



UDK: 631.372

*Pregledni naučni rad
Review scientific paper*

KLASIFIKACIJA I PRAVCI RAZVOJA TRAKTORA

**Ratko Nikolić, Savin Lazar, Timofej Furman,
Milan Tomić, Mirko Simikić**

Poljoprivredni fakultet - Novi Sad

Sadržaj: U radu je data klasifikacija traktora prema području korišćenja, nameni, nominalnoj sili, snazi i koncepciji gradnje. Potom su dati pravci razvoja traktora preko opšteg razvoja i razvoja komponenata, motora, prenosnika snage, hidraulika, hodnog sistema i dr.

Ključne reči: traktori, klasifikacija, pravci razvoja.

1. UVOD

Republika Srbija ima približno 5,6 miliona ha poljoprivrednog zemljišta i preko 2,5 miliona ha šuma, a koristi oko 410.000 dvoosovinskih traktora, 300.000 motooruđa i 200.000 jednoosovinskih traktora (Nikolić, 2004). Prosečna snaga je: dvoosovinski 35 kW, jednoosovinski 6 kW i 2 kW motooruđa. Vrednost ovih jedinica po sadašnjim cenama dostiže oko 6 milijardi EURA. Naravno, stvarna vrednost je znatno niža obzirom na starost i stepen efikasnosti u radu.

U cilju ubrzanog obnavljanja, a obzirom na zahteve proizvodnje zdrave hrane potrebe su: za oko 20.000 dvoosovinskih traktora, 10.000 jednoosovinskih i oko 20.000 motooruđa, čija vrednost dostiže 300 miliona EURA godišnje.

Iz ove kratke analize proizilazi da je oblast nabavke traktora veoma važna za ekonomiju Države, te je stoga potrebno proučiti pravce njihovog razvoja.

U ovom radu biće reči uglavnom o pravcima razvoja dvoosovinskih traktora.

2. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

2.1. Klasifikacija traktora

Klasifikacija traktora može se izvršiti na više načina:

- korišćenju i nameni
- nameni
- snazi ugrađenog motora
- nominalnoj vučnoj sili
- koncepciji gradnje i dr.

*** Korišćenje i namena traktora i mašina**

Standard JUS M.NO.001/1984.god. u okviru saobraćajnih sredstava pod tačkom 3.11. navodi traktore, a 3.12. samohodne radne mašine. Detaljnu klasifikaciju traktora i mašina definiše međunarodni standard JUS ISO 3339-0/1995. U tom standardu sve vučne, priključne i radne mašine svrstane su u jedanaest grupa gde je grupa 01- Pogonske i vučne mašine, Nikolić (2002).

* **Namena traktora** na gazdinstvima za izvođenje pojedinih radova nameće razvrstavanje traktora u sledeće grupe:

- osnovni traktori, izvođenje najtežih agrotehničkih operacija (traktori najvećih snaga)
- univerzalni traktori, izvođenje svih agrotehničkih operacija (traktori srednjih snaga)
- pomoćni traktori, izvođenje sporednih aktivnosti, najčešće u ekonomskom dvorištu (laki, traktori)
- specijalni traktori, izvođenje specijalnih operacija koje standardne koncepcije traktora ne mogu da izvršavaju (traktori različitih snaga zavisno od tehnoloških operacija).

*** Klasifikacija traktora prema snazi ugrađenog motora**

Ima više standarda koji prikazuju traktore u grupe prema snazi motora zavisno od namene standarda. Tako standard JUS ISO 730-1 (1997) koji razmatra standardizaciju zadnjeg polužja za priključna oruđa u tri tačke. U ovom standardu svi traktori su svrstani u četiri kategorije prema snazi na P.V.T., do 48 kW, do 92 kW, 80-185 kW i 150-350 kW sa količnikom geometrijske progresije $q=1,939$. U standardu ISO 500 (2004) koji definiše standardizaciju karakteristika priključnog vratila. Traktori su svrstani prema snazi na PVT u četiri grupe: do 60 kW, do 92 kW, do 115 kW i do 275 kW sa količnikom geometrijske progresije $q=1,661$.

