

# Neki aspekti uporabe sijačice za žitarice u svojstvu precizne poljoprivrede i primjene RTK

---

**Falamić, Valentin**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2023**

*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:151:028013>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-15**



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

Valentin Falamić

Preddiplomski sveučilišni studij

Smjer: Mehanizacija

**Neki aspekti uporabe sijačice za žitarice u svojstvu precizne  
poljoprivrede i primjene RTK**

**Završni rad**

Osijek, 2023.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Valentin Falamić

Preddiplomski sveučilišni studij

Smjer: Mehanizacija

**Neki aspekti uporabe sijačice za žitarice u svojstvu precizne  
poljoprivrede i primjene RTK**

**Završni rad**

Povjerenstvo za obranu i ocjenu završnog rada

1. doc. dr. sc. Domagoj Zimmer, mentor
2. doc. dr.sc. Željko Barač, predsjednik
3. dr. sc. Dorijan Radočaj, član

Osijek, 2023.

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. PREGLED LITERATURE .....	4
3. PRECIZNA POLJOPRIVREDA .....	5
3.1. Ciljevi i osnovni pristup u preciznoj poljoprivredi .....	6
3.2. Globalni navigacijski satelitski sustav(GNSS) u poljoprivredi .....	7
3.3. Princip rada GPSa .....	11
4. CROPOS .....	14
4.1. CROPOS u sustavu europske permanentne mreže (EPN).....	15
5. ASISTENCIJA PRI UPRAVLJANJU I AUTOMATSKO UPRAVLJANJE .....	16
5.1. RTK sustav .....	18
6. SIJAČICA <i>HORSH</i> PRONTO 8 DC.....	21
6.1. Tehničke karakteristike sijačice <i>Horsch</i> pronto 8DC.....	21
6.2. <i>E-manager</i> .....	30
6.2.1. <i>Horsch terminal</i> .....	32
8. ZAKLJUČAK .....	42
9. POPIS LITERATURE .....	43

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek  
Preddiplomski sveučilišni studij, smjer Mehanizacija

Završni rad

Valentin Falamić

### **Neki aspekti uporabe sijačice za žitarice u svojstvu precizne poljoprivrede i primjene RTK**

**Sažetak:** U radu je definirana precizna poljoprivreda te su objašnjeni ciljevi i osnovni pristup. Objašnjen je princip rada GPS i GNSS sustava sa svojim prednostima i nedostacima u sjetvi žitarica. Pojašnjen je princip rada RTK sustava, njegovi osnovni dijelovi te uporaba prilikom različitih vrsta asistencija upravljanja poljoprivrednim strojem. Analizirana je sijačica *Horsch Pronto 8 DC* kao primjer modernog stroja koji se može upotrebljavati sa svim ranije spomenutim sustavima. Objašnjeni su osnovni dijelovi sijačice te način njezine uporabe.

**Ključne riječi:** precizna poljoprivreda, RTK, sustav navođenja, precizna sjetva Horsch

44 stranica, 4 tablica, 36 slika, 47 citata

Završni rad je pohranjen u Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek  
Undergraduate university study Agriculture, course Mechanization

BSc Thesis

Valentin Falamić

### **Some aspects of the use of the seeder for cereals in the capacity of precision agriculture and the application of RTK**

#### **Summary:**

The paper defines precision agriculture and explains the goals and basic approach. It explained working principle of GPS and GNSS systems with their advantages and disadvantages in grain sowing. The working principle of the RTK system, its basic parts and its use during various types of agricultural machine control assistance are explained. *Horsch Pronto 8 DC* seed drill was analyzed as an example of a modern seeder that can be used with all the previously mentioned systems. The basic parts of the seeder and how to use it are explained.

**Key words:** precision agriculture, RTK, guidance system, precision seeding Horsch

44 pages, 4 tables, 36 figures, 47 references

Final work is archived in Library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

## 1. UVOD

U poljoprivrednoj proizvodnji ključan je razvoj novih tehnologija, ali i primjena tehnologija razvijenih u drugim područjima koje bi se mogle koristiti u poljoprivredi uz manje preinake, a mnogi stručnjaci vjeruju kako bi napredak u znanosti i inženjeringu mogao pozitivno utjecati na mehaniziranu berbu u poljoprivrednoj proizvodnji (Sparrow i sur., 2020.).

Cilj precizne poljoprivrede je približiti se svakoj biljci i stvoriti joj optimalne uvjete za rast i razvoj. Pritom se postiže smanjeni učinak negativnog utjecaja na okoliš od prekomjerne primjene kemijskih sredstava za poticanje rasta ili suzbijanje štetnih organizama. Osnovna karakteristika precizne poljoprivrede je da što veći broj informacija bude na raspolaganju pri donošenju odluka.

Grgić i sur. (2011.) navode da su prednosti precizne poljoprivrede ušteda radnih sredstava, ušteda strojeva i radnog vremena, ostvarenje većih prinosa i veća kvaliteta proizvoda. Primjena novih tehnologija ključan je čimbenik koji uvelike utječe na gotovo sve poljoprivredne djelatnosti. Tehnologija koja u točno određeno vrijeme prikuplja informacije o predmetu kojim se određena djelatnost bavi se kvalitetnom obradom podataka i upravljanja u većini slučajeva rezultira povećanjem kvalitete, smanjenjem troškova radnih sredstava te povećanjem obujma proizvodnje. Osim dobro obavljene pripreme tla posebnu pozornost treba posvetiti i sjetvi (Milinović, 2015.).

Barbić 2021. navodi da je upotreba sustava navođenja važna i u sjetvi, svaka biljka treba imati dovoljno prostora za pravilan rast i razvoj stoga je vrlo bitno da se sjetva obavi na pravilan način jer svaka sjemenka treba pasti na određeno mjesto i na određeni razmak, a to se postiže uz pomoć različitih sustava navođenja. Od kvalitete sjetve značajno ovisi očekivani prinos. Greške koje se učine tijekom sjetve najčešće kasnije nije moguće ispraviti nekim drugim zahvatima. Razlozi su u relativno kratkim i važnim agrotehničkim rokovima za većinu kultura koje se proizvode u Republici Hrvatskoj. Uočava se da je primjena kontrole i praćenja brojnih elemenata u procesu sjetve postala nužnost, što i je sastavni dio precizne poljoprivrede. Velika i stalna potreba za hranom uvjetovala je progresivan razvoj tehnologija poljoprivrednih proizvodnji, a time i razvoj sredstava poljoprivredne mehanizacije. Pojava sve savršenijih i sofisticiranijih strojeva zahtijeva njihovo optimalno korištenje, što je uvjet postizanja veće produktivnosti rada i (u konačnici) jeftinije hrane. Suvremena opremljenost imanja sredstvima mehanizacije karakterizirana je racionalnim opremanjem imanja u kvalitativnom i

kvantitativnom smislu, stalnim praćenjem razvoja novih tehnologija i pokušajima uvođenja istih na imanje, organiziranjem rada u više smjena te obavljanjem radova u agrotehničkom roku i korištenju novih mogućnosti upravljanja (Brkić i sur., 2005.).

Uz nova tehnološka dostignuća na području poljoprivredne tehnike i mehanizacije, uvode se i nove tehnologije. Poljoprivrednu proizvodnju prati velik broj mogućih problema. Na neke, kao što su klimatske promjene ne može se utjecati, ali na većinu ipak može. Stoga je važno prepoznati ulogu tehnologije kao pokretača proizvodnje i sredstva koje omogućava donošenje prave odluke u pravom trenutku i na pravi način te ubrzava proces izvođenja radova. Danas se sa sigurnošću može tvrditi da će u bliskoj budućnosti informatizacija „uzeti“ još veći zamah. Uvođenjem GIS (Geografski informacijski sustav) i GPS (Globalni pozicijski sustav) tehnologija u poljoprivrednoj mehanizaciji počela se razvijati nova grana – precizna poljoprivreda. Osnovna pretpostavka precizne poljoprivrede je veći broj informacija, kao i da preciznije informacije budu na raspolaganju poljoprivredniku prilikom donošenja odluka (Gavrić i Sekulić, 2004.).

Kraus (2014.) navodi da je geografski informacijski sustav u najužem smislu računalni alat za kreiranje i analiziranje geografskih objekata, odnosno pojava i događaja u prostoru. Tehnologija GIS-a integrira zajedničke operacije baze podataka, kao što su pretraživanja i statističke analize, s vizualnim geografskim analizama temeljene na kartografskim prikazima.

Blažević (2020.) smatra da će se u budućnosti na gotovo svakoj farmi omogućiti uporaba informatičke tehnologije kao što je globalni navigacijski sustav satelita (GNSS), geografski informacijski sustav (GIS) i tehnologija precizne poljoprivrede. Svi proizvođači novih strojeva moraju ispuniti zahtjeve za ISO industrijski standard za komunikacijski protokol između elektroničkih uređaja. Standard se naziva ISOBUS koji se pojavljuje sredinom 2000 – ih, a sastavljen je od 14 različitih dijelova. Možemo reći da je s ovim standardom započelo moderno doba poljoprivrede gdje će svaka farma koristiti geoinformatički sustav za obradu vlastitih podataka.

Feng i Li (2010.) u svom radu prikazuju tehničku osnovu za usluge RTK pozicioniranja u decimetrima u stvarnom vremenu širokog područja pomoću različitih nosi. Rad Feng i sur. (2013.) govori o GNSS načinu rada na bazi referentne stanice za podršku objedinjenog preciznog pozicioniranja i RTK usluga u stvarnom vremenu gdje se opisuje raspodijeljeni

RTK je tehnologija je koja koristi raspon temeljen na nosaču i pruža raspone (a samim tim i pozicije) koji su narednih razmjera precizniji od raspoloživih pomoću pozicioniranja na osnovi koda (Blažević 2020.). Ako je parcela koja se sije nepravilnog oblika sijačica će posijati sjeme bez preklapanja uvijek na točno definirani razmak, pa se tako štedi sjeme i osiguravaju se optimalni uvjeti za dalji rast i razvoj biljaka (Petričević, 2021.)

Mjesto postavljanja GPS antene omogućuje postizanje dobre geometrije satelita tijekom eksperimenta i RTK GPS (fiksna kvaliteta) je dobiven za sve antene (Sun i sur., 2010.).



## 2. PREGLED LITERATURE

GIS predstavlja skup povezanih objekata i aktivnosti koji služe zajedničkoj namjeni (donošenje odluka pri upravljanju nekim prostornim aktivnostima). Informacijski sustav je skup postupaka izvršenih nad skupom podataka kojima se dobiva informacija prikladna za donošenje odluka. GIS tehnologija integrira uobičajene operacije s bazama podataka, kao što su pretraživanje, upiti ili statističke analize s jedinstvenim prednostima vizualizacije i prostorne analize koju donose karte. Ove mogućnosti izdvajaju GIS od ostalih informacijskih sustava i čine ga dragocjenim alatom za najrazličitije namjene i korisnike. Tehnologija geografskog informacijskog sustava može se koristiti za znanstvena istraživanja, upravljanje resursima, imovinsko upravljanje, planiranje razvoja, kartografiju i planiranje puta (Jurišić i Plaščak, 2009.).

Glavni cilj precizne poljoprivrede je povećanje profitabilnosti povećanjem prinosa uz smanjenje količine/cijene inputa. Iako se danas termin "precizna poljoprivreda" veže za određene nove tehnologije koje se koriste u procesu poljoprivredne proizvodnje, osnova precizne poljoprivrede je ipak informacija koja se dobiva tijekom te proizvodnje (Jurišić i Plaščak, 2009.).

