

TENDENCIJE RAZVOJA POLJOPRIVREDNIH TRAKTORA

TENDENCYS OF AGRICULTURAL TRACTORS DEVELOPMENT

Mileusnić, Z., Novaković, D.¹

REZIME

Opšti razvoj tehnike u velikoj meri utiče i na trendove razvoja poljoprivrednih traktora. U mehanizaciji poljoprivrede prisutne su tri koncepcije razvoja mobilnih sistema i to: razvoj traktora, razvoj samohodnih šasija, razvoj samohodnih mašina. Dalje tendencije razvoja traktora usmerene su ka: specijalizaciji traktora, povećanju snage motora i njegovom usavršavanju, poboljšanju karakteristika menjačkog prenosioca, poboljšanju ergonomskih uslova. Primena hidrostatičkih sistema sve je aktuelnija i sve više dolazi do izražaja. Današnja dostignuća nauke, tehničko-tehnološka rešenja poljoprivredne mehanizacije, zatim rešenja satelitske i kompjuterske tehnologije, pružaju mogućnosti da se za svaku parcelu i svako zemljište definiše način obrade. Na sve ove zahteve treba odgovoriti konstrukcijom traktora. Danas još uvek dominira klasičan koncept gradnje traktora (80 % svih rešenja), ali uz sve užu specijalizaciju i namenu.

Ključne reči: poljoprivredni traktori, menjački prenosioci, motor, podizni mehanizam.

SUMMARY

General techniques development significantly affects agricultural tractors development. In mechanization of agriculture, three concepts of mobile systems development are present: tractors development, self - propelled chass development, self - propelled machines development. In further tractors development, next tendencies are emphasized: tractors specialization, engine power increment and its development, gear box characteristics and ergonomically conditions improvement. Hydrostatic systems are much more applied. Actual science accomplishment, agriculture mechanization technical and technological performances, as well as satellites and computer technology, give possibilities of cultivation system defining, for every field and every soil type, particularly. All of these demands should be satisfied by specific tractor construction. Nowadays, classic concept of tractor construction is still predominant (about 80 % of all designs), but more specified solutions are present, also.

¹ Mr Zoran Mileusnić, asistent, dr Dragan Novaković, vanr.prof, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, Zemun 11080

Key words: agricultural tractors, gear box, engine, lifting mechanism

UVOD

Razvoj poljoprivredne tehnike diktiran je razvojem poljoprivrednih mašina, a time i traktora. I pored činjenice da postoji određeni broj samohodnih poljoprivrednih mašina ipak je traktor osnovna vučno pogonska jedinica za većinu mašina u eksploataciji. Stoga je razvoju traktora posvećena izuzetno velika pažnja. Kako su i nabavne cene dostigle relativno visok nivo, to sve dozvoljava ugradnju i korišćenje visoke tehnologije u gradnji i konstrukciji traktora. Režimi rada traktorskog motora prilikom obavljanja primarne obrade zemljišta su znatno teži nego kod motora ugrađenih u klasično motorno vozilo. Međutim, pri gradnji motora namenjenih za rad u uslovima poljoprivredne proizvodnje, svi proizvođači moraju svoje motore ubuduće da prilagode pooštenim propisima o izduvnim emisijama gasova. Redukovanje izduvnih gasova išlo je do sada na teret više potrošnje. Da bi dizel motor čistije sagorevao i da bi se istovremeno smanjila potrošnja goriva, motor radi sa višim pritiscima ubrizgavanja, a efekat toga je redukcija izduvne emisije i smanjena potrošnja goriva.

Izuzetna pažnja u konstrukciji nove generacije traktora data je ergonomiji. Svetlije, prijatnije i udobnije; ovo su trendovi koji se mogu odmah zapaziti kada su u pitanju kabine traktora. Takođe, postavljena su sasvim nova merila kod preglednosti kao i bučnosti u samoj kabini. Nivo buke je u intervalu od 74-79.5 dB (A) što je sa aspekta uslova rada zadovoljavajuće.

