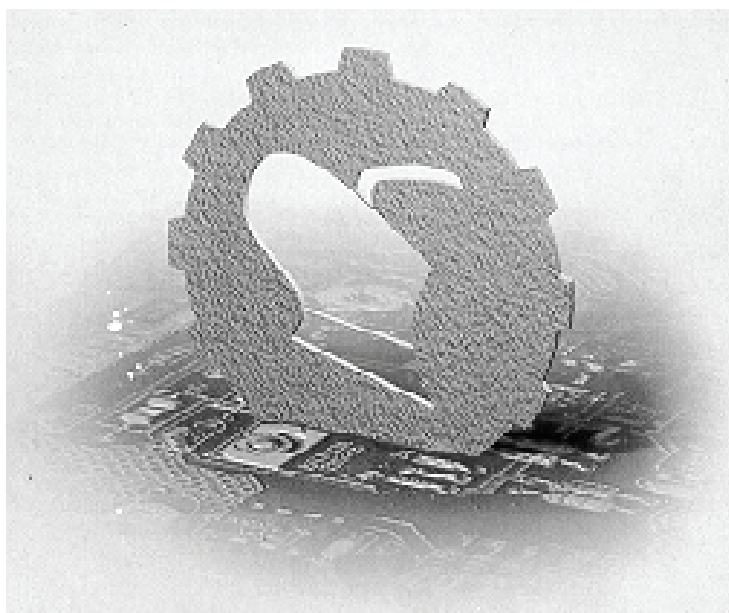


ISSN 0554-5587  
UDK 631 (059)

# ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА



ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ  
ИНСТИТУТ ЗА ПОЉОПРИВРЕДНУ ТЕХНИКУ



Година XXXV, Број 1, децембар 2010.

**Издавач (Publisher)**

Пољопривредни факултет Универзитета у Београду, Институт за пољопривредну технику,  
11080 Београд-Земун, Немањина 6, п. факс 127, тел. (011)2194-606, 2199-621, факс: 3163-317,  
2193-659, e-mail: [pteditor@agrif.bg.ac.rs](mailto:pteditor@agrif.bg.ac.rs), жиро рачун: 840-1872666-79.

**За издавача**

Небојша Ралевић

**Главни и одговорни уредник (Editor-in-Chief)**

Горан Тописировић, Пољопривредни факултет, Београд

**Техничка припрема штампе (Technical Preparation for Printing)**

Иван Спасојевић, Пољопривредни факултет, Београд

**Инострани уредници (International Editors)**

Schulze Lammers Peter, Institut für  
Landtechnik, Universität, Bonn, Germany  
Fekete Andras, Faculty of Food Science,  
SzIE University, Budapest, Hungary  
Magó László, Hungarian Institute of  
Agricultural Engineering Gödollo, Hungary  
Ros Victor, Technical University of  
Cluj-Napoca, Romania  
Sindir Kamil Okyay, Ege University, Faculty  
of Agriculture, Bornova - Izmir, Turkey  
Vougioukas Stavros, Aristotle University of  
Thessaloniki

Mihailov Nicolay, University of Rouse,  
Faculty of Electrical Engineering, Bulgaria  
Silvio Košutić, Faculty of Agriculture  
University of Zagreb, Croatia  
Škaljić Selim, Univerzitet u Sarajevu,  
Poljoprivredni fakultet, Bosna i Hercegovina  
Таневски Драги, Универзитет "Св. Кирил  
и Методиј", Земјоделски факултет, Скопје,  
Македонија  
Димитровски Зоран, Универзитет "Гоце  
Делчев", Земјоделски факултет, Штип,  
Македонија

**Уредници (Editors)**

Марија Тодоровић, Пољопривредни  
факултет, Београд  
Анђелко Бајкин, Пољопривредни факултет,  
Нови Сад  
Мићо Ољача, Пољопривредни факултет,  
Београд  
Милан Мартинов, Факултет техничких  
наука, Нови Сад  
Душан Радивојевић, Пољопривредни  
факултет, Београд  
Раде Радојевић, Пољопривредни факултет,  
Београд  
Мирко Урошевић, Пољопривредни  
факултет, Београд  
Стева Божић, Пољопривредни факултет,  
Београд  
Драгиша Раичевић, Пољопривредни  
факултет, Београд  
Ђуро Ерцеговић, Пољопривредни  
факултет, Београд

Ђукан Вукић, Пољопривредни факултет,  
Београд  
Милован Живковић, Пољопривредни  
факултет, Београд  
Драган Петровић, Пољопривредни  
факултет, Београд  
Горан Тописировић, Пољопривредни  
факултет, Београд  
Зоран Милеуснић, Пољопривредни  
факултет, Београд  
Милан Вељић, Машински факултет,  
Београд  
Драган Марковић, Машински факултет,  
Београд  
Саша Бараћ, Пољопривредни факултет,  
Приштина  
Небојша Станимировић, Пољопривредни  
факултет, Зубин поток  
Предраг Петровић, Институт "Кирило  
Савић", Београд  
Драган Милутиновић, ИМТ, Београд

**Савет часописа (Editorial Advisory Board)**

Јоцо Мићић, Властимир Новаковић, Марија Тодоровић, Ратко Николић, Милош Тешић,  
Божидар Јачинац, Драгољуб Обрадовић, Драган Рудић, Милан Тошић, Петар Ненић

**Штампа (Printing)** "Академска издања" – Земун

**ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА**

AGRICULTURAL ENGINEERING



# ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА

НАУЧНИ ЧАСОПИС

AGRICULTURAL ENGINEERING

SCIENTIFIC JOURNAL

ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ  
ИНСТИТУТ ЗА ПОЉОПРИВРЕДНУ ТЕХНИКУ

Часопис **ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА** број 1 (2, 3, 4)  
посвећен је XIV научном скупу

**АКТУЕЛНИ ПРОБЛЕМИ МЕХАНИЗАЦИЈЕ ПОЉОПРИВРЕДЕ 2010.**

**Програмски одбор - Program board**

Проф. др Душан Радивојевић, председник  
Проф. др Мићо Ољача  
Проф. др Стева Божић  
Проф. др Ђуро Ерцеговић  
Проф. др Ђукан Вукић  
Проф. др Мирко Урошевић  
Проф. др Драган Петровић  
Проф. др Раде Радојевић  
Проф. др Милован Живковић  
Проф. др Горан Тописировић  
Доц. др Зоран Милеуснић  
Мр Марјан Доленшек

**Организатори скупа - Organizers of meeting**

Пољопривредни факултет, Институт за пољопривредну технику, Београд  
Друштво за пољопривредну технику Србије, Београд

**Покровитељи скупа - Donors and support**

Министарство за науку и техниолошки развој Републике Србије  
Министарство за пољопривреду, шумарство и водопривреду Републике Србије

**Донатори - Donors**

Привредна комора Србије  
ИМЛЕК а.д. – Београд  
GEA WestfaliaSurge Serbia d.o.o.- Београд  
Алмекс – Панчево  
Милуровић Комерц – Угриновци

**Место одржавања - Place of meeting**

Пољопривредни факултет, Београд, **10.12.2010.**

**Штампање ове публикације помогло је:**

Министарство за науку и техниолошки развој Републике Србије

## ***РЕЧ УРЕДНИКА***

Часопис ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА, у својој мисији, односно, доприносу информацији и афирмацији области механизације пољопривреде, у укупном тиражу од четири броја 2010. године приказује радове који ће бити саопштени на скупу "Дан пољопривредне технике" 10.12.2010. године на Пољопривредном факултету у Београду - Земуну.

