontella axlar ska konstrueras så att färskt fett passerar genom lagret och förbrukat fett pressas ut på den sidan som axelbrickan sitter (→ **fig. 6**).

Lämpliga fetter

De lämpligaste SKF-fetterna för smörjning av sfäriska axialrullager visas i **tabell 1**. Tekniska specifikationer för dessa finns i **tabell 2**.

Eftersmörjningsintervall

För korrekt smörjning fordras eftersmörjning med regelbundna intervall. Var försiktig så att lagret inte får för mycket fett, då detta kan leda till ökad driftstemperatur.

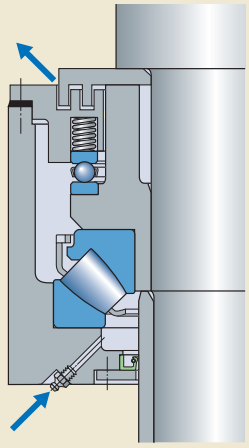
Eftersmörjningsintervall t_f för normala driftsförhållanden framgår av **diagram 2**. Diagrammet gäller för lager på horisontella axlar som arbetar under rena förhållanden.

Värdet på x-axeln beräknas med 4 n d_m (4 × driftsvarvtal × lagrets medeldiameter).

Värdet t_f fastställs sedan med hänsyn till belastningens storlek, som anges med belastningsförhållandet C/P. Eftersmörjningsintervallet t_f är ett uppskattat värde som gäller

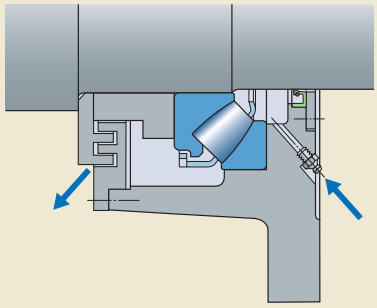
- vid en driftstemperatur på 70 °C, med litiumfett av god kvalitet och mineralolja som bas
- roterande axelbricka
- horisontell axel.

Fig. 5



Tätningsarrangemang för en vertikal axel – fettinloppet sitter direkt under lagret

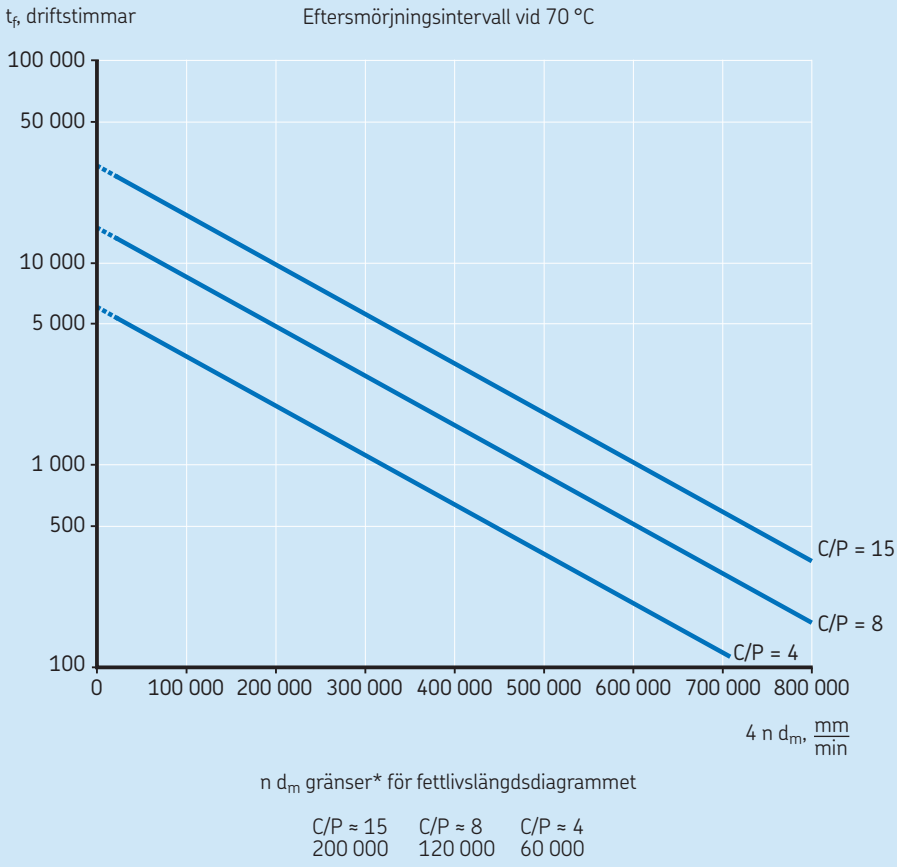
Fig. 6



Tätningsarrangemang för en horisontell axel – fettinloppet sitter på samma sida som husbrickan

Diagram 2

Rekommenderade eftersmörjningsintervall för sfäriska axialrullager



* Om dessa värden överskrids, kontakta SKFs inbyggnadstekniska service.

Tabell 1

SKF standardfetter för sfäriska axialrullager

Fett-beteckning	Lagrets driftsförhållanden Mycket högt varvtal	Mycket lågt varvtal och/eller oscillerande rörelser	Lågt vridmoment och låg friktion	Kraftig vibration	Stor belastning	Korrosionsskyddande egenskaper	Vattenbeständighet
LGEP 2	o	o	–	+	+	+	+
LGHB 2	o	+	–	+	+	+	+
LGEM 2	–	+	–	+	+	+	+
LGEV 2	–	+	–	+	+	+	+
LGWM 1	o	o	o	–	+	+	+

+ = Mycket lämpligt o = Lämpligt – = Olämpligt

För närmare information, kontakta SKFs inbyggnadstekniska service.

Tabell 2

Tekniska specifikationer

Fett-betckning	Beskrivning	NLGI-klass	Förtjocknings-medel	Basoljetyp	Basoljans viskositet (mm^2/s) 40 °C	100 °C	Temperaturområde[1] (°C) LTL	HTPL
LGEP 2	Stor belastning	2	Litium	Mineral	200	16	–20	+110
LGHB 2	EP-fett med hög viskositet för hög temperatur	2	Kalciumsulfonat-komplex	Mineral	400–450	26,5	–20	+150
LGEM 2	Hög viskositet med fasta smörjmedel	2	Litium	Mineral	500	32	–20	+120
LGEV 2	Extra hög viskositet med fasta smörjmedel	2	Litium-kalcium	Mineral	1 020	58	–10	+120
LGWM 1	EP-fett för låg temperatur	1	Litium	Mineral	200	16	–30	+110

LTL Låg temperaturgräns
HTPL Hög driftstemperaturgräns

[1] Information om säkra driftstemperaturer där fettet fungerar tillförlitligt finns i SKFs huvudkatalog 6000, avsnittet "Temperaturområde – SKF trafikljuskoncept", som börjar på **sidan 232.**

För att ta hänsyn till att fettets åldring accelererar vid ökande temperatur rekommenderar SKF att eftersmörjningsintervallet enligt diagrammet halveras för varje ökning med 15 °C av lagertemperaturen, mellan 70 °C och hög driftstemperaturgräns (HTPL) för fettet. För sfäriska axialrullager rekommenderas att eftersmörjningsintervallet inte förlängs vid driftstemperaturer under 70 °C.

- För lager på vertikala axlar med axelbricka överst ska intervallen från diagrammet halveras.
- För roterande husbricka rekommenderas oljesmörjning.
- För lager på vertikala axlar med axelbricka underst, kontakta SKFs inbyggnadstekniska service.

Om fastställt t_f-värde enligt diagrammet visar sig vara otillräckligt för en viss applikation

- kontrollera fettet med avseende på vattenhalt och föroreningar
- kontrollera lagrets driftstemperatur
- undersök möjligheterna att välja ett annat fett
- kontrollera förhållandena för lagerapplikationen, som exempelvis belastning och snedställning.

För att fastställa rätt eftersmörjningsintervall för sfäriska axialrullager, som används i kritiska positioner inom processindustrin, rekommenderas en interaktiv procedur. I dessa fall är det lämpligt att eftersmörja mera frekvent och strikt följa mängderna för eftersmörjning (→ "Metoder för eftersmörjning" nedan).

Före eftersmörjning, undersök fettets utseende och graden av förorening beroende på partiklar och vatten. SKF rekommenderar dessutom en fullständig kontroll av tätningar med avseende på slitage, skador och läckage. Om tillståndet hos fettet och tillhörande komponenter är tillfredsställande kan eftersmörjningsintervallet gradvis ökas.

Metoder för eftersmörjning

De vanligaste metoderna för eftersmörjning av sfäriska axialrullager är påfyllning och kontinuerlig smörjning. Valet beror på driftsförhållandena.

- Påfyllning är en praktisk procedur som är att föredra i många applikationer då den tillåter oavbruten drift och ger, i jämförelse med kontinuerlig smörjning, lägre stationär driftstemperatur.
- Kontinuerlig eftersmörjning används när beräknat eftersmörjningsintervall är kort, eller på grund av negativ inverkan av föroreningar.