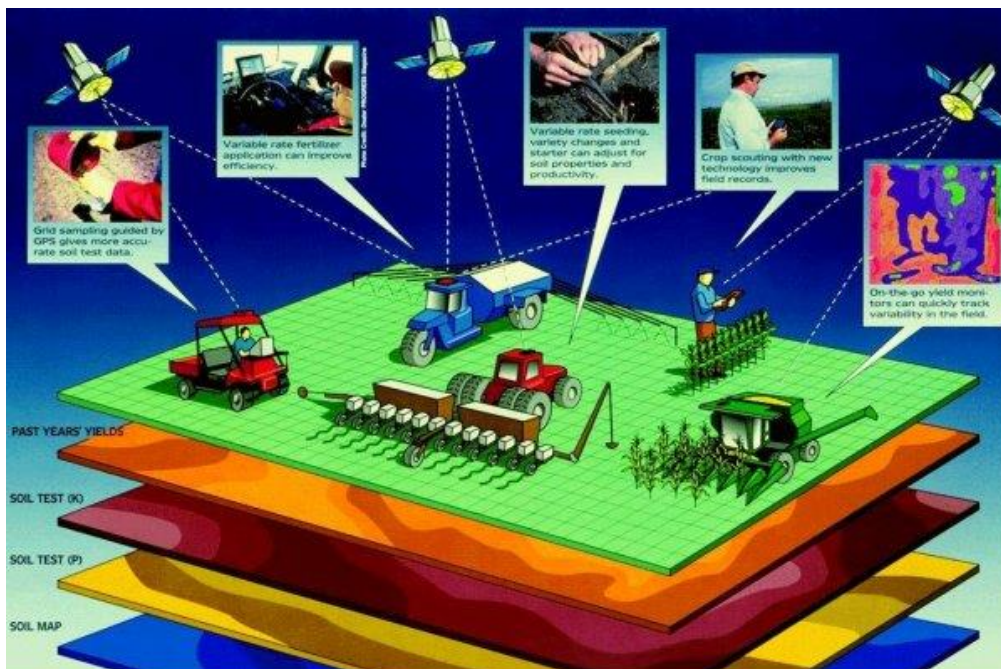
Isti autori navode da je geografski informacijski sustav (GIS) multifunkcionalna disciplina izgrađena da uključuje niz tehnologija i koncepata. Da bi se pravilno razumjele mogućnosti spomenutog sustava, važno je znati nekoliko oblasti, kartografiju, prostornu i statističku analizu, baze podataka, upravljanje i programiranje. integrira hardware, software, i podatke za traženje, upravljanje, analiziranje i prikazivanje svih oblika geografski spomenute informacije. Glavne značajke i prednosti korištenja GIS-ovog sustava su: računalno potpomognuta produkcija karata, predefinirana izvješća, jednostavne analize i pretraživanja prostornih baza podataka, grafički podaci pohranjeni u specijalnim formatima datoteka, atributni podaci pohranjeni u bazama podataka i ostalo.

Uspješan geografski informacijski sustav radi prema pažljivo kreiranim pravilima poslovanje određenih za svaku radnu organizaciju. Podaci su najvažniji jer bez podataka nema ni GIS-a. Ključ za uspostavljanje tehnologije za potrebe donošenja odluka je integracija: povezivanje tehnologije, podataka i strategije donošenja odluka (Radulović i sur., 2012.).

### 3. PRECIZNA POLJOPRIVREDA

Korištenjem GIS sustava optimiziraju se inputi i definiraju outputi za zadovoljavanje potrošača u realnom vremenu. GIS tehnologija pomaže kod ujedinjavanja podataka za analizu i planiranje proizvodnje, kao i kartografski pregled i informativna izvješća o zemljištu i uzgajanoj kulturi.

Pojam „precizna poljoprivreda“ (*Precision agriculture ili Precision farming*) (Slika 1.) podrazumijeva pravodobno obavljanje poljoprivrednih radova, visoku produktivnost, smanjen broj operacija te najnižu cijenu rada, a temelji se na novo razvijenim informatiziranim strojnim sustavima programiranog eksploatacijskog potencijala, malom broju strojeva visoke pouzdanosti i visokim tehnološkim mogućnostima (Jurišić i Plaščak, 2009.).



Slika 1. Izmjena i analiza podataka u preciznoj poljoprivredi.

(Izvor: Jurišić i Plaščak, 2009.)

Po Petričeviću (2021.) se pod pojmom precizna poljoprivreda podrazumijeva obavljanje poljoprivrednih radova, visoka produktivnost, smanjen broj operacija te najniža cijena rada koja obuhvaća prostorno upravljanje sredstvima i repromaterijalima poljoprivredne proizvodnje u cilju povećanja profita, prinosa i kvalitete proizvoda te ekonomskim i ekološkim poboljšanjima, primjerice u uštedi radnih sredstava, uštedi strojeva i radnog vremena.

Precizna poljoprivreda služi ekonomskim i ekološkim poboljšanjima, prije svega pri:

- uštedi radnih sredstava;
- uštedi strojeva i radnog vremena;
- poboljšanju ostvarenja dobiti kroz veće prinose te poboljšanje kvalitete proizvoda;
- smanjenju opterećenja okoliša i poticanju prirodno prostornih uvjeta;
- poboljšanju dokumentacije procesa produkcije.

Precizna poljoprivreda omogućuje proizvodnju s niskom cijenom rada i visokom produktivnosti koja se ostvaruje najmanjim mogućim brojem operacija na proizvodnoj površini. Visoko sofisticirani poljoprivredni agregati prvi su korak prema potpunoj digitalizaciji proizvodnje.

### 3.1. Ciljevi i osnovni pristup u preciznoj poljoprivredi

Pred preciznu poljoprivredu stavljaju se ekološki i ekonomski zahtjevi koje, svojim tehnologijama i strateškim odlukama, uspješno ostvaruje omogućujući uštedu i smanjenje cijene radnih inputa te visoku produktivnost rada potrebnih za održivu i optimiziranu ekonomsku proizvodnju, a osnova svega je precizna informacija (Slika 2.) proizašla iz prikupljenih podataka obrađenih u realnom vremenu. Prakticiranjem principa precizne poljoprivrede pozitivno se utječe na okoliš smanjenjem prohoda, pravovremenim selekcijskim tretiranjem i gnojidbom.



Slika 2. Precizna informacija dostupna u realnom vremenu

(Izvor: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcScubi9rcL84wkSX9tnXU>)

Prema Crnekoviću (2015.) ciljevi precizne poljoprivrede su:

- Smanjenje negativnog utjecaja na okoliš (prekomjerno korištenje kemijskih sredstava),
- Ušteda repromaterijala, odnosno radnih sredstava,
- Ostvarenje većih prinosa (veća dobit),
- Poboljšavanje kvalitete proizvoda,
- Smanjenje obima rada ljudi,
- Uštede u radnom vremenu,
- Dokumentiranje procesa proizvodnje,
- Stvaranje kvalitetnog radno kadra,
- Smanjenje preklapanja,
- Praćenje stanja i razvoja usjeva.

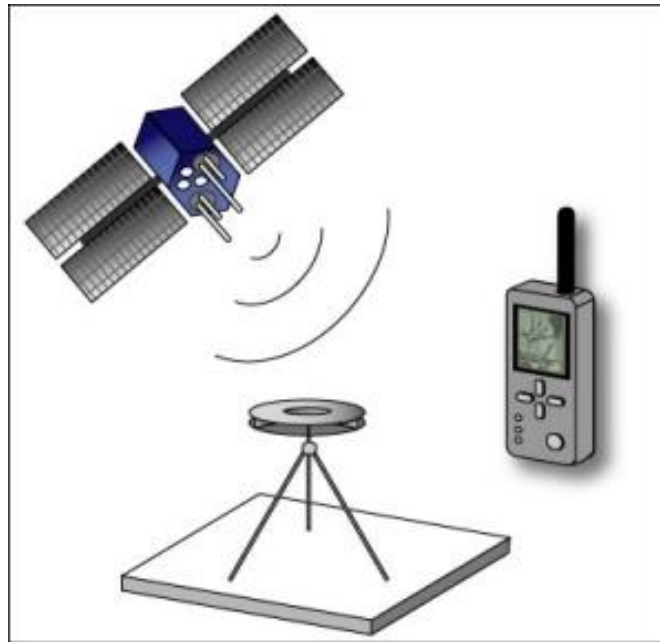
Uspješno ostvarivanje gore navedenih ciljeva zasniva se na pravovremenoj informaciji provjerenoj i obrađenoj u precizne podatke pomoću suvremenih tehnologija od strane stručnog kadra. Dobiveni podatci prenose se i primjenjuju na modernim strojevima i uređajima te poboljšavaju poljoprivrednu djelatnost u svim aspektima (Crneković, 2015.).

### **3.2 Globalni navigacijski satelitski sustav(GNSS) u poljoprivredi**

Globalni navigacijski satelitski sustav (GNSS) osnova je precizne poljoprivrede. GNSS omogućuje preciznu detekciju točnog položaja stroja, uređaja i sl. na proizvodnoj površini te njihovo precizno kretanje, ali i točan položaj na bilo kojoj poziciji na Zemlji. Pored podatka o lokaciji daje nam i podatke o vremenu koji je usko povezan s lokacijom.

Osnovna zadaća GPS-a je precizno određivanje položaja točke na kopnu, moru, u zraku, u svemirskom prostoru bliskom Zemlji te određivanje trenutne pozicije i brzine (navigacija) pokretnog objekta (Jurišić i Plaščak, 2009.). GNSS sustav (Slika 3.) se dijeli na tri segmenta koji su prikazani na slici:

- svemirski segment, odnosno sateliti
- kontrolni segment, odnosno zemaljske stanice
- korisnički segment, odnosno korisnici i njihovi GPS prijammnici. (Bjelkanović, 2020.)

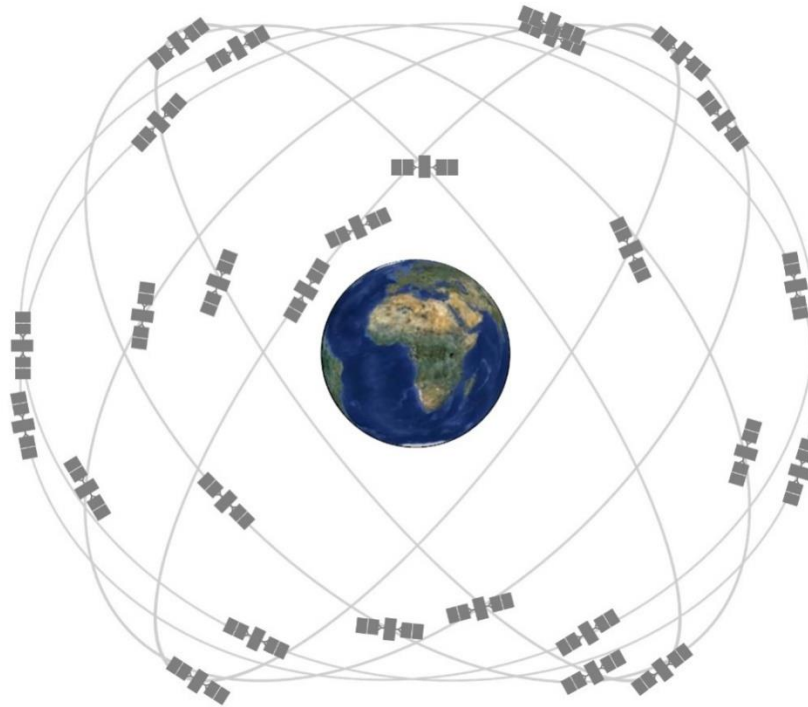


Slika 3. Veza između svemirskog, kontrolnog i korisničkog segmenta

(Izvor:<http://docbook.rasip.fer.hr/ddb/res/45/images/img002.png>)

Sateliti (Slika 4.) su u visokoj orbiti što im omogućuje pokrivanje šireg područja. Pavlović (2015.) navodi da su u aktivnoj uporabi uvijek 24 satelita pozicionirana tako da GPS-prijamnik prima signal od minimalno 4 satelita. Održavanje na pravoj putanji ostvaruje se malim raketnim pogonom i napajaju se solarnom energijom, ali za rezervu sadrže baterije. Produkt satelita su podatci o geografskoj širini i geografskoj dužini koji se emitiraju preko radio signala na nekoliko frekvencija te putuju kao zraka svjetlosti.

