

# Pravci razvoja traktora budućnosti u eksploatacijskim uvjetima

---

**Marjanović, Mario**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /  
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:378626>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-19**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**  
**FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Mario Marjanović

Preddiplomski stručni studij

Smjer: Mehanizacija u poljoprivredi

**PRAVCI RAZVOJA TRAKTORA BUDUĆNOSTI U**  
**EKSPLOATACIJSKIM UVJETIMA**

Završni rad

**Vinkovci, 2022.**

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**  
**FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Mario Marjanović

Preddiplomski stručni studij

Smjer: Mehanizacija u poljoprivredi

**PRAVCI RAZVOJA TRAKTORA BUDUĆNOSTI U**  
**EKSPLOATACIJSKIM UVJETIMA**

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. prof. dr. sc. Luka Šumanovac, predsjednik
2. doc. dr. sc. Drago Kraljević, mentor
3. prof. dr. sc. Pavo Baličević, član

**Vinkovci, 2022.**

## SADRŽAJ:

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2. POLJOPRIVREDNI TRAKTOR KROZ POVIJEST</b> .....	2
2.1. Povijest razvoj traktora.....	3
2.2. Osnovna podjela traktora .....	4
<b>3. PRAVCI RAZVOJA TRAKTORA</b> .....	12
3.1. Razvoj osnovnih parametara i komponenti traktora .....	13
<b>4. DODATNA OPREMA TRAKTORA</b> .....	16
4.1. Elektronički uređaji u poljoprivredi .....	17
4.2. Geografski informacijski sustav – GIS .....	19
4.3. Globalni sustav za pozicioniranje poljoprivrednih strojeva (GPS).....	20
<b>5. TRAKTORI BUDUĆNOSTI – TRAKTORI BEZ VOZAČA</b> .....	22
5.1. Autonomni John Deere 8R traktor .....	22
5.2. Autonomous Concept Vehicle .....	24
5.3. Usporedba analiziranih traktora budućnosti.....	25
<b>6. ZAKLJUČAK</b> .....	27
<b>LITERATURA:</b> .....	29
<b>POPIS SLIKA:</b> .....	31
<b>POPIS TABLICA:</b> .....	31
<b>TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA:</b> .....	32

## 1. UVOD

Od samih početaka do danas, pravci razvoja traktora su se promijenili. Traktori su dio poljoprivredne mehanizacije koja pripada među najveća inženjarska ostvarenja dvadesetoga stoljeća. Prema nacionalnoj inženjerskog akademiji Sjedinjenih Američkih Država, poljoprivredna mehanizacija je stavljena ispred računalne, telekomunikacijske te svemirske tehnologije. Najvažniju ulogu u sklopu te mehanizacije ima vučno, odnosno radno vozilo, tj. traktor.

Poljoprivredni traktor definira se kao vozilo namijenjeno obavljanju poslova po cestama i poljima. Poljoprivredni traktor sposoban je za nošenje, upravljanje, vuču i pogon oruđa. Pod tim se smatraju priključci ili pokretni, kao i nepokretni strojevi te vuča prikolica.

S druge strane, poljoprivredni traktor ujedno se definira kao motorno vozilo koje razvija snagu na poteznici i priključnom vratilu.

Ovaj rad bit će podijeljen u nekoliko osnovnih kategorija. Nakon uvodnog dijela slijedi drugi dio koji se bavi teorijskim pregledom traktora, povijesni pregledom traktora te osnovnom podjelom traktora. Zatim treći dio rada se fokusira na pet osnovnih pravaca glede razvoja traktora kao i razvojem osnovnih parametara i komponenti traktora.

Četvrti dio rada bavi se dodatnom opremom traktora, a pri tome se detaljnije opisuju uređaji koji se koriste kao pomagala u traktorima. Najčešće ti uređaji su elektronički uređaji u poljoprivredi, geografski informacijski sustavi ili globalni sustavi za pozicioniranje poljoprivrednih strojeva.

Zatim slijedi peti dio rada koji se referira na traktore budućnosti, odnosno traktore bez vozača. Kao primjer takvog traktora navodi se autonomni John Deere 8R traktor te Autonomous Concept Vehicle. Traktori budućnosti pravi su primjer koliko je tehnologija napredovala te koji se raskorak napravio u poljoprivredi unazad samo zadnjih desetak godina. Peto poglavlje radi ujedno usporedbu analizu analiziranih traktora budućnosti koji su prethodno navedeni. Radi jednostavnosti snalaženja, usporedba analiza je prikazana pomoću tablice.

Cilj rada je prikazati koliko je mehanizacija uspjela napredovati sukladno svim globalnim procesima koji su zahvatili sve gospodarske grane pa tako i poljoprivredu, kao jednu od osnovnih gospodarskih grana.

## 2. POLJOPRIVREDNI TRAKTOR KROZ POVIJEST

Traktor dolazi od latinske riječi trahere koja u prijevodu znači vući – vučenje. Traktor prema definicije može se definirati na način: “vozilo za vuču poljoprivrednih alata, radnih strojeva i prikolica.” (Enciklopedija.hr, 2021.)

Primjena traktora koristi se u brojne svrhe. Najčešće je tu riječ o poljoprivredi i industriji te sukladno toj raznolikosti, nastao je veliki broj tipova traktora koje se međusobno razlikuju po brojnim kriterijima, poput: konstrukcije, veličine i snage.

Traktori se služe motorima s unutarnjim izgaranjem za svoj pogon. Motore s unutarnjim izgaranjem se dijeli na dizel te benzinske motore, a za svoj rad traktori najčešće koriste dizel motor s unutarnjim izgaranjem.

Prema namjeni, traktore se može podijeliti na poljoprivredne i industrijske traktore. “Poljoprivredni traktori prilagođeni su vrsti poljoprivrednih radova (kojima su ponajprije namijenjeni) te svojstvima tla i terena što ga obrađuju, dok industrijski traktori služe za transport i za vuču građevinskih i rudarskih strojeva za iskop.” (Enciklopedija.hr, 2021.)

Obilježje poljoprivrednih traktora je da imaju gumene kotače, a samo iznimno gusjenice, motor doseže snagu do 300 kW, a brzina koju postižu se nalazi u intervalu od 60 do 80 km/h. Poljoprivredni traktori služe za tegljenje te pogon nepokretnih poljoprivrednih strojeva. “Za upravljanje priključnim poljoprivrednim alatima služi hidraulični sustav koji može biti tako konstruiran da npr. automatski prilagođuje dubinu oranja, iskopča spojku ako priključeni alat zapne o neku zaprjeku te prebacuje težinu s prednjih kotača na stražnje radi bolje vuče. Kotači i osovine većinom su kruto vezani pa za vrijeme vožnje samo veliki pneumatici prigušuju trešnju. Kako bi se širina traga kotača prilagodila razmaku brazda ili redova usjeva, raspon prednjih kotača može se mijenjati produljenjem osovine, a stražnjih kombinacijom učvršćivanja kotača.” (Enciklopedija.hr, 2021.)

Prema svojoj konstrukciji, industrijski traktor nalikuje poljoprivrednom traktoru, no osnovne razlike se pronalaze u tome što je industrijski traktor brži, teži, snažniji te manje visine od tla.

## 2.1. Povijest razvoj traktora

Iako je poljoprivredna mehanizacija smatra jednom od najvećih dostignuća 20. stoljeća, povijesni razvoj započeo je daleko prije 20. stoljeća. Lokomobil, parni stroj na kotačima smatra se pretečom današnjeg traktora. Sa samim početkom industrijalizacije, a još sredinom 19. stoljeća pojavio se prvi parni traktor (poznat još i pod nazivom motorom za vuču), koji se koristio za vuču plugova, pripremljanje zemljišta kao i brojne druge stavke vezane uz poljoprivredu.

Dvadeseto stoljeće bilo je značajno za poljoprivredu. Prvi traktor s motorom s unutarnjim izgaranjem tog stoljeća ušao je u širu upotrebu. Prije samog početka prvog svjetskog rata, razvijen je "laki traktor". Godinama su traktori sve više napredovali pa su se već 1920. godine počeli koristiti traktori koji su bili usavršeni, a koristili su Dieslove motore, pneumatike. Danas se traktori u potpunosti razlikuju od traktora koji su se koristili u povijesti. Danas se pazi na udobnost i komfort vozača ili su pak traktori tako programirani da im za pogon ne treba vozač.

