

ALAPISMERETEK A KÖZLEKEDÉSI KENŐANYAGOK KÖRÉBŐL

1. MOTOROLAJOK

1. MOTOROLAJOK OSZTÁLYOZÁSA

A motorolajok osztályozása folyási (reológiai) tulajdonságaik és a nemzetközi szabványok által meghatározott teljesítményszint kategóriákba történő besorolás alapján történik.

1.1 Folyási tulajdonságok szerinti osztályozás

A kenőanyagok reológiai tulajdonságai viszkozitással jól jellemezhetők. A kenőolaj viszkozitása a folyadékrétegek egymáson való elcsúszásánál fellépő súrlódás mértéke. Ez a jellemző a hőmérséklet függvényében jelentősen változik. Alacsony hőmérsékleten megdermednek (viszkozitásuk túlzottan megnő), a hőmérséklet növekedésével a viszkozitás fokozatosan csökken, végül az olaj híg folyóssá válik. A motorolajok viszkozitási osztályokba történő besorolását a SAE (Society of Automotive Engineers, USA) J 300 szabvány határozza meg.

SAE viszkozitási osztály	Látszólagos viszkozitás (CCS) (dinamikai)		Alacsony hőmérsékletű viszkozitás		Kinematikai viszkozitás 100 °C-on, mm ² /s		Viszkozitás (HTHSV) - magas hőmérséklet, nagy nyírási gradiens - mellett 150 °C-on, 10 ⁶ 1/s, (dinamikai)
	mPas, max.	°C-on	mPas, max.	°C-on	min.	max.	mPas, min.
0W	3.250	-30	30.000	-35	3,8	-	-
5W	3.500	-25	30.000	-30	3,8	-	-
10W	3.500	-20	30.000	-25	4,1	-	-
15W	3.500	-15	30.000	-20	5,6	-	-
20W	4.500	-10	30.000	-15	5,6	-	-
25W	6.000	-5	30.000	-10	9,3	-	-
20	-	-	-	-	5,6	9,3	2,6
30	-	-	-	-	9,3	12,5	2,9
40	-	-	-	-	12,5	16,3	2,9* / 3,7
50	-	-	-	-	16,3	21,9	3,7
60	-	-	-	-	21,9	26,1	3,7

- * 0W-40, 5W-40, 10W-40-es viszkozitási osztályú tagokra

A viszkozitási osztályok ismeretében értelmezhetők a folyási tulajdonságok, azaz mely termékek az egyfokozatúak és melyek a többfokozatúak. Az egyfokozatúak egyetlen adott viszkozitási osztály előírásait teljesítik. A többfokozatúak pedig egyidejűleg garantálják a hideg- és a meleg tulajdonságokra előírt követelmények teljesülését. A többfokozatúak között beszélhetünk szűk (pl. 20W-20) és tág viszkozitási határú (pl. 5W-50) termékekről. A motorolajok viszkozitási jellemzői az alapolajok és a dermedéspont-csökkentő illetve viszkozitás módosító adalékok függvénye.

Hidegoldali SAE 10W viszkozitási osztály általában rész-szintetikus, míg a SAE 5W, SAE 0W fokozatok kizárólag szintetikus alapolaj felhasználásával valósíthatók meg. Minél tágabb a többfokozatú termék viszkozitási határa (pl. SAE 15W-40 ⇒ 10W-40 ⇒ 5W-50) annál több viszkozitás módosító adalékot tartalmaz a motorolaj.

A motorüzem során az olaj igen erős nyíró igénybevételnek van kitéve (pl. dugattyúgyűrű - hengerfal zóna nagy dugattyúsebességnél). A viszkozitás módosítók részleges lenyíródásával ezért számolnunk kell. A legkorszerűbb motorolajok a magas hőmérsékleten bekövetkező nyíró-igénybevétellel szemben igen ellenállóak, ún. nyírásstabil motorolajok. Az ilyen többfokozatú motorolajok viszkozitása a teljes csereperiódus során csak jelentéktelen mértékben változik. A gépjárművek kezelési útmutatójában (gépkönyvében) a megengedett viszkozitási osztályok hőmérséklet-skálához rendelve vannak feltüntetve.

A gyártástechnológiailag élen járó motoroknál (szűk tűrések, jó illesztések, korszerű szerkezeti anyagokból készült precíz megmunkálású és felületkezelte alkatrészek) esetében alkalmazhatóak az energiatakarékos, ún. könnyű futású motorolajok. PI: SAE 0W-30, 0W-40, 5W-30, 5W-40. Ezek a kenőanyagok főképpen hidegindításkor, de melegebb üzemállapotban is kis viszkozitásúak, így belső súrlódásuk csekély. Kopottabb

vagy nagyobb illesztési hézaggal gyártott motorok esetében az alacsony viszkozitás elégtelen kenési állapot kialakulását eredményezheti, ilyenkor megoldást jelenthet pl. egy melegoldalon SAE 50-es olaj használata.

1.2 Motorolajok teljesítményszint szerinti osztályozása

A motor működése során a motorolajnak, mint gépelemnek rendkívül összetett követelményeknek kell egyidejűleg, a teljes élettartam során, megfelelnie:

1. Rendelkezzen megfelelő viszkozitási tulajdonságokkal.
2. Oldja le a felületekre rakódott szennyeződések és tartsa lebegésben, hogy újra ne ülepedjenek ki.
3. Közömbösítse az égés során keletkező savas jellegű termékeket.
4. Legyen magas szintű kopásgátló hatása.
5. Csökkentse a sűrűlőaszt.
6. Maradékátalanul lássa el hőelvezető szerepét, és magasabb hőmérsékleten is maradjon termikusan stabil.
7. Védje a motor belső részeit a korrozív hatásoktól.
8. Legyen képes hajtóműoldali igénybevételekre.
9. Látja el a hidraulikus munkafolyadék szerepét (pl. hidraulikus szelephézag kiegyenlítés).
10. Akadályozza meg a habzást.
11. Tömítőanyagokkal és más szerkezeti anyagokkal összeférhető legyen.
12. Legyen katalizátorbarát, ne tartalmazzon az egészségre és környezetre kifejezetten káros vegyületeket.

A motorolajok követelményekkel szembeni megfelelőségének szabványos megfogalmazása a különböző teljesítményszintek alapja. A motorolajok teljesítményszint szerinti osztályozása nemzetközileg elfogadott szigorú szabványrendszerekre épül, amelyeket géplaboratóriumi körülmények között végrehajtott fékpadi motorvizsgálatok és olajlaboratóriumi vizsgálatok alapján állapítják meg az erre akkreditált intézmények.

A két legjelentősebb nemzetközi motorolaj teljesítményszint rendszert az európai **ACEA**, és az amerikai **API** szervezet dolgozta ki.

ACEA

Association des Constructeurs Européens d'Automobiles - Európai Autótervezők Szövetsége.

A szervezet 1991-ben alakult a 14 legjelentősebb európai gépgyártó (BMW, DAF, FIAT, FORD, GM, MAN, MERCEDES-BENZ, PORSCHE, PSA, RENAULT, ROLLS-ROYCE, SCANIA, VW, VOLVO) közreműködésével. Az ACEA által létrehozott teljesítményrendszer 1996-ban került bevezetésre és 1997. január 1-től kötelező érvényű a gépkönyvi előírásokban. (A korábban létező európai CCMC rendszer '96-tól érvényét veszítette, de hivatkozásul feltüntetendő.)