RAZVOJ TRAKTORA

U mehanizaciji poljoprivrede prisutne su tri koncepcije razvoja mobilnih sistema i to:

- ◆ razvoj traktora
- ◆ razvoj samohodnih šasija
- ◆ razvoj samohodnih mašina

Dalje tendencije razvoja traktora usmerene su ka specijalizaciji traktora i povećanju snage motora, naročito traktora namenjenih obradi zemljišta.

Razvoj motora za pogon traktora

Razvoj motora u svetu danas se odvija u pravcu: povećanja specifične snage, smanjenju specifične potrošnje goriva, povećanju veka eksploatacije, pouzdanosti i servisibilnosti. Posebna pažnja se poklanja i ekološkoj podobnosti motora. Takođe zahteva se i: start na sniženim temperaturama, izvod za pogon pumpi velikih snaga, prednji odvod snage koji omogućava centralni pogon prednjeg mosta, rad na većim nagibima, odgovarajući izduvni sistemi za redukciju buke...

Razvoju dizel motora poslednjih decenija su se pridružili i obligacioni zahtevi u vidu ispunjenja zakonskih propisa u pogledu izduvne emisije koji se sukcesivno sve više pooštavaju, jer savremene radne mašine – traktori zahtevaju pouzdane i ekološki čiste pogonske agregate. Propisi (tabela 1) za emisiju izduvnih gasova zahtevaju od proizvođača da redukuju emisiju čestica - čvrstih materija ČM, azotnih oksida NO_x, ugljen monoksida CO i ugljovodonika HC. ECE R49 odnosi se na dizel motore namenjene ugradnji u teretna i putnička vozila, a ECE R96 na dizel motore za ugradnju u poljoprivredna i šumska sredstva mehanizacije. U osnovi propisi se razlikuju u ciklusima ispitivanja. ECE R49 prizašao je iz trinaestostupnog ciklusa, a ECE R96 iz osmostupnog ciklusa Pešić [12].

Tab.1. Euro propisi za izduvnu emisiju motora poljoprivredne i šumske mehanizacije
Tab.1. Euro code for exousted emission of agricultural and forest mechanization engines

ECE R96 Snaga [kW]	CO [g/kWh]		HC [g/kWh]		NO _x [g/kWh]		čM [g/kWh]	
	I	II*	I	II*	I	II*	I	II*
P≥130	5,0	3,5	1,3	1,0	9,2	7,0	0,54	0,2
75≤P<130	5,0	5,0	1,3	1,0	9,2	7,0	0,70	0,3
37≤P<75	6,5	5,0	1,3	1,3	9,2	8,0	0,85	0,4
18≤P<37	-	5,5	-	1,5	-	8,5	-	0,8

*predlog za buduće granice toksičnih parametara

Da bi se rešili izneti zahtevi, u konstrukciji dizel motora, proces razvoja ide u dva pravca:

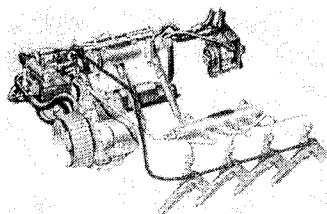
- ◆ ka poboljšanju procesa raspršivanja goriva i njegovog boljeg mešanja sa vazduhom, što se ostvaruje povećanjem pritiska ubrizgavanja, smanjenjem prečnika otvora brizgaljke i povećanjem broja otvora po brizgaljki
- ◆ ka ostvarenju povoljnijeg procesa sagorevanja, koji se ostvaruje po propisanom zakonu ubrizgavanja goriva po jednom ciklusu i elektronskom kontrolom ubrizgavanja goriva

Shodno pravcima razvoja istraživanja su pokazale da novi sistremi ubrizgavanja treba da imaju:

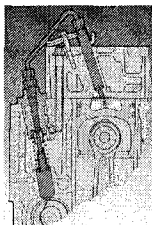
- ◆ ekstremno visoke pritiske ubrizgavanja (1300-2000 bar)
- ◆ inicijalno predubrizgavanje male količine goriva kojom se može upravljati
- ◆ regulaciju početka i količine ubrizgavanja sa brojem obrtaja i opterećenjem

Konkretna tehnička rešavanja koja mogu da zadovolje ove kriterijume su sledeća:

- ◆ Common rail sistema ubrizgavanja gorivo se posredstvom pumpe visokok pritiska potiskuje u zajedničku magistralnu cev, koja se proteže duž motora i ima ulogu akumulatora. Na magistralnu cev priključene su brizgaljke svih cilindara, koje su elektomagnetnog tipa. (slika 1).
- ◆ Novi dizel motori snabdeveni su novim sistemima za direktno ubrizgavanje goriva, pumpama brizgačima (Slika 2a). Ovakvo rešenje motora najčešće poseduje jedno vratilo za uravnoteženje, turbopunjenje sa međuhlađenjem (slika 2b i c) reciklaciju izduvnih gasova i katalizator. Pritisak ubrizgavanja ide čak do 2050 bar sa »pilot« količinom od 1-2 mm³ u celoj radnoj oblasti.
- ◆ Caterpillar-ov sistem HEUI uvodi se na sve motore ove kompanije. Kod ovog sistema sabijeno motorno ulje (oko 200 bar), hidrauličkim putem aktivira brizgače podižući pritisak za 7 –10 puta u pritisak goriva.
- ◆ Sistemi firme Cummins sa elektronskom kontrolom CELECT i HPI su proizašli iz PT sistema i zadržali su njegovu osnovnu ideju. Između čela klipa-igle, pumpe-brizgača koji potiskuje gorivo i otvora kroz koje se ubrizgava gorivo nema kanala i ventila. Uz pomoć elektronike se preciznije odmeravaju parametri ubrizgavanja.



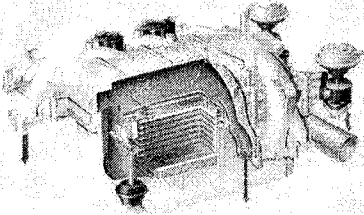
Sl.1. Common rail sistem
Fig.1. Common rail system



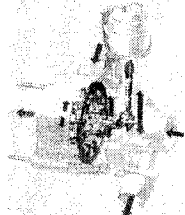
Sl. 2a. Pumpa brizgač
Fig. 2a. Injection nozzle pump

U cilju potpunije realizacije

potencijalnih mogućnosti traktora kao celine, u poslednje vreme aktualna je tendencija razvoja motora sa povećanim koeficijentom elastičnosti. To su motori koji na korektorskom delu spoljne brzinske karakteristike obezbeđuju praktično iskorišćenje maksimalne snage, uz umanjenu potrošnju goriva. Povećanje elastičnosti motora treba da obezbedi maksimalno



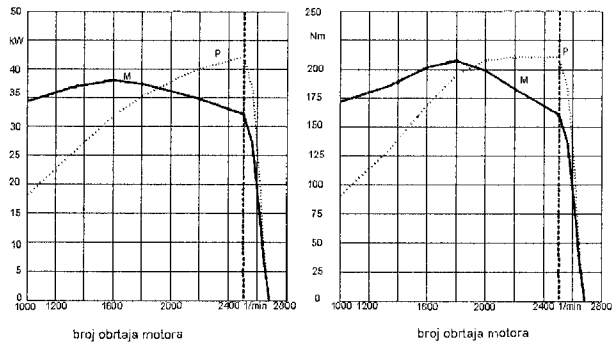
Sl.2b. Sistem za međuhlađenje vazduha
Fig.2b. Intercooler