"Nakon što je James Watt 1769. konstruirao parni stroj za praktičnu primjenu u strojevima i vozilima, Fowler je 1851. u Engleskoj patentirao postupak oranja s balansnim plugom koji je čeličnim užetom vukao parni stroj. Takav su način oranja upotrebljavali na svim imanjima u Europi. Strojevi su bili velikih dimenzija, teški, slabo pokretljivi, trebali su puno radnoga osoblja, a često su bili opasni jer su iskre iz dimova izazivale požare, a kotlovi su na prvim modelima ponekad eksplodirali. John Froelich je 1892. izradio prvi praktični traktor pokretan benzinskim motorom u Clayton Countyu." (Građevna mehanizacija, 2021.)

Iako se prethodno navedeno vučno vozilo pokazalo kao korisno i konkurentnije u odnosu na sve prethodnike, nije doživjelo velike uspjehe. Prvi traktor koji je bio uspješan, projektiran je 1911. godine od strane tvrtke Waterloo Gasoline Traction Engine.

Traktori tvrtke Waterloo Gasoline Traction Engine koristili su se za obradu zemlje i pogon stacionarnih strojeva za žito.

"U Velikoj Britaniji prva zabilježena prodaja traktora bila je 1897. To je bio naftom pokretani Patent Safety Oil Traction engine (motor za vuču). Prvi komercijalno uspješan traktor bio je Dan Alboneov Ivel traktor s tri kotača, proizveden 1902. Henry Ford 1917. predstavlja Fordson – prvi masovno proizvedeni traktor. Izrađuje se u Sjedinjenim Američkim Državama, Irskoj, Engleskoj i Rusiji i do 1923. zauzima 77 posto tržišta unutar SAD-a. Do 1920. benzinski su

motori s unutrašnjim izgaranjem postali norma za izradu traktora.” (Građevna mehanizacija, 2021.)

Nakon 1920. godine u proizvodnji traktora ostvarena su brojna usavršavanja. Kao sastavni dio opreme traktora te godine se počela uvoditi remenica, dok je 1925. godine konstruiran prvi traktor s izvodnim vratilom. Kao početak ere traktora navodi se 1931. godina kada su se počeli proizvoditi traktori s dizel motorima, a 1932. godine su se pojavili traktori s prenumaticima. Godina 1940-ta obilježena je dodatnom opremom, čeličnim kotačima.

U proizvodnji traktora sudjelovala je i Jugoslavija. Prvi traktor u prethodno navedenoj državi proizveden je još 1950. godine u Industriji motora u Rakovici na osnovu vlastite konstrukcije. Jugoslavenski traktor imao je modificirani benzinski motor koji je bio napravljen po uzoru na kamion češkoslovačke proizvodnje iz 1939. godine. “Pravci razvoja traktorske industrije u Jugoslaviji počinje nakon izvršenih završnih ispitivanja više tipova traktora tijekom 1952. i 1953. godine kada je otkupljena licenca engleskog traktora Ferguson. Industrija motora i traktora (IMT) u Beogradu, započela je proizvodnju traktora Ferguson 1955. godine te se razvila u značajnog proizvođača traktora. Proizvodili su traktore snage od 5 Kw do 260 kW.” (Poljoprivredne mašine, 2021.)

Osim prethodno navedene tvornice, u to doba bila je značajna tvornica traktora Tomo Vinković iz Bjelovara, Torpedo iz Rijeke, Bratstvo iz Pucarevca te 14. Okotobar iz Kruševca.

“U Hrvatskoj su traktore do 1990-ih po licenci proizvodile tvornice Tomo Vinković u Bjelovaru (traktori za manja poljoprivredna gospodarstva, za voćarstvo i vinogradarstvo), te tvornica Torpedo u Rijeci (traktori nižih i srednjih kategorija), dok se danas slični traktori proizvode u nekoliko pogona, no u manjem opsegu.” (Enciklopedija.hr, 2021.)

## 2.2. Osnovna podjela traktora

U primarnoj ljudskoj djelatnosti, odnosno poljoprivredi, traktori nose vrlo značajnu ulogu od davnina. Oni se odlikuju univerzalnošću, a njihova namjena je višestruka. “Poljoprivredni traktor je vozilo namijenjeno obavljanju poslova po cestama i poljima, sposobno za nošenje, upravljanje, vuču i pogon oruđa – priključaka ili pokretnih i nepokretnih strojeva i vuču prikolica.” (Renius 1999).



Osim prethodno navedene definicije, prema Ministarstvu poljoprivrede, definira se još kao motorno vozilo koje razvija snagu na poteznici i priključnom vratilu. Dvadeset i prvo stoljeće prati porast digitalizacije, stoga su se i poljoprivredna mehanizacija morala prilagoditi tehnološkim i tržišnim promjenama pa zato danas poljoprivredne traktore prati najnoviji trend, a to je porast uloge informacijske tehnologije (elektronike) koja je povezana s unaprijeđenim konceptom prijenosnika snage (tzv. Powershift i Continuously Variable Transmission), visoko sofisticiranom hidraulikom (load sensing, proportional valves) i stalno poboljšavanom razinom komfora rukovatelja.

Od 1990-tih pa do danas, sustav proizvodnje traktora se promijenio u odnosu na masivnu proizvodnju što je sve rezultat sve bržih tehnoloških promjena i procesa globalizacije. U proizvodnju su se uključile više želje, potrebe i zahtjevi potrošača nego ikada prije.

Kao što je prethodno napomenuto, traktori se mogu koristiti u brojne svrhe, a najčešće se koriste za:

- “Vuču poljoprivrednih priključnih strojeva (plugovi, drljače i sl.);
- Vuču i pogon priključnih strojeva ( sijačice, nerači, rasipači i sl.);
- Nošenje i pogon priključnih strojeva (prskalice, rasipači i sl.) i
- Vučenje prikolica za transport poljoprivrednih strojeva.” (Vujčić i sur. 2011.).

Postoji brojna podjela, odnosno klasifikacija traktora, no za potrebe ovoga rada, koristit će se isključivo podjelama Ministarstva poljoprivrede i autora knjige “Osnove poljoprivrednog strojarstva” (Vujčić i sur. 2011.).

Kao što je iz prethodne podjele viđeno, traktor se može koristiti u brojne svrhe što znači da ga karakterizira velika univerzalnost u svim granama poljoprivredne proizvodnje. Traktore se po namjeni dijeli na:

- “Univerzalne traktore za primjenu u ratarstvu;
- Traktore u voćarstvu (koji po svojim dimenzijama moraju odgovarati raspoloživom prostoru u voćnjaku);
- Vinogradske traktore i
- Traktore u vrtlarskoj proizvodnji” (Vujčić i sur. 2011.).

Kao primjer univerzalnog traktora za primjenu u ratarstvu može se navesti IMT 539 2WD/4WD koji je zapravo najzastupljeniji model u proizvodnom programu IMT-a. Prethodno navedeni traktor predstavlja univerzalni traktor s odgovarajućim priključcima koji

omogućavaju raznovrsnu primjenu u brojnim djelatnostima poput poljoprivrede, šumarstva, komunalnih te brojnih drugih radova.

“Traktor IMT 539 je univerzalni traktor koji sa sistemom od preko 100 priključnih strojeva omogućava raznovrsnu primjenu u poljoprivredi, voćarstvu, šumarstvu, komunalnim i drugim radovima. Traktor može raditi sa svim vrstama nošenja, polunošenja i vučnih strojeva sa priključnim mjerama kategorije I. Rukovanje traktorom je vrlo jednostavno i lako.” (Agroklub.com, 2022.)

U nastavku slijede karakteristike univerzalnog traktora IMT 539:

- “Motor: IMR M33/T četverotaktni
- Snaga: 30 kW
- Mjenjač broj stupnjeva prijenosa: 6/2
- Spojka: dvostepena
- Kočnice: Doboš, mehanička komanda
- Upravljač: mehanički ili hidraulični
- Pneumatici: prednji 6-16, zadnji 11,2-28
- Vanjske mjere: dužina /širina /visina - 3220 /1665 / 2200
- Masa traktora: 2WD/1780, 4WD/1930” (Agroklub.com, 2022.)