Укупни обим часописа обухвата 45 радова из области пољопривредне технике, који се могу груписати по тематским областима од генералног развоја, информационих технологија, погонских јединица, обраде земљишта, сетве и неге гајених биљака, убирања и транспорта, као и интензивног гајења и обновљивих извора енергије. Неравномерност у структури заступљености појединих тема може имати исходиште у смислу сугерисања тематских скупова у наредном периоду, пре свега када се имају у виду актуелни моменти у стварању пословног амбијента у пољопривреди сходно процесима европских интеграција, међународних споразума и значајних извозних могућности наше пољопривредне производње. Овome свакако треба додати неопходност истицања тема од националног значаја, пре свега када је у питању: пословање водним ресурсима, механизација сточарске производње и развој и примена технолошко-техничких система складишно дистрибутивних центара као генералног доприноса организацији малих пољопривредних произвођача, тржишно атрактивних сировина и при томе стварању амбијента већег степена финализације примарне производње. У наредном периоду истраживачи би требали да се оријентишу и на афирмацију обновљивих извора енергије базираних на могућностима остваривим у примарној пољопривредној производњи. У том смислу било би веома корисно објединити и усмерити истраживачке иницијативе свих релевантних институција наше земље.

Поред тога, наглашава се значајно учешће аутора из иностранства у доприносу размене информација на међународном нивоу.

Посебно се истиче чињеница да је значајан број радова резултат научно-истраживачких пројеката финансираних од стране Владе Републике Србије у категорији националних, технолошких и иновационих пројеката.

Захваљујући се ауторима радова, мора се нагласити да се у наредном периоду, обзиром на наведено, очекују шири и разноврснији садржаји доприноса стручњака пољопривредне технике, у реализацији мисије часописа и афирмацији струке.

*Проф. др Горан Тописировић*







## *In memoriam*

**Prof. dr Milan Đević**

**1956 - 2010**

Dana 6.3.2010. godine preminuo je dr Milan Đević, redovni profesor Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu. Generacije studenata će ga pamtiti kao izuzetnog pedagoga, uvek spremnog da sasluša, razume, pomogne i podrži. Kolege i prijatelji, u zemlji i inostranstvu, družili su se i saradivali sa predanim naučnim radnikom, neprestano nadahnutim novim idejama i neizmerno posvećenim svom poslu.

Milan Đević rođen je u Zemunu, gde je završio osnovnu školu i gimnaziju, a 1974. se upisao na Odsek za poljoprivrednu tehniku Poljoprivrednog fakulteta, gde je diplomirao 1978. Magistarski rad odbranio je 1985., a doktorsku disertaciju 1992. godine.

Od zaposlenja na Poljoprivrednom fakultetu 1980., samostalno i kao koautor objavio je preko 200 naučnih radova. Koautor je i dva univerzitetska udžbenika. Izvodio je nastavu na svim nivoima studija na Odseku za poljoprivrednu tehniku, Odseku za melioracije zemljišta i Odseku za agroekonomiju. U periodu 2003-2006. bio je predavač na internacionalnim posle diplomskim studijama, pod pokroviteljstvom DAAD i Pakta za stabilnost jugoistočne Evrope. Učestvovao je u realizaciji mnogobrojnih domaćih i međunarodnih kurseva i letnjih škola, na temu mehanizacije biljne proizvodnje, energetske efikasnosti proizvodnih sistema i očuvanja prirodnih resursa.

Profesor Đević je svojim kolegama nesebično prenosio iskustva stečena na brojnim studijskim boravcima u Rusiji, Izraelu i Nemačkoj. Rukovodio je izradom 4 doktorska, 2 magistarska, 2 specijalistička i preko 40 diplomskih radova.

Profesor Đević bio je član Commission Internationale du Genie Rural (CIGR). Učestvovao je u formiranju Regionalnog udruženja inženjera poljoprivrede jugoistočne Evrope (AESEE). Recenzirao je četiri univerzitetska udžbenika i bio zvaničan recenzent međunarodnih časopisa Energy i CIGR e-Journal.

Učestvovao je u izradi 25 studija i 8 projekata, a sam rukovodio izradom 4 projekta tehnološkog razvoja MNTR. Predsedavao je Komisiji za standarde u oblasti mašina za poljoprivredu i šumarstvo. Bio je član uređivačkih odbora naučnih časopisa Agricultural Engineering, Savremena poljoprivredna tehnika i Glavni i udgovorni urednik našeg časopisa, Poljoprivredna tehnika.

U oblasti poljoprivrede, stručni i naučni doprinos profesora Milana Đevića ima neprocenjiv značaj. Njegov lik, delo, posvećenost, misija i filozofija života živeće kroz generacije studenata, kolega, saradnika i prijatelja.

Bila je čast, privilegija i zadovoljstvo poznavati profesora Đevića i raditi sa njim.

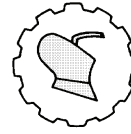
*Uredništvo i saradnici časopisa  
„Poljoprivredna tehnika“*



## SADRŽAJ

Dorić, J., Klinar, I. UTICAJ ENTROPIJE NA IZLAZNE PARAMETRE POGONSKIH OTO MOTORA SUS.....	1-10
Krstić, B., Krstić, V., Krstić, I. TRENDOVI RAZVOJA HIDRODINAMIČKIH MENJAČA MOTORNIH VOZILA.....	11-19
Stojić, B., Časnji, F., Poznić, A. MEHATRONIČKI SISTEMI TRAKTORA U FUNKCIJI SAVREMENE POLJOPRIVREDNE PROIZVODNJE.....	21-29
Radonjić, R. PROBLEMI UPRAVLJANJA VOZILIMA.....	31-37
Ružić, D., Časnji, F. POBOLJŠANJE MIKROKLIME U KABINI POLJOPRIVREDNIH MAŠINA PRIMENOM LOKALIZOVANE DISTRIBUCIJE VAZDUHA.....	39-47
Krstić, B., Krstić, I., Krstić, V. MOGUĆNOST PREDVIĐANJA OPTIMALNOG PERIODA EKSPLOATACIJE MOTORNIH VOZILA.....	49-58
Mileusnić, I.Z., Petrović, V.D., Miodragović, M.R., Dimitrijević, Aleksandra UTICAJ USLOVA EKSPLOATACIJE TRAKTORA NA NJEGOVOU POUZDANOST I RADNI VEK.....	59-67
Radonjić, R., Janković, A., Antonijević, Đ POKAZATELJI AKTIVNE BEZBEDNOSTI POLJOPRIVREDNIH VOZILA.....	69-74
Oljača, V.M., Kovačević, D., Gligorević, K., Pajić, M., Dimitrovski, Z. NESREĆE SA VOZAČIMA TRAKTORA U JAVNOM SAOBRAĆAJU REPUBLIKE SRBIJE.....	75-82
Dolenšek, M., Jerončič, R., Bernik, R., Oljača, V.M. UDESI SA TRAKTORIMA U SLOVENIJI U PERIODU OD POSLEDNJE TRI DECENIJE.....	83-88
Dimitrovski, Z., Oljača, V.M., Gligorević, K., Ružičić, L. NESREĆE SA TRAKTORIMA NA JAVNIM PUTEVIMA U R. MAKEDONIJI.....	89-97
Danilović, M. TRANSPORT OBLOVINE MEKIH LIŠČARA FORVARDEROM JOHN DEERE 1410 D U RAVNIČARSKIM PODRUČJIMA.....	99-111