Tab. 1. Kategorija traktora prema nominalno snazi motora, Nikolić (2004)

Kategorija	Snaga (kW)	N a m e n a
1.	< 5	Motooruđa
2.	5,1 - 15	Jednoosovinski traktori
3.	15,1 - 30	Mini traktori
4.	30,1 - 60	Laki traktori
5.	60,1 - 130	Srednji traktori
6.	130,1 - 260	Teški traktori
7.	> 260	Super teški traktori

Prema nominalnoj snazi ugrađenog motora, svi traktori mogu se svrstati u sedam grupa, tabela 1, Nikolić (2004). Naravno to ne znači da se ne mogu pojaviti i traktori drugih snaga, ali ovo je preovlađujuće stanje.

• Klasifikacija traktora prema nominalnoj vučnoj sili

Detaljna klasifikacija traktora prema nominalnoj vučnoj sili usvojena je u bivšem Sovjetskom Savezu, standard GOST-27021/1986., tabela 2. Traktori namenjeni poljoprivredi svrstani su u deset klasa (kategorija) od 0,2 do 8 kN sa količnikom geometrijske progresije $q=1,506$.

Tab. 2. Kategorizacija traktora prema nominalnoj vučnoj sili, GOST-2702/86

Kategorija	Vučna klasa	Nominalna vučna sila	
		(kN)	(kN)
1.	0,2	1,8 - 5,4	2
2.	0,6	5,4 - 8,1	6
3.	0,9	8,1 - 12,6	9
4.	1,4	12,6 - 18	14
5.	2	18 - 27	20
6.	3	27 - 36	30
7.	4	36 - 45	40
8.	5	45 - 54	50
9.	6	54 - 72	60
10.	8	72 - 108	80

Standard SEV-627-77 grupiše traktore u 15 kategorija (kN): 2; 6; 9; 14; 20; 30; 40; 50; 60; 80; 100; 150; 250; 350 i 500 sa količnikom geometrijske progresije $q=1,484$.

U našim uslovima na kategorizacija traktora najviše je radio Obradović D., (1980), što je prikazao u svojoj doktorskoj disertaciji, tabela 3.

Autor Obradović D., traktore svrstava u osam kategorija sa količnikom geometrijske progresije $q=1,440$.

Tab. 3. Kategorija traktora prema vučnoj sili, Obradović (1980)

Redni broj	Nominalna vučna sila (kN)
1.	7
2.	10
3.	15
4.	20
5.	30
6.	40
7.	60
8.	90

Tab. 4. Kategorija traktora prema vučnoj sili, Nikolić (2002)

Redni broj	Nominalna vučna sila (kN)
1.	1
2.	2
3.	5
4.	7
5.	10
6.	15
7.	20
8.	30
9	40
10	50
11.	60
12.	80
13.	100
14.	150
15.	200

Istraživanja u Institutu za poljoprivrednu tehniku Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu pokazuju da sve traktore u najopštijem smislu treba svrstati u 15 klasa, tabela 4 sa količnikom geometrijske progresije $q=1,939$, Nikolić (2002).

* Klasifikacija traktora prema koncepciji gradnje

U osnovi svi izvori snage neophodni za izvođenje radova u poljoprivredi, šumarstvu i vodoprivredi mogu se svrstati u 20 grupa prema koncepciji gradnje, tabela 5, Nikolić (2005).

Tab. 5. Konceptije traktora i pogonskih mašina, Nikolić (2005)

Redni broj	Konceptija	Redni broj	Konceptija
1.	Humana snaga	11.	Traktori za unutrašnji transport
2.	Animalna snaga	12.	Brdski traktori
3.	Motooruda	13.	Traktori za vodoprivredu
4.	Jednoosovinski traktori	14.	Traktori za šumarstvo
5.	Mini traktori	15.	Traktori za komunalne delatnosti
6.	Dvoosovinski traktori	16.	Traktori za građevinarstvo
7.	Specijalni traktori	17.	Transportna motorna vozila
8.	Guseničari	18.	Terenska vozila
9.	Mobilni mostovi	19.	Lebdelice
10.	Traktori za stočarstvo	20.	Letelice

2.2. Pravci razvoja traktora

Razvoj traktora u svetu je vrlo intenzivan i može se svesti na pet pravaca.