Vid användning av olika lagertyper på samma axel är det vanligt att man väljer det kortaste beräknade eftersmörjningsintervallet för samtliga lager. Riktlinjer och fettmängder för eftersmörjning anges nedan.

Påfyllning

Lämpliga fettmängder för påfyllning kan bestämmas med

$G_p = 0{,}005\ D\ H$

där
G_p = fettmängd som ska tillföras vid eftersmörjning, g
D = lagrets ytterdiameter, mm
H = lagrets höjd, mm

För att underlätta påfyllning med fettspruta ska det finnas en fettnippel på lagerhuset (→ **fig. 5** och **6**, **sidan 26**).

För att det nya fettet effektivt ska tränga ut det gamla är det viktigt att fylla på fett medan maskinen är i drift. I fall där maskinen inte är i drift ska lagret vridas under påfyllning.

Om utrustning för centralsmörjning används måste åtgärder vidtas så att fettet kan pumpas fram vid den lägsta omgivningstemperatur som kan bli aktuell.

SKF rekommenderar fullständigt byte av fett efter cirka 5 påfyllningar.

Kontinuerlig eftersmörjning

På grund av risk för att fettet ältas, vilket kan medföra temperaturökning, rekommenderas kontinuerlig eftersmörjning endast vid låga varvtal, dvs. n d_m-värden under 75 000. Antalet eftersmörjningar per tidsenhet erhålls från ekvationen för G_p (se ovan) genom att detta värde fördelas över eftersmörjningsintervallet.

Underhåll

Korrekt lagerunderhåll är en nyckelfaktor för att utrustning ska fungera som planerat. Förutseende planering, användning av professionell underhållsteknik och rätta verktyg i kombination med lämpliga lagertillbehör är avgörande.

Ytterligare information om underhåll av sfäriska axialrullager finns i SKFs handbok för skötsel och underhåll av rullningslager eller online på www.aptitudexchange.com.

Att observera under drift

Övervakning av maskinens tillstånd under drift och planering av underhåll är viktigt. Lager är vitala komponenter i de flesta maskiner och kontroll av deras tillstånd är en växande verksamhet inom området förebyggande underhåll. Det finns många system och lösningar för övervakning av lager.

Av praktiska skäl övervakas emellertid inte alla maskinfunktioner med avancerade instrument. Om man är uppmärksam på ”problemsignaler” som oljud, förhöjd temperatur, vibrationer osv. kan problemen avslöjas på ett tidigt stadium.

Lyssna

Lager som arbetar under goda driftsförhållanden avger ett mjukt spinnande ljud. Friktionsljud, gnissel och andra oregelbundna ljud är oftast tecken på lager i dåligt skick.

Skadade lager ger ifrån sig oregelbundna och höga ljud. Med ett instrument som SKF elektroniskt stetoskop kan man höra ljuden tydligare och avslöja skador tidigare.

Mät temperaturen

Övervaka kontinuerligt temperaturen kring lagret. Varje förändring av temperaturen kan vara ett tecken på fel, förutsatt att driftsförhållandena inte har ändrats. Temperaturen kan kontrolleras med en SKF termometer.

Efter fettpåfyllning kan förhöjd temperatur förekomma under en till två dagar.

Titta

Kontrollera tillståndet hos tätningarna nära lagret för att säkerställa att de fungerar tillfredställande och förhindrar att föroreningar tränger in. Oljeläckage är oftast ett tecken på slitna tätningar, skadade tätningar eller lösa pluggar. Kontrollera tätningsarrangemanget och byt slitna tätningar omgående.

Missfärgning eller mörkare färg på smörjmedlet tyder oftast på att det är förorenat.

Eftersmörjning

Eftersmörjning utförs bäst när lagret är i drift. Eftersmörj med en liten mängd smörjmedel i taget.

Avlägsna förbrukat fett regelbundet, eller pressa ut det genom dräneringshålen. Vid smörjning, se till att det inte kommer föroreningar i fettet.

Kontrollera oljan

Kontrollera nivån på oljan och fyll vid behov på eller byt ut den mot samma typ av olja. Ta ett prov på den förbrukade oljan och jämför med ny olja. Om provet förefaller grumligt, kan det ha blandats med vatten. Byt i så fall till ny olja.

Mörk olja tyder på att oljan är smutsig eller har börjat att karbonisera. Rengör lagren och byt oljan mot olja av samma typ.

Tillståndskontroll av lager i drift

Det är lämpligt att systematiskt kontrollera lagrens tillstånd. Brist på smörjmedel, stora belastningar, höga driftstemperaturer och monteringsfel kan alla bidra till förtida lagerhaverier. Genom metodisk tillståndskontroll kan begynnande lagerskador avslöjas tidigt (→ **fig. 9**). Då är det enkelt att planera lagerbyte.

SKF kan hjälpa dig att välja rätt kontrollsystem, utbilda personal och installera systemet (→ **sidorna 32** och **33**).

Förberedda för vibrationsanalys

Lagerskador kan identifieras genom den vibrationsfrekvens som skadan ger upphov till. För att förenkla vibrationsanalysen är förpackningarna för SKF sfäriska axialrullager märkta med de individuella lagerdata som fordras för analys av skador (→ **fig. 10**).

Fig. 9

SKF tillhandahåller många olika instrument för tillståndskontroll. Ett exempel är det bärbara systemet MARLIN för maskinövervakning med snabb och tillförlitlig vibrationsanalys

Förpackningarna till SKF sfäriska axialrullager är märkta med vibrationsdata

Fig. 10

Montering och demontering

Montering

Montera lager med fast passning

SKF sfäriska axialrullager är isärtagbara så att husbrickan och axelbrickan med rullar och hållare kan monteras oberoende av varandra (→ **fig. 1**).

Beroende på om den fasta passningen är mellan axelbrickan och axeln eller mellan husbrickan och huset ska axelbrickan eller lagerhuset värmas före montering.

För att montera en axelbricka med fast passning på en axel, värm den till 80–90 °C över axelns temperatur. Detta kan göras med hjälp av en induktionsvärmare från SKF (→ **fig. 2**), i värmeskåp eller i oljebad.

Dubbelverkande axiallagringar – parade sfäriska axialrullager

Sfäriska axialrullager monterade i par måste justeras till ett visst glapp eller en viss förspänning under monteringen (→ avsnittet "Axialglapp och förspänning", som börjar på **sidan 16**).

I vissa fall måste korrekt lagerposition fastställas genom mätning av lagrens höjder och anslutande komponenter före montering.

Nya unika och detaljerade monterings- och demonteringsinstruktioner för SKF sfäriska axialrullager finns online på www.skf.com/mount.

Byte av lager där axiella krafter överförs via det inre sidplanet på axelbrickan

Allmänt gäller att när ett sfäriskt axialrullager av ett utförande ska ersättas av ett motsvarande sådant med annan konstruktion är det viktigt att undersöka om det är nödvändigt att införa en distanshylsa eller modifiera den befintliga hylsan.

När ett SKF sfäriskt axialrullager med massiv hållare ska ersättas av ett lager i E-utförande med en pressad hållare av stål, och axialkrafter överförs via hållarens styrhylsa, är det nödvändigt att placera en distanshylsa mellan axelansatsen och axelbrickan (→ **fig. 3**).

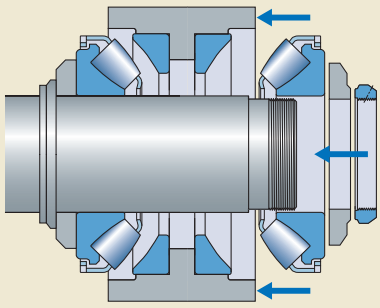
Om ett SKF-lager i det tidigare B-utförandet, monterat med en distanshylsa, ska bytas ut måste distanshylsan vanligen modifieras (→ **fig. 4**).

För SKF sfäriska axialrullager finns lämpliga mått för hylsor i lagertabellen som börjar på **sidan 36**.

skf.com/mount

Sfäriska axialrullager är isärtagbara, vilket underlättar montering

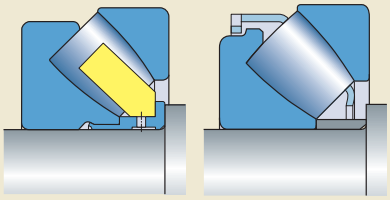
Fig. 1



SKF tillhandahåller ett brett sortiment av induktionsvärmare som underlättar monteringen av lager med fast passning på en axel

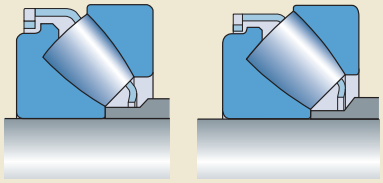
Fig. 2

Fig. 3



Tidigare utförande E-utförande

Fig. 4



B-utförande E-utförande

Demontering

Demontering av axelbrickan

Det krävs stor kraft för att demontera en bricka med fast passning. Brickor till små och medelstora lager kan vanligen avlägsnas med ett mekaniskt eller hydrauliskt demonteringsverktyg.