UDK: 631.614.86

## UTICAJ ENTROPIJE NA IZLAZNE PARAMETRE POGONSKIH OTO MOTORA SUS

Dorić Jovan, Klinar Ivan

Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

**Sadržaj:** Iako su danas u poljoprivredi najviše zastupljeni dizel motori kao pogonska sredstva, pogotovo kao pogon traktora, otto motori ipak imaju velikog udela kod pogona poljoprivredne mehanizacije. Gde se njihova uloga ogleda uglavnom u pogonu kosačica, motokultivatora, pumpi ili kao sastavni deo postrojenja na farmama. Svakako treba dodati činjenicu da se ovakvi motori veoma lako konvertuju na druga pogonska goriva kao što su TNG, CNG ili biogas čime postaju svakim danom sve konkurentniji. U radu je prikazan ireverzibilan matematički model toplotnog oto motora. Model je razvijen tako da bi se dobio jasniji uvid u uticaj generisanja entropije adibatskih procesa, konačnog vremena odvijanja procesa i gubitaka usled transfera toplote. Izlazna snaga i termodinamička efikasnost ciklusa je predstavljena, kao i uticaj raznih parametara na ove vrednosti. Nekoliko interesantnih slučajeva je prikazano preko numeričke analize u vidu dijagrama. Naglasak je stavljen na optimizaciju otovog ciklusa u cilju uštede energije.

**Ključne reči:** Oto ciklus, motor SUS, entropija, energetska efikasnost

### UVOD

Kako je poznato rad se u poljoprivredi u najvećem broju slučajeva dobija putem sukcesivnog širenja radnog tela u cilindru dizel motora. Međutim, iako sa nizom prednosti *Diesel*-ov ciklus nije najekonomičniji termodinamički ciklus toplotnih klipnih motora. Jedan od glavnih razloga za ovu neekonomičnost leži u činjenici da se kod ovog ciklusa toplota dovodi delimično pri konstantnoj zapremini a delimično pri konstantnom pritisku. Za razliku od ovog ciklusa kod otto ciklusa dovod toplote se odvija samo pri konstantnoj zapremini. Teorijski gledano otto ciklus poseduje veći stepen iskorišćenja dovedene toplote u odnosu na savremeni (Sabateov) ciklus. Prikazano relacijom 1.

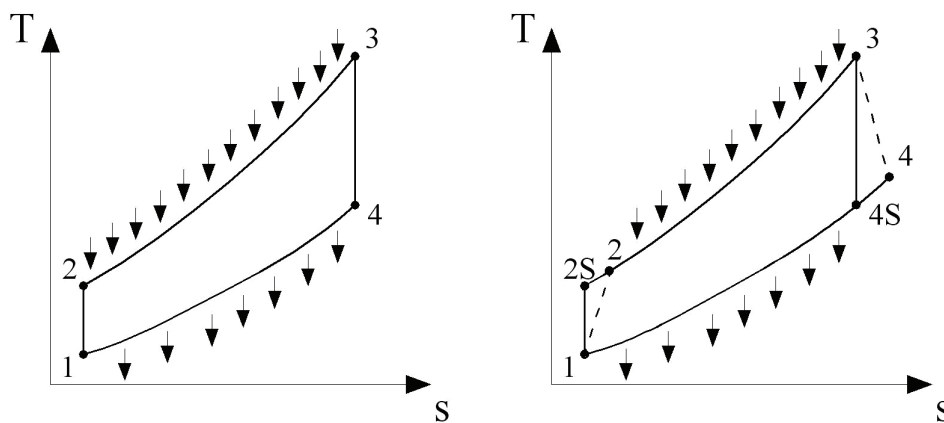
$$\eta_{kombinovani}^{dizel} = \frac{W}{Q_d} = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{\kappa-1}} \cdot \frac{\lambda \cdot \rho^{\kappa} - 1}{\lambda - 1 + \lambda \cdot \kappa \cdot (\rho - 1)} <$$

$$\eta_{oto} = \frac{W}{Q_d} = \frac{C_V \cdot (T_3 - T_2) - C_V \cdot (T_4 - T_1)}{C_V \cdot (T_3 - T_2)} = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{\kappa-1}} \quad (1)$$

Postavlja se logično pitanje, zbog čega su onda dizel motori ekonomičniji u odnosu na oto izvedbe. Odgovor se može naći u vrednosti do koje se radno telo sme sabijati u cilindru motora kod dizel i oto motora. Dobro je poznato da su dizel motori kada je reč o stepenu sabijanja u velikoj prednosti samim tim što priroda dizel goriva dozvoljava veće sabijanje tokom takta kompresije. Međutim, zadnjih godina dolazi do intenzivnog razvoja oto motora čiji rad sve više podseća na rad dizel motora, u takvim motorima ne samo da je povećan stepen sabijanja nego je i paljenje smeđe drugačije izvedeno. Na taj način oto ciklus svakim danom ponovo postaje konkurent na tržištu efikasnog rada.

### ENTROPIJA U OTO CIKLUSU

Studije termodinamičkih ciklusa su danas relativno dobro proučene, ipak kako se rad savremenih toplotnih motora SUS bazira pre svega na realizaciji kružnih termodinamičkih ciklusa, uticaj pojedinih parametara i stanja radnog tela se svakodnevno istražuje. Kada se ostvaruje radni ciklus četvorotaktne izvedbe motora SUS dva takta su od presudnog značaja, takt sabijanja i takt širenja, zato što se u oba takta drastičnije menja unutrašnja energija radnog tela. U ovom radu će biti akcenat dat upravo na uticaju generisanja entropije prilikom ova dva takta. Kao što je poznato od suštinskog značaja je način na koji se motor ophodi prema promenama radnog tela, generisanje entropije tokom ova dva procesa je sastavni deo uticaja motora na kompresiju i ekspanziju. Na sl. 1a, dat je prikaz promena stanja radnog tela idealnog oto ciklusa u TS dijagramu. Ovakva promena stanja radnog tela moguća je samo u slučaju da ne dolazi do promene entropije tokom sabijanja i širenja radnog tela. Sabijanje i širenje radnog tela u realnim uslovima ne mogu teći pri konstantnoj vrednosti entropije, iz tog razloga je na sl. 1b prikazan realniji načelan tok promene temperature u funkciji entropije.



