



### PERIODI ZAMENE MOTORNJIH ULJA - POREĐENJE MINERALNIH, POLUSINTETSKIH I POTPUNO SINTETSKIH

Prof. dr Radivoje PEŠIĆ, dipl. maš. inž. Saša MILOJEVIĆ, Prof. dr Stevan VEINOVIĆ,  
Mašinski fakultet u Kragujevcu

#### DRAIN INTERVALS FOR ENGINE OIL - MINERAL, SEMI AND FULL SYNTHETIC LUBRICANTS

##### Summary

During the last few years OEMs and more generally all the automotive industry has achieved considerable progress in improving efficiency power unit of internal combustion engines and lowering emissions, while reducing production cost and increasing the drain intervals for minimising customer maintenance cost. There exists a 100-year-old technological co-ordination of lubricants and fuels with constructive specialities of motor vehicles and engines. With motor vehicles we have many different regimes of exploitation. That is why vehicles have the most complex demands towards of lubricants and fuels. After introducing the mandatory diagnostics on OBD vehicles we get a huge amount of data, which describes the working conditions. In the next phase of the OBD-II with wide appliance of electronics and specific sensors gives us the possibilities of collecting various data on working conditions. Formed bases of data are kept in the memory of the vehicles or distributed in service or developing centres. In everyday use of vehicles, with flexible service systems, judging from the knowledge base for discovering the problems and to correctly defines the servicing period for drain intervals of the lubricants and the all fluids used in the vehicles. It is very important for determination drain intervals of the new lubricants, which formulated with what we call "unconventional base stocks".

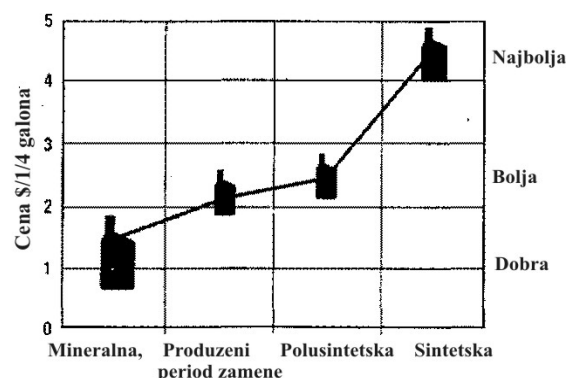
**Key words:** Drain intervals, Internal combustion engine, Lubricants, Efficiency

#### 1. PRAVCI RAZVOJA VOZILA I MAZIVA

Potrebe putničkih vozila za motornim uljem (Passenger Car Motor Oil - PCMO) u SAD iznose 795 miliona galona u 2001.-oj godini. Dok prosečni godišnji porast potreba u zadnjih 5 godina iznosi 0.9%. Po kvalitetu su poredani u dobre, bolje i najbolje, slika 1.

Mineralna motorna ulja učestvuju u potreba za PCMO sa nešto manje od 93% po količini. Sa druge strane broj novih sintetskih ulja, u poslednje vreme, rapidno raste i dostiže 4% ukupno prodaje po količini, ali zbog znatno veće cene učestvuju sa 12.5% po vrednosti, tabela 1.

Potrošači sintetskih ulja su uglavnom prestižni kupci.



Slika 1: Maloprodajna cena motornog ulja za putnička vozila u SAD u 2002.

