

# Kenőanyagok - Kenőolajok



Fogarasi Zsolt Miklós, Görög András

2018.11.27.

Budapesti Műszaki- és Gazdaságtudományi Egyetem

# Tartalom

-  MOL LUB Kft.
-  Kenőanyagok
-  Kenőolajok



# MOL-LUB Kft



MORE THAN  
300 OEM  
APPROVALS



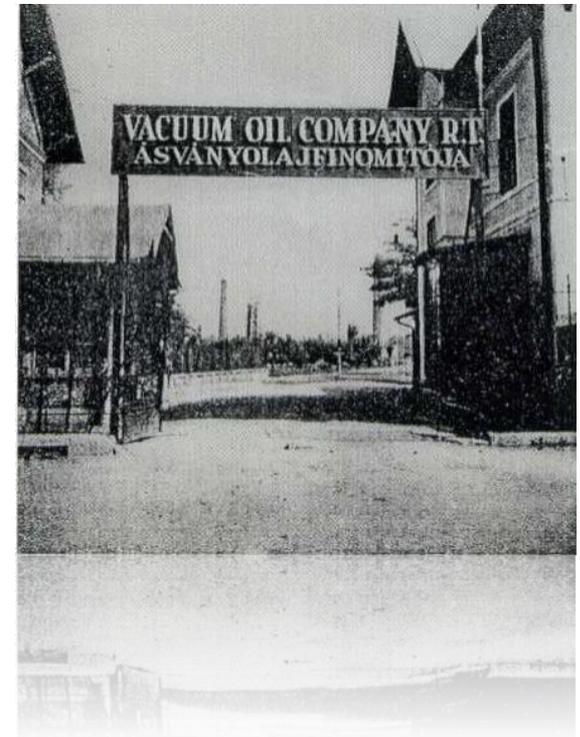
**LUBRICANTS**

**110 YEARS**

**900** products, more than **2000** packaging



Own lubricant R&D,  
production & laboratory  
in Hungary and Croatia



# KENŐANYAGOK FEJLŐDÉSE

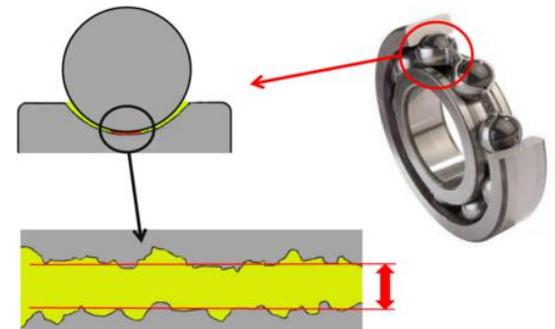
- A kenőanyagok a kezdetleges mechanikai szerkezetek megjelenésétől jelen vannak.
- A korai tengelyek fából készültek, amik forgását állati eredetű zsírokkal könnyítették meg.
- Az iparosodás során a kenőanyagok már hűtőközegként is funkcionáltak.
- A mozgó alkatrészek és körülmények változása a kenőanyagok fejlődését napjainkban is megköveteli.



# KENŐANYAGOK FELADATAI

➤ A kenőanyagok filmet hoznak létre az elmozduló, súrlódó alkatrészek között.

- Ennek megfelelően csökkentik a súrlódási tényezőt,
- Csökkentik a kopást,
- Megvédik az alkatrészeket a berágódástól,
- Védik és passziválják a felületet,
- Gátolják a korróziót,
- Stb.,
- Növelik a rendszer élettartamát!



A kenőanyagok szerkezeti elemekké váltak!

# KENŐANYAGOK FELOSZTÁSA

## ♥ Halmazállapot szerint

- ♥ Gázok
- ♥ Folyadékok
- ♥ Konzisztens anyagok
- ♥ Szilárd kenőanyagok

- ## ♥ A kenőanyagok kiválasztását az alkalmazási körülmények szabják meg, így legnagyobb volumenben a folyadékokra van igény



# KENŐOLAJOK FELHASZNÁLÁSA

## ▼ Közlekedési kenőolajok

- ▼ Motorolajok
- ▼ Hajtóműolajok

## ▼ Ipari olajok

- ▼ Hidraulikaolajok
- ▼ Turbinaolajok
- ▼ Kompresszorolajok
- ▼ Szerszám gép olajok
- ▼ Hőközlő folyadékok

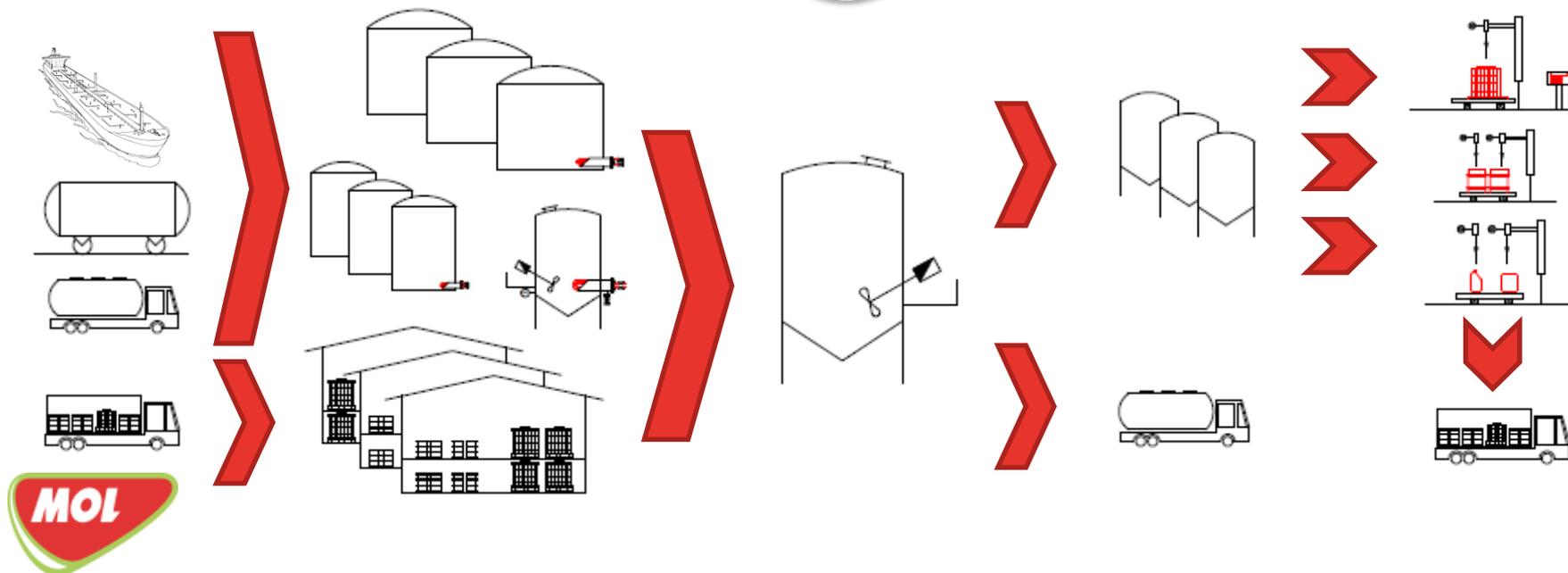
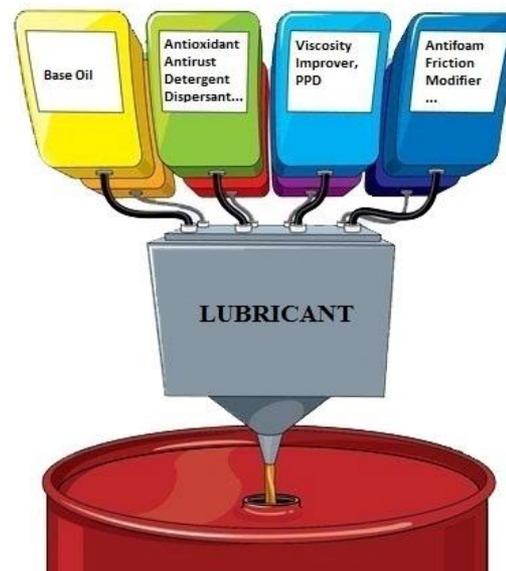
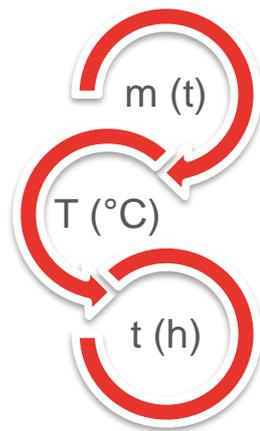
## ▼ Egyéb területek

- ▼ Élelmiszeripari olajok
- ▼ Gyógyászati (fehér) olajok



# KENŐOLAJOK ELŐÁLLÍTÁSA

- Szakzsargon „olajkeverés”
- Szakaszos eljárás



# KENOLAJOK FELÉPÍTÉSE

- ~ 80% bázisolaj
- Ásványi
  - Gr. I.
  - Gr. II.
  - Gr. III.
- Szintetikus
  - Gr. IV (PAO)
  - Gr. V (egyéb, pl. észter)



- ~ 20% adalék
  - Viszkózitás módosító
  - Folyáspont módosító
  - Detergens
  - Diszpergens
  - Kopásgátló
  - Oxidációgátló
  - Súrlódás módosító
  - Habzágátló



# ALAPOLAJOK FUNKCIÓI

## ▶ A bázisolaj szerepe a kenőanyagokban

- ▶ Biztosít némi kenést
- ▶ Oldószer az adalékokhoz
- ▶ Hőközvetítő közeg
- ▶ Tisztító ágens
- ▶ Megfelelő folyási tulajdonságokat kölcsönöz



