

CPS&IoT sistemi u preciznoj poljoprivredi i ekosistemima





CPS&IoT obično označava spoj dve povezane oblasti

1. CPS – Cyber-Physical Systems

- Ovi sistemi kombinuju računarske procese sa fizičkim komponentama, omogućavajući interakciju između fizičkog i digitalnog sveta.

2. IoT – Internet of Things

- IoT se odnosi na mrežu fizičkih uređaja međusobno povezanih (putem interneta) koji prikupljaju i razmenjuju podatke.

Kombinacija **CPS&IoT** označava tehnologije i sisteme koji se temelje na integraciji Cyber-Physical sistema i Interneta stvari. Ove tehnologije omogućavaju naprednu povezivost, autonomiju i optimizaciju u različitim oblastima, uključujući industriju, zdravstvo, transport, energetiku, poljoprivredu....



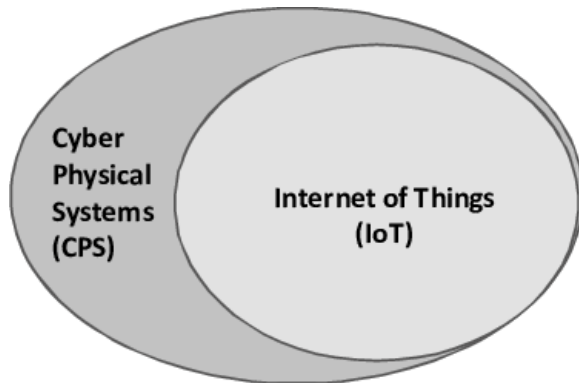
Osnos i međusobna zavisnost

1. IoT kao gradivni element za CPS

- IoT uređaji, kao što su senzori i aktuatori, često su ključne komponente u CPS sistemima jer omogućavaju prikupljanje i slanje podataka iz fizičkog sveta u digitalni, a zatim izvršavanje akcija na osnovu tih podataka.
- Primer: Pametna mreža (smart grid) koristi IoT senzore za prikupljanje podataka o potrošnji energije, dok CPS koristi te podatke za optimizaciju distribucije električne energije.

2. CPS unapređuje IoT primjene

- IoT uređaji obično imaju ograničenu funkcionalnost. CPS nadograđuje IoT sisteme dodavanjem inteligencije, autonomije i kontrole u realnom vremenu, što omogućava složenije aplikacije.
- Primer: Pametne fabrike koje koriste IoT za prikupljanje podataka, a CPS za analizu i donošenje odluka u realnom vremenu.





Glavne razlike u ciljevima

Karakteristika	CPS	IoT
Primarni cilj	Integracija fizičkog i digitalnog sistema	Povezivanje uređaja i razmena podataka
Fokus	Automatizacija, kontrola, optimizacija	Prikupljanje i razmena podataka
Kompleksnost	Viši nivo inteligencije i autonomije	Jednostavnije mreže uređaja
Tehnologija	Složeni sistemi koji uključuju IoT i AI	Mrežni uređaji sa sensorima



Primjeri međusobnog odnosa

Pametna kuća:

IoT: Pametni uređaji poput termostata, svjetala i kamera prikupljaju podatke i omogućavaju upravljanje putem aplikacija.

CPS: Analiziraju podatke iz IoT uređaja, automatizuju procese (npr. prilagođavaju temperaturu na osnovu ponašanja korisnika).



