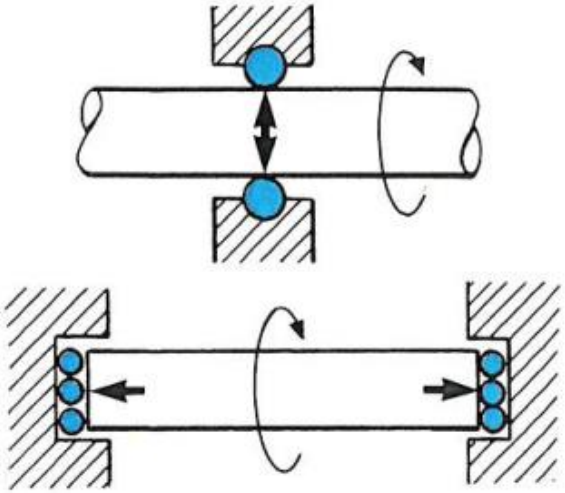
Lager

Friktion mellan rörliga mekaniska komponenter alstrar värme och leder till energiförluster och slitage. För att minimera friktionen används olika typer av lager.

För höga hastigheter används i regel rullningslager. För låga hastigheter och med ibland mycket höga radiella krafter används istället bussningar ofta tillverkade i brons.

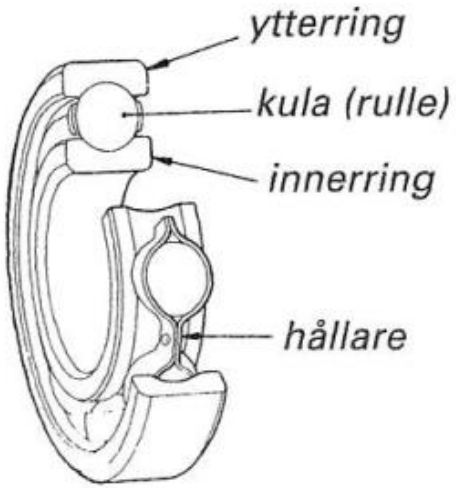
Radiallager respektive axiallager

När det gäller axellagringar delas dessa upp i radiallager respektive axiallager. Radiallagret tar upp krafter radiellt medan axiallager tar upp krafter axiellt. Det finns också kombinationer som tar upp både radiella och axiella krafter samtidigt.

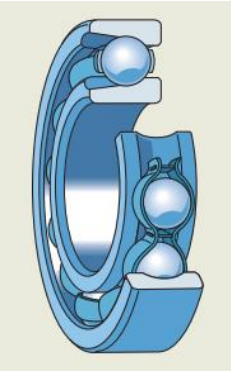


Rullningslager

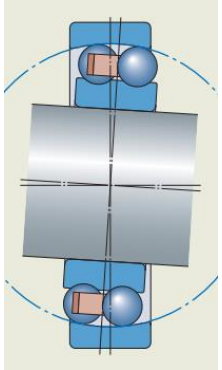
Rullningslager är samlingsnamnet för alla typer av rull- och kullager. Rullager klarar större belastning än kullager för samma diameter. Är rullarna riktigt smala kallas dessa ofta för nålrullager.



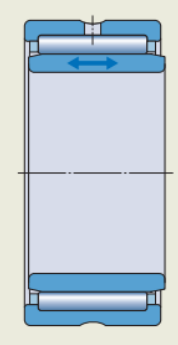
Radiallager



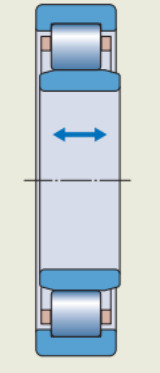
Spårkullager
- Tyst gång vid höga varvtal



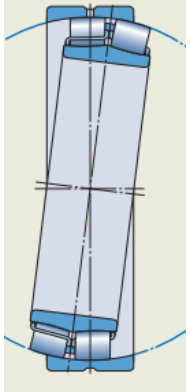
Sfäriska kullager
- Axeln kan snedställas