# ALAPOLAJOK FELOSZTÁSA

## API bázisolaj kategóriák

Csoport	Kéntartalom, tömeg %		Telített szénhidrogének, tömeg %	Viszkozitás Index
Group I	> 0,03	és/vagy	< 90	80 - 119
Group II	< 0,03	és	> 90	80 - 119
Group III	< 0,03	és	> 90	> 120
Group IV	Poli-alfa-olefinek (PAO)			
Group V	Egyéb bázisolajok			



# LEGFONTOSABB PARAMÉTER

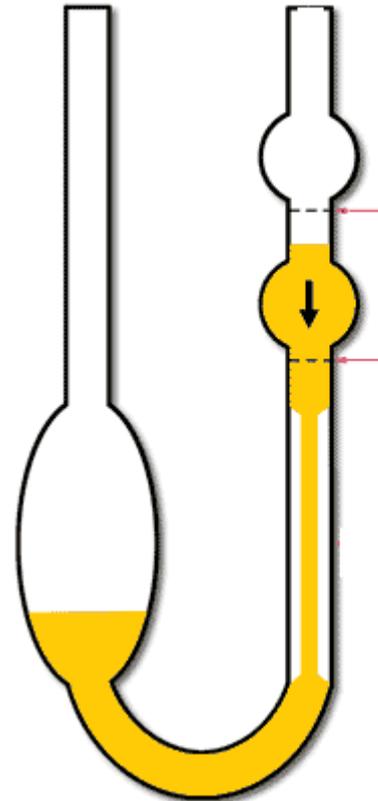
- Megadja a folyadék csúsztató erővel szembeni ellenállását
- Magyarul: mennyire folyik adott hőmérsékleten

$$\mu = \frac{\pi \times r^4 \times g \times l \times t}{8L \times V} = k \times (t_1 - t_2)$$

$\mu$ :	kinematikai viszkozitás
$r$ :	kapilláris sugara
$l$ :	átlagos hidrosztatikus fej
$g$ :	gravitációs gyorsulás
$V$ :	áramló folyadék térfogata
$t$ :	idő
$k$ :	kapilláris állandó



Kinematikai viszkozitás



# ADLÉKOK

## Aktív

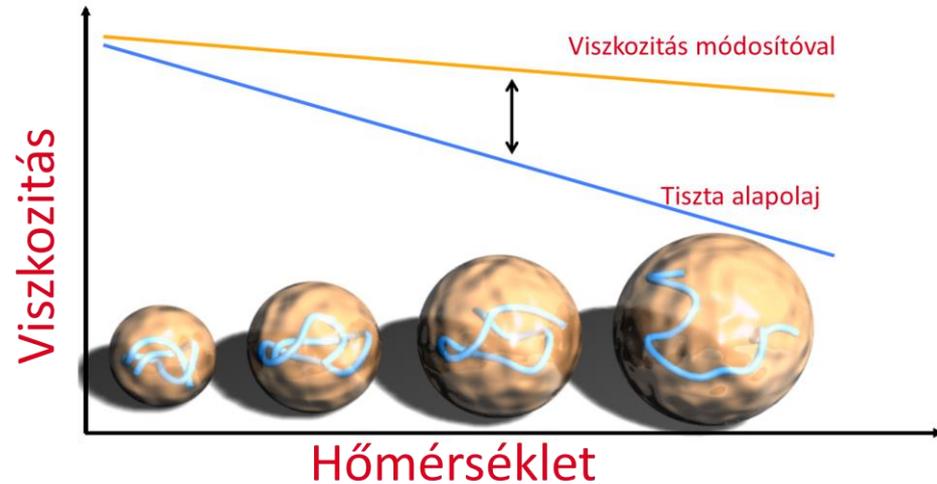


## Inaktív

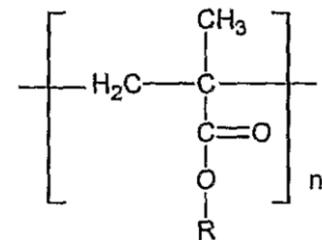


# LEGFONTOSABB ADALÉKOK

Viszkozitás  
módosító



Folyáspont  
csökkentő



PAMA





# MI VAN A FLAKONON?

## Viszkozitási osztályok (SAE J 300)

	CCS max. cP	MRV max. cP	Kinematikai viszkozitás, 100°C min. cSt	Kinematikai viszkozitás, 100°C max. cSt	HTHSV, 150°C min. cP
0W	6,200 at -35	60,000 at -40	3.8	-	-
5W	6,600 at -30	60,000 at -35	3.8	-	-
10W	7,000 at -25	60,000 at -30	4.1	-	-
15W	7,000 at -20	60,000 at -25	5.6	-	-
20W	9,500 at -15	60,000 at -20	5.6	-	-
25W	13,000 at -10	60,000 at -15	9.3	-	-
20	-	-	5.6	< 9.3	2.6
30	-	-	9.3	< 12.5	2.9
40	-	-	12.5	< 16.3	2.9 (0W-40, 5W-40, and 10W-40 grades)
40	-	-	12.5	< 16.3	3.7 (15W-40, 20W-40, 25W-40, 40 grades)
50	-	-	16.3	< 21.9	3.7
60	-	-	21.9	< 26.1	3.7



# Adalékgyártás



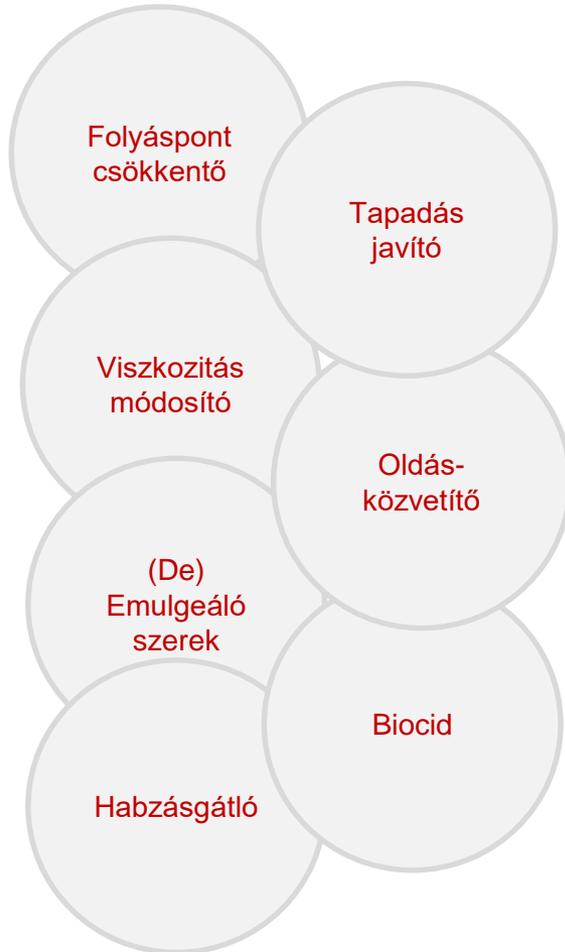
Fazekas Attila

2017.11.21.

Budapesti Műszaki- és Gazdaságtudományi Egyetem

# AZ ADALÉK CSALÁDOKBÓL MIT FED LE A MOL-LUB PORTFOLIO?

## Inaktív



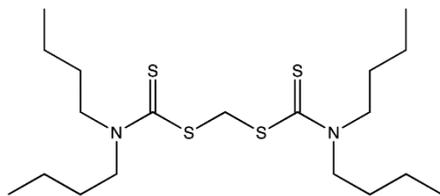
## Aktív



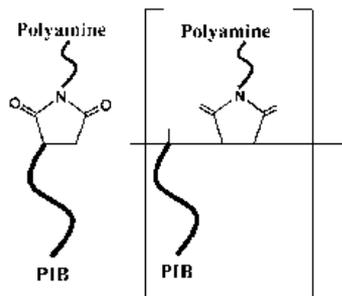
# KÉT VEGYÜLETCSOPORT: VISSZA A KÉMIÁHOZ

Aktív

## Ditiokarbamátok



## Polialkil-szukcinimidek



PIBSI

polyPIBSI

Kopásgátló

Oxidáció-  
gátló

Nyomásálló  
adalék

Korrózió-  
gátló

Diszpergens

Detergens

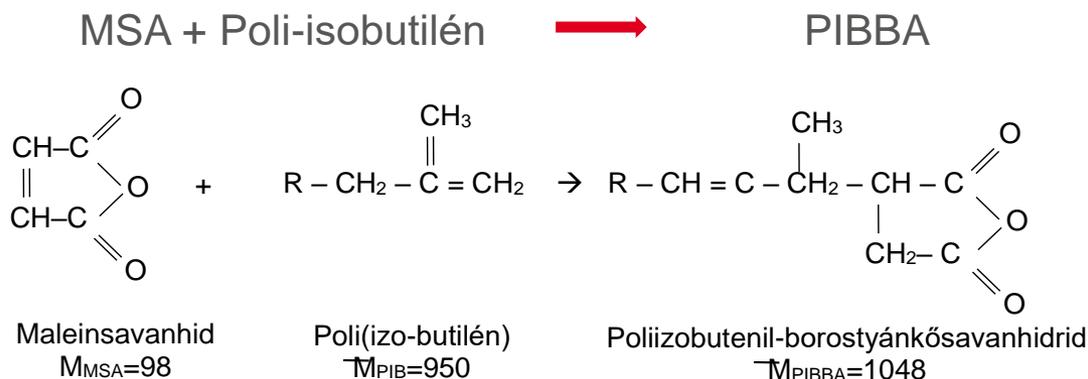


# DETERGENS/DISZEPREGENS: SZUKCINIMIDEK

## SZUKCINIMID ÜZEMRÉS

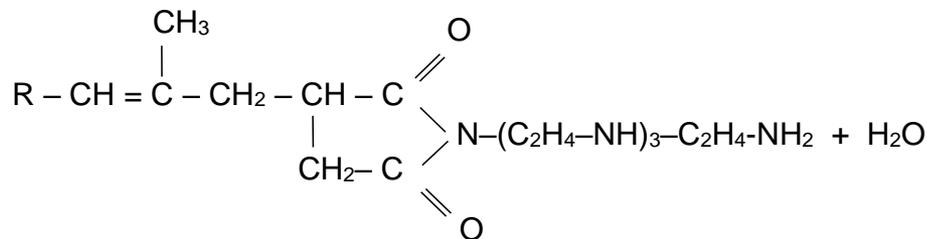
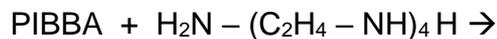
### TERMÍKUS TECHNOLÓGIA (CSAK DISZPERGENS):