*Slika 1. Primjer univerzalnog traktora – traktor IMT 539*

Izvor: Agroklub.com, <https://www.agroklub.com/ratarstvo/traktor-imt-539/39742/>

Kao primjer traktora u voćarstvu koji ujedno služi i za vinogradarstvo je traktor pod nazivom Kubota M serija, narrow model. Navedeni traktori dolaze u rasponu snage od 60 – 85 ks. Kao glavne od karakteristika koje krasi navedenu seriju i model su jednostavnost, praktičnost, izdržljivost te pouzdanost. Poznati su po tome što imaju vrlo mali radijus okretanja, HST (hidrostatični prijenos), smjer se mijenja pomoću ručice, imaju širok odabir brzina kretanja, Bi Speed sistem kao i hidraulične kočnice. “Sve navedeno dolazi kao standardna oprema. Tu su također i zaobljeni blatobrani koji radi svojeg dizajna neće oštetiti vinograd ili drugu kulturu kroz koju se prolazi. Poluge su također postavljene tako da za vrijeme rada ne zapinju za niske grane i slično. Što se tiče mjenjača, ima odabir od pet sinkroniziranih brzina glavnog mjenjača i tri na reduktoru, što osigurava 15 brzina unaprijed i 15 unatrag, uključujući i puzajuće brzine. Traktor sadrže pumpu hidraulike protoka 61 l/min, kapaciteta podizanja 2300 kg, što omogućuje korištenje velikih priključaka. Samostalno priključno vratilo doprinosi efikasnosti rada.” (Agroklub.hr, 2022.)

Seriya Narrow posebno je dizajnirana za područja koja zahtjevaju uzak i okretan traktor pa je svoju svrhu i primjenu pronašla u voćarstvu, vinogradarstvu te sličnim mjestima.



*Slika 2. Primjer traktora namijenjen voćarstvu I vinogradarstvu – Kubota M serija, model Narrow*

Izvor: Agroklub.com, 2022., <https://www.agroklub.com/ratarstvo/traktor-kubota-m-narrow/39772/>

Prema vrsti uređaja za vožnju, traktore se dijeli na:

- “Traktore s kotačima;
- Traktore gusjeničare” (Vujčić i sur. 2011.).



*Slika 3. Primjer traktora s kotačima, John Deere, 8400R*

Izvor: Agroklub.com, 2022., <https://www.agroklub.com/poljoprivredne-vijesti/raste-prodaja-traktora-u-europi-hrvatska-prednjaci/42623/>

Druga vrsta traktora za vožnju je traktor gusjeničar. Ukrajinski poljoprivrednik koji obrađuje 11,6 tisuća hektara poljoprivrednog zemljišta u Ukrajini, naveo je svoje prednosti, no i nedostatke korištenja traktora gusjeničara.

Mehanizacija kojom se koristi za obradu svoga zemljišta je: traktor Challenger, zatim John Deere, Case te Belarus. Posjeduju 4 Challengera raspona snage od 420 KS (309 kW) do 534 KS (397 kW) koji su izvedeni na dvije gusjenice. “Kao prednosti gusjenica on ističe: manje sabijanje tla, pravovremeni ulazak u polje, bolja raspodjela snage, manja potrošnja goriva kod vuče teških agregata, nema potrebe za provjerom tlaka, te bolja stabilnost stroja kod intenzivne obrade tla. Nedostaci gusjenica prema Alekseju su visoka cijena, visoki troškovi održavanja, sporost u cestovnom transportu i vibracije tijekom bržeg rada stroja u polju.” (Agroklub.com, 2022.)



*Slika 4. Primjer traktora gusjeničara – Challenger*

Izvor: Agrokлуб.com, 2022., <https://www.agroklub.com/ratarstvo/po-cemu-su-posebni-challenger-gusjenicari/33674/>

Zatim, traktore s obzirom na pogon kotača klasificira se u dvije osnovne grupe s pogonom na:

- “Samo stražnje kotače (lakši traktori manjih snaga);
- Sva četiri kotača (srednji i teški traktori velikih snaga).” (Vujčić i sur. 2011.).

Osim prethodno navedenih, traktore se može dijeliti i prema snazi motora. Starija podjela traktora navodila je isključivo snagu ugrađenog motora kao osnovni kriterij za podjelu, no novija podjela u obzir uzima snagu na priključenom vratilu traktora.

Tako se traktori dijele na:

- “laki traktori – do 37 Kw;
- srednji traktori – od 37 do 110 Kw i
- teški traktori – preko 110 kW” (Ministarstvo poljoprivrede.hr, 2022.)

U nastavku slijedi slika koje će prikazati svaki od navedenih traktora.



LAKI TRAKTOR



SREDNJI TRAKTOR



TEŠKI TRAKTOR

*Slika 5. Traktori prema snazi motora i priključnom vratilu traktora*

Izvor: Motori i traktori

[https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:zoyFKbt6JyQJ:https://nastava.asoo.hr/wp-content/uploads/2020/03/Agrotehni%25C4%258Dar\\_Motori-i-traktori\\_2-raz.ppsx+&cd=17&hl=hr&ct=clnk&gl=hr](https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:zoyFKbt6JyQJ:https://nastava.asoo.hr/wp-content/uploads/2020/03/Agrotehni%25C4%258Dar_Motori-i-traktori_2-raz.ppsx+&cd=17&hl=hr&ct=clnk&gl=hr)

Podjela traktora prema vrsti motora:

- “traktori sa diezel motorom (prevladavaju u odnosu na traktore sa benzinskim motorom);
- traktori sa benzinskim motorom” (Ministarstvo poljoprivrede.hr, 2022.)

### 3. PRAVCI RAZVOJA TRAKTORA

Pravci razvoja traktora u svijetu su vrlo intezivni, no u konačnici mogu se svesti na pet osnovnih pravaca razvoja traktora.

Prvi pravac odnosi se na uvođenje automatike i elektronike. Time se omogućava lakše te ujedno efikasnije korištenje traktora. Dolazi do automatskog izbora načina rada, stupnja prijenosa, kontrole rada uređaja ili pak sistema traktora. Kao neke od karakteristika prvog pravca razvoja traktora navodi se: “automatizacija aktivnosti kao što je postupak okretanja traktora na zemljištu s priključenim oruđem, promjena stupnja prijenosa pod opterećenjem, jednofazno priključivanje oruđa za traktor kao i zadaci hidraulike traktora koji su stalni predmet automatizacije.” (Nikolić i sur. 2005.).

Rukovatelju traktora se omogućuje da preko elektronskih uređaja prati kompletno funkcioniranje traktorskog sistema uz minimalni fizički ili psihički napor.

Drugi pravac razvoja traktora doveo je do unaprijeđivanja vučnih i morfoloških svojstava traktora i smanjenja potrošnje goriva. “Povećanje koeficijenta korisnosti traktora odvija se preko optimizacije težinskih parametara, raspodjele opterećenja, razvoja hodnih sistema, usavršavanja prijenosnika snage i izbor optimalne brzine kretanja uz dozvoljeno klizanje kod gusjeničara 3-5% i traktora s kotačima 10-15%. Razvoj motora usmjeren je ka smanjenju potrošnje goriva na ispod 200 g/kWh i nultu količinu štetnih materija. Razvoj morfoloških karakteristika usmjeren je ka povećanju stabilnosti, smanjenju otpora kretanja, poboljšanju manevarskih karakteristika, sigurnosti i prohodnosti osobito pri rad na slabonosivim podlogama i u tehnološkom procesu proizvodnje različitih kultura.” (Nikolić i sur. 2005.).

Treći pravac razvoja traktora ekološki je orijentiran, odnosno tu fazu prati i obilježava smanjenje štetnih radnji na zemljištima, vodi, u zraku i kod biljki. Pri tome dolazi do povećanja prinosa i kvaliteta svih biljnih vrsta. Za ovu fazu karakteristično je usavršavanje traktora koji je usmjeren na smanjenje uništavanja zemljišta, mehaničko oštećenje biljaka, minimalan broj prohoda, smanjenje potrošnje goriva te kvalitetnije sagorijevanje goriva u motoru, a sve to s ciljem smanjenja štetnih plinova koji se otpuštaju u atmosferu.