Sl.2c. »VTG« turbina
Fig.2c.» VTG« turbine

iskorišćenje snage u dijapazonu broja obrtaja od onog pri maksimalnom momentu do broja pri maksimalnoj snazi, na spoljnoj brzinskoj karakteristici. Sa slike 3 se vidi da su dizel motori povećanog koeficijenta elastičnosti uglavnom motori veće snage (slika 3.b.). Na korektorskom delu spoljne brzinske karakteristike (u

oblasti brojeva obrtaja od 2000 do 2500 sl. 3.b.) obezbeđena je nepromenjena-konstantna snaga motora, uz nižu specifičnu potrošnju goriva (5-10 %) Torović [13]. Primena motora sa povećanim koeficijentom elastičnosti daje široke mogućnosti za usavršavanje traktora, povećavajući njegove tehničko – ekonomske karakteristike. Moguća je kontinualna i automatska regulacija sile vuče i brzine kretanja traktora



Sl.3. Karakteristika motora
Fig.3. Engine characteristics

pri praktično maksimalnoj iskorišćenosti snage motora i maksimalnoj ekonomičnosti, uz umanjene potrebe za izmenom stepena prenosa. Ustanovljeno je da se proizvodnost i ekonomičnost traktora poveća za 6-10 % Torović [13]. Traktori danas imaju specifičnu efektivnu potrošnju goriva motora pri nominalnom broju obrtaja približno 230-240 g/kWh. Najniži iznos specifične potrošnje je 215 g/kWh odnosno na 199 g/kWh (Fendt serije 900).

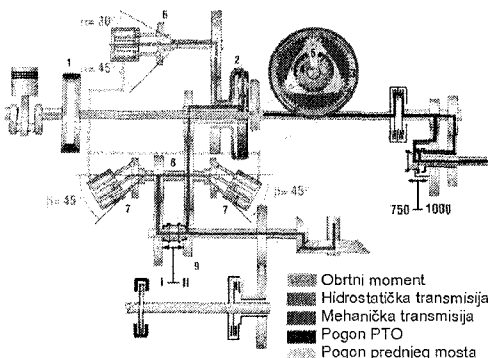
KARAKTERISTIKE MENJAČKOG PRENOSNIKA

Sa stanovišta traktora jedan od najznačajnijih sklopova u okviru sistema za prenos snage je menjački prenosnik. Oni mogu biti različite konstrukcije i to:

- bez sinhronizovanih stepena prenosa
- sa potpuno ili delimično sinhronizovanim stepenima prenosa
- sa uključivanjem svih ili pojedinih stepena prenosa pod opterećenjem
- prenosnici sa kontinualnom promenom prenosnog odnosa

Broj stepeni prenosa koji menjački prenosnik omogućava je značajan pokazatelj, ali ne mora da ima presudan značaj pri izboru traktora. Pored navedenih osobina treba voditi računa i o

rasporedu stepeni prenosa pri čemu je od odlučujućeg značaja osnovna namena traktora, tj. da li je on namenjen za rad na njivi (obrada zemljišta, osnovna ili dopunska) ili za transport. Za rad na parceli posebna pažnja poklanja se broju i rasporedu stepeni prenosa kojima se ostvaruju brzine kretanja od 4-12 km/h i za područje brzina kojima se traktor kreće pri transportu.



Sl. 4. "Vario" transmisije
Fig.4. «Vario» transmission

- ◆ displeja ručne kontrole elektronskog održavanja brzine
- ◆ monitora učinka
- ◆ radara

Displej pokazuje trenutnu vrednost potrošnje goriva (l/h) na bazi razvijene snage traktora. U dodatku bar skala pokazuje trenutnu vrednost razvijene snage u procentima. Monitor učinka je periferni računar smešten na kontrolnoj tabli, a pokazuje sledeće performanse traktora: translatornu brzinu kretanja, broj obrta motora, broj obrta priključnog vratila, ukupno obrađenu površinu, učinak agregata, klizanje pogonskih točkova, časovnu potrošnju goriva, potrošnju goriva po jedinici površine, ukupni utrošak goriva, temperaturu okoline, vreme rada motora, troškove rada po jedinici površine...