- **Prvi pravac** uvođenje automatike i elektronike, čime se omogućava lakše i efikasnije korišćenje traktora. Automatski izbor režima rada, stepena prenosa, kontrola rada uređaja ili sistema traktora. Automatizacija aktivnosti kao što je postupak okretanja traktora na parceli sa priključnim oruđem. Promena stepena prenosa pod opterećenjem i jednofazno priključivanje oruđa za traktor kao i zadaci hidraulika traktora su stalni predmet automatizacije. Praktično rukovaocu se omogućava da preko elektronskih uređaja prati kompletno funkcionisanje traktorskog sistema uz minimalni fizički, psihički i umni napor.

- **Drugi pravac** je unapređenje vučnih i morfoloških svojstava traktora i smanjenje potrošnje goriva. Povećanje koeficijenta korisnosti traktora (η_e) (odnos snage na poteznici (P_{pot}) i snage motora (P_e)) odvija se preko optimizacije težinskih parametara, raspodela opterećenja, razvoja hodnih sistema, usavršavanje prenosnika snage i izbor optimalne brzine kretanja uz dozvoljeno klizanje kod guseničara 3-5% i točkaša 10-15%. Razvoj motora je usmeren ka smanjenju potrošnje goriva na ispod 200 g/kWh i nultu količinu štetnih materija. Razvoj morfoloških karakteristika usmeren je ka povećanju stabilnosti, smanjenju otpora kretanja, poboljšanju manevarskih karakteristika, bezbednosti i prohodnosti naročito pri radu na slabonosivim podlogama i u tehnološkom procesu proizvodnje različitih kultura (klirens, zaštitna zona, i dr.).

- **Treći pravac** razvoja traktora je smanjenje štetnog dejstva traktora na zemljište, vodu, vazduh i biljki, povećanje prinosa i kvaliteta svih biljnih vrsta. Usavršavanje traktora usmereno je na smanjenje sabijanja zemljišta, mehaničko oštećenje biljaka, minimalni broj prohoda, smanjenje potrošnje goriva i kvalitetnije sagorevanje goriva u motorima sa ciljem smanjenja štetnih materija u izduvnim gasovima.

- **Četvrti pravac** razvoja traktora je povećanje pouzdanosti traktora putem usavršavanja konstrukcije i izbora kvalitetnijeg materijala, čime se povećava trajanje rada do generalnog remonta do 15.000 moto časova. Ovo omogućava povećanje efikasnosti rada traktora, ekonomičniji rad i realizaciju tehnoloških operacija u optimalnim rokovima. Ovo podrazumeva i usavršavanje rukovaoca i logističke podrške - održavanje, dijagnostika, remont i čuvanje traktora i oruđa.

▪ **Peti pravac** razvoja traktora odnosi se na poboljšanje ergonomske i bezbednosne karakteristika traktora i oruđa, čime zanimanje, rukovanje traktorom, postoje uspješnije i atraktivnije za mlade generacije. Razvoj je usmeren na poboljšanje karakteristika radnog mesta, kabina, sedišta, komande, mikroklima, vidljivost. Smanjenje buke ispod 80 dB (A), smanjenje vibracija i sila za aktiviranje komandi, kao i poboljšanje bezbednosti pri radu u svim uslovima u saobraćaju i na parceli.

2.3. Razvoj osnovnih parametara i komponenti traktora

Visoka ekonomičnost korišćenja traktora i zaštita životne i radne sredine u razvoju traktora postavlja sledeće zahteve:

1. Razvoj motora mora ići u pravcu poboljšanja efikasnosti, transformacije energije goriva u mehanički rad sa stepenom korisnosti iznad 50%, nultom količinom štetnih materija u izduvnim gasovima, mogućnost korišćenja različitih goriva, potrošnje goriva ispod 200 g/kWh, vek trajanja do remonta 10.000-15.000 h i elektronska kontrola funkcionisanja i dijagnostike motora.