ACEA specifikációk személygépjárművek motorolajaira

	1. kategória	2. kategória	3. kategória
	Energiatakarékos Alacsony viszkozitású	Standard	Legújabb motortípusok Kiterjeszthető csereperiódus
Benzines	A1-98	A2-96 issue 2	A3-98, A5 bevezetés alatt
Dízel	B1-98	B2-98	B3-98, B4-98, B5-00

ACEA specifikációk haszongépjárművek dízel motorolajaira:

E1-96 issue 2: atmoszférikus motorokhoz

E2-96 issue 2: feltöltött motorokhoz,

E3-96 issue 2: növelt csereperiódus, Euro II. típusú motorokhoz

E4-98: szigorított teljesítményszint, szuperhosszú csereperiódusú motorokhoz

E5-99 : a legújabb EGR (kipufogógáz visszavezetéssel csökkentett NO_x kibocsátású) motorokhoz kifejlesztett szuperhosszú csereperiódusú motorolaj. Egyesíti az ACEA E4 és API CH-4 fékpadi követelményrendszereket.

Az ACEA európai teljesítményrendszer jellemzői:

- Egy széleskörűen reprezentatív, gépgyártókat tömörítő szervezet által megállapított minősítő rendszer.
- Új specifikációkat vezetett be, amelyek korszerűsített, az európai üzemeltetési viszonyokat jól modellező vizsgálati módszereken alapulnak.
- Kizárólag a szervezet által akkreditált laboratóriumok végezhetnek minősítéseket.
- A forgalmazót jogi felelősség terheli a feltüntetett teljesítményszintek vonatkozásában.

API American Petroleum Institute - Amerikai Kőolajipari Intézet

1947-ben került bevezetésre az API teljesítményrendszer, amelyet az ILSAC (International Lubricant Standardization and Approval Committee) ajánlásai alapján folyamatosan továbbfejlesztnek.

Az API rendszer Európában teljesen háttérbe szorult, mivel a közúti járművek motorjainál alapvetően az ACEA rendszer és a motorgyártók saját előírásai a kötelező érvényűek. Más a helyzet a mezőgazdasági gépeknél. Itt a világpiac jelentős részét amerikai multinacionális cégek uralják, ezért a műszaki dokumentációkban az API előírásokra hivatkoznak.

A jelenleg érvényes motorolaj specifikációk a következők:

(A zárójelben feltüntetett teljesítményszintekre már új jóváhagyás nem kérhető.)

API benzines motorolajok:

API (SE) - (SF) - (SG) - SH - SJ - SL növekvő sorrendben

SG: 1989-ben bevezetett katalizátorbarát, ólommentes benzinüzemhez alkalmas teljesítménycategória

SH: 1994-től érvényes, az API SG jóváhagyatási folyamatának szigorításán alapuló kategória

SJ: 1996. okt. 15-től életbe lépett, jelenleg legkorszerűbb amerikai benzines teljesítményszint. Jelentős magas hőmérsékletű lerakódás csökkenés, jobb víz-összeférhetőség, alacsonyabb kéntartalom és illékonyosság, illetve növelt üzemanyag takarékoság jellemzi.

Bevezetés előtt áll egy az API SJ vizsgálatain alapuló, de igen alacsony (SAE 0W-20, 5W-20, 5W-30, 10W-30) viszkozitású motorolaj kategória.

SL: 2001 őszétől érvényes, az API SJ rendszer további szigorításán alapuló teljesítményszint.

API dízel motorolajok:

API (CC) - (CD) - CF - (CE) - CF-4 - CG-4 - CH-4

(CD): 1955-től érvényes nehézüzemű dízel és turbódízel kategória.

CF: 1994-től API CD-t váltotta fel. Gyakori, közepesen magas teljesítményszint nehézüzemű dízel motorokhoz.

CE: 1987-ben bevezetett kategória. Az API CD-hez képest 3 új fékpadi vizsgálattal (NTC 400, Mack T-7, Mack T-6) bővítve. Jelenleg a leggyakrabban előírt magas dízel teljesítményszint.

CF-4: 1991-ben az API CE-t váltotta fel. Új vizsgálat a dugattyútisztaságra: Cat 1K a Cat 1G2 helyett. A legkorszerűbb dízelmotorok kenőanyaga.

CG-4: 1995. január 1-től érvényes, a legmagasabb szintű motorvédelmet biztosító teljesítményszint.

CH-4: Az API CG-4-et meghaladó, hosszú csereperiódusra alkalmas rendkívül környezetbarát motorolaj specifikáció, amely 1999-ben került bevezetésre.

CJ-4: Előreláthatóan 2002. januárjától életbe lépő, EGR motorokhoz kifejlesztett, hosszú csereperiódusra is alkalmas teljesítményszint kategória.

Az ACEA és API specifikációkhoz tartozó teljesítményszintek meghatározása eltérő laboratóriumi és fékpadi vizsgálatokon alapul. A motorolajok tulajdonságainak és a velük szemben támasztott követelményeknek a megítélésénél figyelembe kell venni az európai és amerikai motorépítési elvek közötti különbségeket is. Ezen körülmények eredményeként a hozzávetőleg azonos ACEA és API teljesítményszintek nem jelentenek teljes műszaki azonosságot.

1.3 Gépgyártói jóváhagyások

Néhány jelentős gépgyártó saját motorolaj minősítési rendszert dolgozott ki, amely a szabványos fékpadi méréseket saját fékpadi illetve flotta vizsgálatokkal egészíti ki. Ezek a gépgyártók elsődlegesen a saját jóváhagyásokra hivatkoznak szerviz-feltöltéseknél. Külön meghatároznak első feltöltésű motorolaj minősítési követelményrendszert is.

SZEMÉLYGÉPJÁRMŰVEK

Volkswagen szerviz feltöltésre:

VW 500.00 üzemanyag-takarékos dízel-, benzines motorolaj (SAE 5W-30, 10W-30, 5W-40, 10W-40)

Még feltüntethető, új jóváhagyás már nem szerezhető rá.

VW 501.01 általános dízel- és benzines motorolaj, amely még feltüntethető, de új jóváhagyás már nem szerezhető rá.

VW 502.00 Általános benzines és dízel jóváhagyás nem feltöltött, korábbi tervezésű motorokhoz.

VW 505.00 Turbó-dízel motorolaj előírás korábbi tervezésű VW TDI motorokhoz.

VW 505.01 Előírás VW PDE (Pumpe Düse Einheit - egybeépített dízel adagoló-porlasztó típusú) - TDI motorokhoz.

VW 503.00 Meghosszabbított - 30.000 km-es - csereperiódusú, energiatakarékos, SAE 0W-30 viszkozitású motorolaj Otto motorokhoz. (HTHSV < 3.0 mPas)

VW 503.01 Meghosszabbított csereperiódusú előírás Audi TT 1.8 Turbo és S3 1.8 Turbo motorokhoz. (HTHSV > 3.5 mPas)

VW 506.00 Meghosszabbított - V6 TDI : 30.000 km, négyhengeres TDI : 50.000 km -es - csereperiódusú, energiatakarékos, SAE 0W-30-as motorolaj az új generációs dízel motorokhoz. (HTHSV < 3.0 mPas)

VW 506.01 Meghosszabbított csereperiódusú előírás VW PDE-TDI motorokhoz.

Mercedes-Benz szerviz feltöltésre:

MB 229.1. 1997. január 1-től életbe lépett dízel-, benzines motorolaj jóváhagyás

MB 229.3 Szigorított, energiatakarékos (SAE 0W-, SAE 5W-) előírás dízel-, benzines motorokhoz.