#### Maleinálás:



#### Acilezés:

PIBBA + poliamin  $\longrightarrow$  mono- vagy bisz-szukcinimid + víz



PIBBA  $M_{\text{PIBBA}}=1048$

Tetraetilén-pentamin  $M_{\text{TEPA}}=189$

mono-szukcinimid  $M_{\text{mono}}=1219$

Víz  $M_{\text{víz}}=18$

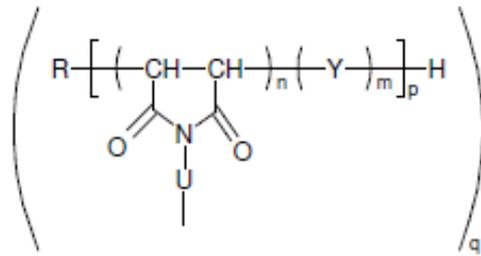


# DETERGENS/DISZEPREGENS: SZUKCINIMIDEK

## SZUKCINIMID ÜZEMRÉSZ

### OLDÓSZERES TECHNOLÓGIA

- Katalitikus adicionálás ( PIB + MSA + DTBP (kat.) + Xilol)
- Oldószermentesítés
- Hígítás, szűrés
- Acilezés



poliszukcinimid

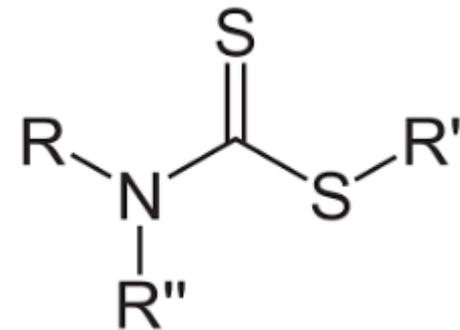
ahol:  $U = -\text{CH}_2-\text{CH}_2-(\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_x$

$x \geq 0$

$m, n, p, q \geq 1$



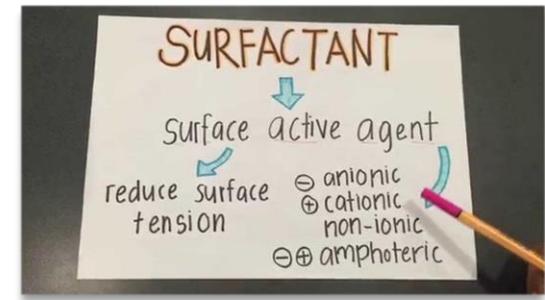
# EP/AW: DITIOKARBAMÁTOK



- ✔ Százhalombatta Kísérleti Üzem
- ✔ CS<sub>2</sub>-alapú kémia:
  - ✔ Hamumentes:  
Metilén-bisz(dibutil-ditiokarbamát)
  - ✔ Cink-alapú (nem gyártott)
- ✔ Egyéb kísérleti alkalmazások:
  - ✔ Cink-alapú (gumiipari ultragyorsító)
  - ✔ Cink-Mangán alapú (mg.-i fungicid)



# EGYEDI ADALÉKOK: TENZIDEK



## ✔ Tenzid I: Makroemulzió

- ✔ Alk. terület: Kőolajkitermelés EOR
- ✔ Elsődleges és másodlagos technológiával csak 30-60% kitermelhető

**Cél: termelékenység növelése**

## ✔ Tenzid II: Mikroemulzió

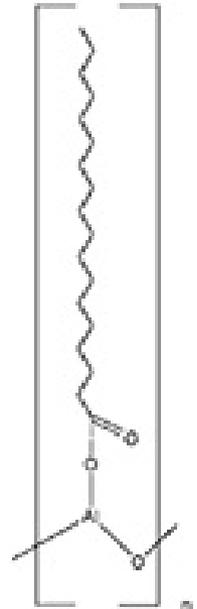
- ✔ Alk. terület: gázkutak kezelésére
- ✔ Kút körüli zónát kitisztítja, több esetben kőolajtermelés is megvalósult

**Cél: vízhozam csökkentés**

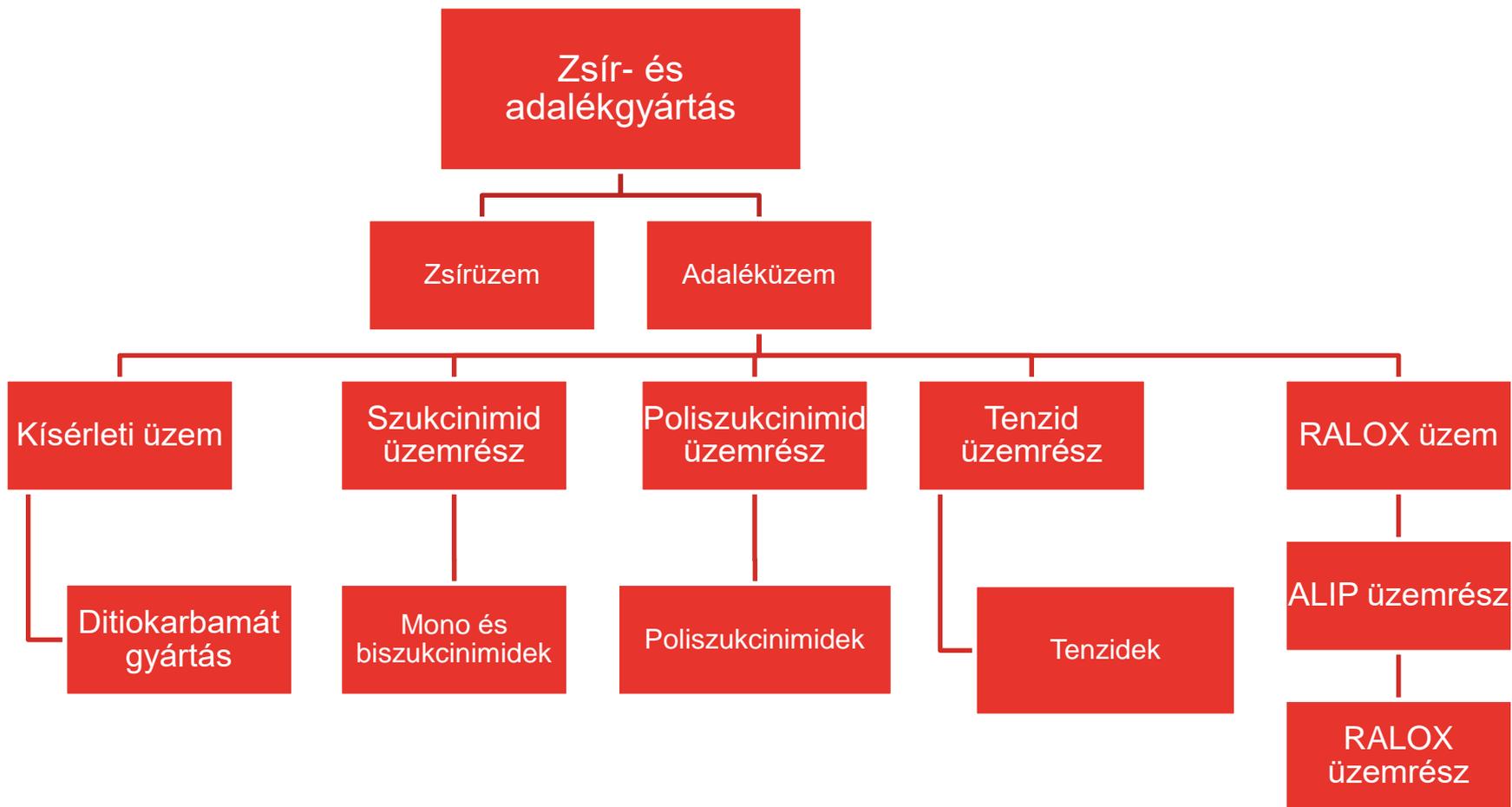


# ZSÍRFŐZÉS ADALÉK: SŰRÍTŐK

- Kenőzsírokat sűrítők típusa szerint is csoportosíthatjuk (Li, LiX, CaS, CaSX, AlX, polimer, stb.)
- Alu-komplex zsírsűrítő előállítása
  - Zsír prekursor (közti-termék)
  - Kétlépcsős gyártása:
    - Al-isopropoxid (ALIP)
    - Al-oxo-sztearát
  - A végső komplex struktúra a zsírgyártás során alakul ki
- Piacon értékesíthető köztitermék zsírgyártó cégeknek (AlX részesedés: 35% EU-ban)