Četvrtu fazu, odnosno razvoj pravca traktora obilježava povećanje pouzdanosti traktora putem usavršavanja konstrukcije i izbora kvalitetnijeg materijala. Time dolazi do povećanja trajanja rada od generalne obnove do 15.000 moto sati. Samim time se povećava efikasnost rada traktora, dolazi do ekonomičnijeg rada i realizacije tehnoloških operacija u optimalnim



rokovima. Ujedno podrazumijeva i usavršavanje rukovoditelja traktora i logističke podrške – održavanje, dijagnostika, remont, čuvanje traktora i oruđa.

Zadnji pravac razvoja traktora je peti pravac. Ovaj pravac se ponajviše odnosi na poboljšanje ergonomske i sigurnosne karakteristika traktora i oruđa. Peti pravac doprinio je tome da zanimanje, rukovanje traktorom postaje daleko uspješnije i atraktivnija za mlade generacije stoga imamo mladih koji se zbog modernizacije odlučuju okušati u poljoprivredi. Obilježja petog pravca razvoja traktora su: “poboljšanje radnog mjesta, kabine traktora, sjedišta, komandi, mikroklima, vidljivosti.” (Nikolić i sur. 2005.).

Karakteristično je još sljedeće: “Smanjenje buke ispod 80 dB, smanjenje vibracija i sila za aktiviranje komandi, kao i poboljšanje sigurnosti pri radu u svim uvjetima u prometu i na zemljištu.” (Nikolić i sur. 2005.).

### 3.1. Razvoj osnovnih parametara i komponenti traktora

Kako bi se zaštitila životna i radna sredina te održala visoka ekonomičnost korištenja traktora, pred razvoj traktora stavlja se brojni zahtjevi. U nastavku će biti nabrojani zahtjevi koji se stavljaju pred traktore u njihovim pravcima razvoja, a to su:

1. “Razvoj motora mora ići u pravcu poboljšanja efikasnosti, transformacije energije goriva u mehanički rad sa stupnjom korisnosti iznad 50%, nultom količinom štetnih materijala u zračnim plinovima, mogućnost korištenja različitih goriva, potrošnje goriva ispod 200 g/kWh, vijek trajanja do remonta 10.000-15.000 h i elektronska kontrola funkcioniranja i dijagnostike motora;
2. Transmisija traktora mora da zadovolji sljedeće zahtjeve: koeficijent korisne radnje iznad 0,85, brzina kretanja naprijed 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, vijek trajanja 15.000 h;
3. Vučna svojstva traktora i klizanje pogonskih točkova treba da zadovolje koeficijent iskorištavanja snage motora na strnjici kod točkaša preko 70%, a gusjeničara preko 80%. Klizanje pogonskih točkova i gusjenica pri nominalnim uvjetima treba biti oko 3% kod gusjeničara i 14-16% kod točkaša;
4. Pritisak na podlogu kao osnovni zahtjev za očuvanje zemljišta treba biti kod gusjeničara max. 40 kPa i 100 kPa kod točkaša;

5. Putni i agrotehnički klirens i zaštitna zona, naročito univerzalnih traktora treba biti u granicama: Putni klirens, najmanje rastojanje po vertikali od podloge do elemenata konstrukcije traktora kod gusjeničara 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 gusjenice, zavisi od kulture i faze razvoja 12-15 cm minimalno;
6. Razmak točkova i gabaritne razmjere traktora treba omogućiti 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 osiguranja visoke stabilnosti pri radu na nagnutim terenima;
7. Manevarske karakteristike treba da osiguraju minimalni radius okretanja, minimalni prostor za okretanje što omogućava ostvarenje minimalne širine uvratima. Najmanji radius okretanja traktora točkaša univerzalne namjene 3-4,5 m, opće namjene 6,5-7,5 m i kod gusjeničara 2-2,5 m;
8. Za rad na nagnutim terenima traktor mora zadovoljiti osnovne zahtjeve sigurnosnog rada na određenom uzdužnom i poprečnom nagibu zemljišta. Najmanji uzdužni nagib traktora (4x2)S min. 35-40o , gusjeničara min. 30-35o . Poprečni nagib kod traktora točkaša, statički min. 40-50o , stvarni, korigovan sa koeficijentom (0,4-0,6);
9. Stabilnost upravljanja kod traktora točkaša (4x2)S, osigurava se sa normalnom reakcijom na upravljačkim točkovima (0,15 do 0,20) Gt, a kod traktora točkaša koncepcije (4x4)S ili (4x4)Z i (4x4)K kao i gusjeničara raspodjela opterećenja po mostovima mora osigurati maksimalna vučna svojstva, a kod gusjeničara i ravnomjeran raspored opterećenja po dužini kontakta gusjenice sa zemljištem;
10. Ergonomske i sigurnosne karakteristike traktora moraju biti na visokom nivou kako bi rukovoditelj bio maksimalno zaštićen. Stoga: udobnost prilaza do vozačkog sjedišta, pogodnost upravljanja traktorom, vidljivost, pogodnost rukovanja traktorom, pogodnost održavanja i opsluživanja traktora, buka 75-80 dB (A), mehaničke oscilacije, mikroklima, radni prostor i interijer moraju biti u skladu sa važećim međunarodnim standardima. Sigurnost tehničke karakteristike traktora (sigurnost traktora u prometu i u radu na zemljištu) 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. Svjetlosna signalizacija, sustav kočenja i sistem priključivanja oruđa za traktor mora biti u skladu sa međunarodnim i domaćim standardima i zakonskim propisima.” (Nikolić i sur. 2005.).

## 4. DODATNA OPREMA TRAKTORA

Traktori kako bi koristili svoj potencijal na najpovoljniji način osim standardne opreme trebaju imati i određena pomagala koja će im pomoći pri maksimiziranju njegovog potencijala. Kako bi traktor te sam traktorist optimalno izvršavao svoje radne zadatke, u novije se vrijeme koriste određena pomagala, odnosno ugrađuju se električni sklopovi. Kao primjer navodi se:

- “Elektronička pomagala za upravljanje i informiranje o vožnji;
- Elektronička regulacija hidrauličkog podizača;
- Regulacija proklizavanja vuče i
- Regulacija mjenjača” (Brkić i sur. 2005.)

Sve prethodno navedene stavke uvelike pomažu poljoprivrednicima pri optimizaciji radnih zadataka. No osim navedenoga, u 21. stoljeću sve češću primjenu pronalaze i brojne digitalne stavke u poljoprivredi kao što su elektronički uređaji, geografski informacijski sustavi, globalni sustav za pozicioniranje poljoprivrednih strojeva, no o tome će biti više govora u nastavku rada.

Osim dodatne opreme koja može biti ugrađena u sustav rada traktora, postoje i softveri koji pomažu pri upravljanju zemljištem. Kao primjer takvog softvera navodi se AgroGIS – softversko rješenje koje u potpunosti zadovoljava potrebe lokalnih samouprava za svakodnevnu evidencijom aktivnosti u poljoprivrednoj proizvodnji, kao i automatsko vođenje knjiga polja te plororeda.

“Implementacija novih tehnologija i informacijskih sistema u poljoprivredi je budućnost i ključ za otvaranje velikih mogućnosti za unapređenje poljoprivredne proizvodnje i ekonomično poslovanje proizvođača. Primjena precizne poljoprivrede kroz korištenje računala i različitih softvera donosi proizvođačima brojne prednosti koje u konačnici rezultiraju efikasnom primjenom svih agrotehničkih mjera te postizanju konkurentnosti.” (Greensoft.com, 2022.)

Iz toga proizlazi da su glavni razlozi te prednosti primjene novih tehnologija u poljoprivredi sljedeći:

- “Efikasnije vođenje razvojne i tekuće agrarne politike;
- Stvaranje uvjeta za kontinuirano planiranje poljoprivredne proizvodnje;
- Efikasno praćenje ostvarenja planova;
- Efikasno odlučivanje o pravcima razvoja i unaprjeđenja poljoprivrede;

- Mogućnost analize i izvještavanje na osnovu jednog ili više kriterija u vezi sa svim relevantnim informacijama;
- Praćenje normiranih i utrošenih količina;
- Digitalna zemljišta i praćenje izvršavanja operacija pomoću GPS-a i
- Centralizacija dokumentacije” (Greensoft.com, 2022.)

