

Aktualni trendi razvoja traktorskih olj

Aleš ARNŠEK

■ 1 Uvod

Moderni traktorji so kompleksne naprave, ki so zaradi svoje specifične vloge pri proizvodnji hrane nepogrešljive pri današnjem načinu življenja. Obremenitve pri izredno neugodnih delovnih pogojih, kot so nizke in visoke temperature, veliko prahu ter prisotnost vlage in blata, zahtevajo pravilno nego in vzdrževanje ter uporabo kakovostnih maziv. Izredna raznolikost maziv, ki jo potrebuje sodobni traktor za uspešno delovanje, prinaša vrsto problemov, povezanih predvsem z zamenjavo in uporabo neustreznih maziv. Po drugi strani je v zadnjih letih uporaba biološko hitreje razgradljivih maziv na zaščitenih področjih dosegla precejšen razmah. Onesnaževanje tal in vodnih virov z mineralnimi mazivi, bodisi zaradi človeške malomarnosti, neustreznih konstrukcijskih rešitev ali nepredvidenih razliti, je postalo preveč pereč problem, da bi si pred njim zakrivali oči.

Kmetijsko mehanizacijo označujejo močna in robustna konstrukcija, velike dimenzije in teža, kar je povezano z zahtevami po visoki učinkovitosti ter s težkimi delovnimi razmerami. Od kmetijske mehanizacije, traktorjev in delovnih strojev se zahtevata velika delovna učinkovitost in neprekinjeno delo pri maksimalni obremenitvi in različnih klimatskih pogojih, ob prisotnosti vode, blata in prahu.

Traktorje praviloma poganjajo dizelski motorji, moč se prenaša preko menjalnika, reduktorja in diferenciala, pogosto pa so v sklopu transmisije tudi mokre zavore, hidravlična sklopka ali hidravlični menjalnik. Delovne funkcije se opravljajo s pomočjo sistema hidravlike. Težki obratovalni pogoji, prisotnost prahu, vlage, blata in velikokrat tudi ne najboljše pogoji vzdrževanja predstavljajo izredno visoke zahteve, ki jih morajo dosegati mazalna olja v traktorjih. Pri tem je konstrukcija večine traktorjev taka, da se z istim oljem mažejo tako reduktor, menjalnik, diferencial in hidravlični sistem. Vedno več traktorjev pa ima v pogonskem sklopu tudi mokre zavore, kar postavlja še dodatne zahteve glede kakovosti maziv.

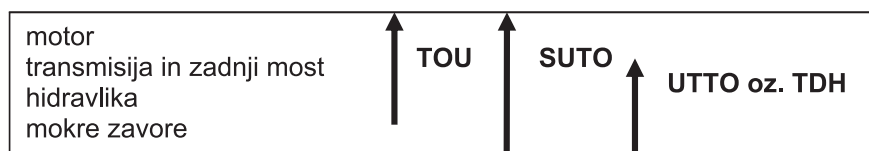
Danes so vprašanja strupenosti, biološke razgradljivosti in biološke akumulacije vse pomembnejša tudi v kmetijstvu. Mineralna maziva so težko razgradljiva in toksična, onesnaževanje tal in vodnih virov z različnimi mazivi pa lahko povzroči resne ekološke probleme. Najbolj sporna področja uporabe so olja za mazanje verig gozdarskih žag, poleg tega pa tudi hidravlična in reduktorska olja za kmetijsko, gradbeno, gozdarsko in rudniško mehanizacijo, kjer že najmanjši izpust lahko povzroči nepopravljive posledice. Od približno 22.000 ton letno prodanih maziv v Sloveniji se jih kot rabljeno

olje zbere le okoli 10 %. Ob tem je verjetno odveč pričakovati, da se vsa manjkajoča količina porabi med obratovanjem. Če pri tem omenimo, da lahko samo en liter mazalnega olja, razlitega na zemlji, onesnaži milijon litrov vode in da lahko en liter olja, zlitega v kanalizacijo, naredi madež na vodi površine enega hektarja [1, 2], potem je razlogov za zaskrbljenost več kot preveč in razlogov za uporabo primerno biološko razgradljivih olj več kot dovolj!