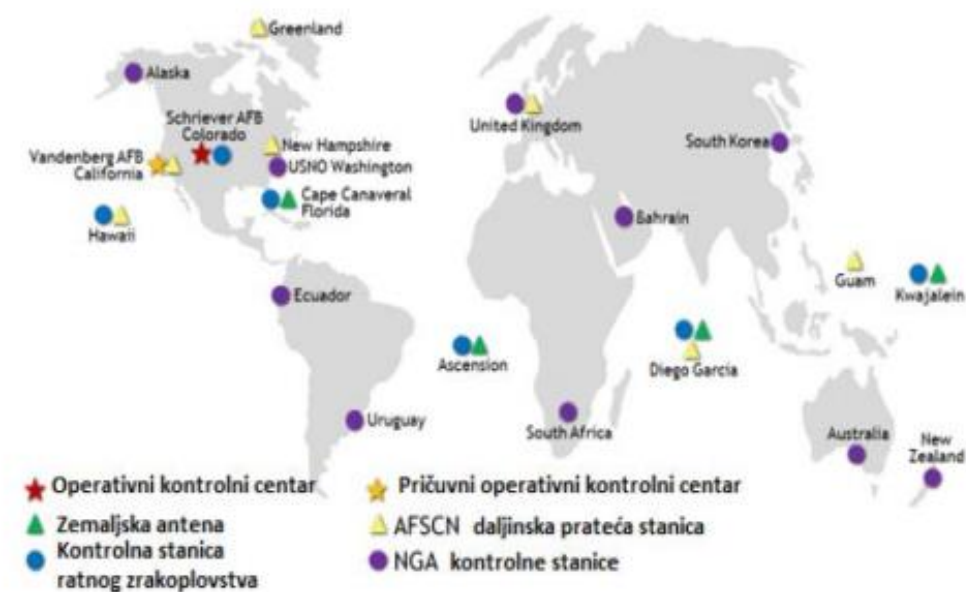
Bitno je da se GPS prijemnik ne nalazi unutar nekog čvrstog objekta kako ne bi došlo do metanja signala. Svaki satelit emitira jedinstveni kod. Satelitske snimke dovele su do velikog tehnološkog skoka u lociranju i kartiranju elemenata bitnih za razne znanstvene discipline: geodezija, agronomija, biologija i druge. U Zemljinoj orbiti sve je veći broj malih satelita, koji su male mase, lako se lansiraju i postavljaju u orbitu, i zahvaljujući novoj tehnologiji mogu izvršavati zadatke za koje su do sada bili potrebni veliki sateliti. U 2017.-2018. godini lansirano je novih 835 malih satelita, a do 2030. godine očekuje se ukupno oko 2000 malih satelita u Zemljinoj orbiti (Pavlović, 2015.)



Slika 4. Svemirski segment GPS-a

(Izvor: [https://www.nasa.gov/sites/default/files/gps\\_constellation\\_0.jpg](https://www.nasa.gov/sites/default/files/gps_constellation_0.jpg))

Kontrolni segment (Slika 5.) sastoji se od raznih vrsta stanica smještenih na Zemljinoj površini te ima za zadaću kontroliranje i praćenje satelita, sinkronizaciju vremena satelita te odašiljanje „zadaca“ satelitima. Agatić (2020.) objašnjava kako postoji zaštita od prijevare te onemogućuje nepozvane da manipuliraju GPS signalom, bilo odašiljanjem lažnog signala ili iskrivljavanjem pravoga, a to se ostvaruje moduliranjem P koda s tajnim W kodom, što rezultira šifriranim Y kodom koji mogu dešifrirati samo posebno opremljeni prijammnici autoriziranih korisnika.



Slika 5. Kontrolni segmenti GPS sustava raspoređeni na Zemlji

(Izvor: [14421862.pdf \(core.ac.uk\)](#))

GPS prijamnik (Slika 6.) je jedina oprema koju krajnji korisnici moraju imati da bi pristupili GNSS mreži. Koristi za izvođenje svih vrsta geodetskih kontrolnih i inženjerskih radova, u fotogrametriji za precizno pozicioniranje aviokamere, kao i za snimanje linijskih objekata, kao što su prometnice. Također se koriste u zračnom, vodenom, kopnenom prometu, geofizici i ostalim geoznanostima, poljoprivredi i šumarstvu, a sve više za rekreaciju i sport (Jurišić i Plaščak, 2009.). Gotovo svi prijemnici imaju mogućnost prenošenja podataka pozicije na računalo ili slične uređaje. Pri tome se koristi protokol *NMEA 0183* ili noviji i manje u upotrebi *NMEA 2000*. Ovi protokoli dopuštaju *opensource softveru* čitanje protokola bez narušavanja intelektualnog vlasništva pojedinih proizvođača *GPS* prijamnika, a mogu komunicirati i s ostalim uređajima putem serijske, *USB*-a ili *Bluetooth* veze. (Kujundžija, 2016.)





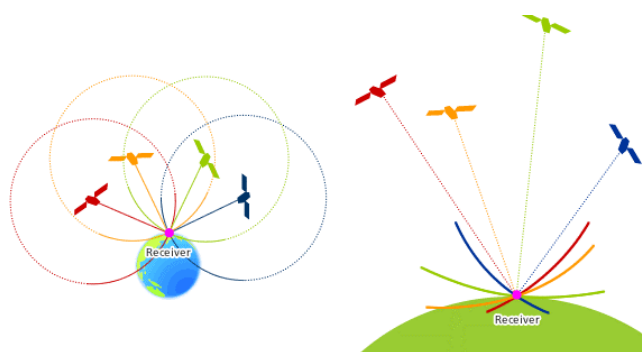
Slika 6. GPS prijammnik

(Izvor:<http://www.stonex.hr/S3.jpg>)

### 3.2. Princip rada GPSa

Šuvak (2019.) dijeli GNSS prijammnik na antenu i procesorsku jedinicu. Isti autor pojašnjava da GPS radi tako što svaki od četiri satelita šalje stabilan vremenski žig iz atomskog sata pa prijammnik može kontinuirano odrediti vrijeme emitiranja signala te koristi vremensku razliku između vremena prijema signala i vremena emitiranja kako bi izračunao udaljenost od prijammnika do satelita (Slika 7.). Kada prijammnik zna točan položaj sebe u odnosu na svaki satelit, on prevodi vlastiti položaj u koordinatni sustav na Zemlji, čime daje rezultat u zemljopisnoj širini, dužini i visini.





Slika 7. Način pozicioniranja GPS-a

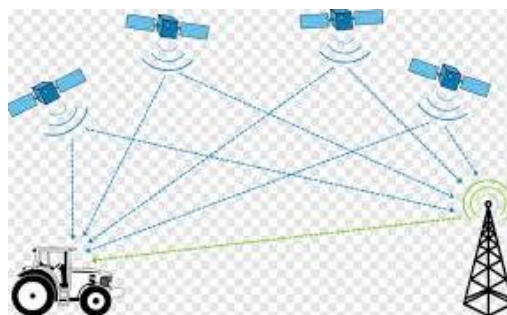
(Izvor:[http://global.jaxa.jp/countdown/fl8/overview/img/pict\\_gps1e.gif](http://global.jaxa.jp/countdown/fl8/overview/img/pict_gps1e.gif))

Podaci o položaju satelita u bilo kojem trenutku nazivaju se podacima almanaha. Ponekad, kad GPS prijammnik nije dulje vrijeme uključen, podaci almanaha su zastarjeli ili "hladni". Kad je GPS-prijammnik "hladan", trebat će mu malo više vrijeme da pronađe satelite. Prijammnik se smatra "toplim" kad su podaci sakupljeni u posljednjih četiri do šest sati. Kod odabira GPS prijammnika, dobro je pogledati specifikaciju vremena "hladnog" i "toplog" traženja satelita.

Većina modernih GPS-prijammnika je paralelnog višekanalnog dizajna. Stariji jednokanalni prijammnici bili su popularni, ali u najtežim uvjetima (primjerice gusta šuma) nisu mogli stalno primiti signal. Paralelni višekanalni prijammnici imaju obično između 5 i 12 prijammnih krugova, svaki pridružen jednom satelitskom signalu, tako da se može održavati dobru vezu sa svakim satelitom. Višekanalni prijammnici se pri prvom uključivanju brzo povezuju sa satelitima. To im omogućuje primanje signala u teškim uvjetima, poput grada među visokim zgradama ili gustim lišćem.

Važan dio opreme strojeva čine DGPS/GPS prijammnici, odnosno navigacija kojom je omogućeno prikazivanje točne lokacije stroja u polju, prikaz pravca kretanja i obrade tla te omogućavanje štednje repromaterijala i vremena. Iako primarno nisu zamišljeni kao komercijalni sustavi koji će se koristiti u civilne svrhe, navigacijske tehnologije su pronašle put i do poljoprivrednih proizvođača. GPS i DGPS prijammnici postaju sve bitnija sastavnica primjene novih tehnologija u poljoprivredi koja predstavlja temelj precizne poljoprivrede. Znanje o točnoj poziciji u polju vrlo je bitan čimbenik koji pridonosi preciznosti pri obavljanju poljoprivrednih radova. Iako GPS prijammnik može primiti signale nekoliko satelita istodobno, važno je istaknuti kako je za točno GPS pozicioniranje potreban signal barem 4 satelita. Što je više satelita u mogućnosti odaslati signal prema GPS prijammniku veća je točnost određivanja položaja. Preciznost ovakvih prijammnika je obično nekoliko desetaka centimetara čime je

zadovoljena potreba za preciznosti u većini operacija. Kako bi povećali točnost GPS prijemnika potrebno je istodoban prijem korekcijskih signala drugih satelita. Ovisno o izvedbi navigacijskih uređaja korištenih u poljoprivredi informacije o putanji mogu biti prikazane putem LED – dioda na *Lightbar* displayu (*Light Bar Navigator* - LBN) ili na zaslonu navigacijskog uređaja pomoću strelice ili nekog drugog vizualnog pomagala. Jedan od sustava koji koristi LED – diode je *John Deere Green Star Lightbar*. Ovakav sustav se sastoji od dvije komponente, antene kojom se osigurava primanje GPS/DGPS signala te uređaja za vizualizaciju putanje. „*Green Star Lightbar*“ sustav prikazuje položaj stroja u polju u odnosu na trag koji se ostavi pri prvom proходу. Uporabom LED – dioda na *Light Bar* displeju se određuje potrebno korigiranje putanje u slijedećem proходу kako bi taj prohod bio paralelan sa prethodnim proходом. Display se postavlja na vjetrobransko staklo, pomoću vakuumske školjke i nalazi se u vidnom polju vozača. Uz ovaj sustav potrebno je koristiti prijemnik koji se postavlja na krov poljoprivrednog vozila pomoću magnetnog postolja ili samoljepljive podloge. Prijemnici u Republici Hrvatskoj za poboljšanje signala koriste uglavnom korekcijske signale EGNOS sustava. Sustavi s navigacijskim zaslonom čine većinu današnjih prijemnika u poljoprivredi. Ovo ne iznenađuje jer veliki zaslon omogućuje bolji vizualnu interpretaciju informacija o odstupanju od zamišljenog pravca kretanja. Ovakvi sustavi obično kao pomagalo za vizualizaciju pravca kretanja koriste strelice, crte te ostala vizualna pomagala, poput raznih kursora, preklopljena preko podloge i virtualnih pravaca kretanja prikazanih na podlozi. Sustavi se obično sastoje od prijemnika (antene) i vizualizacijskog uređaja (zaslona). Neki sustavi podržavaju automatsko upravljanje pogonskim strojem uz upotrebu dodatnih uređaja koji se instaliraju na upravljač traktora ili je sustav upravljanja osiguran hidrauličkim putem (Pavlović, 2015.). U stvarnom vremenu DGPS nepomični prijemnik prenosi diferencijalnu korekciju prijemniku u pokretu putem drugog radio signala kao što je vidljivo na slici 8.



