

**Referat / Paper U1**Robert Mandaković  
GOMA, Croatia**Ključni utjecaji na tržište maziva Hrvatske i tržišta u okruženju****The key influences on the Croatian market of lubricants  
and markets in the region****Sažetak**

Nastavljaju se značajne i stalne promjene na tržištu maziva u Europi i svijetu, pa tako i na mini tržištima kao što su Hrvatska i susjedne zemlje u jugoistočnoj Europi. Trendovi potrošnje i potražnje za mazivima i baznim uljima nejednoliko su raspoređeni, ponajprije zbog općih globalnih ekonomskih zakonitosti te i dalje prisutne duboke ekonomske krize u široj regiji. Unutar regije i dalje postoje velike razlike u pogledu zahtjeva za kvalitetom i trendu rasta-pada potrošnje nakon početka krize 2008. g.

Prezentirana je procjena potrošnje maziva u regiji s naglaskom na Hrvatsku. Razmatrana je djelatnost lokalnih proizvođača maziva s aspekta očekivanog razvoja tržišta.

Prikazan je utjecaj trendova kvalitete maziva, koji se također razlikuju na međusobno bliskim tržištima jugoistočne Europe.

Dana je i procjena utjecajnih glavnih trendova na tržištu Hrvatske i tržišta u okruženju.

**Abstract**

Permanent and significant changes are continuous in the lubricants market in Europe and the world, as well as in the small markets such as Croatian and of the neighboring countries in Southeast Europe. Trends regarding consumption and demand for lubricants and base oils are unevenly distributed, primarily due to the general global economic laws and of a deep economic crisis that continues in the region. Within the region there are still big differences in terms of quality requirements and of increase-decrease trends regarding consumption after the crisis break out in 2008.

The estimates of consumption of lubricants in the region with emphasis on Croatia are presented. Activities of local manufacturers of lubricants in terms of expected market growth are evaluated.

The influence of lubricants quality, which differs significantly in otherwise close Southeast Europe markets, is discussed.

Also, the estimation of influence of the main trends in the Croatian market and the market in the region is given.

<b>Referat / Paper U2</b>
Wilfried J. Bartz T+S Tribology & Lubrication Engineering; Technische Akademie Esslingen e. V., Germany
<b>Zeleni automobil - objašnjenje i ostvarenje</b>
<b>The green automobile - definition and realization</b>

**Sažetak**

Zeleni automobil mora biti takav od njegovog stvaranja do završetka uporabe. Znači, mora se provesti procjena životnog ciklusa što podrazumijeva procjenu veličine utjecaja koji na okoliš imaju procesi proizvodnje sirovina, proizvodnja i korištenje automobila i, na kraju, njegovo odlaganje i reciklaža.

Najvažniji je cilj smanjenje potrošnje energije, sigurnost i očuvanje zdravlja čovjeka, jer se danas energetske izvorice crpe brže nego što je to predviđeno.

Ovi utjecaji se mogu okarakterizirati putem emisija, potrebe za primarnom energijom, potrošnjom sirovina i stvaranjem otpada. Često se ti utjecaji na okoliš procjenjuju pomoću CO<sub>2</sub> emisija, doprinosom efektu stakleničkih plinova i ljetnim smogom, kao i potrebnom primarnom energijom tijekom životnog ciklusa svih potrošača energije.

Uglavnom se ti utjecaji pojednostavljeno svode na doprinos maziva zbog veće učinkovitosti u električnim lokomotivama, dužim životnim vijekom maziva, smanjenom potrošnjom energije u proizvodnji automobila kao i tijekom njihove uporabe. Potonji aspekti najčešće podrazumijevaju smanjenu potrošnju goriva smanjenjem trenja između pokretnih dijelova. Neki od aspekata objašnjavaju se i ocjenjuju u ovom radu. Na kraju, moguće je ukupno smanjenje energije.

**Abstract**

The green automobile has to be green from the cradle to the grave. This means that the life cycle assessment should be the required approach which means the environmental impact of raw material generation, of production, during use and of disposal and recycling have to be taken into account.

The overall aim is the reduction of energy as well as health and safety of the mankind. Nowadays the resources of energy carriers are consumed faster than expected.

The impacts mentioned above can be characterized by emissions, primary energy demand, consumption of resources and waste generation. Often these environmental impacts are evaluated as CO<sub>2</sub>-emissions, contribution to the greenhouse effect and summer smog and as primary energy demand during life cycle of all energy consumers.

Mostly these impacts are simplified to the contribution of lubricants by higher efficiency in powertrains, by longer lubricants lifetimes, by energy reductions during the production of automobiles and during their use. The last mentioned aspects mainly mean the reduced fuel consumption by reducing the friction between all moving parts.

Some of the aspects mentioned above are explained and evaluated in this presentation. As a result an overall energy reduction is possible.

**Referat / Paper U3**

Bruno R. Hoehn, Klaus Michaelis  
Gear Research Centre FZG, Technische Universität München, Germany

**Utjecaj maziva na trošenje zupčanika kod malih brzina****Lubricant influence on slow speed wear in gears****Sažetak**

U slučaju rada zupčanika u uvjetima velikog opterećenja i male obodne brzine debljina mazivog filma često je nedovoljna za potpuno razdvajanje nalijegajućih površina. Može doći do trošenja bočnih strana zupčanika ili čak do potpunog propadanja zupčanika. Glavni parametri za određenu geometriju zupčanika, koji utječu na trošenje su opterećenje, obodna brzina i mazivo.

Karakteristike maziva s obzirom na trošenje ovise o brojnim čimbenicima. Viskoznost, tip baznog ulja i aditiva imaju jako velik utjecaj. Za rad zupčanika pri niskim brzinama uglavnom se koriste maziva s aditivima protiv trošenja koji stvaraju kemijski i/ili fizikalno učinkovit sloj.

Za ispitivanje sposobnosti maziva za zaštitu protiv trošenja prikladna ispitna metoda razvijena je primjenom FZG testa. FZG test trošenja pri niskim brzinama C/0,05/90:120/12 provodi se pri vrlo malim obodnim brzinama i pri dvije različite ispitne temperature. Razvoj ovog ispitivanja omogućio je ispitivanje velikog broja različitih maziva za različite namjene. Rezultati ispitivanja pokazuju jasne razlike. Određene su linearne, degresivne i progresivne brzine trošenja. Maziva na temelju istog baznog ulja i iste viskoznosti pa čak i s istom vrstom aditiva mogu se u potpunosti razlikovati s obzirom na njihovo ponašanje naspram trošenja. Također, njihove se odlike na različitim temperaturama mogu značajno razlikovati. Zbog djelovanja aditiva neka maziva pokazuju smanjenje brzine trošenja s porastom temperature, dok se u slučaju nekih drugih maziva čini da temperatura nema nikakvog utjecaja.

Provedeni su različiti testovi s mazivima onečišćenima prašinom radi simulacije zahtjevnih okolišnih uvjeta kao npr. u rudniku ili na gradilištu. Također, određen je utjecaj starenja ulja na trošenje kod rada zupčanika pri malim brzinama.

Rezultati testa trošenja pri maloj brzini mogu se uvrstiti u računski postupak. Računski postupci omogućuju procjenu očekivane brzine trošenja zupčanika u primjeni kad se koristi ispitivano mazivo. Ponovljeni izračuni oštećenja zbog trošenja u mjenjačima lokomotiva pokazali su blisku povezanost između izračunatih i vrijednosti dobivenih u primjeni. Najveća poboljšanja ostvarena su primjenom maziva poboljšanih odlika s obzirom na trošenje što je utvrđeno na temelju rezultata testa trošenja pri niskim brzinama.

**Abstract**

In gears running under conditions of high load and low circumferential speed the lubricant film thickness is often insufficient to fully separate the mating surfaces. Wear of the gear flanks can occur and can even result in total gear failure. For a given gear geometry the main parameters influencing wear are load, circumferential speed and the lubricant.

The wear characteristics of lubricants depend on many factors. Viscosity, base oil type and additives have great influence. In slow speed gears mostly lubricants with additives reducing wear by forming chemically and/or physically effective layers are used.

For testing the wear protecting capacity of lubricants a suitable test method was developed using the FZG back-to-back gear test rig. The FZG slow speed wear test C/0,05/90:120/12 is run under very low circumferential speed at two different test temperatures. Since the development of the test many different lubricants of different application areas have been investigated. The test results show obvious differences. Linear, degressive and progressive wear rates have been found. Lubricants of the same base oil type and the same viscosity even with the same additive type can totally differ in their wear behaviour. Also at different temperatures the performance of the lubricants can be different. Due to activation of additives some lubricants show decreasing wear rates with increasing temperature whereas for other lubricants the temperature seems to have no influence.

Various tests with dust contaminated lubricants were performed simulating critical environmental conditions like in mining or construction sites. Moreover the influence of oil ageing on slow speed wear in gears has been determined.

The results of the slow speed wear test can be introduced into a calculation method. This calculation method allows the evaluation of the expected wear rate in a gear in practice when operated with the test lubricant. Recalculations of wear damage in railway gearboxes showed close correlation between practice and calculation. Substantial improvements were achieved by using a lubricant with better wear performance which was determined from the results in the slow speed wear test.

<b>Referat / Paper A1</b>
Marijan Podobnik, Višnja Mihaljuš Sklepić INA Industrija nafte d.d., Sektor razvoja Rafinerija i marketinga, Croatia
<b>Niskopepelna motorna ulja</b>
<b>Low SAPS engine oils</b>

### **Sažetak**

Uvođenje Euro 4 direktive Europske unije u pogledu emisije ispušnih plinova vozila 2005. g. izazvalo je značajne promjene u konstrukciji motora i posebno sustava obrade ispušnih plinova vozila. Da bi zadovoljili te stroge zahtjeve, proizvođači vozila razvili su nekoliko različitih sustava obrade ispušnih plinova.