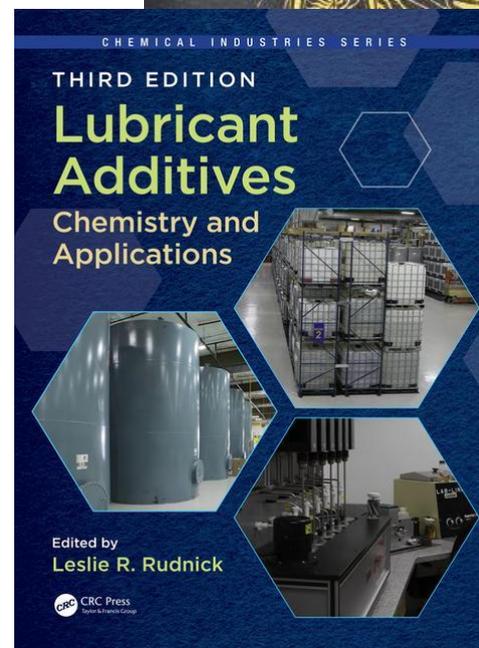
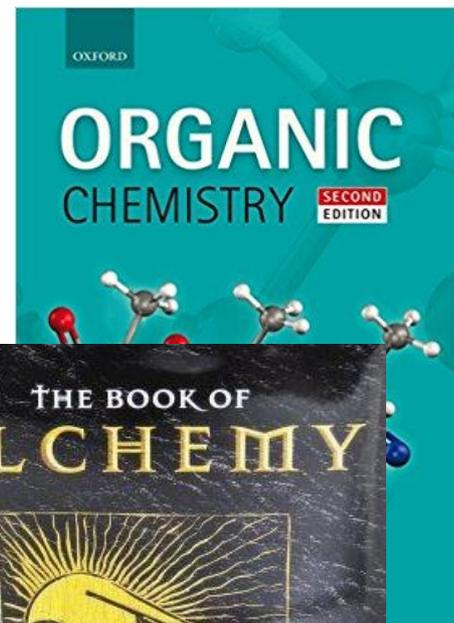


# A MOL-LUB ADALÉKGYÁRTÁS ÜZEMEI



# AZ ADALÉKOK JÖVŐJE

- Az adalékok elengedhetetlen kellékei a modern kenőanyagoknak
- A fejlesztés alkalmazott tudomány és kémia:
  - Felhasználás fókuszú
  - Kísérlet alapú
  - ...zsákutcákkal
- MOL- LUB nagy hangsúlyt fektet az adalék-üzletág kiterjesztésére a 2030-as Stratégiájának megfelelően



# Kenőzsírok

Pölczmann György

2018.11.27.

Almásfüzitő



# Témakörök

- ✔ Kenőzsírok definíciója
- ✔ Kenőzsírok összetétele, csoportosítása
- ✔ Kenőzsírok előállítása
- ✔ Kenőzsírok felhasználása
- ✔ Kenőzsírok fejlesztése

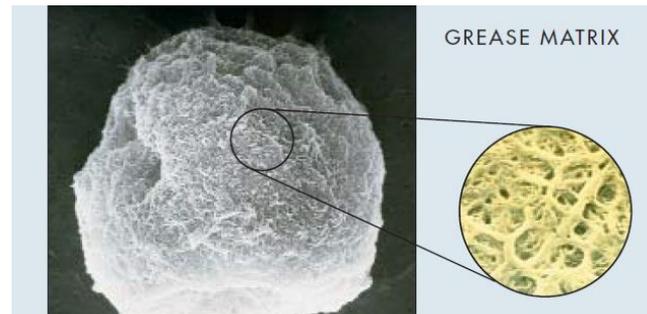


# Definíció

➤ ASTM D288: szilárd-félfolyadék **diszperzió**

➤ Diszpergált anyag: **sűrítő**

➤ Diszperziós közeg: **kenőolaj** (alapolaj)



➤ Sinitsyn: kenőanyag, ami bizonyos körülmények között (hőmérséklet, terhelés) szilárd anyagként viselkedik, majd a terhelés növelésével plasztikus folyadékként kezd folyni. A folyamat reverzibilis.

Szilárd

Hőmérséklet/nyomás/nyírás



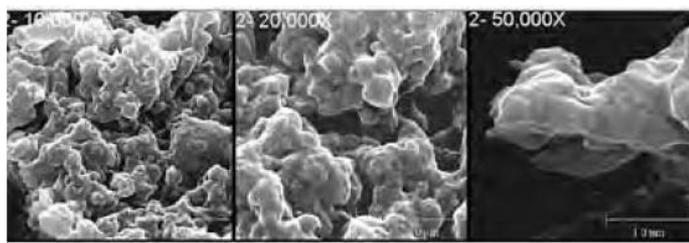
Félfolyadék

➤ Ishchuk: sűrítőből és olajból álló diszperzió, ahol a diszpergált fázis

➤ Három dimenziós vázat (térhálót) alakít ki a bázisolajban

➤ A sűrítő egy vagy két dimenzióban a kolloid mérettartományba esik

➤ A sűrítőt és az olaj között másodlagos kölcsönhatások lépnek fel



# Összetétel



~20%  
adalék

~ 80%  
bázisolaj



~0-10% adalék  
**~4-18% sűrítő**

~ 70-96%  
bázisolaj

## ▼ Bázisolajok (MOL-LUB)

- ▼ Group I-es olajok (60-500 cSt V40)
- ▼ Group IV-es olajok (poli-alfa-olefinek)

## ▼ Adalékok

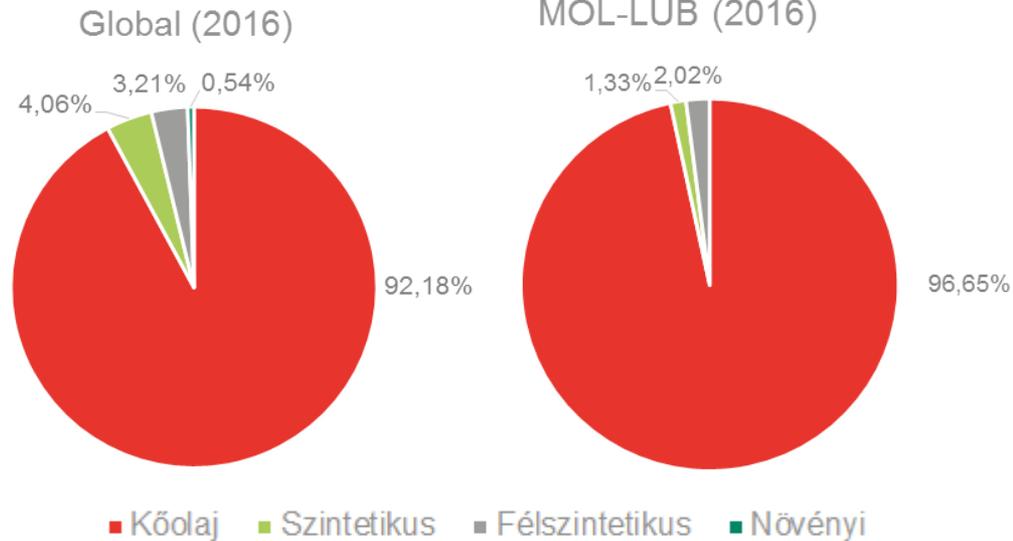
- ▼ ~olaj adalékok (EP/AW adalékok, polimerek, korróziós inhibitorok, stb.)
- ▼ egyéb szilárd adalékok (grafit, molibdén-szulfid, stb.)



# Kenőzsírok csoportosítása

## Összetétel szerint

- ▼ Bázisolaj alapján
  - ▼ Kőolaj alapú
  - ▼ Szintetikus
  - ▼ Félszintetikus
  - ▼ Növényi olaj alapú
- ▼ Sűrítő típusa alapján
  - ▼ Fémszappan alapú
    - ▼ Hagyományos
    - ▼ Komplex
  - ▼ Nem szappan alapú

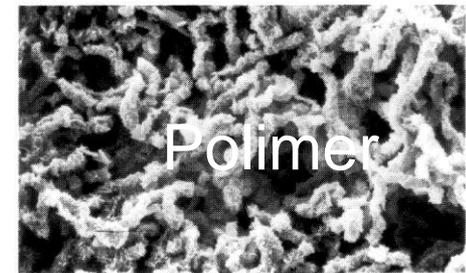
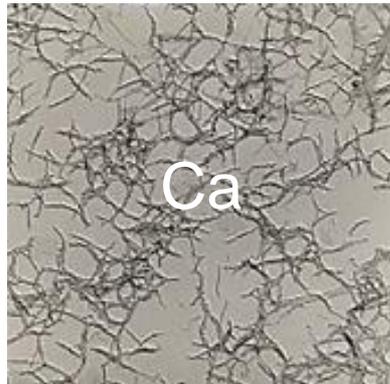
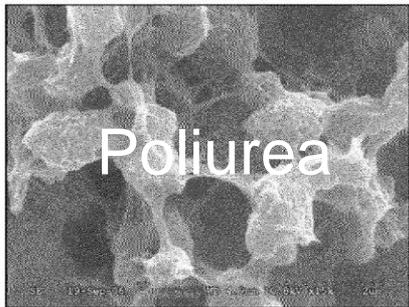
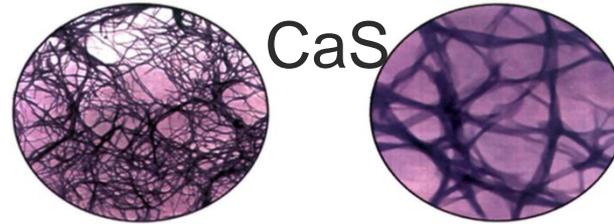
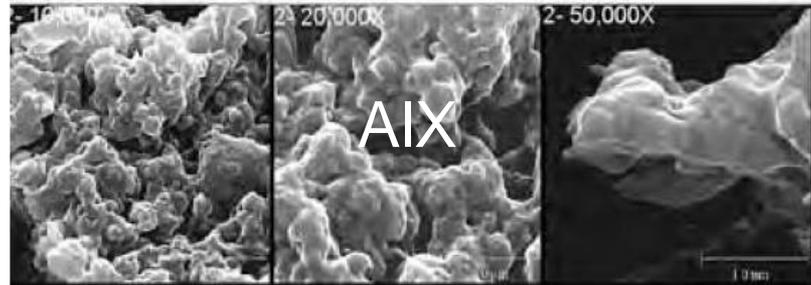
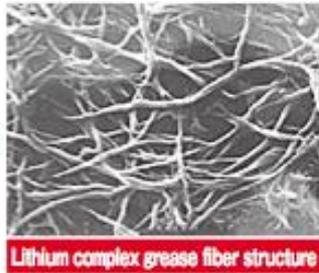
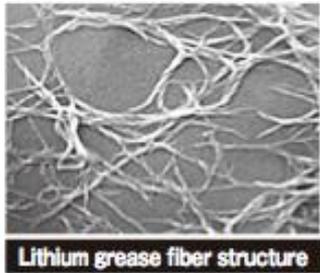