Slika 8. Princip rada DGPS-a

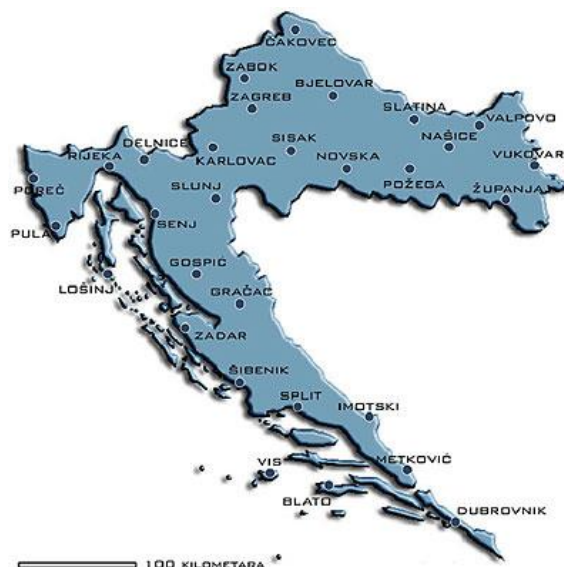
(Izvor:<https://www.pngegg.com/en/png-txisn>)

## 4. CROPOS

CROPOS (Hrvatski pozicijski sustav) je državna mreža referentnih GNSS stanica Republike Hrvatske. Svrha sustava CROPOS je omogućiti određivanje položaja u realnom vremenu s točnošću od 2 u horizontalnom te 4 cm u vertikalnom smislu na čitavom području države. CROPOS sustav čini 30 referentnih GNSS (Slika 9.) stanica na međusobnoj udaljenosti od 70 km raspoređenih tako da prekrivaju cijelo područje Republike Hrvatske u svrhu prikupljanja podataka satelitskih mjerenja i računanja korekcijskih parametara. Korekcijski parametri bit će dostupni korisnicima na terenu putem mobilnog interneta (Marjanović, 2010.).

Prema Marjanoviću (2010.) karakteristike CROPOS sustava su:

- prikupljanje podataka 33 referentne GNSS stanice
- razmjena podataka mjerenja referentnih GNSS stanica sa susjednim zemljama u realnom vremenu
- umrežavanje i računanje korekcijskih parametara korisnicima u realnom vremenu
- distribucija podataka mjerenja korisnicima za *post-processing* obradu
- praćenje rada sustava i podrška korisnicima
- dostupnost sustava 24 h/7 dana



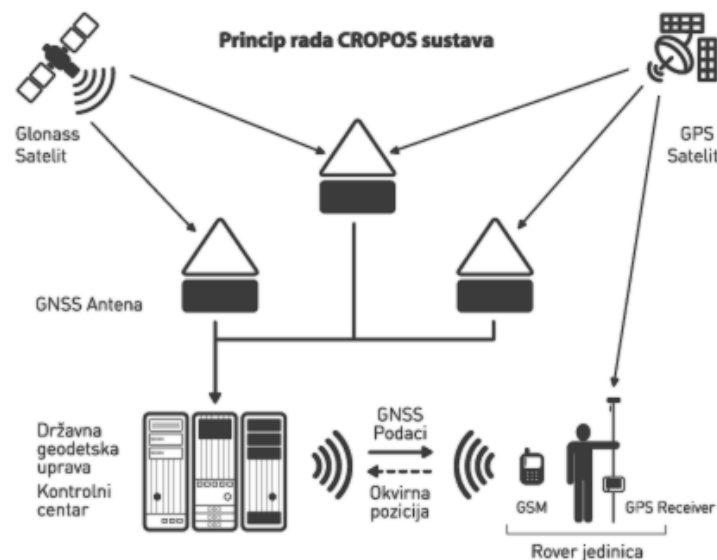
Slika 9. Prostorni razmještaj referentnih stanica

(Izvor :<http://www.infotrend.hr/userfiles/image/infotrend-casopis/2009/171/cropos1.jpg>)

#### 4.1. CROPOS u sustavu europske permanentne mreže (EPN)

Od 16. lipnja 2013. godine 5 permanentnih GNSS stanica CAKO (Čakovec), DUB2 (Dubrovnik), PORE (Poreč), POZE (Požega) i ZADA (Zadar) uključeno je u EUREF permanentnu mrežu – EPN. U EPN centrima svakodnevno se kontrolira kvaliteta pristiglih GNSS opažanja, dostupnost i konzistentnost podataka. Državna geodetska uprava je 2011. godine predložila 5 CROPOS stanica za uključenje u EPN mrežu i nakon perioda kontrole i analize podataka opažanja kroz zadnjih godinu i pol od strane EPN centara za analizu podataka, svih 5 stanica uspješno je uključeno u europsku permanentnu mrežu. Uspostavom sve većeg broja permanentnih GNSS mreža na području cijele Europe stvorena je kvalitetna referentna EPN osnova koja se po potrebi širi lokalnim mjernim GNSS kampanjama.

Uz permanentne GNSS stanice unutar EUREF organizacije uspostavljeni su kontrolni računalni centar, lokalni i regionalni centri za obradu i analizu podataka opažanja. Podaci sa permanentnih stanica (Slika 10.) koriste se za izračun i analize koordinata i brzina stanica u realnom vremenu i naknadnoj obradi te za različita znanstvena istraživanja (geodinamika, računanje referentnih okvira, praćenje potresa i drugo) (Ljubanović, 2018.).



Slika 10. Princip rada CROPOS sustava

(Izvor: <http://www.cropos.hr/images/cropos-princip-rada.png>)

## 5. ASISTENCIJA PRI UPRAVLJANJU I AUTOMATSKO UPRAVLJANJE

Precizna poljoprivreda pred navigaciju stavlja visoke zahtjeve u usporedbi sa transportom, gdje se GPS uređaji koriste kao pomoć za pronalaženje rute ili adrese. Navigacijski prijemnik pri navođenju poljoprivrednog agregata mora postići razinu točnosti od centimetar, pa čak i manje. Pavlović (2015.) navodi kako poznajemo dvije vrste sustava navođenja poljoprivrednih strojeva:

- a. Asistencija prilikom upravljanja poljoprivrednim strojem (ručno navođenje),
- b. Automatsko upravljanje poljoprivrednim strojem (*autosteering*).

Asistencija prilikom upravljanja poljoprivrednim strojem (Slika 11.) je sustav koji rukovatelju na zaslonu navigacijskog uređaja prikazuje informacije o položaju stroja na proizvodnoj površini pomoću vizualnih pomagala (strelica ili kursor). Rukovatelj je zadatak da na zaslonu prati predviđeni itinerar te po potrebi okretanjem kola upravljača ispravlja putanju agregata. Ovime se direktno utječe na štednju vremena i sjemena tijekom sjetve što povećava učinkovitost, a smanjuje troškove proizvodnje. Troškovi se također smanjuju zbog manjeg nepotrebnog preklapanja prohoda i stvaranja dvostruke sjetve. Ovaj sustav ima pozitivan utjecaj i na rukovatelja tako što smanjuje njegov fizički napor kod upravljanja agregatom.



Slika 11. Sustav za asistenciju prilikom upravljanja proizvođača *Trimble*

(Izvor: <https://th.bing.com/th/id/OIP.YSmc7F8fSNyPDKBjF2C4NQHaEL?pid=ImgDet&w=474&h=267&rs=1>)

Sustava za automatsko upravljanje poljoprivrednim strojem (*autosteering*) (Slika 12.) odlikuje se sposobnosti da se nadogradi na većinu današnjih navigacijskih uređaja. Poseban uređaj se ugrađuje na kolo upravljača ili se spaja na hidrauliku sustava za upravljanje stroja. Time se ostvaruje apsolutna kontrola nad strojem pomoću GPS-a. Na uvratinama tijekom okretanja rukovatelj ručno isključuje sustav te preuzima kontrolu nad strojem, a nakon okreta ponovno uključuje sustav i prepušta kontrolu automatskom vođenju. Kod ovakvih sustava rukovatelj se rasterećuje te se njegov posao sastoji uglavnom od nadgledanja stanja sustava i nadgledanja rada priključnih strojeva (Marjanović, 2010.)



Slika 12. Sustav za automatsko vođenje proizvođača *Ag Leader Ontrac 3*

(Izvor: [https://stmaaprodfwsite.blob.core.windows.net/assets/sites/1/2020/05/web\\_Agleader-Ontrac-3-steering-motor.jpg](https://stmaaprodfwsite.blob.core.windows.net/assets/sites/1/2020/05/web_Agleader-Ontrac-3-steering-motor.jpg))



## 5.1. RTK sustav

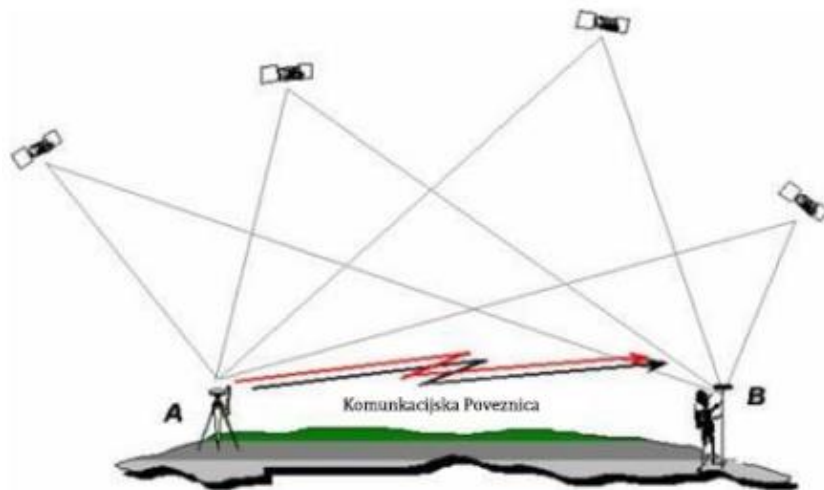
Sustav koji ima bolju točnost od standardnog GPS-a je RTK (*Real Time Kinematic*). Jović (2021.) ga definira kao visoko preciznu tehnologiju koja se koristi za određivanje položaja prijemnika koristeći signal koji je primljen od satelitskih sustava za određivanje položaja kao što su GPS, Galileo, BeiDou i Glonass, a za normalan rad i funkcioniranje RTK zahtjeva signal od 5 satelita za inicijalizaciju. Razlog tomu je što u slučaju da dođe do gubitka signala od jednog satelita ostaju 4 od kojih prima signal za precizno određivanje položaja. Na razni Zemlje RTK koristi 2 prijemnika od kojih je jedan stacionirani referentni prijemnik nazvan „baza“ (slika 13.), a drugi se prijemnik nalazi na poljoprivrednom agregatu i naziva se „rover“.



Slika 13. Bazna stanica za RTK metodu

(Izvor:<http://www.fendt.co.uk/4993.asp>)

Obzirom da je bazna stanica stacionirana njeno mjesto je poznato izračunavanjem signala primljenog od GNSS satelita pomoću tehnike mjerenja faze rovera te se njen položaj uspoređuje s položajem rovera. Ako su tijekom utvrđivanja položaja rovera utvrđene pogreške generira se korekcijski signal i odašilje roveru koji signal koristi za poboljšavanje vlastitog položaja na temelju satelita (Slika 14.). Uporabom RTK sustava moguće je postići preciznost od svega nekoliko centimetara što je posebno pogodno za operacije poput kultivacije ili precizne sjetve (Krušelj, 2017.)



Slika 14. Ispravljanje grešaka s baznom stanicom i roverom

(Izvor: Blažević, 2020.)