Nažalost, navedeni sustavi imaju negativan utjecaj na primjenska svojstva motornog ulja i također uvjetuju promjenu nekih bitnih svojstava ulja. Stoga su formulatori motornih ulja bili prisiljeni razviti potpuno različita niskopepelna (low SAPS) motorna ulja kompatibilna sa sustavima obrade ispušnih plinova. Niskopepelna motorna ulja imaju znatno niži sulfatni pepeo, te količinu fosfora i sumpora u odnosu na standardna motorna ulja.

Od tada do danas pojavio se veliki broj međunarodnih specifikacija i specifikacija proizvođača vozila koje definiraju kvalitetu niskopepelnih ulja.

### **Abstract**

Introduction of Euro 4 European union directive for vehicle emissions in 2005 caused significant changes in engine design and especially engine exhaust treatment systems. To meet these stringent requirements vehicle manufacturers have developed several different systems of exhaust treatment systems.

Unfortunately, these systems have a negative impact on engine oils field performances and also influence on the changes of some important engine oil properties. Therefore, engine oil formulators were forced to develop an entirely different low SAPS engine oils compatible with engine exhaust treatment systems. Low SAPS engine oils have significantly lower sulphated ash, phosphorus and sulphur content comparing to standard engine oils.

Since then, it has appeared a number of international and OEM specifications that define the quality of low SAPS engine oils.

<b>Referat / Paper A2</b>
David Lancaster Lubrizol, UK
<b>Promjene strukture voznog parka gospodarskih vozila u Istočnoj Europi</b>
<b>The changing fleetographics of the Eastern European heavy duty vehicle park</b>

**Sažetak**

Nakon pristupanja Europskoj uniji brojne istočnoeuropske zemlje obvezale su se na usklađivanje s europskim standardima o emisijama. Radi ispunjavanja strogih zahtjeva provodi se velika prilagodba uređaja za naknadnu obradu te je zabilježen značajan skok u kvaliteti motornih maziva korištenih u ovim zemljama. U ovom radu istražene su nastale promjene i predloženi statistički pokazatelji tranzicije i prisutnih trendova.

**Abstract**

The entry of many eastern countries into the European Union has meant a mandatory conforming to European Emissions Standards. In order to meet these stringent requirements, there has been a large adoption of after treatment devices and therefore a subsequencial quantum leap in the quality of engine lubricant used in many of these countries. We will explore these changes and provide statistical evidence for the transition and trends taking place.

<b>Referat / Paper A3</b>
Gary Parsons Chevron Oronite
<b>Budući izazovi uštede goriva i smanjenja emisije: Uloga proizvođača aditiva</b>
<b>Tomorrow's fuel economy and emissions challenges: the role of the additive industry</b>

**Sažetak**

Rad prikazuje strateški pregled izazova s kojima se suočava industrija i društvo u cjelini, posebno u područjima emisije i energetske učinkovitosti. Razmotreni su neki od ključnih pokretača koji dovode do povećane potražnje za energijom i problema zbog sve veće raznolikosti goriva. Raspravlja se o uvedenoj zakonskoj regulativi i smanjenju zabrinutosti zbog emisije i potrošnje energije u prometnom segmentu.

Konačno, istaknuta je vrlo važna uloga koju proizvođači aditiva imaju danas, a imat će je i u budućnosti.

**Abstract**

The paper presents a high level overview of challenges facing our industries and society at large, specifically in the areas of emissions and energy efficiency. We will review some of the key drivers that are leading to increased demand for energy and the challenges posed by the increasing diversity of fuels. Government regulations that have been put in place and mitigate the concerns about emissions and energy consumption in the transport segment are discussed.

Finally, we will highlight very important role that additive industry plays today and will continue to play in the future.

<b>Referat / Paper A4</b>
Ákos Nemesnyik MOL-LUB, Hungary
<b>Podmazivanje plinskog motora - izazov obnovljivosti</b>
<b>Gas engine lubrication - renewable challenge</b>

### **Sažetak**

Potražnja za jeftinom i pouzdanom električnom energijom povećava se iz godine u godinu u svjetskim razmjerima. U Europi raste popularnost generatora pokretanih stacionarnim plinskim motorima u svim područjima gdje ima raspoloživog bioplina. Iako plinski motori mogu izgledom sličiti na druge tipove motora kao i načinom podmazivanja, prednost za njih predstavlja upotreba maziva razvijenih specijalno za tu svrhu. Razlog tomu je što opterećenja koja se javljaju u ulju kartera plinskog motora možda ne moraju biti primjereno sagledana u uljima koja su razvijena za druge namjene. Ulja u plinskim motorima mogu biti podvrgnuta uvjetima nitrifikacije i oksidacije i mogu biti vrlo osjetljiva na sadržaj pepela, te sastav. Ako se ne koriste odgovarajuća namjenska ulja, to može uzrokovati kraći vijek motora, ubrzano stvaranje naslaga te skratiti životni vijek ulja i filtra. Korištenje ulja odgovarajuće gradacije za određenu primjenu, uz praćenje stanja ulja pravi je način, s tehničkog i ekonomskog stajališta, postizanja maksimuma u primjeni i osiguravanja dugih razdoblja između izmjene ulja. U ovom radu prikazujemo rad mazivog ulja u dva plinska motora na bioplin, raspravljamo o promjeni parametara ulja plinskog motora (GEO) te intervalu izmjene ulja.

### **Abstract**

Global demand for inexpensive, reliable power is increasing every year. In Europe, generators powered by stationary gas engines are becoming increasingly popular in areas where biogas is available. Although gas engine may resemble other engine types in their appearance and lubricant specifications, they generally benefit from the use of lubricants developed specifically for them. This is because gas engine stress crankcase oils in areas that may not be adequately addressed by oils developed for other applications. Gas engines can expose the oil to severe nitration and oxidation conditions and can be very sensitive to ash content and composition. Oils not designed properly for this application can shorten engine uptime, accelerate sludge build-up and shorten oil and filter life. Using the correct grade for application with oil condition monitoring makes sound technical and economic sense to sustain top performance and ensure long oil drain intervals. In this paper we provide background from the lubricating oil operation in two gas engines burning biogas, discuss the parameters change of gas engine oil (GEO), and oil drain interval.



<b>Referat / Paper A5</b>
Péter Bartos MOL-LUB, Hungary
<b>Razmišljanja o energetskej učinkovitosti i ulozi maziva</b>
<b>Thoughts about energy efficiency and the role of lubricants</b>

**Sažetak**

Jedan od najvažnijih zamašnjaka razvoja tehnike i inovacija u proteklom desetljeću smanjenje je troškova, a u središtu tog procesa su uvijek troškovi energije, neovisno o industriji i poslovanju.

Diljem svijeta, tisuće inženjera rade na unapređenju energetske učinkovitosti uređaja poboljšanjem dizajna, smanjivanjem njihovih dimenzija, optimiranjem pojedinih procesnih koraka, uz primjenu sofisticiranih sustava kao na primjer funkcije zatvaranja motornih cilindara ili uvođenja upitnih ograničenja kao što je ograničavanje brzine teških kamiona na 85 km/h. Ove su promjene naširoko obznanjene u marketinškim kampanjama u koje je uloženo više milijardi dolara. Međutim, inženjeri nisu, a još manje radnici koji rade na održavanju industrijskih pogona i vozničkih parkova, usredotočeni i uvjereni u energetske dobrobit koju omogućuju maziva, premda ta ista maziva imaju značajne potencijale uštede energije. Jedan od najvećih izazova današnjice, za tehničke upravitelje koji rade u polju maziva, pronalaženje je poveznice između energetske poboljšanja pomoću maziva i pronalaženja načina za dodanom vrijednošću za potrošača, ali i za dodanom vrijednošću u poslovanju proizvođača maziva.

Temeljni je cilj ovog rada istaknuti mogućnosti uštede pomoću maziva i pronalaženje učinkovitog načina njihove prezentacije.

**Abstract**

One of the most important drivers of technical development and innovation in the last decade - independently from the industry and independently from the business - has been the cost reduction and the focus of this process was always on energy related expenses.

Thousands of engineers work worldwide to improve the energy efficiency of machinery with improved design, downsizing, optimization of process steps and with the application of sophisticated systems like the cylinder shut off function of engines or with the introduction of questionable limitations like the speed limitation of heavy-duty trucks in max. 85 km/h. These developments are well known and very well communicated with dollar billions spent on marketing. However, generally the engineers and even more the maintenance staff of the industrial plants and the staff of the vehicle fleet operators are not focused and not convinced about the energy benefits delivered by lubricant, although the lubricants hold significant energy cost saving potential. Nowadays one of the biggest challenges of technical managers working in the field of lubricants is to find the way of the effective communication of the energy benefits delivered by lubricants and find the way how to add value for the organization of the customer and add value for the business of lubricant manufacturer.

The primary aim of this paper is to put the cost saving potential of lubricants under the spotlight and find the way how to communicate effectively the advantages delivered by them.

**Referat / Paper A6**

Laura Petraru  
OMV Refining & Marketing GmbH, Austria

**Utjecaj biodizelskih goriva na mazivost motornih ulja  
putničkih dizelovih automobila****Influence of biodiesel fuels on lubricity of passenger car diesel engine oils****Sažetak**

U ovom radu se prati fizikalni i kemijski utjecaj sastavnica biodizela, koji su već na tržištu i onih koji će se koristiti, na performance tipičnog motornog ulja putničkog automobila niskog SAPS-a (sulfati-fosfati-sumpor). Osim metilnih estera masnih kiselina (FAME) koji se danas koriste, također se proučava i buduća generacija hidroobrađenih biljnih ulja (HVO) koja će se koristiti kao biogena sastavnica prilikom namješavanja goriva. U suvremenom 4-cilindarskom dizelovom motoru provedeni su karakteristični testovi gdje su korištena različita goriva koja sadržavaju biodizel, uz istovremeno obnavljanje filtera, kako bi se ostvarila visoka opterećenja i naprezanja motornog ulja. Uzorci korištenih motornih ulja su karakterizirani i uspoređivani nakon provedbe testova.