Om axelbrickan måste förflyttas över ett stort avstånd på axeln kan det behövas mer än ett spår och en kanal. För att förhindra att brickan fastnar ska axeln, där så är möjligt, utföras med lös passning.

B

Användning av SKFs tryckoljemetod för demontering av sfäriska axialrullager

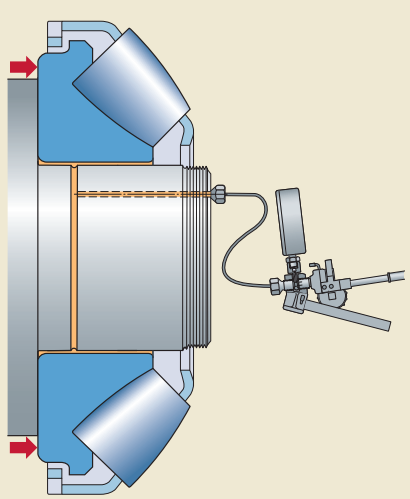
Användningen av SKFs tryckoljemetod (→ **fig. 5**) i kombination med ett lämpligt mekaniskt demonteringsverktyg förenklar demonteringen av större axelbrickor.

Denna metod bygger på att olja med högt tryck pressas in mellan brickans hål och axelns säte, tills de båda komponenterna är separerade. Ojefilmen som bildas minskar erforderlig demonteringskraft betydligt. Axeln måste emellertid vara förberedd för denna typ av demontering, dvs. vara försedd med oljekanaler och spår. Dimensionerna anges i **tabell 1**.

På grund av den oregelbundna formen och sektionshöjden hos axelbrickan måste spåret placeras där axelbrickans tvärsnittsarea är störst. Mätt från det stora sidplanet är detta ungefär ett avstånd som motsvarar en tredjedel av brickans höjd (→ **tabell 1**).

SKFs tryckoljemetod förenklar demontering av axelbrickor med fast passning på axeln

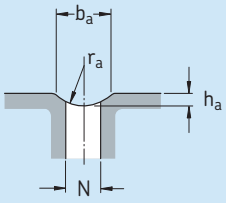
Fig. 5

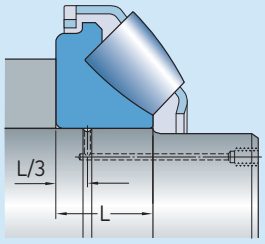


Tabell 1

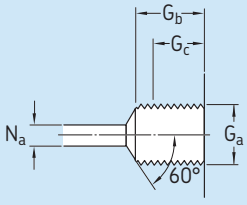
Rekommenderade mått för kanaler, spår och gängade anslutningshål för tryckolja

Axel-diameter över	t.o.m.	**Mått** 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

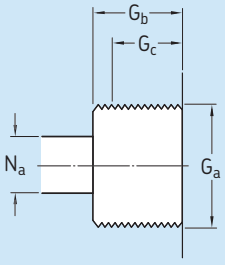




Gänga G_a	**Utförande**	**Mått** G_b	G_c[1] max	N_a
–	–	mm		
M 6	A	10	8	3
G 1/8	A	12	10	3
G 1/4	A	15	12	5
G 3/8	B	15	12	8
G 1/2	B	18	14	8
G 3/4	B	20	16	8



Utförande A

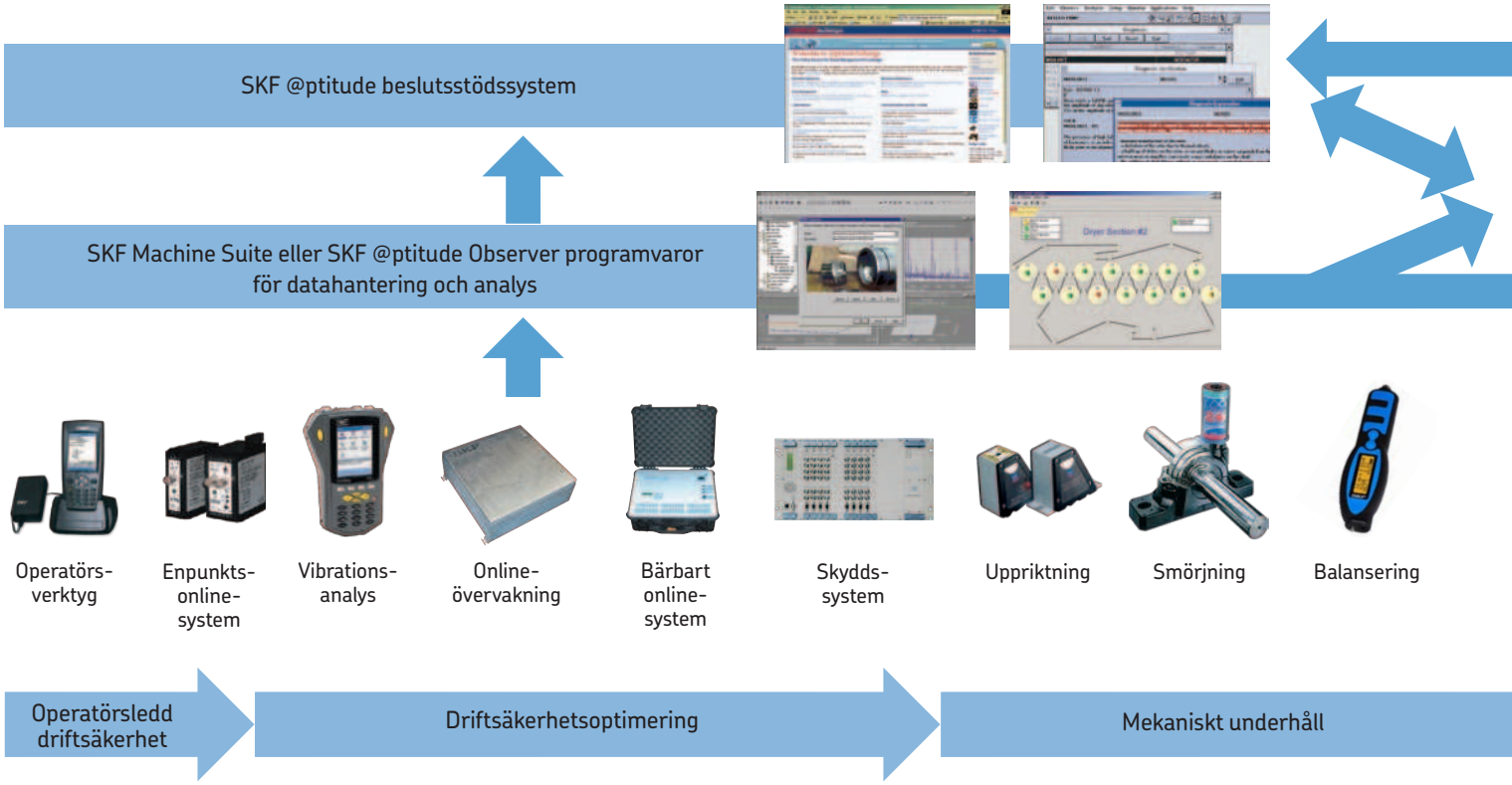


Utförande B

[1] Effektiv gängad längd

Service för ett hållbart partnerskap

Integrerad plattform för anläggningsoptimering

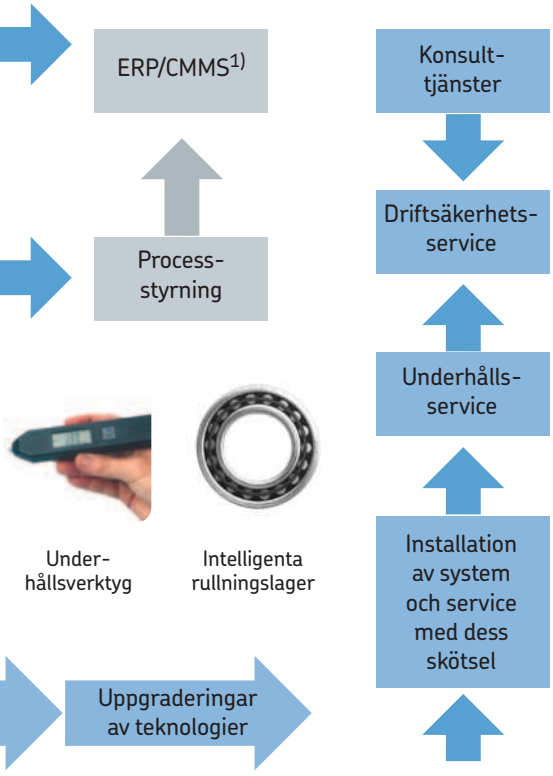


SKF Reliability Systems *erbjuder rondinstrument, programvara för tillståndskontroll, system för beslutsstöd samt driftsäkerhets- och logistikservice.*

Med mer än 100 års erfarenhet av roterande utrustning börjar SKFs kunskap på komponentnivå och utsträcks till en djup förståelse om de tekniker, som fordras för att förbättra tillverkningsprocesser.