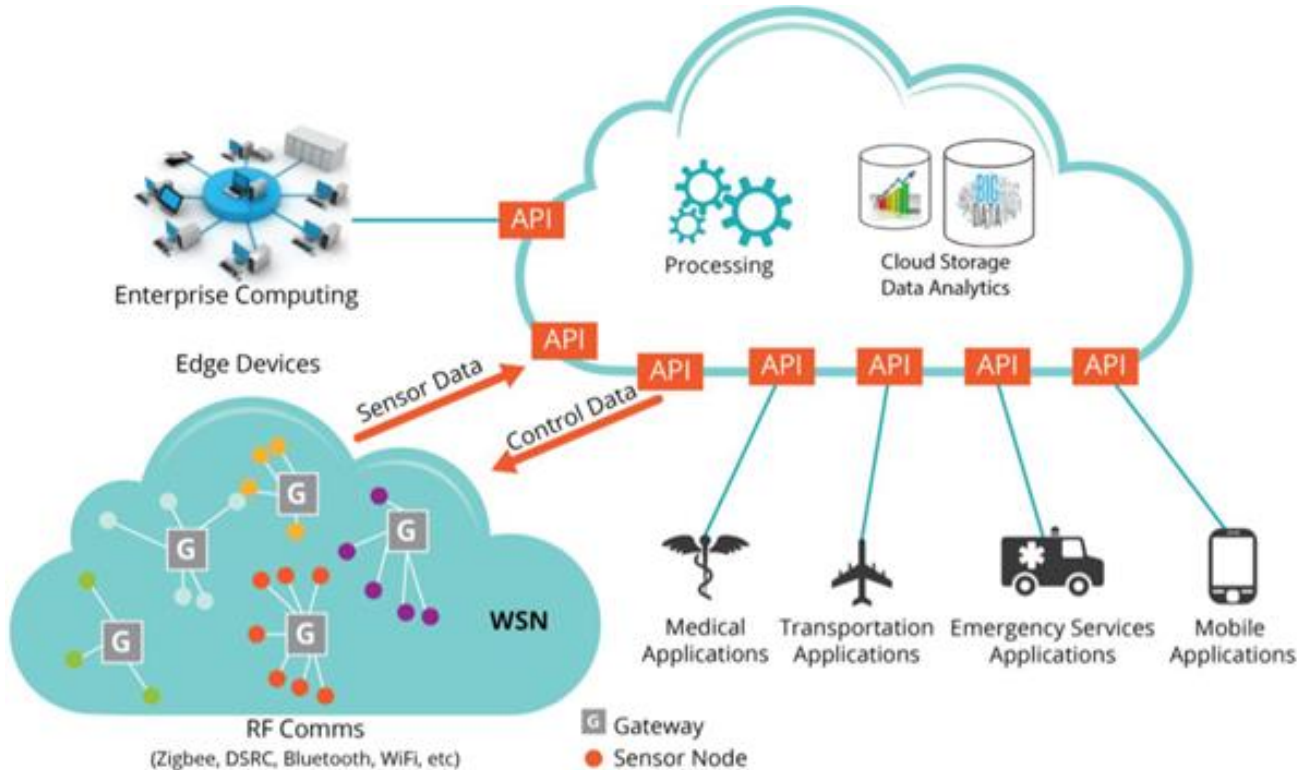
Autonomno vozilo

- **IoT:** Senzori prikupljaju podatke o okolini, kao što su GPS, radari, kamere. itd.
- **CPS:** Kombinuju te podatke u realnom vremenu, donose odluke i kontrolišu vozilo.