#### 4.1. Elektronički uređaji u poljoprivredi

Procesi koji su zahvaliti cijeli svijet, a pri tome se misli na proces globalizacije, digitalizacije te brojne druge, zahvatili su također područje poljoprivrede. Sukladno tome došlo je do primjene elektroničkih uređaja u poljoprivredi. Zadaća elektroničkih uređaja je vođenje poljoprivrednih gospodarstava, upravljanje aktivnostima pri proizvodnji i obavljanju nadzora. Osim toga, zadaća im je da služe kao pomoć upraviteljima pogona i rukovoditeljima radnih aktivnosti.

“Najvažnija područja primjene kompjutera su nadzor i procjena. To su područja u kojima se podaci (i informacije) prikupljaju, arhiviraju, memoriraju i procjenjuju za različita pitanja i na različite načine.” (Brkić i sur. 2005.)

Postoje tri osnovne primjene računala i elektronike u poljoprivredi, a mogu se podijeliti u tri razine: “osobno računalo (PC), operativno računalo i procesna tehnika (upravljanje procesom proizvodnje).”

“Osobno računalo koristi se posredno – putem usluga administracije, istraživanja, školovanja i usavršavanja. Glavna područja primjene su prikupljanje i procjena podataka, kao i standardizirana procjena operativnih podataka.” (Brkić i sur. 2005.)

Slika 6. prikazuje primjer osobnog računala u traktoru John Deer 625, proizveden 2018. godine.



*Slika 6. Primjer osobnog računala u traktoru John Deere 625 OR, 2018.*

Izvor: Sales-Machinery.com <https://sales-machinery.hr/poljoprivreda/traktori/poljoprivredni-traktor/john-deere-6250r-2018-1273.html>

Iduće je operativno računalo koji se nalazi na traktorima i samokretnim strojevima (kombajnima) s ciljem preuzimanja svih funkcija upravljanja i regulacije na traktoru i priključnom oruđu / stroju.

“Povezivanje procesne tehnike i operativnog kompjutera moguće je korištenjem univerzalnog uređaja za povezivanje i odgovarajućeg softvera (za pojedina priključna oruđa / strojeve i radne procese).” (Brkić i sur. 2005.)

Osnovna funkcija elektroničkih pomagala traktora je sustav upravljanja i informiranja. Time se omogućuje vozaču postizanje optimalnog režima rada motora, podaci o opterećenju, informacije o stanju motora i brojne druge stavke.

## 4.2. Geografski informacijski sustav – GIS

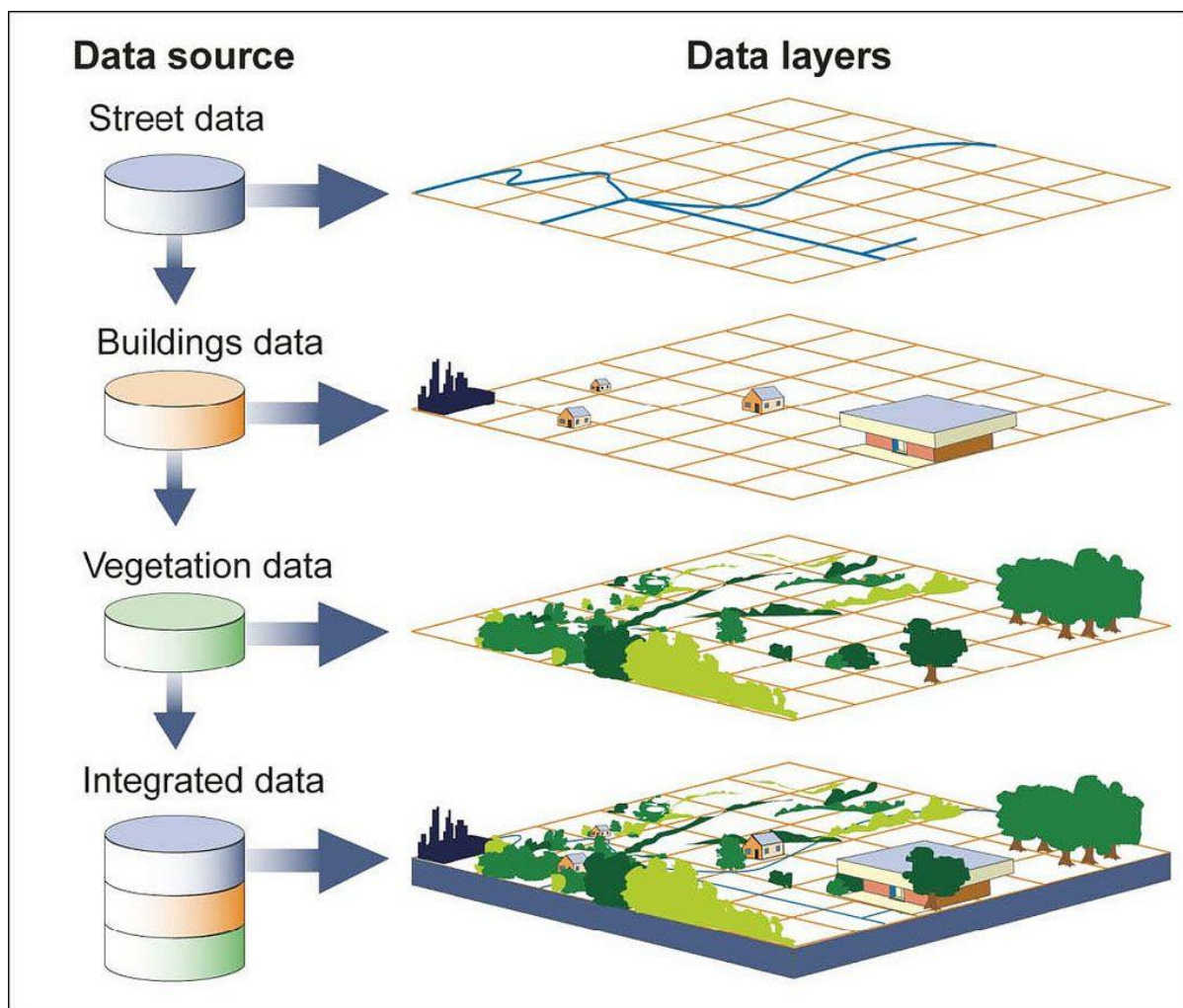
Prema definiciji, GIS, odnosno geografski informacijski sustav je “računalni sustav za prikupljanje, čuvanje, obradu, analizu i prikaz prostornih podataka.” ili drugačije se može definirati kao “skup povezanih objekata i aktivnosti koji svojim međuosobnim odnosima služe zajedničkoj namjeni.” (Brkić i sur. 2005.)

Osnovni činitelji geografsko informacijskog sustava su: hardver, softver, podaci i ljudi, to jest korisnici. Korisnici geografsko informacijskog sustava moraju biti računalno pismeni kako bi uspjeli razumjeti funkcije GIS-a te kako bi mogli u potpunosti koristiti sve mogućnosti koje GIS pruža i sadrži.

“Svrha GIS-a je unaprijediti donošenje odluka koje su na bilo koji način u vezi s prostorom. Primjerice, ukoliko je za određeno proizvodno područje izrađen GIS s podacima o hranivima u tlu, sastavu i tipu tla i slično, GIS može poslužiti za određivanje poljoprivrednih kultura koje se mogu najuspješnije uzgajati na određenom proizvodnom području.” (Brkić i sur. 2005.)

Sama svrha GIS-a uvelike pomaže poljoprivrednim savjetodavnim službama jer temeljem njega jednostavnije mogu odrediti tko može što saditi i koja kultura će gdje najbolje uspjevati.

Slika 7. prikazuje geografski informacijski sustav (GIS).



Source: GAO.