Nålrullager
- Tar mindre plats



Cylidriska rullager
- Tål högre belastning

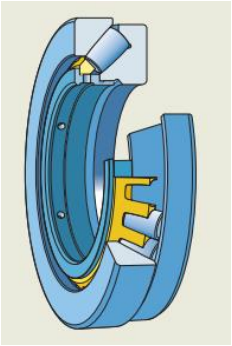


Sfäriska rullager
- Axeln kan snedställas

Axiallager

Cylindriska axialrullager

Axialnållager

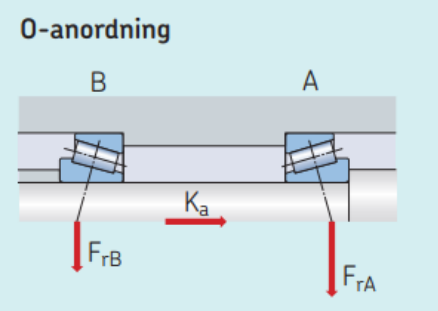


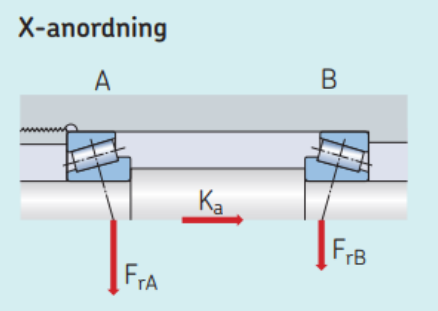
Sfäriska axialrullager

Kombination av radial- och axiallagring

Enradigt koniskt rullager tar även upp viss axiell belastning i ena riktningen.

Parat koniskt rullager tar upp axiella krafter i båda riktningarna.





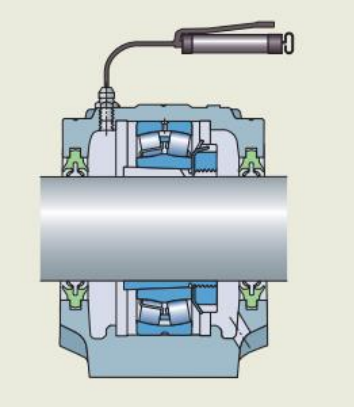
Som alternativ till parat koniskt rullager så kan man istället använda två enradiga koniska lager i O- eller X-konfiguration.

Smörjning av rullningslager

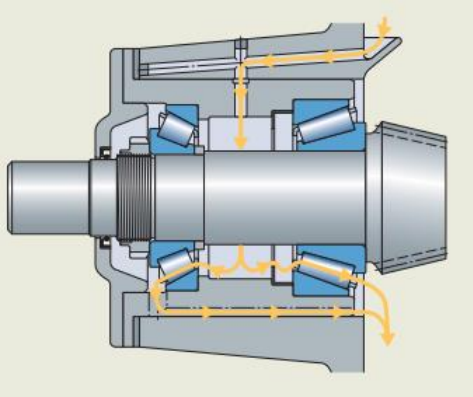
Alla rörliga stålkomponenter som befinner sig i kontakt med varandra kräver i regel någon form av smörjning för att inte skära ihop.
För rullningslager används i regel antingen fett eller olja som smörjmedel.

De fall där man väljer olja framför fett kan exempelvis vara:

- Där smörjolja ändå används av andra orsaker, ex v i växellådor
- Där värme behöver ledas bort genom cirkulerande olja
- Det blir ohanterligt eller dyrt att manuellt eftersmörja med fett



En variant av eftersmörjning

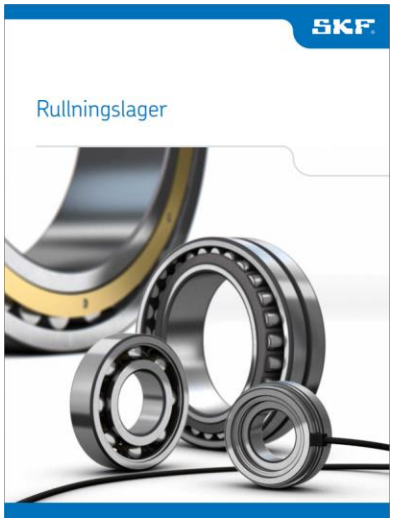


Cirkulerande olja genom kanaler

Förfettat tätat lager

Dimensionering av rullningslager

Att välja korrekt rullningslager för en konstruktion kan ibland vara ganska knepigt och tidsödande. SKF ger ut en produktkatalog där det förutom datalistor på olika lager även finns instruktioner för dimensionering. De har även ett antal appar och PC-program för hjälp med formelberäkningar. Ska produkten tillverkas i större serieantal kan det dock vara värt att konsultera expertis på området.



Utifrån kännedom om möjliga dimensioner samt de radiella och axiella laster som lagret kommer att utsättas för, måste lagret kontrolleras både mot statisk och dynamisk belastning (livslängd).

På nästa blad ges ett principiellt beräkningsexempel med sidhänvisningar till SKF:s katalog i syfte att ge en bild av de beräkningssteg som krävs.