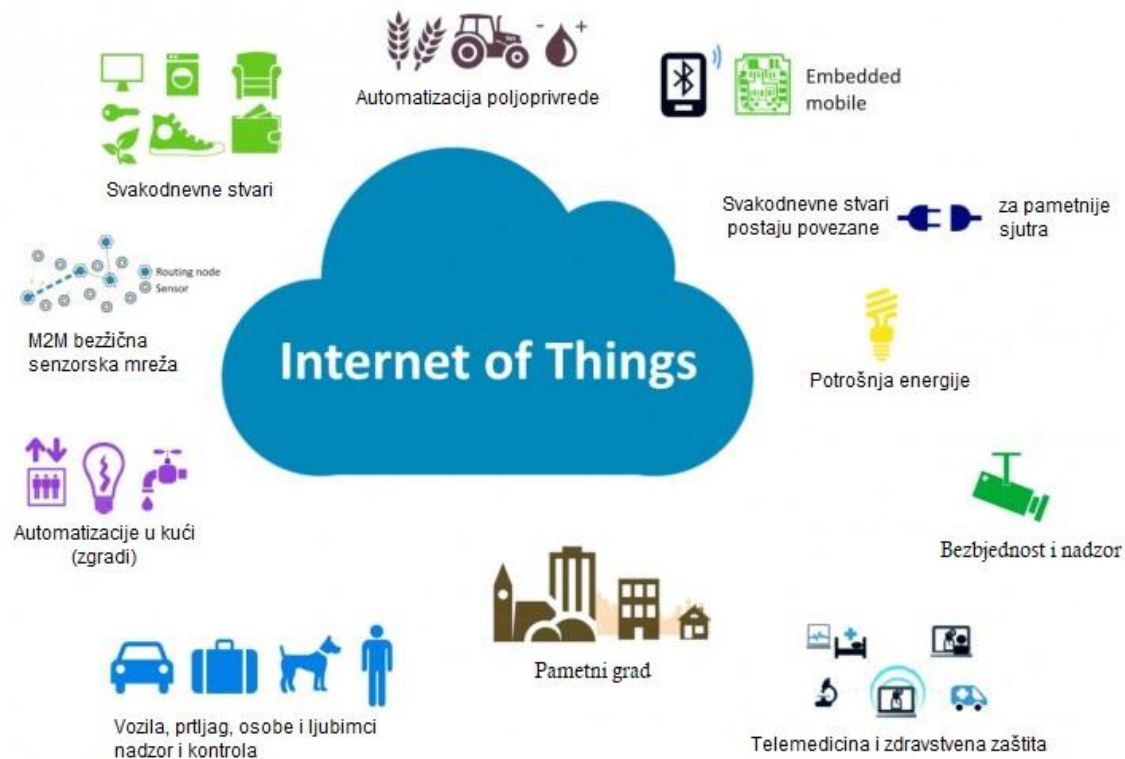


CPS&IoT infrastruktura





Oblasti primjene CPS&IoT sistema





CPS&IoT u preciznoj poljoprivredi i ekosistemima

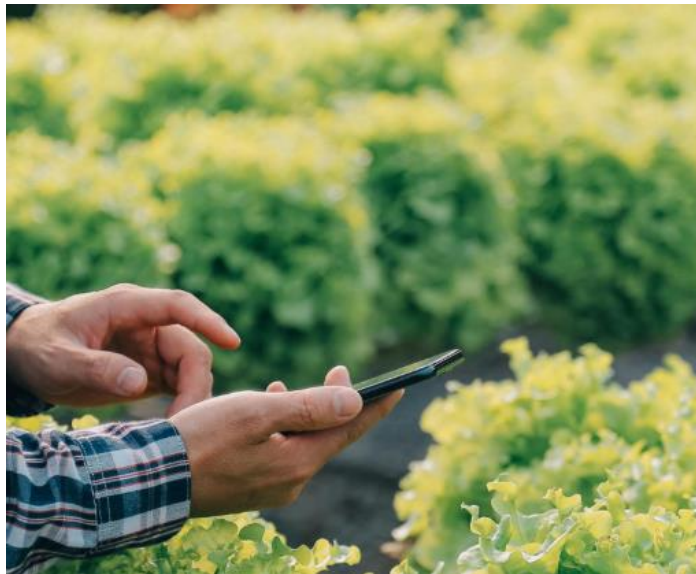
CPS&IoT u poljoprivredi integriše senzore, aktuatore i IT kako bi optimizovao poljoprivrednu praksu, povećao prinos useva, poboljšao upravljanje resursima i osigurao održivost.





Precizna poljoprivreda

Precizna poljoprivreda koristi CPS&IoT tehnologiju za pažljivo praćenje uslova usjeva, optimizujući unose kao što su voda i đubrivo za poboljšanu produktivnost i održivost.





Senzori

Senzori su okosnica moderne precizne poljoprivrede.

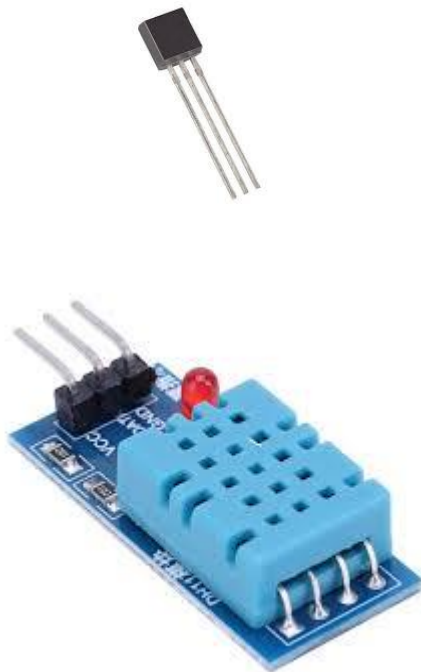
Omogućavaju poljoprivrednicima da prikupljaju i analiziraju podatke u realnom vremenu.