Izračunati rasponi i dalje uključuju pogreške iz takvih izvora kao što su satelitski sat i efemeridi, te ionosferna i troposferska kašnjenja. Da bi se uklonile ove pogreške i iskoristila preciznost mjerenja na bazi nosača, za RTK-ove performanse potrebno je mjerenje prenijeti s bazne stanice na rover stanicu. Trenutno se mrežna RTK tehnologija sve više koristi zbog njezine visoke točnosti, operativne izvedivosti i komercijalne održivosti. Umrežene referentne stanice pružaju usluge korekcije GNSS širom zemlje s točnošću pozicioniranja na razini centimetra u stvarnom vremenu. Jović (2021.) tvrdi kako udaljenost rovera od baze ne smije biti veća od 20 kilometara zbog prijenosa korekcijskih podataka, zato što se signal može ometati zbog različitih uvjeta okoline koji su prisutni na lokaciji rovera ili bazne stanice. Prema tome možemo reći da ovaj sustav ostvaruje najbolji rezultat kada je bazna stanica u videokrugu rovera. Jović (2021.) navodi neke prednosti i mane RTK navigacijskog sustava, a prednosti su:

- Preciznost pozicioniranja u nekoliko centimetara,
- Zasnivanje na tehnici faznog mjerenja koji nije pod utjecajem vremenskih uvjeta,
- Pruža precizan GPS položaj u pravom vremenu,
- Bolje navođenje u zahtjevnom okruženju,
- Za rad u stvarnom vremenu nije potreban softverski paket naknadne obrade.



Isti autor navodi i mane koje su:

- Ograničena dostupnost u pojedinim zonama,
- Zahtjeva postavljanje bazne stanice na već poznatim koordinatama,
- Zahtjeva precizne postavke i čist videokrug rovera,
- Zahtjeva stabilan i dug raspon radijske povezanosti,
- Gubitak i latencija korekcijskih podataka,
- Ograničen na doseg radijskog signala,
- Visoka cijena nabave.

Kombinacijom nekoliko sustava u automatskoj navigaciji, odnosno uporabom autopilota u kombinaciji sa sensorima te mehaničkim sensorima redova, eliminira se ograničenja svakog pojedinačnog sustava pri žetvi okopavina. Osigurava produktivnost i preciznost u svim uvjetima rada poput polegnutim kulturama, nepravilno posijanim redovima i proizvodnim površinama nepravilnog oblika, automatsko navođenje pri ulasku u redove (Slika 15.).



Slika 15. Prikaz redova biljaka upotrebom automatskog navođenja sjetve

(Izvor: <https://www.deere.hr/hr/pametna-rjesenja-za-poljoprivredna-gospodarstva/rjesenja-za-navodenje/rtk-rjesenja/>)

Sustav RTK ima pozitivne i negativne strane. Pozitivne strane primjene tehnologije su bolja točnost podataka, bolje analize i predviđanja, omogućen je pregled, razumijevanje i ispitivanje te interpretacija i vizualizacija podataka, omogućena je analiza podataka da bi se istražile različite lokacije, korisnici imaju mogućnost vizualizirati dobivene informacije o prostoru i na taj način stvarati karte s prikazanim slikama (Barbić, 2021.).

Barbić (2021.) navodi da negativne strane primjene GIS tehnologije leže u tome što su to skupi sustavi zahtijevaju stručne osobe koje izvršavaju prilagodbu sustava korisniku i njegovim potrebama. Sustavi su složeni, potreban je odgovarajući procesor i veliki prostor za pohranu na računalo, potrebno je unijeti veliku količinu podataka kako bi sustav bio relevantan, u nekim slučajevima moguće je narušavanje privatnosti korisnika, ograničena je dostupnost podataka koji se koriste za analizu određenog područja, otežana je integracija s tradicionalnim kartama.

## 6. SIJAČICA *HORSCH* PRONTO 8 DC

*Horsch* Pronto 8 DC (Slika 16.) je kombinirano oruđe složeno od sekcije za istovremenu obradu tla i za preciznu sjetvu, a može se opremiti deponatorima gnojiva čime dolazi do dodatne uštede i smanjenja prohoda. Svime navedenim povećava se koeficijent iskorištenja radnog vremena. U tvorničkom priručniku (2013.) je navedeno kako se *Horsch* Pronto 8 DC može koristiti pri brzinama od čak 15 km/h što omogućuje u 8 sati smjene sjetvu na površini od 150 ha.



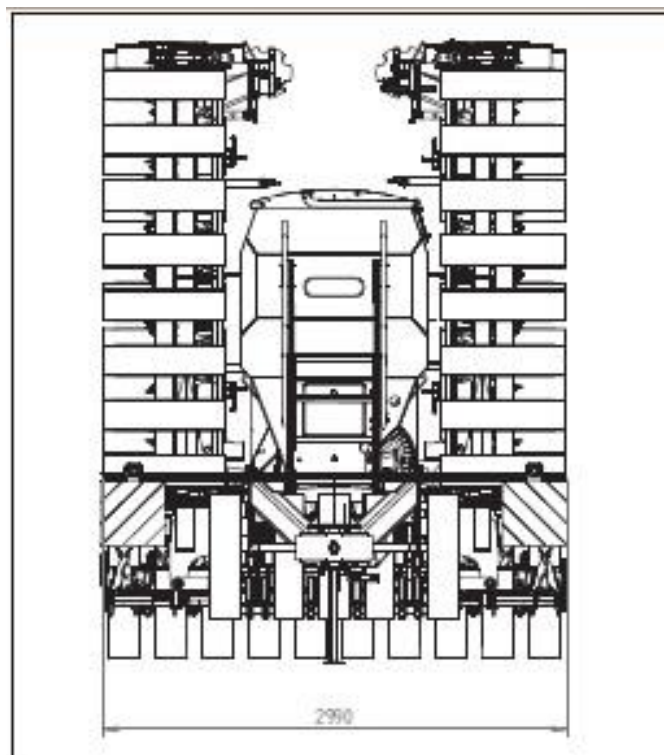
Slika 16. *Horsch* Pronto 8 DC

Izvor : (<https://st.mascus.com/imagetilewm/product/4ecbb696/horsch-pronto-8-dc,5fb02cab.jpg>)

### 6.1. Tehničke karakteristike sijačice *Horsch* pronto 8DC

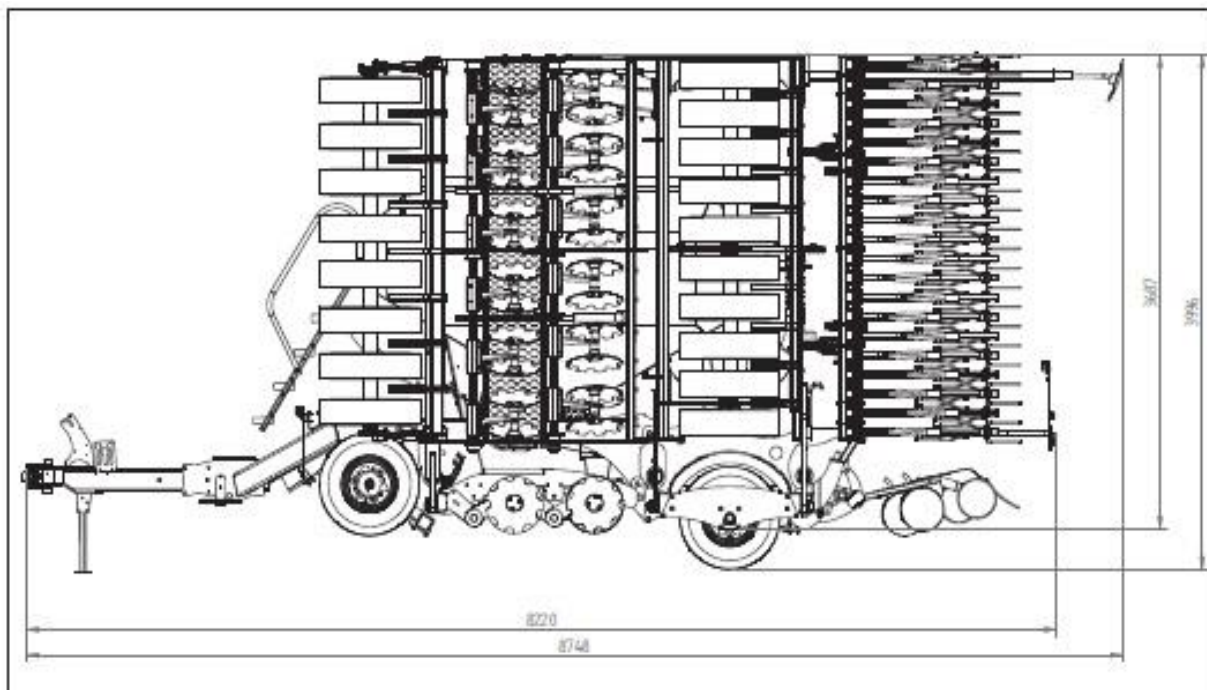
U Tvorničkom priručniku (2013.) navode se osnovni tehnički podatci tako da je u transportnom položaju širina sijačice 3,0 m, a visina 3,70 m dok je, od točke prikapčanja do krajnje točke, duljina 8,25 m. Prije početka rada sijačica se rasklapa na svoju radnu širinu, odnosno 8,0 m.

Masa prazne sijačice je 8.805 kg, a obujam spremnika je 4.000 L. Broj redova raonika je 52, iz čega proizlazi da je razmak između raonika 154 mm. Sijačica svojim širokim mogućnostima podešavanja raznih parametara omogućuje sjetvu većine ratarskih kultura. Tako dubina sjetve može biti od 0 do 100 mm, a pritisak raonika na površinu tla od 5 do 120 kg. Količina raspodjele sjemena po površini kreće se od 2 kg/ha, pa sve do 500 kg/ha. Potrebna snaga motora traktora za vuču ovakve sijačice je 155-215 kW, a radna brzina kretanja ovoga agregata može biti od 10 do 15 km/h.



Slika 17. Skica od naprijed sijačice *Horsch Pronto 8 DC*

(Izvor: *Horsch Pronto*, tvornički priručnik, 2013)



Slika 18. Skica bokocrta sijačice *Horsch Pronto 8 DC*

(Izvor: *Horsch Pronto*, tvornički priručnik, 2013.)

Sijačica se prikopčava u dvije točke, na hidrauličnim polugama (Slika 19.). Osim vuče, mora se priključiti upravljački sustav sijačice, hidraulični sustav koji pogoni ventilator, kočioni sustav, te rasvjetni sustav. (*Horsch Pronto*, tvornički priručnik, 2013.)

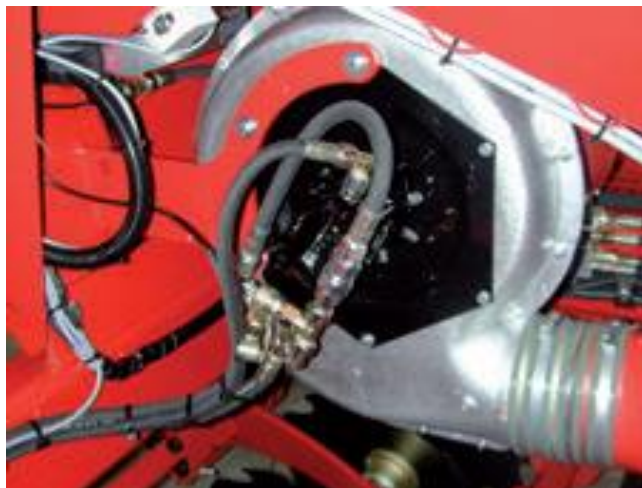


Slika 19. Prikopčavanje traktora i sijačice

Izvor: (<https://www.traktorpool.com.hr/media/3208/5263208/30314209/5263208-30314209.jpg?width=200&height=200&quality=80&crop>)



Prema tvorničkom priručniku hidraulični sustav traktora hidraulično izravno pogoni ventilator (Slika 20.) pomoću kojega se sjeme ili gnojivo transportira od gravitacijske komore do raonika a potrebna količina zraka ovisi o vrsti sjemena ili gnojiva, njihovoj količini te radnoj brzini i radnoj širini sjetve. Da bi se dobila ispravna brzina vrtnje potrebno je napraviti pokus na proizvodnoj površini. Prejaka zračna struja uzrokuje da se sjeme ili gnojivo ne ispuše iz spremnika dok premala zračna struja rezultira poprečnom raspodjelom.