## NLGI konzisztencia fokozat szerint

## Felhasználás szerint



# Sűrítőtípusok



# Fontosabb kenőzsír sűrítők és azok tulajdonságai

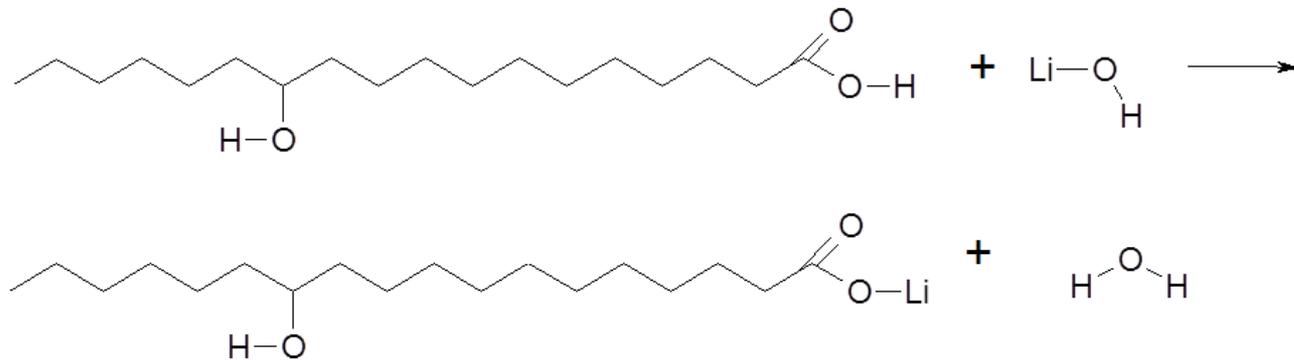
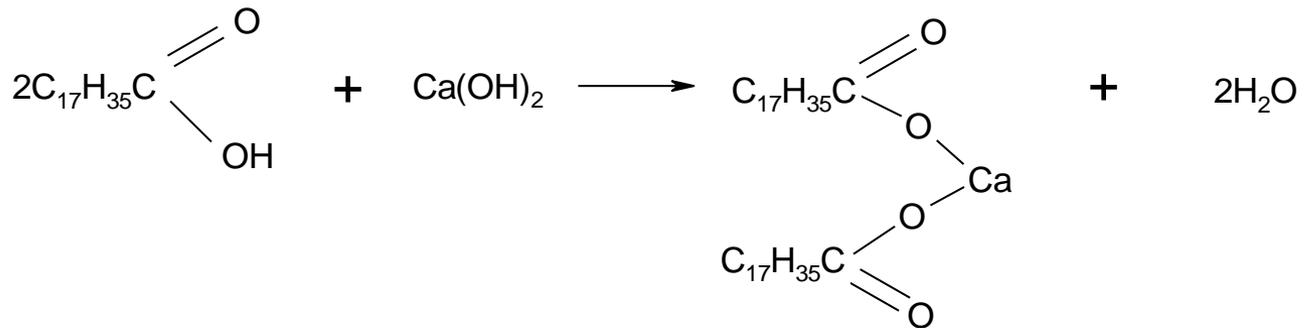
A sűrítő típusa	Maximális °C	Mechanikai stabilitás	Vízállóság	Olajtartó képesség	MOL kenőzsír
Kalcium-szappan (víztartalmú)	60	Közepes	Jó	Jó	<b>Calton</b>
Kalcium-szappan (vízmentes)	120	Jó	Jó	Jó	<b>Caltek</b>
Kalcium-komplex szappan	140-180	Közepes	Jó	Jó	<b>Neoma</b>
Lítium-szappan	120	Jó	Jó	Jó	<b>Liton</b>
Lítium-komplex szappan	140-180	Jó ⇔ kitűnő	Jó	Jó ⇔ kitűnő	<b>Favorit</b>
Alumínium-szappan	70	Gyenge	Jó	Jó	
Alumínium-komplex szappan	140-170	Jó	Kitűnő	Jó	<b>Alubia, Aluroll, Alugear</b>
Kalcium szulfonát	200	Kitűnő	Kitűnő	Kitűnő	<b>Sulphogrease</b>
Organofil bentonit	200-220	Közepes	Jó	Jó	<b>Helios</b>



# Kenőzsír sűrítők

## ▶ Hagyományos fémszappanok

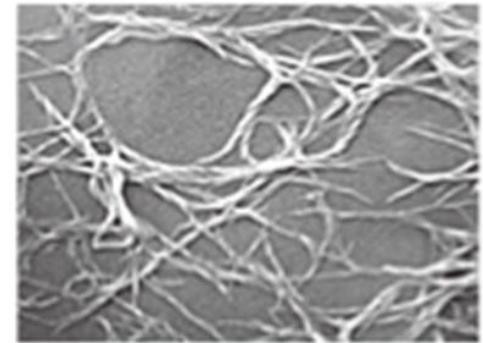
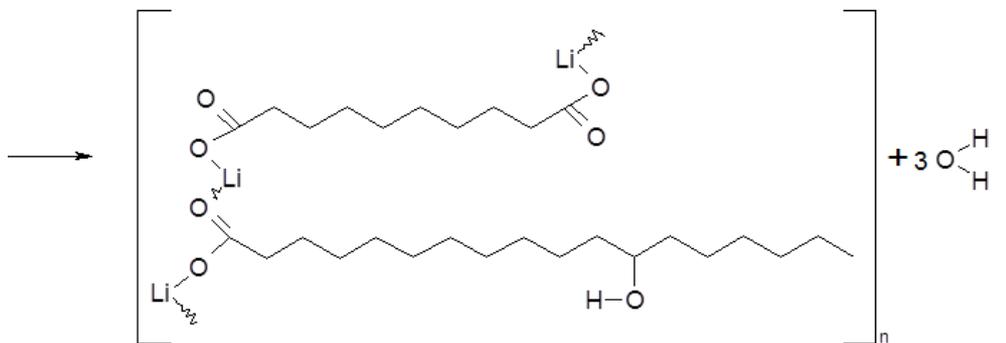
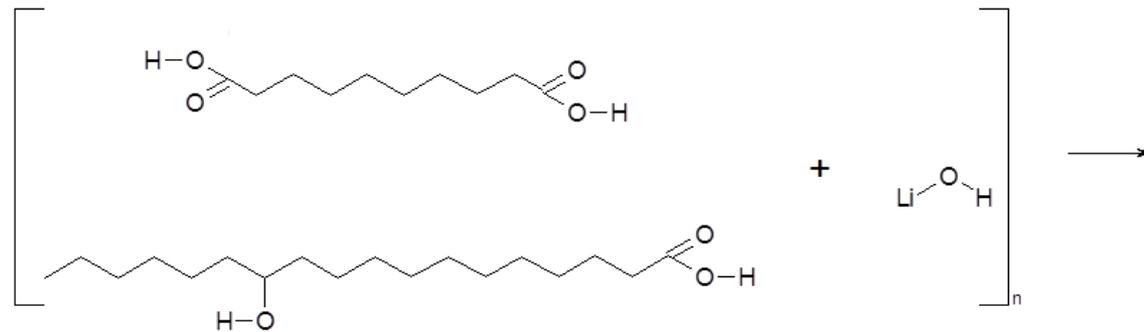
▶ Előállítás: nagy szénatomszámú karbonsav és fém-hidroxid reakciója



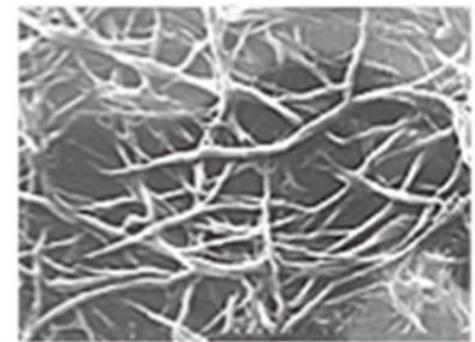
# Kenőzsír sűrítők

## ► Komplex sűrítők

► Többféle karbonsavat tartalmazó, bonyolultabb kristályszerkezetű vegyületek



Lithium grease fiber structure



Lithium complex grease fiber structure

# Kenőzsír sűrítők

▶ Nem szappan alapú sűrítők

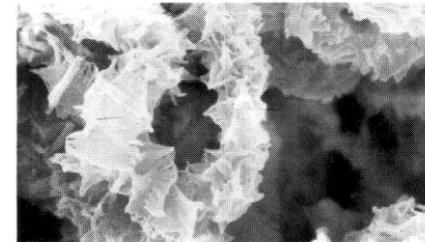
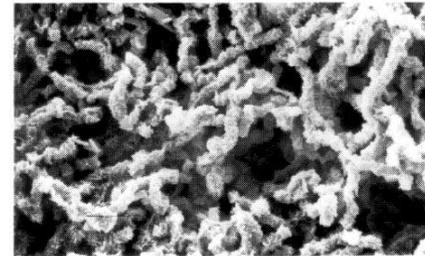
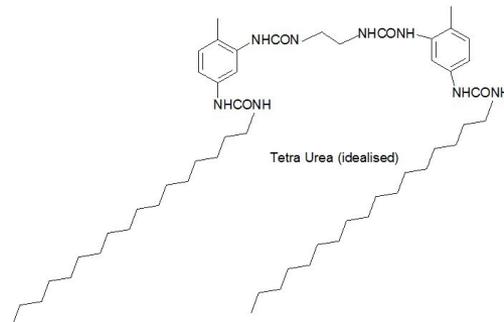
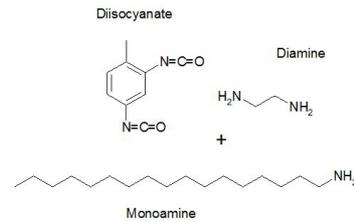
▶ Agyagásványok (bentonit)