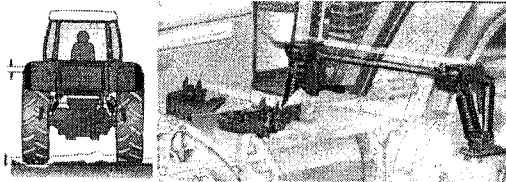
Radar emituje signal i računa obe frekvencije i emitovanu i povratnu. Kašnjenje se menja u zavisnosti od brzine dodira impulsa sa preprekom (Doppler efekat) i od tipa zemljišta i ostalih uslova.

ERGONOMSKI ZAHTEVI

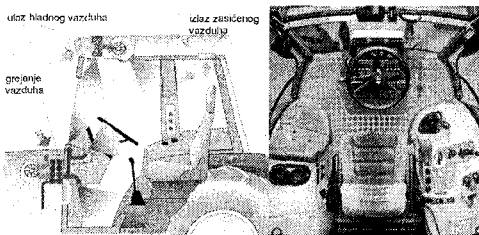
Uslovi rada rukovaoca predstavljaju važan aspekt pri izboru traktora. Komfort rada u kabini određen je nizom ergonomskih faktora, ali najveću pažnju treba pokloniti nivou buke, nivou mehaničkih oscilacija, mogućnostima normalizacije mikroklimе, kako tokom toplog, tako i tokom hladnog perioda godine i vidnom uglu rukovaoca. Vrednosti buke kod savremenih traktora leže u dijapazonu od 74-78 dB (A). Najniže izmerene vrednosti kod traktora su 72 dB (A), što poređenja radi, odgovara buci u savremenim automobilima srednje klase koji se kreću brzinom od 100-120 km/h. Mehaničke oscilacije se prigušuju, u prvom stepenu, primenom sedišta sa ogibljenjem i amortizerima. Sedišta omogućavaju čitav niz podešavanja: po visini, napred - nazad, po uglu butnog dela nogu, po uglu naslona, po uglu naslona za laktove... Kabina traktora se oslanja elastičnim vezama na šasiju traktora, koje pri prelasku preko

neravnina kompenzuju udare obezbeđujući potreban konfor vozaču (slika 5.a i b.). Proizvođači su razvili i uređaje za umirenje oscilovanja prednje osovine traktora. Traktori koji imaju maksimalne brzine 50 km/h uglavnom imaju vešanje točkova preko gibnjeva i amortizera.

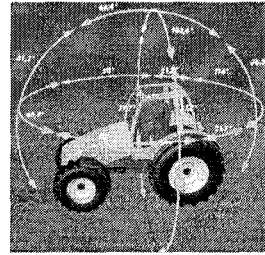
Uređaji i oprema za stvaranje za čoveka povoljne mikroklimu u kabini traktora su: sistem za prinudnu ventilaciju sa prečišćavanjem usisanog vazduha, grejač vazduha i uređaj za hlađenje vazduha. Poboljšana termoizolacija kabine, zatamljena stakla i zaštita od zračenja sunca u vidu odgovarajućih zasenjivača, takođe doprinose dobro kvalitetu mikroklimu u kabini (slika 6.).



Sl.5. Ogibljenje zadnjeg mosta traktora
Fig.5. Rear tractor bridge construction



Sl.6. Mikroklimatski uslovi u kabinama traktora
Fig.6. Micro-climate conditions in tractors cab

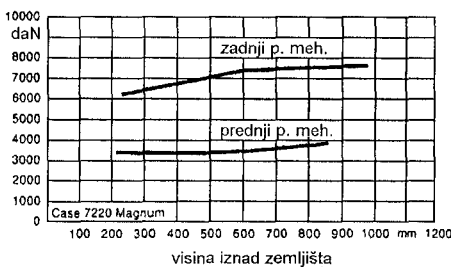


Sl.7. Vidni ugao savremenih traktora
Fig.7. Visual angle of modern tractors

Gradnja kabina i traktora po novim standardima podrazumevaju maksimalne mogućnosti optičke vidljivosti iz traktora u procesu proizvodnje. Savremenim rešenjima zona »vidljivosti« je čitavih 90% od ukupno moguće (slika 7).