Slika 20. Motor ventilator

Izvor: (Horsch Pronto, tvornički priručnik, 2013)

Tablica 1. brzine vrtnje mora se rabiti kao referenca za većinu primjena pri oko 12 km/h. Točna i obvezna brzina vrtnje ne može se unaprijed utvrditi zbog raznih uvjeta sjetve i rada. Pri većim brzinama sjetve moraju se povećati i brzine vrtnje.

Tablica 1. Brzine vrtnje ventilatora

(Izvor: Horsch Pronto, tvornički priručnik)

Stroj	Pogon ventilatora		Sitno sjemenje	Žitarice (kg)		Gnojivo (kg)			Brzina vrtnje
	Izravan	PTO		<150	>150	<100	<200	>200	o/min
	•		X						3000

Pronto 7/8/9 DC	•		X			X			4500
	•		X				X		4500
	•		X					X	4800
	•			X		X			4500
	•				X	X			4500
	•			X	X		X		4500
	•			X	X			X	4800



Slika 21. Instrumenti za očitavanje veličina rada ventilator

Izvor: ([https://www.horsch.com/fileadmin/\\_processed\\_/2/4/csm\\_Pronto\\_TurboDisc3\\_2\\_8fece41089.jpg](https://www.horsch.com/fileadmin/_processed_/2/4/csm_Pronto_TurboDisc3_2_8fece41089.jpg))

Prema Tvorničkom priručniku (2013.) spremnik (Slika 22.) je obujma 4.000 L i može se opremiti rasklopivim pomagalicama za punjenje. Potrebno je voditi brigu da poklopac na spremniku bude zatvoren kako bi zaštitili sjeme od prljavštine, prašine i vlage jer primjese imaju negativan utjecaj na doziranje i nepotrebno trošenje dozera.



Slika 22. Sijačica *Horsch Pronto 8 DC*; spremnik s poklopcem

(Izvor: <https://st.mascus.com/imagetilewm/product/47d282d5/horsch-pronto-8-dc,93ba2a10.jpg>)

Na sijačici se nalaze dva razdjelnika (Slika 23.) sjemena koja masu provode do raonika. Pomoću motornih zasuna se upravlja sekcijama raonika te se senzorom protoka sjemena nadzire količina raspodijeljene mase. Svi dijelovi razdjelnika su nepropusni jer već i male propusnosti i gubitci zraka uzrokovat će neravnomjernu raspodjelu.



Slika 23. Razdjelnici sjemena i gnojiva

(Izvor: <https://www.savjetodavna.hr/wp-content/uploads/2008/05/ProntoDC-2.jpg>)

Dozator sijačice *Horsch Pronto 8 DC* sastoji se od kućišta, pogonskog motora, poklopac za pražnjenje s brtvenom usnom, rotor, bočni poklopac s ležištem rotora, bočni poklopac za tlačni spremnik s pločom strugača i bočni poklopac za normalni spremnik s četkama za sjeme. Zatvoren je od donje strane s gravitacijskom komorom. U njoj se uzima sjeme koje silom rotacije dolazi do dozatora. Ovisno o geometrijskom obliku i veličini zrna sjemena ili gnojiva postoji veliki izbor rotora. Priprema tla za sjetvu se obavlja sistemom diskova (Slika 24.) koji rahle, niveliraju i proizvode fino pripremljeno tlo te idealne uvjete za sjetvu.



Slika 24. Sistem diskova koji obavljaju usitnjavanje

(Izvor: <https://www.traktorpool.com.hr/media/5720/4905720/28019189/Horsch-PRONTO-8DC-28019189.jpg?quality=70&height=175&width=225&crop>)

*Packer* valjak (Slika 25.) s pneumaticima osigurava duboko konsolidiranje zemljišta i jedinstvene sjetvene uvjete ispred svakog diska za sjetvu.





Slika 25. *Packer* valjak s pneumaticima

(Izvor: *Horsch Pronto*, tvornički priručnik, 2013.)

Sklop raonika za sisanje (Slika 26.) sastoji se od kraka za sisanje, sjetvene ploče, ravnala, potisnog valjka i stražnje drljače.



Slika 26. Sklop raonika za sisanje

(Izvor: *Horsch Pronto*, tvornički priručnik, 2013.)

Krak za sjetvu povezuje raonik za sjetvu i potisni valjak koji prenosi pritisak od gumenih ležajeva na raonik. Princip sjetve je takav da raonici sijeku tlo i otvaraju prostor za sjeme koje se pomoću dviju ploča polaže u tlo laganim pritiskom pomoću ravnala i potisnih valjaka. U

vlažnim uvjetima ravnalo se mora maknuti jer na sebe skuplja prljavštine. Pomoću hidrauličnih cilindara i namještanja sile pritiska raonika za sijanje određuje se dubina sjetve. Što je tlo tvrđe i što se sjeme dublje izbacuje, to je potrebna veća sila pritiska. Samo na proizvodnoj površini možemo namjestiti dubinu sjetve jer se ona mora prilagoditi uvjetima tla. Što je tlo tvrđe i što dublje radni alati moraju raditi, to je potrebno veće naprezanje gumenih elemenata.

Markeri (Slika 27.) voznog prolaza markiraju vozne prolaze prije početka sjetve. Oni se mogu i naknadno montirati na sjetveni držač. Sjetvene ploče hidraulički se podižu i njima električki upravlja upravljanje voznim prolazima. Učinak sjetvenih ploča može se okretanjem držača prilagoditi uvjetima tla i željenoj dubini markiranja. Markiranje ne smije biti dublje nego što je potrebno. (*Horsch Pronto*, tvornički priručnik, 2013.)



Slika 27. Markeri za označavanje prolaznog agregata

(Izvor: *Horsch Pronto*, tvornički priručnik, 2013.)

Punjenje spremnika obavlja se preko puža za punjenje (Slika 28.) koji se sastoji od jedne nepomične i jedne sklopive polovice pužnice. Ovim načinom se ubrzava proces punjenja spremnika i ušteda na vremenu. Pokretanje puža ostvaruje se od pogona hidrauličnog motora koji je poveza na priključno vratilo traktora. U transportnom položaju i kada se spremnik ne puni pužnica se mora zaklopiti kako ne bi došlo do oštećenja ovjesa tijekom gibanja.



Slika 28. Pužnica za punjenje spremnika

(Izvor: *Horsch Pronto*, tvornički priručnik, 2013.)

## 6.2. *E-manager*

*E-Manager* elektronička je upravljačka jedinica za doziranje sjemenja i gnojiva. Ona regulira i nadzire sve priključene komponente u sijačici te upravlja njima.



Slika 29. Računalo

(Izvor: *E - manager*, tvornički priručnik. 2018)

Rukovanje *E-Managerom* može se obaviti na svim terminalima sa sustavom ISOBUS. Softver je jednak za sve strojeve i za svu opremu. Dovoljno je samo aktivirati priključene komponente i namjestiti odgovarajuće postavke. Sve komponente i senzori kabelskim su snopovima spojeni s računalom i terminalom. Računalo preuzima informacije, obrađuje ih te prikazuje radna stanja

i podatke u terminalu. U slučaju odstupanja vrijednosti od unesenih ili fiksnih vrijednosti te u slučaju neispravnosti prekida se prikaz na terminalu i prikazuje se neispravnost. Ukoliko na traktoru postoji oprema sa sustavom ISOBUS, stroj se može priključiti izravno u ISOBUS utikač. U svim ostalim traktorima pri prvom instaliranju mora se ugraditi osnovna oprema. (*E - manager*, tvornički priručnik, 2018.)

Ako na traktoru postoji ISOBUS oprema, strojem se može upravljati s pomoću terminala na traktoru ili s pomoću dodatnog terminala.

- Spojni kabel stroja se utakne u ISOBUS utičnicu na traktoru, te uključi terminal.
- Pri uključivanju automatski se učitavaju zasloni za upravljanje pa se strojem može upravljati s pomoću terminala na traktoru.

Ukoliko na traktoru ne postoji ISOBUS oprema. Upravljanje se mora izvršiti uz pomoć dodatnog terminala

- Spojni kabel stroja se utakne u ISOBUS utičnicu na traktoru.
- Terminal se pričvrsti na odgovarajuće mjesto u kabini. Pritom se ne smije omesti pogled na cestu.
- Isporučenim kabelom spoji se terminal na ISOBUS utičnicu u kabini.

Nakon uključivanja učitavaju se zasloni za upravljanje pa se strojem može upravljati s pomoću ovoga terminala. (*E - manager*, tvornički priručnik, 2018.)

### 6.2.1. Horsch terminal

Terminal (Slika 30.) se ugrađuje u traktor na prethodno postavljen držač te se kabelom spaja s računalom.

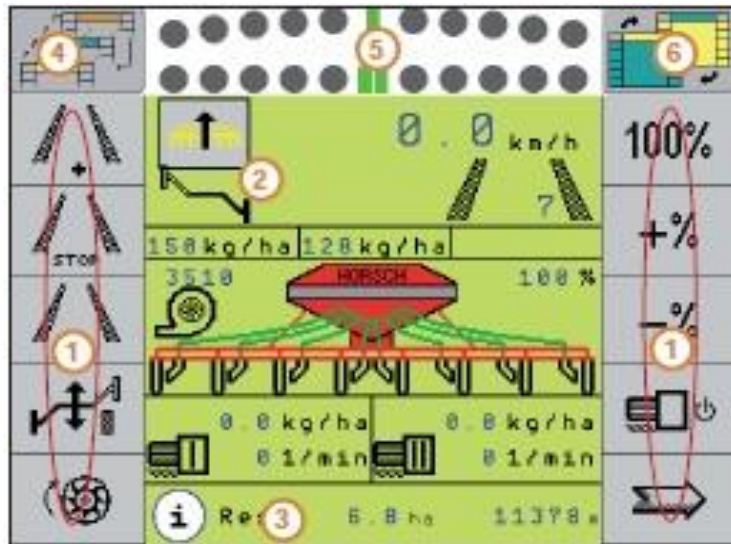


Slika 30. Horsch terminal; upravljačka jedinica

Izvor: ([https://www.horsch.com/fileadmin/\\_processed\\_/6/f/csm\\_de\\_180319\\_HORSCH\\_Terminal\\_2017\\_pfade\\_a15a5012d6.jpg](https://www.horsch.com/fileadmin/_processed_/6/f/csm_de_180319_HORSCH_Terminal_2017_pfade_a15a5012d6.jpg))

Zaslon je podijeljen na više područja. Ovisno o verziji *softvera*, opremi i uključenim funkcijama, prikazi se mogu razlikovati.