Sl. 1: TS dijagram, a-idealnog oto ciklusa, b-prilikom generisanja entropije tokom sabijanja i širenja radnog tela

Sa sl. 1b se uočava da dolazi do povećanja entropije, gde proces 1-2 i 3-4 generiše entropiju, za razliku od procesa 1-2S i 3-4S. Oto ciklus predstavlja termodinamički model za opis rada motora pri kojem se toplota dovodi pri konstantnoj zapremini, iako u relanim motorima dovođenje toplote ne može da se odigra trenutno, a zbog kinematike klipnog mehanizma klip ne može da miruje duži vremenski period jasno je da je reč o aproksimaciji koja donekle može da opiše realne procese u cilindru motora. Tokom proteklih godina u literaturi se mogu sresti mnogi radovi na temu optimizacije Sabateovog ciklusa u motorima SUS [1-4], u ovom radu će biti prikazana optimizacija otovog ciklusa bazirana pre svega na termodinamici konačnog vremena. Ovakav prilaz termodinamici opisan je za dizel cikluse po autorima [5-7].

### IREVERZIBILAN MODEL OTO CIKLUSA

Dijagram temperature i entropije (T-S) ireverzibilnog (nepovratnog) oto ciklusa prezentovan je ranije slikom 1. Pri čemu su definisane karakteristične tačke  $T_1$ ,  $T_{2S}$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$ ,  $T_{4S}$  koje predstavljaju temperature pri stanjima 1, 2S, 2, 3, 4, 4S. Proces 1-2S predstavlja izentropsku kompresiju (adijabatski reverzibilan), dok je proces 1-2 adijabatski ireverzibilan i oslikava realna zbivanja tokom kompresije. Dovođenje toplote se odvija tokom procesa 2-3 i to striktno prilikom konstantne zapremine. Analogno opisanom, proces sabijanja 3-4S je adijabatski reverzibilan odnosno predstavlja izentropsku ekspanziju, dok proces 3-4 uzima u obzir ireverzibilnost koje egzistira prilikom relanih procesa širenja. Odavanje toplote prilikom procesa 4-1 zaokružuje desnokretni termodinamički ciklus i odvija se pri konstantnoj zapremini kao što je to poznato iz modela otovog ciklusa. Treba napomenuti da temperature  $T_1$  i  $T_4$  zavise pre svega od temperature ambijenta i karakteristike goriva respektivno, stoga će se u ovom slučaju usvojiti kao konstante određene vrednosti koje će kasnije biti definisane tokom numeričke analize. Kada se analizira idealan gas kao radni fluid oto ciklusa, dovedena i odvedena toplota se mogu definisati preko relacija (2) i (3).

$$Q_{in} = Q_{23} = C_V (T_3 - T_2) \quad (2)$$

$$Q_{out} = Q_{41} = C_V (T_4 - T_1) \quad (3)$$

Pri čemu je  $C_V$  specifična toplota radnog tela pri konstantnoj zapremini. Kako je bilo spomenuto, prilikom sabijanja i širenja dolazi do povećavanja entropije sistema, takav uticaj se može predstaviti preko uslovno rečeno efikasnosti sabijanja i efikasnosti širenja definisane relacijama (4) i (5).

$$\eta_k = (T_{2S} - T_1) / (T_2 - T_1) \quad (4)$$

$$\eta_{ek} = (T_4 - T_3) / (T_{4S} - T_3) \quad (5)$$

Temperatura  $T_2$  u funkciji ireverzibilnosti procesa se može dobiti uz korišćenje adijabatskih jednačina idealnog gasa u sprezi sa jednačinama (4) i (5), pri čemu je  $T_2$  jednako (6)

$$T_2 = (1 - 1/\eta_c)T_1 + (1/\eta_c)T_1^\gamma T_3^{\gamma-1} r_p^{\gamma-1} \quad (6)$$

Dok se  $T_4$  dobija iz relacije (7).

$$T_4 = (1 - \eta_e)T_3 + \eta_e T_1^{1-\gamma} T_3^\gamma r_p^{1-\gamma} \quad (7)$$

Pri čemu je  $\gamma = C_p/C_v$ , a  $r_p = p_3/p_1$  i predstavlja odnos maksimalnog i minimalnog pritiska radnog tela.

Kod realnih ciklusa motora pored ireverzibilnosti koja vlada tokom sabijanja i širenja, postoji još ireverzibilnosti koje utiču na izlazne karakteristike ciklusa. Na primer prenos toplote i gubici usled trenja. Definisati stvarni prelaz toplote prilikom sagorevanja je vrlo komplikovano i obimno [8]. Dovedena toplota prilikom sagorevanja data je linearnom funkcijom (8).

$$Q_{in} = \alpha - \beta(T_2 + T_3) \quad (8)$$

Pri čemu su  $\alpha$  i  $\beta$  konstante sagorevanja i prenosa toplote. Jednačina (8) implicira da se transfer toplote između radnog tela i cilindra pokorava Njutnovom zakonu [9] i da su gubici usled prenosa toplote proporcionalni temperaturnoj razlici zida cilindra i radnog tela. Tako se jednačina (8) može napisati u drugom obliku (9).

$$Q_{in} = Q_T - K[(T_2 + T_3)/2 - T_o] = Q_T - \beta(T_2 + T_3 - 2T_o) \quad (9)$$

Pri čemu je  $Q_T$  ukupna dovedena toplota sagorevanjem,  $K = 2\beta$  predstavlja termičku provodljivost,  $T_o$  je srednja temperatura zida cilindra.

U cilju optimizacije snage neophodno je u proračun ubaciti period ciklusa. Uglavnom se u literaturi podrazumeva da je vreme procesa proporcionalno razlici temperatura [10].

$$t_{23} = \delta_1(T_3 - T_2) \quad (10)$$

$$t_{41} = \delta_2(T_4 - T_1) \quad (11)$$

Pri čemu su  $\delta_1$  i  $\delta_2$  konstante proporcionalnosti. Takođe vreme koje protekne za odvijanje dva adijabatska procesa jednako je vremenu razmene toplote, pa se može napisati relacija (12).

$$t_{12} + t_{34} = a(t_{23} + t_{41}) \quad (12)$$

Gde je  $a$  takođe koeficijent proporcionalnosti. Preko jednačina (10-12) dobija se period ciklusa koji iznosi.



$$\tau = t_{12} + t_{23} + t_{34} + t_{41} = (1+a)\delta_1 \left[ (T_3 - T_2) + \frac{\delta_2}{\delta_1} (T_4 - T_1) \right] \quad (13)$$

Konačno se mogu dobiti izrazi za snagu i efikasnost.

$$P = \frac{W}{\tau} = \frac{C_V}{(1+a)\delta_1} \frac{(T_3 - T_2) - (T_4 - T_1)}{(T_3 - T_2) + \delta_2/\delta_1 (T_4 - T_1)} \quad (14)$$

$$\eta = \frac{W}{Q_T} = \frac{(T_3 - T_2) - (T_4 - T_1)}{(T_3 - T_2) + (\beta/C_V)(T_2 + T_3 - 2T_0)} \quad (15)$$