MB 229.5 Bevezetés előtt álló, 3 éves flottakísérleten alapuló előírás.

BMW garanciális időben való használhatóságra.
Porsche garanciális időben való használhatóságra.

HASZONGÉPJÁRMŰVEK

Mercedes-Benz:

- **228. 1** normál csereperiódusú
- **228.3** hosszú csereperiódus jóváhagyás
- **228.5** új szuperhosszú csereperiódusú, fokozott környezetvédelmi előírásokat kielégítő jóváhagyás a legkorszerűbb, nagyteljesítményű MB haszongépjármű motorokhoz.

MAN :

- **MAN 271**, ACEA E2-96 további szigorításokkal
- **MAN M 3275** (korábban: QC 13-017): ACEA E3-96 teljesítményszint, új MAN fékpadi teszttel bővítve.
- **MAN 3277** Szuperhosszú csereperiódusra is alkalmas, szigorított előírás.

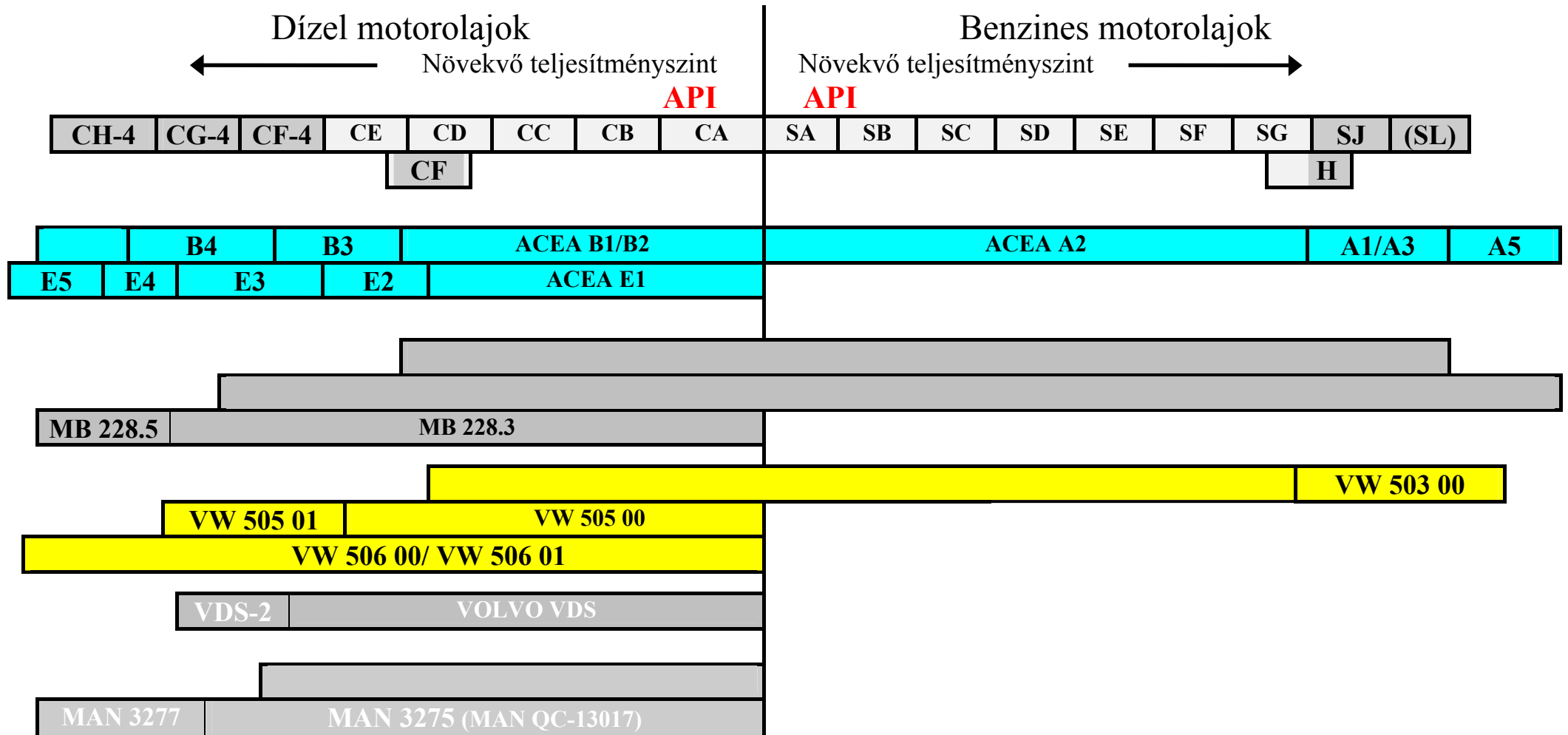
VOLVO :

VOLVO VDS, VDS-2, (VDS-3 kidolgozás alatt) saját vizsgálatokra - alapvetően flottakísérletekre - alapuló jóváhagyások.

Járműgyártók saját motorolaj előírásainak rövid áttekintése

	SZEMÉLYGÉPJÁRMŰ MOTOROLAJOK				HASZONGÉPJÁRMŰ MOTOROLAJOK			
	OTTO MOTOR		DÍZEL MOTOR		EURO 0, EURO 1 motor	EURO 2 motor	EURO 3 motor	EURO 3 szuperhosszú csereperiódus
	Normál szervíz int.	Bővített szervíz int.	Normál szervíz int.	Bővített szervíz int.				
Mercedes-Benz	MB 229.1		229.3	(229.5 - tervezet)	MB 228.1	MB 228.3	MB 228.5	MB 228.5
BMW	BMW Approval	BMW Longlife	BMW Approval					
Porsche	Porsche Approval		-					
VW/Audi 2000 előtti gyártású	VW 500 00 VW 501 01 VW 502 00	-	VW 505 00 VW 505 01	-				
VW/Audi 2000 utáni gyártású	VW 502 00 VW 503 00 VW 503 01	VW 503 00 VW 503 01	VW 505 01 VW 506 00 VW 506 01	VW 506 00 VW 506 01				
MAN					MAN 271	M 3275	M 3277	M 3277
Volvo					VDS	VDS-2	VDS-3	VDS-3
Scania						(ACEA E3)	(ACEA E5)	LDF
Renault						RVI RD	RVI RLD	RVI RXD

MOTOROLAJOK TELJESÍTMÉNYSZINTJEI - 2002.



2. KÖZLEKEDÉSI HAJTÓMŰOLAJOK

A közlekedési hajtóműolajok termékcsaládjába azokat a kenőanyagokat soroljuk, amelyek hajtóművek (sebességváltók, differenciálművek, osztóművek - általában nyomatékvitelt megvalósító fogaskerékrendszer-) kenését végzik.

A hajtóműolajoknak a következő összetett tulajdonságokkal kell egyidejűleg rendelkezniük:

- kopásgátló tulajdonságok (filmszilárdság, jó kenési tulajdonság, illetve EP hatás),
- optimális folyási tulajdonságok (alacsony hőmérsékleten minél kisebb, magas hőmérsékleten megfelelően hordképes filmet biztosító viszkozitás, elegendően alacsony folyáspont),
- korróziógátló tulajdonság (átmeneti korrózióvédő hatás és a korróziós kopás minimális értéke),
- összeférhetőség a tömítőanyagokkal,
- a tulajdonságok megtartása hosszú időn keresztül: öregedésállóság, oxidációs stabilitás, mechanikai stabilitás.