Svi traktori imaju ugrađene kabine, koje treba da su mehanički toliko čvrste i otporne na deformaciju da ne dođe do ozlede vozača u slučaju prevrtanja.

HIDRAULIČKI PODIZNI MEHANIZAM



Sl.8. Podizne sile na prednjem i zadnjem podiznom mehanizmu
Fig.8. Lifting force at front and rear lifting mechanism

Hidraulički sistem traktora se sastoji od tri međusobno povezana dela: uređaja za priključivanje oruđa (podiznog sistema traktora), hidrauličkog dela i dela za automatsku kontrolu.

Pri ispitivanju podiznog mehanizma saglasno standardima, podešava se dužina poluga tako da u donjem položaju mogu da se spuste na 200 mm (za traktore treće kategorije do 230 mm) iznad zemlje. Pri tome treba da se u gornjem položaju podignu najmanje na 560 mm za traktore prve kategorije, 650 mm za drugu kategoriju i 735 mm za traktore treće kategorije. To treba da se odvija bez podešavanja dužine

podiznih poluga. Tek po ispunjavanju ovog uslova meri se podizna sila pri u raznim položajima i taj podatak se pokazuje na dijagramu (slika 8.).

Podatke o podiznoj sili treba posmatrati u sklopu potreba mašina koje će biti agregatirane sa traktorom, a pre svega kada su u pitanju nošene mašine. Pri tome značajnu ulogu ima masa mašine, potrebna visina dizanja, mesto agregatiranja i položaj težišta. Nosivost mehanizma treba posmatrati u sklopu dešavanja pri podizanju – spuštanju i transportu, kada se javljaju i inercijalne sile. Tako se za brzo odlučivanje smatra da podizna sila zadovoljava ukoliko je 1,5 puta veća od težine mašine sa malim rastojanjem od težišta (nošeni rasipač đubriva), a 2,5 – 3 puta veća od težine mašine i uređaja velike dužine i udaljenosti težišta (nošeni plug obrtač). Kao što se vidi sila dizanja je važan pokazatelj mogućnosti uređaja po celoj visini dizanja. Kod nekih proizvođača traktora ova vrednost se odnosi na donje priključne tačke uređaja, a kod nekih za rastojanje od 610 mm od donjih priključnih tačaka.

Najveći broj današnjih traktora opremljen je sa hidrauličkim sistemom sa konstantnim protokom. U zavisnosti od kategorije traktora ugrađuju se jedna do tri pumpe. Obično, kod traktora viših kategorija jedna pumpa se koristi samo za servo upravljanje.

Drugi tip sistema je sa konstantnim pritiskom. Tada se ugrađuje klipno aksijalna pumpa, na koju je vezan regulator pritiska. Prema potrebi potrošača podešava se protok, bez obzira na broj obrtaja motora.

Load-Sensing-System je novije rešenje koje primenu nalazi na traktorima velike snage. Primenjuje se klipno aksijalna pumpa sa promenljivim protokom, rešenje takođe dozvoljava kontinualnu promenu protoka i pritiska. Primena ovog i predhodnog sistema ima prednosti kada je potrebna velika količina ulja (pretovarne prikolice).