**Abstract**

The present paper will mainly focus on the physical and chemical impact of currently used and future biodiesel components on the performance of a typical low-sulfated-ash-phosphorus-sulfur (low SAPS) passenger car engine oil. Beside a current fatty acid methyl ester (FAME), a next generation hydrotreated vegetable oil (HVO) is also investigated as a biogenic fuel blend component. In a representative modern 4-cylinder diesel engine test runs with different biodiesel containing fuels were combined with diesel particulate filter regeneration to reach high loads and stresses on the engine oil. The samples of used engine oils were characterized and compared after the engine test runs.

**Referat / Paper B1**

Christoph Wincierz  
Evonik Oil Additives, Germany

**Izbor poboljšivača indeksa viskoznosti za formuliranje modernih maziva****Selection of viscosity index improvers for formulation of modern lubricants****Sažetak**

Kod formuliranja multigradnih maziva koriste se poboljšivači indeksa viskoznosti (VII) kako bi se nadoknadili neželjeni gubici viskoznosti baznog ulja, zahvaljujući njihovoj osobini da povećavaju hidrodinamički volumen s porastom temperature. Dakle, oni osiguravaju dostatan porast viskoznosti pri visokim temperaturama u usporedbi s kapljevinom bez dodataka, tj. indeks viskoznosti maziva se poboljšava, te se može spriječiti oštećivanje opreme zbog trošenja prilikom graničnog režima podmazivanja. S druge strane, VII mogu izgubiti sposobnost ugušćivanja tijekom uporabe zbog smicanja koja se javljaju na kontaktnim površinama zupčanika, ležajeva, hidrauličkih pumpi i sl. Smična stabilnost odgovara životnom vijeku maziva te je stoga važan kriterij prilikom odabira VII. Smična stabilnost transmisijskih kapljevinu obično se određuje pomoću *Taper Roller Bearing* testa (KRL), koji se koristi za predviđanja pada viskoznosti zbog smicanja u vozilu. Veliki gubitak smicanja i gubitak prijenosa mogu biti posljedica primjene neodgovarajuće metode za odabir VII kao što je npr. manje robusna injezorska Boschova pumpa. Ultrazvučni testovi smicanja daju zbujujuće rezultate kad se uspoređuju VII različitog kemijskog sastava.

Današnji najvažniji trendovi u dizajnu uređaja su veća učinkovitost, veća opterećenja, smanjenje dimenzija i dulji intervali zamjene. Manja uljna okna i veća specifična opterećenja uzrokuju veće radne temperature. Odabirom odgovarajućih VII mogu se formulirati maziva povećane učinkovitosti, koja smanjuju radnu temperaturu i produljuju radni vijek ulja.

U ovom radu pokazani su primjeri VII na temelju PAMA, poli(alkil-metakrilat), PIB, poliizobutilen i OCP, poli(etilen-ko-propilen). Objasnjene su metode koje primjenjuju proizvođači opreme i formulatori za određivanje svojstava kao što su smična stabilnost, učinkovitost i radne temperature.

**Abstract**

In formulation of multi-grade lubricants Viscosity Index Improvers (VII's) are used in order to compensate the base oil's unwanted loss of viscosity by their inherent property to increase the hydrodynamic volume with increasing temperature. Thus, they provide a substantial viscosity lift at high temperatures compared to the unadditized fluid, i.e. the Viscosity Index of the lubricant is improved, and failures of equipment due to wear in a boundary lubrication regime can be prevented. On the other hand, VI Improvers may lose their thickening efficiency during service due to shear in gear contacts, bearings, hydraulic pumps et cetera. Shear stability correlates with the life time of the lubricant and is therefore important criterion for the selection of VI Improvers. Shear stability of transmission fluids is usually determined in the Taper Roller Bearing test (KRL), which is used to predict the viscosity loss due to shear in the vehicle. Excessive shear loss and transmission failure might be the consequence of using a non-appropriate method like the less severe Bosch injector pump for VII selection. Ultrasonic shear tests produce misleading results, when comparing VI Improvers of different chemistry.

The major trends of machine design today are higher efficiency, higher load capacity, reduced size and longer oil drain intervals. Smaller oil sumps and higher specific loads lead to increasing operating temperatures. With selection of appropriate VI Improvers lubricants with increased efficiency, reduced operating temperature and longer oil lifetimes can be formulated.

The paper shows examples of VI Improvers like PAMA, poly(alkylmethacrylates), PIB, poly(isobutylene) and OCP, poly(ethylene-co-propylene). It explains the methods used by OEMs and formulators for determination of properties like shear stability, efficiency and operating temperature.

**Referat / Paper B2**

Ante Jukić, Elvira Vidović, Kornelije Kraguljac  
 Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Sveučilište u Zagrebu, Croatia

**Kompatibilnost i formuliranje disperznih metakrilatnih i olefinskih polimernih  
 aditiva mazivih ulja**

**Compatibility and formulation of dispersive methacrylates and olefine  
 polymeric additives of lubricating oils**

**Sažetak**

Zbog tehnoloških i ekonomskih prednosti kao poboljšavala reoloških svojstava mazivih ulja upotrebljavaju se polimerne mješavine gdje su sastavnice komplementarnih svojstava. Najčešća je mješavina poliolefinskog (OCP) i polimetakrilatnog (PAMA) aditiva pri čemu OCP sastavnica povisuje viskoznost, indeks viskoznosti i smičnu stabilnost, dok PAMA sastavnica uz povećanje indeksa viskoznosti ulja snižava njegovo tecišće. U novije vrijeme često se upotrebljava modificirani PAMA koji poboljšava i disperzna svojstva. Međutim, nedostatak je ovih sustava nemješljivost sastavnica smjesnih aditiva zbog čega njihove otopine u ulju imaju nižu viskoznost u odnosu na otopine čistih sastavnica. Pod određenim uvjetima može doći i do nepoželjnog razdvajanja smjese na slojeve. Posljedično, ove pojave imaju znatan utjecaj na formuliranje mazivih ulja, odnosno sustava bazno ulje / aditivi.

U ovom radu istražena je mješljivost u mineralnom baznom ulju modificiranog polimetakrilatnog aditiva, sastavnice koja uz viskoznost doprinosi i detergentno-disperznim svojstvima, s olefinskim kopolimerom, metodom viskozimetrije. Disperzni PAMA aditiv pripremljen je izotermnom radikalnom kopolimerizacijom u otopini uz difunkcijski peroksidni inicijator, dok je upotrijebljeni OCP komercijalni proizvod. Polimerima su određeni sastav, metodom NMR i raspodjela molnih masa, metodom SEC. Određene su relativne i specifične viskoznosti PAMA/ulje, OCP/ulje i PAMA/OCP/ulje otopina u ovisnosti o sastavu i koncentraciji, te odgovarajući granični viskozni brojevi i Hugginsove konstante. Viskoznosti otopina polimernih mješavina su između viskoznosti otopina sastavnica: PAMA/ulje < PAMA/OCP/ulje < OCP/ulje. Mješljivost je utvrđena prema odstupanjima od idealnog hidrodinamičkog ponašanja prema modelima Krigbaum-Walla i Catsiff-Hewetta. Za sve sastave mješavina i po oba primijenjena modela dobiveni su negativni viskozimetrijski parametri molekulnih međudjelovanja ( $\Delta b_{12} < 0$ ), koji ukazuju na odbojna molekulna međudjelovanja i nemješljivost. Dodatno, metodom strukturno-grupnih doprinosa po Coleman-Graf-Painteru izračunati su parametri međudjelovanja za čvrstofazne polimerne mješavine koji također ukazuju na nemješljivost istraživanih polimernih smjesa ( $\Lambda_{12} > 0$ ,  $\Delta G_m > 0$ ).

**Abstract**

Due to technological and economic advantages as rheological properties improvers of lubricating oils the polymer blends are used, whereat the components of mixture display the complementary properties. The most commonly used is a mixture of polyolefinic (OCP) and polymethacrylic (PAMA) additive where the OCP component increases the viscosity, viscosity index and shear stability, and the PAMA component in addition to increasing the viscosity index of oil reduces its pour point. Recently, modified PAMA that improves the dispersive properties is often used. However, the immiscibility of components of the additive blends presents significant lack of these systems which is why their solutions in oil have a lower viscosity than the solutions of pure components. Under certain conditions, the undesirable separation of the mixture into layers can occur, as well. Consequently, these phenomena have a significant impact on the formulation of lubricating oils, i.e. base oil / additive system.

In this paper was investigated the miscibility of modified polymethacrylate additive, components which apart from viscosity contributes to the detergent-dispersive properties with the olefin copolymer, in mineral base oil by viscometric method. Dispersed PAMA additive was prepared by isothermal radical copolymerization in solution with bifunctional peroxide initiator, while the used OCP is a commercial product. Polymers are characterized regarding the composition, NMR method and molar mass distribution, SEC method.

Also, relative and specific viscosity of PAMA / oil, OCP / oil and PAMA / OCP / oil solutions, depending on the composition and concentration, as well as the corresponding intrinsic viscosity numbers and the Huggins constants are determined. Viscosities of solutions of polymer blends are in between the viscosity of components solution: PAMA / oil < PAMA / OCP / oil < OCP / oil. The miscibility is determined according the deviations from ideal hydrodynamic behavior of the Krigbaum-Wall and the Catsiff Hewett models. Regarding all compositions of the mixtures and both applied models the obtained viscometric parameters of molecular interactions were negative ( $\Delta b_{12} < 0$ ), which indicate the repulsive molecular interactions and immiscibility.

Additionally, using method of structure-group contribution approach of the Coleman, Graf and Painter the parameters of interaction for solid phase polymer blends were calculated which also indicate immiscibility of investigated polymer blends ( $\Lambda_{12} > 0$ ,  $\Delta G_m > 0$ ).