**Tabela 1:** Udeo u potrošnji motoring ulja u SAD u 2002.

Tip	%	
	Količina	Vrednost
Mineralna	93.0	83.0
Sintetička	4.0	12.5
Polusintetička	2.0	3.0
Produžen period zamene	1.0	1.5
Ukupno	100.0	100.0

*Izvor: Petroleum Trends International*

Sredinom 80-tih godina XX veka u svim zemljama, osim sa hladnim klimatskim uslovima, za smanjenje potrošnje goriva preporučivano je ulje 10W-30. U poslednjoj dekadi uvode se nove specifikacije za smanjenje potrošnje goriva (API, ILSAC, ACEA: A1 i B1). Od novih specifikacija zahteva se povećanje ekonomičnosti goriva, smanjenje potrošnje ulja, bolje performanse u hladnom startu i smanjenje zagađenja okoline. Te uslove najbolje ispunjavaju ulja koja imaju nisku «zimsku viskoznost» kao 10W-40, 5W-40 i čak 0W-40. U poslednje vreme pojavljuju se i specifikacije ulja sa niskom viskoznošću 5W-30, 0W-30 i čak 0W-20. Svi ti novi proizvodi su formulisani sa «nekonvencionalnim - sintetskim baznim uljima». U koje ubrajamo VHVI hidrokrekovana ili hidroizomerizovana mineralna ulja (grupa III) i poli-alfa-olefine (PAOs –grupa IV) ili esteri (grupa V) u Evropi i Japanu, dok u SAD uglavnom koriste hidroprocesirane mineralne baze (grupa II) [14].

Visoka privredna aktivnost i velika brojnost vozila isključuju sve amaterske aktivnosti u njihovom održavanju. To je posebno naglašeno kod motornih ulja jer se u narednoj generaciji od njih očekuje vek blizak vitalnim delovima uz period zamene identičan sa servisnim pregledima vozila.

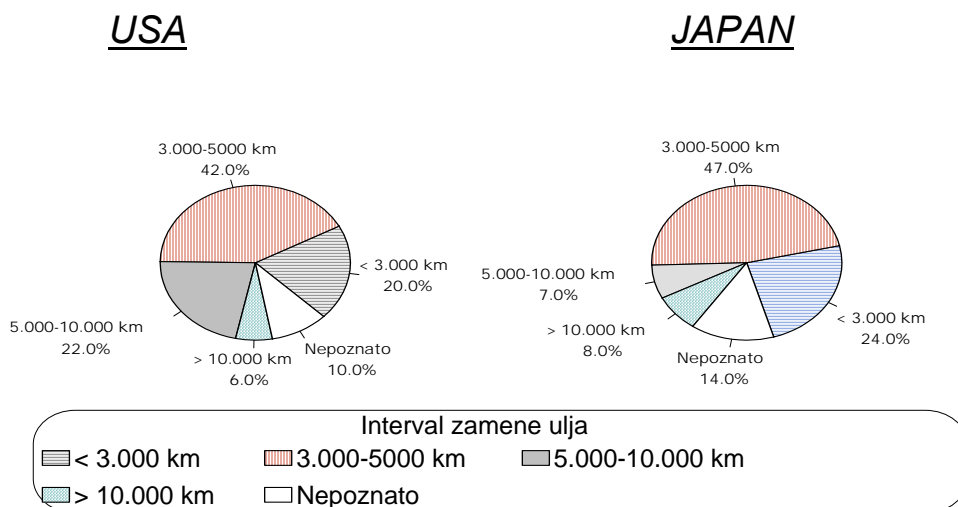
Proizvođači vozila imaju svoje rezone. Uglavnom se za oto i dizel motore u istim vozilima preporučuju ista maziva, ali sa 30 % kraćim periodom zamene za dizel motore. Još treba dodati da to nije pravilo, v. tabelu 2!

**Tabela 2:** ulja za vozila sa oto i dizel motorima

	SAMO ZA DIZELE	ZA OTO I ZA DIZELE
<i>PSA Group</i>	DA	?
<i>VW</i>	DA	DA
<i>Renault</i>	DA	?
<i>FIAT</i>	DA	DA
<i>GM</i>	NE	DA
<i>Ford</i>	NE	DA
<i>MB</i>	NE	DA

Ni sa preporukama proizvođača maziva nije jednostavno. Oni iz konkurentskih razloga preporučuju maksimalne periode sa nadom da će se u praksi koristiti kraći rokovi.

