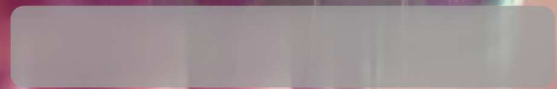


Kenőanyagok kémiája és technológiája

Nemesnyik Ákos
Kenőanyag Termékfejlesztés és
Alkalmazástechnika Kp.
MOL-LUB Kft (a MOL Csoport tagja)



Tartalom

- ▶ **Kenés és tribológiai alapok, kenőanyag történelem**
- ▶ Kenőanyagok feladatai
- ▶ Kenőolajok felépítése
 - ▶ bázisolajok
 - ▶ adalékok
- ▶ Motorolaj minősítő rendszerek
- ▶ Motorolaj fejlesztési trendek



Súrlódás – az életünk része



μ 0,9



μ 0,6



μ 0,3



Presenting to [name] 3

3

Gép élettartam veszteség
70%
felületi károsodás miatt

korrózió
15%

KOPÁS
55%

♥ gépek súrlódásának, kopásának csökkentése a feladat



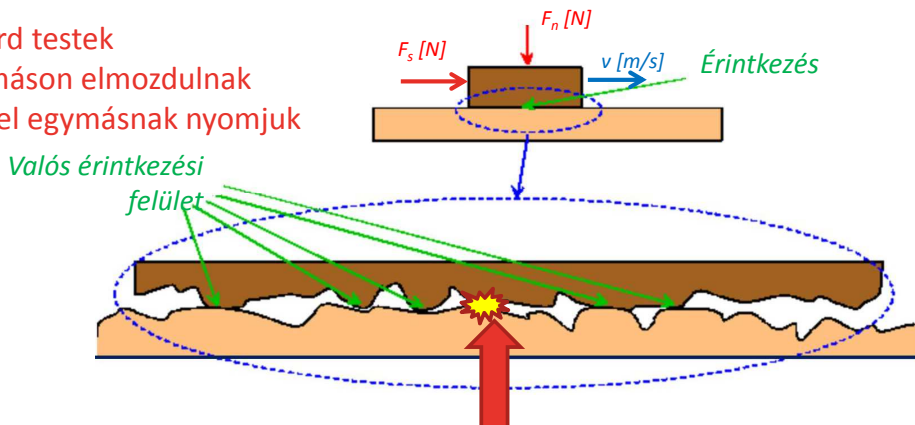
μ 0,01



4

Anyagok felületi érintkezése

Szilárd testek
Egymáson elmozdulnak
Erővel egymásnak nyomjuk



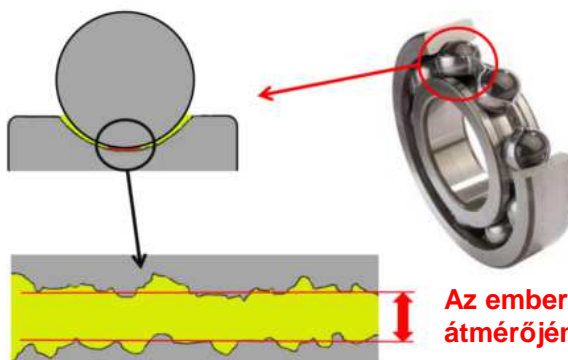
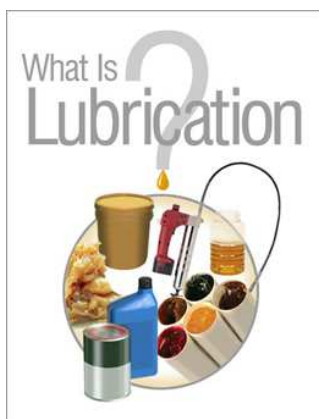
- ♥ Alakváltozás – reverzibilis vagy irreverzibilis változás
- ♥ Súrlódás - hőfejlődés
- ♥ Leszakadó csúcs – anyag veszteség, kopás

5



5

Kenés



Az emberi hajszál
átmérőjének 1/20-a

A súrlódás csökkentésének tudománya
Egy felület egy másik felületen történő elmozdulását egy köztes anyag – kenőanyag - alkalmazásával segítjük elő

6



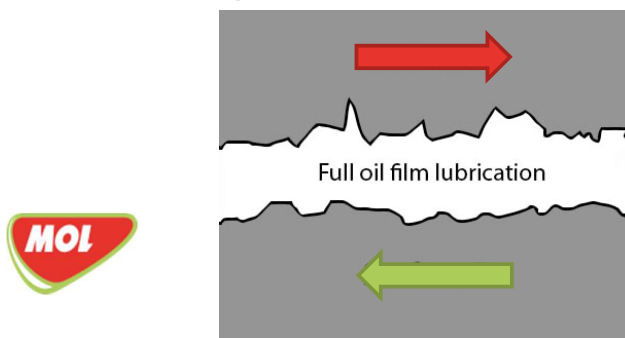
6

Kenőanyag



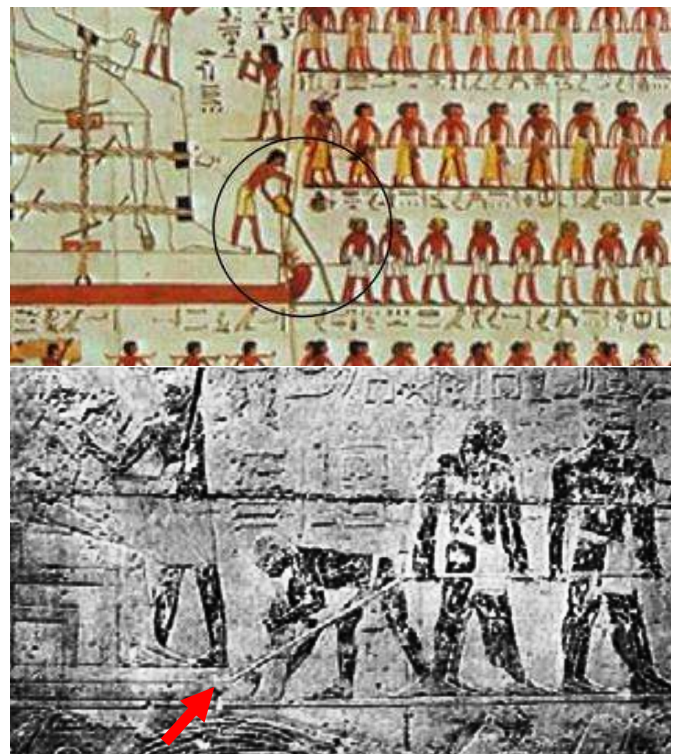
Az egymással kölcsönhatásban levő, egymáshoz képest elmozduló gépelemek határfelületei között alkalmazott anyag, mely szabályozza (rendszerint csökkenti) a súrlódást és a kopást

Speciálisan és célirányosan előállított ipari termékek, lehetnek gáz, cseppfolyós, pasztikus (konzisztens) és szilárd állapotúak



„a folyékony gépalkatrész”⁷

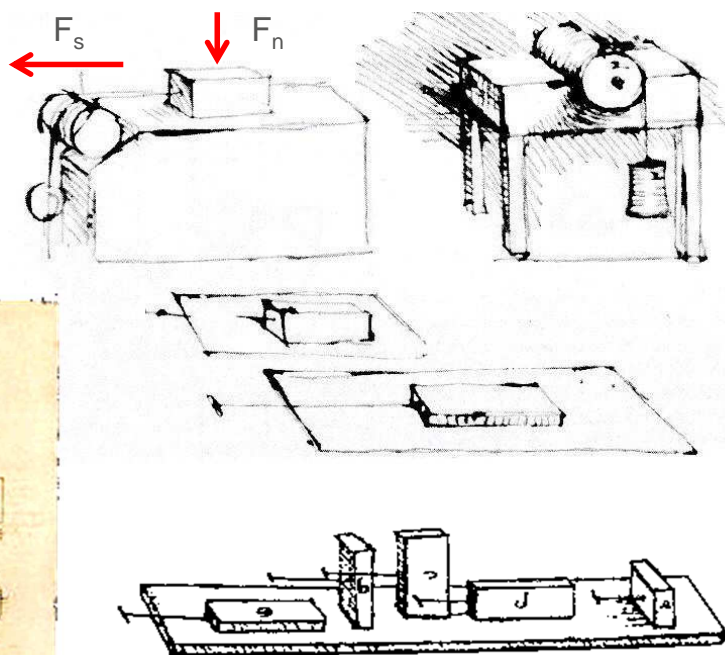
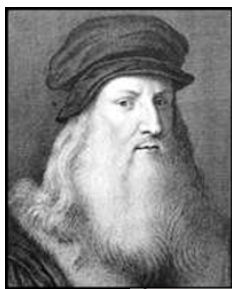
A kenéstechnika története



Kenő specialista
Egyiptomban ←



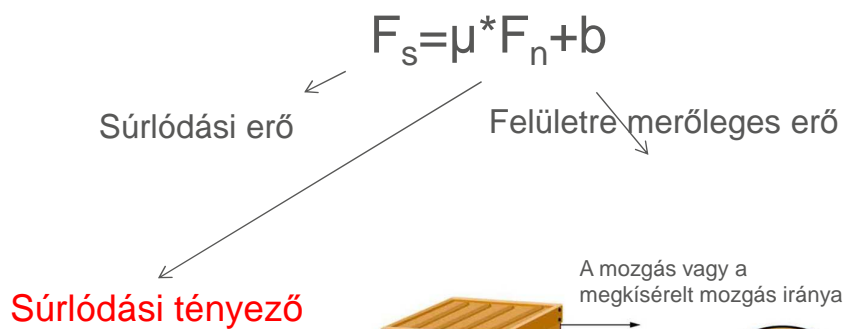
Rendszer szemlélet LEONARDO DA VINCI



9

9

Súrlódási törvény CHARLES AUGUSTIN COULOMB



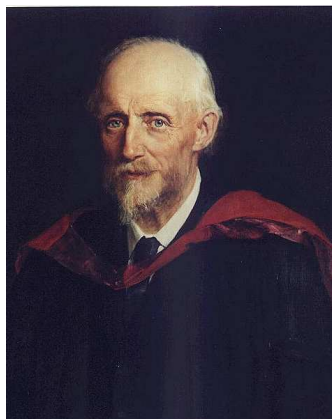
A súrlódási tényező a felületek anyagának és morfológiájának (felületi érdességének, az érdesség irányultságának, stb.) függvénye

- A súrlódási erő létrejöttének két oka van:
 - A felületi érdesség csúcsok deformálása (erősen érdes felületek)
 - Az érintkezési pontokban kialakuló adhéziós erők (kis érdesség)



10

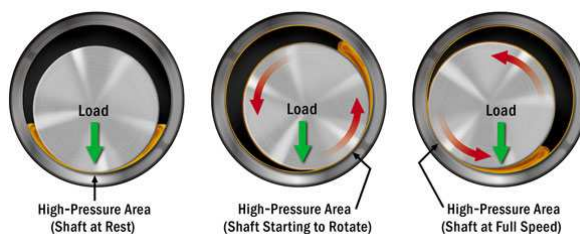
Kenőfilm kialakulása OSBORNE REYNOLDS



Súrlódás → energia disszipációs
folyamat → hőfejlődés

Hordképes kenőfilm
→ kenélmélet alapjai

Kenőolaj áramlási jellemzői, folyadékkenés

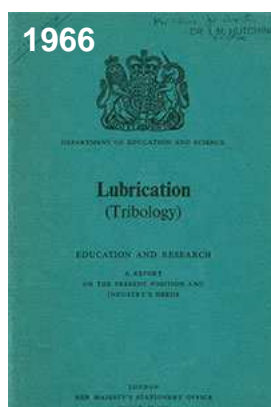


11

11

A tribológia születése – Jost report 1966

- A súrlódás, kopás és korrózió évente 515 mGBP összegbe kerül az Egyesült Királyságnak – a GDP 1,5 %-a
- A kormány tribológiai központokat létesített
- A tribológia önálló tudományággá vált

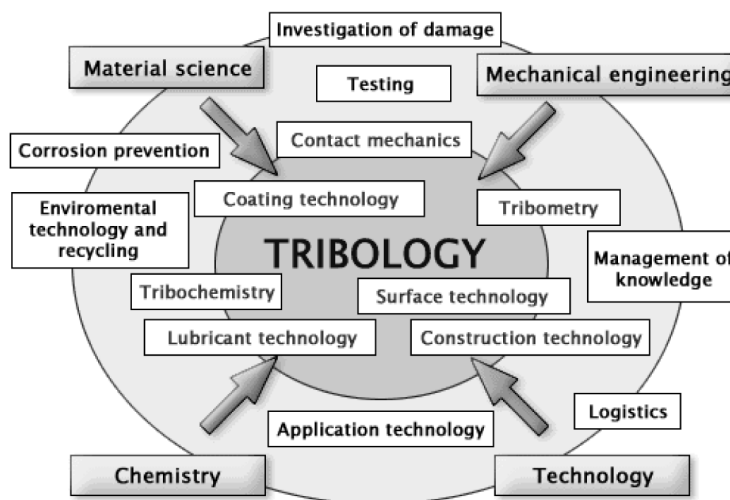


12

A tribológia fogalma

A tribológia a kölcsönhatásban lévő és egymáshoz viszonyítva elmozdulást végző felületekkel kapcsolatos tudományág és technológia, beleértve a

- súrlódást,
- kenést
- kopást és
- eróziót.