Ako se uvrste sledeće zamene

$$d_1 = -\eta_e T_1^{1-\gamma} T_3^\gamma \quad (16a)$$

$$d_2 = (1/\eta_k) T_1 + (1-\gamma) T_3 + (\gamma-1 + \eta_k) T_3 \quad (16b)$$

$$d_3 = -(1/\eta_k) T_1^\gamma T_3^{1-\gamma} \quad (16c)$$

$$d_4 = \delta_2/\delta_1 (\eta_e T_1^{1-\gamma} T_3^\gamma) \quad (16d)$$

$$d_5 = (1/\eta_k - 1 - \delta_2/\delta_1) T_1 + [\delta_2/\delta_1 (1 - \eta_e)] T_4 \quad (16e)$$

$$d_6 = (1 - 1/\eta_k)(\beta/C_V - 1) T_1 + (1-\gamma) T_3 + (\beta/C_V + \gamma) T_3 - 2(\beta/C_V) T_0 \quad (16f)$$

$$d_7 = (1/\eta_k)(\beta/C_V - 1) T_1^{\gamma-1} T_3^{1-\gamma} \quad (16g)$$

Dobijaju se izrazi (17) i (18) koji predstavljaju takođe izraze za snagu i efikasnost, respektivno, ali u drugom obliku.

$$P = \frac{C_V}{(1+a)\delta_1} \frac{d_1 + d_2 r_p^{\gamma-1} + d_3 r_p^{2(\gamma-1)}}{d_4 + d_5 r_p^{\gamma-1} + d_3 r_p^{2(\gamma-1)}} \quad (17)$$

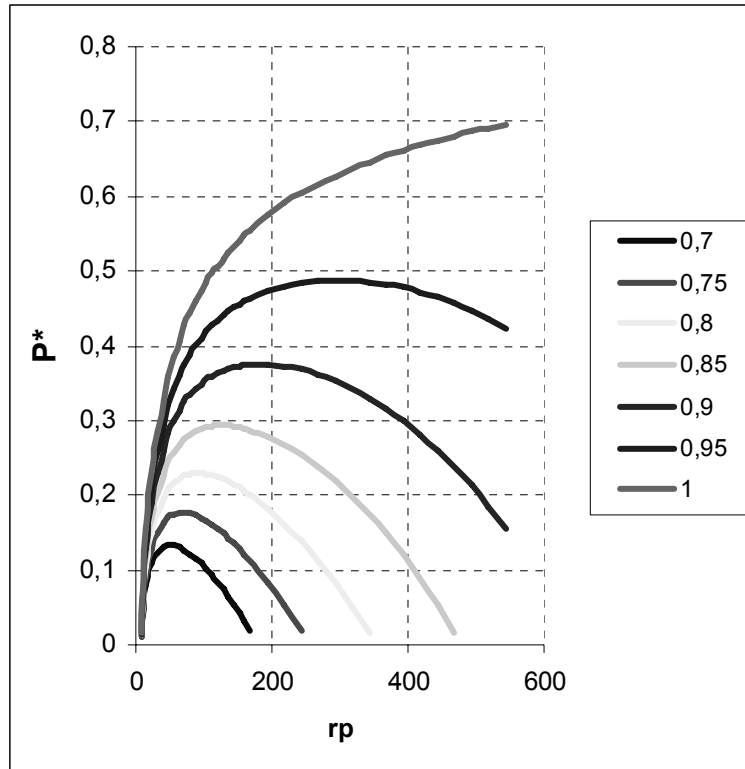
$$\eta = \frac{d_1 + d_2 r_p^{\gamma-1} + d_3 r_p^{2(\gamma-1)}}{d_6 r_p^{\gamma-1} + d_7 r_p^{2(\gamma-1)}} \quad (18)$$

## NUMERIČKI REZULTATI

Preko jednačina (17) i (18) mogu se razviti krive snage i korisnosti u zavisnosti od odnosa pritiska. Polazni parametri koji su uzeti u obzir su sledeći:  $T_1=340$  K,  $T_3=2500$  K,  $T_0=T_1$ ,  $\gamma=1.4$ ,  $\delta_1=\delta_2$ . Takve krive su prikazane slikama 2 i 3. Pri čemu je na sl. 2 prikazana kriva bezdimenzionane snage  $P^*$  koja je definisana relacijom (19). Pri tom se zbog jednostavnijeg računa usvojene pretpostavke da je  $\eta_k = \eta_e$  i da se vrednosti menjaju od 0.7, 0.75, 0.8, 0.85, 0.9, 0.95 i 1.

$$P^* = P / \{C_V [(1 + a)\delta_1]\} \quad (19)$$

Kao što se može uočiti sa dobijenih rezultata postoje vrednosti odnosa maksimalnog i minimalnog pritiska pri kojima egzistira maksimalna izlazna snaga i efikasnost ali samo kada su ispunjeni uslovi  $\eta_k < 1$  i  $\eta_e < 1$  i  $\beta / C_V > 0$ . Da bi se dobila vrednost odnosa maksimalnog i minimalnog pritiska  $r_p$  pri kojima egzistira maksimalna efikasnost i snaga mogu se koristiti izrazi (20) i (21).



Sl. 2. Uticaj stepena nepovratnosti procesa na bezdimenzionu snagu

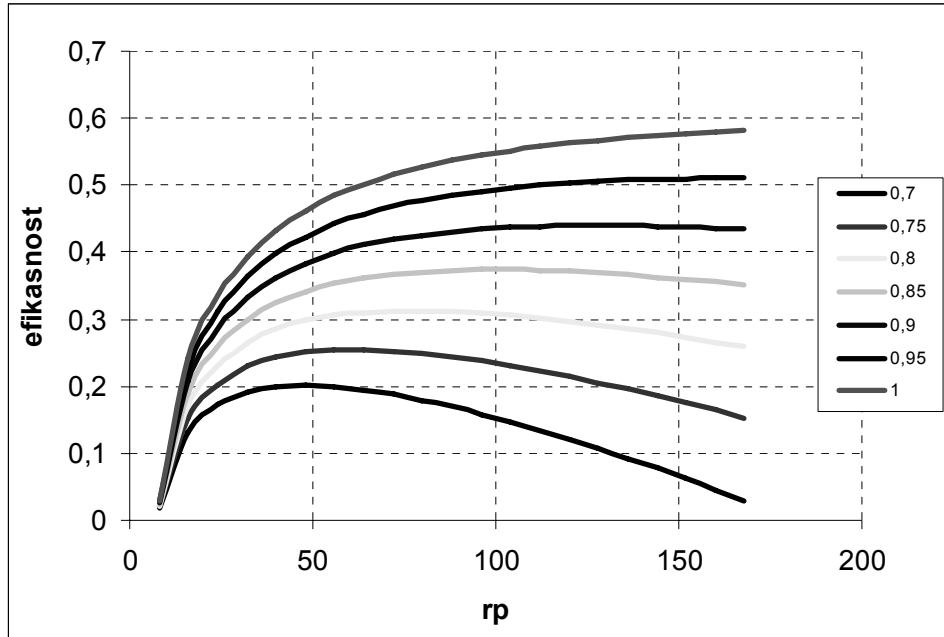
$$r_{pP} = \left( \frac{d_1 - d_4 - \sqrt{d_8}}{d_5 - d_2} \right)^{1/(\gamma-1)} \quad (20)$$

$$r_{p\eta} = \left( \frac{-d_1 d_7 + \sqrt{d_9}}{d_2 d_7 - d_3 d_6} \right)^{1/(\gamma-1)} \quad (21)$$

Pri čemu su:

$$d_8 = (d_1 - d_4)^2 - (d_2 d_4 - d_1 d_5)(d_5 - d_2) / d_3 \quad (22a)$$

$$d_9 = d_1^2 d_7^2 - d_1 d_2 d_6 d_7 + d_1 d_3 d_6^2 \quad (22b)$$



Sl. 3: Uticaj stepena nepovratnosti procesa na efikasnost motora

Zamenom jednačina (20) i (21) u (17) i (18) dobijaju se sledeći izrazi za maksimalnu snagu i maksimalnu efikasnost (23) i (24).