A kopás csökkentésére vonatkozó követelmény nagyon széles skálán értelmezhető. A hajtómű fogaskerékpárjai közötti gördülő és csúszó mozgás ugyanis a fogaskerék rendszer geometriájától és a terhelési körülményektől függően, eltérő nyomás, illetve hőmérsékleti viszonyok között jön létre. Az olaj hordképessége és a kenőfilm szilárdsága az alkalmazott kenőolaj viszkozitásának növekedésével általában nő. A közlekedési eszközök szerkesztői az erőátviteli berendezések méreteit mind kisebbre, illetve az átvitt teljesítményt mind nagyobbra igyekeznek tervezni. Ezért az esetenként rendkívül nagy nyomású (extreme pressure = EP) állapotok, továbbá az ezt kísérő magas hőmérsékleti körülmények között a kenőolaj önmagában nagy viszkozitás esetében sem tud hordképes kenőfilmet biztosítani. Ilyen helyzet alakul ki a hipoid fogazatú fogaskerék pároknál, differenciálművek egyes fogkapcsolatainál. Ezeknél a valódi érintkezési felületek csúszó érintkezése viszonylag hosszú ideig igen magas hőmérsékletű helyeket eredményez. Ilyen hajtóművek kenésére csak az EP olajok alkalmasak.

A hajtóműolaj említett tulajdonságainak biztosítására vállalatunk az alapolajokat különféle, egymás hatását elősegítő precízen összeválogatott adalékokkal látja el (kopásgátló, EP hatású, VI-növelő, folyáspont csökkentő, korróziógátló, oxidációgátló, habzástgátló, stb.). A kopásgátló adalék erősen tapadó kenőfilmet képes biztosítani. Ez a tapadóképesség (adszorpció) azonban a hőmérséklet növekedésével csökken. Márpedig nagy terhelést átvivő fogfelületeken igen magas hőmérsékletek lépnek fel. Ezekben az esetekben olyan adalékok használata szükséges, amelyek a fémfelülettel reakcióba lépnek. Az ilyen kemiszorpciós rétegek a kenőfilm átszakadása esetén átveszik a kenőréteg szerepét és megakadályozzák a felületkárosodást. Az EP adalékok ilyen mechanizmus szerint működnek. Tipikus EP adalékok a kén-, foszfor-, illetve kénfoszfortípusú vegyületek.

A közlekedési hajtóműolajok osztályozása - a motorolajokhoz hasonlóan - a viszkozitás és teljesítményszint szerint történik.

2.1 Közlekedési hajtóműolajok viszkozitás szerinti osztályozása

A viszkozitás szerinti osztályozás alapját a legelterjedtebb nemzetközi rendszer a SAE J 306 szabvány képezi. Ezzel analóg módon többfokozatú hajtóműolaj előírásokat tartalmaz a MIL-2105 D szabvány. A következő táblázatban a két előírás összevonását mutatjuk be.

SAE viszkozitási osztály	Viszkozitás 100 °C-on, mm ² /s		150000 mPas viszkozitáshoz tartozó hőmérséklet, °C, max.
	min.	max.	
70W	4,1	-	-55
75W	4,1	-	-40
80W	7,0	-	-26
85W	11,0	-	-12
80	7,0	<11,0	-
85	11,0	<13,5	-
90	13,5	24,0	-
140	24,0	41,0	-
250	41,0	-	-
80W-90	13,5	24,0	-26
85W-140	24,0	41,0	-12

2.2 Teljesítményszint szerinti osztályozás

A teljesítményszint szerinti API osztályozási rendszert a következő táblázatban mutatjuk be, az egyes jellegzetességek és alkalmazási területek feltüntetésével. A GL jelölés az angol Gear Lubricant kezdőbetűiből adódik.

API jelölés	Üzemelési körülmények	Gépgyártói jóváhagyások
GL-1	Adalékoltalan, vagy rozsdá és oxidáció gátló tulajdonságú, nem EP hatású kenőanyag. Csak igen kevés helyen, elsősorban könnyű terhelésű ívelt fogazású hajtóműveknél, tengelyeknél alkalmazható.	Volvo
GL-2	Az előzőnél magasabb adalékolási szintű hajtóműolaj, EP hatás nélkül. Közepes terhelésű gépjármű csigahajtásokhoz. Európai berendezésekhez igen korlátozottan használható.	
GL-3	Sebességváltókhoz, nem hipoid fogazatú hajtásokhoz enyhe EP hatású kenőolaj. Több autógyár használja a sebességváltók első feltöltésére.	Fiat
GL-4	Szinkronizált sebességváltók és mérsékelt terhelésű hipoid hajtások közepes EP-hatású kenőanyaga. A legáltalánosabban elterjedt specifikáció. A járműgyártók többsége ezt a teljesítményszintet írja elő.	Mercedes-Benz 235.1, MAN 341, VW 501.50, ZF TE-ML-02
GL-5	Erősen igénybevett hipoid hajtások, hátsótengelyek, differenciál-művek illetve lökésszerűen terhelt hajtóművek, nagy EP hatású kenőanyaga. Alacsonyabb teljesítményszintet igénylő kenési helyekre nem minden esetben felel meg.	Mercedes-Benz 235, MAN 342, ZF TE-ML-05
GL-6	Nagyon magas EP hatású kenőanyag, rendkívüli igénybevételű hipoid hajtásokhoz. Mivel a járműgyártók ilyen szerkezeteket nem építenek be, ezért ezt a specifikációt visszavonták	

A különböző differenciálzárak és visco-kuplungok elterjedésével jelent meg elsősorban az API GL-5 teljesítmény osztályban egy új kenőanyag tulajdonság, a növelt súrlódási tényezőjű úgynevezett LS (Limited-Slip) hajtóműolajok iránti igény. A jelzett speciális tulajdonságot különleges adalékolással tudják biztosítani az olajgyártók, amelyet a csomagolásokon LS rövidítéssel fel is tüntetnek. Az ilyen kenőolajat igénylő helyeknél más hajtóműolaj betöltése komoly működési zavarokat idézhet elő. Csak érdekességképpen jegezzük meg, hogy egyes motorkerékpárok nedves kuplungjaihoz is LS kenőanyagot írnak elő, sok esetben azonban nem hajtómű-, hanem motorolaj formájában.

2.3 Automatikus hajtóművek munkafolyadékai

(ATF: Automatic Transmission Fluid)

Az automata sebességváltók olajának igen sok feladatot kell maradéktalanul ellátnia.

Mint hagyományos hajtóműolajnak a következő követelményeknek kell megfelelnie:

- Változatos üzemelés (terhelés, sebesség) mellett is biztosítani kell a kapcsolódó fogfelületek között a kenőfilm kialakulását, vagyis megfelelő viszkozitásának és nyomásállónak kell lennie.
- Csökkenteni kell a hajtómű zajszintjét, meg kell akadályoznia a fogfelületek károsodását (karcosodás, pitting, gödrösödés, stb.).
- Stabílnak kell lennie, tulajdonságait hosszú időn keresztül meg kell tartania (jó öregedésállóság), emellett védenie kell a hajtómű szerkezeti anyagait a korróziótól.
- A hajtóműben használatos tömítő anyagokat nem támadhatja meg.
- Megfelelő viszkozitás-hőmérséklet karakterisztikája és folyási tulajdonságai révén a lehető legkisebb energiaveszteséget kell biztosítani az üzemelés alatt.