Súrlódás típusok

Csúszó	Sliding Friction	Force that resists relative motion between sliding solid bodies whose opposing surfaces are clean and dry.	
Gördülő	Rolling Friction	Force that resists relative motion between two solid bodies when one or both roll over the surface of the other.	
Folyadék	Fluid Friction	Force that resists the flow of liquids or gases. Such a force opposes the sliding action, one over the other, of the molecular layers of the fluid.	
Határ	Boundary Friction	Force that resists relative motion between two solid bodies whose opposing surfaces are wetted by a lubricant, but barely separated by the lubricant film.	
Vegyes	Mixed Film Friction	Force that resists relative motion between two solid bodies whose opposing surfaces are partially separated by a full fluid.	



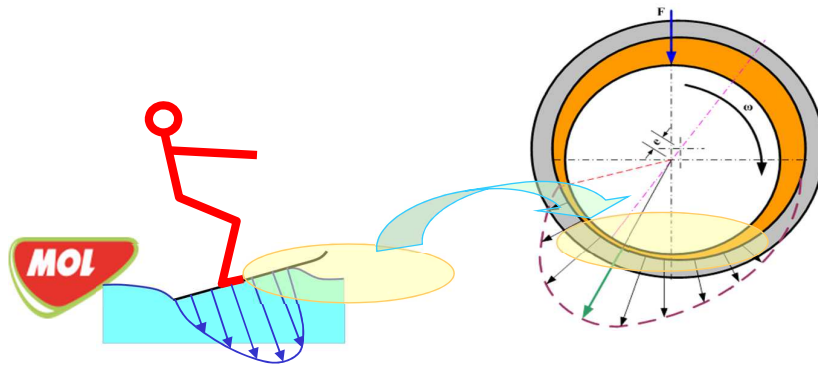
A növekvő fordulatszámú siklócsapágy kenésállapotai



Nyugalmi állapot,
szilárdtest érintkezés

Kis fordulatszám,
határ- vagy vegyes
kenés állapot

Nagy fordulatszám,
hidrodinamikai
kenésállapot



A kenőfilm kialakulásának előnye

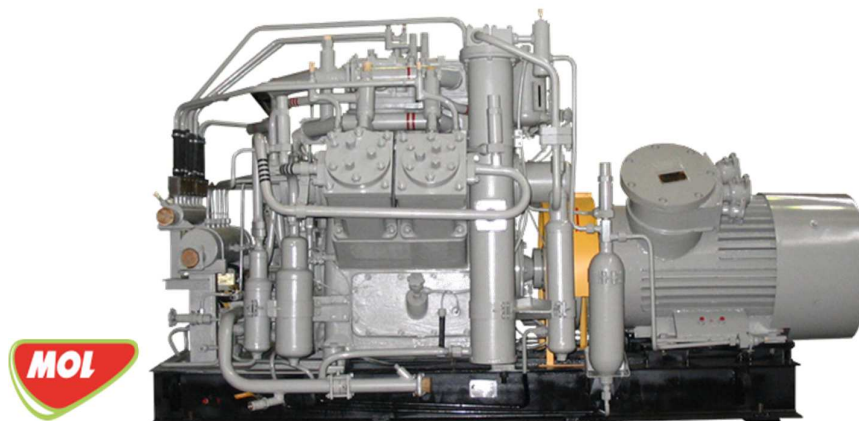
- A szilárd test súrlódást folyadéksúrlódás váltja fel
- A súrlódási energiavesztéség lecsökken

- **VISZKOZITÁS**
- **SEBESSÉG**
- **RÉSMÉRET**

15

Szilárd testek súrlódása

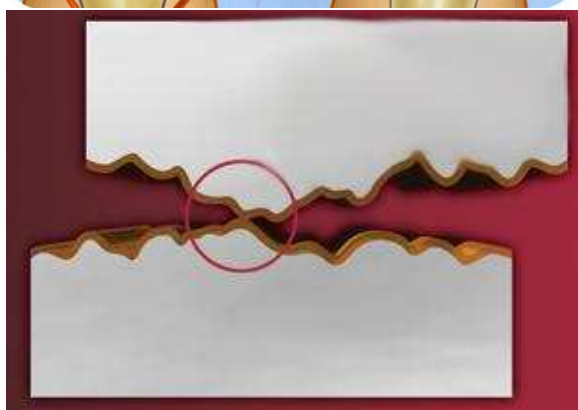
- A szilárd testek felületei között jelentkező súrlódás szinte mindig kopáshoz vezet.
- A kopás megelőzésének legeredményesebb módja a szilárd felületek érintkezésének megakadályozása.



A valóságos gépek túl bonyolultak ahhoz, hogy a kopást teljesen kiküszöböljük.

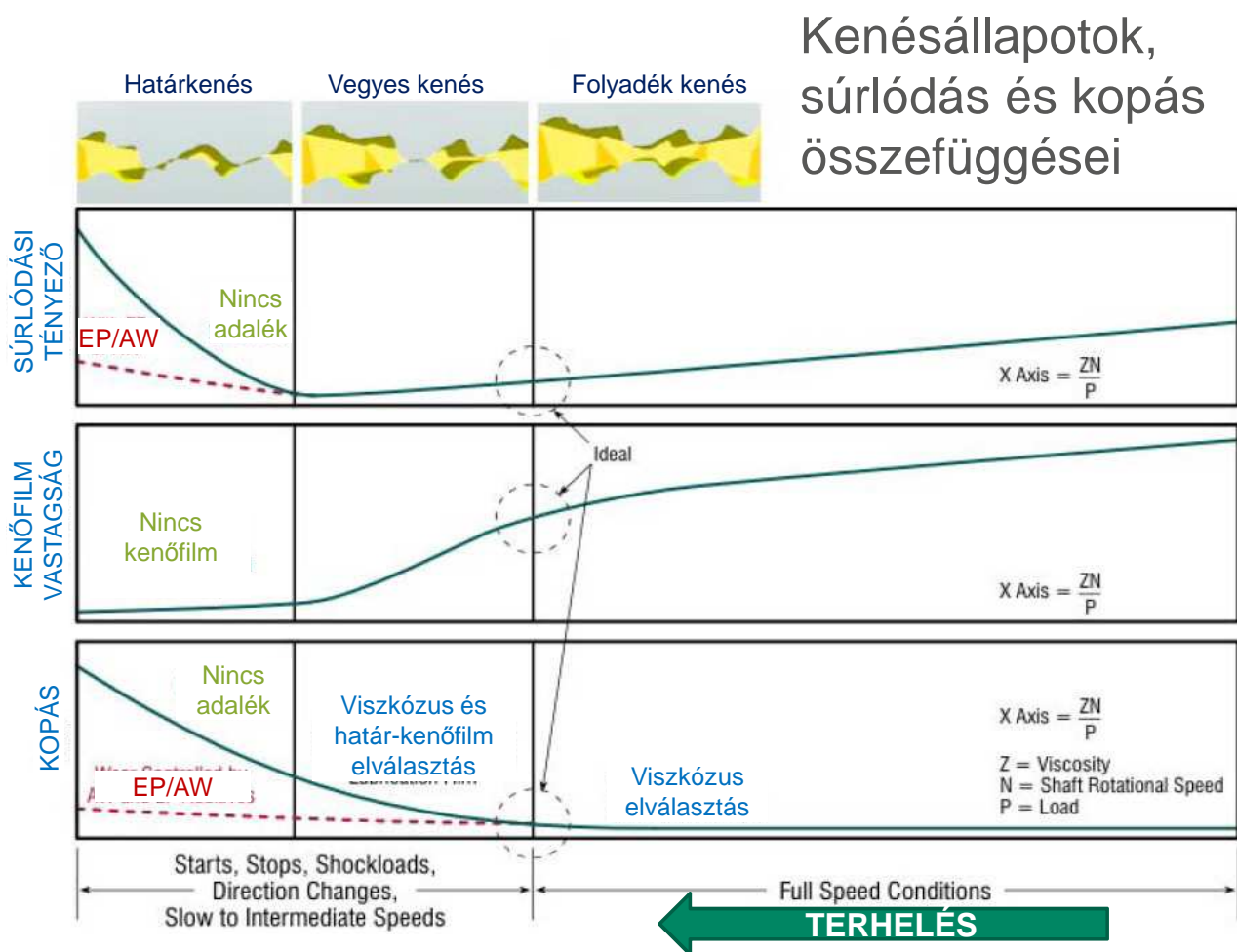
16

Kopás



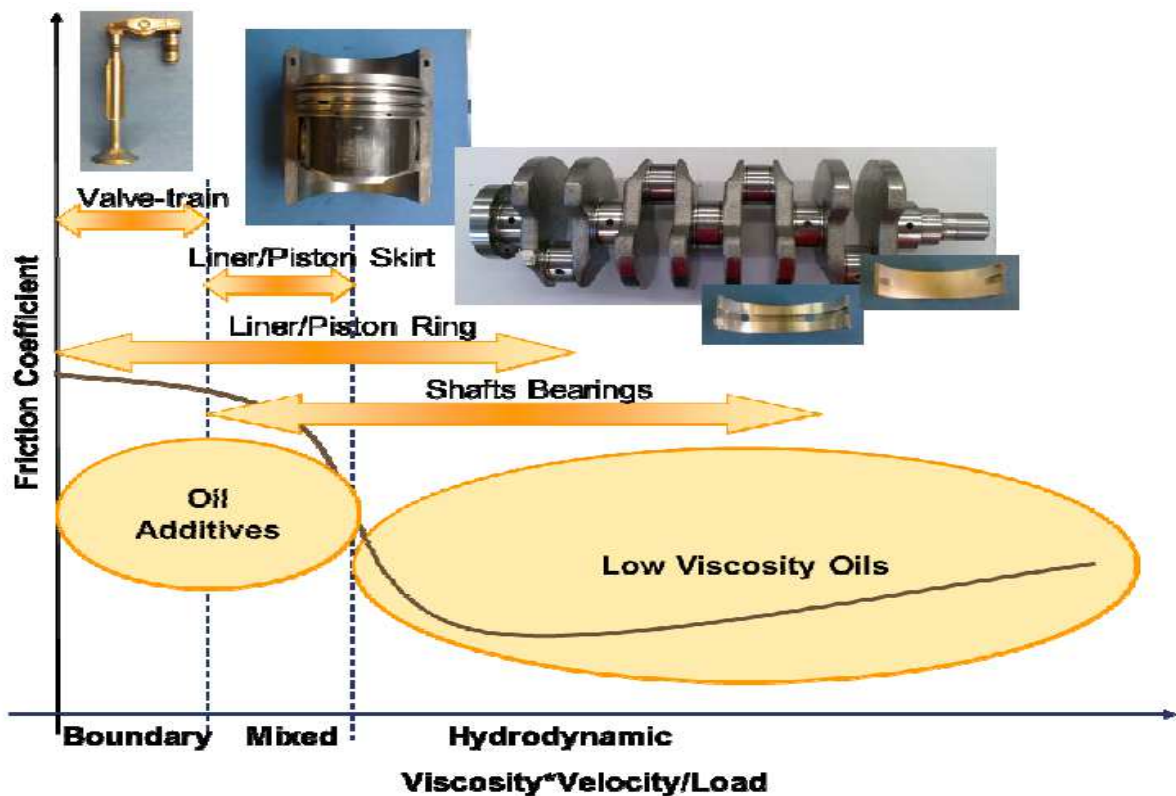
Kopás: az a harmadik test áramlás, amely végleg elveszett az érintkezés szempontjából