Do sada je vlasnik putničkih automobila individualno donosio odluku o izboru i vremenu zamene ulja. Osnovna orijentacija je uputstvo proizvođača vozila i reklama sa kantice ulja.



**Slika 2:** Periodi zamene ulja u SAD i JAPANU prema anketi 1995.

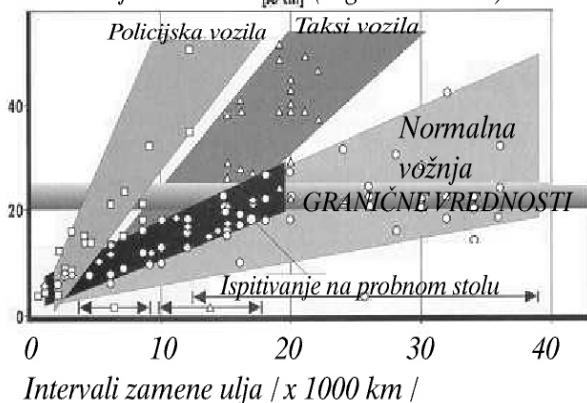
Životna pravila su jednostavna:

- najbolje je najskuplje ulje,
- zamena ulja se vrši po kriterijumu blagih radnih uslova (malo koji vozač priznaje za svoj način vožnje teške radne uslove!).

Obimna anketa, slika 2, ilustruje praksu o zameni ulja u razvijenim zemljama.

Radi objašnjenja šta su "teški", a šta "umereni" režimi eksploatacije koristićemo sliku 3 [12]. Policijska, vozila hitne pomoći, taksi i dostavna vozila najviše vremena čekaju poziv. Odmah oštro startuju i posle kratke vožnje kroz saobraćajnu gužvu sve se ponavlja. To su najteži radni uslovi koji zahtevaju najkraće periode zamenе motornog ulja. Kod širokog kruga vozača, koji vozilom obavljaju samo transport, u teške uslove spadaju kratke relacije (do 4 km) uz saobraćajne zastoje i stop-start cikluse.

Starost ulja merena u [k/cm] (organski nitrati)



Slika 3: Rokovi zamene ulja u raznim režimima vožnje

Na kraju ovog izlaganja o putničkim vozilima treba reći da je 1997.g. EU donela propis o garantnom veku vozila od 160.000 km ili 10 godina eksploatacije.

Intenzitet korišćenja privrednih vozila je vrlo visok. Zato duži vek ulja:

- skraćuje prazne hodove vozila i osoblja,
- daje niže troškove rada, uskladištenja i uklanjanja starog ulja,
- bolje valorizuje visok kvalitet ulja,
- podiže ulogu nadzora nad kvalitetom ulja tokom eksploatacije.

Reskiranje kod produžavanja intervala zamene:

- intenzivira habanje motora
- dovodi u sumnju garantne rokove za motor

- izaziva negativno raspoloženje kod potrošača uz poslovne gubitke i sporove

Svako produžavanje veka motornih ulja sledi tek posle nove formulacije i boljeg kvaliteta ulja. Pre donošenja pozitivnog zaključka o kvalitetu nove formulacije i produženog perioda zamene moraju se izvršiti dugotrajna ispitivanja čija je donja cena milion dolara.

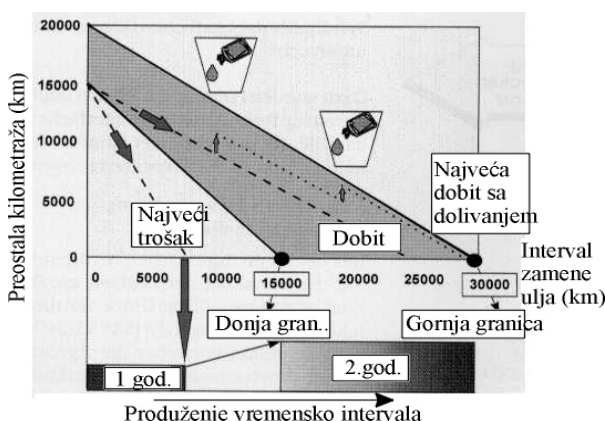
Presudni uticaji na određivanje garantovanog veka, pored kvaliteta ulja, su:

- specifičnosti konstruktivne koncepcije motora,
- režimi rada (startovanje, hladni režimi, topli režimi i sl.),
- kvalitet goriva,
- tehnika vožnje i servisiranja.