Slika 31. Prikaz podjele zaslona terminala

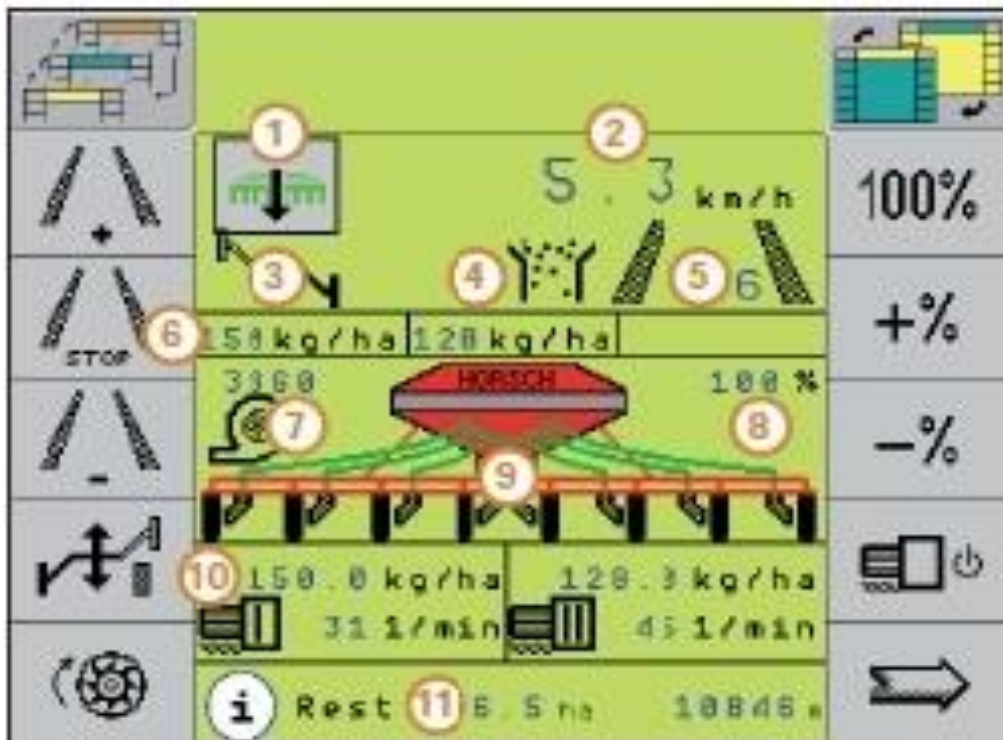
(Izvor: *E- manager*, tvornički priručnik)

1. Slike na lijevom i desnom dijelu zaslona prikazuju funkciju susjednih sklopki.
2. Glavni zaslon: na njemu se prikazuju funkcije stroja, unose se podaci, a vozaču se prikazuju podaci i informacije koje su važne za sjetvu itd. Pojavi li se neispravnost koja utječe na sjetvu ili kvalitetu sjetve, na zaslonu se prikazuje alarmna poruka.
3. Informacijski redak: ovisno o radnom stanju i postavi, obavještava vozača. Pojave li se odstupanja prikazuje se odgovarajuće upozorenje. Upozorenja ne zahtijevaju izravno postupanje ili potvrđivanje, ali se trebaju uzeti u obzir kako se ne bi umanjila kvaliteta sjetve.
4. Uključuje se više funkcija ili programa, na primjer *Task Manager*, *Track Leader* itd., njih se može ovdje pregledati i prikazati u zaglavlju.
5. U zaglavlju se prikazuje odabrana dodatna funkcija. Ako se u izborniku "Konfiguracija stroja" za prikazivanje zaglavlja odabere "da", ponovno će se prikazati informacijski redak. Prikaz u zaglavlju prikazuje se pri listanju svih izbornika.
6. Ovom tipkom može se funkciju ili program u zaglavlju otvoriti na glavnom zaslonu.

Nakon uključivanja uvijek se prikazuje prva stranica radnog zaslona. Prikaz na zaslonu ovisi o postavkama i opsegu opreme. Treća radna stranica pretežno je potrebna za kalibriranje, u pogonu za postavljanje osjetljivosti za nadzor protoka sjemena i za pretraživanje pogrešaka kod začepjenja i neispravnih senzora. Druga i treća stranica radnih zaslona prebacuju se tijekom

sijanja nakon 10 sekundi automatski natrag na prvu stranicu. Do prve stranice može se izravno listati s pomoću tipke sa strelicom ( *E- manager*, tvornički priručnik, 2018.)

Prva stranica radnog zaslona po potrebi se može prilagoditi po vlastitim željama i primjeni koja odgovara praktičnim potrebama. Pri tome se ispred standardne prve stranice postavlja nova stranica zaslona.

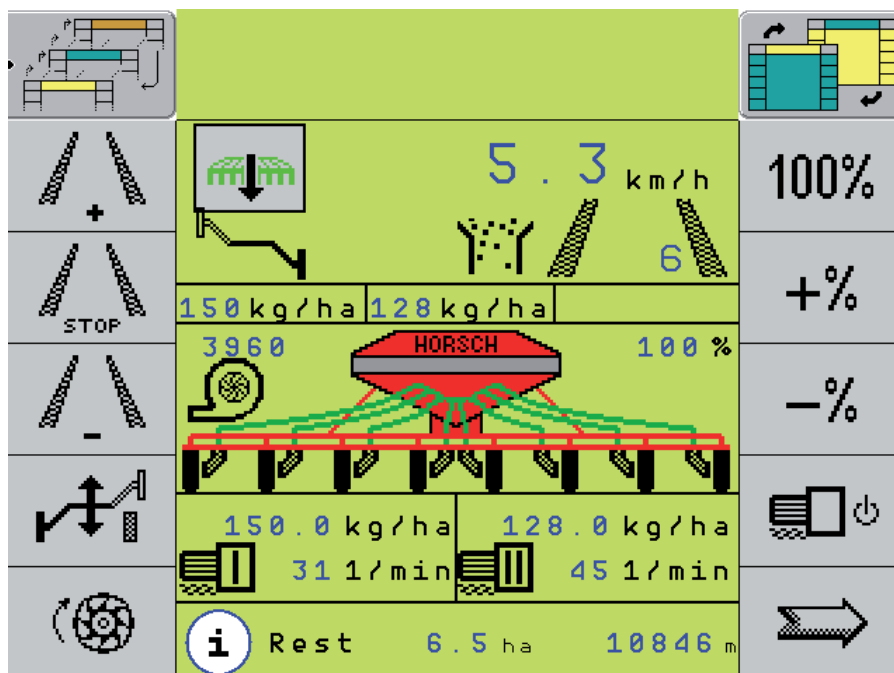


Slika 32. Prikaz radnog zaslona s funkcijama

(Izvor: *E- manager*, tvornički priručnik)

1. Prikaz radnog položaja.  
zeleno i strelica nadolje = stroj je u radnom položaju;  
žuto i strelica nagore = stroj nije u radnom položaju;
2. Prikaz brzine vožnje i radne brzine.
3. Odabir i položaj markera.
4. Funkcija nadzora protoka sjemena. Pokazivač treperi kada je uključena, ali nije u radnom položaju.

5. Broj traga pri uključenoj voznoj stazi. Kada je vozna staza uključena, „tragovi“ postaju crni i ne prikazuje se raonik za sijanje (9).
  6. Prikaz količina sjemenja i gnojiva u kg/ha.
  7. Prikaz brzine vrtnje ventilatora.
  8. Prikaz količine doziranja u %. Kada je količina sjemenja namještena, treperi pokazivač postotka.
  9. U radnom položaju prikazuje se crni raonik za sijanje. Kada su zatvoreni zaklopci vozniha staza i uključena je polovica, ne prikazuje se raonik za sijanje.
  10. Prikaz trenutno ispuštene količine doziranja i brzine vrtnje rotora.
  11. Prikaz još moguće obrađene površine i vozne staze u metrima s trenutnim obujmom spremnika
- Ritam vozne staze se svakim pritiskom tipke pomiče za jedan trag.



Slika 33. Prva stranica radnog zaslona

(Izvor: *E-manager*, tvornički priručnik)

U tablici 2. objašnjen je naziv svake ikone na prvoj stranici radnog zaslona. Broj traga prikazuje se između vozniha tragova. Kod jednog traga vozne staze uključeni tragovi prikazuju se crno. Dodatno se pri sjetvi na zaslonu ne prikazuju zatvoreni raonici. Tipka STOP sprječava daljnje



prebacivanje ritma nakon dizanja stroja. Funkcija se prikazuje natpisom STOP između voznih tragova. Ako se prikaže STOP voznih staza, neće se dalje prebacivati ni marker.

Funkcija se prikazuje natpisom STOP između voznih tragova. Ako se prikaže STOP voznih staza, neće se dalje prebacivati ni marker.

U načinu rada pod nagibom isključuje se hidraulična funkcija „Podizanje“. Aktiviranjem upravljačke jedinice hidraulično će se upravljati samo markerom traga. Stroj ostaje u radnom položaju. Radni signal hidraulično je blokiran, a vozna staza se ne pomiče.

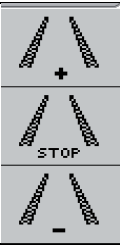
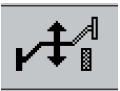
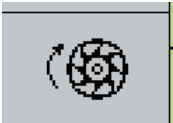
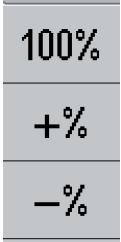


Funkcija „pokretanje dozatora“ može se upotrijebiti, na primjer, za sijanje rubova ili na strmini. Dozator radi određeno vrijeme kada traktor miruje, stroj je spušten u radni položaj i uključena je funkcija sijanja. Ako računalo u tom razdoblju primi signal o brzini, preuzet će upravljanje.

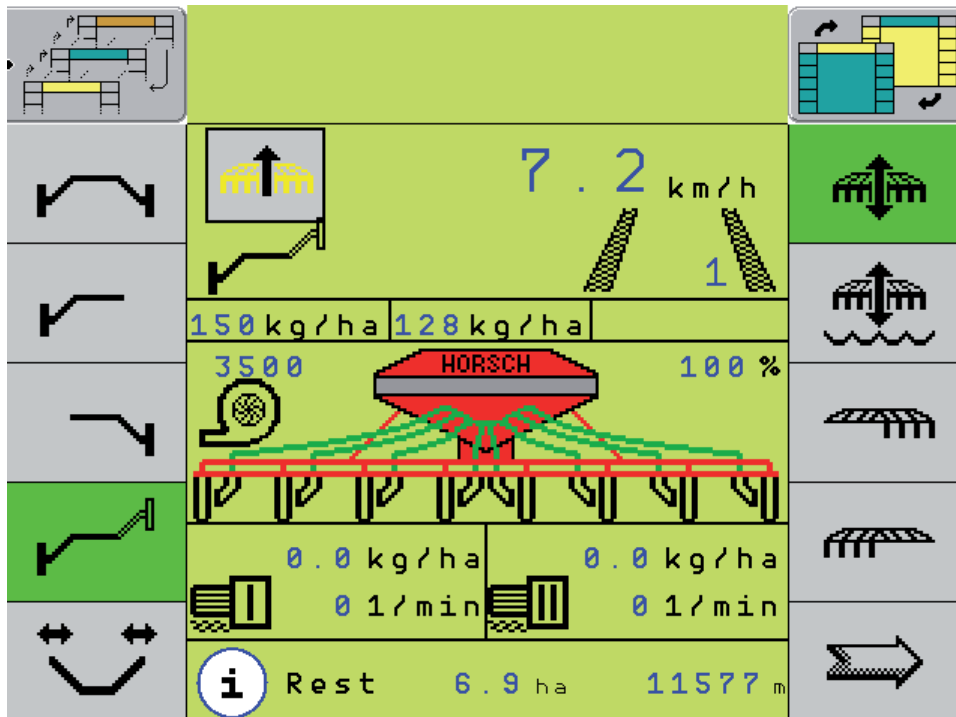
Količina sjemena namješta se s pomoću tipki +% ili -%, još jednim pritiskom te tipke možete se vratiti na prethodno zadanu količinu sjemena u kg/h. Kada je količina sjemena namještena, na zaslonu treperi prikaz postotka. S pomoću tipki za namještanje +% ili -% količina sjemena može se promijeniti i ponovno vratiti na prethodnu u nekoliko koraka. Količina sjemena prikazuje se na zaslonu iznad spremnika za sijanje u %. Korak u postocima možete namjestiti u podacima o stroju. Tamo se može i izabrati mijenja li se samo količina sjemena ili i količina gnojiva.

Način uključivanje i isključivanje funkcije sjetve je taj da kada je funkcija sjetve isključena, ispod sijačice na zaslonu se prikazuje STOP. Ako je funkcija sijanja uključena, a sijačica spuštena u radni položaj i ako računalo prima signal za brzinu, računalo počinje s reguliranjem. Ako je uključeno hidraulično upravljanje markerom ili upravljanje polovicama radne širine, na sljedećoj stranici pojavljuje se izbornik za upravljanje markerom, podizanje i rasklapanje stroja i isključivanje polovice radne širine.

Tablica 2. Ikone sa njihovim značenjem na prvoj radnoj stranici

(Izvor: *E- manager*, tvornički priručnik)

	<p>STOP</p>
	<p>PODIZANJE</p>
	<p>POKRETANJE DOZATORA</p>
	<p>NAMJEŠTANJE KOLIČINE SJEMENA</p>
	<p>UKLJUČIVANJE I ISKLJUČIVANJE FUNKCIJE SJETVE</p>
	<p>PRELAZAK NA IDUĆU STRANICU</p>



Slika 34. Druga stranica radnog zaslona

(Izvor: *E- manager*, tvornički priručnik)

U tablici 3. objašnjen je naziv svake ikone na drugoj stranici radnog zaslona. Uključene funkcije prikazuju se na zaslonu kod sijačice. Kada se uključuje upravljanje markerom, uvijek se aktivira i hidraulična funkcija „Podizanje“ kojom se oba markera dižu i spuštaju zajedno sa strojem.