17



18

Kenésállapotok a motorban



19

Tartalom

- ▶ Kenőanyag történelem, kenés és tribológiai alapok
- ▶ **Kenőanyagok feladatai**
- ▶ Kenőolajok felépítése
 - ▶ bázisolajok
 - ▶ adalékok
- ▶ Motorolaj minősítő rendszerek
- ▶ Motorolaj fejlesztési trendek



21

Kenőanyagok alapfunkciói

Súrlódás szabályozása	⇒	Elválasztja az elmozduló felületeket
Kopás védelem	⇒	Csökkenti a kopást
Rozsda, korrózió elleni védelem	⇒	Megvédi a felületeket a korrózív anyagoktól
Hőmérséklet szabályozása	⇒	Felveszi és elvezeti a hőt
Szennyeződések szabályozása	⇒	Elszállítja a részecskéket és egyéb szennyezőket a szűrőkhöz, szeparátorokhoz



22

Belsőégésű motor kenése

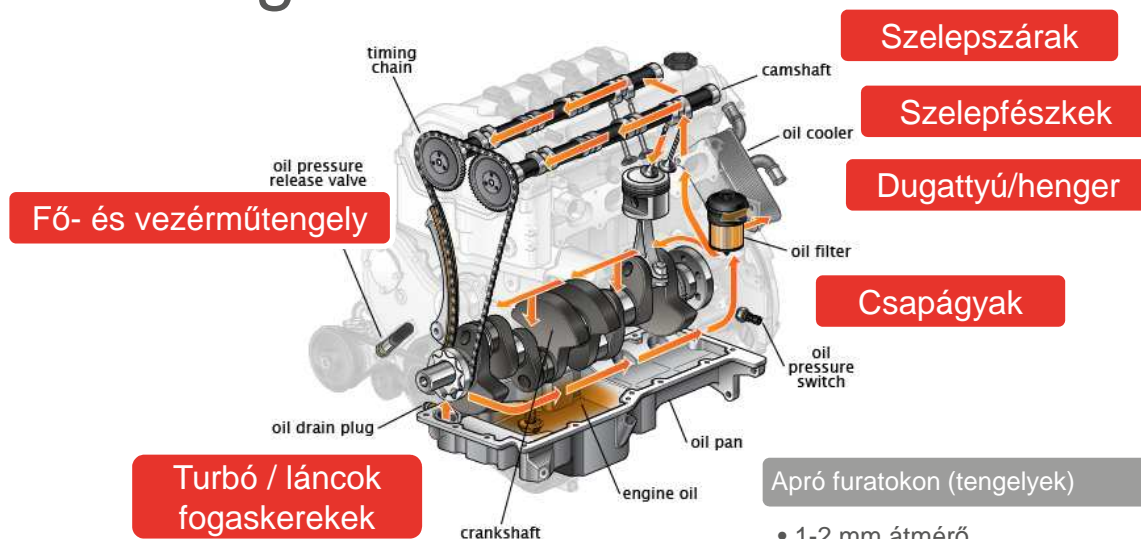


Image courtesy of ClearMechanic.com

Apró furatokon (tengelyek)

- 1-2 mm átmérő
- Érzékeny a reológiára, szennyezőkre

Fúvókákon (dugattyú)

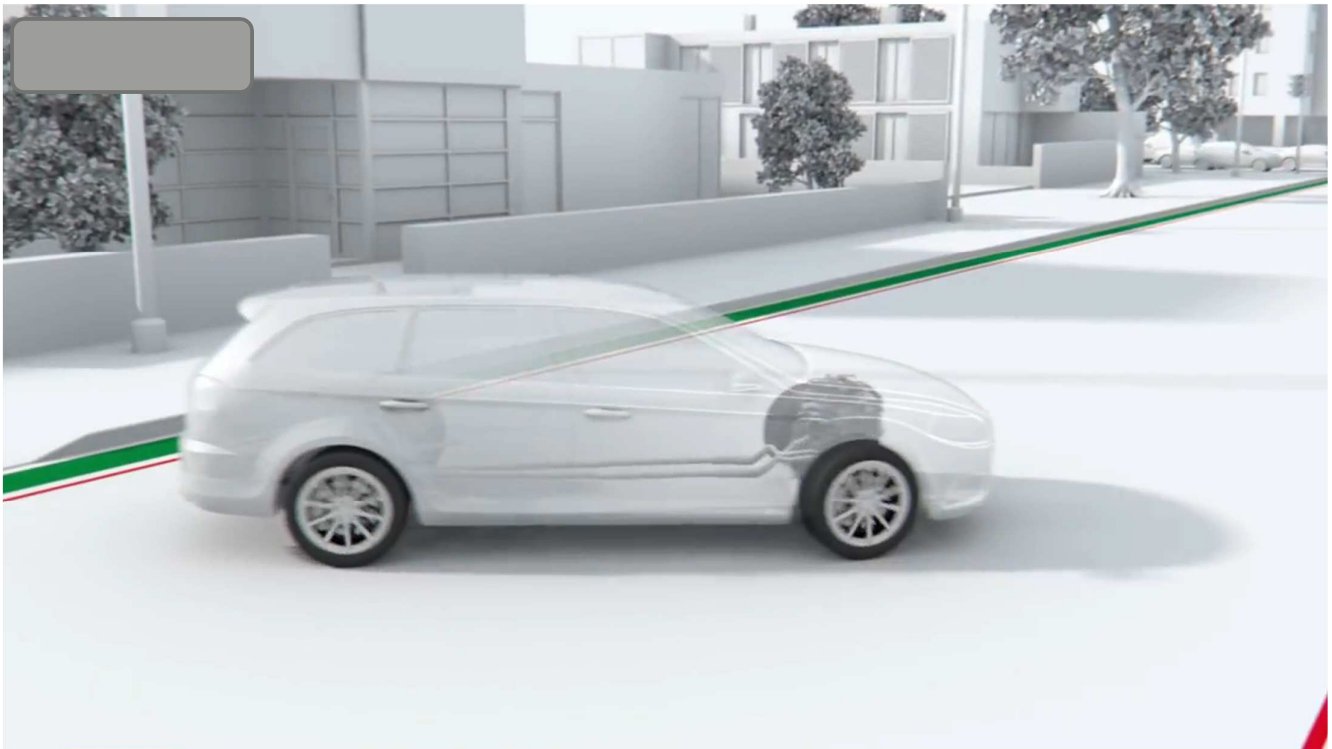
- Pár tized mm átmérő
- Fokozottan érzékeny

Leccsorgással

- Olajszivattyú felnyomja, leccsorog, közben ken



23



24

Tartalom

- ▶ Kenőanyag történelem, kenés és tribológiai alapok
- ▶ Kenőanyagok feladatai
- ▶ **Kenőolajok felépítése**
 - ▶ **bázisolajok**
 - ▶ adalékok
- ▶ Motorolaj minősítő rendszerek
- ▶ Motorolaj fejlesztési trendek



25

Visszatekintés

**Minden egy hajszálon múlik
Illetve annak 1/20 -án!**

♥ Feladat:

Olyan kenőanyagokat formulázni, melyek csökkentik a súrlódást, minimalizálják a kopást és meghosszabbítják a berendezés élettartamát



26

A kenőolajokkal szembeni két kulcs elvárás

Viszkozitás (reológia)

- Megfelelő folyási tulajdonságok
- Hidegben
- Melegben

Teljesítményszint

- Oxidációs és hőstabilitás
- Kopásvédelem
- Tisztántartó képesség (detergens)
- Szennyezés kezelő képesség (diszpergens)
- Mechanikai nyírással szembeni ellenálló képesség
- Habzás csökkentés
- Korrózió elleni védelem
- Öko megfelelőség



27

Mercedes Benz előírások (kivonat)

Mercedes-Benz specifications for engine oils (service fill) V2012.1												
service oil requirements												
MB Sheet No. a.)		226.9	228.0/1	228.2/3	228.31	228.5	228.51	229.1	229.3	229.31	229.5	229.51
Viscosity Requirements												
Mono-/Multigrade		multi	mono/multi	mono/multi	multi	multi	multi	multi	multi	multi	multi	multi
Viscosity Grades	SAE	acc. ACEA	acc. ACEA	acc. ACEA	acc. ACEA	acc. ACEA	acc. ACEA	acc. ACEA	acc. ACEA	acc. ACEA	acc. ACEA	acc. ACEA
SAE XW-30 and 0W-40	possible	no	yes d.)	yes d.)	yes d.)	yes d.)	yes d.)	yes d.)	yes	yes	yes	yes
Read Across Guidelines												
MB Read Across e.)	RA	no	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
Package Pass o.)	RA	yes	yes	yes	yes	no	no	no	no	no	no	no
ACEA Oil Sequences required	ACEA	When any ACEA Ax, Bx, Cx or Ex oil sequence is claimed, then all tests within this oil sequence are mandatory.										
API Oil Categories required min.	API	-	-	-	API CJ-4	-	-	-	-	-	-	-
DDC Oil specification level	PGOS	-	-	-	(93K218)	-	-	-	-	-	-	-
Laboratory Tests												
Sulfated Ash (DIN 51575 or ASTM D874)	% b.w.	≤ 1,0	≤ 2,0	> 1,0 & ≤ 2,0	≤ 1,0	> 1,0 & ≤ 2,0	≤ 1,0	> 0,8 & ≤ 1,5	> 0,8 & ≤ 1,5	≤ 0,8	> 1,0 & ≤ 1,6	≤ 0,8
TBN (ISO 3771 or ASTM D2896 fresh oil)	mg/KOH/g	≥ 8,0	≥ 8,0	≥ 8,0	≥ 7,0	≥ 12,0	≥ 7,0	≥ 6,0	≥ 7,0	≥ 6,0	≥ 10,0	≥ 6,0
TBN (ASTM D4739 fresh oil)	mg/KOH/g	-	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report
Pour point (ISO 3016 or ASTM D97)	°C	-27	R&R/-27	R&R/-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27
Evaporative Loss CEC L-40-93, ASTM D5800, Noack	%	13	13	13	13	13	13	13	13	13	12	10
Viscosity @ High Temp & High Shear Rate (CEC L-36-93) HTHS	mPa s	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Zinc (DIN 51391 -2/-3 or ASTM D5185 / 8443)	% b.w.	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report
Sulfur (DIN EN ISO 14596 or ASTM D5185 / 2622)	% b.w.	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report
Phosphorus (DIN 51363 -2/-3 / ASTM D5185 / 4951)	% b.w.	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report
Chlorine (DIN ISO 15597 or ASTM D6443)	% b.w.	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report
Daimler Oxidation Test - Fresh Oil (Daimler Oxidation Test Procedure c.)												
Kin. Viscosity @ 100°C, EOT 168h, avg of 3 runs	mm²/s	-	-	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report
Oxidation DIN 51453 @ EOT 168h, avg of 3 runs	A/cm	-	-	80	80	25	25	25	25	60	60	25
Delta Kin. Viscosity KV100, avg of 3 runs - absolute	mm²/s	-	-	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report
Delta Kin. Viscosity KV100, avg of 3 runs - relative	%	-	-	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report
Daimler Oxidation Test - with Fuel Dilution 5% B100 (FAME from OM 646 Dieselese Test c.)												
Kin. Viscosity @ 100°C, EOT 168h, avg of 3 runs	mm²/s	-	-	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report
Oxidation DIN 51453 @ EOT 168h, avg of 3 runs	A/cm	-	-	120	120	90	90	90	90	120	120	80
Delta Kin. Viscosity KV100, avg of 3 runs - absolute	mm²/s	-	-	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report
Delta Kin. Viscosity KV100, avg of 3 runs - relative	%	-	-	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report
SRV (Schwing Rad Verschiebel) Test (MBN 10474) c.)												
Load carrying capacity avg 5 runs - fresh oil	N	-	-	-	-	-	-	100	100	100	100	100
Coefficient of friction µr avg 5 runs - fresh oil	%	-	-	-	-	-	-	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report
Load carrying capacity avg 5 runs - aged oil	N	-	-	-	-	-	-	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report
Coefficient of friction µr avg 5 runs - aged oil	%	-	-	-	-	-	-	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report
CEC Low Temperature Pumping Test (CEC TDG-L105) c.)												
MRV @ SAE J300 fresh oil temperature	mPa s	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report
MRV @ SAE J300 fresh oil temperature +5°C	mPa s	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report
Yield Stress	Pa	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report
Deposit Test (MTU DIN 51535)												
Sooted Oil MRV T11/11A ASTM D6896	mg	-	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report	Rate & Report
180 hour sample T-11/T11 A drain MRV	mPa s	-	-	-	18.000	-	-	-	-	-	-	-
MRV Yield Stress	Pa	-	-	-	35	-	-	-	-	-	-	-
High Temperature Corrosion Bench Test HTCBT (modified ASTM D6594 @135°C) c.)												
Cu increase - without / with 10% B100*	ppm	-	-	R & R / R & R	20 / R & R	R & R / R & R	R & R / R & R	-	R & R / R & R	R & R / R & R	R & R / R & R	R & R / R & R
Pb increase - without / with 10% B100*	ppm	-	-	R & R / R & R	100 / R & R	R & R / R & R	R & R / R & R	-	R & R / R & R	R & R / R & R	R & R / R & R	R & R / R & R
Copper strip rating - without / with 10% B100*		-	-	R & R / R & R	3 / R & R	R & R / R & R	R & R / R & R	-	R & R / R & R	R & R / R & R	R & R / R & R	R & R / R & R
*Reference Fuel @18% SIME, 10% RME, 20% SIME from OM 646 TDS-1104		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Shear Stability CEC L-14-93, ASTM D6278 / 7109												
Kin. Viscosity @100°C after 30 / 50 cycles shearing	mm²/s	stay in grade	stay in grade	stay in grade	stay in grade	stay in grade	stay in grade	stay in grade	stay in grade	stay in grade	stay in grade	stay in grade
Foaming tendency												
Sequence I (24°C) ASTM D602 with option A	ml	<	10 / 0	10 / 0	10 / 0	10 / 0	10 / 0	10 / 0	10 / 0	10 / 0	10 / 0	10 / 0

Mi a kenőanyag formula?