Genom att använda denna kunskap kan SKF arbeta tillsammans med kunderna för att konstruera in mer effektivitet i deras maskiner och sedan tillhandahålla underhållslösningar för att hålla dessa maskiner i drift med topprestanda.

Resultatet? Nöjdare kunder – och reducerat antal returer på garanti.



[1] Planering av företagsresurser/Datoriserat ledningssystem för underhåll (Enterprise Resource Planning/Computerized Maintenance Management System).

SKFs koncept för att skapa värde för kunden

Med erfarenhet från praktiskt taget alla industrisektorer kan SKF tillhandahålla lösningar, som går längre än till enkelt underhåll för att förbättra maskinernas prestanda och produktivitet. Med vårt koncept Total Shaft Solutions kan kunderna dra full fördel av vår höga kompetens, inklusive men inte begränsat till

- felorsaksanalys
- underhållsanalys
- förutsägande och förebyggande underhåll
- system för smörjning och filtrering
- underhåll och övervakning av utrustning – fläktar, pumpar, växellådor och spindlar
- precisionsbalansering
- precisionsuppriktning
- applikationsspecifik utbildning
- uppgradering av komponenter och teknologier
- installations- och reparationstjänster.

Ett annat SKF-koncept, som omfattar ett bredare angreppssätt för förbättring av maskiners driftsäkerhet är anläggningsoptimering. Som namnet antyder innebär anläggningsoptimering en fokusering på vikten att betrakta maskiner och utrustning som anläggningstillgångar. SKFs program, som har ett systemtänkande för styrning av dessa anläggningstillgångar, inkluderar

- operatörsledd driftsäkerhet
- driftsäkerhetsoptimering
- integrerad underhållslösning (Integrated Maintenance Solution – IMS), ett avtal som sammanför expertis inom de olika områden som erbjuds av SKF.

För mer information om SKFs kompetenser och tjänster kontakta din lokala SKF-representant.

SKF använder sina egna produkter, service och kunskapstillgångar i kombination med andra leverantörer, för att införa ett komplett driftsäkerhetsprogram baserat på specifika affärsmål

Lagerdata – allmänt

Mått

Inbyggnadsmåtten för SKF sfäriska axialrullager är i enlighet med ISO 104:2002.

Toleranser

SKF sfäriska axialrullager tillverkas som standard med normaltoleranser enligt ISO 199:2005.

SKFs standardtolerans för höjden H är emellertid betydligt snävare än vad som specificeras av ISO (→ **tabell 1**). För lager i utförande SKF Explorer är toleransvidden ännu snävare.

Tabell 1

Lagrets håldiameter d		SKFs tolerans för höjd (H)	
över	t.o.m.	max	min
mm		µm	
50	**80**	0	–125/–100[1)]
80	**120**	0	–150/–100[1)]
120	**180**	0	–175/–125[1)]
180	**250**	0	–200/–125[1)]
250	**315**	0	–225/–150[1)]
315	**400**	0	–300/–200[1)]
400	**500**	0	–400
500	**630**	0	–500
630	**800**	0	–630
800	**1 000**	0	–800
1 000	**1 250**	0	–1 000
1 250	**1 600**	0	–1 200

[1)] Gäller för lager i utförande SKF Explorer.

Hållare

SKF sfäriska axialrullager med efterbeteckningen E, till och med storlek 68, har en pressad fönsterhållare av stålplåt. Alla andra lager har en massiv hållare av mässing eller stål, styrd av en hylsa, som sitter fast i axelbrickans hål. I alla sfäriska axialrullager bildar hållaren (och hylsan) en självsammanhållande enhet med rullarna och axelbrickan.

Snedställning

Genom sin konstruktion är sfäriska axialrullager självinställande, vilket innebär att de kan ta upp snedställning av axeln relativt huset, liksom axelutböjning under drift.

Den tillåtna snedställningen minskar med ökande belastning. Värdena som anges i **tabell 2** kan tillämpas under förutsättning att snedställningen relativt husbrickan är konstant.

I praktiken är detta ingen begränsning för de allra flesta applikationer.

Om den tillåtna snedställningen kan utnyttjas helt beror på lagerarrangemangets konstruktion, typ av tätning osv.

Vid konstruktion av lagerarrangemang där husbrickan ska rotera eller där det finns risk för att axelbrickan kommer att wobbla är det lämpligt att kontakta SKFs inbyggnadstekniska service.

Tabell 2

Tillåten snedställning

Lager-serie	Tillåten snedställning när lagret belastas P_0[1)]		
	< 0,05 C_0	> 0,15 C_0	> 0,3 C_0
–	grader		
292 (E)	2	1,5	1
293 (E)	2,5	1,5	0,3
294 (E)	3	1,5	0,3

[1)] $P_0 = F_a + 2,7\ F_r$

Varvtal

Det finns en varvtalsgräns för sfäriska axialrullager. Generellt sett är det smörjmedlets tillåtna driftstemperatur som sätter gränsen. I de fall där kylanordningar används och smörjmedlet är rätt använt definieras gränsen av hållarens egenskaper.

Referensvarvtal

Referensvarvtalet för ett lager är det varvtal vid vilket, under specificerade driftsförhållanden och specifierat värmeflöde från lagret, jämvikt uppnås mellan värme som bildas genom friktion i lagret och värme som förs bort från lagret via axeln, lagerhuset och, i tillämpliga fall, smörjmedlet. Referensförhållandena för att uppnå denna balans är i enlighet med ISO 15312:2003.

Det går att använda sfäriska axialrullager vid högre varvtal än referensvarvtalet, förutsatt att korrekt smörjning (minimerad friktion) och kylning tillämpas.

Gränsvarvtal

Gränsvarvtalet baseras på krav för inbyggnader med höga varvtal och tar hänsyn till kriterier som hållfasthet hos hållare, löpnoggrannhet, formstabilitet och gyrokrafter på rullarna.

Det går att använda sfäriska axialrullager vid högre varvtal än gränsvarvtalen enligt produkttabellerna. Då kan emellertid lager med speciella egenskaper, såsom förhöjd löpnoggrannhet behöva användas. I sådana fall, kontakta SKFs inbyggnadstekniska service.

Driftstemperaturens inverkan på lagermaterial

Alla SKF sfäriska axialrullager genomgår en speciell värmebehandling så att de kan användas vid temperaturer upp till +200 °C .

Minsta belastning

För att fungera tillfredsställande måste sfäriska axialrullager, liksom alla rullningslager, alltid ha en given minsta belastning. Detta gäller i synnerhet om lagren används vid höga varvtal, utsätts för stora accelerationer eller om belastningen hastigt växlar riktning. Under sådana driftsförhållanden kan tröghetskrafterna hos rullarna och hållaren samt friktionen i smörjmedlet ha en menlig inverkan på rullningsförhållandena i lagret och ge upphov till skadliga glidrörelser mellan rullar och löpbanor.

Den erforderliga minsta axialbelastningen för sfäriska axialrullager kan beräknas ur formeln

$$F_{am} = 1{,}8\ F_r + A\left(\frac{n}{1\ 000}\right)^2$$

där

F_{am} = minsta axialbelastning, kN
F_r = belastningens radiella komponent vid kombinerad belastning, kN
C_0 = statiskt bärighetstal, kN
A = minimilastfaktor (→ produkttabell)
n = varvtal, r/min

Om $1{,}8\ F_r < 0{,}0005\ C_0$ ska $0{,}0005\ C_0$ användas i formeln ovan, i stället för $1{,}8\ F_r$.

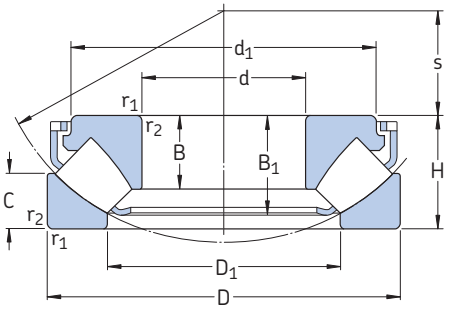
Vid högre varvtal än referensvarvtalet, när start sker vid låg temperatur eller när smörjmedlet har hög viskositet, kan större minsta belastning erfordras. Summan av egentyngderna hos de lagrade delarna, tillsammans med de yttre krafterna, överstiger ofta den erforderliga minsta belastningen. Om så inte är fallet måste det sfäriska axialrullagret förspännas, t.ex. med fjädrar.

När ett sfäriskt axialrullager är radiellt styrande och monteras med axiellt glapp kan emellertid den minsta tillåtna axialbelastningen minskas under vissa omständigheter. Kontakta SKFs inbyggnadstekniska service för rådgivning.