**Referat / Paper B3**Attilio Rossini  
AROX, Italy**Primjena polimernih estera s posebnim osvrtom na topljiva ulja****The applications of polymer esters with particular regards to soluble oils****Sažetak**

Polimerni esteri daju veliku čvrstoću filmovima što omogućava izvrsnu mazivost i podnošenje opterećenja. Vjerojatno se to najbolje odražava u dugom trajanju uređaja i površinskom sloju koji se susreće kod čvrstih i žilavih smola – nehrđajućih, Inconel, titanovih i slično. Također, u određenoj mjeri polimerni esteri pružaju površinsku zaštitu zbog polarnosti koja je posljedica stvaranja nanofilma na metalu. Zbog slabe biorazgradljivosti i izvrsne hidrolitičke postojanosti polimerni esteri ostaju stabilni dulje u usporedbi s konvencionalnim esterima, a ne dolazi niti do njihovog raspada koji bi uzrokovao smanjenje sposobnosti podmazivanja proizvoda. Osim primjene u tekućinama za obradu metala (MWF), polimerni esteri imaju primjenu u drugim područjima gdje oni doprinose poboljšavanju odlika, te poboljšavaju površinsku zaštitu na način da smanjuju učinak mikropiting korozije, osobito kod primjene na zupčanike gdje to predstavlja veliki problem.

Oni imaju vrlo dobru smičnu i termooksidacijsku stabilnost u usporedbi s alternativama kao što su PAO. Druge dobrobiti koje donose polimerni esteri su mala hlapljivost i čisto izgaranje uz neznatno stvaranje naslaga. Prisutan je cijeli raspon različitih polarnosti što omogućava odličnu kompatibilnost s mineralnim uljima grupe I, II i III, te niskoviskoznim PAO baznim uljima i paketima aditiva.

Ovo su dodatni razlozi zašto su polimerni esteri važni i pružaju raznovrsnost u formuliranju maziva visokih performanci 2T i 4T vrhunske kvalitete i za motorna ulja trkaćih vozila. Druga važna područja primjene su ulja za vjetroagregate, zupčanička ulja u industriji i automobilima.

**Abstract**

Polymer esters impart high film strength leading to excellent lubricity and load bearing aspect. This is probably best reflected in the excellent tool life and surface finish seen especially on the tougher harder to machine alloys – Stainless, Inconel, Titanium, etc. The polymer ester also can impart to a certain degree some surface protection as well due to polarity aspect forming a nano film across the metal component. Due to the low degree of biodegradability and excellent hydrolytic stability the polymeric ester can remain stable longer cf. to conventional esters and will not break apart thereby reducing the lubricity aspect of the product. Besides MWF applications polymeric esters find other application areas where they positively contribute to performance and where they enhance surface protection in terms of reducing the effect in micro-pitting, specifically for gear applications where this is of large concern. They exhibit very good shear stability and thermo oxidatively stable when compared to alternatives like PAO. Other benefits borne by the Polymer esters are in the low volatility and clean burn aspect enhancing low carbon deposits. There are a range of different polarities allowing for excellent compatibility with mineral, Gp. I, II & III as well as lower viscosity PAO base stocks and additive packages.

In addition these are the principal reasons why Polymer Esters are important and versatile tools for formulation of high performance lubricants in 2T and 4T for top quality and race engine oils. Other major areas of application are in: wind turbine oils, industrial and automotive gear oils.

**Referat / Paper C1**

Omer Kovač, Jadranka Vujica, Ilinka Mišić  
Rafinerija ulja Modriča, Bosnia and Herzegovina

**Ispitivanja motornog ulja za putničke automobile – test 100 000 km****Evaluation of engine oil for passenger cars – 100 000 km test****Sažetak**

U sklopu razvoja motornih ulja neophodno je provođenje ispitivanja na motorima, u motornom laboratoriju i u samoj eksploataciji. Razvojni projekt motornog ulja za putničke automobile kod kojih je propisan limitirani kemijski sastav obuhvatio je i provođenje putnog testa u trajanju od 100000 km. U prošloj godini ovaj test je proveden na vozilu GOLF 5, 1,9 TDI uz korištenje goriva koja se prodaju u BiH i susjednim zemljama. Prema propisanoj proceduri za putna ispitivanja ocijenjena je promjena fizikalno-kemijskih karakteristika ulja. Osim toga, u ulju su kontrolirani metali trošenja (željezo, krom, bakar, olovo i aluminij). Nakon završenog testa demontiran je motor i ocijenjeno je stanje vitalnih dijelova. Rezultati ispitivanja su pokazali izvanrednu zaštitu motora pri podmazivanju uljem nove generacije s limitiranim kemijskim sastavom.

**Abstract**

Engine oil development request conducting engine tests, as in the motor laboratory, and also in the exploration. The development of a project regarding engine oil of limited chemical composition for passenger cars includes the implementation of the road test for a period of 100 000 km. Last year, this test was performed on the vehicle GOLF 5, 1.9 TDI with the use of fuels that have been sold in Bosnia and Herzegovina and neighboring countries.

According to the prescribed procedure for the road test we monitored changes of physical - chemical properties of oil. The wear metals (iron, chromium, copper, lead and aluminum) in oil are also controlled. Upon completion of the test engine was dismantled and the assessment of vital parts was carried out. The results showed an excellent engine protection when for lubrication was used a new generation oil of limited chemical composition.

**Referat / Paper C2**Hasan Avdić<sup>1</sup>, Asmir Demirović<sup>2</sup><sup>1</sup>RMU Banovići d.d., <sup>2</sup>Univerzitet u Tuzli, Mašinski fakultet, Bosnia and Herzegovina**Utjecaj performanci hidrauličnog ulja na stanje ispravnosti tehničkih sustava****Impact of hydraulic oil performances on the reliability of technical systems****Sažetak**

Osnovni zadatak hidrauličkih ulja je da djeluju kao medij za prenošenje snage iz jedne točke u drugu. Osim toga, hidraulička ulja moraju osigurati odgovarajuće brtvljenje, štiti sustav od korozije i hrđe, osigurati odgovarajuću jakost uljnog filma radi smanjenja trošenja, imati mogućnost brzog taloženja i izdvajanja netopljivih kontaminata koji uđu u sustav, osigurati kompatibilnost s metalima i brtvama, imati dobru oksidacijsku stabilnost i dr.

Tijekom eksploatacije pod djelovanjem različitih faktora mehaničkog, fizikalnog i kemijskog karaktera odvijaju se procesi starenja, odnosno degradacije triboloških sustava. Degradacijskim procesima različitih mehanizama izloženi su svi elementi sustava, i mehaničke kontaktne komponente i ulje za podmazivanje. Zbog degradacijskih procesa mijenjaju se njihove osnovne, funkcionalne karakteristike, što s vremenom uzrokuje stanje "u otkazu".

U ovom radu će biti analiziran utjecaj performanci hidrauličkog ulja (fizikalno kemijske – karakteristike, prisutnost nečistoća u ulju) na stanje ispravnosti tehničkih sustava u RMU Banovići.

**Abstract**

The main task of the hydraulic oils is to serve as medium for transmitting power from one point to another. Additionally, hydraulic oils must: ensure adequate sealing, protect the system from corrosion and rust, suitable strength of the oil film to minimize wear, have the possibility of rapid sedimentation and separation of insoluble contaminants that enter the system, assure compatibility with metals and seals, have a good oxidation stability, etc.

During the exploitation due to the influence of various factors, mechanical, physical and chemical the processes of aging or degradation of tribological systems are to be noticed. All elements of the system, the mechanical contact components as well as lubrication oil are exposed to the various mechanisms of degradation processes. Because of the degradation processes their basic, functional characteristics change, which eventually leads to the state of "stalling".

This paper gives an analysis of impact of hydraulic oil performances (physicochemical characteristics, the presence of mechanical impurities in oil) on the reliability state of technical systems in the brown coal mine (BCM) Banovići.



**Referat / Paper C3**

Tonča Čaleta Prolić, Anđelko Lepušić  
MAZIVA-ZAGREB d.o.o., INA grupa, Croatia

**Utjecaj pjenjenja na svojstva protiv trošenja mazivih ulja****Effect of foaming on the antiwear properties of lubricating oils****Sažetak**

Skлонost pjenjenju mazivih ulja predstavlja ozbiljan problem u sustavima kao što su zupčaničke transmisije s velikim brzinama, pumpanje kod visokih volumena i kod podmazivanja prskanjem.

Zbog pjenjenja dolazi do diskontinuiranog podmazivanja, gubitka maziva zbog prelijevanja, što može dovesti do mehaničkih oštećenja i kavitacije, a posljedice su smanjeni vijek trajanja uređaja i veći troškovi održavanja.

U svhu ocjenjivanja radnih svojstava mazivih ulja u primjeni, razvijeni su različiti postupci koji simuliraju radne uvjete.

U radu su prikazani različiti tipovi mazivih ulja kod kojih je analizirana dinamika stvaranja i nestanka pjene, te sklonost pojavi adhezivnog - kliznog trošenja pri različitim brzinama.

**Abstract**

Foaming tendency of lubricating oils is a serious problem in systems such as gear transmissions of high speed, pumping of high volume and the lubricating by spraying.

Because of foaming the lubrication is discontinuous, there is loss of lubricant due to overflow, which can lead to the mechanical damage and cavitation, where the reduced lifetime of the product and increasing maintenance costs are the consequences.

In order to assess the performance of lubricating oils in the application, various techniques have been developed to simulate the operating conditions.

The paper presents various types of lubricating oils in which the dynamics of creation and destruction of foam is analyzed, as well as the tendency to adhesive-sliding wear at different speeds.

**Referat / Paper C4**

Ljiljana Pedišić, Miroslav Felja  
MAZIVA-ZAGREB d.o.o., INA grupa, Croatia

**Prednost primjene sintetičke tekućine za obradbu metala pri operacijama dubokog vučenja lima****Advantages of synthetic metalworking fluid application for sheet deep drawing operation****Sažetak**

Od tekućina za obradbu metala pri operacijama deformiranjem zahtijevaju se visoka radna svojstva, a posebno svojstva upravljanja tribološkim učincima. Temeljem novih saznanja o kemikalijama, postoji potreba i za razvitkom novih proizvoda, a prema specifičnim zahtjevima procesa obradbe kao što je duboko vučenje lima. Na razvitak tekućina za obradbu metala uvelike je utjecala zabrana primjene klorparafina, široko primjenjivanog aditiva za nošenje visokih pritisaka (EP) kroz tzv. negativne liste ili zakone zaštite okoliša. Kao zamjeski aditivi za poboljšanje svojstava podmazivanja mogu se upotrijebiti aditivi na osnovi sumpora, fosfora, zatim sintetički i prirodni esteri, i dr. Postoje određeni nedostaci primjene tekućina na osnovi mineralnih ulja te se razmatra mogućnost primjene zamjenskih formulacija.