■ 2 Traktorska olja

Razvoj traktorjev je zelo intenziven. Spreminjajo se konstrukcije, pojavljajo se nove tehnične rešitve, materiali, povečujejo se moči in hitrosti ... Konstrukcijsko se različni traktorji seveda razlikujejo, nekateri imajo ločeno mazanje transmisije in hidravlike, nekateri zopet ne, v vsakem primeru pa imajo predpisana najrazličnejša olja.

Ker se ponavadi za vsak traktor uporabljajo različna hidravlično-transmisijska olja, pač v skladu z navodili proizvajalca, lahko menjavanje delovnih priključkov med posameznimi znamkami in tipi traktorjev privede do problemov zaradi mešanja olj, še posebno, če ima traktor tudi mokre zavore. Prav izredno velika raznolikost mazalnih sredstev za menjalnike, reduktorje, diferen-



Slika 1. Vrste traktorskih univerzalnih olj

Mag. Aleš Arnšek, univ. dipl. inž.,
Petrol, d. d., Ljubljana

ciale in hidravliko v praksi velikokrat povzroči okvare na pogonskih strojih in s tem gospodarsko škodo zaradi bistveno skrajšane življenjske dobe posameznih delov traktorja ali delovnega stroja. Zato so univerzalna olja, ki se lahko uporabljajo tako v motorju, transmisiji, hidravliki in mokrih zavorah, zaradi enostavnosti uporabe pri večini uporabnikov v kmetijstvu zelo zaželena (slika 1).

Zgodnja kategorija univerzalnih olj – univerzalno traktorsko olje (TOU – Tractor Oil Universal) – je bila marketinško zelo uspešna. Takšno olje se je uporabljalo tako v motorju kot v prenosnikih in hidravličnih sistemih traktorjev. Vendar je z uvedbo mokrih zavor na traktorjih uporaba olj TOU postala nesprejemljiva zaradi pretiranega ropota zavor, cviljenja oz. škripanja. Kontinuirano raziskovanje je privedlo do paketa aditivov za super univerzalno traktorsko olje (SUTO oz. STOU – Super Tractor Oil Universal), pri katerem je bil poudarek na odpravi neugodnih stranskih pojavov pri kombinaciji motornih aditivov in modifikatorjev trenja. Prvo tako olje je bilo predstavljeno leta 1971 z oznako STOU. Sčasoma pa je oznaka STOU postala splošno razširjen pojem za olja, ki se lahko uporabljajo v vseh glavnih sistemih traktorjev. Prav zaradi težav z olji TOU so se vzporedno z olji SUTO pojavila tudi univerzalna traktorska transmisijska olja (UTTO – Universal Tractor Transmission Oil), ki sicer niso bila namenjena mazanju motorja, so pa zelo dobro reševala probleme, povezane z mokrimi zavorami.

Z uporabo univerzalnih olj lahko uporabniki naredijo velik korak naprej k racionalizaciji mazalnih olj v kmetijstvu. To pomeni kakovostno mazanje sklopov traktorja s samo enim oljem, enostavno in cenejšo oskrbo, odpravo morebitnih zamenjav maziv pri vzdrževanju, s čimer se podaljša tudi življenjska doba traktorjev in delovnih strojev in ne nazadnje tudi izboljša ekološki nadzor nad rabljenim oljem.