Tilläggsbeteckningar

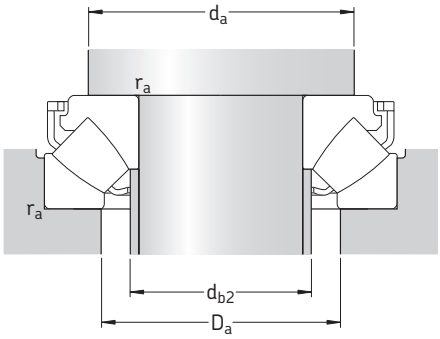
De efterbeteckningar som används för att identifiera alternativa utföranden av SKF sfäriska axialrullager förklaras nedan.

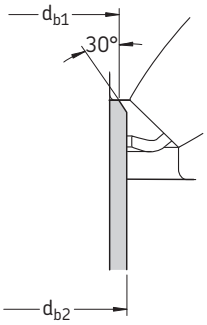
E	Optimerad inre konstruktion och pressad fönsterhållare av stål
EF	Optimerad inre konstruktion och massiv hållare av stål
EM	Optimerad inre konstruktion och massiv hållare av mässing
N1	Ett låsurtag i husbrickan
N2	Två låsurtag i husbrickan, placerade 180° isär
VE447	Axelbricka med tre likformigt fördelade gängade hål på ett sidplan, avsedda för lyftöglor
VE447E	Som VE447, men med tre passande lyftöglor
VE632	Husbricka med tre likformigt fördelade gängade hål på ett sidplan, avsedda för lyftöglor
VU029	Inre konstruktivt utförande för lager som används vid kombinerad belastning utan fjäderbelastning och som justeras till ett specifikt axialglapp

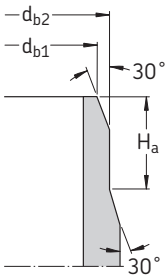


Huvudmått			Bärighetstal		Utmattningsbelastning	Minimilastfaktor	Varvtal		Massa	Beteckning
			dyn.	stat.			Referensvarvtal	Gränsvarvtal		
d	D	H	C	C_0	P_u	A				
mm			kN		kN	–	r/min		kg	–
60	130	42	390	915	114	0,080	2 800	5 000	2,20	**29412 E**
65	140	45	455	1 080	137	0,11	2 600	4 800	3,20	**29413 E**
70	150	48	520	1 250	153	0,15	2 400	4 300	3,90	**29414 E**
75	160	51	600	1 430	173	0,19	2 400	4 000	4,70	**29415 E**
80	170	54	670	1 630	193	0,25	2 200	3 800	5,60	**29416 E**
85	150	39	380	1 060	129	0,11	2 400	4 000	2,75	**29317 E**
	180	58	735	1 800	212	0,31	2 000	3 600	6,75	**29417 E**
90	155	39	400	1 080	132	0,11	2 400	4 000	2,85	**29318 E**
	190	60	815	2 000	232	0,38	1 900	3 400	7,75	**29418 E**
100	170	42	465	1 290	156	0,16	2 200	3 600	3,65	**29320 E**
	210	67	980	2 500	275	0,59	1 700	3 000	10,5	**29420 E**
110	190	48	610	1 730	204	0,28	1 900	3 200	5,30	**29322 E**
	230	73	1 180	3 000	325	0,86	1 600	2 800	13,5	**29422 E**
120	210	54	765	2 120	245	0,43	1 700	2 800	7,35	**29324 E**
	250	78	1 370	3 450	375	1,1	1 500	2 600	17,5	**29424 E**
130	225	58	865	2 500	280	0,59	1 600	2 600	9,00	**29326 E**
	270	85	1 560	4 050	430	1,6	1 300	2 400	22,0	**29426 E**
140	240	60	980	2 850	315	0,77	1 500	2 600	10,5	**29328 E**
	280	85	1 630	4 300	455	1,8	1 300	2 400	23,0	**29428 E**
150	215	39	408	1 600	180	0,24	1 800	2 800	4,30	**29230 E**
	250	60	1 000	2 850	315	0,77	1 500	2 400	11,0	**29330 E**
	300	90	1 860	5 100	520	2,5	1 200	2 200	28,0	**29430 E**
160	270	67	1 180	3 450	375	1,1	1 300	2 200	14,5	**29332 E**
	320	95	2 080	5 600	570	3	1 100	2 000	33,5	**29432 E**
170	280	67	1 200	3 550	365	1,2	1 300	2 200	15,0	**29334 E**
	340	103	2 360	6 550	640	4,1	1 100	1 900	44,5	**29434 E**
180	250	42	495	2 040	212	0,40	1 600	2 600	5,80	**29236 E**
	300	73	1 430	4 300	440	1,8	1 200	2 000	19,5	**29336 E**
	360	109	2 600	7 350	710	5,1	1 000	1 800	52,5	**29436 E**
190	320	78	1 630	4 750	490	2,1	1 100	1 900	23,5	**29338 E**
	380	115	2 850	8 000	765	6,1	950	1 700	60,5	**29438 E**

Beteckningarna för lager i utförande SKF Explorer är tryckta i blå färg.



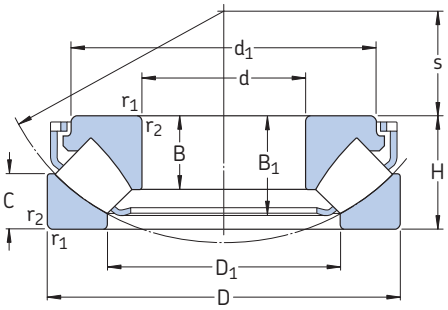




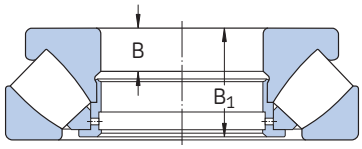
C

Mått								Inbyggnadsmått					
d	d_1 ~	D_1 ~	B	B_1	C	$r_{1,2}$ min	s	d_a min	d_{b1} max	d_{b2} max	H_a min	D_a max	r_a max
mm								mm					
60	112,2	85,5	27	36,7	21	1,5	38	90	67	67	–	107	1,5
65	120,6	91,5	29,5	39,8	22	2	42	100	72	72	–	117	2
70	129,7	99	31	41	23,8	2	44,8	105	77,5	77,5	–	125	2
75	138,3	105,5	33,5	45,7	24,5	2	47	115	82,5	82,5	–	133	2
80	147,2	112,5	35	48,1	26,5	2,1	50	120	88	88	–	141	2
85	134,8	109,5	24,5	33,8	20	1,5	50	115	90	90	–	129	1,5
	155,8	121	37	51,1	28	2,1	54	130	94	94	–	151	2
90	138,6	115	24,5	34,5	19,5	1,5	53	120	95	95	–	134	1,5
	164,6	127,5	39	54	28,5	2,1	56	135	99	99	–	158	2
100	152,3	127,5	26,2	36,3	20,5	1,5	58	130	107	107	–	147	1,5
	182,2	141,5	43	57,3	32	3	62	150	110	110	–	175	2,5
110	171,1	140	30,3	41,7	24,8	2	63,8	145	117	117	–	164	2
	199,4	155,5	47	64,7	34,7	3	69	165	120,5	129	–	193	2,5
120	188,1	154	34	48,2	27	2,1	70	160	128	128	–	181	2
	216,8	171	50,5	70,3	36,5	4	74	180	132	142	–	209	3
130	203,4	165,5	36,7	50,6	30,1	2,1	75,6	175	138	143	–	194	2
	234,4	184,5	54	76	40,9	4	81	195	142,5	153	–	227	3
140	216,1	177	38,5	54	30	2,1	82	185	148	154	–	208	2
	245,4	194,5	54	75,6	41	4	86	205	153	162	–	236	3
150	200,4	176	24	34,3	20,5	1,5	82	180	154	154	14	193	1,5
	223,9	190	38	54,9	28	2,1	87	195	158	163	–	219	2
	262,9	207,5	58	80,8	43,4	4	92	220	163	175	–	253	3
160	243,5	203	42	60	33	3	92	210	169	176	–	235	2,5
	279,3	223,5	60,5	84,3	45,5	5	99	235	175	189	–	270	4
170	251,2	215	42,2	61	30,5	3	96	220	178	188	–	245	2,5
	297,7	236	65,5	91,2	50	5	104	250	185	199	–	286	4
180	234,4	208	26	36,9	22	1,5	97	210	187	187	14	226	1,5
	270	227	46	66,2	35,5	3	103	235	189	195	–	262	2,5
	315,9	250	69,5	96,4	53	5	110	265	196	210	–	304	4
190	285,6	243,5	49	71,3	36	4	110	250	200	211	–	280	3
	332,9	264,5	73	101	55,5	5	117	280	207	223	–	321	4