Ovaj rad prikazuje rezultate ispitivanja više vrsta vodomješljivih tekućina za obradbu metala različitim aditivima za poboljšanje svojstava podmazivanja kako na osnovi mineralnog ulja tako i sintetičkih. Ispitivanjem u laboratoriju i u primjenskim uvjetima pri operacijama dubokog vučenja lima prikazat će se prednosti sintetičke tekućine.

**Abstract**

Metalworking fluids for deformation processes are expected to show a high level of performance especially in tribological effects control. Based on new facts about chemicals there is need for development of new products according to specific requirements of severe processes as are sheet deep drawing operations. The development of metalworking fluid was very much affected by the abolishment of chlorinated paraffin widely used EP additive through "negative lists" or environmental laws. As replacement EP additive can be used additives based on sulphur, phosphorus then synthetic and natural esters etc. Because of some disadvantages of mineral oil based fluids there is space for development new formulation free from mineral oil so called synthetic metalworking fluid.

This paper shows examinations results of several watermiscible metalworking fluids containing different lubricating additives based on mineral oil and also synthetic.

Examination in laboratory and in application at complex process of sheet deep drawing will show the advantages of synthetic metalworking fluid.

**Referat / Paper C5**Lidija Ćurković<sup>1</sup>, Ljiljana Pedišić<sup>2</sup>, Gordana Matijašić<sup>3</sup>, Milan Sladojević<sup>4</sup><sup>1</sup>Fakultet strojarstva i brodogradnje, Sveučilište u Zagrebu, Croatia<sup>2</sup>MAZIVA-ZAGREB d.o.o., INA grupa, Croatia<sup>3</sup>Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Sveučilište u Zagrebu, Croatia<sup>4</sup>Applied Ceramics, Croatia**Karakterizacija tekućine za hlađenje, ispiranje i podmazivanje nakon obrade Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> keramike****Characterization of liquid for cooling, washing and lubricating after the Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ceramics treatment****Sažetak**

Tijekom brušenja Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> keramike korištena je 5 %-tna vodena otopina sintetičke tekućine. U radu je provedena karakterizacija sintetičke tekućine koja se koristila za obradbu Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> keramike. U tu svrhu određeni su fizikalno-kemijski parametri, svojstva zaštite od korozije, svojstva pjenjenja, te svojstva hlađenja i podmazivanja. Navedeni parametri su određeni prije strojne obradbe te nakon brušenja. Tekućina nakon brušenja sadrži čestice materijala koji se obrađivao. Prije ponovne uporabe tekućine potrebno je prethodno odijeliti odgovarajućim postupkom (filtracijom ili sedimentacijom) čestice materijala. U tu svrhu određena je i raspodjela veličina čestica u tekućini nakon obradbe. Rezultati ispitivanja pokazuju da se fizikalno-kemijska svojstva sintetičke tekućine ne mijenjaju nakon obradbe, te da se ona nakon postupka odjeljivanja čestica Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> može ponovno koristiti u procesu obradbe.

**Abstract**

During grinding of the Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ceramics the 5 % aqueous synthetic fluid was used in. In this work characterization of the synthetic fluid used for the treatment of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ceramics was carried out.

For this purpose, the physico-chemical parameters, protection properties against corrosion, foaming, and the capability of cooling and lubrication are determined. These parameters were determined prior to machining and after grinding. After grinding the fluid contains particles of the material that had been processed. Before the liquid reuse it is necessary to separate the material particles with the assistance of corresponding procedure (filtration or sedimentation). For this purpose, the size distribution of particles in the liquid after treatment was determined. The test results show that the physico-chemical properties of the synthetic fluid do not change after treatment and that after the separation of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> particles it can be reused in the process of grinding.

**Referat / Paper C6**Boris Kržan<sup>1</sup>, Jože Vižintin<sup>1</sup>, Franz Novotny Farkas<sup>2</sup><sup>1</sup>University of Ljubljana, Centre for Tribology and Technical Diagnostics, Slovenia<sup>2</sup>OMV Refining & Marketing GmbH, Austria**Sposobnost podnošenja opterećenja zaribavanjem kod presvučenih zupčanika podmazanih prilagođenim uljem****Scuffing load capacity of coated gears lubricated with the adapted oil****Sažetak**

Povećanje gustoće snage prepoznato je kao jedan od strateških ciljeva u industriji zupčanika. Smanjivanje dimenzija mjenjača znači veća opterećenja na dodirnim površinama i manju količinu maziva u sustavu što se odražava u većim temperaturama i tanjim zaštitnim filmovima ulja na ležajevima i zupčanicima. Napredak i istraživanja provedena na čvrstim zaštitnim prevlakama obećavaju povećanje podnošenja opterećenja od strane zupčanika. Najčešće korištene i najuspješnije prevlake zupčanika su one dopirane volframovim karbidom (W-DLC).

Usporedna proučavanja sposobnosti podnošenja opterećenja zupčanika W-DLC presvučenih i onih bez prevlake provedena su na standardnoj FZG *back-to-back* ispitnoj opremi. Radi jasnije usporedbe poboljšanja otpornosti spram trošenja presvučenih zupčanika podmazivanih prilagođenim uljnim smjesama, odabrano je ulje s vrijednošću trostrukog modula zupčanika. Studija pokazuje da su gubici mase W-DLC/W-DLC presvučenih ispitnih zupčanika gotovo zanemarivi do  $T = 534$  N m, kad je ispunjen kriterij izostanka trošenja na temelju gubitka mase. Kod seta čelik/čelik zupčanika trošenje se javlja pri  $T = 60$  N m, što ukazuje na do osam puta veći okretni moment W-DLC presvučenih zupčanika.

**Abstract**

Increasing power density has been identified as one of the strategic goals in gear industry. Downsizing gearboxes means higher contact loads and less lubricant in the system that translates into higher oil temperatures and thinner protective films for bearings and gears. Recent advances and research made in the hard protective coatings are holding the promise for increasing load capacity of gears. The most used and successful coating for gears is doped with tungsten carbide (W-DLC).

Investigations of the load carrying capacity of W-DLC coated and uncoated gears were performed on a standard FZG back-to-back test rig. To better demonstrate the improved scuffing resistance of coated gears lubricated with the adapted oil blend, an oil level of three times the modulus of the gear was chosen. Study reveals that weight losses of W-DLC/W-DLC coated test gears are almost negligible up to  $T = 534$  N m, when scuffing failure criteria based on mass loss was fulfilled. With steel/steel gear sets the scuffing occurred at  $T = 60$  N m, indicating to eight-fold higher torque capacity of W-DLC coated gears.

**Referat / Paper C7**Dušan Čurčija<sup>1</sup>, Ilija Mamuzić<sup>1</sup>, Marian Buršak<sup>2</sup>, Jiri Klíber<sup>3</sup><sup>1</sup>Hrvatsko metalurško društvo, Croatia<sup>2</sup>Tehnickal University of Košice, Slovakia<sup>3</sup>Tehnickal University of Ostrava, Czech Republic**Utjecaj poprečne hrapavosti na proces hladnog valjanja s mazivima****Effects of cross-roughness on cold rolling process with greases****Sažetak**

U radu su dana rješenja za proračun visine sloja maziva na ulaznom presjeku zone deformacije u ovisnosti o poprečnoj hrapavosti valjaka i trake. Analitička rješenja koja prekrivaju područja svih zahvatnih kutova hladnog valjanja, uzimaju u obzir i utjecaj visine sloja maziva na traci ispred valjaka. Dana su i objašnjenja kako izvršiti proračun visine sloja maziva kada se hrapavost može zanemariti, tj. kada se približava idealno glatkim površinama i kada se može zanemariti utjecaj visine sloja maziva na traci ispred valjaka.

Rješenja koja vrijede za laminarni tok maziva i izotermne uvjete procesa hladnog valjanja s mazivima, koliko se može sagledati u podacima literature jedinstvena su.

**Abstract**

The article presents the formulas for calculating the grease layer height at inlet dia of deformation zone depending on cross-roughness of the rolls and the strip. Analytical solutions covering the fields of all gripping angles of cold rolling process take into account the effect of the grease layer height on the strip in front of the rolls. Explanations are offered how to calculate the grease layer height when roughness can be neglected, i.e. when it reaches an ideal smooth surface, and when the grease layer height on the strip in front of the rolls can be neglected.

The formulas relating to the laminar flow of grease and isothermic conditions of cold rolling process seems to be unique as far as data from literature are concerend.

<b>Referat / Paper D1</b>
Ružica Marinčić, Ankica Barišić MAZIVA-ZAGREB d.o.o., INA grupa, Croatia
<b>Iskustva akreditiranog laboratorija u međulaboratorijskim poredbenim ispitivanjima</b>
<b>Experiences of accredited laboratory in interlaboratory comparative testings</b>

### **Sažetak**

Služba kontrole kvalitete od 2007. g. sudjeluje u međulaboratorijskim poredbenim ispitivanjima u organizaciji ASTM-a (Interlaboratory Crosscheck Program) i IIS iz Nizozemske, a i sama je organizator takvih ispitivanja. Svrha ovog rada je prikazati iskustva akreditiranog laboratorija preko statističkih parametara poredbenih ispitivanja (z-vrijednosti, relativne sustavne pogreške, stabilnost laboratorija). Organizatori poredbenih ispitivanja (ASTM, IIS i Služba kontrole kvalitete) prate i ocjenjuju dobivene rezultate te ih dostavljaju svakom sudioniku, u svrhu dokazivanja osposobljenosti laboratorija za provedbu ispitivanja.

