

Vad är smörjning egentligen?

- *Teori och tips*

Pär Marklund

Forskarassistent

Avdelningen för maskinelement

Luleå tekniska universitet

Vad är smörjning egentligen?

- *Teori och tips*

- Introduktion till Tribologi
- Friktion, Nötning, Smörjning
- Smörjregimer
- Smörjoljor
- Smörjfetter
- Filtrering
- Varför måste man byta olja?

Introduktion till tribologi

- Vad är tribologi?
 - ”Smörjning, nötning och friktion”
 - ”Olika ytor interaktion med varandra”
 - *Tribos* = gnida, nöta

Tribologi som vetenskap definierades 1966, men...

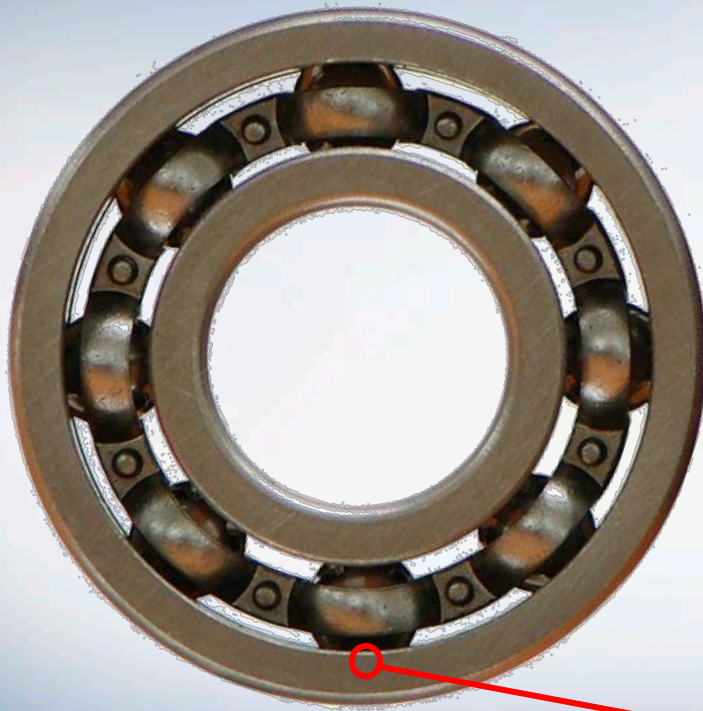
**Den första
dokumenterade
Tribologen (?),
ca 2400 f.kr**