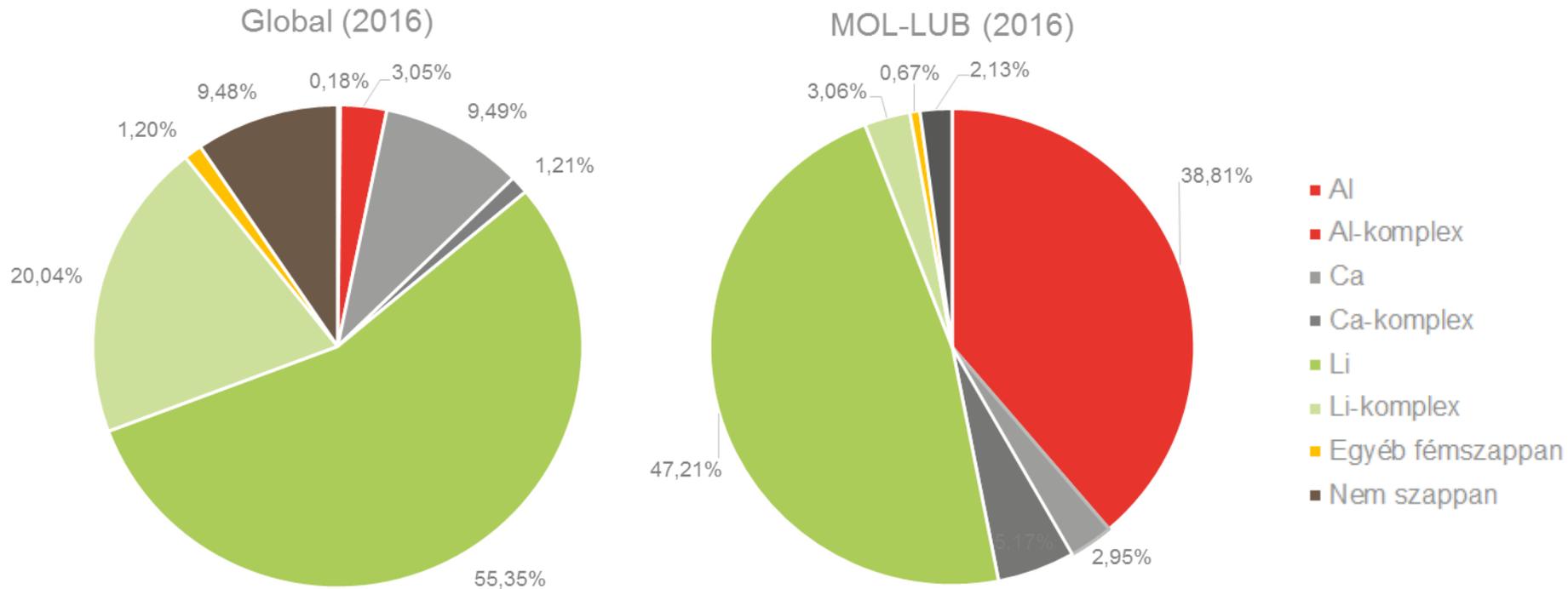
▶ Polimerek

▶ Polikarbamid

▶ PE, PP, PTFE



# Kenőzsír gyártás a sűrítő típusa szerint



# Kenőzsírok adalékolása

- Kedvezőtlen hatás a szerkezetre és a kenőzsír egyéb tulajdonságaira
- Optimális hatékonyság bizonyos adalékolási szinten, felette túladagolási kedvezőtlen hatás
- A különböző adalék típusok szinergizmusa mellett néha antagonisztikus hatás mutatkozik
- Az egyik fajta (bázisú) kenőzsírban hatékony az adalék, míg a másokban nem mutat kedvező hatást
- Speciális követelményt kielégítő kenőzsír speciális alapolaja miatt eltérő adalék-package igény



# NLGI konzisztencia fokozat

- NLGI: National Lubricating Grease Institute
- Penetráció: 60 törés után, 25 °C-on mérve



NLGI fokozat	Penetráció [0,1 mm]	A kenőzsír állaga
000	445-475	Folyós
00	400-430	Folyós
0	355-385	Nagyon lágy
1	310-340	Lágy
2	265-295	Mérsékelten lágy
3	220-250	Félfolyékony
4	175-205	Félkemény
5	130-160	Kemény
6	85-115	Nagyon kemény



# Kenőzsírok NLGI szerinti osztályozása



NLGI 4



NLGI 1



# Kenőzsírok előállítása

➤ Szakaszos folyamat

➤ Fő lépések:

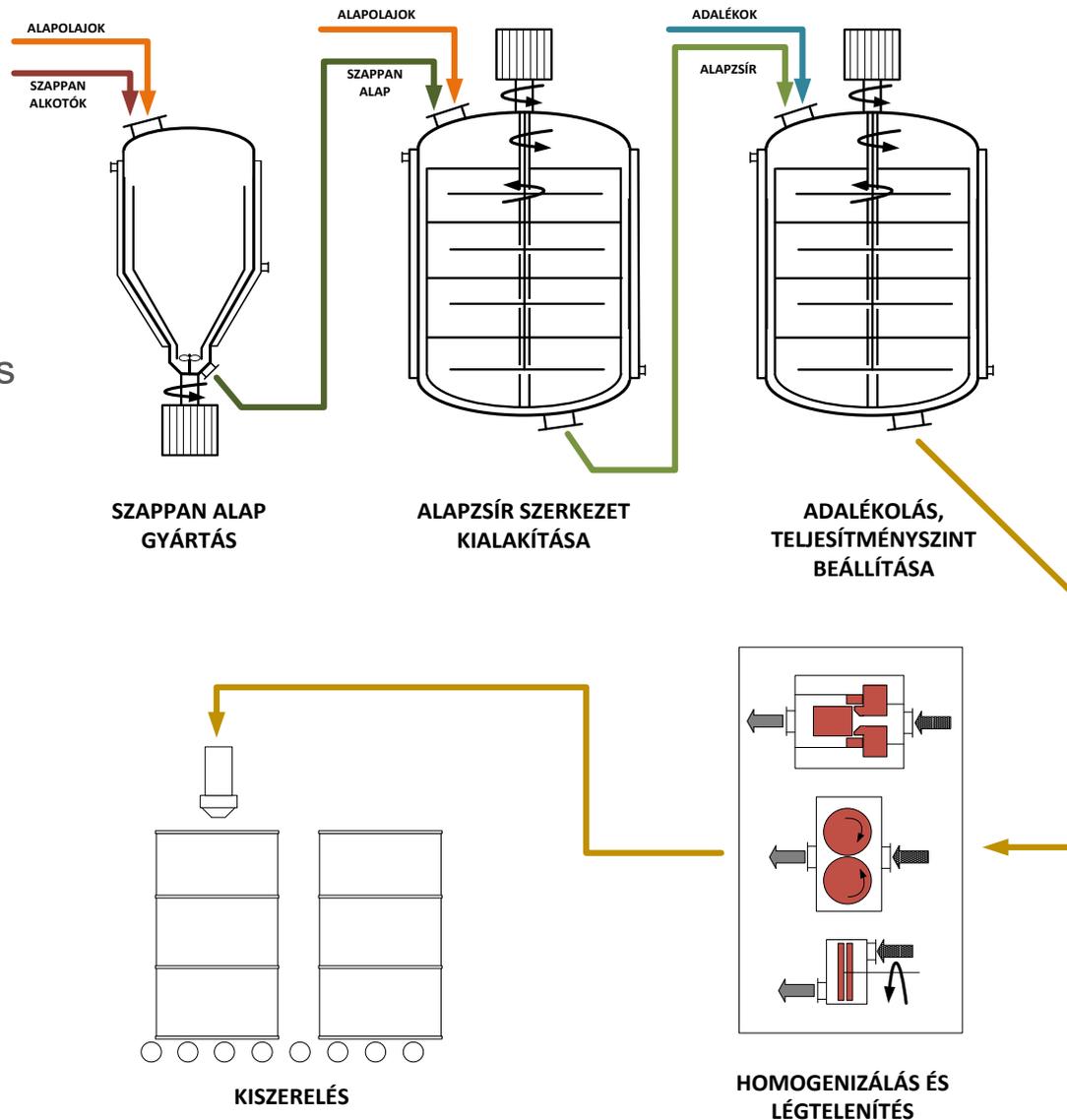
- Sűrítő előállítása
- A sűrítő oldása olajban
- Hűtés, adalékolás
- Homogenizálás, légtelenítés
- Kiszereelés