Slika 7. Geografski informacijski sustav – GIS

Izvor: National geographic.org,

<https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/geographic-information-system-gis/>

#### 4.3. Globalni sustav za pozicioniranje poljoprivrednih strojeva (GPS)

S pojavom globalnog sustava za pozicioniranje – GPS još s početka 20. stoljeća u privredi dolazi do razvoja i razne primjene. Kao rezultat tog razvoja i primjene takvih sustava u privredi, došlo je pojave novih grana privrede pod nazivom “precizno gospodarenje”, dok je u poljoprivredi to definirano kao “precizna poljoprivreda”. Globalni sustav za pozicioniranje svoju prvotnu primjenu je imao za vojne svrhe, no danas se on koristi u brojne svrhe te najčešće ga i civilne osobe koriste. Vlasništvo GPS je u rukama američke vlade, no do dana današnjeg je ostao besplatan za upotrebu. Globalni sustav za pozicioniranje predstavlja satelitski radionavigacijski sustav namijenjen globalnom pozicioniranju. Sam sustav je razvijen te



održavam od strane U.S. Department of Defence (DoD), odnosno američkog Ministarstva obrane. Svrha GPS je omogućiti korisnicima na moru, kopnu te u zraku određivanje 3D pozicije, brzine te točnog vremena bez obzira na atmosferske uvjete 24 sata dnevno.

GPS prijammnik danas gotovo sve struke koriste koje imaju potrebe za terenskim radom, a neke od njih su: geodeti, šumari, geolozi, geofizičari, geografi, hidrografi te agronomi.

GPS sustav čine tri osnovna segmenta:

- “Svemirski segment (24 satelita na visini od 20.200 km);
- Kontrolni segment (serija kontrolnih stanica širom svijeta, California, USA) i
- Korisnički segment (GPS prijammnik i antena).” (Prometna zona.com, 2022.)

“Noviji ručni GPS uređaji imaju ugrađen i zemljovid određenog područja (eMAP, GPS III Plus, Street Pilot, itd.). Ti prikazi mogu varirati od jednostavne predodžbe okoline, koja služi kao pripomoć u orijentaciji, do vrlo detaljnog predočavanja ulica u gradovima ili obale sa simbolima svjetionika, kabela, marina, sidrišta i sl.” (Prometna zona.com, 2022.)

Sama uporaba uređaja je iznimno jednostavna i gotovo automatizirana. Za korištenje potrebno je samo uključiti prijammni signal nakon čega se omogućuje kretanje po zamišljenoj ili planiranoj ruti. Za pokretanje potrebno je upisati tražene koordinate i pokrenuti funkciju navođenja. Nakon što je traženo učinjeno, GPS prijammnik počinje strijelicom smjeravati prema traženoj točki dok ujedno računa preostalu udaljenost.

Slika 8. Prikazuje kako izgleda globalni sustav za pozicioniranje poljoprivrednih strojeva.



*Slika 8. Primjer globalnog sustava za pozicioniranje poljoprivrednih strojeva*

Izvor: Kraus, D., (2014.)

## 5. TRAKTORI BUDUĆNOSTI – TRAKTORI BEZ VOZAČA

Iako je još prije desetak godina bilo gotovo nezamislivo vidjeti vozilo bez vozača, danas to postaje sadašnjost i uobičajna stavka. Traktori budućnosti koje se sada već mogu klasificirati kao traktori sadašnjosti su oni koji voze bez vozača, sami obrađuju površinu, a njima upravlja vlasnik iz udobnosti svoga doma pomoću računala ili tableta.

Kao prednosti traktora budućnosti navodi se sljedeće:

- “Rad u tri smjene, bez umaranja vozača;
- Veća količina obradive zemlje;
- Bolji pregled što se radi, kontrola troškova velikih farmi i
- Vlasnik u hodu upravlja s mehanizacijom preko mobitela, tableta” (Moj vrt.eu, 2022.)

Iako je naizgled ovo idealna situacija koja omogućuje efikasnije korištenje vremena i novca poljoprivrednicima, postoje s druge strane i brojne nedostatke koje prate ovaj trend, a to su:

- “Velika cijena kupnje i održavanja takvog sustava, pogotovo u početku dok ne krene veća serijska proizvodnja;
- Biti će potrebna nova znanja, mehaničar / električar / programer će biti desna ruka farmer i
- Jednostavna zanimanja izumiru i sve veći broj ljudi će ostati bez posla” (Moj vrt.eu, 2022.)

Iako već sada postoje brojni brendovi koji proizvode traktore budućnosti, za potrebe ovoga rada analizirat će se isključivo dva traktora budućnosti, a to su autonomni John Deer 8R traktor te Autonomous Concept Vehicle. U konačnici, poglavlje 5.3. baviti će se usporednom analizom dvaju analiziranih traktora, John Deere-a te Autonomous Concept Vehicle.

### 5.1. Autonomni John Deere 8R traktor

Procesi koji su se odvijali unazad samo zadnjih sto godina uvelike su utjecali na kvalitetu ljudskih života. Medicina je postala naprednija, otkriveno je više lijekova za razne bolesti od kojih su ljudi u prošlosti umirali te se time produžio prosječni životni vijek oba spola. Sve to uzrokovalo

je povećanju nataliteta u odnosu na mortalitet. Predviđanja su da će globalna populacija samo rasti te da će uskoro svjetsko stanovništvo sa sadašnjih 8 milijardi do 2050. porasti na 10 milijardi ljudi. Sukladno tome, moralo je doći do izmjena u proizvodnji hrane. Očekivana svjetska populacija zahtjevat će više hrane, a činjenica je da ima sve manje raspoloživih zemljišta za uzgoj hrane te kvalificirane radne snage. Osim toga, došlo je do promjene u vremenskim uvjetima i klimi koje su uzrokovale varijacije u kvaliteti tla te povećanju prisutnosti korova i štetnika. Svi navedeni čimbenici bili su idealni za razvoj traktora budućnosti – traktora bez vozača.

Stoga je tvrtka John Deere izumila traktor novije generacije, autonomni John Deere 8R traktor koji ima šest stereo kamera koje omogućuju otkrivanje prepreka od 360 stupnjeva, kao i njegov izračun udaljenosti. “Slike snimljene kamerama prolaze kroz duboku neuronsku mrežu koja klasificira svaki piksel u otprilike 100 milisekundi i određuje hoće li se stroj nastaviti kretati ili se zaustaviti, ovisno o tome je li otkrivena prepreka. Autonomni traktor također kontinuirano provjerava svoju poziciju u odnosu na geo-ogradu, osiguravajući da radi tamo gdje bi trebao, i da je točnost manje od jednog inča.” (Deere.com, 2022.)

Prednost ovog traktora leži u tome što je za korištenje autonomnog traktora potrebno samo transportirati stroj na polje te ga konfigurirati za autonomni rad. Stroj za pokretanje koristi aplikaciju “John Deere Operations Center Mobile” koja se pokreće prelaskom prsta s lijeva na desnu. Dok je stroj u funkciji, odnosno obavlja posao na zemljištu, poljoprivrednik se može fokusirati na druge zadatke, a stroj može pratiti putem svoj mobilnog uređaja. To doprinosi velikoj uštedi vremena pri radu poljoprivrednika.

“John Deere Operations Center Mobile pruža pristup video zapisima uživo, slikama, podacima i metričkim vrijednostima te omogućuje poljoprivrednicima da prilagode brzinu, dubinu i još mnogo toga. U slučaju bilo kakvih anomalija kvalitete posla ili problema sa zdravljem strojeva, poljoprivrednici će biti obaviješteni daljinski i mogu izvršiti prilagodbe kako bi optimizirali performanse stroja.” (Deere.com, 2022.)

Tvrtka John Deere predstavila je navedeni stroj na sajmu CES u Las Vegasu 2022. godine. Stroj je spreman za serijsku proizvodnju, no još je neizvjesno hoće li biti dostupan isključivo na američkom ili pak i na europskom tržištu.

Slika 9. prikazuje autonomni John Deere 8R traktor.



*Slika 9. Autonomni John Deere 8R traktor*

Izvor: Deere.com, <https://www.deere.com/en/news/all-news/autonomous-tractor-reveal/>

## 5.2. Autonomous Concept Vehicle

Case IH tvrtka je koja na tržištu djeluje još od 1842. godine, a osnovna djelatnost je proizvodnja poljoprivredne opreme. Tvrtka je osnovana u Sjedinjenim Američkim Državama, točnije Wisconsinu od strane Jeromea Increasea Casea te McCormick Harvesting Machine.