**En arbetare håller
smörjmedel
(vatten, veg. olja?)
framför en släde vid
transport av
egyptisk staty**



Tribologiska kontakter

Extrema tryck

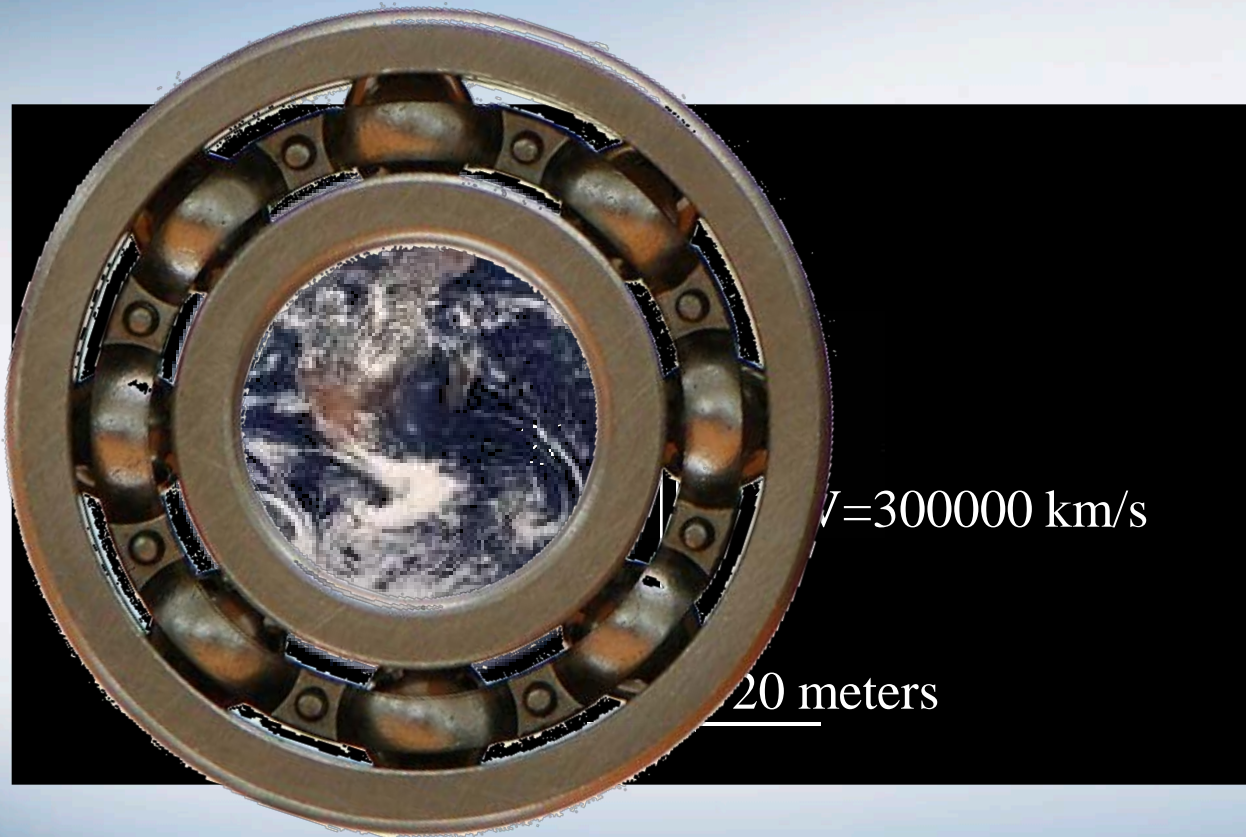


50-100 cars

mynt

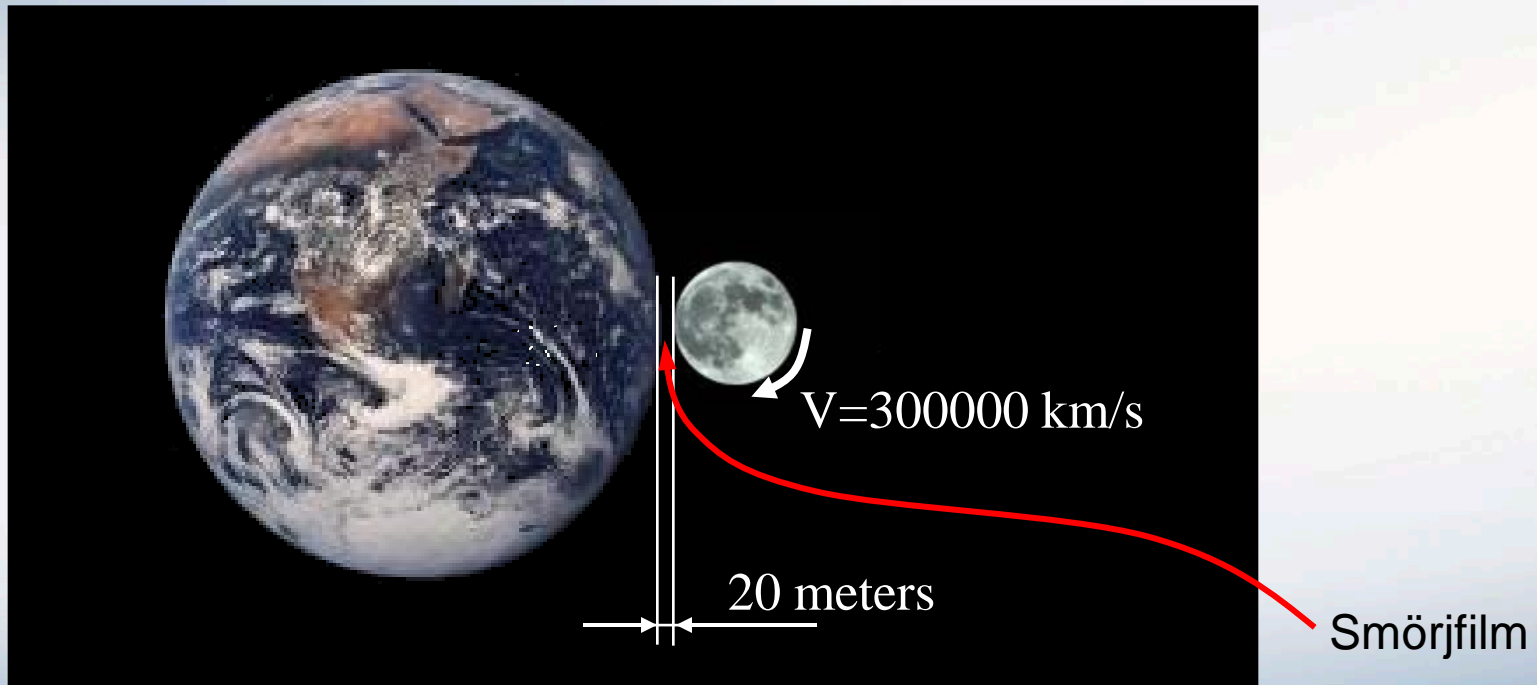
Tribologiska kontakter

Extrema tunna filmer och tuffa arbetsvillkor



Skala upp ett kullager ($\varnothing 60 \text{ mm}$, 500 r.p.m.) 200 millioner gånger!

Så varför ska man smörja egentligen?



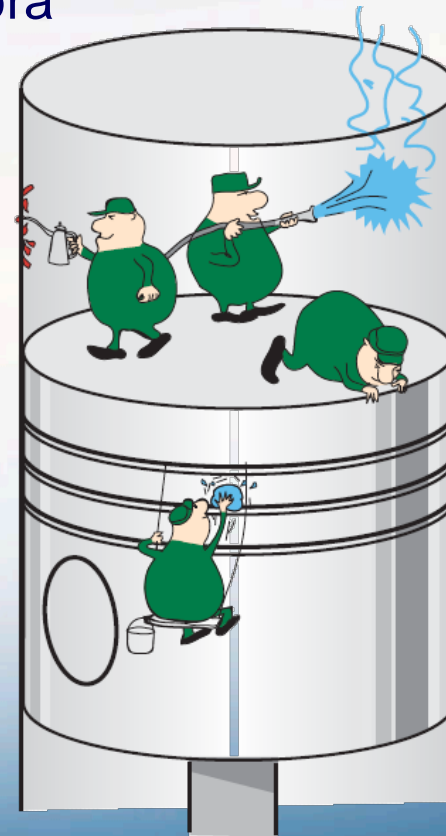
Skala upp ett kullager ($\varnothing 60 \text{ mm}$, 500 r.p.m.) 200 millioner gånger!

Smörjning

- Tillsats av smörjmedel i systemet för att minska nötning och friktion, förhindra skärning, kyla, rostskydda, rengöra, överföra kraft (hydraulik, momentomvandlare, ...)
- Flytande smörjmedel:
 - Olja
 - Vatten
 - Fett
- Fasta smörjmedel
 - Grafit
 - MoS_2
 - Mjuka metaller; bly, tenn...
- Gaser

Smörjer och ger en bärkraftig oljefilm, tar upp slag och stötar

Rengör och håller motorns "inre" fritt från smuts



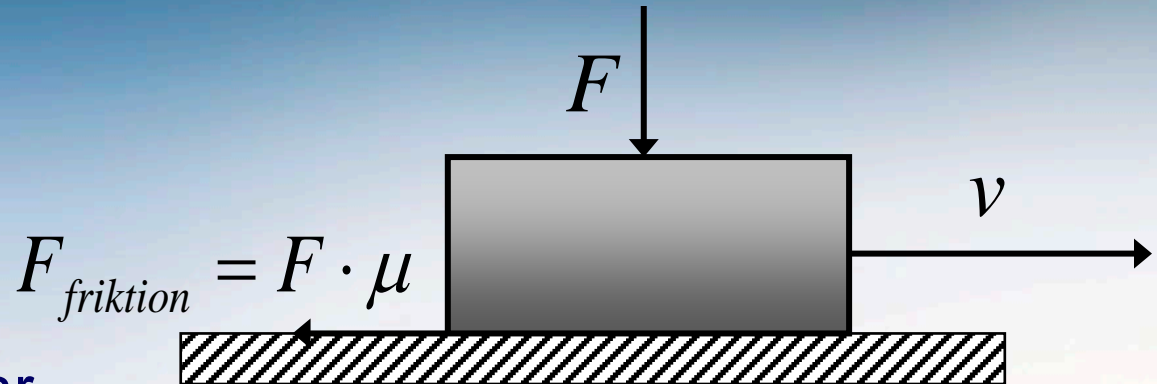
Kyler och avleder värme

Tätar mellan kolv och cylinder

Förhindrar korrosion

Oljans uppgifter

Friktion



- Kraft som motverkar rörelse mellan två objekt i kontakt med varandra
- Utfört arbete \Rightarrow Värme
- Strävan:
 - Låg friktion: Lager, tätningar, kamaxlar, mm
 - Hög friktion: Friktionskopplingar, skruvförband, däck, mm

F = Kraft vinkelrät mot det glidande interfacet

v = Glidhastighet

μ = Friktionskoefficient

$F_{frikction}$ = Friktionskraft

Nötning

- "Förbrukning av material i kontakten"

■ Adhesiv nötning

- Ytorna "svetsas" ihop p.g.a. höga kontakttemperaturer
- Exempel: Glidlager som arbetar utan smörjmedel

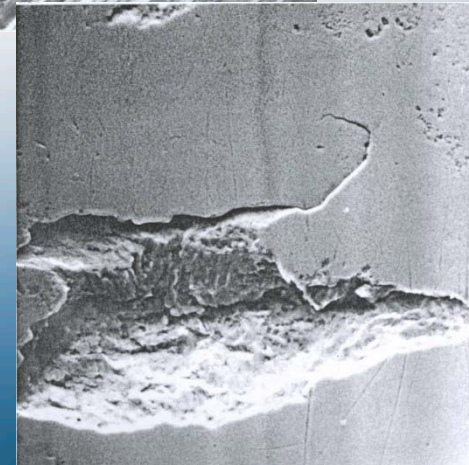
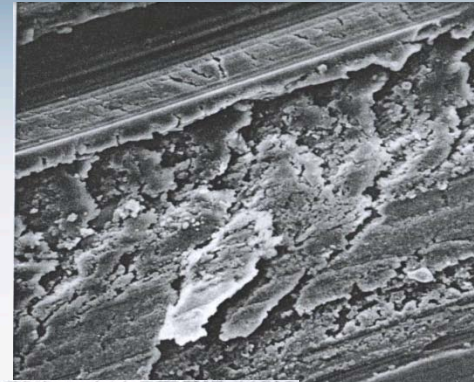
■ Abrasiv nötning