➤ Sűrítő típusonként eltérő

gyártástechnológia

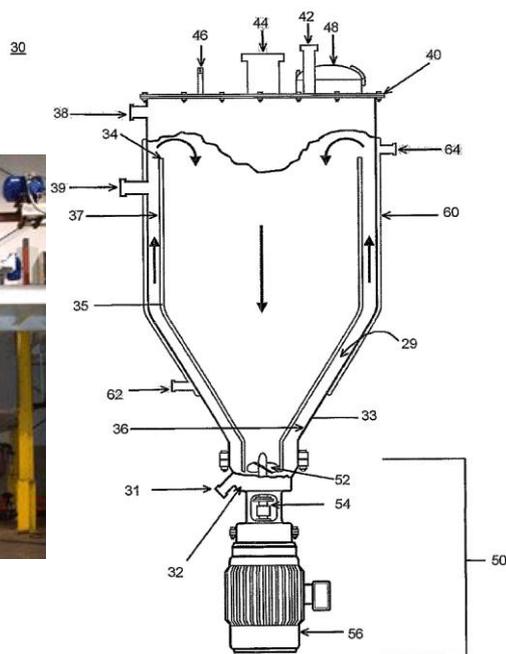
$$T_{\max} = 100-250 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$P_{\max} = 0-6 \text{ barg}$$

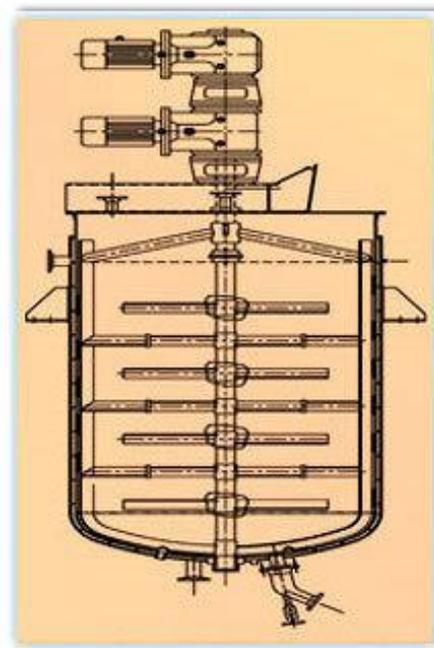


# Zsírforzó készülékek

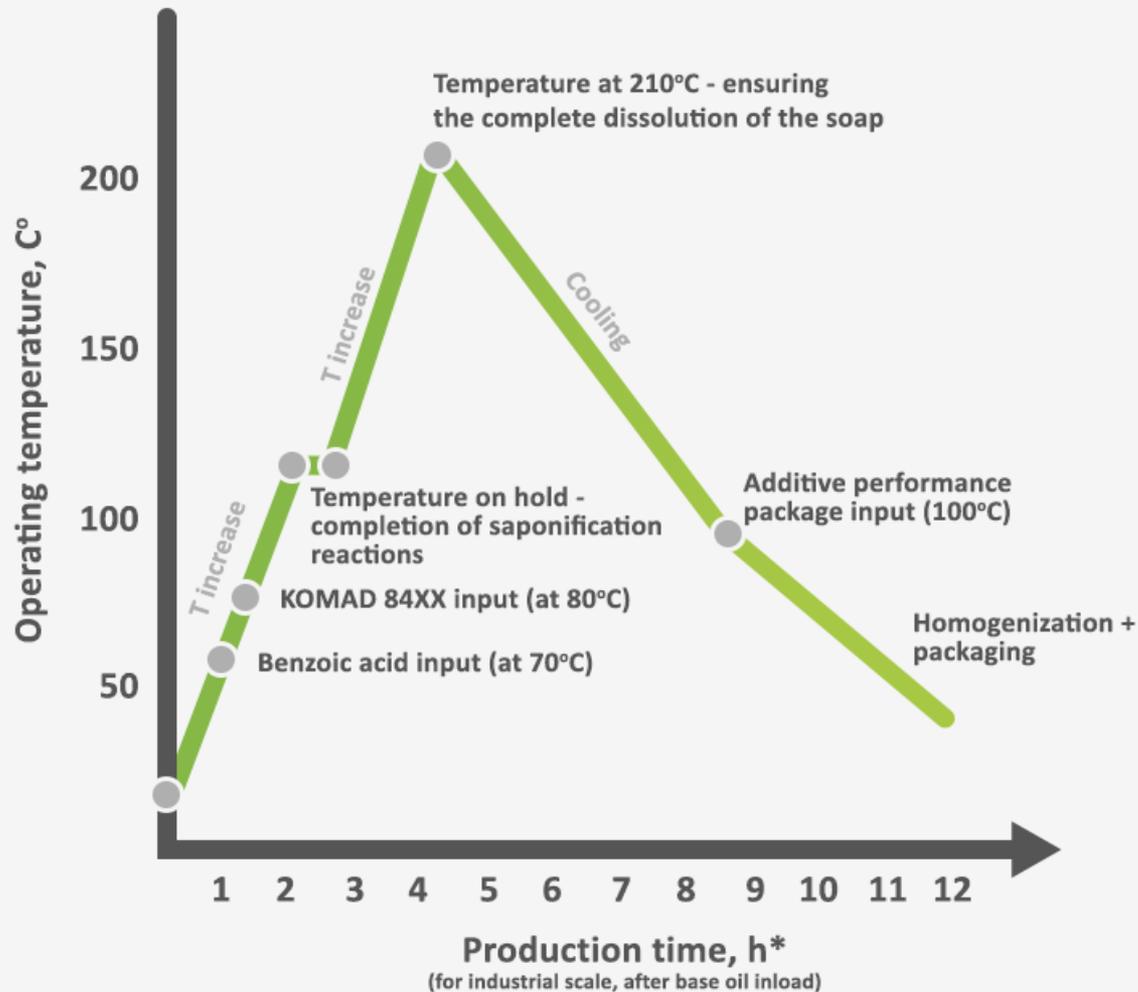
## Kontaktor (autokláv)



## Duplikátor



# Al-komplex kenőzsír előállítása



\*production time can be different depending on the scale of manufacturing



# Li-12HSA kenőzsír gyártása

## Sűrítő előállítása

- Alapolaj 1/3 bemérése
- Szilárd zsírsavak (12-HSA) bemérése
- Kevertetés, felfűtés
- LiOH bemérés
- Kevertetés, melegítés, nyomás emelése
- Hőn tartás
- Programozott hűtési és keverési folyamat indítása
- Nyomás elengedése

## Sűrítő oldása olajban

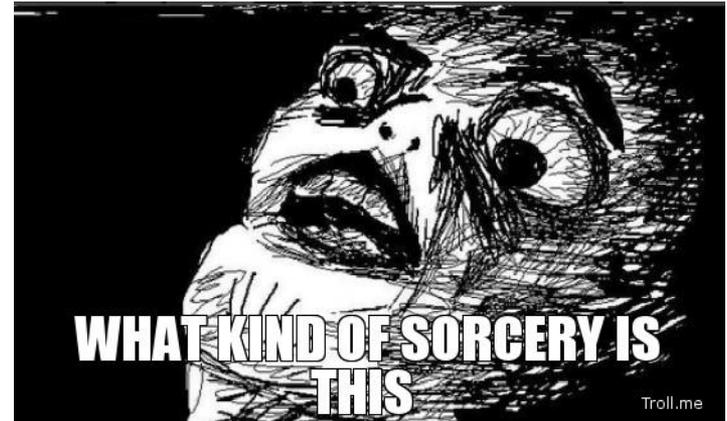
- 2/3 alapolaj bemérése (visszahűtő olaj)
- Kevertetés, felfűtés
- Polimerek bemérése
- Felfűtés, hőn tartás, intenzívebb kevertetés

## Hűtés, adalékolás

- Hűtési és keverési folyamat folytatása, adalékolás
- Festés
- Hűtés folytatása

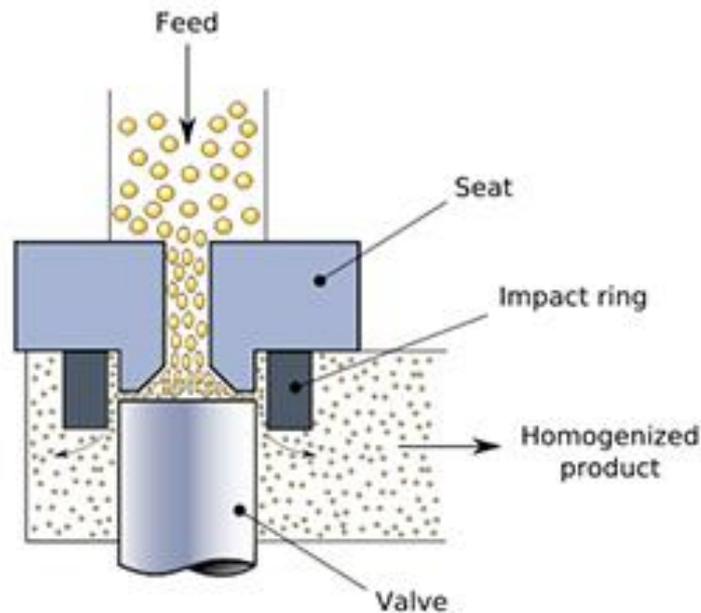
## Homogenizálás, légtelenítés

## Kiszerezés



# Kenőzsírok homogenizálása

- ✔ Egyenletesebbé teszi a sűrítő eloszlását
- ✔ Javítja a kenőzsír megjelenését
- ✔ Javítja a kenőzsír mechanikai tulajdonságait
- ✔ Homogenizátorok
  - ✔ A zsírt egy szűk résen keresztül préselik
  - ✔ Pl. Gaulin homogenizáló



# Vizsgálati módszerek

## ▼ Penetráció

- ▼ Nyugalmi
- ▼ Törés utáni



## ▼ Cseppenéspont

## ▼ Korróziós tulajdonságok

- ▼ Réz
- ▼ Acél



## ▼ EP,AW tulajdonságok

- ▼ Négygolyós
- ▼ Timken

## ▼ Hidegoldali tulajdonságok

- ▼ Folyási nyomás
- ▼ Hidegindítási nyomaték



## ▼ Olajelválás

- ▼ Tárolás alatt
- ▼ Melegítés hatására



## ▼ Vízállóság

- ▼ Statikus
- ▼ Vízpermet

## ▼ SKF V2F

## ▼ FAG FE9

## ▼ SKF ROF, ROF+

## ▼ Röpállóság

## ▼ EMCOR

## ▼ Dinamikus vízállóság



# Kenőzsír kiszerezése



# A zsírkenés előnyei

- Egyszerűbb tömítési konstrukció, a kenési helyről nem folyik el
- A csapágy oldalán gátat alkotva megakadályozza a szennyezők bejutását
- A kenési helyre egyszerűen eljuttatható
- A kenési helyen több évig használható, leállás esetén védi a felületet
- Megfelelő konstrukció esetén kisebb veszélyt jelent a környezetre
- Csökkenti a csapágyzajt