Promjenjivi način rada: Lijevi i desni marker naizmjenice se dižu i spuštaju. To je način rada za normalnu sjetvu. U svim sklopivim strojevima tom se tipkom hidraulični blok prebacuje na „Rasklapanje“. Isključuju se funkcije „Podizanje/spuštanje“ i funkcija sjetve. Podizanje i spuštanje stroja obavlja se pomoću funkcije „Podizanje/spuštanje“ koja se aktivira automatski pri izboru funkcije markera traga. Ako je marker traga uključen, prvim pritiskom tipke isključuje se marker, a drugom funkcija „Podizanje/spuštanje“.






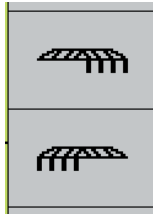
U određenim situacijama, npr. kada stroj utone u polje na mokrim mjestima, on se može podići s pomoću funkcije „Rupa s vodom“. Pri tome se radni signal ne prekida, a vozna staza se ne prebacuje dalje. Natrag na normalnu funkciju sjetve se dolazi ponovnim pritiskom ili pritiskom tipke na željenu funkciju markera.

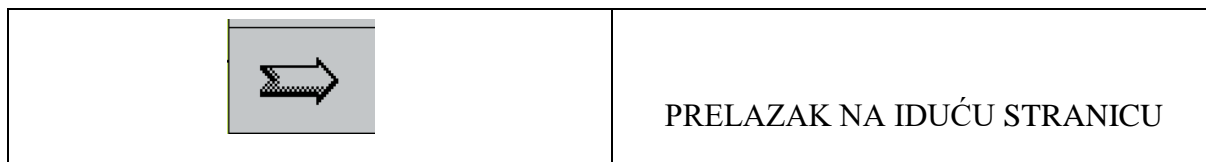
Isključivanje polovice radne širine se obavlja tako da se izabere isključivanje polovice radne širine u konfiguraciji stroja, oba simbola za lijevo i desno isključivanje pojavljuju se na drugoj

radnoj stranici. Čim se pritisne tipka za isključivanje polovice radne širine, odgovarajuća polovica trepće na grafici zaslona, sve dok senzor u krajnjem položaju ne pošalje signal računalu. U krajnjem položaju se nestaje zatvorena polovica radne širine. Količina sjemena smanjuje se za polovicu, a prikaz količine sjemena u kg/h ostaje isti, budući da je i radna širina smanjena na polovicu. Cijela radna širina opet je dostupna čim ponovo pritisnete na istu tipku, a na zaslonu se ponovo vidi cijeli stroj. Signali za oba krajnja položaja učitavaju se iz motora u računalo. Signal za središnji položaj uključuje senzor na dozatoru.

Tablica 3. Ikone sa njihovim značenjem na drugoj radnoj stranici

(Izvor: *E- manager*, tvornički priručnik)

	<p>PODIZANJE</p>
	<p>AKTIVACIJA SAMO LIJEVOG ILI DESNOG MARKERA</p>
	<p>RASKLAPANJE</p>
	<p>PODIZANJE/SPUŠTANJE</p>
	<p>NAČIN RADA „RUPA S VODOM“</p>
	<p>ISKLJUČIVANJE POLOVICE RADNE ŠIRINE</p>



Na trećoj „radnoj stranici“ se ovisno o opremi sijačice (npr. dvostruki spremnik, uređaj za tekuće gnojivo ili nadzor toka sjemena) mogu vidjeti i drugi simboli. Ovdje se nalaze prikazi koji nisu uvijek potrebni pri sjetvi. Pomoću tih tipki može se prijeći na druge funkcije.



Slika 35. Treća stranica radnog zaslona


(Izvor: *E- manager*, tvornički priručnik, 2013.)

Prikazi na zaslonu:

1. Prikaz količine sjemena u %.
2. Zadana vrijednost količine sjemena u dozatoru I.
3. Prikaz preostale količine u spremniku. U izborniku „Preostala količina“ moraju se unijeti količine punjenja u spremnicima. Prikazuju se količine punjenja u spremnicima te još moguće obrađene površine.
4. Zadana vrijednost količine sjemena ili gnojiva u dozatoru II.
5. Namještanje osjetljivosti nadzora protoka sjemena i prikaz začepljenih crijeva za sjeme.
6. Prikaz obrađene površine s preostalom zapreminom spremnika i vozna staza u metrima.

7. Plus i minus tipka za namještanje osjetljivosti nadzora protoka sjemena - nadzor protoka sjemena.
8. Prebacivanje na ispitivanje ispravnosti nadzora protoka sjemena.

S pomoću tipke „i“ se prikazuju podaci o učinku sijanja i obrađenoj površini te podatci o kapacitetu sjemena u spremniku.


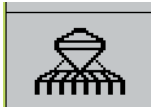
	<b>1</b>	
	<b>ERGEBNISSE</b>	
		
	Menge : 150479 kg Fläche : 4.09 ha (gesät): 4.03 ha Strecke: 5.47 km Zeit : 1.6 h	
		
	Menge : 510 kg Fläche : 2.90 ha Strecke: 2.91 km Zeit : 1.1 h	

Slika 36. Podaci o kapacitetu

(Izvor: *E- manager*, tvornički priručnik, 2013.)

Tablica 4. Ikone sa njihovim značenjem na stranici o kapacitetu

(Izvor: *E- manager*, tvornički priručnik, 2013.)

	BRISANJE PO DOZATORU
	POVRATAK NA PRVU RADNU STRANICU

## 8. ZAKLJUČAK

Osnovna pretpostavka precizne sjetve je da veći broj informacija, bude na raspolaganju poljoprivredniku prilikom donošenja odluka. Izravna upotreba GNSS i RTK sustava ima pozitivan utjecaj na brzinu obavljanja sjetve tako što omogućuje donošenje upravljačkih odluka i njihovu provedbu čime se smanjuje količinu potrebnog sjemena, smanjuje broj prohoda i omogućava maksimalnu iskorištenost tla, a samim time povećava kvalitetu i kvantitetu proizvoda. Uvođenje i provedba novih tehnologija traže veliku razinu ulaganja što u velikoj mjeri dovodi do toga da se isplativost ostvaruje na velikim proizvodnim površinama. U Republici Hrvatskoj postoji veliki broj obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava koje si ne mogu priuštiti ovaj sustav iako bi im donio znatne uštede u vremenu i novcu. Rješenje za ovakav problem leži u udruživanju proizvođača prilikom nabave i korištenja novih tehnologija. Tehnologija koju si obiteljska poljoprivredna gospodarstva mogu priuštiti je automatsko upravljanje strojeva pomoću kojeg se ostvaruju određene uštede, a pokazuje se i pozitivan učinak rukovatelja u fizičkom i psihičkom smislu.



## 9. POPIS LITERATURE

1. Agatić, M.: Ispitivanje preciznosti GNSS pozicioniranja i navigacije poljoprivrednog traktora, diplomski rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet Agrobiotehničkih znanosti Osijek, Osijek, 2019.
2. Barbić, D.: Primjena automatski sustava navođenja strojeva u poljoprivredi, diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, 2021.
3. Blažević, D.: Analiza točnosti pozicioniranja poljoprivrednog traktora uporabom različitih real-time-kinematic (RTK) korekcija, završni rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet Agrobiotehničkih znanosti Osijek, Osijek, 2020.
4. Crneković, M.: Automatsko vođenje traktora, strojeva i uređaja u sustavu GIS-precizna poljoprivreda, doktorska disertacija, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet Agrobiotehničkih znanosti Osijek, Osijek, 2015.
5. Feng, Y., Li, B. (2010). Wide area real time kinematic decimetre positioning with multiple carrier GNSS signals. *Science China Earth Sciences*, 53(5), 731-740.
6. Feng, Y., Gu, S., Shi, C., i Rizos, C. (2013). A reference station-based GNSS computing mode to support unified precise point positioning and real-time kinematic services. *Journal of Geodesy*, 87 (10-12), 945-960.
7. Gavrić, M., Sekulić, P. (2004): Primena GIS-a i GPS-a u poljoprivredi, Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtlarstvo, br. 40, 171-178 str.
8. Jović, T.: Senzori i kartiranje prinosa u okviru precizne žetve, Diplomski rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet Agrobiotehničkih znanosti u Osijek, Osijek, 2021.
9. Jurišić, M., Plaščak, I. (2009). Geoinformacijski sustavi GIS u poljoprivredi i zaštiti okoliša. Poljoprivredni fakultet, Osijek.
10. Kraus, D.: Primjena sustava za navigaciju u poljoprivredi, diplomski rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet Agrobiotehničkih znanosti Osijek, Osijek, 2014.
11. Ljubanović, B.: Napredni navigacijski sustavi, završni rad, Sveučilište u Splitu, Pomorski fakultet u Splitu, 2018.
12. Milinović M.: Automatsko vođenje i upravljanje poljoprivrednim strojevima i uređajima-FARMNAVIGATOR, diplomski rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet Agrobiotehničkih znanosti Osijek, Osijek, 2015.

13. Marjanović M., (2010.): CROPOS hrvatski pozicijski sustav, Ekscentar, br. 12, 28-34 str.
14. Pavlović N.: Tehničko – tehnološki činitelji sjetve i sadnje primjenom GIS tehnologije – precizna poljoprivreda, Diplomski rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet Agrobiotehničkih znanosti Osijek, Osijek, 2015.
15. Radulović, Č., Radulović, V., Đurić, Z. (2012): Online GIS i kolaborativno mapiranje kao novi trendovi u razvoju GIS-a i njihova primjena u savremenom informacionom sistemu., Jahorina, 2012.
16. Rajković, I.: Application of GIS systems and precision farming PRI Plant Protection, diplomski rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet Agrobiotehničkih znanosti Osijek, Osijek, 2013.
17. Šitin, M.: Upotreba gps-a u navigaciji, završni rad, Sveučilište u Splitu, Pomorski fakultet, Split, 2018.
18. Šuvak, J.: GPS (GNSS) kao dio geoinformacijskih sustava i njegova primjena, diplomski rad, Sveučilište Jurja Dobrile u Puli, Fakultet informatike, Pula, 2019.
19. Višnjčić, V.: Primjena precizne poljoprivrede u optimalizaciji poljoprivredne proizvodnje na obrtu za poljoprivrednu proizvodnju „DOHA“, diplomski rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet Agrobiotehničkih znanosti Osijek, Osijek, 2022.
20. Žiška, I.: Primjena telematskog sustava " Farm Sight" u poljoprivredi, završni rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet Agrobiotehničkih znanosti Osijek, Osijek, 2021.
21. *Horsch* Pronto, Tvornički priručnik, 2013.  
([https://www.horsch.com/fileadmin/user\\_upload/downloads/hr-croatian/Pronto/Pronto\\_DC\\_manual/UR\\_Pronto\\_7\\_9\\_DC\\_\\_06\\_2013\\_hr.pdf](https://www.horsch.com/fileadmin/user_upload/downloads/hr-croatian/Pronto/Pronto_DC_manual/UR_Pronto_7_9_DC__06_2013_hr.pdf))
22. E – manager, Tvornički priručnik, 2018.  
[https://www.horsch.com/fileadmin/user\\_upload/downloads/hr-croatian/Terminals/E-Manager\\_Drille/UR\\_E\\_Man\\_Drille\\_SW\\_10\\_09\\_\\_08\\_2018\\_hr.pdf](https://www.horsch.com/fileadmin/user_upload/downloads/hr-croatian/Terminals/E-Manager_Drille/UR_E_Man_Drille_SW_10_09__08_2018_hr.pdf))