- Den hårdare ytan repar den mjukare
- Hårda partiklar repar båda ytorna
- Exempel: Hydraulsystem med dåliga/inga filter

■ Utmattning

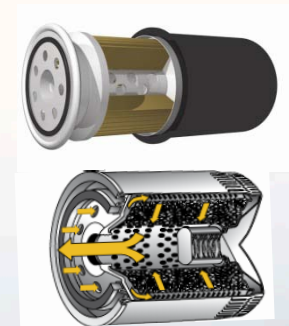
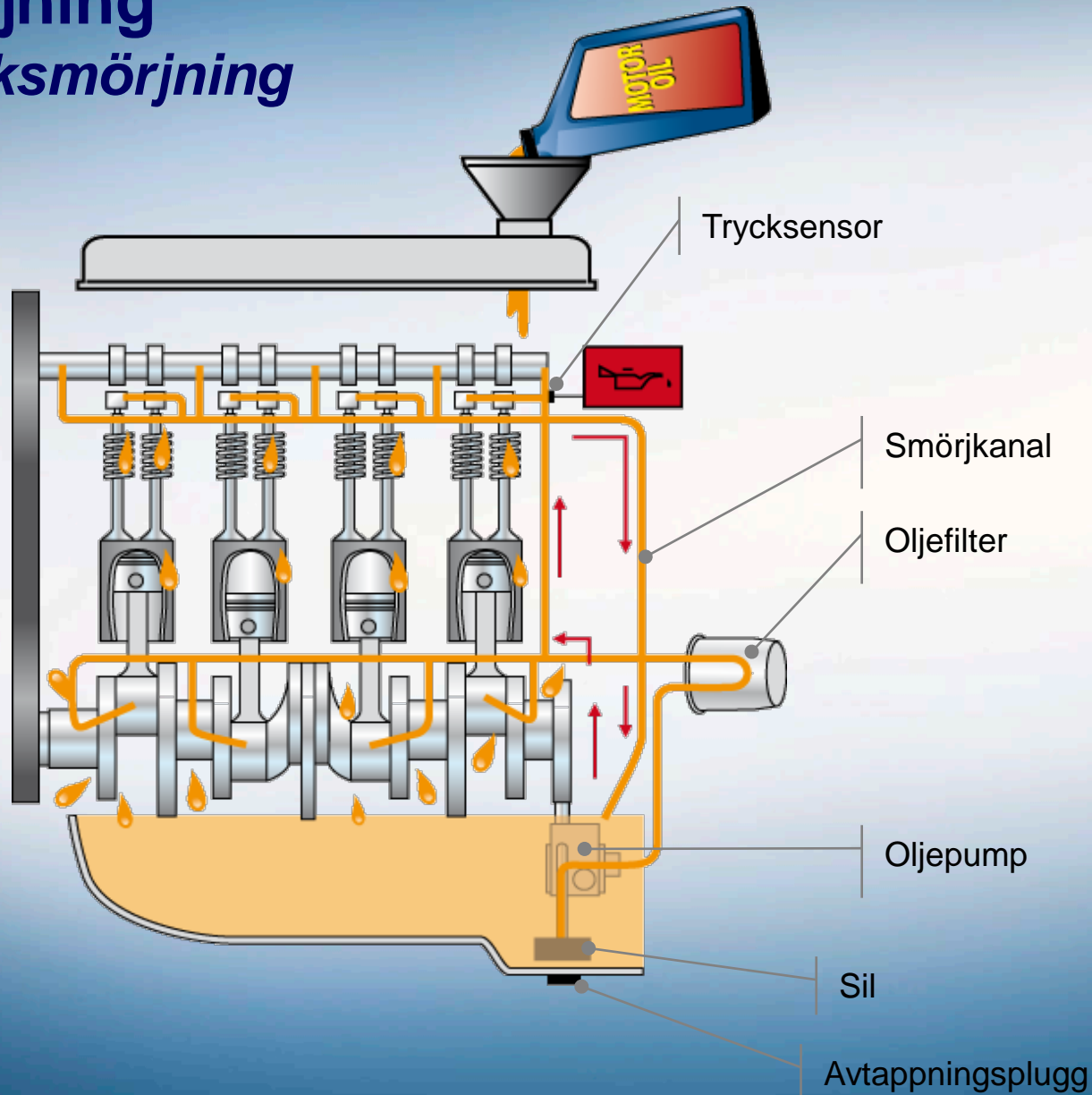
- Cykliska höga laster orsakar utmattning t.o.m. i applikationer som arbetar under fullfilmssmörjning
- Exempel: Kullager, kugghjul, järnvägsräls

■ mm...