- Komponensek (receptúra) a kenőolaj keveréshez**
- bázisolajok
 - teljesítmény adalékok
 - reológiai adalékok

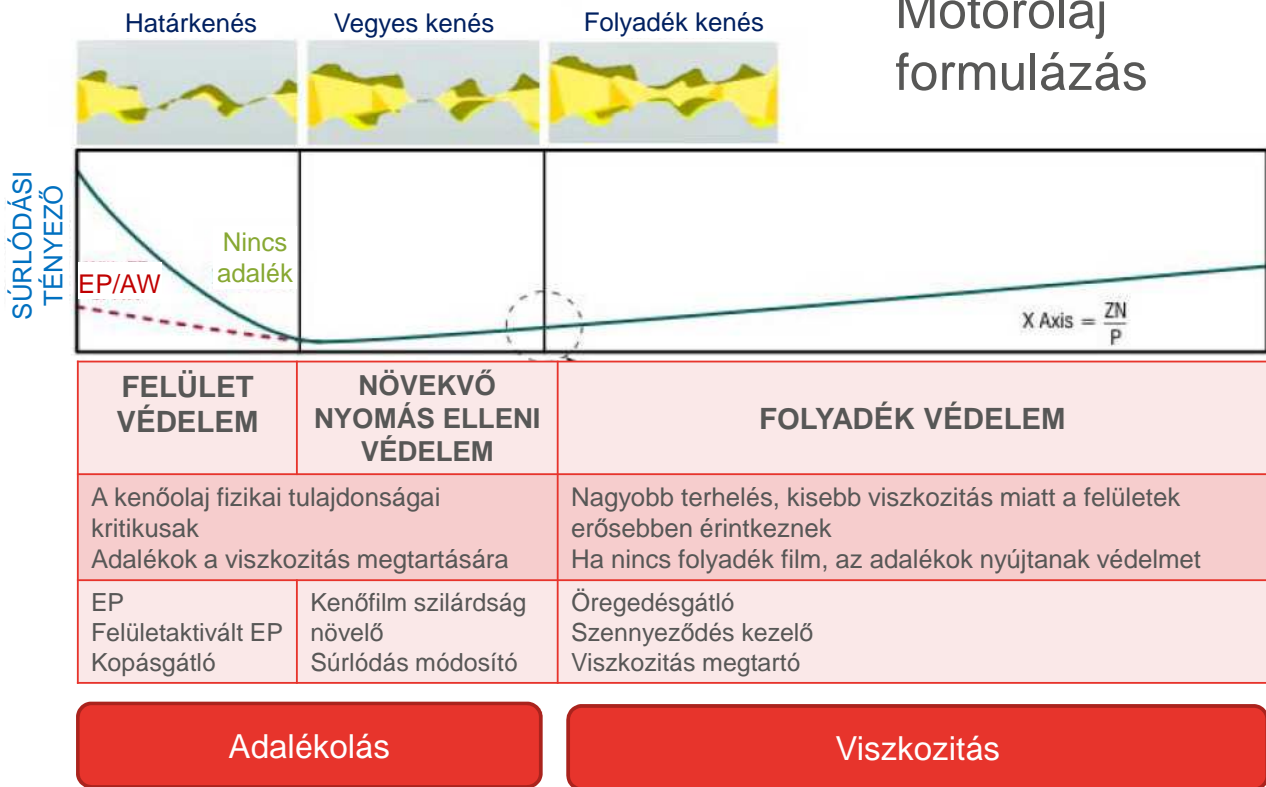
Oil Code	123456
Viscosity Grade	10W-40
Formulation (%wt)	
Additive package	12.0%
Performance booster	1.0%
Viscosity modifier	7.0%
Pour point depressant	0.2%
Base oil 1	40.0%
Base oil 2	9.8%
Base oil n	30.0%
Performance claim	
ACEA 2004	A3/B3-04
API	SL/CF
DaimlerChrysler	229.1
Volkswagen	50500

Viszkózitás, Reológiai tulajdonságok

Teljesítményszint, specifikációk, gépgyártói jóváhagyások



Motorolaj formulázás



Mi van a flakonban?

The image shows a bottle of MOL Dynamic Gold 10W-40 motor oil. The components are categorized as follows:

- ~ 80% bázisolaj**
 - ▶ ásványi
 - ▶ Gr. I.
 - ▶ Gr. II.
 - ▶ Gr. III.
 - ▶ szintetikus
 - ▶ Gr. IV (PAO)
 - ▶ Gr. V (észter)
- ~ 20% adalék**
 - ▶ Viszkozitás módosító
 - ▶ Folyáspont módosító
 - ▶ Detergens
 - ▶ Diszpergens
 - ▶ Kopásgátló
 - ▶ Oxidációgátló
 - ▶ Súrlódás módosító
 - ▶ Habzásgátló



Bázisolajok

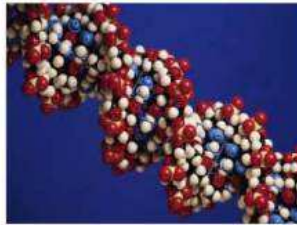
Mineral

Crude oil derivative. Properties depend on the quality of the crude stock and refining process.



Synthetic

Produced from different chemical man-made fluid compounds.



Vegetable

Derived from vegetable oils. Special refining processes, depending on type of seed.

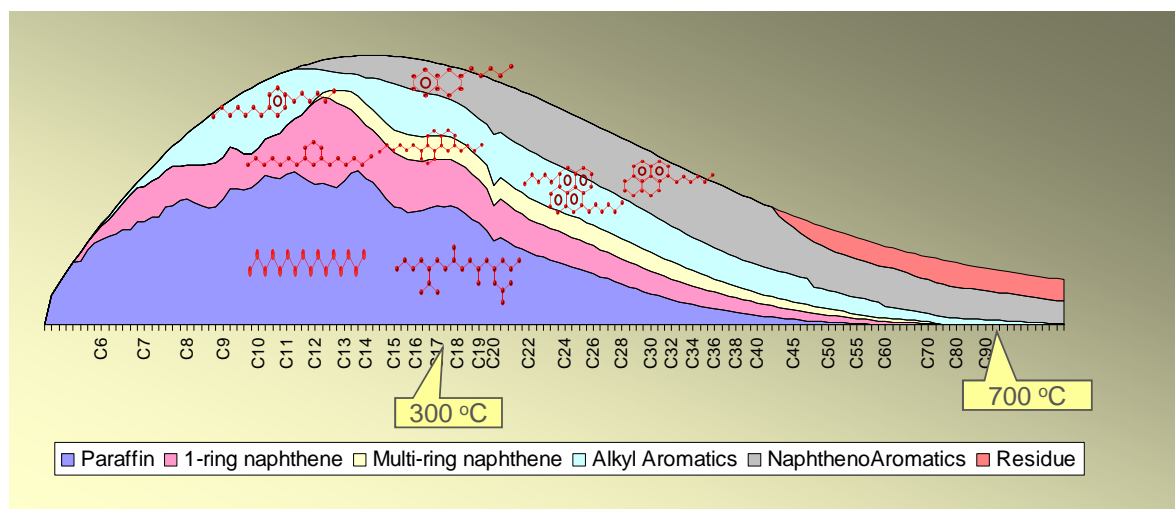


A kenőanyag teljesítménye nagyban függ a bázisolajok minőségétől és tulajdonságaitól



34

Tipikus kőolaj vizsgálata



Tipikus kőolaj (Arab light) szénhidrogén eloszlása


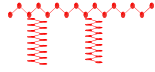
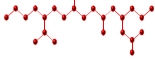
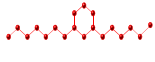
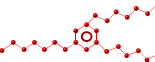
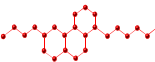
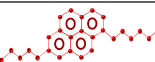
Lineáris forrpont hőmérséklet skála, arányos a n-paraffin szénatomszámmal

A bázisolaj molekulák a 300-700 °C desztillációs tartományba esnek



A kívánt bázisolaj molekulák elválasztásához finomítás szükséges

35

Molekula	Szerkezet	Viszkozitás Index	Folyáspont	Oxidációs stabilitás	Oldó-képesség	Toxicitás
n-paraffin		Excellent	Poor	Excellent	Poor	Low
Polyalphaolefin		Excellent	Excellent	Excellent	Poor	Low
Iso-paraffin		Good/Excellent	Good	Excellent	Medium	Low
Linear naphthenic		Good	Good	Good	Good	Low
substituted monoaromatics		Poor	Good	Good	Good	Low
naphthenic		Poor	Excellent	Good	Excellent	Low
polynuclear aromatics		Poor	Poor	Very Poor	Good	Very High



A finomítás során a kén- és nitrogéntartalmú vegyületek (heteroaromások) eltávolításra kerülnek

37

Bázisolajok kategorizálása fajták szerint

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 szintetikus bázisolajok			

Group I

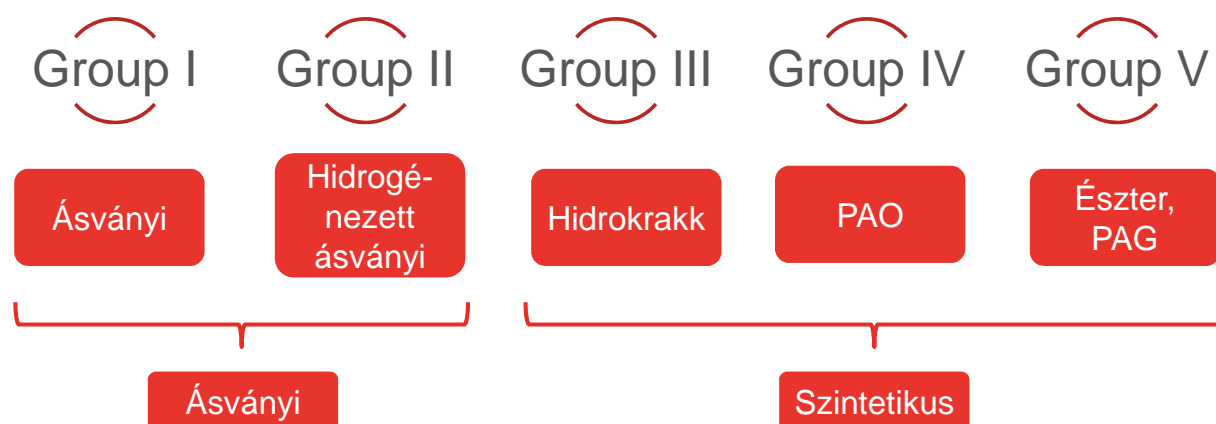


Group III / IV



38

Bázisolajok kategorizálása fajták szerint



Group I	Solvent Neutral (SN) olajok, konvencionális alapolajok. Aromás, kén és nitrogén heteroatomos szénhidrogéneket tartalmaz. Tipikus VI 95-100.
Group II	Enyhe HK olajok Nagyobb tisztaság, max. néhány % aromás, kéntartalom max 50 ppm. Tipikus V.I. 95-105, Group II+ legfeljebb V.I. 119.
Group III	HK olajok, hidroizomerizált olajok (VHVI, UHVI, XHVI) Nagyon nagy tisztaság, aromás tartalom tipikusan <1%, kéntartlom <10 ppm. V.I. >120.
Group IV	PAO – kémiai szintézissel előállított ppoli-alfa-olefin. Nagy tisztaságú és drága. Maradék telítetlenség miatt nem tökéletes, összevethető a Group III olajokkal.
Group V	Minden más, főképpen észterolajok.