Seveda morajo biti takšna olja kakovostna. Največji vpliv na kakovost traktorskih olj imajo proizvajalci

Preglednica 1. Specifikacije najpomembnejših proizvajalcev

Proizvajalec	UTTO		SUTO
Ford	M2C86-B M2C86-C M2C134-B M2C134-C	evropska specifikacija evropska specifikacija ameriška specifikacija svetovna specifikacija	M2C159-B M2C159-C
John Deere	JD 20 C/D	D je zimska verzija C	JD 27
Massey Ferguson	M1135 M1143	francoska specifikacija	M1139 M1144
Case	M1207		

traktorjev in kmetijske mehanizacije. V zadnjih letih so se z združevanjem oblikovale 3 velike korporacije (John Deere, AGCO, CNH), ki predstavljajo več kot 50 % vse svetovne proizvodnje. Ti nenehno diktirajo razvoj in kakovost olj skupaj s svojim razvojem ter postavljajo lastne specifikacije, ki jim mora ustrezati določeno olje, da se lahko uporablja v njihovih traktorjih (strojih) (preglednica 1).

V teh specifikacijah so podane preskusne metode in zahtevani rezultati, ki jim mora olje ustrezati, da si pridobi zaželeno specifikacijo. Olje mora seveda zadostiti zahtevam, ki jih postavljajo motor, menjalnik, reduktor, diferencial in mokre zavore na eni strani in na drugi strani hidravlika. Mazanje zobniških prenosov zahteva dobre protiobrabne lastnosti, mokre zavore zahtevajo posebno karakteristiko trenja, ki omogoča njihovo učinkovito delovanje brez hrupa, cviljenja in vibracij. Traktorji so tudi podvrženi vsem vrstam klimatskih razmer. Suho vreme povzroči kontaminacijo olja s prahom, mokro vreme pa, da hidravlika deluje z dosti večjo vsebnostjo vode kot katero koli industrijsko postrojenje, kar postavlja še dodatne zahteve glede kakovosti olja.

2.1 Smeri razvoja traktorskih olj

Vse večje in višje zahteve, postavljene traktorskim oljem, so vnesle tudi nekaj sprememb v sam koncept univerzalnih traktorskih olj. To je najbolj opazno pri oljih SUTO. Kakorkoli že vzamemo, univerzalno olje je v vsakem primeru nek kompromis med želenimi lastnostmi. Čim več različnih sklopov se maže z enim oljem

in čim več različnih zahtev se postavlja temu olju, tem bolj to olje predstavlja nek kompromis, povprečje med vsemi temi zahtevami. Pri tem še najbolj izstopajo zahteve, ki jih olju postavlja motor. Te se še najslabše vklaplajo v koncept hidravlično-transmisijskih olj. Zato se v zadnjih letih olja SUTO vse bolj opuščajo. V prvi vrsti zato, ker tudi z najnovejšo tehnologijo aditiviranja ne dosegajo najnovejših specifikacij za motorna olja. Tako je njihov tržni delež že pod 2 %, v prvo polnjenje traktorjev pa to olje tudi po večini ne gre več. Tako se skupaj s kakovostnimi motornimi olji vse bolj uporabljajo olja UTTO.

Glede na najnovejšo ekološko zahtevo je vedno večji poudarek tudi na biološko razgradljivih oljih UTTO. Z izdajo Pravilnika o varstvu gozdov (Ul. RS 92/00), ki v 17. členu (Varstvo vodnih območij) določa obvezno uporabo biološko razgradljivih olj v območjih s prvo stopnjo poudarjenosti hidrološke funkcije ter v predelih zavarovane narave, so biološko razgradljiva olja dokončno dobila svoje mesto in ceno.

3 Biološko hitreje razgradljiva traktorska olja

Primerne hitro razgradljive, nestrujene bazne tekočine za zamenjavo mineralnih traktorskih olj so:

- naravni estri:
 - repično olje,
 - sončnično olje,
- sintetični nenasičeni estri:
 - oleati TMP,
- sintetični nasičeni estri.