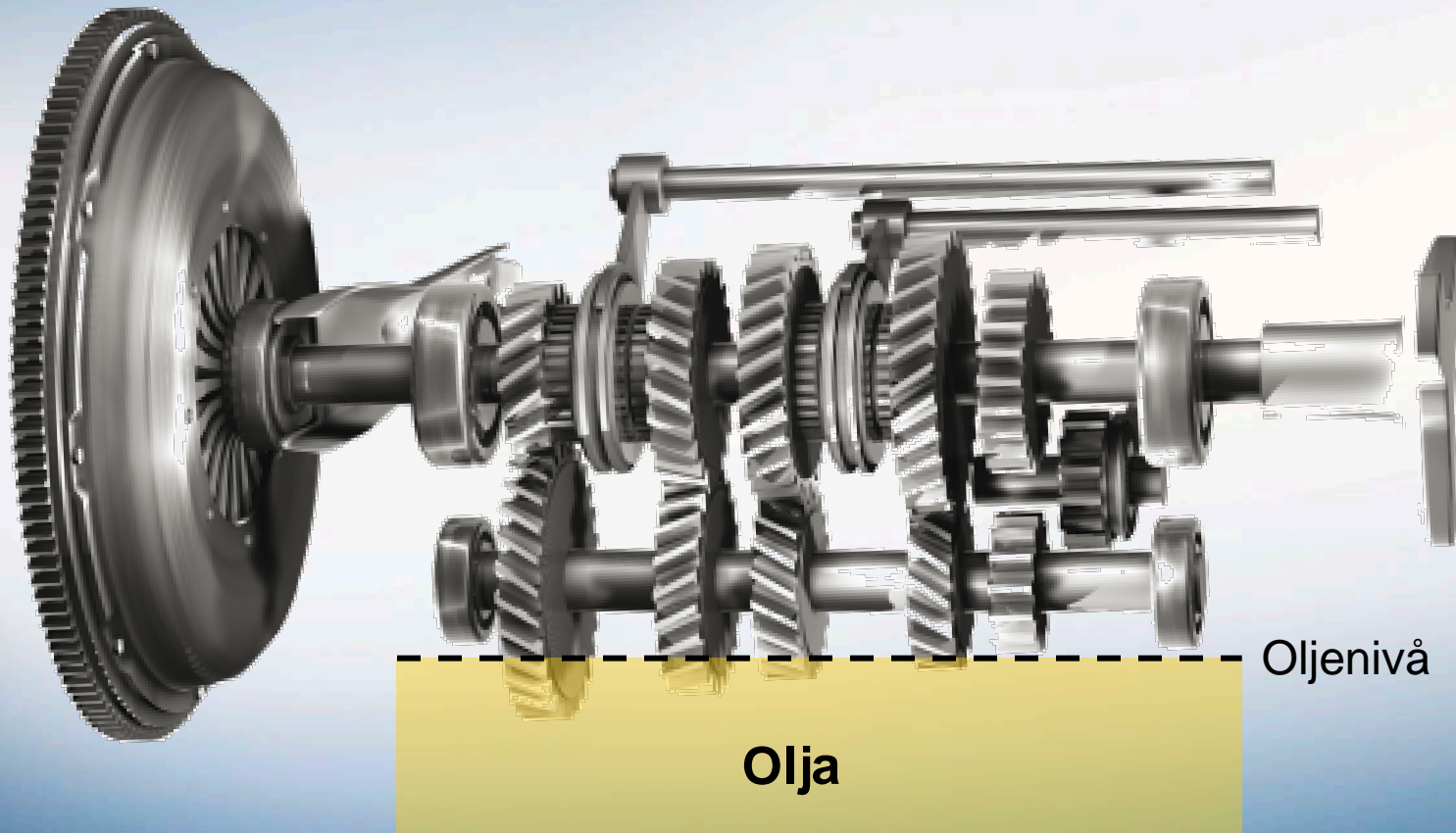
Smörjning

- Trycksmörjning



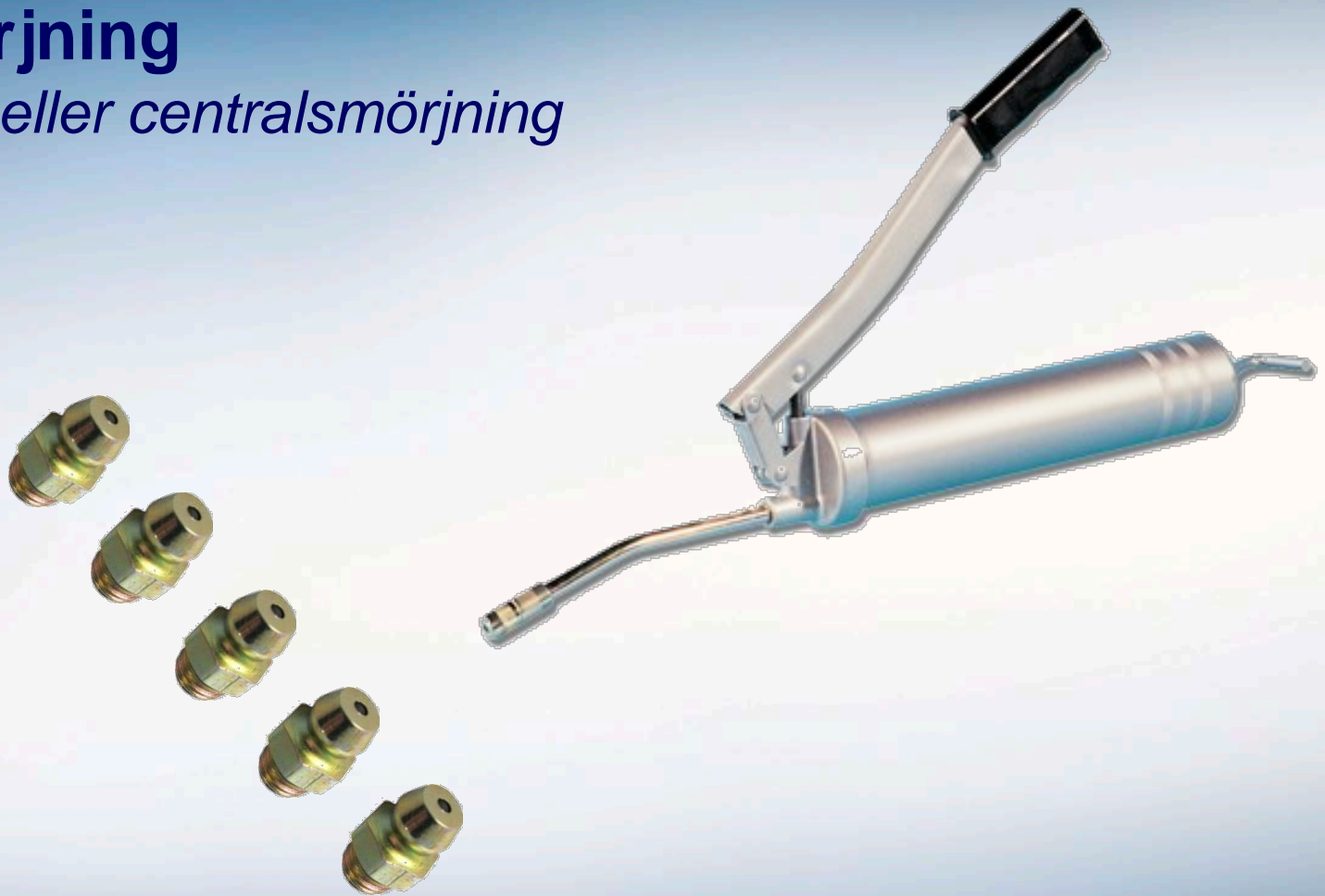
Smörjning

- Plasksmörjning



Fettsmörjning

- *Manuellt eller centralsmörjning*