A hagyományos hajtóműolajoknál említetteken túlmenően az ATF-nek következő is funkciókra alkalmasnak kell lennie:

- hőelvezetés (a kapcsoló súrlódó betétek megfelelő hűtése),
- hidraulikus szabályozó folyadék a szervó berendezésben,
- hosszú időn keresztül szabályozott súrlódást kell biztosítani,
- hidraulikus energiaátvivő közeg a hidrodinamikus tengelykapcsolóban ill. nyomaték-átalakítóban,
- kenőanyag a kapcsolótárcsák betétjeinek kenésére.

Az alapolaj kiválasztásánál és a súrlódásmódosító adalékok (a kapcsolótárcsák betétjei közti dinamikus és statikus súrlódási tényezőt biztosítják) alkalmazásánál a két nagy automata sebességváltó gyártó cég, a Ford és a General Motors külön utakon járt, így eltérő tulajdonságú olajok használatát írták elő. A napjainkban gyártott automata hajtóművek tervezési tendenciái közeledést mutatnak, így ma már lehetséges olyan ATF gyártása, amely mindkét gyártómű igényét kielégíti. Az ATF-ek minősítő vizsgálati módszerei igen szigorú követelményeket támasztanak és szerteágazóak (oxidációs stabilitás, súrlódási tényezők különböző csúszási sebességeknél, stb.). A módszerek együtt fejlődnek a konstrukciókkal és az olajokkal.

Ma már az európai autógyárak is saját előírásokkal rendelkeznek, de azok nagymértékben a GM, illetve a FORD specifikációkon alapulnak.

Viszkozitás:

Az ATF-ek esetében a motorolajokhoz és a hagyományos közlekedési hajtóműolajokhoz hasonló viszkozitási besorolást nem határoztak meg. Általában egységesen 150 feletti viszkozitási indexű 100 °C-on min. 7 mm²/s viszkozitású olajokat gyártanak a kenőanyaggyártó cégek.

2.3.1 Az automatikus hajtóműolajok gépgyártói előírásai

Az automatikus hajtóművek műszaki megoldásai sokszor annyira egyediek, hogy a gépgyártók jó része saját szabvány-előírásaihoz ragaszkodik. Emiatt az ilyen kenőolajok használatánál figyelembe kell venni, hogy a motorolajokra érvényes megállapítás - miszerint a magasabb teljesítményszintű kenőanyaggal teljes mértékben kiváltható az alacsonyabb teljesítményszintű - sok esetben nem alkalmazható. Az egyedi előírások a már említett Ford és GM gyárakon kívül a Mercedes-Benz, MAN a ZF illetve a Voith cégek nevéhez fűződnek.

Az ATF-ek lényegesebb specifikációit illetve ezek műszaki tartalmának körülbelüli egyezőségét olvashatjuk le a következő táblázatból. Felhívjuk a figyelmet, hogy a hazai Ford és GM előírások alapvetően különböznek egymástól.

Ford	General Motors	Európai hajtóműgyártók
M4C33-A-G	ATF Type A Suffix A	MB 236.2, MAN 339 Typ A
M2C166-H	Dexron	MAN 339 Typ B
Mercon	Dexron-II D	MB 236.6/236/7, MAN 339 Typ C Voith G607, ZF TE-ML-11/14
	Dexron III	

3. UNIVERZÁLIS TRAKTOROLAJOK

A mezőgazdasági erőgépeknél merült fel először az igény, hogy adott gépen belül különböző kenési rendszereket azonos típusú kenőanyaggal lehessen üzemeltetni. Így csökken a helytelen feltöltésből adódó meghibásodások lehetősége.

A korszerű univerzális traktorolajoknak két típusa ismert: az UTTO-típusú (Universal Tractor Transmission Oil) olajok hajtóművekhez és hidraulikus berendezésekhez (beleértve a nedvesfékes rendszert) alkalmasak, míg a STOU-típusú (Super Tractor Oil Universal) olajok a mezőgazdasági gépek minden kenési helyének (motor, hajtómű, hidraulika, nedvesfék) igényeit képesek egyidejűleg kielégíteni.

4. HIDRAULIKUS MUNKAFOLYADÉKOK

A hidraulikus berendezések hosszú távú és zavarmentes üzemeltetésének elengedhetetlen feltétele a hidraulikus munkafolyadék megfelelő kiválasztása, rendszeres felügyelete és karbantartása. Ezzel mind a gép-szerkezetek mind a hidraulikaolaj élettartama meghosszabbítható, ami napjaink szűkös gazdasági viszonyai között nem elhanyagolható.

4.1 A hidraulikus munkafolyadékok alkalmazási területei

A hidraulikus berendezéseket a vaskohászatól az űrkutatásig a technika számos területén alkalmazzák. A sokrétű felhasználás magas fokú követelményeket támaszt a munkafolyadékkal szemben. Ezen elvárások

összességének egyetlen nyomóközeg sem tud megfelelni, ezért a felhasználási helyek támasztotta igényeknek megfelelően különböző hidraulika munkaközegek használatosak.

4.2 Telepített, stabil ipari berendezések

A hidraulikus rendszerek többsége ezen gépek közé tartozik. Ezek a hidraulikus egységek általában fedett helyen, üzem csarnokban vannak elhelyezve, ezért a hidraulikaolajok hidegfolyási tulajdonságaival szemben nem támaszt különleges követelmény. Az olaj élettartama szempontjából kedvező üzemi hőmérsékletek is könnyebben tarthatók, mert egyre elterjedtebbek az olyan berendezések amelyek működése nem engedi meg a magas (70°C feletti) üzemi hőmérsékletet.

A szabályozott rendszereknél fokozott tisztasági követelmények vannak, ezért lényeges a szennyező anyagok bejutásának megakadályozása, illetve a már bekerült szennyeződések kiszűrése. Fontos szempont az olaj jó szűrhetősége is.

4.3 Mobil berendezések (járművek, munkagépek)

A mozgó járműre szerelt hidraulikák szélsőséges hőmérsékleti viszonyok között üzemelő berendezések. A munkafolyadéknak biztosítani kell a rendszer megfelelő üzemét (télen) hidegindításkor, üzemi hőmérsékleten és az esetleges túlterhelések során jelentkező (nyári) hőmérséklet emelkedés esetén is.

Ezeknél a gépeknél a szennyező anyagok bejutásának veszélye is nagy, ezért a gép gyártók gyakran olyan munkaközeget írnak elő, amelyek a szennyeződések egyenletes eloszlásban magukban tartják, a vízzel pedig emulziót képeznek. Ilyen olajok például a jó detergens/diszpergens hatású hidraulikaolajok illetve a motorolajok.

Napjainkban a környezetvédelmi előírások szigoródásával egyre gyakrabban követelmény, hogy üzemzavar esetén a környezetbe kikerülő munkafolyadék biológiailag lebontható legyen.

4.2 A hidraulikus munkafolyadékok osztályozása

Viszkozitás szerinti besorolás régebben olajgyártónként eltérő volt, ma a hazánkban forgalmazott ipari olajok besorolása döntő többségben az ISO 3448 viszkozitási osztályozás alapján történik.

A hidraulikaolajokat ISO VG 7-től ISO VG 150-ig gyártják, ezek közül az ISO VG 32, 46 és 68-as viszkozitású folyadékokat alkalmazzák a leggyakrabban.

A **teljesítményszint** a hidraulikus munkafolyadékok egyik legfontosabb alkalmazástechnikai értéke, magába foglalja az olaj adalékolásából adódó tulajdonságokat, így meghatározza a hidraulikaolaj alkalmazhatóságának határait. A teljesítményszinteket olaj- és géplaboratóriumi vizsgálatok sorozatával állapítják meg. Egy munkafolyadék csak akkor felel meg egy adott előírásnak, ha annak minden pontját a maradéktalanul teljesíti. A teljesítményszint szerinti osztályozás a nemzetközi gyakorlatban az ISO 6743/4 előírásai szerint szokásos .