Sfäriska axialrullager
d **200 – 420** mm

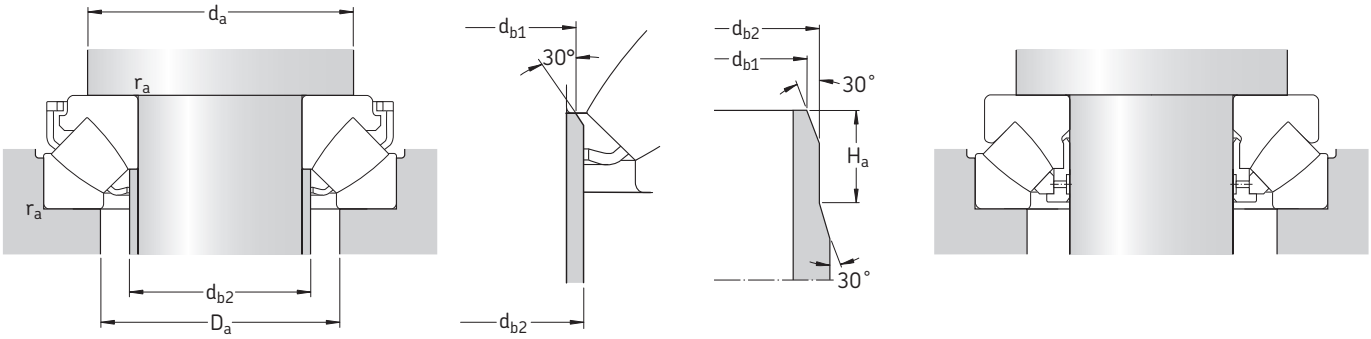


E-utförande



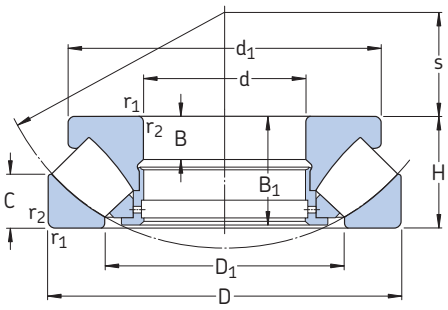
Huvudmått			Bärighetstal dyn.	stat.	Utmattningsbelastning	Minimilastfaktor	Varvtal Referensvarvtal	Gränsvarvtal	Massa	Beteckning
d	D	H	C	C_0	P_u	A				
mm			kN		kN	–	r/min		kg	–
200	280	48	656	2 650	285	0,67	1 400	2 200	9,30	**29240 E**
	340	85	1 860	5 500	550	2,9	1 000	1 700	29,5	**29340 E**
	400	122	3 200	9 000	850	7,7	850	1 600	72,0	**29440 E**
220	300	48	690	3 000	310	0,86	1 300	2 200	10,0	**29244 E**
	360	85	2 000	6 300	610	3,8	1 000	1 700	33,5	**29344 E**
	420	122	3 350	9 650	900	8,8	850	1 500	75,0	**29444 E**
240	340	60	799	3 450	335	1,1	1 100	1 800	16,5	**29248**
	380	85	2 040	6 550	630	4,1	1 000	1 600	35,5	**29348 E**
	440	122	3 400	10 200	930	9,9	850	1 500	80,0	**29448 E**
260	360	60	817	3 650	345	1,3	1 100	1 700	18,5	**29252**
	420	95	2 550	8 300	780	6,5	850	1 400	49,0	**29352 E**
	480	132	4 050	12 900	1 080	16	750	1 300	105	**29452 E**
280	380	60	863	4 000	375	1,5	1 000	1 700	19,5	**29256**
	440	95	2 550	8 650	800	7,1	850	1 400	53,0	**29356 E**
	520	145	4 900	15 300	1 320	22	670	1 200	135	**29456 E**
300	420	73	1 070	4 800	465	2,2	900	1 400	30,5	**29260**
	480	109	3 100	10 600	930	11	750	1 200	75,0	**29360 E**
	540	145	4 310	16 600	1 340	26	600	1 200	140	**29460 E**
320	440	73	1 110	5 100	465	2,5	850	1 400	33,0	**29264**
	500	109	3 350	11 200	1 000	12	750	1 200	78,0	**29364 E**
	580	155	4 950	19 000	1 530	34	560	1 100	175	**29464 E**
340	460	73	1 130	5 400	480	2,8	850	1 300	33,5	**29268**
	540	122	2 710	11 000	950	11	600	1 100	105	**29368**
	620	170	5 750	22 400	1 760	48	500	1 000	220	**29468 E**
360	500	85	1 460	6 800	585	4,4	750	1 200	52,0	**29272**
	560	122	2 760	11 600	980	13	600	1 100	110	**29372**
	640	170	5 350	21 200	1 630	43	500	950	230	**29472 EM**
380	520	85	1 580	7 650	655	5,6	700	1 100	53,0	**29276**
	600	132	3 340	14 000	1 160	19	530	1 000	140	**29376**
	670	175	5 870	24 000	1 860	55	480	900	260	**29476 EM**
400	540	85	1 610	8 000	695	6,1	700	1 100	55,5	**29280**
	620	132	3 450	14 600	1 200	20	530	950	150	**29380**
	710	185	6 560	26 500	1 960	67	450	850	310	**29480 EM**
420	580	95	1 990	9 800	815	9,1	630	1 000	75,5	**29284**
	650	140	3 740	16 000	1 290	24	500	900	170	**29384**
	730	185	6 730	27 500	2 080	72	430	850	325	**29484 EM**

Beteckningarna för lager i utförande SKF Explorer är tryckta i blå färg.

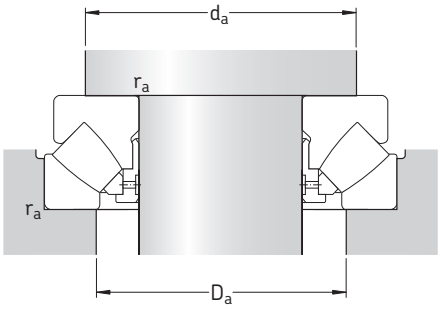


C

Mått								Inbyggnadsmått					
d	d_1 ~	D_1 ~	B	B_1	C	$r_{1,2}$ min	s	d_a min	d_{b1} max	d_{b2} max	H_a min	D_a max	r_a max
mm								mm					
200	260,5	232,5	30	43,4	24	2	108	235	206	207	17	253	2
	304,3	257	53,5	76,7	40	4	116	265	211	224	–	297	3
	350,7	277,5	77	107,1	59,4	5	122	295	217,5	234	–	337	4
220	280,5	251,5	30	43,4	24,5	2	117	255	224,5	227	17	271	2
	326,3	273,5	55	77,7	41	4	125	285	229	240	–	316	3
	371,6	300	77	107,4	58,5	6	132	315	238	254	–	358	5
240	330	283	19	57	30	2,1	130	290	–	–	–	308	2
	345,1	295,5	54	77,8	40,5	4	135	305	249	259	–	336	3
	391,6	322	76	107,1	59	6	142	335	258	276	–	378	5
260	350	302	19	57	30	2,1	139	310	–	–	–	326	2
	382,2	324	61	86,6	46	5	148	335	273	286	–	370	4
	427,9	346	86	119	63	6	154	365	278	296	–	412	5
280	370	323	19	57	30,5	2,1	150	325	–	–	–	347	2
	401	343	62	86,7	45,5	5	158	355	293	305	–	390	4
	464,3	372	95	129,9	70	6	166	395	300	320	–	446	5
300	405	353	21	69	38	3	162	360	–	–	–	380	2,5
	434,1	372	70	98,9	51	5	168	385	313	329	–	423	4
	485	392	95	130,3	70,5	6	175	415	319	340	–	465	5
320	430	372	21	69	38	3	172	380	–	–	–	400	2,5
	454,5	391	68	97,8	53	5	180	405	332	347	–	442	4
	520,3	422	102	139,4	74,5	7,5	191	450	344	367	–	500	6
340	445	395	21	69	37,5	3	183	400	–	–	–	422	2,5
	520	428	40,6	117	59,5	5	192	440	–	–	–	479	4
	557,9	445	112	151,4	84	7,5	201	475	363	386	–	530	6
360	485	423	25	81	44	4	194,5	430	–	–	–	453	3
	540	448	40,5	117	59,5	5	202	460	–	–	–	500	4
	580	474	63	164	83,5	7,5	210	495	–	–	–	550	6
380	505	441	27	81	42	4	202	450	–	–	–	473	3
	580	477	45	127	63,5	6	216	495	–	–	–	535	5
	610	494	67	168	87,5	7,5	222	525	–	–	–	580	6
400	526	460	27	81	42,2	4	212	470	–	–	–	493	3
	596	494	43	127	64	6	225	510	–	–	–	550	5
	645	525	69	178	89,5	7,5	234	550	–	–	–	615	6
420	564	489	30	91	46	5	225	500	–	–	–	525	4
	626	520	49	135	67,5	6	235	535	–	–	–	580	5
	665	545	70	178	90,5	7,5	244	575	–	–	–	635	6