Viskositet

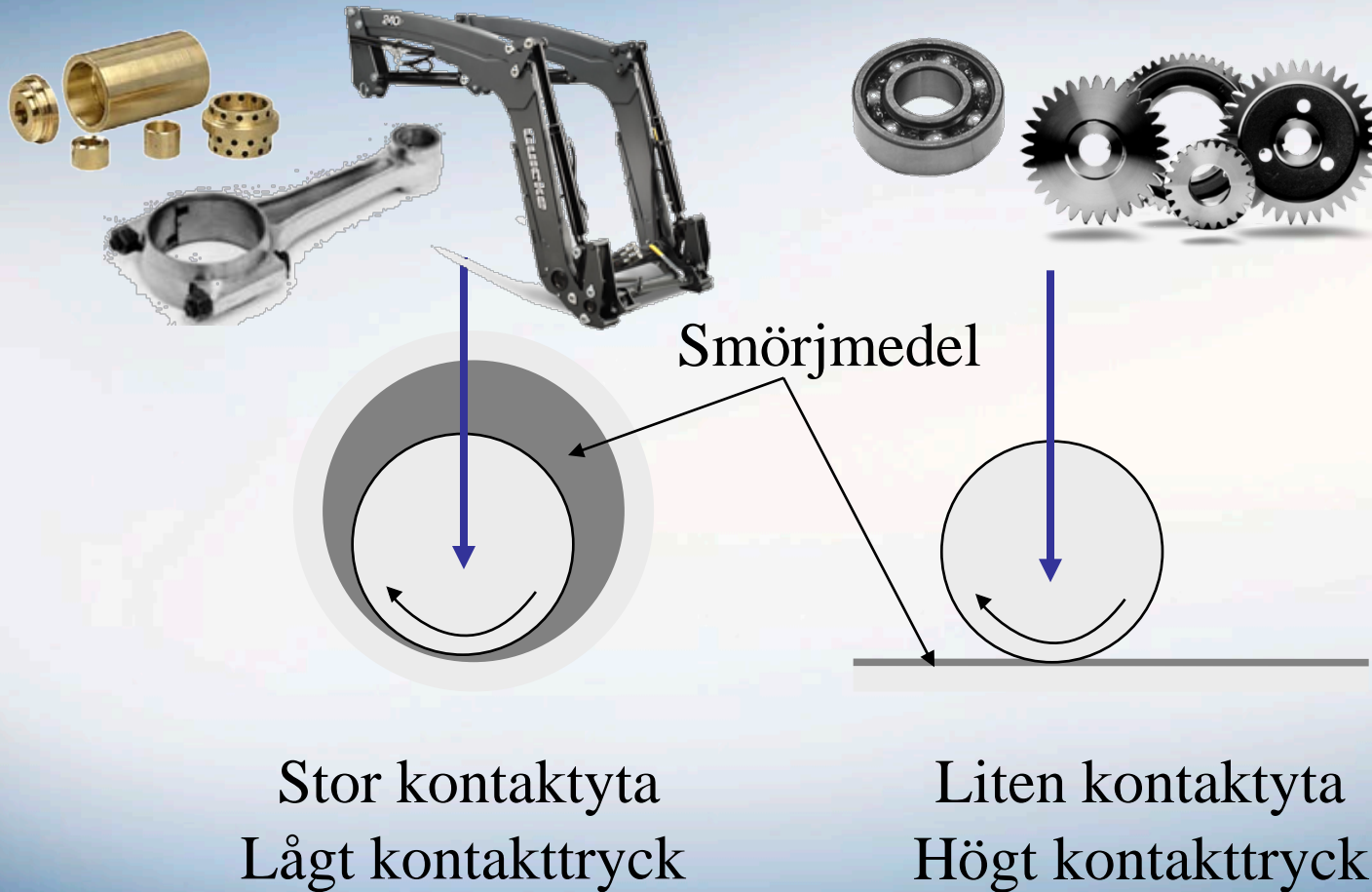
- Ett mått på hur trögflytande en vätska är



Hög viskositet = trögflytande!

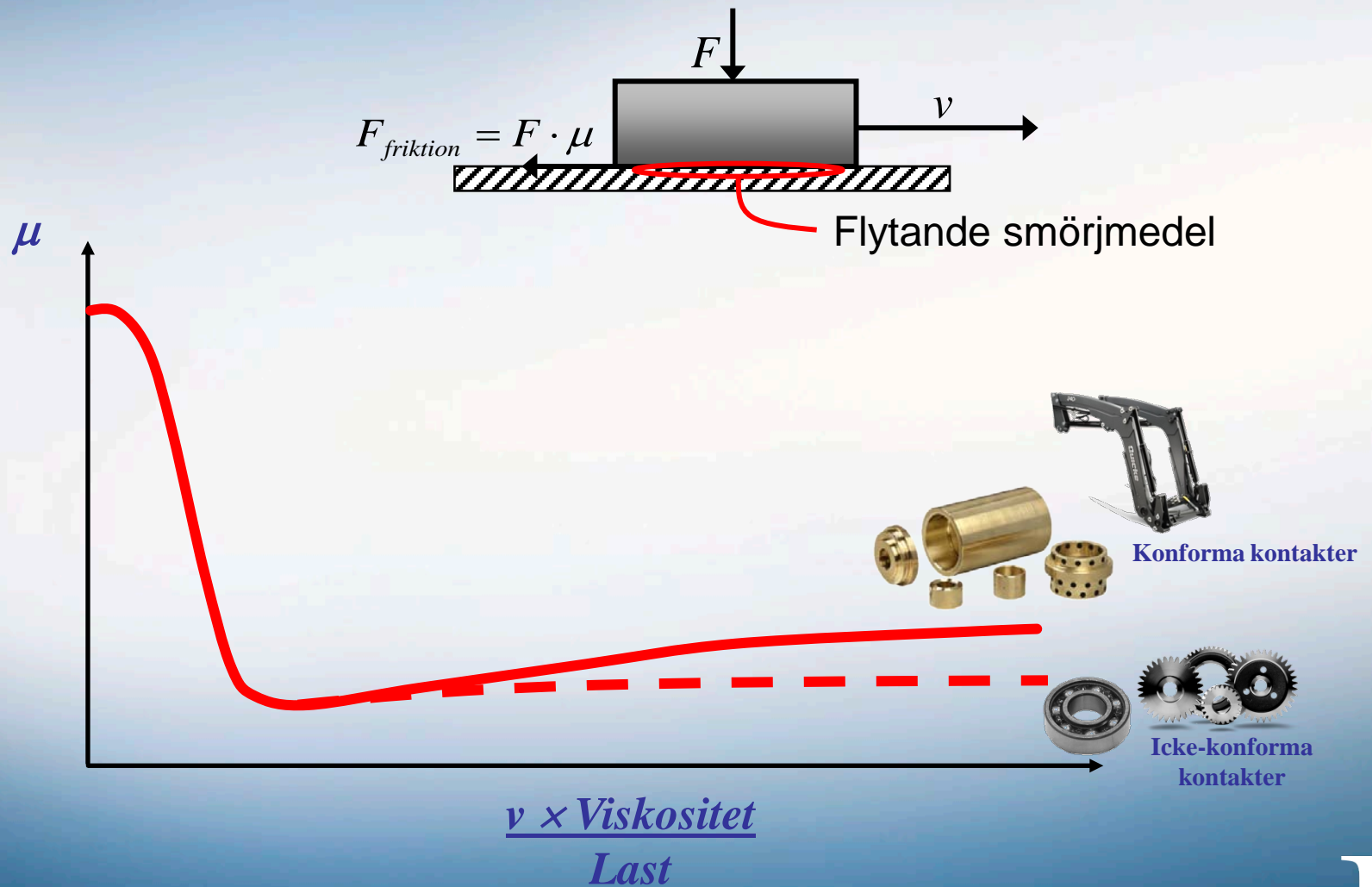
Låg viskositet = lättflytande!