Sudjelovanjem u međulaboratorijskim poredbenim ispitivanjima Služba kontrole kvalitete ima stalni nadzor nad procesom ispitivanja. Zadovoljavajući rezultati ispitivanja daju dodatnu potvrdu osoblju laboratorija o ispravnom načinu rada kao i kontinuiranu vjerodostojnost ispitnih rezultata što je ujedno i zahtjev norme HRN EN ISO/IEC 17025 - osiguranje kvalitete rezultata ispitivanja.

### **Abstract**

Since 2007 the Quality Control Service has been participating in the interlaboratory comparison tests organized by the ASTM (Interlaboratory CrossCheck Program) and the IIS from the Netherlands, and itself is the organizer of such tests. The purpose of this paper is to present experiences of an accredited laboratory with the assistance of statistical parameters of the comparative tests (z-value, the relative systematic error, the stability of the laboratory). Organizers of comparative tests (ASTM, IIS and Quality Control Service) monitor and evaluate the results and forward them to each participant, in order to prove competence of the laboratory for the tests conducting.

By participation in the interlaboratory comparison studies the Quality Control Service has a permanent control over the testing process. Satisfactory test results provide additional confirmation to the laboratory staff on the correct working procedure as well as continuous credibility of the test results which is at the same time the request of the HRN EN ISO / IEC 17025 standard - quality assurance of test results.

<b>Referat / Paper E1</b>
Biserka Šagovac Lazar, Dunja Čehajić Labaš, Ružica Marinčić MAZIVA-ZAGREB d.o.o., INA grupa, Croatia
<b>Gospodarenje rabljenim uljima</b>
<b>Management of waste oils</b>

### **Sažetak**

Zbrinjavanje otpada je jedan od značajnijih i zahtjevnijih procesa u okviru unapređenja upravljanja okolišem i iskorištavanja vrijednih svojstava otpada. Dakle, gospodarenje otpadom može se i treba razmatrati interdisciplinarno s obzirom na značaj i utjecaj na industrijske i ostale procese, mogućnosti kojima se otpad pretvara u značajan izvor energije, sekundarne sirovine, materijale i drugo. Upravljanje otpadom je trenutačno jedan od gorućih problema u svijetu i u Hrvatskoj, a aktivnosti u procesu zbrinjavanja otpada nisu jednostavne niti za jednog od sudionika u tom lancu.

U radu obrađujemo neke aspekte gospodarenja otpadnim mazivim uljima s naslova zakonskih propisa te podataka tijela državne uprave za razdoblje 2007. - 2010.

Na primjeru i iskustvima Maziva-Zagreb, ovlaštenog koncesionara za sakupljanje i za oporabu otpadnih mazivih ulja, pokušali smo utvrditi jake točke sustava, slabosti i moguća poboljšanja.

### **Abstract**

Waste disposal is one of the most important and demanding processes in the improvement of environmental management and usage of worthy aspects of waste. Thus, waste management can and should be considered in an interdisciplinary view of the importance and impact on industrial and other processes, the possibility of converting the waste into important source of energy, secondary raw materials, etc. Currently, waste management is one of the most pressing problems in the world as well as in Croatia and activities regarding the process of waste disposal are not simple for any of the participating parts.

This paper deals with some aspects of the waste lubricating oils management regarding the legislation and data provided by the state administration for the period of 2007-2010.

Based on the example and experiences of Lubricants-Zagreb, Ltd., an authorized collecting and recycling waste lubricating oil dealer, we tried to identify the strengths, weaknesses and possible improvements of the system.

<b>Referat / Paper E2</b>
Sead Muharemi KEMIS-TERMOCLEAN d.o.o., Croatia
<b>Iskustva u tri godine sustava gospodarenja otpadnim mazivim uljima</b>
<b>Three years experience in the management of waste lubricating oils</b>

### **Sažetak**

Prikazana su iskustva u vezi zbrinjavanja otpadnih mazivih ulja kroz tri godine, od kada je sustav uspostavljen. Zbrinjavanje otpadnih ulja uključuje skladištenje na mjestu nastanka otpada, sakupljanje putem ovlaštenih sakupljača i konačnu obradu.

Prije svega, dan je osvrt na zakonsku podlogu sustava te probleme vezane uz njezino provođenje. Dan je i pregled dostupnih podataka vezanih uz sustav gospodarenja otpadnim mazivim uljima.

Neki od problema na koje se nailazilo vezani su uz zahtjeve Fonda za vaganjem na samo određenim vagama, problemi s inzistiranjem na fizikalno kemijskim analizama za relativno male količine otpadnih ulja, problemi s neispravnim fizikalno kemijskim analizama ili analizama kojima nedostaju određeni parametri, problemi s nepravilnim skladištenjem na mjestu nastanka otpada, problemi s izvozom kliznih masti, te problemi sa zbrinjavanjem otpadnih ulja.

Uz sve spomenute probleme treba naglasiti da je sustav gospodarenja otpadnim uljima ipak značajno unaprijeđen u odnosu na stanje prije. Uz otklanjanje problema spomenutih u ovome radu, a i određenih problema koji se javljaju proizvođačima/uvoznicima ulja i obrađivačima otpadnih ulja, sustav bi mogao biti i bolji.

### **Abstract**

The experiences regarding the disposal of waste lubricating oil during three years, since the establishment of the system are displayed. The disposal of waste oils includes storage of waste at source, collecting by official collectors and final processing.

The legislation basis of the area and related problems associated with its implementation are considered, as well as a review of available data related to the management of the waste lube oils.

Some of the encountered problems are related to the requirements of the Fund regarding weighing only at the specified balances, the insistence on physical and chemical analysis for relatively small amounts of waste oil, problems related to inaccurate physical chemical analysis or analysis which lack certain parameters, problems of improper storage at the location of waste generation, problems of the slide greases export, and problems with the disposal of waste oils.

Regardless of all mentioned problems, one should emphasize that the system of the waste oils management has been significantly improved compared to the earlier state. After eliminating the problems mentioned here, and other problems that producers and importers of oil as well as the re-refiners of waste oils encounter, the system of the oil management could largely improve.



**Referat / Paper E3**

Mile Stojilković, Dmitry Vukolov  
Naftna Industrija Srbije a.d. Novi Sad, Serbia

**Ekotribologija u primjeni maziva****Ecotribology in the lubricants application****Sažetak**

Svjesni smo činjenice da je čovjek glavni krivac za narušavanje odnosa prema prirodi i životnoj sredini. Moramo priznati da se čovjek rasipnički ponaša prema prirodnim resursima, a intenzivnim zagađivanjem životne sredine, ubrzano narušava ekološku ravnotežu. Posljedice već osjećamo. Priroda nam se osvećuje. Našom krivicom jedemo zagađenu hranu, pijemo zagađenu vodu, udišemo zagađeni zrak. Jesmo li svjesni odgovornosti prema našoj djeci i kakav planet ostavljamo potomcima u naslijeđe? Nemojmo mnogo razmišljati, okrenimo se pronalaženju efikasnih rješenja.

Ohrabruje činjenica da je posljednjih dvadesetak godina, svjesna ozbiljnosti problema, Europska unija donijela uredbe i propise, u obliku euro-normi, kojima se ograničava emisija štetnih materija u ispušnim plinovima, odnosno usporava dalje zagađenje okoliša. Uvođenjem ekotribologije u znanstvenu i stručnu literaturu omogućuje se globalno rješavanje problema. Dva osnovna aspekta ekotribologije: ušteda i očuvanje energetskih izvora i smanjenje štetnog utjecaja na životnu sredinu, moraju biti imperativ svima nama.

Ovaj rad, poštujući osnovna načela ekotribologije, ukazuje na mogućnosti uštede neobnovljivih prirodnih resursa i smanjenje štetnog utjecaja na životnu sredinu u području maziva i podmazivanja.

**Abstract**

We are aware of the fact that man is to blame for disturbing attitude towards nature and environment. We must admit that man has wasteful behaviour towards natural resources and by intensive pollution of the environment man rapidly impairs ecological balance. We can already feel the consequences. The nature is revenging. It is our guilt that we eat contaminated food drink contaminated water, breath the contaminated air. Are we aware of the responsibility toward our children and what kind of planet will leave as a heritage to our descendants? Let's not think too much, but try to find effective solutions.

It is encouraging fact that the European Union, being aware of the seriousness of the problems, during the last twenty years adopted regulations and legislations in the form of the Euro standards that limit emission of the damaging materials in the exhaust gases, thus further slowing down pollution of the environment. Introduction of the Ecotribology in the scientific and professional literature provides a global solution to the problem. Two basic aspects of the Ecotribology i.e. saving and conservation of energy resources well as reducing of the harmful environmental impact must be imperativ to all of us.

This paper by respecting basic principles of the Ecotribology indicates possibility of saving non-renewable natural resources and the possibility to reduce adverse environmental impacts in the field of lubricants and lubrication.

**Referat / Paper E4**

Predrag Petrović, Marija Petrović  
 Institut "Kirilo Savić", Serbia

**Proizvodni, eksploatacijski i ekološki aspekti maziva strojnih sustava****Production, exploitation and environmental aspects  
of machine systems lubricants****Sažetak**

Tijekom tehnoloških procesa izrade komponenata strojnih sustava dolazi do pojava nečistoća, koje se manifestiraju raznim metalnim i drugim strugotinama, zaostatkom ljepljivih komponenata zbog korištenja neadekvatnih sredstava za obradu i hlađenje, stvaranjem naslaga prašine, ostatkom zrnaca od ljevačkog pijeska i jezgara, ostataka ugljika od procesa vrenja, produktima eksploatacije, skladištenja i dr. Da bi se ove nečistoće otklonile, obično se propisuju odgovarajući tehnološki postupci dekontaminacije dijelova, kako tijekom eksploatacije ne bi doprle prije svega u sustav za podmazivanje, a i druge sustave i time narušile predviđenu pouzdanost rada strojnih sustava koji u eksploataciji koriste maziva sredstva. (Na primjer: motori s unutrašnjim izgaranjem, reduktori, mjenjački i diferencijalni prijenosnici, alatni strojevi, razni uređaji i postrojenja i mnogi drugi tehnički sustavi.)