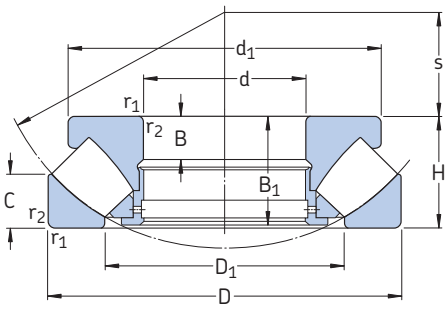


Huvudmått			Bärighetstal		Utmattnings-belastning	Minimi-last-faktor	Varvtal		Massa	Beteckning
			dyn.	stat.			Referens-varvtal	Gräns-varvtal		
d	D	H	C	C_0	P_u	A				
mm			kN		kN	–	r/min		kg	–
440	600	95	2 070	10 400	850	10	630	1 000	78,0	**29288**
	680	145	4 490	19 300	1 560	35	480	850	180	**29388 EM**
	780	206	7 820	32 000	2 320	87	380	750	410	**29488 EM**
460	620	95	2 070	10 600	865	11	600	950	81,0	**29292**
	710	150	4 310	19 000	1 500	34	450	800	215	**29392**
	800	206	7 990	33 500	2 450	110	380	750	425	**29492 EM**
480	650	103	2 350	11 800	950	13	560	900	98,0	**29296**
	730	150	4 370	19 600	1 530	36	450	800	220	**29396**
	850	224	9 550	39 000	2 800	140	340	670	550	**29496 EM**
500	670	103	2 390	12 500	1 000	15	560	900	100	**292/500**
	750	150	4 490	20 400	1 560	40	430	800	235	**293/500**
	870	224	9 370	40 000	2 850	150	340	670	560	**294/500 EM**
530	710	109	3 110	15 300	1 220	22	530	850	115	**292/530 EM**
	800	160	5 230	23 600	1 800	53	400	750	270	**293/530**
	920	236	10 500	44 000	3 100	180	320	630	650	**294/530 EM**
560	750	115	2 990	16 000	1 220	24	480	800	140	**292/560**
	980	250	12 000	51 000	3 550	250	300	560	810	**294/560 EM**
600	800	122	3 740	18 600	1 460	33	450	700	170	**292/600 EM**
	900	180	7 530	34 500	2 600	110	340	630	405	**293/600**
	1 030	258	13 100	56 000	4 000	300	280	530	845	**294/600 EM**
630	850	132	4 770	23 600	1 800	53	400	670	210	**292/630 EM**
	950	190	8 450	38 000	2 900	140	320	600	485	**293/630 EM**
	1 090	280	14 400	62 000	4 150	370	260	500	1 040	**294/630 EM**
670	900	140	4 200	22 800	1 660	49	380	630	255	**292/670**
	1 150	290	15 400	68 000	4 500	440	240	450	1 210	**294/670 EM**
710	1 060	212	9 950	45 500	3 400	200	280	500	660	**293/710 EM**
	1 220	308	17 600	76 500	5 000	560	220	430	1 500	**294/710 EF**
750	1 000	150	6 100	31 000	2 320	91	340	560	325	**292/750 EM**
	1 120	224	9 370	45 000	3 050	190	260	480	770	**293/750**
	1 280	315	18 700	85 000	5 500	690	200	400	1 650	**294/750 EF**
800	1 060	155	6 560	34 500	2 550	110	320	530	380	**292/800 EM**
	1 180	230	9 950	49 000	3 250	230	240	450	865	**293/800**
	1 360	335	20 200	93 000	5 850	820	190	360	2 025	**294/800 EF**
850	1 120	160	6 730	36 000	2 550	120	300	500	425	**292/850 EM**
	1 440	354	23 900	108 000	7 100	1 100	170	340	2 390	**294/850 EF**
900	1 520	372	26 700	122 000	7 200	1 400	160	300	2 650	**294/900 EF**

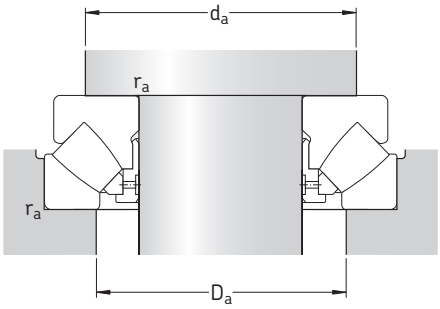


C

Mått								Inbyggnadsmått		
d	d_1 ~	D_1 ~	B	B_1	C	$r_{1,2}$ min	s	d_a min	D_a max	r_a max
mm								mm		
440	585	508	30	91	46,5	5	235	520	545	4
	626	540	49	140	70,5	6	249	560	605	5
	710	577	77	199	101	9,5	257	605	675	8
460	605	530	30	91	46	5	245	540	565	4
	685	567	50	144	72,5	6	257	585	630	5
	730	596	77	199	101,5	9,5	268	630	695	8
480	635	556	33	99	53,5	5	259	570	595	4
	705	591	50	144	73,5	6	270	610	655	5
	770	625	88	216	108	9,5	280	660	735	8
500	654	574	33	99	53,5	5	268	585	615	4
	725	611	50	144	74	6	280	630	675	5
	795	648	86	216	110	9,5	290	685	755	8
530	675	608	32	105	56	5	285	620	655	4
	772	648	53	154	76	7,5	295	670	715	6
	840	686	89	228	116	9,5	308	725	800	8
560	732	644	37	111	61	5	302	655	685	4
	890	727	99	241	122	12	328	770	850	10
600	760	688	39	117	60	5	321	700	735	4
	840	720	65	174	89	7,5	340	755	810	6
	940	769	99	249	128	12	349	815	900	10
630	810	723	50	127	62	6	338	740	780	5
	880	761	68	183	92	9,5	359	795	860	8
	995	815	107	270	137	12	365	860	950	10
670	880	773	45	135	73	6	361	790	825	5
	1 045	864	110	280	141	15	387	905	1 000	12
710	985	855	74	205	103	9,5	404	890	960	8
	1 110	917	117	298	149	15	415	965	1 070	12
750	950	858	50	144	74	6	409	880	925	5
	1 086	910	76	216	109	9,5	415	935	1 000	8
	1 170	964	121	305	153	15	436	1 015	1 120	12
800	1 010	911	52	149	77	7,5	434	935	980	6
	1 146	965	77	222	111	9,5	440	995	1 060	8
	1 250	1 034	123	324	165	15	462	1 080	1 185	12
850	1 060	967	47	154	82	7,5	455	980	1 030	6
	1 315	1 077	142	342	172	15	507	1 160	1 270	12
900	1 394	1 137	147	360	186	15	518	1 215	1 320	12



Huvudmått			Bärighetstal		Utmattnings-belastning	Minimi-last-faktor	Varvtal		Massa	Beteckning
			dyn.	stat.			Referens-varvtal	Gräns-varvtal		
d	D	H	C	C_0	P_u	A				
mm			kN		kN	–	r/min		kg	–
950	1 250	180	8 280	45 500	3 100	200	260	430	600	**292/950 EM**
	1 600	390	28 200	132 000	7 800	1 700	140	280	3 065	**294/950 EF**
1 000	1 670	402	31 100	140 000	8 650	1 900	130	260	3 380	**294/1000 EF**
1 060	1 400	206	10 500	58 500	3 750	330	220	360	860	**292/1060 EF**
	1 770	426	33 400	156 000	8 500	2 300	120	240	4 280	**294/1060 EF**
1 180	1 520	206	10 900	64 000	3 750	390	220	340	950	**292/1180 EF**
1 250	1 800	330	24 800	129 000	7 500	1 600	130	240	2 770	**293/1250 EF**
1 600	2 280	408	36 800	200 000	11 800	3 800	90	160	5 375	**293/1600 EF**



C

Mått								Inbyggnadsmått		
d	d_1 ~	D_1 ~	B	B_1	C	$r_{1,2}$ min	s	d_a min	D_a max	r_a max
mm								mm		
950	1 185	1 081	58	174	88	7,5	507	1 095	1 155	6
	1 470	1 209	153	377	191	15	546	1 275	1 400	12
1 000	1 531	1 270	155	389	190	15	599	1 350	1 490	12
1 060	1 325	1 211	66	199	100	9,5	566	1 225	1 290	8
	1 615	1 349	192	412	207	15	610	1 410	1 555	12
1 180	1 450	1 331	83	199	101	9,5	625	1 345	1 410	8
1 250	1 685	1 474	148	319	161	12	698	1 540	1 640	10
1 600	2 130	1 885	166	395	195	19	894	1 955	2 090	15

Andra SKF-produkter

Rätt utrustning

För att uppnå maximal brukbarhetstid och optimala prestanda hos SKF sfäriska axialrullager måste de monteras korrekt.

SKF har ett brett utbud av verktyg och utrustningar för montering, demontering och underhåll av lager, t.ex. en serie induktionsvärmare, hydraulpumpar, hydraulmuttrar etc.

Smörjfett

Kvalitetslager kräver kvalitetsfett. Omfattande forskning, provning och fälterfarenhet ligger bakom alla SKF-fetter. Och de håller samma höga kvalitet, var i världen du än befinner dig.

De SKF-fetter som vanligen används för sfäriska axialrullager anges i **tabell 1** och **2** på **sidan 27**.

Specialhus för propelleraxlar till fartyg

SKF tillhandahåller en serie speciella lagerhus för propelleraxlar i fartyg. De är konstruerade för ett sfäriskt rullager i kombination med ett sfäriskt axialrullager.