Rastlinska olja imajo v primerjavi z mineralnimi olji, ki so bolj nevarna zdravju človeka in težko razgradljiva,

vrsto prednosti, predvsem v hitrejši biološki razgradljivosti, nestrupenosti in obnovljivosti surovine. Vendar niso vsa rastlinska olja primerna za maziva. Za dobro delovanje morajo maziva izpolnjevati določene zahteve, kot so dobra mazalnost, dobra korozijska zaščita, združljivost z ostalimi materiali, dobre nizkotemperaturne lastnosti ter zadovoljiva oksidacijska in hidrolitična stabilnost. Zaradi kakovostnih in tudi ekonomskih razlogov se za maziva največ uporabljata repično olje in sončnično olje z visoko vsebnostjo oleinske kisline. Največji problem naravnih biološko razgradljivih olj je v neprijetno slabši oksidacijski stabilnosti glede na mineralna olja. Sintetični estri pa se s svojimi lastnostmi že zelo približajo mineralnim oljem in predstavljajo velik kakovostni korak v razvoju biološko razgradljivih olj. Med najpomembnejšimi so nenasičeni estri, ki so po sestavi podobni naravnim estrom, vendar imajo boljše lastnosti, ter nasičeni estri, ki tudi že v mnogočem prekašajo mineralna olja [3–6].

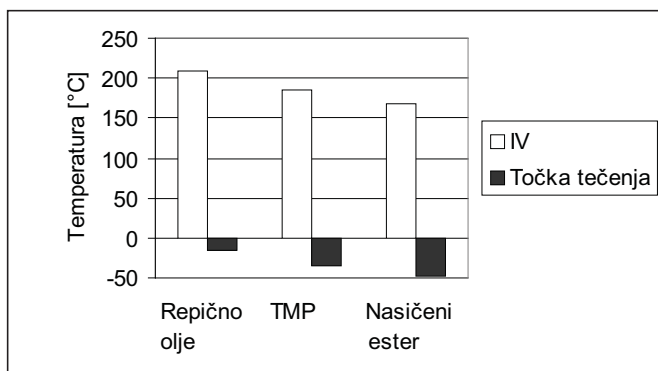
3.1 Osnovne lastnosti biološko hitreje razgradljivih olj

V primerjavo osnovnih lastnosti biološko razgradljivih olj smo zajeli naslednje parametre:

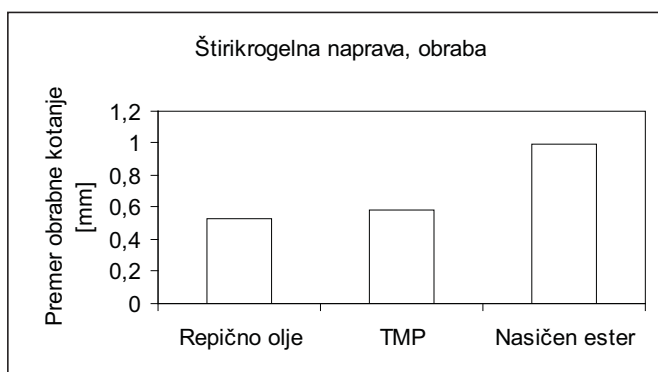
- indeks viskoznosti (SIST ISO 2909),
- točka tečenja (SIST ISO 3016),
- mazalne lastnosti:
 - štirikrogelni aparat Four Ball – obraba (DIN 51 350),
 - FZG – stopnja zajedanja (DIN 51 354),
- oksidacijska stabilnost RBOT (ASTM D 2272).

Vsa biološko hitreje razgradljiva olja imajo v primerjavi z mineralnimi olji (IV 90) zelo visok indeks viskoznosti (>170), kar prikazuje slika 2. To pomeni manjši padec viskoznosti pri segrevanju olja.