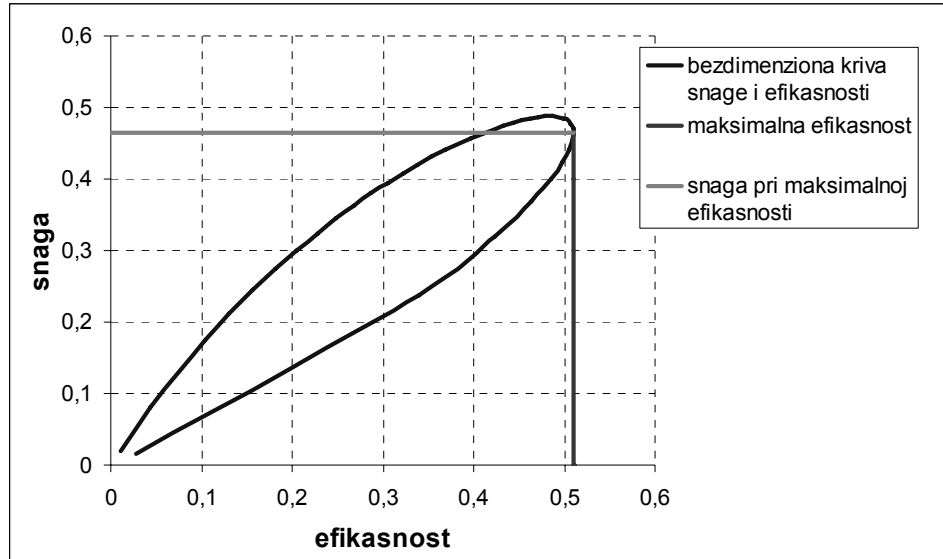
$$P_{max} = \frac{C_V}{(1+a)\delta_1} \left[ d_1(d_5 - d_2)^2 + d_2(d_5 - d_2)(d_1 - d_4 - \sqrt{d_8}) + d_3(d_1 - d_4 - \sqrt{d_8})^2 \right] \quad (23)$$

$$\times \left[ d_4(d_5 - d_2)^2 + d_5(d_5 - d_2)(d_1 - d_4 - \sqrt{d_8}) + d_3(d_1 - d_4 - \sqrt{d_8})^2 \right]^{-1}$$

$$\eta_{max} = \left[ d_1(d_2 d_7 - d_3 d_6)^2 + d_2(d_2 d_7 - d_3 d_6)(-d_1 d_7 + \sqrt{d_9}) + d_3(-d_1 d_7 + \sqrt{d_9})^2 \right] \quad (24)$$

$$\times \left[ d_6(d_2 d_7 - d_3 d_6)(-d_1 d_7 + \sqrt{d_9}) + d_7(-d_1 d_7 + \sqrt{d_9})^2 \right]^{-1}$$

Iz jednačina (17) i (18) mogu se razviti krive bezdimenzione snage i efikasnosti, pri čemu ovakva funkcionalna zavisnost zavisi od stepena nepovratnosti. Jedna takva kriva prikazana je na sl. 3, u ovom slučaju prikazana je kriva za stepen nepovratnosti od 0,95.



Sl. 3: Bezdimeziona zavisnost efikasnosti i snage

Sa sl. 3 se uočava da prikazana situacija dokazuje da zapravo postoje dva osnovna režima rada, kada kriva ima pozitivan i kada kriva ima negativan nagib, ovo je veoma važna konstatacija iz koje se mogu analizirati optimalni režimi rada oto motora SUS.

### ZAKLJUČAK

Krive na slikama 2 i 3 predstavljaju uticaj nepovratnosti procesa sabijanja i širenja na korisnost i snagu termodinamičkog ciklusa, pri čemu su uzeti parametri  $\eta_k = \eta_e$  i vrednosti od 0.7, 0.75, 0.8, 0.85, 0.9, 0.95 i 1 respektivno. Može se uočiti da sa povećanjem nepovratnosti procesa dolazi do smanjenja izlazne snage i korisnosti. Takođe se uočava da sa povećanjem odnosa maksimalnog i minimalnog pritiska rastu i efikasnost i snaga. Ovo je veoma bitna konstatacija s obzirom na činjenicu da je trend razvoja savremenih oto motora takav da oni procentualno sve manje entropije generišu prilikom sabijanja i širenja radnog tela. Druga veoma važna informacija koja proističe iz opisanih rezultata se nalazi u činjenici da se sa povećanjem odnosa pritiska dobija veća efikasnost, trend razvoja oto motora zadnjih godina je takav da se putem povećanja ovih vrednosti približio vrednostima efikasnosti dizel motora

Preko analize date na sl. 3, može se doći do zaključka da postoje pojedini režimi koji su podložni optimizaciji. Na primer, uočava se da kod ovakvog opisanog ciklusa kriva poseduje i pozitivan i negativan nagib, pri tome u radu motora pri jednom režimu dolazi do porasta i snage i korisnosti ciklusa dok u u drugom dolazi do smanjenja obe vrednosti. Sa prikazanih dijagrama lako se dolazi do uočavanja povoljnih oblasti rada motora. Jedan od važnih parametara je svakako izlazna snaga motora, gde se iz ove analize uočava da motor može dati istu snagu pri različitim vrednostima efikasnosti,

naravno sa aspekta dobijanja "čistijeg" rada uvek se teži dobijanju rada uz povećanu efikasnost. Takođe se kao zaključak izvodi da efikasnost ciklusa rapidno opada sa povećanjem gubitka toplote preko zidova cilindra, kao i da povećanje nepovratnosti uslovljava smanjenje efikasnosti i snage.