A teljesítményszint megválasztásakor mindig a berendezés legigényesebb elemeit kell figyelembe venni, amelyek a következő szerkezeti egységek lehetnek:

- szivattyúk,
- motorok,
- (csapágycsoporthoz).

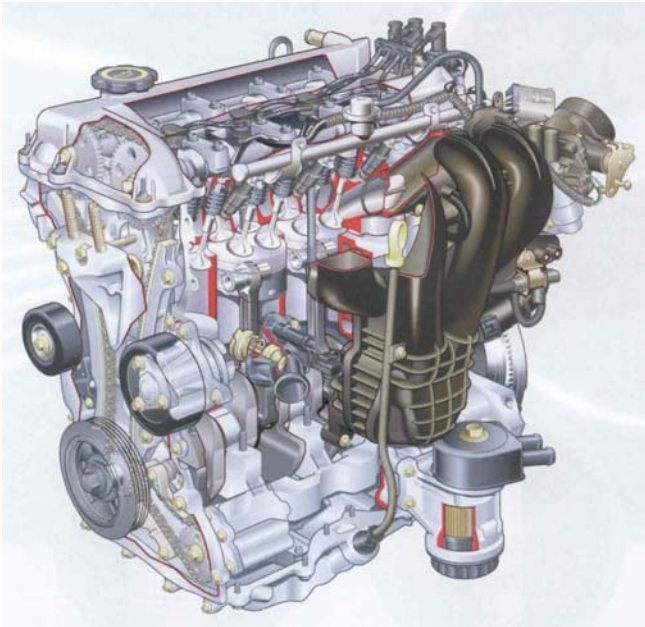
Hidraulikaolajok teljesítményszint szerinti osztályozása ISO 6743/4 alapján

ISO 6743/4	DIN 51524	ADALÉKTARTALOM JELLEGE
HH	HH	Adalékolatlan ásványolaj finomítvány
HL	HL	Oxidáció, korróziógátló adalékot tartalmazó termékek
HM	HLP	Kopásgátló, oxidáció- és korróziógátló tulajdonságú termékek
HV	HVLP	Emelt viszkozitási indexű HM termékek
HG	-	Stick-slip gátló tulajdonságú többcélú termékek
-	HLPD	Detergens-diszpergens adalékot tartalmazó termékek
HS	HS	Szintetikus alapú termékek
	HETG	Növényolaj alapú környezetkímélő termék
	HEPG	Poliglikol alapú környezetkímélő termék

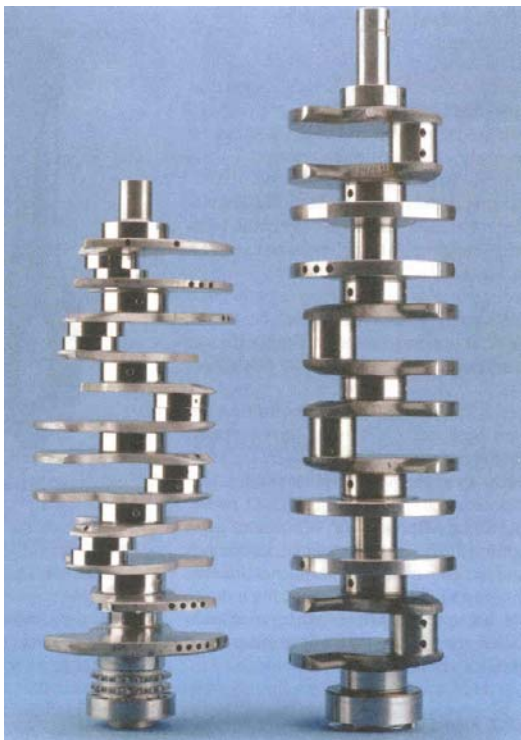
5. A BLACK DIAMOND TERMÉKEK SAJÁTOSSÁGAI

5.1 Mitől függ egy motor élettartama?

A belsőégésű motorok élettartama a szerkezeti anyagok kopásától és elhasználódásától függ. A motor legintenzívebb mechanikai terhelést érő alkatrészei a kopás szempontjából a legveszélyeztetettebbek, ezért leegyszerűsítve az mondhatjuk, hogy az élettartamot ezen alkatrészek kopás-életgörbéje határozza meg. A motorban előforduló súrlódási állapotok közül (száraz, vegyes, tiszta folyadéksúrlódás) csak az utóbbi állapotban kedvezőek a kopásviszonyok, a többiben számolnunk kell valamilyen fokú károsodással. A legtöbb felhasználó a motorcsapágyak, a dugattyúgyűrű-hengerfal érintkezési zóna és a vezérműelemek felületi kopásától tart leginkább, mivel ezek a legnagyobb veszélynek kitett gépelemek.



A főtengely-, és forgattyúscsapágyak ideális, úgynevezett hidrodinamikus kenésállapotához meghatározott csapágy geometria, hatékony főtengely fordulatszám és a kenőanyag megfelelő viszkozitása és térfogatárama szükséges. Ez csak az üzem közbeni állapotokban biztosítható. A legtöbb gondot a hidegindítás okozza, mivel ilyenkor kenőanyag hiányos, **vegyes súrlódási** állapot alakul ki a csapágyakban és a csapágy futófelülete károsodik. Mérések szerint egy SAE 15W-40 – es hagyományos motorolaj esetén **egy téli hidegindítás kb. 160 km-nyi országúti üzemben előforduló kopásnak felel meg.** Így hozzávetőlegesen ezer hidegindítás esetén a motor teljesen tönkremehet. Tehát elmondhatjuk, hogy a **hagyományos motorolajoknál a motorélettartamot leginkább az indítások száma határozza meg.**



8 hengeres W- és hagyományos V-elrendezésű motor főtengelye. A csapágyak szélessége drasztikusan csökkent.

A mai motorépítési trendek a fajlagosan nagy teljesítményű és igen kompakt (rövid) motorok beépítésének irányába mutatnak. Ennek egyik következménye, hogy a csapágyak futófelületének szélessége – hasonló motorikus terhelés mellett – jelentősen csökken.

Erre jó példa a W elrendezésű motor. A kettős V hengersor elrendezés igen rövid, de nagy henger-számú motor építését teszi lehetővé. A motor rövidülése a főtengely fekvő- és forgattyús csapágynak szélességét – a hagyományos tervezési elveknek ellentmondóan – lényegesen csökkentette. A kisebb teherviselő felületen így az eddigieknél jóval nagyobb terhelést kell a motorolaj kenőfilmnek elviselnie. A **néhány mikron vastagságú kenőfilmben 500 bar körüli csúcsnyomások** ébrednek. A motorolaj szerepe minden eddiginél jobban felértékelődik, mivel a kenőanyag terhelhetőségének kismértékű romlása is a motor gyors tönkremeneteléhez vezethet.