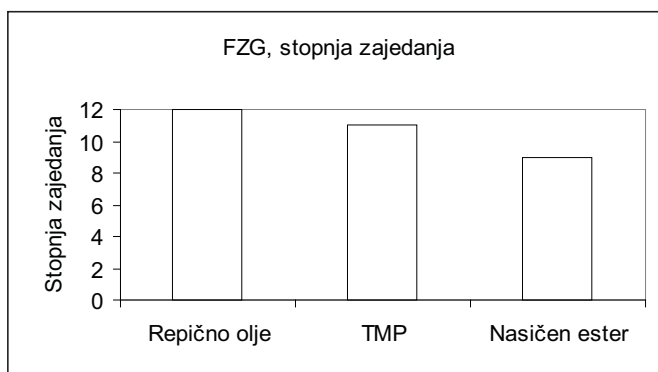
Repična mazalna olja imajo izredno dobre mazalne lastnosti, ravno tako estri TMP, medtem ko imajo nasičeni estri (neaditivirani) primerljive mazalne lastnosti z mineralnim oljem, kar prikazujeta slika 3 in 4.



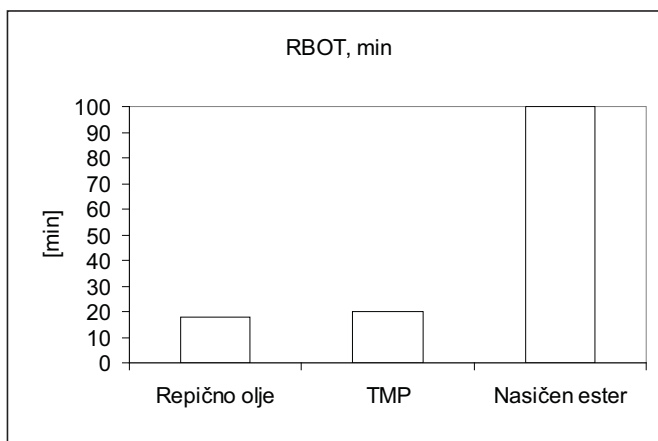
Slika 2. Indeks viskoznosti in točka tečenja za posamezne estre



Slika 3. Rezultati preskušanja odpornosti olj na obrabo na štirikrogelni napravi po DIN 51 350



Slika 4. Rezultati preskušanja odpornosti olj na zajedanje na napravi FZG po DIN 51 354



Slika 5. Oksidacijska stabilnost estrov po ASTM D 2272

Majhen povprečen premer obrabne kroglice na štirikrogelni napravi (slika 3) in visoka stopnja preprečevanja zajedanja na napravi FZG (slika 4) sta pričakovana, ker naravna olja in oleati TMP vsebujejo izjemno polarne organske molekule (maščobne kisline). Te molekule se s svojim polarnim koncem adsorbirajo na kovinsko površino in znižujejo treni koeficient. Mazalni učinek se ustvari s fizikalno oz. kemično adsorpcijo maziva na površino, tj. z nastankom nizkostržne plasti polarnih molekul med kontaktnima površinama [2, 6, 7]. V tem primeru so nizki povprečni koeficienti trenja funkcija baznega olja. Tudi zaradi manjšega padca viskoznosti pri estrih je posledično debelina mazalnega filma večja, ločevanje površin boljše, kontakti med vršički so preprečeni z debelejším mazalnim filmom, površine se posledično manj segrevajo, zato so tudi temperature olja v obratovanju pričakovano nižje [7, 10, 11, 12].

Preglednica 2. Načini aditiviranja posameznih baznih olj

Repično olje/ oleati TMP	Nasičeni estri
zniževala točke tečenja antioksidanti dodatni aditivi (inhibitorji korozije, protipenilci)	AW/EP antioksidanti dodatni aditivi (inhibitorji korozije, deemulgatorji, protipenilci)

Nizkotemperaturne lastnosti posameznih estrov pa se znatno razlikujejo (slika 2). Naravno repično olje ima točko tečenja približno -15°C , oleati TMP približno -35°C , medtem ko nasičeni estri celo pod -50°C , s čimer prekašajo tudi mineralna olja. Za zmerna podnebna razmerja temperature -15°C ne predstavljajo problemov, za hladnejša podnebja pa naravni estri nikakor ne ustrezajo več.

Najboljšo oksidacijsko odpornost ima zaradi svoje sestave nasičeni ester, medtem ko imata naravni ester in oleat TMP znatno nižjo oksidacijsko stabilnost (slika 5).