Konforma och icke-konforma kontakter



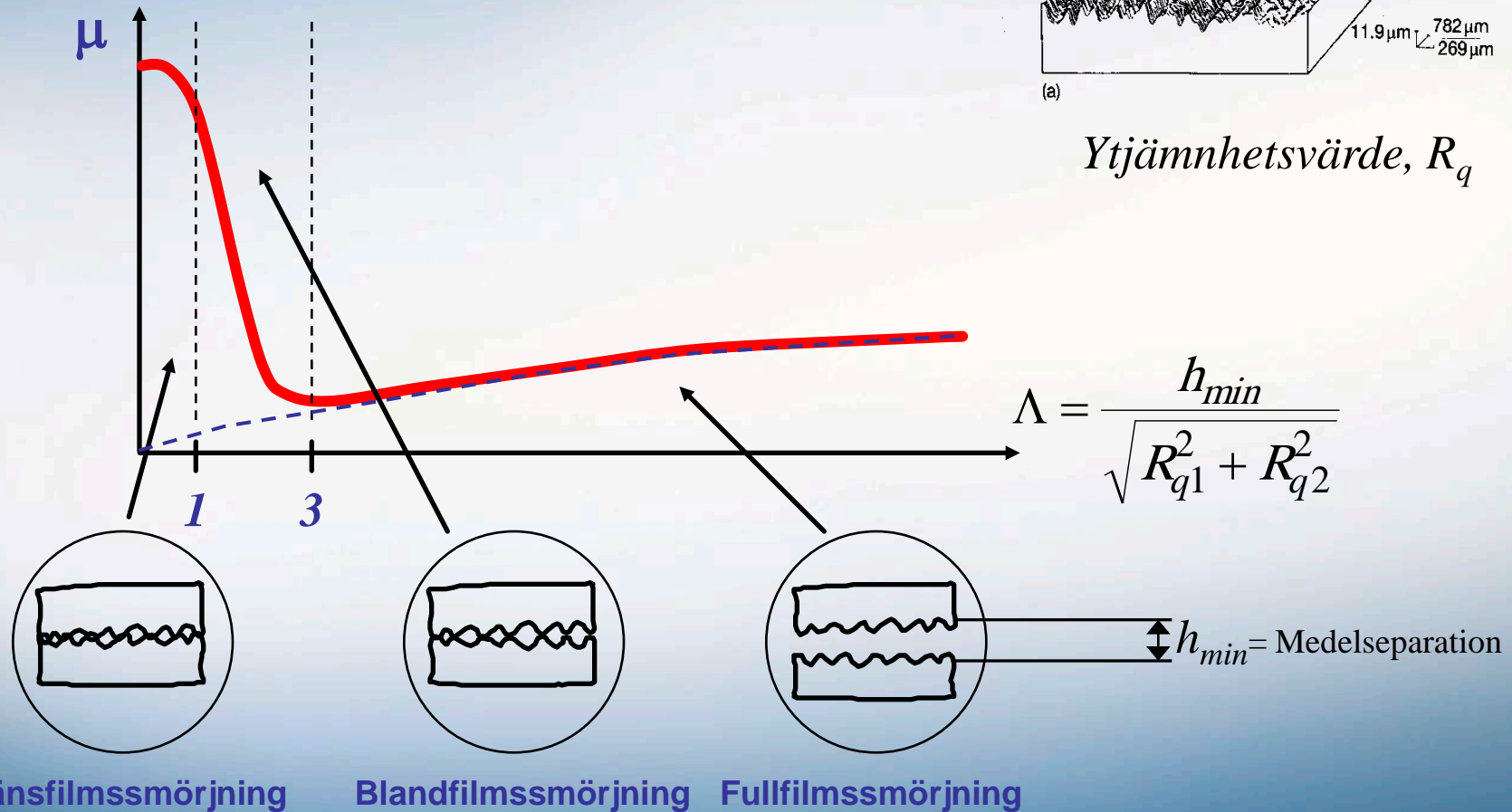
Smörjregimer

- Klassisk Stribeck-kurva



Smörjregimer

- Förbättrad Stribeck-kurva



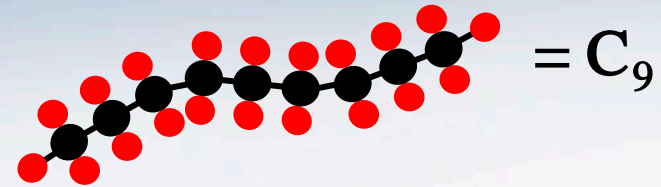
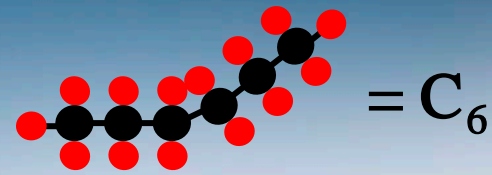
Flytande smörjmedel \approx oljor



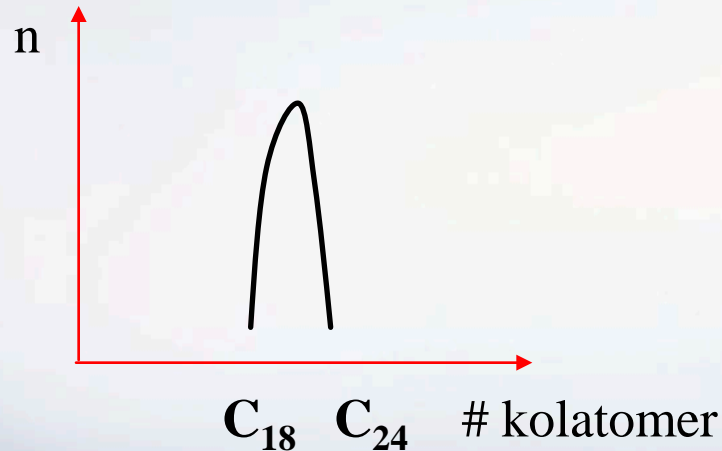
Oljornas beståndsdelar

- **Basoljor - Styr bl.a. viskositet, mm...**
 - Mineraloljor
 - Syntetiska oljor (polyalphaolefiner (PAO), estrar, glykoler, ..)
 - Vegetabiliska oljor och animaliska oljor
 - (Vissa syntetiska och vegetabiliska oljor kallas ofta EAL)
- **Additiv - Styr bl.a. hur väl oljan skyddar mot nötning, rost, mm...**
 - Extreme Pressure, EP (Kemisk reaktion)
 - Anti-Wear, AW (kemisorption)
 - Friction Modifiers, FM (fysisorption)
 - Viskositetsförbättrare, detergent, dispergenter, antioxidanter, korrosionsskydd, antiskum, etc...