A hengerfalra tapadó kenőanyagfilm biztosítja az égéstér tömítettségét és dugattyú gyűrű kenését. A nagy sebességgel mozgó dugattyúgyűrű a kenőfilm hosszú szénláncú molekuláit, az úgynevezett viszkozitásmódosító polimerláncokat fizikailag elnyírják, azaz károsítják. Így egyre kevesebb hatékony viszkozitásmódosító marad a motorolajban, csökken a viszkozitás. Enne következtében **a kenőanyagfilm vastagsága csökken, terhelés hatására gyakran átszakad és intenzív kopások lépnek fel.** Erre a viszkozitás csökkenésre utal a motorolaj nyomáscsökkenése, amit a haszonjármű üzemeltetők a beépített olajnyomásmérőn keresztül gyakran észlelnek. Ez a jelenség általában a csereperiódus utolsó harmadában jelentkezik. A kenőanyaggyártók által alkalmazott úgynevezett nyírásstabil viszkozitásmódosítók sem adnak kielégítő megoldást, ráadásul ezekkel csak a legmagasabb árkategóriájú termékekben találkozhatunk. Tehát a motorolaj a csereperiódus utolsó szakaszában legtöbbször már nem nyújt kielégítő biztonságot.

Autószerelők gyakran találkoznak olyan vezérműtengellyel, amelynél a bűtyökprofil jelentősen elkopott, így a szelepek időbeli vezérlése már nem megfelelő. Ennek oka, hogy a **vezérműbűtyök és a szelepemelő elem között kizárólag vegyes súrlódási állapot (határkenés) lép fel**, hiszen kedvezőtlenek a kenés geometriai viszonyai (kis felületű, gyakran vonal menti érintkezés), ráadásul ide az olajszivattyú által szállított összes kenőanyag mennyiségnek csak 1-2%-a jut el. Sajnos, a ma csúcskategóriájúnak minősített motorolajok sem tudják megfelelően kezelni ezt a problémát.

A motorgyártók egyre összetettebb, adott motortípusra vonatkozó egyedi követelményrendszer állítanak a motorolajjal szemben. **A motorolaj, mint gépelem, ma már sok esetben egy gyártó adott motortípusához tartozó egyedi kenőanyagnak tekinthető.** Ezek a motorolajok a motor sajátosságainak megfelelően vannak felépítve, és nem lehet már univerzális, minden motorhoz alkalmas olajokról beszélnünk, hiszen például minden jelentős európai gyártó (Audi/VW, BMW, Citroen/Peugeot, Fiat, Ford, Mercedes-Benz, Opel, MAN, Scania, Volvo) a saját típusaikra vonatkozó motorolaj előírásokkal rendelkezik. Nagyon markáns az eltérés a hosszú csereperiódusra engedélyezett (Long Life) motorolajoknál, vagy a nagynyomású dízel motorokhoz (Common Rail, PD TDi) használható olajok esetében.

5.2 Milyen megoldást kínál a LIQUI MOLY?

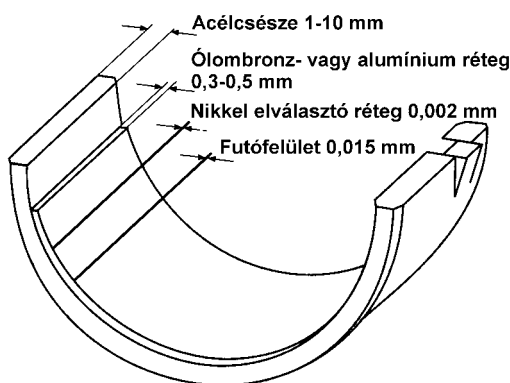
A Liqui Moly a kenőanyag fejlesztés fő irányvonalának a műszakilag lehetséges leghosszabb motor élettartam elérését tekinti. Ennek a célnak a szellemében korszerű adaléktechnológiára épülő, speciális – a kereskedelmi forgalomban elérhető, konvencionális motorolajoktól eltérő – termékekkel ad választ a legfontosabb kenéstechnikai problémákra.

A megoldást a súrlódó, nagy kopásveszélynek kitett alkatrészek felületén létrehozható, csak néhány molekularéteg vastagságú szilárd kenőfilm biztosíthatja. Olyan szilárd kenőanyag adalékra van szükség, amely jól tapad a felületekhez, a belső kristályrétegei azonban könnyen elcsúsznak egymáson. Így a vegyes súrlódási állapotban fellépő felületi terhelések (ún. nyíró igénybevételek) hatására nem a felület károsodik, hanem a szilárd adalék kristálysíkjai csúsznak el egymáson. Ilyen szilárd kenőanyag a molibdéndiszulfid, amely hatszög alakú kristálysíkjai a felülettel párhuzamos irányban mozdulnak el terhelés hatására. A kristálysíkon belül nagyon erősek a kémiai kötések, míg az egyes kristálysíkok között gyengék, így már kis terhelés hatására is elmozdulnak egymáson. Az alkatrészek felületeihez a megfelelő tapadást a kén atomok által kialakított kötések biztosítják.

A molibdéndiszulfidot (MoS_2) már régóta alkalmazzák kenőanyagként, pl. kenőzsírokba adalékolva vagy kötőanyaggal a felületbe beépítve. Speciális alkalmazási területek a nagy nyomású, magas hőmérsékletű helyek és a vákuumtechnika. A LIQUI MOLY egy szabadalommal védett technológia segítségével a 99%-nál nagyobb tisztaságú molibdéndiszulfid adalékolásával az olajban diszperz oldatot hoz létre. A MoS_2 részecskék mérete az ideális, mikron körüli tartományba esik. Így a képes a felületi hibákat kitölteni, ezáltal kedvezőbb felületi viszonyokat hoz létre. A szűrőrendszeren a diszperz részecskék könnyedén áthaladnak, míg a kenőanyagból nem tudnak kiválni, kiüledni és még nagy sebességű centrifugával sem őket lehet kiválasztani.

A molibdéndiszulfid szilárd adalékként alkalmazása számos előny rejt magában:

- A csúszási sebesség és a terhelés növekedésével a MoS_2 súrlódási tényezője csökken. Ez az egyedülálló tulajdonság az oka a kiváló kopáscsökkentő hatásnak. A súrlódási energia csökkenésével kisebb az érintkező gépelemekben képződő veszteség, így a motor hatásfoka javul, amely üzemanyag-fogyasztás csökkenésben jelentkezik.
- A motorolajokban és hajtóműolajokban általánosan alkalmazott cink tartamú (ZnDPP) kopáscsökkentő adalékok csak közepes terhelés és hőmérséklet esetén fejtik ki hatásukat, és a hőmérséklet növekedésével hatékonyságuk drasztikusan csökken, ekkor a kopási értékek nőnek. Ezzel szemben a molibdéndiszulfid a $100\text{--}350\text{ }^\circ\text{C}$ tartományban fejt ki optimális hatását függetlenül a terhelés mértékétől.
- A korábbi kopásokból adódó felületi hibákat és egyenetlenségeket képes csökkenteni.
- Védi a felületeket (pl. csapágyak színesfém futófelületét) az olajba jutó égéstermékek és egyéb agresszív vegyületek a korrózió hatásaitól, így megakadályozza a mechano-kémiai kopást.
- Egyedüli védelmet nyújt a száraz- és vegyes súrlódási állapotokban fellépő intenzív kopások ellen.



Klasszikus 3-rétegű csapágyfém kialakítás. A futófelületen adszorbeálódó MoS_2 molekularétegek megtöbbszörözik élettartamát.



A turbókompresszor kenésénél nincs helye a kompromisszumoknak.

- A turbófeltöltők tengelyén a - motor hirtelen leállításkor fellépő - több száz fokok hőmérsékletnek egyetlen kenőanyag sem képes ellenállni. A molibdéndiszulfid bevonat hatékony kenést biztosít ebben a nagyon kedvezőtlen üzemállapotban is, és védi a tengelyt az olajkoksz lerakódásoktól.