Suvremeni trend razvoja maziva u svijetu, kreće se u pravcu osvajanja novih tipova koja će svojom kvalitetom zadovoljavati tehničke zahtjeve normi Europske unije. Osnovni zahtjevi maziva moraju zadovoljiti fizikalne, kemijske i eksploatacijske karakteristike. Fizikalne i kemijske karakteristike su dobro poznate i mazivu moraju osigurati slijedeće: poboljšanje triboloških osobina, produženje vijeka eksploatacije, povećanje termodinamičkih opterećenja, minimalnu disipaciju energije u zoni podmazivanja, minimalno održavanje, povećanje pouzdanosti, smanjenje korozije, biorazgradljivost, pristupačnu cijenu, jednostavnu proizvodnju i druge osobine. Kada su u pitanju eksploatacijske karakteristike, maziva moraju zadovoljiti: EP svojstva i otpornost na trošenje (test sa četiri kugle), otpornost uljnog filma (Timken test), protutrošuća svojstva maziva kod zupčanika (FZG test ili RYDER test), protutrošuća svojstva hidrauličkih ulja (VICERS test) itd.

Štete od nepravilnog korištenja i odlaganja otpadnih ulja su velike i dugotrajne i s ispušnom emisijom plinova i sadržajem teških metala, odražavaju se na zdravlje više generacija u ljudskoj populaciji izloženoj negativnom djelovanju, kao i na biljni i životinjski svijet. Suvremenim postupcima rerafinacije otpadnih ulja moguće je reciklirati i u osnovi dobiti vrlo dobru sirovinu - bazno ulje. Na ovaj način pored globalne uštede energije omogućava se i dobivanje maziva temeljenih na uporabi rerafinata koji ni po čemu ne zaostaju za kvalitetom maziva dobivenih uporabom rafiniranih baznih ulja iz sirove nafte. Na kraju eksploatacije ili životnog vijeka, maziva, kako mineralnog tako i sintetičkog porijekla, postaju otpadna bez obzira na njihovu prvobitnu namjenu; kao što su korištena strojna ulja i mjenjačka maziva, turbinska ulja i hidraulička ulja. Sva otpadna ulja se označavaju kao opasna, pa je zbog toga vrlo važno utvrditi koju opasnu karakteristiku otpadno ulje pokazuje. Razne akcije za smanjenje otpada, uz poticanje materijalne efikasnosti, smanjenje proizvodnje otpada mogućnošću rerafinacije otpadnog maziva i njenog primarnog ponovnog iskorištenja, kao i ponovno korištenje sekundarnih materijala su trend ekoloških načela i vrlo važan element održivog razvoja.

U ovom radu je dat kratak retrospektivni prikaz primjene maziva s aspekta kontaminacije pri proizvodnji komponenata strojnih sustava, degradaciji maziva tijekom eksploatacije i ekoloških mogućnosti otpadnih maziva u cjelokupnoj eksploatacijskoj i posteksploatacijskoj domeni, uključujući i mogućnosti klasifikacije otpadnih ulja i rerafinacije.

**Abstract**

During the technological process of producing the components of mechanical systems, the impurities appear, manifesting itself by various metal and other chips, remains of sticky components due to use of unsuitable means for processing and cooling, creating layers of dust, remains of the cells of foundry sand and cores, creating of carbon from the process forging, the products of exploitation, storage and others.

In order to remove these impurities, appropriate technological methods of parts decontamination are usually prescribed, to prevent them from reaching in the lubrication system during operation, and other systems and thereby undermine the reliability of designed mechanical systems that are used in the exploitation of lubricating means. (For example: Internal combustion engines, gearboxes, transmissional and differential trunks, machine tools, various tools and devices, equipment and many other technical systems.)

The modern trend in the world of lubricants is moving towards conquering new types of it that will have the quality to satisfy the technical requirements of the European Union. The basic requirements of lubricants must meet the physical, chemical and operational characteristics. Physical and chemical properties are well known and they must provide to the lubricant the following: improving the tribological properties, the extension of the exploitation, biodegradability, increased thermodynamic loads, the minimum energy dissipation in the lubrication zone, minimal maintenance, increased reliability, reduced corrosion, affordable price, easy production and other attributes. As for the operational characteristics of, lubricants must satisfy: EP properties and resistance to wear (test with four balls), oil film resistance (Timken test), anti-wear properties of lubricants in the gears (FZG test or test RYDER), anti-wear properties of hydraulic oils (VICERS test) etc. Damage caused by improper use and waste oils disposal are big and long lasting and together with exhaust emissions and heavy metal content, reflect the health of many generations in human population that is exposed to negative effects, as well as the flora and fauna. Waste oil can be recycled by modern methods of re-refining and actually, a very good raw material can be produced - base oil. In this way, besides the global saving of energy it is possible to obtain lubricants based on the use of re-refinates quality of which is not far behind the lubricants derived from using base oils refined from crude oil.

At the end of exploitation or shelf life, lubricants become waste, of both mineral and synthetic origin, regardless of their original purpose, such as combustible used machine oil, gearbox lubricants, turbine oils and hydraulic oils. All waste oil is characterized as dangerous, thus it is very important to define what dangerous characteristic waste oil shows. Various actions to reduce waste, encouraging material efficiency, reducing waste production by possibility of re-refining waste lubricants and its primary recycle and reuse of secondary materials are trend of ecological principles and important element of sustainable development.

This paper gives a brief retrospective of lubricant application, from the point of contamination during the production of components of mechanical systems, degradation of the lubricant during operation, and environmental possibilities of lubricant waste, both in exploitation and postexploitation domain, including the possibility of classification of waste oil and re-refining opportunities.

**Poster 1**Marica Dugić<sup>1</sup>, Pero Dugić<sup>1</sup>, Ljiljana Lazić<sup>2</sup><sup>1</sup>Rafinerija ulja Modriča, Bosnia and Herzegovina<sup>2</sup>UNIS Fabrika cijevi Derвента, Bosnia and Herzegovina**Razvoj formulacija emulzijskih sredstava za obradbu metala na bazi hidrokrekiranih baznih ulja****Development of metalworking emulsion formulation based on hydrocracked base oils****Sažetak**

Donedavno je bila tradicija da se emulzijska sredstva za obradu metala proizvode na osnovi naftenskih baznih ulja niske viskoznosti. Razlozi za uporabu naftenskih baznih ulja u formulacijama ovih proizvoda povezani su s njihovim kemijskim sastavom, koji osigurava odgovarajuća fizikalno-kemijska svojstva, kao što su: dobra sposobnost emulgiranja, dobra topljivost i dobre niskotemperaturne karakteristike. U današnje vrijeme zbog sve manje raspoloživosti odgovarajućih naftenskih sirovih nafte iz kojih se ova ulja dobivaju, njihova dostupnost je sve manja, a cijena sve viša.

Hidrokrekirana bazna ulja mogu zamijeniti klasična naftenska bazna ulja. Razvoj tehnologije hidrokrekiranja i sve veći broj postrojenja za proizvodnju hidrokrekiranih baznih ulja, osiguravaju dovoljne količine tih niskoviskoznih hidrokrekiranih baznih ulja. Ona sadrže niske koncentracije aromatskih spojeva, kao i spojeva sumpora, te su i u ekološkom pogledu prihvatljivija alternativa tradicionalnim naftenskim baznim uljima. S obzirom na izmijenjen kemijski sastav u odnosu na naftenska ulja, potrebno je razviti odgovarajući sustav emulgatora koji će omogućiti proizvodnju emulzijskih sredstava na osnovi ovih ulja, koja daju stabilne emulzije u širokom rasponu koncentracija.

U radu su dani rezultati istraživanja utjecaja emulgatorskog sustava na stabilnost emulzije s hidrokrekiranim baznim uljima niske viskoznosti.

**Abstract**

Until recently, it was common to prepare the emulsion products for metal processing from naphthenic base oil of low viscosity. Reasons for the use of naphthenic base oils in the formulations of these products are related with their chemical composition, which provides the needed physico-chemical properties, such as good ability of emulsifying, good solubility and good low temperature characteristics. Nowadays, due to smaller availability of naphthenic crude oil from which these oils are obtained, their availability is decreasing and the price increasing.

Moreover, hydrocracked base oils can replace the classical naphthenic base oils in this area. The development of hydrocracking technology as well as the increasing number of plants producing hydrocracked base oils provides sufficient quantities of these low viscosity hydrocracked base oils. They contain low concentrations of aromatic compounds and sulfur compounds, and are also ecologically friendly alternative to the traditional naphthenic base oils. Due to an altered chemical composition compared to the naphthenic oil, it is necessary to develop appropriate emulsifiers in order to enable the production of emulsions using these oils, which give stable emulsions in a wide range of concentrations.

This paper presents results of research of the impact of emulsifying system on the stability of an emulsion from hydrocracked base oils of low viscosity.

**Poster 2**

Valentina Petković, Omer Kovač, Mirko Petković  
Rafinerija ulja Modriča, Bosnia and Herzegovina

**Prednosti HC baznih ulja u formulacijama turbinskih ulja****Advantages of HC base oils in turbine oil formulations****Sažetak**

U radu su obuhvaćena ispitivanja turbinskih ulja različitih viskoznih gradacija ISO VG 32,46,68 formuliranih na osnovi hidrokrekiranih baznih ulja. Obavljena su sveobuhvatna ispitivanja fizikalno-kemijskih karakteristika turbinskih ulja relevantnih za ocjenu kvalitete. Težište je stavljeno na ispitivanje oksidacijske stabilnosti ovih ulja, kao i na utjecaj različitih aditiva. Rezultati ispitivanja su pokazali da turbinska ulja formulirana od hidrokrekiranih baznih ulja grupe II i III pokazuju bolja oksidacijska svojstva u odnosu na ulja formulirana od baznih ulja grupe I. Bolja oksidacijska svojstva su pretpostavka za duži radni vijek turbinskih ulja.