Tvrtka ima dugu povijest, no kao najistaknutiji događaj u novijoj povijest, 2016. godine, ističe se to što je tvrtka na tržište plasirala potpuno funkcionalni autonomni konceptni traktor koji je mogao samostalno zasaditi polje. Svoj pilot projekt u 2016. godini nastavili su uz pomoć partnerstva Bolthouse Farms, jednog od najvećih uzgajivača mrkve u SAD-u.

Prvi put tvrtka je svoj proizvod Autonomous Concept Vehicle predstavila na Farm Progress Show-u 2016. godine. Karakteristika ovoga traktora je što podsjeća na "Batmobile" te na prvu djeluje zastrašujuće, no ovaj stroj posjeduje vrhunske tehnološke dodatke. Funkcionira na način da ga se može programirati pomoću tableta.

Autonomous Concept Vehicle ne posjeduje uopće kabinu za vozača, što je čisti dokaz da mana koja je navedena u točki 5. Traktori budućnosti – traktori bez vozača je istinita, odnosno da

tehnologija u sve većoj mjeri počinje zamijenjivati ljude i njihov rad. Autonomuos Concept Vehicle oslanja se na rad kamera, rada i GPS sistema praćenja koje mu omogućuje samostalno kretanje i snalaženje u prostoru, ali i praćenje istog uz pomoć aplikacije na povezanom tabletu.

Prednost ovakvog stroja je što vlasnici traktora budućnosti neće morati brinuti o procesima sađenja ili pak žetvama, nego će stroj to samostalno odrađivati. Traktor budućnosti Autonomous Concept Vehicle ima sposobnost detektiranja većih prepreka na putu, a sve s ciljem sprječavanja potencijalnog oštećenja.

U ovom slučaju, poljoprivrednici su u mogućnosti sav rad prepustiti stroju. Potrebno je samo spojiti se na tablet uređaj, poslati naredbu i u tom trenutku stroj kreće s točke a na zadanu točku b gdje će dalje obavljati svoj posao bez nadzora vlasnika. Stroj može raditi danonoćno.

Slika 10. prikazuje primjer traktora budućnosti – Autonomous Concept Vehicle.



*Slika 10. Primjer Autonomous Concept Vehicle traktora budućnosti*

Izvor: Caseih.com, <https://www.caseih.com/anz/en-au/innovations/autonomous-farming>

### 5.3. Usporedba analiziranih traktora budućnosti

Činjenica je da s porastom globalnog stanovništva, sve lošijim klimatskim uvjetima, manje plodnim zemljištima, zagađenijom atmosferom te smanjenim kadrom unutar poljoprivrede dolazi do brojnih problema glede dosadašnjeg načina proizvodnje hrane. Iako nužno nije dobro to što tehnologija u sve većoj mjeri zamijenjuje ljudski rad, ponekad je neophodno kako bi svijet bio opskrbljen s dovoljnom količinom hrane koja je potrebna kako na dnevnoj tako i na godišnjoj razini. Stoga su tvrtke poput John Deere-a te Case IH-a na taj globalni problem

odgovorile proizvodnjom strojeva za koje nužno neće biti potreban radnik koji će boraviti u stroju za vrijeme sjetve, žetve ili neke treće poljoprivredne aktivnosti. U točkama 5.1. i 5.2. objašnjeni su traktori budućnosti autonomni John Deere 8R model te Autonomous Concept Vehicle. Radi lakoće snalaženja i preglednosti, u nastavku će biti tablica 1. koja će prikazati osnovne sličnosti ili razlike dvaju analiziranih traktora budućnosti.

Tablica 1. Sličnosti i razlike analiziranih traktora budućnosti

	AUTONOMNI JOHN DEERE 8R TRAKTOR	AUTONOMOUS CONCEPT VEHICLE
ZEMLJA PODRIJETLA	Amerika	Amerika
VOZAČEVA KABINA	Ima kabinu	Nema kabinu
GPS	Da	Da
NAČIN POKRETANJA	Pomoću aplikacije "John Deere Operations Centre Mobile"	Pomoću tableta
KAMERA	Da	Da
POTREBAN VOZAČ	Ne	Ne
DETEKTIRANJE PREPREKA NA PUTU	Da	Da

Izvor: vlastita izrada autora

Kao što je u tablici 1. vidljivo, oba traktora budućnosti proizvod su inozemnih proizvođača, odnosno podrijetlom su iz Sjedinjenih Američkih Država. Traktor John Deere 8R za razliku od Autonomous Concept Vehicle-a ima kabinu što im je osnovna razlika. Druga razlika je način pokretanja traktora. Autonomous Concept Vehicle pokreće se pomoću tableta, dok se John Deere 8R pokreće pomoću mobilne aplikacije "John Deere Operations Centre Mobile". Sličnosti ovim traktorima su što posjeduju kamere, nije im potreban vozač za samostalni rad, koriste GPS u svome radu te imaju sposobnost detektiranja prepreka na putu.

## 6. ZAKLJUČAK

Kao što je u samom radu navedeno, riječ traktor dolazi od latinske riječi trahere što se u prijevodu može prevesti kao vući – vučenje. U literaturi često se klasificira kao vozilo koje je namijenjeno za vuču poljoprivrednih alata, radnih strojeva te prikolica.

Traktori su svoju primjenu pronašli u brojnim granama odnosno koriste se u brojne svrhe. Najčešće koriste se u poljoprivredne i industrijske svrhe, no sukladno tome postoji velik broj tipova traktora. Tipovi traktora razlikuju se po nekoliko kriterija, a to su: konstrukcija, veličina, snaga, te brojni drugi.

Prvi traktor izumljen je sredinom 19. stoljeća, no od tada do danas traktori su se gotovo u potpunosti izmijenili. Osnova traktora ostala je ista te sama njegova svrha, no sukladno svim globalnim procesima koji su nastupili od sredine 19. stoljeća do danas način rada traktora se uvelike izmijenio. Prije gotovo samo desetak godina bilo je nemoguće zamisliti traktor bez vozača, odnosno traktor koji se sam kreće po obradivoj površini. Danas to više nije nešto što se može vidjeti isključivo na filmovima, nego proces koji je zapravo zahvatio poljoprivredu. Sam dokaz takvih vrsta traktora je autonomni John Deere 8R traktor te Autonomous Concept Vehicle.

Od samog trenutka izuma traktora do danas traktori su prošli kroz pet osnovnih pravaca razvoja. Prvi pravac odnosio se na uvođenje automatike i elektronike, zatim je uslijedio drugi pravac koji je svoju bazu imao u unaprijeđenju vučnih i morfoloških svojstava traktora te smanjenju potošnje goriva. Drugi pravac razvoja traktora bio je glavna uvertira u treći pravac koji se odnosio na očuvanje okoliša, smanjenje štetnih radnji na zemljištu te ostalim prirodnim bogatsvima. Zatim četvrti pravac je doveo po povećanja pouzdanosti traktora putem usavršavanja njegove konstrukcije kao i izbora kvalitetnijeg materijala. U konačnici peti pravac je zaokružio sve prethodno navedene pravce te poboljšao ergonomske i sigurnosne karakteristike traktora i njegovog oruđa.

Peti proces, to jest pravac razvoja traktora prati uvođenje novih tehnologija u samu strukturu traktora pa je zato danas gotovo nemoguće zamisliti traktor koji ne posjeduje elektroničke uređaje uređaje u poljoprivredi, geografski informacijski sustav ili globalni sustav za pozicioniranje u poljoprivredi.

Iako se ponekad smatra da nove tehnologije i određeni procesi donose samo negativne aspekte, fokus se stavlja na pozitivne aspekte novih tehnologija, a pri tome se ističu sljedeće: efikasnost

pri vođenju razvojne i tekuće agrarne politike, stvaranje uvjeta za kontinuirano planiranje poljoprivedne proizvodnje, efikasno praćenje ostvarenih planova, efikasno odlučivanje o pravcima razvoja i unaprijeđenju poljoprivrede, mogućnost analize i izvještavanja na osnovu jednog ili više kriterija u vezi sa svim relevantnim informacijama, praćenje normiranih i utrošenih količina, digitalna zemljišta i praćenje izvršavanja operacija pomoću GPS-a.