Veliki proizvođači teretnih vozila u EU daju garanciju za kamione na milion kilometara, a u SAD na milion milja do generalnog remonta motora.

## 2. NOVI ZAHTEVI PREMA VEKU MOTORNIM ULJA

U seriji globalnih mera za očuvanje i produženje zdravih genetski osnova života na Zemlji čitav niz se odnosi na maziva. Praktični razlozi nameću poklapanje servisnih rokova i perioda zamene ulja, slika 4 [13]. Ono što mi želimo jeste da beskompromisno poštuemo ekološke karakteristike EF (Environmental Friendly Lubricants and hydraulic Fluids) svih pogonskih sredstava u vozilima [6,11].



Slika 4: Interval zamene ulja

Nećemo ponavljati da su mnogi zahtevi kontradiktorni i da su optimizacija i kompromisi ozbiljne stručne teme za specijalni tretman:

- štednja energenata,
- niska toksičnost i niska potrošnja bez rasipanja,
- recikličnost,

- obnovljivost sirovina,
- biodegradabilnost,
- bezopasnost u rukovanju i proizvodnji,
- duži vek sa malo otpadaka,
- racionalna potrošnja fosilnih energenata.

U tabeli 3 imamo brojne vrednosti za očekivane intervale zamene ulja mada se još ne zna u kojoj meri će uvođenje novih tehnologija i strožijih propisa o emisiji, kvalitetu goriva i sl. uticati na vek ulja.

**Tabela 3: Periodi zamene motornih ulja**

x1000, km	Tipični	Produženi	Budući
SAD	10 - 40	20 - 50	50 - 80 (3-5 godina)
EU	10 - 30	30 - 50	>50 (3 - 5 godina)
Japan	5 - 30	?	? (3- 5 godina)

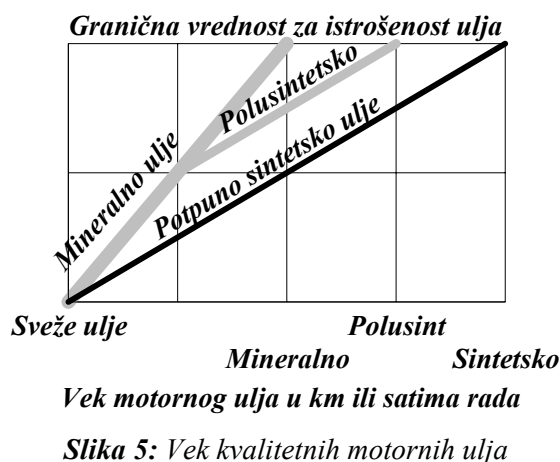
U normalnim servisnim intervalima proizvođači automobila u Evropi preporučuju za oko 33% duže intervale zamene motornih ulja od proizvođača u SAD.