3.2 Aditiviranje biološko razgradljivih olj

Naravni estri in oleati TMP imajo dobre mazalne lastnosti, vendar sla-

bo oksidacijsko stabilnost. Največja pomanjkljivost nasičenih estrov so relativno slabe mazalne lastnosti, vendar pa imajo odlično oksidacijsko stabilnost. Zato je za posamezne vrste baznih olj potrebno tudi različno aditiviranje, kar prikazuje preglednica 2 [8, 9].

S pravilnim aditiviranjem lahko protiohrabne lastnosti nasičenih estrov znatno izboljšamo, ravno tako pa se lahko izboljša tudi že tako dobra oksidacijska stabilnost (slika 6 in 7).

4 Sklepi

Traktorska olja predstavljajo pomemben delež pri vzdrževanju kmetijskih strojev in naprav. V skladu z najnovejšimi trendi v razvoju in uporabi traktorskih olj se sedaj uporabljajo univerzalna traktorska olja (UTTO)

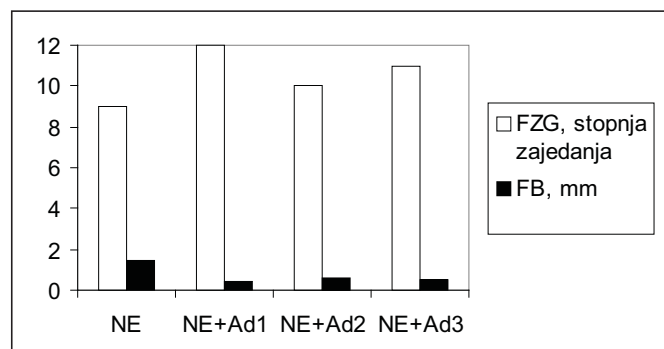
skupaj z modernimi motornimi olji. Medtem ko je uporaba super univerzalnih traktorskih olj (SUTO) v upadanju, je vse večji trend uporabe biološko razgradljivih olj, predvsem na zaščitnih in vodovarstvenih območjih. Določene pomanjkljivosti prvih biološko razgradljivih olj se poskušajo odpraviti z novimi, bolj kakovostnimi baznimi olji, predvsem nasičenimi estri, ki imajo znatno boljšo oksidacijsko stabilnost. Seveda

morajo biološko razgradljiva olja izpolnjevati tako zahteve glede biološke razgradljivosti in netoksičnosti, poleg tega pa tudi tehnične zahteve, saj nek stroj oz. naprava ne razlikuje med mineralnim ali kakršnimkoli drugim oljem – olje mora izpolnjevati enake zahteve.

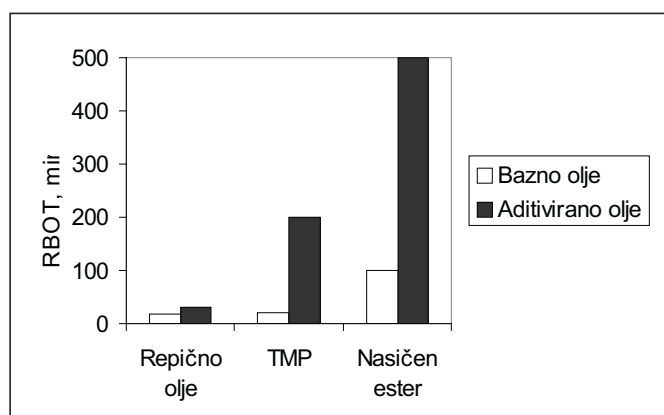
Nasičeni estri predstavljajo velik korak v razvoju biološko razgradljivih olj, saj so po kakovosti primerljivi mineralnim oljem, v mnogočem pa jih tudi prekašajo. Oksidacijska stabilnost je primerljiva mineralnim oljem, kar pomeni, da lahko ostanejo v sistemu enako dolgo kot mineralna olja, imajo široko temperaturno območje uporabe (-40 do $+150^{\circ}\text{C}$), s pravim aditiviranjem pa tudi zlahko dosežejo dobre mazalne lastnosti repičnih olj in oleatov TMP.