Regulacija podiznog mehanizma, pre svega u oranju, može da bude mehaničko-hidraulička, hidrauličko-hidraulička (retko se primenjuje) ili elektro-hidraulička (EHR). Na savremenim traktorima druge i treće kategorije gotovo isključivo se koristi EHR, sada i kao standardna oprema. Oznaka EHR D je isto rešenje, pri kome su veličine merene sensorima digitalizovane i uz pomoć traktorskog računara (Board Computer ili Job Computer) moguće ih je obraditi softverski. Dalji razvoj ovoga sistema je EHR C, koji podrazumeva da su signali digitalizovani, a i da je na traktoru primenjena CAD (Computer Area Network) komunikaciona magistrala. Ona ima za cilj ostvarenje mogućnosti objedinjavanja svih regulisanih delova traktora uključujući motor i prenosnik, kao i priključna oruđa-mašine. Oba navedena sistema i EHR D i EHR C predstavljaju budućnost i njihova šira primena tek treba da usledi.

ZAKLJUČAK

Istraživanjem optimalnih parametara traktorsko-mašinskih agregata omogućava se primena savremene tehnologije u poljoprivrednoj proizvodnji uz istovremeno postizanje visoke produktivnosti i ekonomičnosti proizvodnje, a sa druge strane daje pravilna orijentacija industriji traktora i poljoprivrednih mašina u njihovom razvoju.

Traktori nove generacije obezbeđuju potrebne vučne sile, imaju mali stepen progresije prenosnih odnosa u transmisiji u dijapazonu radnih brzina od 4-12 km/h i znatno višu progresiju u stepenima prenosa van ovih brzina. Raspolažu velikim brojem stepeni prenosa i menjačima kod kojih se promena stepena prenosa obavlja pod punim opterećenjem.

LITERATURA:

- [1] Die Konigsklasse im Test, Top Agrar Das Magazin fur moderne landwirtschaft, uberzeichnt durch-Fendt, 11/97, 1997.
- [2] Furman, T., Gligorić Radojka.: Dostignuti razvoj poljoprivrednih traktora, Traktori i pogonske mašine, Vol.2, No .1. p1-118, str 80-87, Novi Sad 1997.
- [3] Ispitivanje traktora Fendt Favorit 822 OECD standard CODE 1, DLG Nr 281, Frankfurt 1994.
- [4] Janković, S., Radojević, G.: Novi mehatronički sistemi pogonskih agregata i njihovo međusobno povezivanje, Traktori i pogonske mašine, Vol.3., No.3., p1-161, str 37-41, Novi Sad 1998.
- [5] Landtechnik Datenblatter, Gepufte Ackerschlepper, Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft eV (DLG), Frankfurt 1997.
- [6] Mileusnić, Z., Miodragović, R.: Kinematski parametri hidrauličnog podiznog mehanizma traktora. Zbornik radova DPT '96 str 33-41. Beograd-Zemun 1996.
- [7] Mileusnić, Z., Novaković, D., Đević, M., Miodragović, R.: Vučne karakteristike grupe savremenih traktora, Poljoprivredna tehnika 1/98, str 1-11. Beograd 1998.
- [8] Mileusnić, Z.: Energetski potencijal savremenih traktora točkaša kategorije 40 kN, Magistarska teza, Beograd 2001.
- [9] Milovanović, N., Novaković, D.:Tendencije razvoja hodnih sistema traktora, Zbornik radova, Aktuelni zadaci mehanizacije poljoprivrede, Opatija 1988.
- [10] Novaković, D.: Potencijalne karakteristike traktorskih agregata u obradi zemljišta, Poljoprivredna tehnika, godina XX, broj 1/2, Beograd novembar 1996.
- [11] Novaković, D., Đević,M., Mileusnić, Z.: Tractor Efficiency in Tillage, Journal of scientific Agricultural research Vol 58, N^o.206,1997/1-2, Beograd 1997.
- [12] Pešić, R.: Istraživanja u oblasti motora SUS, Monografija, Kragujevac 2000.
- [13] Torović, T., Nikolić, R., Antonić, Ž.: Traktorski motori sa povećanim koeficijentom elastičnosti, Savremena poljoprivredna tehnika, Vol. 20, No. 5, p. 294-299, Novi Sad, decembar 1994.

Rad primljen: 25.10.2002.

Rad prihvaćen: 01.11.2002.