Beräkningsexempel

Vi har en konstruktion med en roterande axel som utsätts för både radiell belastning och axiell belastning i ena riktningen. Vår axeldiameter d = 50 mm, varvtalet n = 1200 rpm och vi önskar en minsta livslängd på 10 000 h. Den radiella kraften F_r = 5 kN och den axiella kraften F_a = 2 kN.

Vi väljer ett enradigt koniskt rullager och testar om det minsta lagret för axeldiameter 50 mm kommer att räcka. I SKF-katalogen ser vi att det minsta lagret har beteckningen 32910 (sid 698). Här hittar vi också bärighetstalen C_0 = 53 kN och C = 41.3 kN samt beräkningsfaktorerna e = 0.35, Y_0 = 0.9 och Y = 1.7.

1. Kontroll av statisk bärförmåga (sid 680)

Den ekvivalenta statiska lagerbelastningen $P_0 = \max(F_r, 0.5F_r + Y_0F_a) = \max(5, 0.5 \cdot 5 + 0.9 \cdot 2)\, kN = 5\, kN$.

$P_0 < C_0 = 53\, kN \quad \Rightarrow \quad ok!$

2. Kontroll av dynamisk bärförmåga (sid 680 och sid 89)

$\frac{F_a}{F_r} = \frac{2000}{5000} = 0.4 > e = 0.35 \quad \Rightarrow$

Den ekvivalenta dynamiska lagerbelastningen $P = 0.4F_r + YF_a = 0.4 \cdot 5 + 1.7 \cdot 2 = 5.4\, kN$

forts från föregående sida ...

Den nominella livslängden $L_{10} = (\frac{C}{P})^{10/3} \cdot 10^6 = (\frac{41.3}{5.4})^{10/3} \cdot 10^6 = 880 \cdot 10^6$ varv

Omräknat i antal driftstimmar blir den nominella livslängden $L_{10h} = \frac{L_{10}}{60 \cdot n} = \frac{880 \cdot 10^6}{60 \cdot 1200} = 12000$ h

$L_{10h} > 10000\ h \quad \Rightarrow ok!$

Slutsats: Vi har alltså kontrollerat att det valda lagret är tillräckligt för att klara given belastning samt möta kravet gällande en minsta livslängd 10 000 h.

Glidlager

Glidlager kan i vissa fall med fördel ersätta rullningslager. Det kan vara fall då man har hög radial belastning med låg rotationshastighet, ex. v. en pendelrörelse. Andra exempel är i korrosiva och smutsiga miljöer.

Glidlager är ofta självsmörjande, men det också varianter som kräver smörjning.

Metalliskt glidlager i bronslegering

Plastglidlager

Glidlagret bör ha ett mjukare material än axel och nav, då det oftast blir billigare att byta ut lagret vid förslitning.

Metalliska glidlager

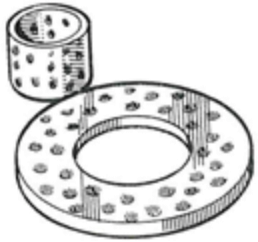
Metalliska glidlager är ofta tillverkade i olika varianter av bronslegeringar med en relativt hög halt av koppar.

Olika legeringsämnen ger lagret olika egenskaper:

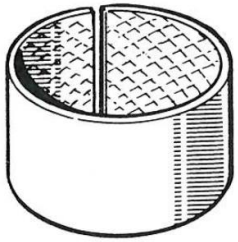
- Tenn – Ökar hårdheten
- Nickel – Förbättrar segheten
- Aluminium – Ökar hårdheten och skyddar mot korrosion
- Zink – Förbättrar gjutbarheten
- Bly – Förbättrar glidegenskaperna och verkar smörjande

Några olika varianter

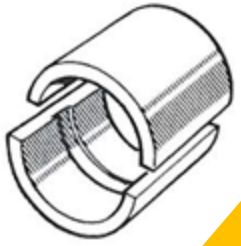
Sintrat självsmörjande glidlager



Glidlager med hål för smörjfett



Rundbockat glidlager



Delade glidlager

Plastglidlager

Plastglidlager används ofta i produkter och maskiner där belastningen är relativt låg eller i korrosiva miljöer. Några exempel är kontorsmaskiner, elektronikprodukter och tvättmaskiner.