39

Bázisolaj előállítás módszerei

Separation processes

Distillation
Solvent extraction
Dewaxing
Propane deasphalting

Separation methods only

Hydrogen treatment

Hydrofinishing
Hydrotreating
Hydrocracking
Hydroisomerisation

Methods involving
chemical reactions and
restructuring the
hydrocarbon molecules



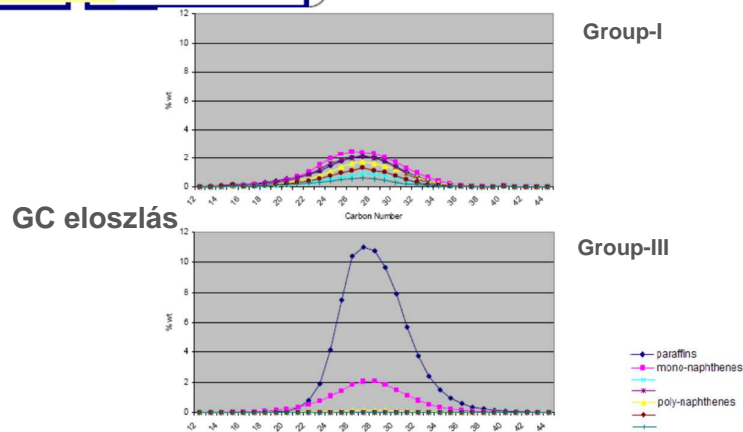
40

Bázisolaj kategóriák kémiai jellemzése

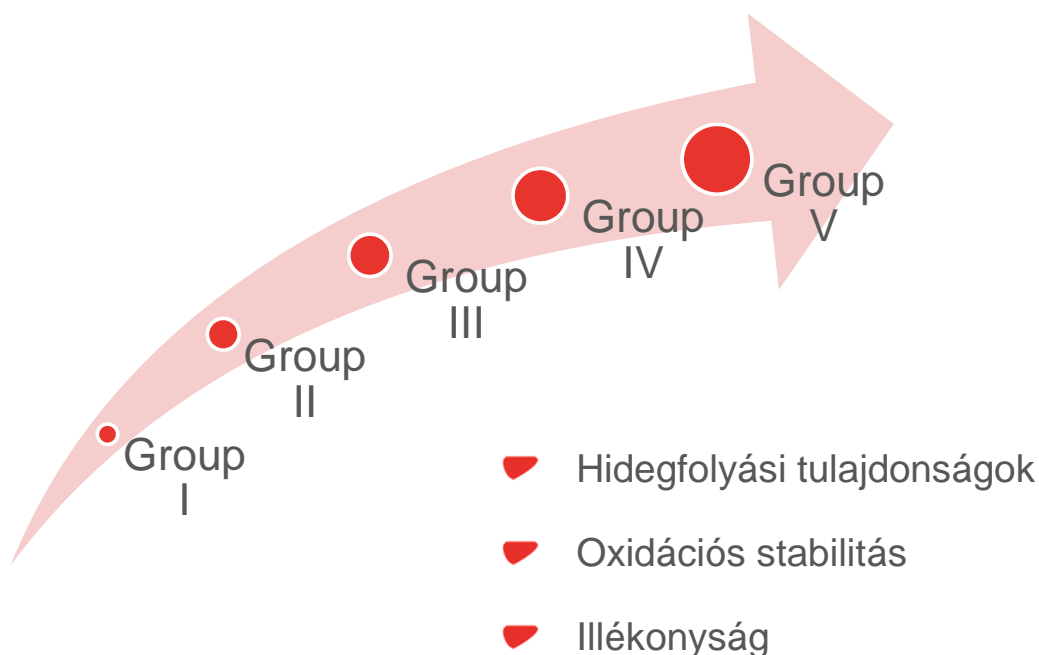
Category	Group I	Group II	Group III
VI	$80 \leq VI < 120$	$80 \leq VI < 120$	$VI \geq 120$
Saturates	$< 90\%$	$\geq 90\%$	$\geq 90\%$
Sulphur	$> 0.03\%$	$\leq 0.03\%$	$\leq 0.03\%$
Composition	iso-paraffins		
	naphthenes		
	n-paraffins		
	aromatics		
	polar compounds		

Very wide chemical spectrum

Narrow chemical spectrum



Bázisolajok teljesítmény növekedése



Tartalom

- ▶ Kenőanyag történelem, kenés és tribológiai alapok
- ▶ Kenőanyagok feladatai
- ▶ **Kenőolajok felépítése**
 - ▶ bázisolajok
 - ▶ **adalékok**
- ▶ Motorolaj minősítő rendszerek
- ▶ Motorolaj fejlesztési trendek



48

Mi van a flakonban?

~ 80% bázisolaj

- ▶ ásványi
 - ▶ Gr. I.
 - ▶ Gr. II.
 - ▶ Gr. III
- ▶ szintetikus
 - ▶ Gr. IV (PAO)
 - ▶ Gr. V (észter)



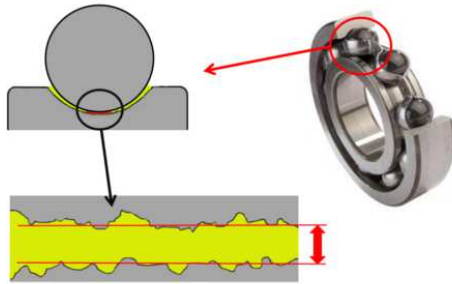
~ 20% adalék

- ▶ Viskozitás módosító
- ▶ Folyáspont módosító
- ▶ Detergens
- ▶ Diszpergens
- ▶ Kopásgátló
- ▶ Oxidációgátló
- ▶ Súrlódás módosító
- ▶ Habzásgátló

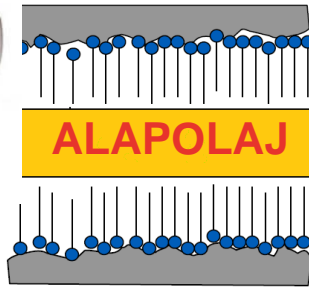


49

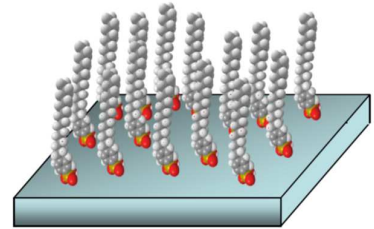
Az adalékok szerepe



Az emberi hajszál
átmérőjének 1/20 -a



Felületek fizikai
elválasztása, súrlódás
és kontaktus
csökkentése



- ♥ Meglévő bázisolaj tulajdonságok javítása
 - ♥ öregedésállóság, korrózióvédelem, víztől való elválás stb.
- ♥ Kedvezőtlen bázisolaj tulajdonságok elnyomása
 - ♥ magas folyáspont
- ♥ Bázisolajok felruházása új tulajdonságokkal
 - ♥ detergens hatás, nagy nyomásálló adalékok, tapadásjavítók



50

Motorolaj Viszkozitási Osztályozási Rendszer (SAE J300)

SAE: Society of Automotive Engineers

Többfokozatú olaj

SAE 0W - 30

Alacsony hőmérsékleten

Magas hőmérsékleten

“W” téli „winter” megfelelés
Kisebb szám alacsonyabb hőmérsékleten
való működést tesz lehetővé – jobb
hidegindítás
2 különböző viszkozitás mérés

Az olajfilm vastagsága magas hőmérsékleten
Kisebb szám üzemanyag takarékoságot
eredményez
Nagyobb szám vastagabb olajfilmet ad
2 különböző viszkozitás mérés



52

Motorolajok viszkozitási osztályai

Viszkozitási osztályok (SAE J 300)					
	CCS max. cP	MRV max. cP	Kinematikai viszkozitás, 100°C	Kinematikai viszkozitás, 100°C	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

PI. SAE 5W-30
 Hidegindíthatóság -30 °C
 Szivattyúzhatóság -35 °C
 Viszkozitás 100 °C-on 9,3-12,5 cSt



53

Felhasználási példák



20W-50

- Viszkózus - tömít
- Melegben is vastag film
- Hidegben dermed
- Alacsony teljesítmény

Régi, kopott gépek olaja, melyek inkább nyáron üzemelnek és fogyasztják az olajat



5W-30

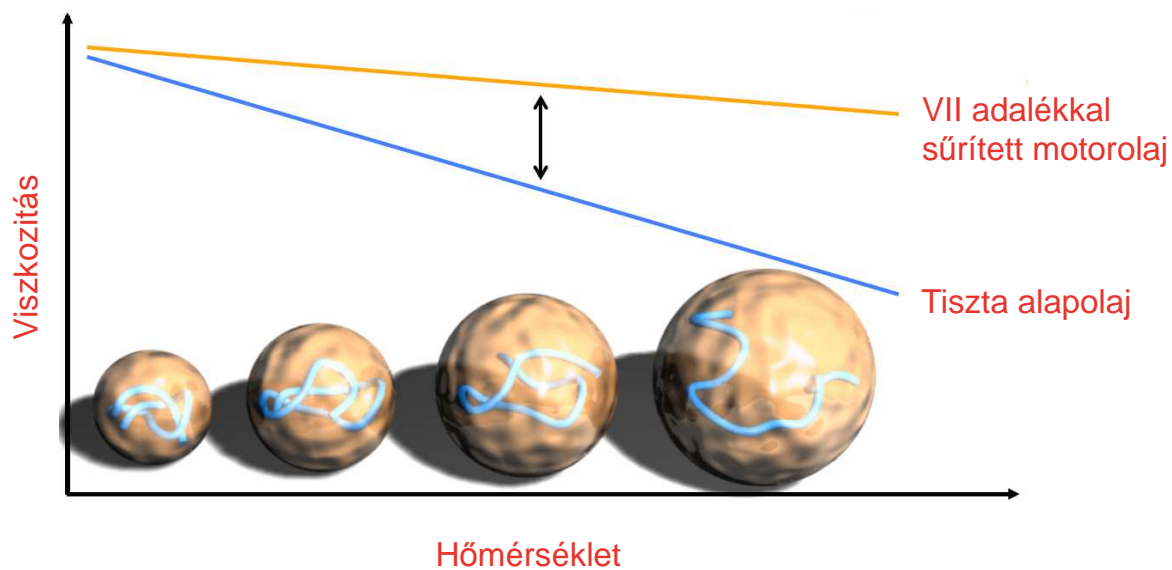
- Alacsony viszk.
- Hidegben kiváló
- Üzemanyag takarékos
- Magas teljesítmény

Korszerű motorok olaja, ahol fontos az emisszió alacsonyan tartása, és magas a teljesítmény



54

Viszkozitás módosító adalékok (VII)



Legfőbb kémiai típusok:
Etilén-propilén kopolimerek
Sztírol-butadién kopolimerek
Poliizoprének
Polimetakrilátok

55

Folyáspont

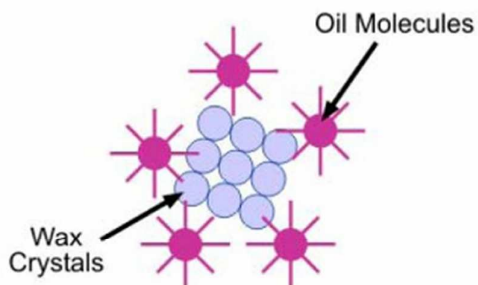


- Folyáspontcsökkentő adalékok
 - Módosítja a kristályok morfológiáját (együtt kristályosodik a paraffinnal)
 - Sztérikusán gátolja nagy, túszerű, aggregálódó struktúrák kialakulását
 - Segíti kis paraffinkristályok stabil diszperziójának képződését



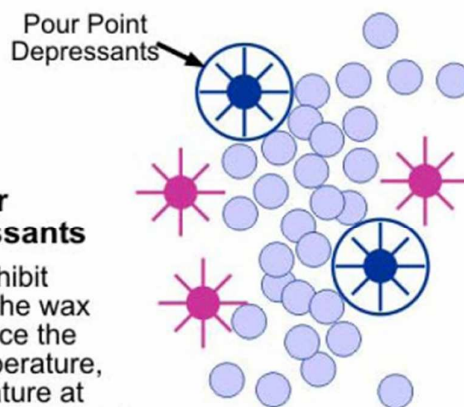
Folyáspont csökkentő adalékok

Additive	Purpose	How it Works	Compounds Used
Pour Point Depressants	To prevent congelation of the oil at low temperatures due to wax crystallization	Modifies the interface between the crystalized wax and the oil	Alkylated wax naphthalene, polymethacrylates, alkylated wax phenol



Oil Without Pour Point Depressants

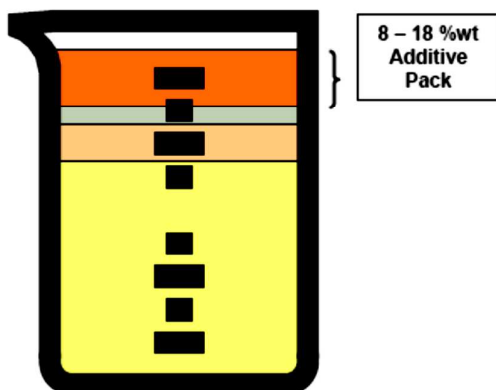
Wax crystals and oil congeal causing a high wax pour point.