**Abstract**

This paper presents testing of the turbine oils of different viscosity grades ISO VG 32,46,68 formulated using hydrocracked base oils. The comprehensive studies of physical and chemical characteristics of turbine oils relevant to the quality assessment were undertaken. The emphasis is on the examination of oxidative stability of these oils, as well as the influence of various additives. Test results showed that the turbine oil formulated from hydrocracked base oils of Group II and III showed better oxidative properties relative to the oils formulated using Group I base oils. As a matter of fact, better oxidation properties are a precondition for a longer service life of turbine oils.

**Poster 3**

Tomislav Filetin, Božidar Liščić, Božo Matijević  
Fakultet strojarstva i brodogradnje, Sveučilište u Zagrebu, Croatia

**Centar za modeliranja u toplinskoj obradi metala (QRC) u projektu  
“Global database on cooling intensities of liquid quenchants”**

**Quenching Research Centre (QRC) in the project  
“Global database on cooling intensities of liquid quenchants”**

**Sažetak**

Centar za modeliranja u toplinskoj obradi metala (QRC) osnovan je početkom 2010. godine, kao centar izvrsnosti uz financijsku potporu Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa RH. QRC je integralni dio Zavoda za materijale Fakulteta strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu (vidi <http://qrc.fsb.hr>). Osnovne istraživačke mogućnosti i potencijali QRC-a jesu:

- Ohlađivanje u tri različite vrste sredstava za gašenje: tekućinama (voda, ulje, polimerne otopine...), solnim kupkama i u plinovima pod visokim tlakom - sve u jedinstvenim uređajima.
- Mjerenje krivulja ohlađivanja u tekućim medijima i evaluacija podataka s cilindričnom probom promjera 12,5 mm - prema standardima ISO 9950 i ASTM D 6200-01.
- Mjerenje tijeka ohlađivanja i generiranje podataka o dinamici prijenosa topline pri gašenju stvarnih osnosimetričnih dijelova. U tu svrhu razrađena je *Metoda temperaturnog gradijenta*, koja koristi vlastitu cilindričnu probu ( $\varnothing$  50 x 200 mm) s tri ugrađena termoelementa.
- Modeliranje mikrostrukturnih transformacija, raspodjele tvrdoće, zaostalih naprezanja i deformacija.
- Formiranje baza podataka o intenzitetima gašenja različitih sredstava za ohlađivanje.
- Razvoj i primjena novih medija za gašenje i tehnika ohlađivanja, npr. nanofluidi.

QRC je jedan od inicijatora i predlagača, a i aktivni sudionik u budućem projektu “Global database on cooling intensities of liquid quenchants” kojeg koordinira i kojim upravlja International Federation of Heat Treatment and Surface Engineering (IFTHSE). Predloženo je izvođenje projekta u dvije faze:

1. faza: prikupljanje i usporedba podataka mjerenja intenzivnosti ohlađivanja s laboratorijskim metodama za različite tekuće medije i evaluacija podataka za prijelaz topline u realnim uvjetima;
2. faza: korištenje podataka i znanja dobivenih iz 1. faze za razvoj i provođenje računalnih simulacija i optimalizacija uvjeta gašenja za realne kompleksne oblike izradaka; predviđanje rezultirajuće tvrdoće, mikrostrukture, zaostalih naprezanja i deformacija.

**Abstract**

Quenching Research Centre (QRC) has been established at the beginning of 2010 by the financial support of the Ministry of Science, Education and Sport, of the Republic of Croatia, as a centre of excellence. QRC is part of the Department of Materials of the Faculty of Mechanical Engineering, University of Zagreb. The main investigation and research possibilities and potentials of the QRC are (see <http://qrc.fsb.hr>):

- Cooling in three different types of quenchants: liquid, salt bath and high pressure gases by unique equipments.
- Measuring of cooling curves of liquid mediums and evaluation of heat transfer dynamic by cylindrical probe 12,5 mm Dia. according the ISO 9950 and ASTM D 6200-01.
- Measuring of cooling curves and evaluation of heat transfer data at quenching of real axially-symmetric engineering components with a cylindrical probe of 50 mm Dia. x 200 mm, having three thermocouples, by applying the own *Temperature Gradient Method*.
- Modelling of microstructure transformations, quench hardness distribution, residual stresses and distortions.
- Establishing the data bases of quenching intensities for different quenchants.

- Developing and application of new cooling mediums and quenching techniques, e.g. nanofluids. QRC is one of initiator and proposer as well as a forthcoming active participant in the project “Global database on cooling intensities of liquid quenchants” that will be coordinated and conducted by International Federation of Heat Treatment and Surface Engineering (IFTHSE). A two-phase project is proposed:

phase 1: compilation of a database of cooling intensities of different liquid quenchants, characterised by laboratory test methods and evaluation of heat transfer data in workshop conditions;

phase 2: use of the knowledge and data obtained in phase 1 to enable advanced computer-simulations to become standard industrial practice, and optimisation of quenching conditions in each case when quenching real work pieces of complex geometry; prediction of resulting quench-hardness, microstructure, stresses and distortion.

**Poster 4**Slobodan Kraj<sup>1</sup>, Ljiljana Pedišić<sup>2</sup>, Zoran Kožuh<sup>1</sup>, Ivica Garašić<sup>1</sup>, Zlatko Glogović<sup>1</sup><sup>1</sup>Fakultet strojarstva i brodogradnje, Sveučilište u Zagrebu, Croatia<sup>2</sup>MAZIVA-ZAGREB d.o.o., INA grupa, Croatia**Sredstva protiv naljepljivanja i kvaliteta zavarenih spojeva****Anti-spatter products and the weld quality****Sažetak**

U ovom radu analiziran je utjecaj nekih od sredstava protiv naljepljivanja (tržišno dostupnih i onih u razvoju) na kvalitetu zavarenih spojeva. Objasnjeno je koja je njihova primarna zadaća, u kojim agregatnim stanjima se isporučuju, te im je naveden kemijski sastav. Analiziran je njihov utjecaj na postupak zavarivanja, geometrijske značajke, parametre zavarivanja i kvalitetu zavarenog spoja. Efikasnost uporabe sredstava utvrđena je brojanjem kapljica na zavaru i osnovnom materijalu te na sapnici zaštitnog plina nakon zavarivanja. Analizirani su plinovi nastali prilikom MAG zavarivanja zbog mogućeg negativnog utjecaja na zdravlje zavarivača i okoliš. Na temelju rezultata dobivenih ispitivanjem moguće je odabrati optimalno sredstvo protiv naljepljivanja između ispitivanih koje ima izravni i neizravni utjecaj na tehnološku razinu zavarivanja, istovremeno osiguravajući minimalni rizik za zdravlje zavarivača i okoliš.

**Abstract**

In this paper effects upon the weld quality of some «anti-spatter» products that are commercially available on the market and in the process of development have been analyzed. It has been explained what is their primary purpose in welding, in what aggregate states they can be found, and their chemical composition. Influence on welding process, weld geometry, welding parameters, weld quality and efficiency of the welding process have been analyzed. Efficiency has been observed by counting droplets on the weld and base metal, and the shielding gas nozzle after welding. Also the emission of hazardous gases generated by welding using GMAW process was analyzed because they can have an extremely negative influence on health of the welder and the environment. Upon results gathered by investigation it has been made possible to select optimal anti-spatter product between the range of investigated products which has direct and indirect influence on technological level of welding while providing minimal risk for health of the welders and the environment.



**Poster 5**

Krešimir Grilec, Gojko Marić, Enes Kasupović  
Fakultet strojarstva i brodogradnje, Sveučilište u Zagrebu, Croatia

**Ispitivanje otpornosti na umor površine metodom četiri kuglice**

**Testing of resistance on pitting by four-ball method**

**Sažetak**

Umor površine (pitting) je oblik trošenja tipičan za visoko opterećene površine u dodiru prilikom kotrljanja i uzrokovan je cikličkim kontaktnim naprezanjem koje dovodi do stvaranja pukotine. Pri velikim tlakovima mazivo ulazi u pukotine koje se šire. Umor površine ima znatni utjecaj u mnogim inženjerskim primjenama kod kojih postoji koncentrirani dodir i jedan je od prevladavajućih oblika trošenja elemenata prijenosnika kao što su zupčanici i kotrljajući ležajevi.

Modificirani uređaj pod nazivom "četiri kuglice" jedan je od brojnih uređaja koji se mogu koristiti za procjenu sklonosti tekućina da uzrokuju umor površine u kotrljajućem dodiru. Konvencionalni uređaj "četiri kuglice", u skladu sa standardom IP 239, modificira se tako da se omogući rotiranje tri donje kuglice nakon što se one dovedu u dodir s gornjom kuglicom pri čemu ispitivano mazivo podmazuje kuglice. Otpornost na umor površine naziva se dinamičkom izdržljivošću površine i određena je vrijednošću koja se označava oznakom  $L_{10}$ , a prema standardu IP 300 predstavlja vrijeme u kojem će kod 10 % od velikog broja ispitivanih kuglica, podmazivanih ispitivanim mazivom, doći do pojave umora površine (pitinga).

**Abstract**

Pitting is a form of wear typical of highly-loaded surfaces working at a rolling contact and is caused by the cyclic contact stress, which leads to cracks initiation. The lubricant is pressed into the cracks at a very high pressure, making them propagate. Pitting (rolling contact fatigue) is a phenomenon of great practical significance in many engineering applications involving concentrated contacts. It is one of the dominating forms of wear of components in transmissions like toothed gears and rolling bearings.

The modified Four-ball machine is one of a number of machines that can be used to assess the tendency of fluids to produce fatigue failures in rolling contacts. The conventional Four-ball machine, conforming to IP 239, is modified so that the three lower balls are allowed to rotate in special race when brought into loaded contact with single upper ball. The lubricant under test is used to lubricate the balls. The resistance to pitting was characterised by the so-called 10 % fatigue life, denoted as  $L_{10}$  and determined by the procedure presented in IP 300. The value of  $L_{10}$  represents the life at which 10 % of a large number of test balls, lubricated with the tested oil, would be expected to have failed.