# Nem célszerű zsírkenést alkalmazni

- ✔ Nagy fordulatszámú csapágyak esetén (n-határ – csapágy tervezés)
- ✔ Magas üzemi hőmérséklet esetén, mert olajkenéssel a hűtés is megoldható
- ✔ Ha a csapágyazás súrlódási veszteségének csökkentése fokozott követelmény
- ✔ Ha egy szerkezeten belül más gépelemek kenéséhez már olajat használunk

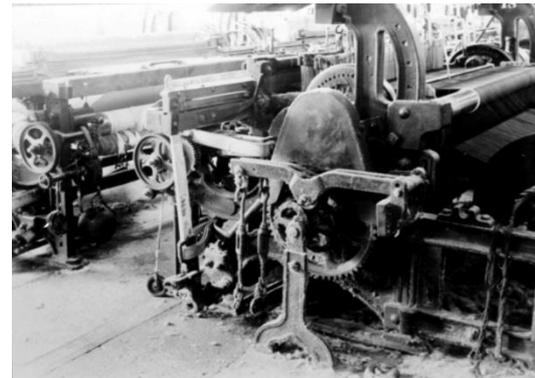


# Kenőzsírok felhasználása

- Már az ókorban is használták (állati zsíradék)



- Ipari forradalom: kőolaj alapú termékek (tisztá zsírsavak, párlatok)



# Kenőzsírok felhasználása

- ▶ Napjaink: széleskörű felhasználás, speciális igények, széles választék
  - ▶ Szintetikus olajok, komplex sűrítők, polimerek, agyagásványok, szerteágazó funkcionális adalékcsoportok



# Kenőzsírok felhasználása

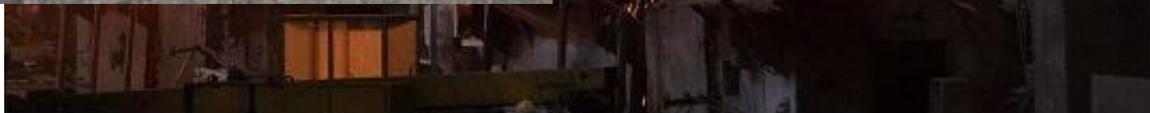
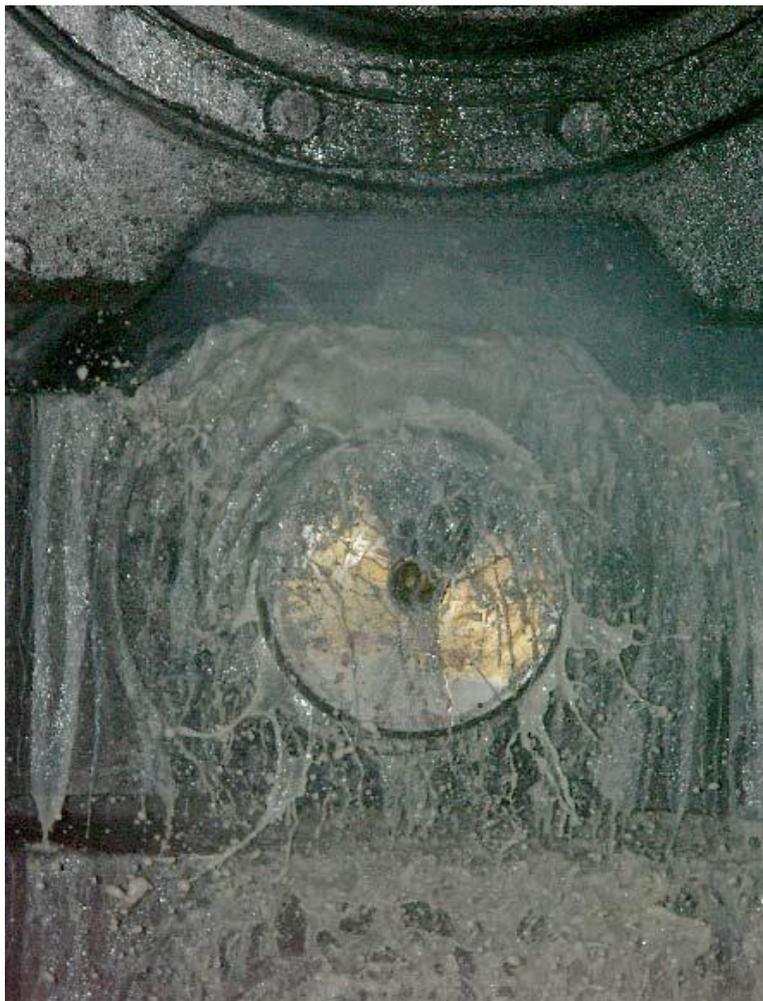
- ▶ Napjainkban
  - ▶ Sűrítő típusa
  - ▶ NLGI fokozat
  - ▶ Speciális igények
    - ▶ Élelmiszeripar

- ▶ Fő felhasználási területek
  - ▶ Gördülőcsapágyak
  - ▶ Siklócsapágyak
  - ▶ Hajtóművek
  - ▶ Lánchajtások
  - ▶ Kábelek

Típus	T <sub>max</sub> [°C]	Mechanikai stabilitás	Vízállóság	Olajtartó képesség
Nátrium-szappan	120	Közepes	Gyenge	Közepes
Kalcium	60	Közepes	Kitűnő	Jó
Kalcium-komplex	150-200	Közepes	Jó	Jó
Lítium	150	Jó	Jó	Jó
Lítium-komplex	150-200	Kitűnő	Jó	Jó
Alumínium	70	Gyenge	Jó	Jó
Alumínium-komplex	140-170	Jó	Kitűnő	Jó
Polikarbamid	180	Jó	Kitűnő	Jó
Organofil bentonit	200-220	Közepes	Jó	Jó



# Környezeti tényezők/követelmények/válaszok



# Kenőzsír sűrítők összeférhetősége

	Al-komplex	Ca	Ca-komplex	Bentonit	Li (12-HSA)	Li-komplex	Poliurea
Al-komplex	-	I	B	I	I	C	B
Ca	I	-	I	C	B	C	B
Ca-komplex	B	I	-	I	I	C	C
Bentonit	I	C	I	-	I	I	I
Li (12-HSA)	I	B	I	I	-	C	B
Li-komplex	C	C	C	I	C	-	B
Poliurea	B	B	C	I	B	B	-

**C:** összeférhetők  
**I:** nem összeférhetők  
**B:** részlegesen összeférhetők



# Kenőzsírok kiválasztása

## Környezeti tényezők

Hőmérséklet  
Szennyezők  
Agresszív környezet

## Munkakörülmények

Terhelés  
Sebesség  
Vibráció

## Karbantartás

Egyéni kenés  
Központi kenés  
Élettartam kenés

## Konstrukció

Horizontális, vertikális

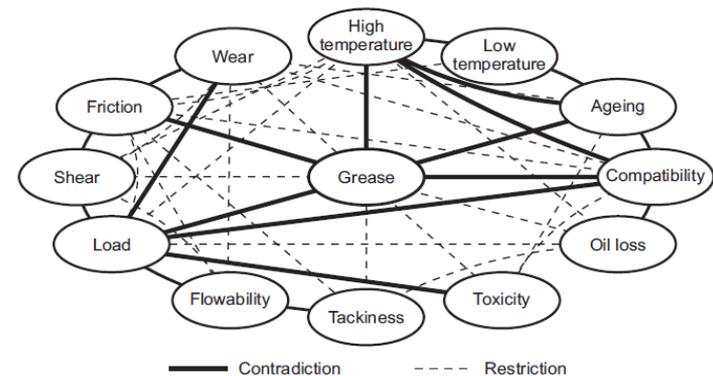
## Jelenlegi kenés

(kompatibilitás)



# Kenőzsírok fejlesztése

- fejlesztési igény beérkezése
- nem reális igények elutasítása – kis mennyiség, technikai korlátok vagy laborkapacitás korlátok miatt
- megfelelő igényre elindul a fejlesztés – de csak kevesen igénylik a közös munkát
- miért lenne fontos ez?



**a komplexitás miatt fontos a folytonos kommunikáció mindkét oldalról!**



# Elméleti kenőzsír formulázás lépései

- 1. az alapolaj viszkozitásának kiválasztása**
- 2. az alapolaj típusának kiválasztása**
- 3. sűrítő kiválasztása az alkalmazás, a szükséges konzisztencia és mechanikai stabilitás alapján**
- 4. sűrítő és alapolaj kiválasztása a szükséges termikus-oxidációs stabilitás alapján**
- 5. adalékok kiválasztása az alkalmazáshoz szükséges további tulajdonságokhoz biztosításához**



# Tendenciák a kenőzsír fejlesztésben és -felhasználásban

## ▼ **Eltolódás a magasabb teljesítményű kenőzsírok felé**

- ▼ Nem szappan alapú kenőzsírok részarányának lassú növekedése
- ▼ Szintetikus alapolajok használatának lassú emelkedése

## ▼ **Kenőzsír felhasználás csökkenése**

- ▼ (PI: járműipar)

## ▼ **Környezetvédelmi szempontok figyelembevétele**

## ▼ **Fejlesztés a speciális igények alapján**