U ključne pametne senzori u poljoprivredi ubrajaju se:

- **Senzor temperature i vlažnosti vazduha,**
- **Senzor temperature i vlažnosti zemljišta,**
- **Senzor temperature i vlažnosti lista,**
- **Senzor za mjerenje količine padavina,**
- **Senzor vazdušnog pritiska,**
- **Anemometar,**
- **Senzor UV zračenja i insolacije,**
- **Itd.**

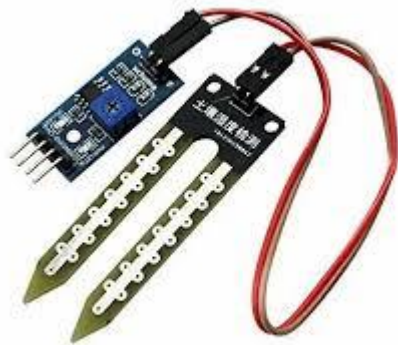


Senzor temperature i vlažnosti vazduha





Senzor temperature i vlažnosti zemljišta





Senzor temperature i vlažnosti lista





Senzor za mjerenje količine padavina



Kišomjer sa nagnjućom kašikom



Optički kišomjer



Ultrazvučni kišomjer



Aktuatori

Aktuatori su ključne komponente u **CPS (Cyber-Physical Systems)** i **IoT (Internet of Things)** sistemima u preciznoj poljoprivredi.

Omogućavaju izvršavanje akcija na osnovu podataka koje prikupljaju senzori i analitički algoritmi.

Njihova uloga je da fizički utiču na procese kako bi se postigli optimalni uslovi za rast biljaka, efikasno korišćenje resursa i održivost.



Aktuatori

U ključne aktuatora koji se koriste u CPS&IoT sistemima u preciznoj poljoprivredi ubrajaju se:

- Ventili za navodnjavanje,
- Linearni aktuatori za plastenike,
- Automatska ventilacija sa električnim aktuatorima,
- Roboti,
- Itd.



Ventili za navodnjavanje

Najčešći tipovi ventila na navodnjavanje su:

- Solenoidni ventili: Otvaraju i zatvaraju protok vode pomoću elektromagnetnog mehanizma.
 - Primjena: Kontrola sistema za navodnjavanje kap po kap, prskalice ili hidroponskih sistema.
- Električni ventili: Koriste se za kontrolu protoka vode ili hranljivih rastvora u navodnjavanju.
 - Primjena: Automatska distribucija vode u skladu s vremenskim uslovima ili potrebama biljaka.



Ventili za navonjavanje





Linearni akuatori

Električni linarni akuatori

Hidraulični ili pneumatski linearni akuatori

Primjena:

- Otvaranje i zatvaranje ventilacionih otvora u plastenicima;
- Podešavanje panela za senčenje kako bi se regulisala količina svetlosti;
- Itd.