Literatura

- [1] Möller, U. J.: "Biologisch schnell abbaubare Schmierstoffe-Einführung in die Problematik", Ökologische und ökonomische Aspekte der Tribologie, TAE 94.
- [2] Möller, U. J.: "Umweltaspekte beim Einsatz von Schmierstoffen", VDI-Ber. 680 (1988), 321–337.
- [3] Hänssle, P., Hoppe, D.: "Umweltverträgliche syntetische Schmierstoffe", Ökologische und ökonomische Aspekte der Tribologie, TAE 94.
- [4] Wilkinson, J.: "Biodegradable lubricants-a review", Maziva 93, Poreč.
- [5] Lal, K., Carrick, V.: "Performance Testing of Lubricants Based on High Oleic Vegetable Oils", Ökologische und ökonomische Aspekte der Tribologie, TAE 94.
- [6] Hubmann, A.: "Chemie pflanzlicher Öle", Ökologische und ökonomische Aspekte der Tribologie, TAE 94.
- [7] Kabuya, A., Bozet, J. L.: "Comparative Analysis of the Lubricating Power Between a Pure Mineral Oil and Biodegradable Oils of the Same Mean ISO Grade", Lubricants and Lubrication / D. Dowson (Editor), Elsevier 1995.



Slika 6. Mazalne lastnosti nasičenega estra (NE) po aditiviranju z različnimi aditivi



Slika 7. Oksidacijska stabilnost estrov po aditiviranju

synthetic BIOLUB

46

Petrol Biolub 46 Synthetic

je vrhunsko biološko razgradljivo hidravlično olje izdelano na osnovi nasičenih sintetičnih estrov (HEES). Olje je posebej namenjeno visoko obremenjenim strojem in napravam, ki delujejo na področjih, kjer obstaja možnost onesnaženja zemlje in vode z mazivom (traktorji, poljedelski, gozdarski, gradbeni stroji, vodne zapornice,...). Uporablja se za hidravlične sisteme, kompresorje, ležaje, gonila, cirkulacijsko mazanje, ipd. Visoka kakovost zagotavlja izredno dolge intervale menjave in uporabo v širokem temperaturnem območju od -40° C do +90° C. Več informacij na www.petrol.si.


PETROL
www.petrol.si

- [8] Hubmann, A.: "Additivierung pflanzlicher Schmierstoffe", Ökologische und ökonomische Aspekte der Tribologie, TAE 94.
- [9] Schülert, G., Bernhard, U., Ude, G., Geiger, G.: "Alterungsverhalten von umweltschonenden Hydraulikflüssigkeiten", Ökologische und ökonomische Aspekte der Tribologie, TAE 94.
- [10] Michaelis, K., Höhn, B.-R.: "Reibungsverhalten biologisch leicht abbaubarer Schmierstoffe", Ökologische und ökonomische Aspekte der Tribologie, TAE 1994.
- [11] Arnšek, A., Vižintin, J.: "Lubricating Properties of Raspeseed-Based Oils", JSL 16-4, 1999.
- [12] Arnšek, A., Vižintin, J.: "Lubricating Properties of Raspeseed Oils Compared to Mineral Oils under a High Load Oscillating Movement", JSL 17-3, 2000.



nadaljevanje s strani 337

■ **24th International Maintenance Conference IMC-2009 and Predictive Maintenance Technology Conference, and Lubrication World PdM-2009 - 24. mednarodna konferenca o vzdrževanju 2009 skupaj s Konferenco o preventivnem vzdrževanju 2009**

17.-19. 11. 2009

Hilton Ocean Walk Village
Daytona Beach, Fla, USA

Organizator/Informacije:

– www.maintenanceconference.com

nadaljevanje na strani 363