Oil With Pour Point Depressants

Depressants inhibit congelation of the wax crystals to reduce the pour point temperature, that is, temperature at which oil becomes a solid.

Motorolaj teljesítmény adalékcsomag összetétele



Additive Pack

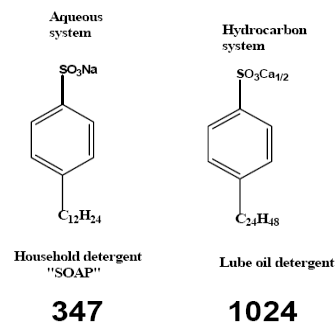
- Dispersants (40-55)
 - Succinimides
- Detergents (20-35)
 - Sulfonates
 - Phenates
 - Salicylates
- Antioxidants (3-15)
 - Aminic
 - Phenolic
 - Sulfur types
- Antiwear (5-10)
 - Zinc Dialkyl Dithio Phosphate
- Friction Modifiers (<1)
 - Short chain fatty acids / esters
 - Short chain amides
- Others (<1)
 - Foam inhibitor - Polysiloxanes
 - Corrosion inhibitor – PIBSA, detergents



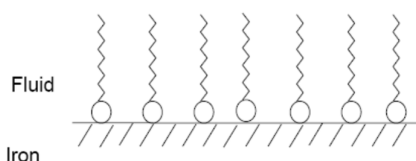
© The Lubrizol Corporation 2007, all rights reserved

Detergens adalékok – fő funkciók

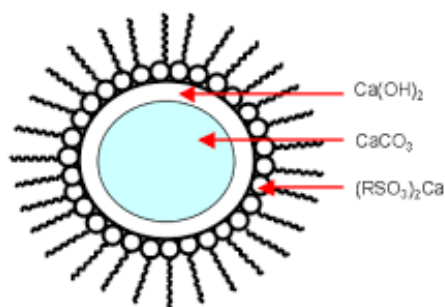
- tisztítja a motor alkatrészeit
- **savsemlegesítő** (szuperbázikus detergenssek)
- gátolja a rozsdásodást, oxidációt
- Szerves savak olajoldható fémsói (Ca, Mg)
 - szulfonátok
 - fenátok
 - szalicilátok
- Általában bázis felesleget tartalmaznak fém karbonát formájában – szuperbázikus detergenssek



Neutral Detergents - Mode of Action



- Having fatty tail and polar head makes them surfactants
 - Inhibit corrosion, keep surface clean
 - polar particles - remove them from the surface

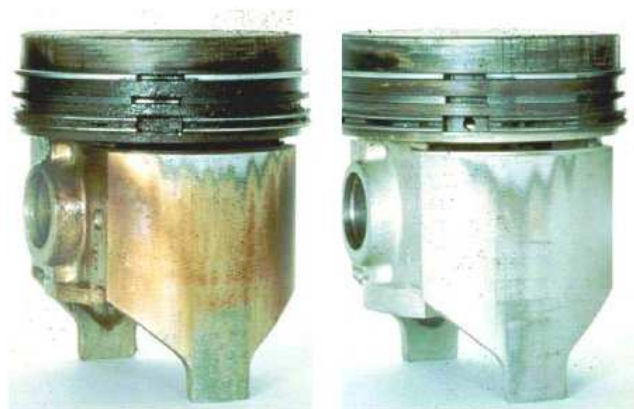


- I. A tisztítóképeséget a szappan rész biztosítja
- II. A bázikus tartalékot a szuperbázikus rész biztosítja

59

Detergens felülettisztító hatása

Dispersants & detergents keep pistons clean

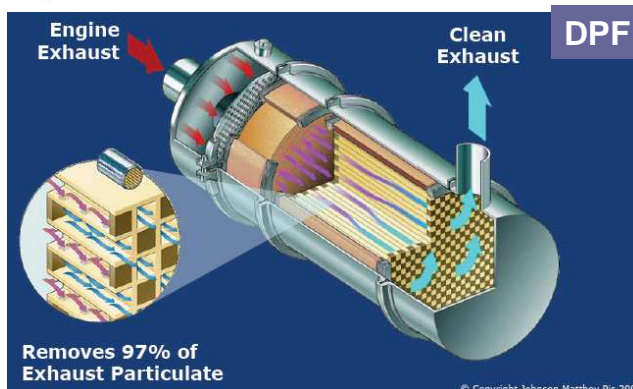


Unacceptable

Acceptable

és korlátai...

SAPS
 SA – szulfáthamu (fémes adalékok)
 P – foszfor
 S – kén



© Copyright Johnson Matthey Plc 2005

Diszpergens adalékok – lebegésben tartják a szennyezőket

Description	Materials Used
Polar additives used to peptize (disperse) soot particles for the purpose of preventing agglomeration, settling and deposits. Additive envelops particles and keeps them finely divided.	Succinimides and other organic compounds.

Szerepük a szennyeződések diszpergálása, kiválásának megakadályozása

Detergens és diszpergens adalékok közti különbség

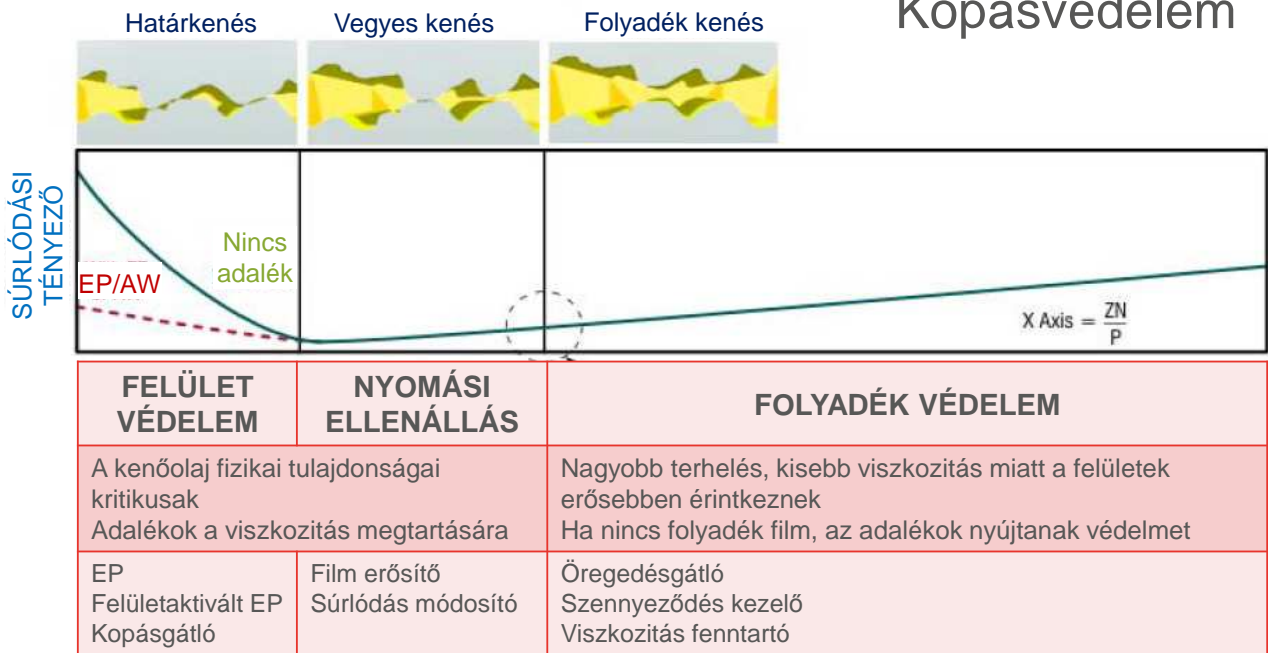
I. Detergents

- I. Kis molekula tömeg (~ 400)
- II. Növelik a hamutartalmat (fémtartalmúak)
- III. Semlegesítik a savakat
- IV. Gátolják a lerakódás képződést nagy hőmérsékleten

II. Dispersants

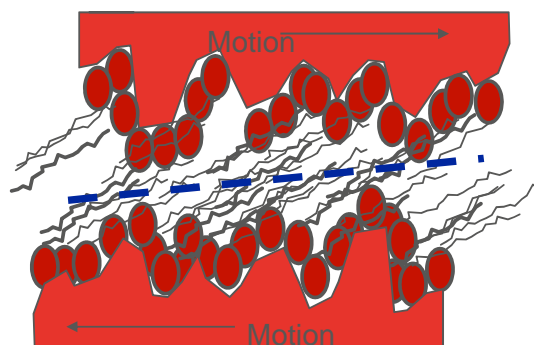
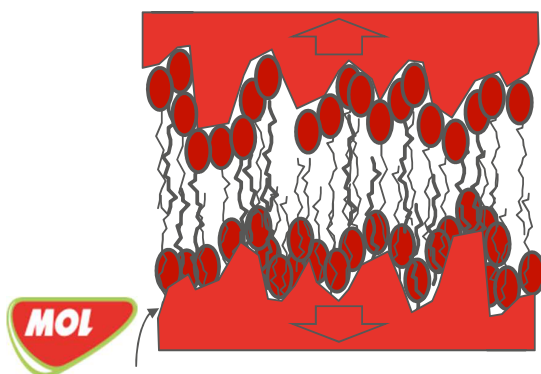
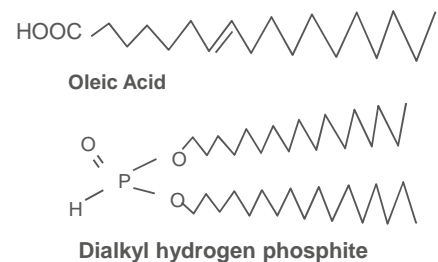
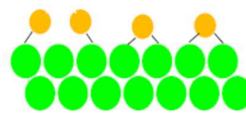
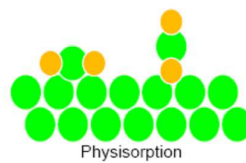
- I. Nagyobb molekula tömeg (~ 1000/2000)
- II. Hamumentes
- III. Gátolják a lerakódást kis hőmérsékleten





Súrlódásmódosító (FM) adalékok

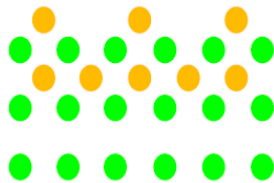
- They modify the frictional properties of a lubricant:
 - Can reduce friction (e.g. PC & GO applications)
 - Can increase friction (e.g. ATF and CVTF)
 - They form weak bonds at the metal surface by physisorption or chemisorption
 - They are ineffective at higher temps and/or loads



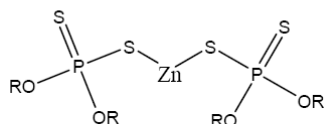
Kopásgátló (AW) adalékok

- They modify the surface of components:

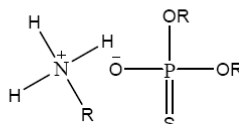
- They **reduce** Wear
- They form chemical layers on the surface of metal components
- They require higher temps and / or loads to become activated



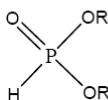
Antiwear Additives (Phosphorus)



Zinc Dialkyl Dithio Phosphate



Amine Thio Phosphate



Dialkyl Hydrogen Phosphite



- Primary Surface Tribo-Chemical Reaction: **Formation of Polyphosphate-Oxide Layer**

▶ Cink ditiofoszfátok

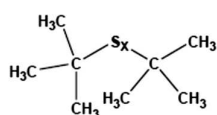
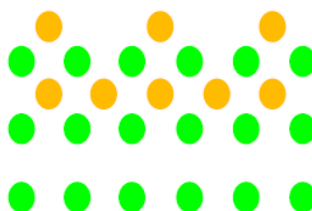
- ▶ a leggyakrabban használt kopásgátló
- ▶ oxidáció és korróziógátló hatással is rendelkezik
- ▶ hatékony már enyhe körülmények mellett is
- ▶ kezdetben fizikai adszorpcióval kötődik a fém felülethez, majd termokémiai reakció során foszfor-kén tartalmú réteg keletkezik a felületen
- ▶ A kialakult film csökkenti a súrlódást, megakadályozza a hegedést (adhéziós kopást).
- ▶ Nagyon magas hőmérsékleten ill. terhelésnél viszont nem hatásos.