Automatske ventilacije sa električnim aktuatorima

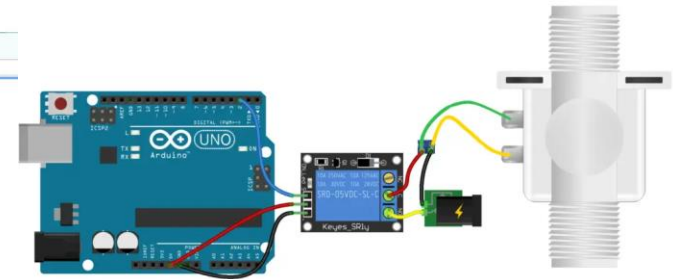
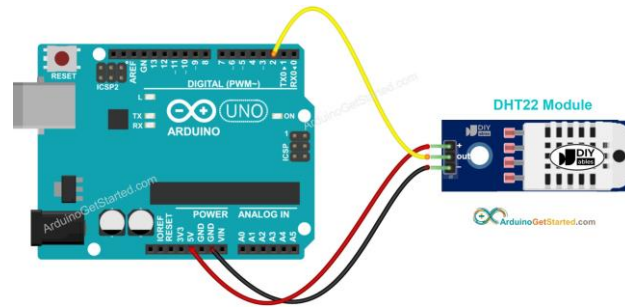
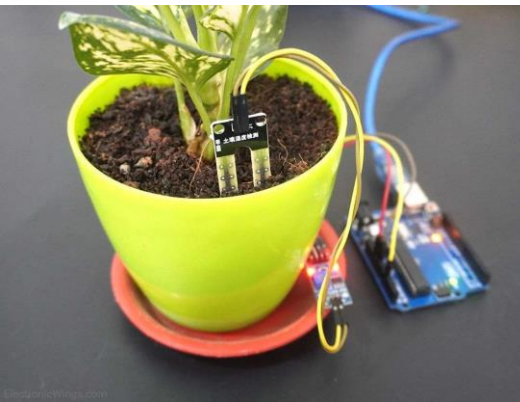
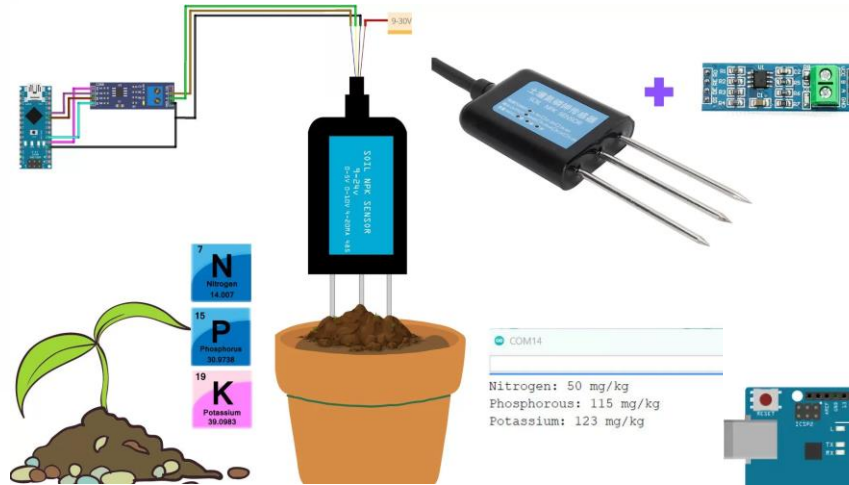
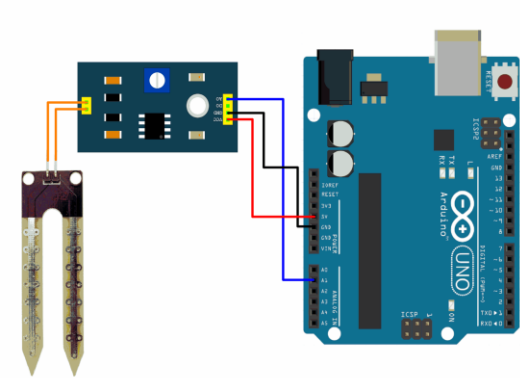
Koriste se za kontrolu protoka vazduha u različitim sistemima, uključujući staklenike, skladišta, industrijske pogone i objekte za uzgoj biljaka i životinja.

Ovi sistemi automatski prilagođavaju otvaranje i zatvaranje ventilacionih otvora radi optimizacije mikroklimе, čime se poboljšava energetska efikasnost i povećava produktivnost.