## LITERATURA

- [1] S.S. Hou, Heat transfer effects on the performance of an air standard Dual cycle, *Energy Conversion Management* 45 (2004) 3003–3015.
- [2] J. Lin, L. Chen, C. Wu, F. Sun, Finite-time thermodynamic performance of a dual cycle, *International Journal Energy Research* 23 (9) (1999) 765–772.
- [3] B., Sahin, O.A. Özsoysal, O.S. Sögüt, A comparative performance analysis of endoreversible dual cycle under maximum ecological function and maximum power conditions, *Exergy International Journal* 2 (2002) 173–185.
- [4] L. Chen, F. Sun, C.Wu, Optimal performance of an irreversible dual-cycle, *Applied Energy* 79 (2004) 3–14.
- [5] A. Parlak, B. Sahin, H. Yasar, Performance optimization of an irreversible dual cycle with respect to pressure ratio and temperature ratio experimental results of a ceramic coated IDI Diesel engine, *Energy Conversion Management* 45 (2004) 1219–1232.
- [6] A. Parlak, H. Yasar, B. Sahin, Performance and exhaust emission characteristics of a lower compression ratio LHR Diesel engine, *Energy Conversion Management* 44 (2003) 163–175.
- [7] A. Parlak, Comparative performance analysis of irreversible Dual and Diesel cycles under maximum power conditions, *Energy Conversion Management* 46 (2005) 351–359.
- [8] D.A. Blank, C. Wu, The effect of combustion on a power optimized endoreversible Diesel cycle, *Energy Conversion Management* 34 (1993) 493–498.
- [9] A. Bejan, *Advanced Engineering Thermodynamics*, John Wiley & Sons, New York, 1988.
- [10] F. Angulo-Brown, J. Fernández-Betanzos, C.A. Díaz-Pico, Compression ratio of an optimized Otto cycle model, *European Journal of Physics* 15 (1) (1994) 38–42.

## ENTROPY EFFECT ON OUTPUT PARAMETERS IN POWERTRAIN OTTO IC ENGINE

**Dorić Jovan, Klinar Ivan**

*Faculty of Technical Science, Novi Sad*

**Abstract:** Although today in agriculture the most represented power source are diesel engines, especially for tractors power, Otto engines still have significant impact during operation of agricultural machinery. Where they are most used for power of mowers, cultivators, pumps, or as part of power for plants on farms. It must be added the fact that these engines can easily convert to other fuels such as LPG, CNG or biogas, which are becoming every day more and more competitive. This paper presents a mathematical model of irreversible Otto heat engine. The model was developed to give a clear insight

into the effect of generating entropy adiabatic process, final time conducting and losses due to heat transfer. Output power and thermodynamic efficiency of Otto cycle is presented, and the influence of various parameters on this value. Several interesting cases are shown through numerical analysis in the form of diagrams. Emphasis is placed on optimizing of the Otto cycle.

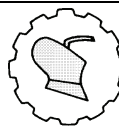
**Key words:** *Otto cycle, ic engine, entropy, energy efficiency.*

## CONTENTS

Dorić, J., Klinar, I. ENTROPY EFFECT ON OUTPUT PARAMETERS IN POWERTRAIN OTTO IC ENGINE.....	1-10
Krstić, B., Krstić, V., Krstić, I TRENDS IN MOTOR VEHICLES POWER TURBO-TRANSMISSION DESIGN.....	11-19
Stojić, B., Časnji, F., Poznić, A. TRACTOR MECHATRONIC SYSTEMS IN SERVICE OF A CONTEMPORARY AGRICULTURAL PRODUCTION.....	21-29
Radonjić, R. THE PROBLEMS OF VEHICLE STEERING.....	31-37
Ružić, D., Časnji, F. IMPROVEMENT OF MICROCLIMATE CONDITIONS IN CAB OF AGRICULTURAL MACHINES BY USING LOCALIZED AIR DISTRIBUTION.....	39-47
Krstić, B., Krstić, I., Krstić, V. POSSIBILITY PREDICTION OF OPTIMAL MOTOR VEHICLES RESOURCES.....	49-58
Mileusnić, I.Z., Petrović, V.D., Miodragović, M.R., Dimitrijević, Aleksandra THE INFLUENCE OF EXPLOITATION CONDITIONS OF TRACTOR TO THEIR RELIABILITY AND LIFETIME.....	59-67
Radonjić, R., Janković, A., Antonijević, Đ. THE PARAMETERS OF AGRICULTURAL VEHICLE ACTIVE SAFETY.....	69-74
Oljača, V.M., Kovačević, D., Gligorević, K., Pajić, M., Dimitrovski, Z. ACCIDENTS WITH TRACTOR DRIVERS IN PUBLIC TRAFFIC OF REPUBLIC OF SERBIA.....	75-82
Dolenšek, M., Jerončič, R., Bernik, R., Oljača, V.M. TRACTORS ACCIDENTS IN SLOVENIA IN LAST THREE DECADES.....	83-88
Dimitrovski, Z., Oljača, V.M., Gligorević, K., Ružičić, L. ACCIDENTS WITH TRACTORS ON PUBLIC ROADS IN F.R.MACEDONIA.....	89-97
Danić, M. LOG TRANSPORT OF THE SOFT DECIDUOUS TREES BY A FORWARDER JOHN DEERE 1410 D ON PLAIN TERRAIN.....	99-111







**Предмет и намена:** ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА је научни часопис који објављује резултате основних и примењених истраживања значајних за развој у области биотехнике, пољопривредне технике, енергетике, процесне технике и контроле, као и електронике и информатике у биљној и сточарској производњи и одговарајућој заштити, доради и преради пољопривредних производа, контроли и очувању животне средине, ревитализацији земљишта, прикупљању отпадака и њиховом рециклирању, односно коришћењу за производњу горива и сировина.

### УПУТСТВО ЗА АУТОРЕ

Захваљујући вам на интересовању за часопис ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА молимо вас да се обратите Уредништву ако ова упутства не одговоре на сва ваша питања.

Рад доставити у писаној и електронској форми на адресу Уредништва

Часопис ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА

Пољопривредни факултет, Институт за пољопривредну технику

11080 Београд-Земун, Немањина 6; п. факс 127 e-mail: [pteditor@agrif.bg.ac.rs](mailto:pteditor@agrif.bg.ac.rs)

У пропратном писму или на самом раду навести име аутора за даљу комуникацију: важећа адреса, број телефона и е-пошта.

Мада сви радови подлежу рецензији за оригиналност, квалитет и веродостојност података и резултата одговарају искључиво аутори. Подразумева се да рад није публикован раније и да је аутор регулисао објављивање рада с институцијом у којој је запослен.

### Тип рада

Траже се оригинални научни радови и прегледни чланци. Прегледни радови треба да дају нове погледе, уопштавање и унификацију идеја у односу на одређени садржај и не би требало да буду превасходно изводи раније објављених радова. Поред тога, траже се и прелиминарни извештаји истраживања у форми краћих прилога. Ова врста прилога мора да садржи нека нова сазнања, методе или тех-нике који очигледно представљају нове домете у одговарајућој области. Кратки прилози објављиваће се у посебном делу часописа. У часопису је предвиђен прос-тор за приказе књига и информације о научним и стручним скуповима.