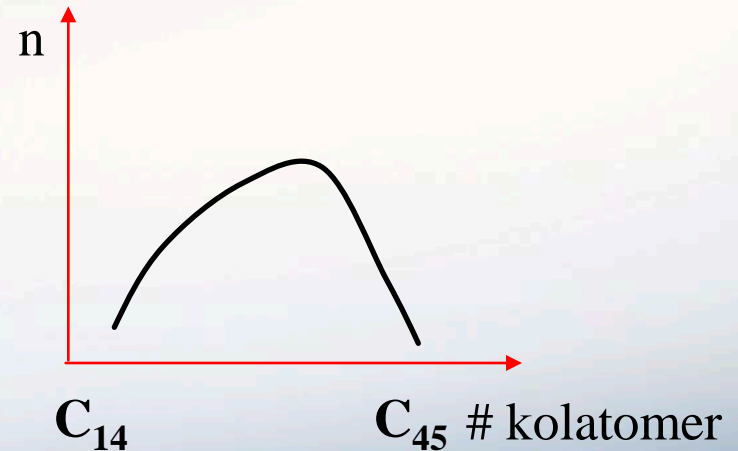
Molekylvikt och molekylfördelning



Syntetolja



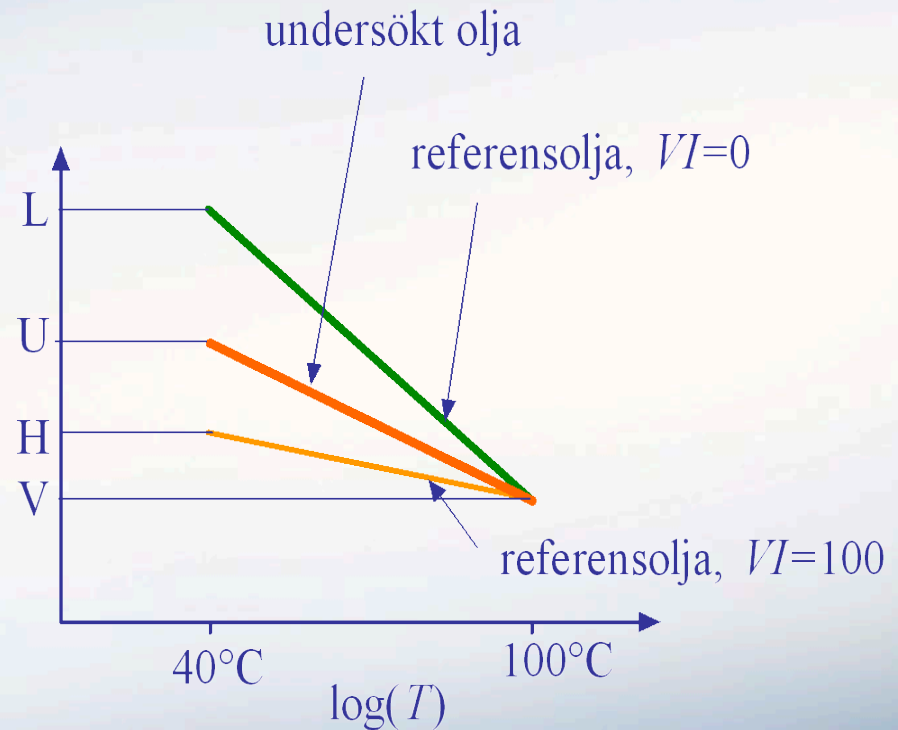
Mineralolja



**OBS: Ofta snarlika molekyler
förutom spridning i molekylvikten!!!**

Viskositetsindex (VI)

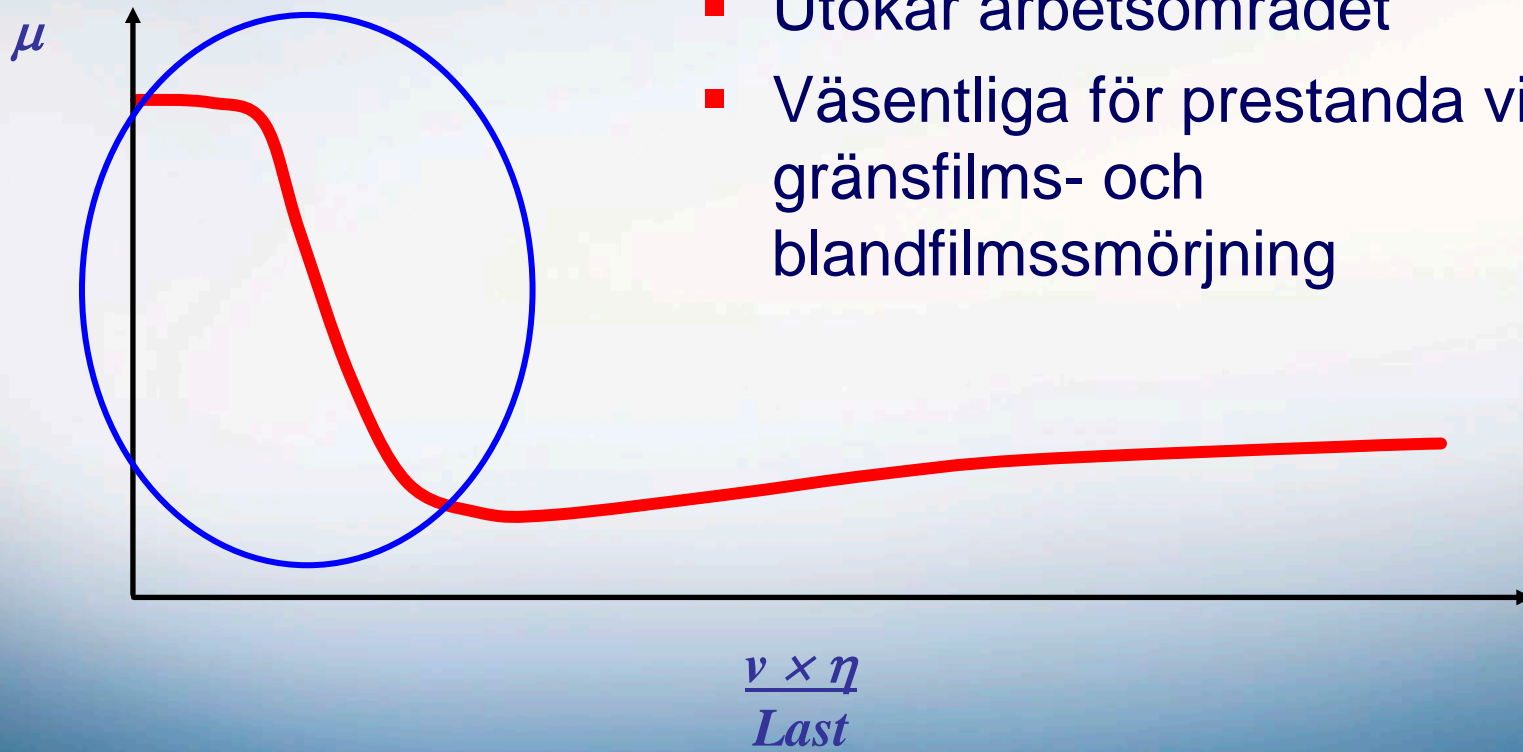
- Standardklassning av förhållandet mellan viskositet och temperatur
- Högt VI = temperaturen har liten påverkan på viskositeten
⇒ Kan ha bra kallstarts-egenskaper OCH fungera bra vid full arbets-temperatur



$$VI = 100 \frac{L - U}{L - H}$$

Additiv:

- Förbättrar funktionen
- Förlänger livslängden
- Utökar arbetsområdet
- Väsentliga för prestanda vid gränsfilms- och blandfilmssmörjning



Hydraulolja och Turbinolja

- ISO VG-talet anger viskositet (cSt) vid 40°C.
- Hydrauloljans köldegenskaper bestäms av ISO VG-klass i kombination med viskositetsindex, och angiven lägsta flyttemperatur (Pour Point)
- Lågt ISO VG-tal och låg Pour Point
⇒ Bra kallstartsegenskaper
- Hydrauloljor kan ibland få problem med blandbarhet med andra hydrauloljor.

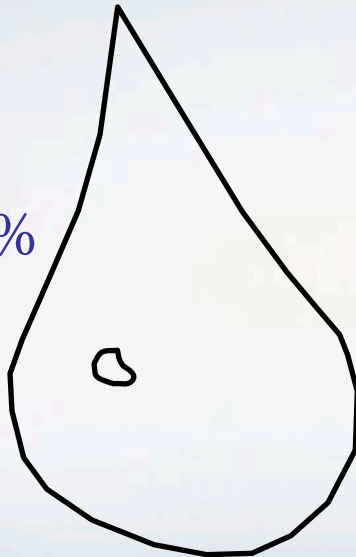
Växellådsolja för industrin

- ISO VG-talet anger viskositet (cSt) vid 40°C.
- Växellådsoljans köldegenskaper bestäms av ISO VG-klass i kombination med viskositetsindex, och angiven lägsta flyttemperatur (Pour Point)
- Lågt ISO VG-tal och låg Pour Point
⇒ Bra kallstartsegenskaper
- Tumregel: Om namnet innehåller EP är den designad för hårt belastade kuggväxlar (EP = Extreme Pressure)
- Inte samma krav på blandbarhet som i fordonssmörjmedel! Kan t.ex. vara av Polyglykol-typ.