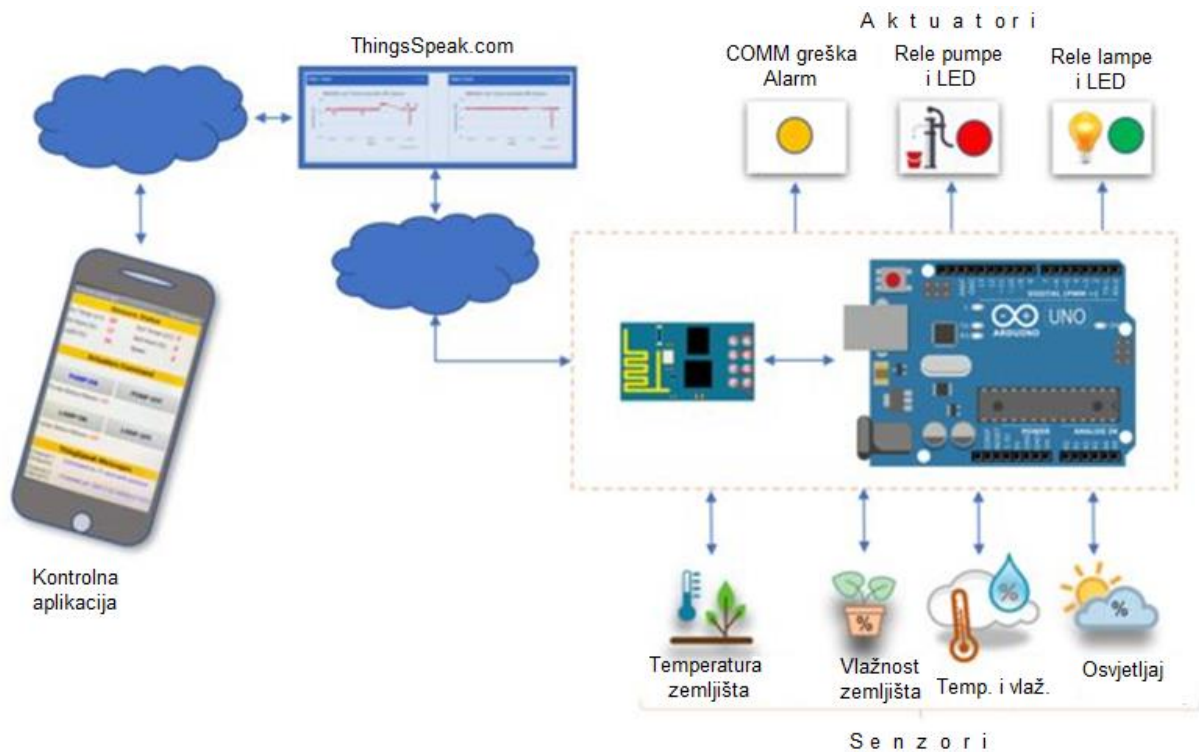
Primjeri povezivanja senzora i aktuatora u sistem



fritzing



Primjer povezivanja senzora i aktuatora u sistem





Primjer povezivanja senzora i aktuatora u sistem

SMART GARDEN AUTOWATERING INNOVATION

NOT INCLUDED

Moisture	17/3	18/3	19/3	20/3	21/3	22/3	T
Moisture	17/3	18/3	19/3	20/3	21/3	22/3	T
Temperature	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	30°C	35°C

- Replenish water when soil is dry.
- Delay watering when soil is wet.





Roboti u preciznoj poljoprivredi

Roboti u preciznoj poljoprivredi igraju ključnu ulogu u automatizaciji, povećanju efikasnosti i smanjenju uticaja na životnu sredinu.

Vrste robota u preciznoj poljoprivredi:

- **Roboti za sadnju (Planting Robots),**
- **Roboti za berbu (Harvesting Robots),**
- **Roboti za uklanjanje korova (Weeding Robots),**
- **Dronovi za poljoprivredu (Agricultural Drones),**
- **Itd.**



Roboti za sadnju

Automatski uređaji za precizno postavljanje semena u zemlju.

Precizno postavljanje semena na optimalnim razmacima.

Smanjenje otpada i poboljšanje klijavosti useva.





Roboti za berbu

Dizajnirani za automatsku berbu useva, voća ili povrća.

Branje plodova bez oštećenja.

Poboljšanje efikasnosti i smanjenje troškova rada.





Roboti za uklanjanje korova

Roboti za identifikaciju i uklanjanje korova uz minimalnu upotrebu hemikalija.

Mehaničko uklanjanje korova ili primena mikrodoza herbicida samo na korov.





Dronovi u preciznoj poljoprivredi

Dronovi igraju ključnu ulogu u preciznoj poljoprivredi, omogućavajući farmerima da efikasnije upravljaju svojim resursima i povećaju prinos uz smanjenje troškova i uticaja na životnu sredinu.

Njihova uloga obuhvata sljedeće aspekte:

- Praćenje useva i analiza stanja,
- Optimizacija navodnjavanja,
- Upravljanje štetočinama i bolestima,
- Primena đubriva i pesticida,
- Mapiranje i planiranje zemljišta,
- Praćenje prinosa,
- Itd.