Korišćenjem baznih ulja bez sumpora sintetskih i hidrokrekovanih sa visokim indeksima viskoznosti ili hidroizomerovanih (grupa III) baznih ulja omogućava razvijanje novih generacija motornih ulja koja mogu ostvariti periode zamene od 30,000 do 40,000 km u putničkim vozilima [14,15]. Interval zamene je u velikoj zavisnosti režima rada i tehničkog stanja motora pa prednosti polu i potpuno sintetskih baznih ulja samo donekle dolaze do izražaja u klasičnim, slepim, sistemima podmazivanja. Bez potpunih informacija o potrošnji i degradaciji maziva teško je na osnovu statističkih proseka govoriti o dužim intervalima zamene ili tačno definisanim količinama za osvežavanje i dolivanje motornih ulja. Jedino kod motora koji su projektovani po savremenim zahtevima i koji su opremljeni za praćenje radnih stanja i fizičko-hemijskih karakteristika motornih ulja može se očekivati manja potrošnja ulja i njegov duži radni vek. Samo tada može doći do izražaja visok kvalitet baznog ulja i paketa delotvornih aditiva, slika 5.

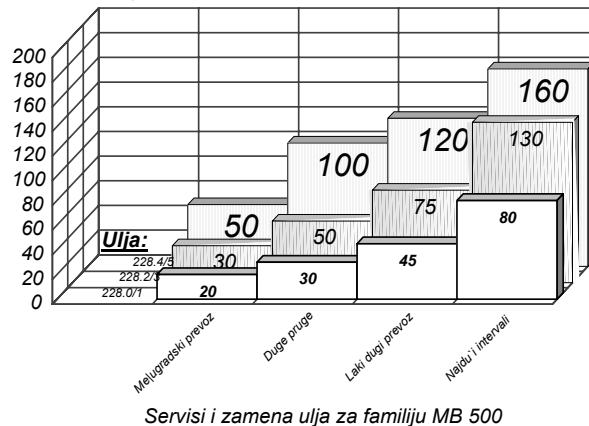
Uvođenje stalne elektronske kontrole rada vitalnih delova vozila (OBD-On Board Diagnose) omogućuje formiranje baze podataka za ocenu režima rada.

Kada se tim sistemima dodaju uređaji za kontrolu potrošnje ulja i njegovu delimičnu dijagnostiku onda su se stekli svi uslovi za pouzdanu ocenu veka u fleksibilnim servisnim

sistemima (FSS-Flexible Service System). Algoritam za pojedinačnu ocenu veka ulja u svakoj mašini sugerise slika 6 iz studija firme Mercedes-Benc [10].



**Slika 5: Vek kvalitetnih motornih ulja**



**Slika 6: Algoritam za korišćenje FSS u vozilima MB**

Prema MB nalazu posle odgovarajućih konstruktivnih zahvata na motoru i vozilu za serijsko uvođenje FSS sistema potrebni su sledeći podaci:

- kvalitet ulja,
- kvalitet goriva (i količina sumpora kod dizela),
- temperatura ulja,
- brojevi obrtaja motora,
- broj hladnih startovanja i sl.

Na osnovu takvih detaljnih baza podataka aktivira se baza znanja: u samom objektu, u servisu ili pri testu i odlučuje o zameni ulja i svim drugim servisnim intervencijama.

### 3. ZAKLJUČCI

- Za tipična domaća vozila velike starosti možemo samo da naglasimo značaj uvažavanja

preporuka proizvođača vozila i motornih ulja: obavezno je koristiti kvalitetna ulja poznatih proizvođača uz redovno zamenu u periodima kraćim od 10.000 km.

- Savremena vozila imaju usklađene kvalitete svih pogonskih materijala - pre svega motorni ulja - sa konstruktivnim koncepcijama motora. Zato se kod svih novih putničkih i teretnih vozila ultimativno nalaže korišćenje originalnih proizvoda.
- Stalni napredak nauke i njene praktične primene u novim tehnologijama obećava visoke ekološke i pogonske karakteristike vozila i pogonskih materijala kroz čitav vek eksploatacije.
- Visokokvalitetna (polusintetska i sintetska) ulja mogu iskazati svoje prednosti samo u modernim vozilima sa inteligentnim i kompleksnim sistemima podmazivanja. Za njih su potrebne i nove klasifikacije (API SJ) sa novim testovima.
- Novi uređaji za prečišćavanje i održavanje motornih ulja smanjuju kontaminaciju što je bitan preduslov kako za duži vek ulja tako i motora i vozila u celini.