65

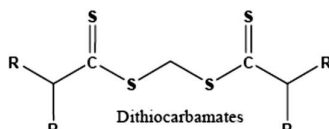
Nagy nyomásálló (Extreme Pressure, EP) adalékok

- They modify the surface of components:

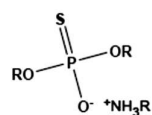
- They **Control** Wear
- They form chemical layers on the surface of metal components
- They require even higher temps and / or loads to become activated



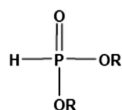
Polysulfides



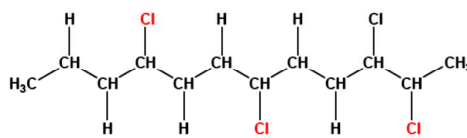
Dithiocarbamates



Amine Thio Phosphate:



Di Alkyl Hydrogen Phosphites



Chlorinated Hydrocarbon

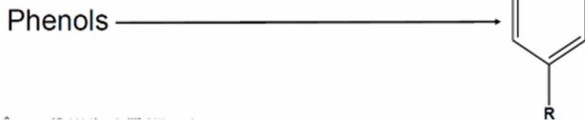
- ▶ Általában kén, ritkábban P, Cl, B tartalmú vegyületek
- ▶ rövidebb szénlánc, nagyobb felületi aktivitás
- ▶ csak nagy határfelületi terhelésnél aktiválódnak
- ▶ a fém felületen reagálnak, csak 200 °C felett
- ▶ Kén kibocsátók, FeS felületi réteget hoznak létre, amely lenyíródik
- ▶ A kén behatol a fémfelületbe és új kémiai réteget képez
- ▶ Szinergikus a kopásgátló adalékokkal

- Primary Surface Tribo-Chemical Reaction: **Formation of Iron Sulfide, Iron Phosphide/Phosphate or Iron Chloride Sacrificial Layers**

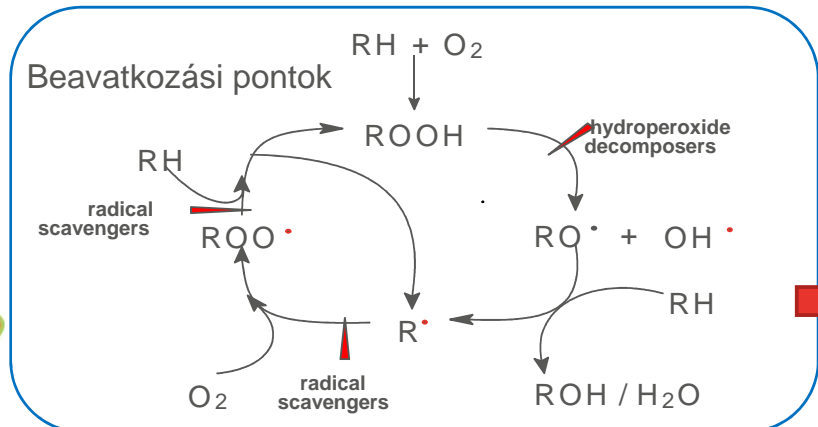
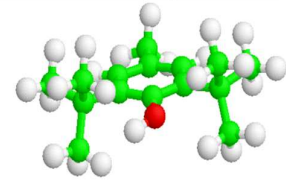
66

Oxidációgátló adalékok

Hydroperoxide Decomposers



Radical Scavengers



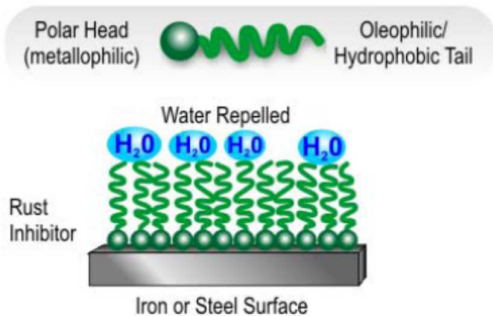
Savak
Iszap
Lakk

Korróziós inhibitorok

Rust Inhibitors form a polar film adherent to steel and cast iron surfaces. The film repels water which inhibits rust formation.

Common Rust Inhibitors:

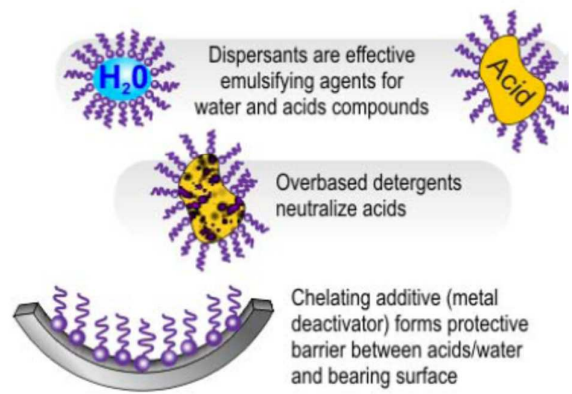
- 🔥 **Engines:** Sulfonates (overbased)
- 🔥 **R&O and Other Industrial Lubricants:** Phosphoric acid derivatives, succinic acid, calcium phenol sulfides, and long-chain fatty acids



Corrosion Inhibitors protect copper, tin and lead-based bearing metals by neutralizing acids and by sealing surfaces from contact with water and corrosive acids.

Common Corrosion Inhibitors:

- Overbased detergents, water suspending dispersants and chelating compounds of imidazole, benzotriazole and ZDDP.



MOL motorolaj technológiák



Normál körülmények Szigorú körülmények
Folyadék film Molekuláris védőfilm



Dual Film technology

Dynamic

Triple Antioxidant Protection technology



70

Miből áll egy motorolaj adalékcsomag?

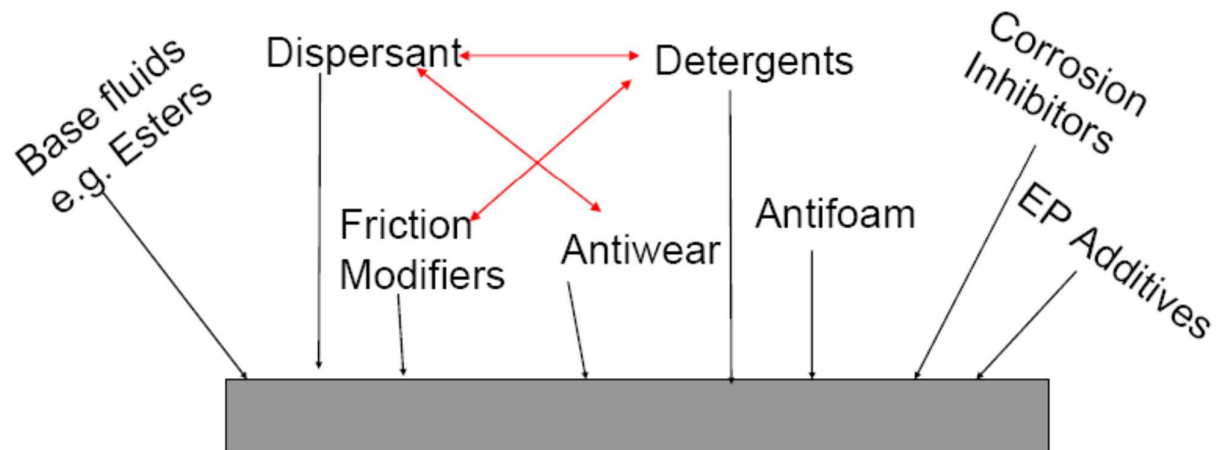
KOMPONENSEK	EC SZÁM	SZIMBÓLUM / R MONDATOK	MENNYISÉG
Magasan finomított ásványi olaj (C15 - C50)	*	Egyik sem	41 % súlyszázalék
Poliiolefin poliamin szukcinimid, poliol	Polimer	R53	23 % súlyszázalék
Cink alkil ditio-foszfát	272-028-3	Xi/R41, N/R51/53	8 % súlyszázalék
Kalcium elágazott láncú alkil-fenolát-szulfid	291-829-9	R53	8 % súlyszázalék
Polialkil aril-amin	270-128-1	N/R51/53	6 % súlyszázalék
Kalcium hosszú láncú alkaril szulfonát	271-877-7 & 290-636-7	Xi/R43, R53	5 % súlyszázalék
Alkenoil sav észter, bórozott	Bizalmas	Xi/R38, R53	4 % súlyszázalék
Kalcium hosszú láncú alkaril szulfonát	Polimer	R53	1 % súlyszázalék
Elágazott láncú alkil-karbolsavat és a elágazott láncú kalcium-alkil-karbolsavat	Polimer	Xi/R38, Xn/Repro. Cat. 3/R62, N/R50/53	1 % súlyszázalék



72

Adalékok versengése a fémfelületért és egymással

Interactions and Competition for Surfaces



73

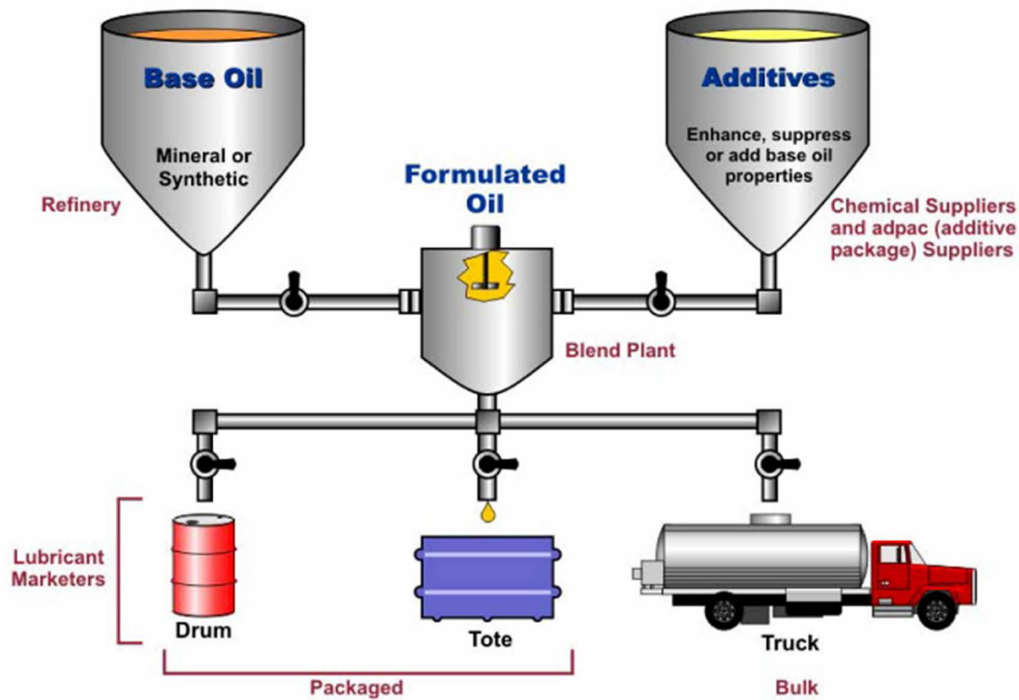
Adalékolási szintek

Teljesítményszint	Bevezetés éve	Adalék, %
API CB	1948	2
API CC(/SC-SF)	1960	3-3,8
API CD	1955	4,5
ACEA E2	1996	7,5-9
ACEA E3	1996	10-12
ACEA E5	1999	12-15
ACEA E7	2004	14-16
ACEA E4/E7, MB 228.5	2004	19-20
ACEA E4/E6 low SAPS	2004	>20



74

Kenőolaj gyártás folyamata



75

Tartalom

- ▶ Kenőanyag történelem, kenés és tribológiai alapok
- ▶ Kenőanyagok feladatai
- ▶ Kenőolajok felépítése
 - ▶ bázisolajok
 - ▶ adalékok
- ▶ **Motorolaj minősítő rendszerek**
- ▶ Motorolaj fejlesztési trendek



76

Mi a kenőanyag formula?