Рад треба да буде написан на српском језику, по могућству ћирилицом, а прихватају се и прилози на енглеском језику. Будући да су области пољопривредне технике интердисциплинарне, потребно је да бар увод буде писан разумљиво за шири круг читалаца, не само за оне који раде у одређеној ужој области. *Научни значај рада и његови закључци требало би да буду јасни већ у самом уводу* - то значи да није довољно дати само проблем који се изучава већ и његову историју, значај за науку и технологију, специфичне појаве за чији опис или испитивање могу бити употребљени резултати, као и осврт на општа питања на која рад може

да да одговор. Одсуство оваквог прилаза може да буде разлог неприхватања рада за објављивање.

### **Поступак ревизије**

Сви радови подлежу ревизији ако уредник утврди да садржај рада није прикладан за часопис. У том случају се враћа аутору. Уредништво ће улагати напоре да се одлука о раду донесе у периоду краћем од два месеца и да прихваћени рад буде објављен у истој години када је први пут поднет.

### **Припрема рада**

Рад треба да буде штампан на хартији стандардног А4 формата, с дуплим проредом. Дужина рада је ограничена на 20 страна, укључујући слике, табеле, литературу и остале прилоге.

**Наслов** - Наслов рада треба да буде кратак, описан и да одговара захтевима индексирања. Испод наслова навести име сваког од аутора и установе у којој ради. Сугерише се да број аутора не буде већи од три, без обзира на категорију рада. Евентуално, шира прегледна саопштења могу се у том смислу посебно размо-трити, у току ревизије.

**Апстракт** - У изводу треба дати кратак садржај онога шта је у раду дато, главне резултате и закључке који следе из њих. Извод не треба да буде дужи од половине стране куцане с дуплим проредом. У изводу не треба користити скраћенице, математичке формуле или наводе литературе.

**Литература** - Листу литературе дати на посебном листу и такође с двоструким проредом. Референце треба да садрже аутора(е), наслов, тачно име часописа или књиге и др., број страна од-до, издавача, место и датум издавања.

**Табеле** - Табеле треба бројати по реду појављивања. Свака табела мора да има означене све редове и колоне, укључујући и јединице у којима су величине дате, да би се могло разумети шта је у табели представљено. Свака табела мора да буде цитирана у тексту рада.

**Слике** - Слике треба да буду доброг квалитета укључујући ознаке на њима. Све слике по потреби треба да имају легенду. Објашњења симбола и мерне јединице треба да се дају у легендама слика. Све слике треба да буду цитиране у тексту. У случају посебних захтева треба се обратити Уредништву. Раније публиковане слике могу се послати само ако их прати и писмена сагласност аутора.

**Математичке ознаке** - У експоненту треба користити разломке уместо корена. Разломке у тексту писати искључиво с косом цртом а у једначинама кад год је то могуће. Једначине обележавати почињући с једначином (1), па даље редом до краја рада.

**ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА** излази једном годишње као четвороброј, у издању Института за пољопривредну технику Пољопривредног факултета у Београду. Претплата за 2011. годину износи 2.000 динара за институције, 500 динара за појединце и 100 динара за студенте.

На основу мишљења Министарства за науку и технологију Републике Србије по решењу бр. 413-00-606/96-01 од 24. 12. 1996. године, часопис ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА је ослобођен плаћања пореза на промет робе на мало.



## **МОГУЋНОСТИ И ОБАВЕЗЕ СУИЗДАВАЧА ЧАСОПИСА**

У одређивању физиономије часописа ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА, припреми садржаја и финансирању његовог издавања, поред сарадника и претплатника (правних и физичких лица), значајну подршку Факултету дају и суиздавачи - радне организације, предузећа и друге установе из области на које се мисија часописа односи.

ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА је научни часопис који објављује резултате основних и примењених истраживања значајних за развој у области биотехнике, пољопривредне технике, енергетике, процесне технике и контроле, као и електронике и информатике у биљној и сточарској производњи и одговарајућој заштити, доради и преради пољопривредних производа, контроли и очувању животне средине, ревитализацији земљишта, прикупљању отпадака и њиховом рециклирању, односно коришћењу за производњу горива и сировина.

### **Права суиздавача**

Суиздавач часописа може бити свако правно лице односно грађанско-правно лице, предузеће или установа које је заинтересовано за ширење и пласирање информација у области пољопривредне технике, односно науке, струке и других делатности од значаја за модерну пољопривредну производњу и производњу хране или модерније речено - за успостављање и развој одрживог ланца хране.

Фирма која жели да постане суиздавач, уплатом, једном годишње, на рачун издавача суме која је једнака отприлике износу 10 годишњих претплата стиче следећа права:

- Делегирање свога представника - стручњака у Савет часописа;
- У сваком издању часописа који излази једанпут годишње, као четвороброј у тиражу од по 350 примерака, могуће је у форми рекламног додатка остварити право на бесплатно објављивање по једне целе стране свог огласа, а једном годишње та страна може да буде у пуној боји; Напомињемо овде да цена једне рекламне-информативне стране у пуној боји у једном броју износи 20.000 динара.
- Од сваког броја изашлог часописа бесплатно добија по 3 примерка;
- У сваком броју рекламног додатка му се објављује, пуни назив, логотип, адреса, бројеви телефо-на и факса и др., међу адресама суиздавача;

- Има право на бесплатно објављивање стручно-информативних прилога, производног програма, информација о производима, стручних чланака, вести и др.;

### **Како се постаје суиздавач часописа ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА**

Пошто фирма изрази жељу да постане суиздавач, од ПОЉОПРИВРЕДНОГ ФАКУЛТЕТА добија четири примерка уговора о суиздавању потписана и оверена од стране издавача. Након потписивања са своје стране, суиздавач враћа два примерка Факултету, после чега прима фактуру на износ суиздавачког новчаног дела. Уговор се склапа са важношћу од једне (календарске) године, тј. односи се на два броја часописа.

Приликом враћања потписаних уговора суиздавач шаље уредништву и своју адресу, логотип, текст огласа и рукописе прилога које жели да му се штампају, као и име свог представника у Савету часописа. На његово име стижу и бесплатни примерци часописа и сва друга пошта од издавача.

Суиздавачки део за часопис у 2011. год. износи 20.000 динара. Напомињемо, на крају, да суиздавачки статус једној фирми пружа могућност да са Факултетом, односно уредништвом часописа, разговара и договара и друге послове, посебно у домену издаваштва.

### **Научно-стручно информативни медијум у правим рукама**

Када се има на уму да часопис, са два обимна броја са информативно-стручним додатком, добија значајан број фирми и појединаца, треба веровати у велику моћ овог средства комуницирања са стручном и пословном јавношћу.

Наш часопис стиже у руке оних који познају области часописа и њима се баве, те је свака понуда коју он садржи упућена на праве особе. Већ та чиње-ница осмишљава бројне напоре и трајне резултате који стоје иза подухвата званог издавање часописа.

За сва подробија обавештења о часопису, суиздаваштву, уговарању и др., обратите се на:

Уредништво часописа  
ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА  
Пољопривредни факултет,  
Институт за пољопривредну технику  
11080 Београд-Земун, Немањина 6, п. факс 127,  
тел. (011)2194-606, факс: 3163317.  
e-mail: [pteditor@agrif.bg.ac.rs](mailto:pteditor@agrif.bg.ac.rs)



**ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА, Година XXXV, Број 1, децембар 2010**