2. Transmisija traktora mora da zadovolji sledeće zahteve: koeficijent korisnog dejstva iznad 0,85, brzina kretanja napred 2 do 30 (40) (50) km/h i nazad 2-20 km/h, pužne brzine do 2 km/h, broj obrtaja priključnog vratila 540/1.000 o/min, vek trajanja 15.000 h.

3. Vučna svojstva traktora i klizanje pogonskih točkova treba da zadovolje koeficijent iskorišćenja snage motora na strnjici kod točkaša preko 70%, a guseničar preko 80%. Klizanje pogonskih točkova i gusenica pri nominalnim uslovima treba da je oko 3% kod guseničara i 14-16% kod točkaša.

4. Pritisak na podlogu kao osnovni uslov za očuvanje zemljišta treba da je kod guseničara max. 40 kPa i 100 kPa kod točkaša.

5. Putni i agrotehnički klirens i zaštitna zona, naročito univerzalnih traktora treba da je u granicama: Putni klirens, najmanje rastojanje po vertikali od podloge do elemenata konstrukcije traktora kod guseničara min. 35 cm, a kod univerzalnih traktora točkaša min. 45 cm. Agrotehnički klirens, rastojanje po vertikali od podloge do najniže konstrukcije traktora naspram redova kod niskih kultura (krompira, šećerne repe i dr.) 40-45 cm, a kod visokih kultura (kukuruz i dr.) 65-75 cm. Zaštitna zona, rastojanje po horizontali od sredine reda do kraja točka ili gusenice, zavisi od kulture i faze razvoja 12-15 cm minimalno.

6. Razmak točkova i gabaritne razmere traktora treba da omoguće rad univerzalnih traktora sa međuredovima 45/50, 60, 70, 90 cm i u transportnim radovima kao i mogućnost podešavanja razmaka točkova u širokim granicama shodno potrebama usaglašavanja linije vuče traktora i linije otpora oruđa i obezbeđenje visoke stabilnosti pri radu na nagnutim terenima.

7. Manevarske karakteristike treba da obezbede minimalni radius okretanja, minimalni prostor za okretanje što omogućava ostvarenje minimalne širine uvratima. Najmanji radius okretanja traktora točkaša univerzalne namene 3-4,5 m, opšte namene 6,5-7,5 m i kod guseničara 2-2,5 m.

8. Za rad na nagnutim terenima traktor mora da zadovolji osnovne zahteve bezbednog rada na određenom uzdužnom i poprečnom nagibu zemljišta. Najmanji uzdužni nagib traktora (4x2)S min. 35-40°, guseničara min. 30-35°. Poprečni nagib kod traktora točkaša, statički min. 40-50°, stvarni, korigovan sa koeficijentom (0,4-0,6).

9. Stabilnost upravljanja kod traktora točkaša (4x2)S, obezbeđuje se sa normalnom reakcijom na upravljačkim točkovima (0,15 do 0,20) G_t a kod traktora točkaša koncepcije (4x4)S ili (4x4)Z i (4x4)K kao i guseničara raspodela opterećenja po mostovima mora da obezbedi maksimalna vučna svojstva, a kod guseničara i ravnomeran raspored opterećenja po dužini kontakta gusenice sa zemljištem.

10. Ergonomske i bezbednosne karakteristike traktora moraju biti na visokom nivou kako bi rukovaoc bio maksimalno zaštićen. Stoga: udobnost prilaza do vozačkog sedišta, pogodnost upravljanja traktorom, vidljivost, pogodnost rukovanja traktorom, pogodnost održavanja i opsluživanja traktora, buka 75-80 dB (A), mehaničke oscilacije, mikroklima, radni prostor i enterijer moraju biti u skladu sa važećim međunarodnim standardima. Bezbedonosne tehničke karakteristike traktora (bezbednost traktora u saobraćaju i u radu na parceli) moraju biti u skladu sa međunarodnim standardima i zakonskim propisima: maksimalna širina 2,5 m, maksimalna visina 4 m, najveća masa 40 t, a opterećenje po osovina max. 10 t, odnos bruto snage motora i najveće dozvoljene masa 4,41 kW/t. Svetlosna signalizacija, kočioni sistemi i sistem priključivanja oruđa za traktor mora biti u skladu sa međunarodnim i domaćim standardima i zakonskim propisima.