Komponensek (receptúra) a kenőolaj keveréshez

- bázisolajok
- teljesítmény adalékok
- reológiai adalékok

Oil Code	123456
Viscosity Grade	10W-40
Formulation (%wt)	
Additive package	12.0%
Performance booster	1.0%
Viscosity modifier	7.0%
Pour point depressant	0.2%
Base oil 1	40.0%
Base oil 2	9.8%
Base oil n	30.0%
Performance claim	
ACEA 2004	A3/B3-04
API	SL/CF
DaimlerChrysler	229.1
Volkswagen	50500

Viszkozitás,
Reológiai
tulajdonságok

Teljesítményszint,
specifikációk,
gépgyártói
jóváhagyások



77

Motorolajok teljesítmény osztályozása



ACEA

A sorozat A1 ... A5

B sorozat B1 ... B5

C sorozat C1 ... C5

E sorozat E1 ... E9

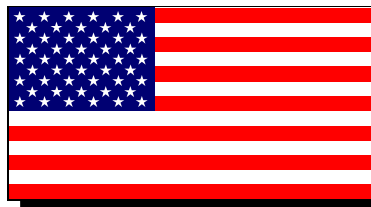
Aktuális

A3

B4

C1 ... C5

E7, E9, E4, E6



API

S sorozat SA ... SN

C sorozat CA ... CK-4

SJ...SN

CG-4...CK-4

Gépgyártói előírások - OEM

Our Members	BMW Group	MAN	VOLKSWAGEN AG	VOLVO	RENAULT	SCANIA
DAF	GM	PSA PEUGEOT CITROËN	Ford	PORSCHE	FIAT	DAIMLERCHRYSLER



78

Tartalom

- ▶ Kenőanyag történelem, kenés és tribológiai alapok
- ▶ Kenőanyagok feladatai
- ▶ Kenőolajok felépítése
 - ▶ bázisolajok
 - ▶ adalékok
- ▶ Motorolaj minősítő rendszerek
- ▶ **Motorolaj fejlesztési trendek**



82

Technológiai mozgatórugók

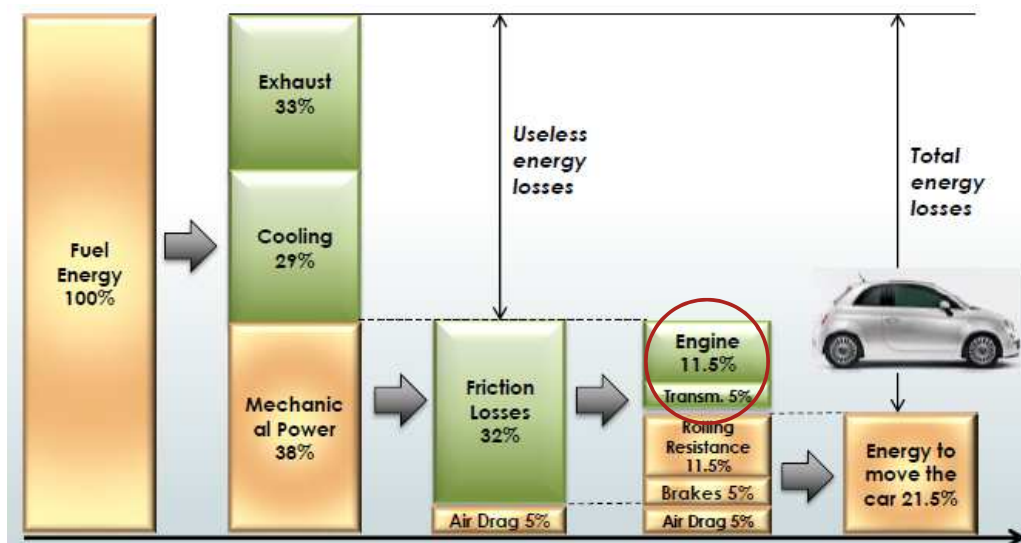
- ♥ Károsanyag kibocsátás csökkentése
 - ☞ égéstechnológia turbo, EGR, szenzoros szabályozás stb.
 - ☞ kipufogógáz utánkezelő rendszerek
 - ☞ motortechnológia
 - ☞ alternatív üzemanyagok
 - ☞ **motorolaj formula – kémiai összetevők**

- ♥ Üzemanyag takarékoság = CO₂ kibocsátás csökkentés
 - ☞ motortechnológia – tömegcsökkentés, alkatrész bevonatok
 - ☞ **motorolaj formula súrlódás, viszkozitás**

- ♥ Tartósság, megbízhatóság nehéz körülmények közt
 - ☞ motortechnológia – tartósabb alkatrészek
 - ☞ **motorolaj formula stabilitás**



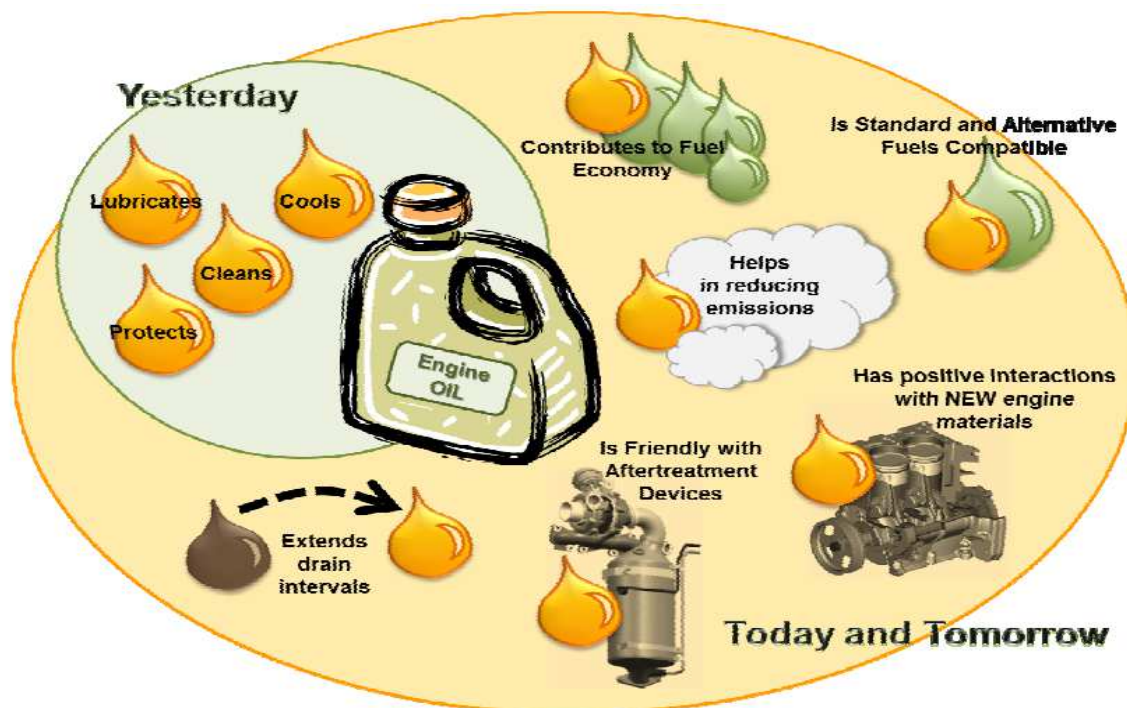
Energia egyenleg az autóban



- ♥ Kb. 16% a súrlódási veszteség
- ♥ a) viszkozitás csökkentés, nem hagyományos bázisolajok alkalmazásával
- ♥ b) súrlódáscsökkentő adalékok

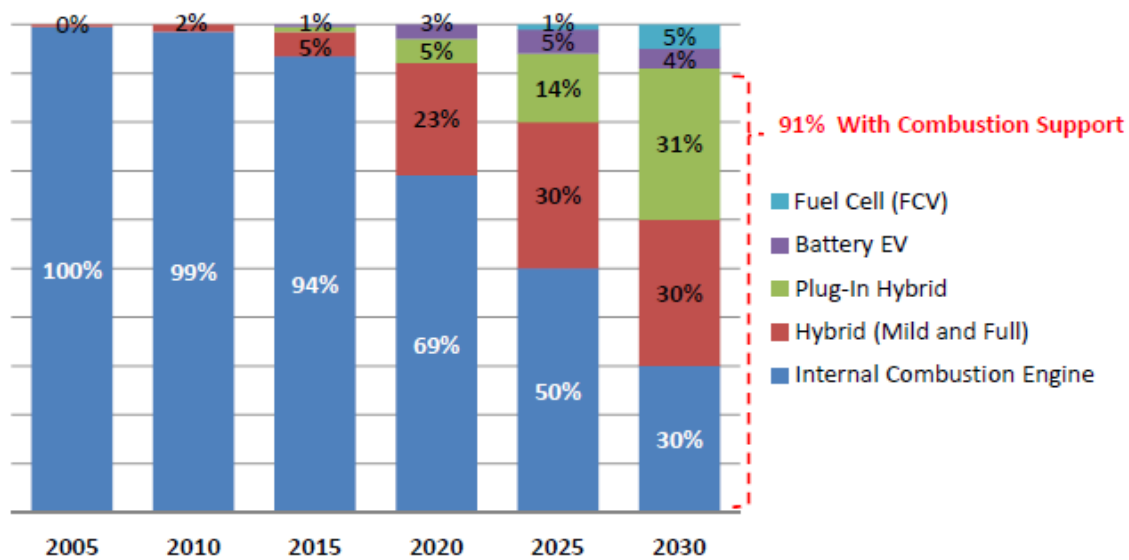


Motorolaj elvárások – régen és most



Jármű erőforrások változása

Development Powertrains World Market (Shares)



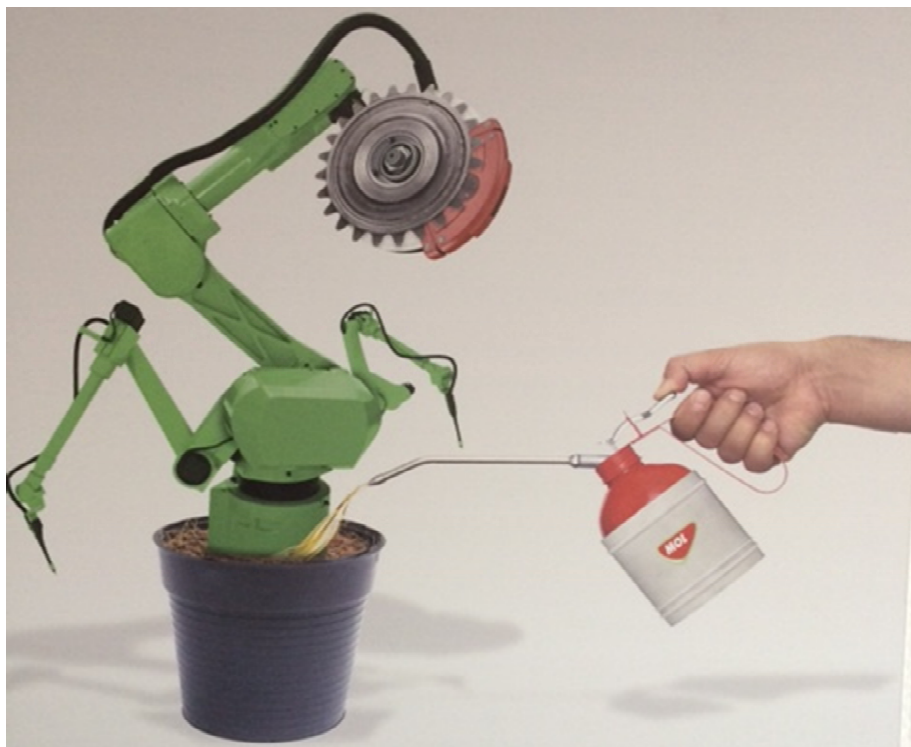
Source: CAR University Duisburg-Essen



- 2030-ban még 90% a legalább részben belsőégésű motorral hajtott autók részaránya

Presenting to [name] 89

89



90