Negativni aspekti uvođenja novih tehnologija su visoka nabavna cijena kao i održavanje takvog sustava, potrebna su nova nova zanimanja te edukacije što u konačnici dovodi do izumiranja jednostavnih zanimanja gdje sve veći broj ljudi ostaje bez posla.

U konačnici, traktori su od samih početaka do danas doživjele značajnu transformaciju koja je utjecala na brojne poljoprivrednike i na odabir poljoprivrede kao profesije kod ljudi. Samim time što ljudska populacija raste gotovo eksponencijalno, a u tlu se javlja sve više nametnika, došlo je do potrebe za novim pravcima razvoja traktora.



## LITERATURA:

### Knjige:

1. Brkić, D., Vujčić, M., Šumanovac, L., Lukač, P., Kiš, D., Jurić, T., Knežević, D., 2005., Ekspolatacija poljoprivrednih strojeva, Sveučilište J.J. Strossmayera, Osijek
2. Vujčić, M., Emert, R., Jurić, T., Heffer, G., Baličević, P., Pandurović, T., Plaščak, I., 2010., Osnove poljoprivrednog strojarstva, Sveučilište J.J. Strossmayera, Osijek
3. Kraus, D., (2014.), Primjena sustava za navigaciju u poljoprivredi, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Osijek

### Članci:

4. Nikolić, R., Lazar, S., Furman, T., Tomić, M., Simikić, M., 2005., Klasifikacija i pravci razvoja traktora, Poljoprivredni fakultet - Institut za poljoprivrednu tehniku, Novi Sad, dostupno na: [http://arhiva.nara.ac.rs/bitstream/handle/123456789/142/PT\\_01-2005-Nikolic.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://arhiva.nara.ac.rs/bitstream/handle/123456789/142/PT_01-2005-Nikolic.pdf?sequence=1&isAllowed=y) , pristupano: 15.1.2022.

### Internet:

5. Agroklub.com, dostupno na: <https://www.agroklub.com/ratarstvo/traktor-imt-539/39742/> , pristupano: 15.1.2022.
6. Blog.mtel.ba, dostupno na: <http://blog.mtel.ba/vozilo-koje-lici-na-betmobil-je-u-stvari-traktor-buducnosti/> , pristupano: 1.2.2022.
7. Caseih.com, dostupno na: <https://www.caseih.com/anz/en-au/innovations/autonomous-farming> , pristupano: 1.2.2022.
8. Deere.hr, dostupno na: <https://www.deere.hr/hr/rjesenja-za-upravljanje-u-poljoprivredi/prijemnici-zaslone/gen-4-integrirani-zaslone/> , pristupano: 1.2.2022.
9. Enciklopedija.hr, dostupno na: <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=62000> , pristupano: 15.11.2021.
10. Greensoft.com , dostupno na: <http://www.greensoft.co/rs/medija-centar/clanci/67/informacione-tehnologije-u-poljoprivredi/> , pristupano: 25.1.2022.
11. Media.cnindustrial.com, dostupno na: <https://media.cnhindustrial.com/EUROPE/CASE-IH/case-ih-history/s/b4779027-55b3-4fc7-a5fb-7cb8f16496e0> , pristupano: 1.2.2022.

12. Ministarstvo poljoprivrede, Uprava za stručnu podršku razvoju poljoprivrede, dostupno na: <https://www.savjetodavna.hr/2014/01/22/poljoprivredni-traktor-i-osnovno-odrzavanje-traktora/>
13. Moj vrt.eu, dostupno na: <http://www.mojvrt.eu/buducnost-je-tu-traktori-bez-vozaca/> , pristupano: 15.12.2021.
14. National geographic.org, dostupno na: <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/geographic-information-system-gis/> , pristupano: 15.1.2022.
15. Prometna zona.com, dostupno na: <https://www.prometna-zona.com/gps-globalni-sustav-za-pozicioniranje/> , pristupano: 12.1.2022.
16. Savjetodavna.hr, dostupno na: <https://www.savjetodavna.hr/2014/01/22/poljoprivredni-traktor-i-osnovno-odrzavanje-traktora/> , pristupano: 29.12.2021.
17. Sales-Machinery.com, dostupno na: <https://sales-machinery.hr/poljoprivreda/traktori/poljoprivredni-traktor/john-deere-6250r-2018-1273.html> pristupano: 1.2.2022.
18. Webache.com, dostupno na: [https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:zoyFKbt6JyQJ:https://nastava.asoo.hr/wp-content/uploads/2020/03/Agrotehni%25C4%258Dar\\_Motori-i-traktori\\_2-raz.ppsx+&cd=17&hl=hr&ct=clnk&gl=hr](https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:zoyFKbt6JyQJ:https://nastava.asoo.hr/wp-content/uploads/2020/03/Agrotehni%25C4%258Dar_Motori-i-traktori_2-raz.ppsx+&cd=17&hl=hr&ct=clnk&gl=hr) , pristupano: 29.12.2021.

## **POPIS SLIKA:**

Slika 1. Primjer univerzalnog traktora – traktor IMT 539 .....	7
Slika 2. Primjer traktora namijenjen voćarstvu I vinogradarstvu – Kubota M serija, model Narrow .....	8
Slika 3. Primjer traktora s kotačima, John Deer, 8400R.....	9
Slika 4. Primjer traktora gusjeničara – Challenger .....	10
Slika 5. Traktori prema snazi motora i priključnom vratilu traktora .....	11
Slika 6. Primjer osobnog računala u traktoru John Deer 625 OR, 2018.....	18
Slika 7. Geografski informacijski sustav – GIS.....	20
Slika 8. Primjer globalnog sustava za pozicioniranje poljoprivrednih strojeva.....	21
Slika 9. Autonomni John Deere 8R traktor.....	24
Slika 10. Primjer Autonomous Concept Vehicle traktora budućnosti.....	25

## **POPIS TABLICA:**

Tablica 1. Sličnosti i razlike analiziranih traktora budućnosti.....	26
--	----

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek  
Preddiplomski stručni studij, smjer Mehanizacija u poljoprivredi  
Mario Marjanović

Završni rad

### **Pravci razvoja traktora budućnosti u eksploatacijskim uvjetima**

#### **Sažetak:**

Traktor je prijevozno sredstvo koje je namijenjeno obavljanju poslova po cestama i poljima. Postoji pet osnovnih pravaca razvoja traktora. Prvi pravac odnosi se na uvođenje automatike i elektronike, drugi pravac unaprijeđuje vučna i morfološka svojstva traktora te uvelike smanjuje potrošnju goriva. Samim time treći pravac postaje ekološki orijentiran i fokusiran na smanjenje štetnih radnji kako na zemljištu, tako i u zraku, vodi te tome slično. Četvrta faza odnosi se na povećanje pouzdanosti traktora putem usavršavanja konstrukcija te izboru kvalitetnijeg materijala, a posljednja, peta faza poboljšava ergonomске te sigurnosne karakteristike traktora i oruđa. Traktori budućnosti kreirani su na način da za obavljanje poljoprivredne djelatnosti gotovo je nepotrebna ljudska ruka i pretjerani umor jer stroj sada odrađuje većinski dio posla. Traktori budućnosti dobivaju na značaju zbog sve većeg porasta populacije u svijetu.

**Ključne riječi:** traktori, traktori budućnosti, pravci razvoja, GIS, GPS, elektonički uređaji

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

BSc Thesis

### **Directions of future tractor development in exploitation conditions**

#### **Summary:**

A tractor is a means of transport intended for work on roads and fields. There are five basic tractor development rights. The first direction refers to the introduction of automation and electronics, the second direction improves the traction and morphological properties of tractors and greatly reduces fuel consumption. Thus, the third direction becomes environmentally oriented and focused on reducing harmful actions both on land and in the air, water, and the like. The fourth phase refers to increasing the reliability of tractors by improving structures and choosing quality materials, and the last, fifth phase improves the ergonomic and safety characteristics of tractors and tools. The tractors of the future have been created in such a way that human hands and excessive fatigue are almost unnecessary for performing agricultural activities because the machine now does most of the work. The tractors of the future are gaining in importance due to the growing population growth in the world.

**Keywords:** tractors, tractors of the future, directions of development, GIS, GPS, electronic devices