Nedan följer några fördelar och nackdelar jämfört med metalliska glidlager:

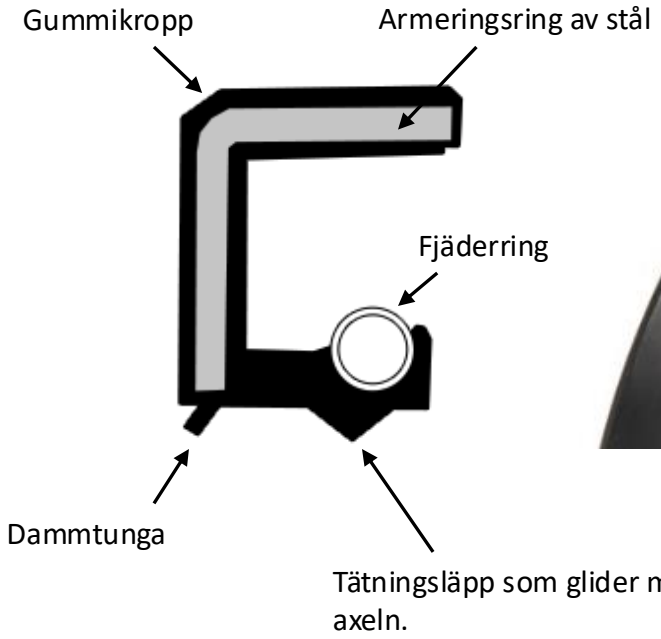
Fördelar
- Lågt pris
- Tyst gång
- Korrosionsbeständiga
- Tål vatten och många kemikalier
- Goda dämpande egenskaper
- Vissa typer är självsmörjande

Nackdelar
- Tål ej högre belastningar
- Tål i regel ej högre temperaturer

Lagertätningar

Många typer av lager kräver någon form av tätning. Dessa är ofta tillverkade av stål och gummi och har till uppgift att hålla borta smuts, vatten eller andra kemikalier. Ett annat syfte kan vara att hålla kvar smörjfett mot lagret. Det finns både varianter som är inbyggda i rullningslagret och separata som träs på axeln.

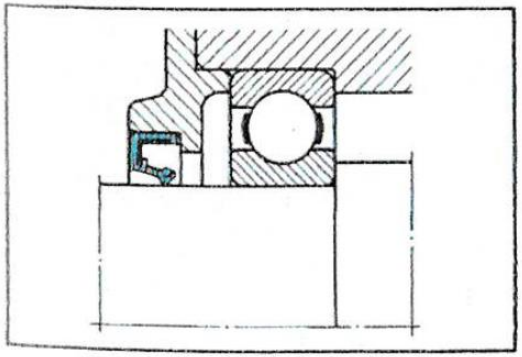
Radialtätningsring



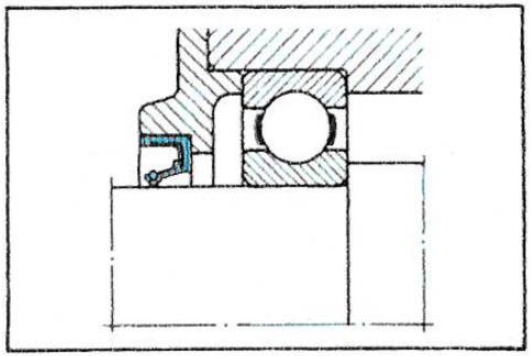
Montage av tätring

Det är viktigt att tätringen monteras i rätt riktning. Den “öppna” sidan är den sida som tätar mot omgivningen. Se exempel nedan.

Det är också viktigt att tätningsläppen är insmord redan vid montage.

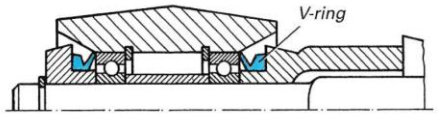


Om man i första hand vill hindra att smörjmedlet läcker ut ur lagerhuset, vänds tätningsläppen inåt.

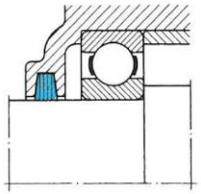


Om syftet är att hindra föroreningar att tränga in till lagret, vänds tätningsläppen utåt.

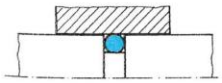
Några fler varianter av tätningar

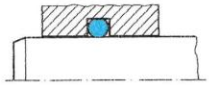


Den så kallade **V-ringen** tätar mot en vinkelrät yta.



Boxpackningar levereras på rulle och monteras i ett spår på axeln.





O-ringar monteras i spår på axeln eller i navet vid montage.

Plana ytor tätas ofta med **planpackningar** av papp eller gummi.