5.3 MELYEK A MOLIBDÉNDISZULFID TARTALMÚ LIQUI MOLY MOTOROLAJOK EGYEDÜLÁLLÓ ELŐNYEI?

Az egészen finom, diszperz állapotú molibdéndiszulfid (MoS_2) adaléknak köszönhetően a kopásgátló hatás és a kedvező súrlódási viszonyokból adódó üzemanyag megtakarítás lehetősége emeli ki ezeket a motorolajokat a kereskedelemben kapható egyéb top termékek köréből.

A LIQUI MOLY kenőanyagok sajátos kopásgátló hatásuk révén a motor élettartamot számottevően képes meghosszabbítani. A fémfelületeken szilárd kenőanyagként viselkedő molibdéndiszulfid bevonat kopásgátló hatását két módszerrel, motorfékpadon és országúti mérések segítségével igazolták.

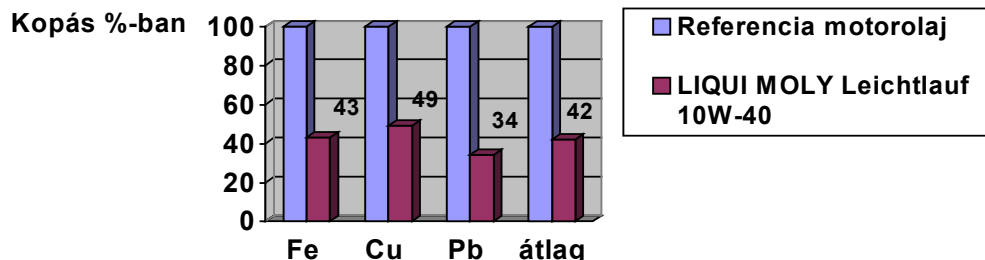
5.3.1 Motorfékpadi kopásmérés radioaktív izotópos elven

A kopás szempontjából legfontosabb alkatrészeket – elsősorban az érintkezésben résztvevő felületüket – enyhén radioaktív sugárzásúvá tették, majd beépítették a vizsgálómotorokba. A sugárzás mértékét és változását a hengertömbön kívül elhelyezett szondákkal mérték. A dugattyúgyűrűk, vezérműelemek, és csapágyak vizsgálata során átlagosan 50%-kal jobb kopásgátló hatást mértek a LIQUI MOLY motorolajok esetében.

5.3.2 Országúti futáspróba - fémkopadék mérése a használtolajban

A motor kopásának nyomon követésére a leghatékonyabb módszer a használtolajban található teljes fémkopadék mennyiség mérése. A legkorszerűbb, általánosan használt módszer a kopadékok atomadszorpciós analízise. Itt a leggyakoribb kopásfémek - vas, alumínium, réz, ón, ólom, króm, nikkel, szilícium ... – mennyiségi mérése egyértelműen mutatja az alkatrészek kopását. Az országúti teszt során 3000 km-ként vett minták kiértékelése azt, mutatta, hogy az egyes kopásfémek átlagosan 50%-kal kisebb mértékben fordultak elő a molibdéndiszulfiddal adalékolt motorolajokban, mint az azonos terhelésnek kitett, azonos teljesítményszintű motorolajoknál.

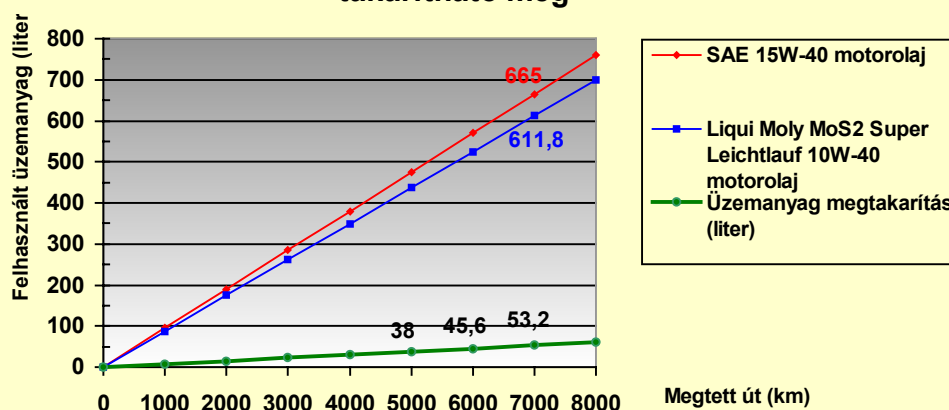
Az országúti összehasonlító vizsgálat eredménye



A motorolaj gyártók hosszú ideig a hidegoldali viszkozitási jellemzők javításában látták az egyetlen lehetőséget az energiahatékonysági jellemzők javításában. A SAE 0W- kategóriás olajok jelentik a műszakilag elérhető maximumot. A motorfékpad mérések átlagosan 2.5%-os üzemanyag megtakarítási lehetőséget mutatnak ezeknél az olajoknál. A kedvezőbb viszkozitási jellemzőkből adódó előnyök csak a téli hidegindítást követő időszakban jelentkeznek, üzemmeleg állapotban a ezek az olajok a többi motorolajhoz hasonlóan viselkednek. A rendkívül magas árak miatt, a fellépő üzemanyag megtakarítási potenciál lényegében nem fedezi a többletköltségeket. A molibdéndiszulfid adalékot tartalmazó **LIQUI MOLY kenőanyagok jellemzője, hogy a súrlódási tényezőt a motor teljes üzemi hőmérséklet tartományában képesek alacsonyabban tartani.** Így évszaktól függetlenül üzemanyagot tudunk megtakarítani úgy, hogy a termékek árában nem kell extra többlet költségekkel számolnunk. A mérések azt igazolják, hogy használatukkal akár **5-10 %-os üzemanyag megtakarítás is elérhető.**

A megtakarítható üzemanyag mennyiségre tekintsük a következő példát. Legyen egy konvencionális, SAE 15W-40 viszkozitási osztályú motorolaj használatánál 9,5 l/100 km benzin az átlagfogyasztás. Hasonló üzemmódot feltételezve, a Liqui Moly MoS_2 Super Leichtlauf 10W-40 motorolaj használatával, ha átlagosan 8%-os üzemanyag megtakarítással számolunk, akkor 6.600 km után több mint 50 l üzemanyag takarítható meg. **A MoS_2 Super Leichtlauf 10W-40 esetében javasolt 20.000 km-es csereperiódus alatt tehát több mint három tank (3x50 liter) üzemanyag-megtakarítás érhető el.**

6600 km-enként több mint egy tank (50 l) üzemanyag takarítható meg



A **LIQUI MOLY** motorolajok egyéb korszerű adalékkomponenseik segítségével nagyfokú motortisztaságot, intenzív terhelés és magas motor hőmérsékletek mellett is hosszú olajélettartamot biztosítanak. Figyelemre méltó további gazdaságossági előny, hogy kopott motorok esetében képesek csökkenteni az olajfogyasztás mértékét.

Összefoglalva a MoS₂ tartalmú Liqui Moly motorolajok egyedülálló előnyei:

- motorélettartam növelés, intenzív kopásgátlás
- jelentős (5-10%) üzemanyag-megtakarítás
- nagyfokú motortisztaságot biztosítása
- hosszú olajélettartam, 20.000 km-es csereperiódus
- olajfogyasztás csökkentése
- turbótöltésű motoroknál kifejezetten javasolt
- kedvező hidegindítási tulajdonságok
- kiemelt motorvédelem magas hőmérsékleten, kedvezőtlen terhelésállapotok mellett is