ZAKLJUČAK

Na osnovu sprovedenih istraživanja mogu se izvesti sledeći zaključci:

- traktori su vučno pogonske jedinice i predstavljaju ključnu energetska osnovu za realizaciju tehnoloških operacija u poljoprivredi, vodoprivredi i šumarstvu, te je stoga njihovom razvoju potrebno posvetiti posebnu pažnju,

- klasifikacija traktora prema načinu korišćenja, nameni, snazi motora, nominalnoj vučnoj sili i koncepciji gradnje je osnova za efikasno korišćenje, razvoj i projektovanje traktora,

- razvoj traktora treba usmeriti ka poboljšanju energetske efikasnosti, transformaciji energije goriva u mehanički rad iznad 50%, nulti sadržaj štetnih materija, visoku pouzdanost i životni vek min. 15.000 h.

LITERATURA

- [1] Nikolić R., Furman T. i dr.: Koncepcije jednoosovinskih traktora i oruđa na motorni i ručni pogon, Traktori i pogonske mašine.
- [2] Nikolić R., Furman T., i dr.: Razvoj traktora za brdsko planinska područja, Savremena poljoprivreda, (1998).
- [3] Nikolić R., Savin L. i dr.: Klasifikacija i kategorizacija traktora, Traktori i pogonske mašine, (2002)4, 7-13.
- [4] Nikolić R., Savin L., Furman T., Tomić M., Simikić M.: Koncepcije traktora i pogonskih mašina, Traktori i pogonske mašine, (2005)2, 16-24.
- [5] Nikolić R., i saradnici: Opremanje poljoprivrede mehanizacijom u 2005. god., Traktori i pogonske mašine, (2004)5, 7-20.
- [6] Obradović D., Teofanović Ž., Dumanović Z.: Naučne osnove tehničko-tehnološkog napretka u razvoju mehanizacije poljoprivredne proizvodnje početkom 21. veka, 8 kongres, Tehničko tehnološki razvoj Jugoslavije na pragu 21 veka, časopis Tehnika, (1997) 7-8, 84-94.
- [7] Kutkov G.: Теория тракторов и автомобилей, Колос, Москва, 1996. s. 287.

- [8] Babović J., Lazić B. i saradnici: Agrobiznis u ekološkoj proizvodnji hrane (monografija), Naučni Institut za ratarstvo i povrtarstvo, (2005), s. 359.
- [9] Obradović D.: Istraživanje optimalnih parametara traktorsko-mašinskih agregata za društveno poljoprivredna gazdinstva, doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Beograd, 1980.
- [10] Nikolić R., Popović Z.: Razvoj poljoprivrednih traktora, Tendencije razvoja poljoprivredne tehnike, monografija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, (1993), s. 1-8.
- [11] Teofanović, Obradović D., Dumanović Z.: Prednost poljoprivrednih gazdinstava sa velikim zemljišnim posedom i mogućnosti korišćenja savremene poljoprivredne tehnike početkom 21. veka. 8-kongres, Tehničko tehnološki razvoj Jugoslavije na pragu 21. veka, Tehnika 7'8, (1997), 90-94.
- [12] Međunarodni standard ISO 500-1,2,3 Agricultural tractors - Rear-mounted power take - off types 1,2 and 3 (2004).

CLASSIFICATION AND DIRECTION OF DEVELOPMENT OF TRACTORS

**Ratko Nikolić, Savin Lazar, Timofej Furman,
Milan Tomić, Mirko Simikić**

Faculty of Agriculture - Novi Sad

Abstract: Classification of tractors according to using field, purpose, nominal of force, strength and design conception was presented in this paper. Afterwards, directions of development of tractors were given through general development and development of components, engine, power train, hydraulic, wheels, etc.

Key words: *tractors, classification, direction of development.*