## ZAHVALA

U ovom radu su prezentirani rezultati istraživanja u toku realizacije projekta "**Ekološka i tribološka optimizacija domaćih motora za vozila**" koji je finansijski pomoglo Ministarstvo za nauku, tehnologije i razvoj Republike Srbije.

## LITERATURA

- [1] D. Gruden i T. Jurković: *Privatne konsultacije*.
- [2] S. Veinović: *Motorni sa unutrašnjim sagorevanjem*, Centar vojnih škola vojske Jugoslavije, Beograd 1993.g.
- [3] R. Pešić: *Trendovi u automobilskoj industriji kao direktive u razvoju pogonskih materijala*, JUNG '95 P-4, 18-20.10.1995., s.40-52, Vrnjačka Banja.
- [4] S. R. Purmer: *Motorenole fur die schadstoff- und verbrauchsoptimierten Fahrzeuge der Zukunft*, Mineralol Technik No 2, Februar 1996.
- [5] V. Joksimović: *Poboljšanje triboloških karakteristika motora sus*, Diplomski rad na Mašinskom Fakultetu u Kragujevcu, 1995.
- [6] S. M. Devon, A.A. Reglitzky, W. Seehausen: *Neue Motorentechnologie varandert das Anforderungsprofil von Motorenolen*, Vortrag, gehalten auf der Technischen Arbeitstagung Hohenheim am 14. Marz 1991.
- [7] S. Veinović, R. Pešić i A. Davinić: *Pogonski materijali za vozila od 3 litra na 100 km*, JUNG '95 P-4, 18-20.10.1995., s.225-235, Vrnjačka Banja.
- [8] R. Pešić: *Automobilski oto motori sa minimalnom potrošnjom*, Monografsko izdanje časopisa *Mobility & Vehicle Mechanics*, Kragujevac 1994.godine
- [9] R. Pešić, S. Veinović, D. Radonjić, A. Davinić i Z. Radošević: *Kritička slika triboloških karakteristika domaćih motora DMB*, JUNG '95 P-4, 18-20.10.1995., s.61-71, Vrnjačka Banja.
- [10] M. Schittler, R. Heinrich, W. Treutlein: *Mercedes-Benz Baureihe 500-Lebensdauerabsicherung und Wartungskonzept der neuen V-Motoren fur schwere Nutzfahrzeuge*, MTZ 57 (1996) No.10 s. 558-563.
- [11] W.G. Copan, R.F. Haycock: *Lubricant Additives and the Environment*, Fourth Intern. Symp. on the performance evaluation of automotive fuels and lubricants, 5-7 May, 1993, CEC/93/SP02
- [12] R. Thom, K. Kollmann, W. Warnecke, M. Frend: *Verlangerte Ölwechselintervalle-Schonung von Rohstoffen oder Reduzierung der Lebensdauer von Motoren?* ISSN 0934-3601, Deutsche Shell, Hamburg
- [13] V. W. Warnecke, H.D. Müller, J. Heinen, ...: *Belastungsgerechte Ölwartung mit ASSYST*, MTZ Motortechnische Zeitschrift 59 (1998) 7/8, Juli/August 1998.
- [14] P. Girard, C. Gommelini, H. Guttman and J. Insa: *Oil developments needs and contradictions*, 14th European Automotive Symposium «Engine, fuels and lubricants: a view for the future», Nice (France) – September 20-21, 2001, p. 7.1 –7.26.
- [15] M. Manni, S. Fattori: *An investigation on the environmental impact of a full-synth SAE 5W-40 oil in light duty vehicles*, 14th European Automotive Symposium «Engine, fuels and lubricants: a view for the future», Nice (France) – September 20-21, 2001, p. 8.1 – 8.14.