Utrustning för tillståndskontroll

Korrekt dimensionerade och monterade lager är driftsäkra komponenter. För ett antal applikationer rekommenderas ändå att lagrets tillstånd kontrolleras, för att förebygga oväntade haverier. Haverier kan t.ex. uppstå till följd av olämpliga driftsförhållanden.

Tillståndskontroll möjliggör tidig upptäckt av lagerskador, vilket betyder att lagerbyte kan planeras till ett tillfälle när maskinen inte ska vara i drift.

SKF levererar utrustning både för periodisk och kontinuerlig tillståndskontroll.

SKF har ett brett sortiment av smörjfetter för lager i olika förpackningar, för att passa olika behov

SKFs praktiska elektroniska universaltermometer, ThermoPen TMTP 200

SKFs lätthanterliga elektroniska stetoskop TMST 3 används för att upptäcka lagerskador. I satsen ingår en demonstrationsfilm

SKF har ett komplett sortiment av hydrauliska verktyg som underlättar montering och demontering av rullningslager

D

SKF – kunskapsföretaget

Från företaget som uppfann det sfäriska kullagret för mer än 100 år sedan har SKF utvecklats till ett kunskapsföretag som har identifierat fem teknikplattformar, vilka gör det möjligt att skapa unika lösningar för kunderna. Dessa plattformar är lager och lagerenheter, tätningar, smörjmedel och smörjsystem, mekatronik, samt service. Smörjmedel och smörjsystem är viktiga för att uppnå lång lagerlivslängd. Mekatronik kombinerar kunskap inom mekanik och elektronik till system för effektivare lösningar när det gäller linjära rörelser och sensorteknik. Service omfattar tjänster från support vid konstruktion och underhåll till system för tillståndskontroll och driftsäkerhet.

Trots att verksamhetsområdet vidgats behåller SKF sin världsledande ställning inom konstruktion, tillverkning och marknadsföring av rullningslager såväl som kompletterande produkter såsom radialtätningar. SKF intar också en allt viktigare position på marknaden för linjära produkter, högprecisionslager för flyg- och rymdapplikationer, verktygsmaskinspindlar och underhållsservice för anläggningar.

SKF-koncernen är globalt certifierad enligt ISO 14001, den internationella standarden för miljöledning, samt OHSAS 18001, standarden för ledningssystem för arbetsmiljö. Enskilda divisioner har godkänts för kvalitetscertifiering enligt antingen ISO 9001 och andra särskilda kundkrav.

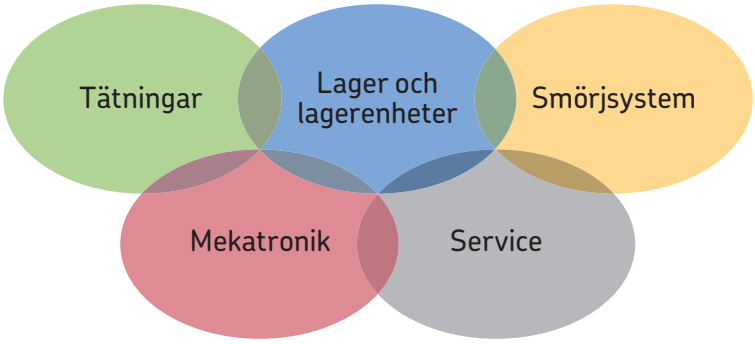
Med över 100 fabriker över hela världen och säljbolag i 70 länder är SKF ett verkligt internationellt företag. Dessutom finns våra återförsäljare på cirka 15 000 platser världen över. En e-handelsplats och ett globalt distributionssystem placerar SKF nära kunden för leverans av både produkter och tjänster närhelst kunden behöver dem.

SKFs varumärke och koncernen är starkare än någonsin. Som kunskapsföretag är vi redo att serva dig med produktkompetens, intellektuella resurser i världsklass och visionen att hjälpa dig till framgång.

© Airbus – photo: e*m company, H. Goussé

Utvecklingen av mekatronik
SKF har unik erfarenhet av och kunskap om den snabbväxande mekatroniken, från användning i flygplan, bilar och vid automatisering av arbetsprocesser. SKF var en pionjär inom mekatronik för flygplan (fly-by-wire) och är en nära samarbetspartner till de ledande företagen inom flyg- och rymdindustrin. Till exempel använder praktiskt taget alla flygplan i Airbus-familjen SKFs system för styrning av flygningen från cockpit.

SKF är dessutom ett ledande företag inom tillämpning av mekatronik i fordon och har i nära partnerskap med fordonsingenjörer utvecklat två konceptbilar, som använder SKFs mekatronik för styrning och bromsning. Ytterligare utveckling har gjort det möjligt för SKF att presentera en helt elektrisk driven gaffeltruck, som använder mekatronik istället för hydraulik för alla manöveranordningar.



Att tämja vindkraften
Den växande industrin för vindgenererad elektrisk energi tillhandahåller en ren och miljövänlig elektricitet. SKF arbetar nära ihop med globalt ledande industriföretag för att utveckla effektiva och problemfria vindturbiner. Genom ett brett sortiment av stora, högt specialiserade rullningslager och system för tillståndskontroll kan utrustningens livslängd förlängas hos vindkraftsanläggningar även på de mest avlägsna platser och i ogästvänliga miljöer.

Arbete i extrema miljöer
Under iskalla vintrar, speciellt i nordliga länder, kan de låga temperaturerna få rullningslager i axelboxar hos järnvägsfordon att kärva på grund av bristande smörjning. SKF har tagit fram en ny familj syntetiska smörjmedel utformade för att bibehålla sin smörjande viskositet även vid dessa extrema temperaturer. SKFs kunskap gör det möjligt för tillverkare och slutanvändare att överkomma problem med prestandan hos sina produkter, som beror på extrema temperaturer vare sig de är höga eller låga. SKFs rullningslager arbetar i många olika miljöer såsom i bakugnar och snabbinfrysning vid livsmedelstillverkning.

Rengör renare
Elmotorer och dess lager är hjärtat i många hushållsprodukter. SKF har ett nära samarbete med tillverkarna för att förbättra deras produkters prestanda, minska kostnaderna, reducera vikten och energiförbrukningen. Ett färskt exempel på sådan utveckling är en ny generation dammsugare med betydligt bättre sugeffekt än tidigare. SKFs kunskaper på de små lagrens område kommer även till nytta för tillverkare av motordrivna verktyg och kontorsutrustning.

Forskning och utveckling i 350 km/h
Förutom SKFs välkända forsknings- och utvecklingsanläggningar i Europa och USA ger biltävlingarna i Formel 1-klassen en unik miljö för SKF att flytta fram gränserna för lagerteknologin. I mer än 50 år har SKFs produkter, teknik och kunskap hjälpt Scuderia Ferrari till en förnämlig position i racerklassen F1. (I en genomsnittlig tävlingsbil från Ferrari sitter det mer än 150 SKF-komponenter.) Den kunskap vi får här tillämpas på produkterna vi tillhandahåller för biltillverkare och eftermarknad över hela världen.

Leverans av anläggningsoptimering
Genom SKF Reliability Systems tillhandahåller SKF ett omfattande utbud av produkter och tjänster, som effektiviserar verksamheten, från utrustning och programvara för tillståndskontroll till underhållsstrategier, maskinteknisk assistans och program för driftsäkerhet hos maskiner. För att optimera verksamheten och öka produktiviteten väljer ledningen för en del industrianläggningar ett resultatbaserat underhållsavtal där SKF levererar all service till ett fast pris.

Planering för hållbar tillväxt
Tack vare sin konstruktion ger rullningslager ett positivt bidrag till miljön då de gör det möjligt för maskiner att arbeta effektivare, förbruka mindre energi och använda mindre smörjmedel. Genom att höja ribban för prestandan hos våra egna produkter öppnar SKF vägen för en ny generation av högeffektiva produkter och utrustningar. Med blicken riktad mot framtiden och den värld vi lämnar till våra barn är SKF-koncernens miljöpolicy och tillverkningstekniker planerade och förverkligade för att hjälpa till att skydda och bevara jordens begränsade naturtillgångar. Vi förblir engagerade i en hållbar och miljömässigt ansvarsfull tillväxt.

® SKF, @ptitude, MARLIN och WAVE är registrerade varumärken som ägs av SKF-koncernen.
™ SKF Explorer är ett varumärke som ägs av SKF-koncernen.

© SKF-koncernen 2009
Eftertryck – även i utdrag – får ske endast med SKFs skriftliga medgivande. Uppgifterna i denna trycksak har kontrollerats med största noggrannhet, men SKF kan inte påta sig något ansvar för eventuell förlust eller skada, direkt, indirekt eller som en konsekvens av användningen av informationen i denna trycksak.

Trycksak **6104 SV** · Maj 2009

Denna trycksak ersätter trycksak 5104 S.

Tryckt i Sverige på miljövänligt papper.

skf.com