Smörjfetter

Basolja och additiv

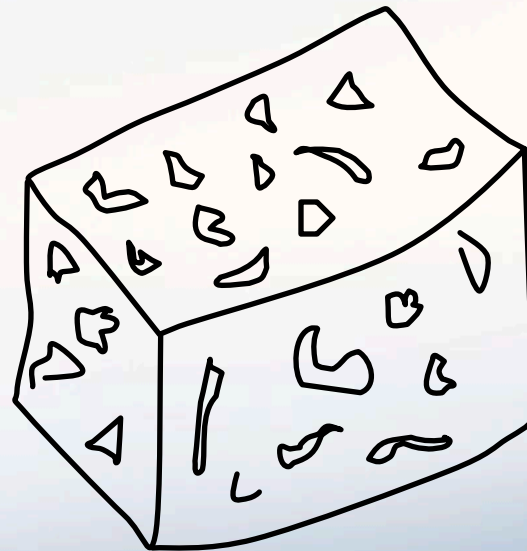
ca 90 %



(mineral, syntet)

Förtjockningsmedel, "tvål"

ca 10 %



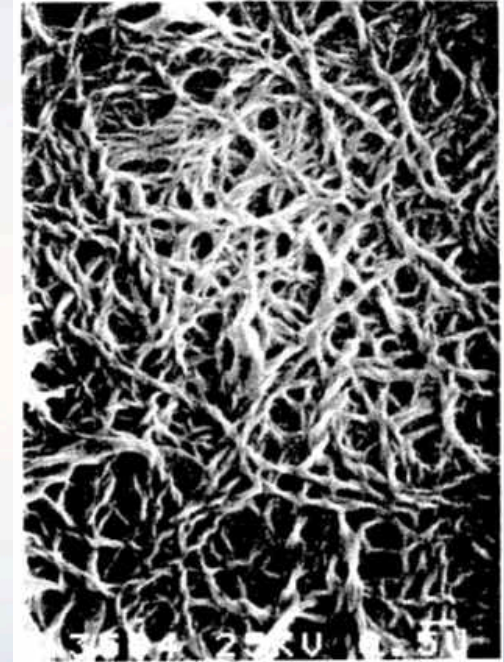
(lithium, calcium, polyurea ...)

Smörjfett

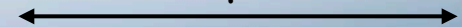
- *En komplex billig sak!?*

- Ses som en lågkostnadsprodukt
- Är en komplex produkt!
- Fortfarande inte kartlagt i detalj hur det verkligen fungerar!
 - Basoljans smörjning
 - Förtjockningsmedlets inverkan i smörjfilmen
- Köldegenskaperna påverkas mest av basoljans egenskaper! Läs datablad för att se lämpliga temperaturområden!

Förtjockningsmedel

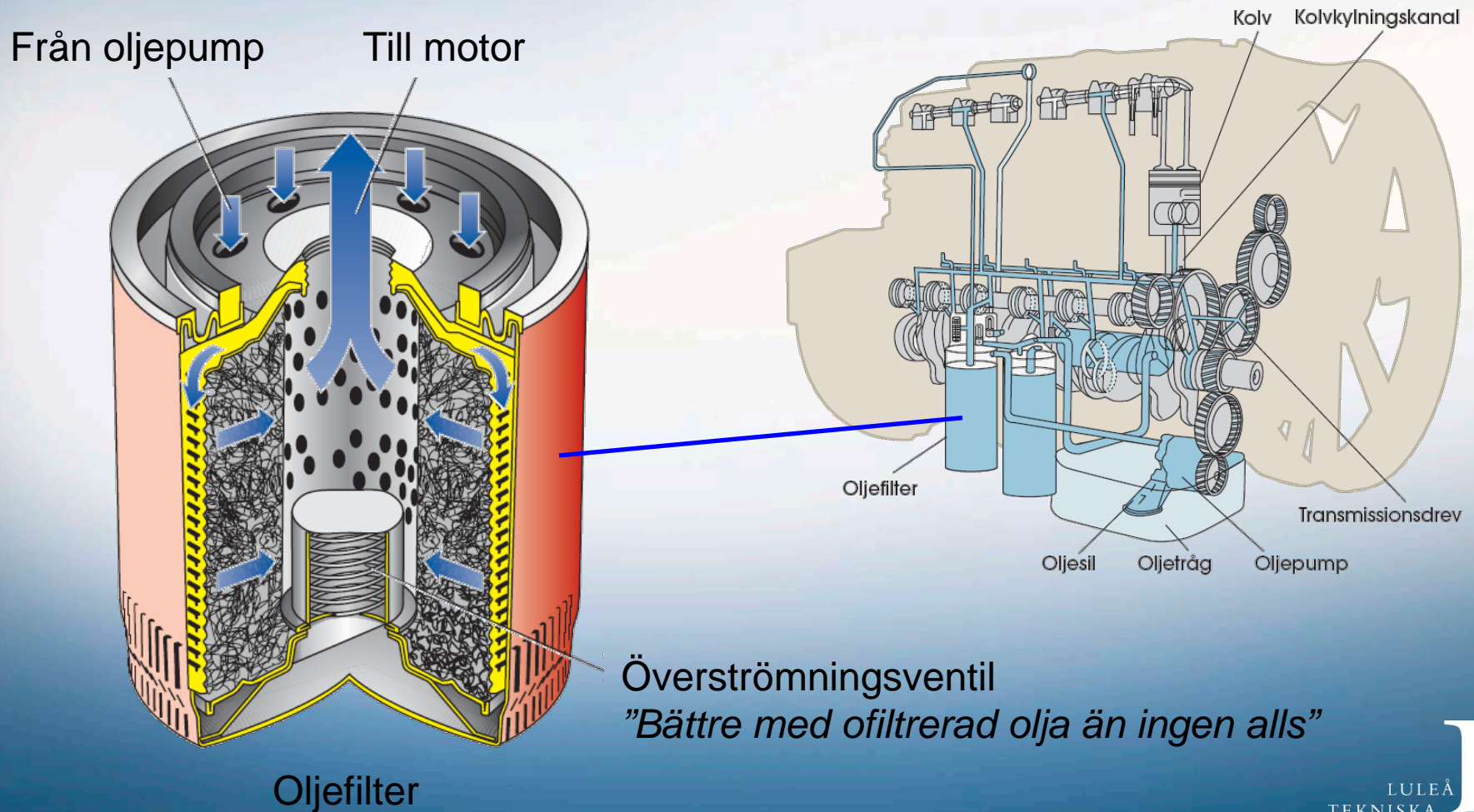


$\approx 50 \mu\text{m}$



Filtrering

- Exempel: Förbränningsmotor



Varför måste man byta olja?

- Oxidation \Rightarrow högre viskositet, mörkare (Dubblering av oxidationstakt var 10°C över 100°C)
- Termisk sönderdelning \Rightarrow lägre viskositet
- Föroreningar
 - Sot \Rightarrow högre viskositet, mörkare ("svart")
 - Vatten \Rightarrow viskositet beroende på %, ljusgrå vid hög %, påskyndar bl.a. oxidation
 - Drivmedel \Rightarrow lägre viskositet, luktar drivmedel
 - mm...
- Förbrukning av additiv \Rightarrow sämre nötnings- och oxidations-motstånd, mm.
- Skjuvning \Rightarrow Tunnare olja. (stötdämarolja = extremfall)