Informacioni sistem za prikupljanje i obradu podata korisnih za preciznu poljoprivredu

U ovom sistemu, podaci korisni za preciznu poljoprivredu:

- prikupljaju sa tri meteorološke stanice,
- prenose se na udaljeni server putem posebno dizajniranog GPRS komunikacionog uređaja.
- na strani servera, podaci se čuvaju u bazi podataka i dalje obrađuju.

Predloženi sistem je skalabilan i omogućava veoma jednostavno uključivanje dodatnih meteoroloških stanica.

Sistem predviđa korišćenje prikupljenih podataka u procesu donošenja odluka.



Kratak uvod

Poljoprivredne aktivnosti u velikoj meri zavise od klimatskih i vremenskih uslova.

Vrlo je važno uzeti ih u obzir u poljoprivrednoj proizvodnji.

Važno je pratiti temperaturu, vlažnost, padavine, sunčevu radijaciju, isparavanje, brzinu vetra i druge parametre.

Prikupljeni podaci će zatim služiti kao ulaz u proces donošenja odluka.



Opis sistema

Sistem sadrži sledeće komponente:

- tri meteorološke stanice (Vantage Pro2, Davis Instruments),
- tri GPRS komunikaciona uređaja,
- udaljeni server sa bazom podataka.





Opis sistema

Meteorološke stanice su opremljene senzorima za:

- temperaturu i vlažnost vazduha,
- brzinu i pravac vetra,
- sunčevu radijaciju,
- temperaturu i vlažnost zemljišta,
- količinu padavina,
- vlažnost lista,
- vazdušni pritisak.





Opis sistema

Svaka meteorološka stanica u sistemu ima bežičnu konzolu/prijemnik, na kojoj su prikazani neki od izmerenih parametara.

Konzola sadrži data logger sa 132KB memorije za arhiviranje, što omogućava čuvanje do 2560 zapisa o izmerenim podacima.

Konzola je opremljena RS-232 komunikacionim portom, preko kojeg se prikupljeni podaci mogu preuzeti.

Napaja se putem AC adaptera i tri C baterije koje služe kao rezervno ili primarno napajanje.





GPRS komunikacioni uređaj

Razvijen za omogućavanje komunikacije i prenosa podataka između konzole meteorološke stanice i udaljenog servera.

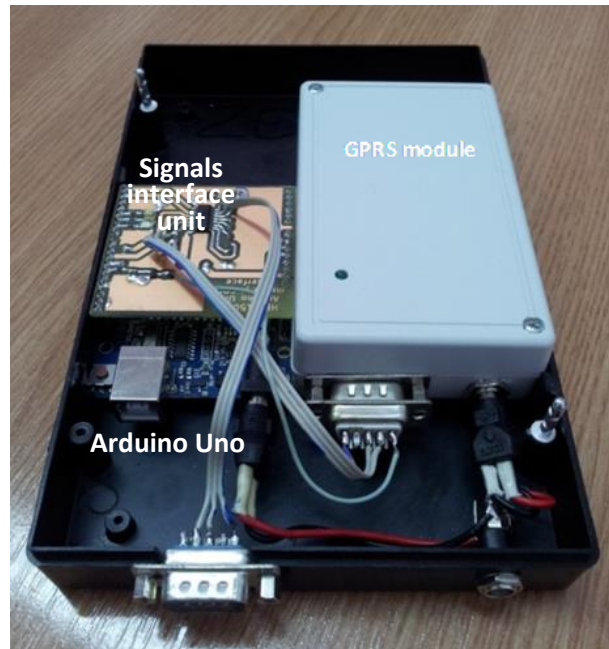
Omogućava da prikupljeni podaci budu direktno poslani na server.

Nije potrebno kupovati dodatne skupe module za meteorološke stanice, niti plaćati godišnje naknade za preuzimanje podataka sa veb stranice proizvođača.

Podaci o životnoj sredini, koje šalje GPRS komunikacioni uređaj, čuvaju se u bazi podataka na udaljenom serveru.

GPRS komunikacioni uređaj sastoji se od:

- mikrokontrolerske ploče (Arduino Uno),
- modul za interfejs signala i
- GPRS modula.





GPRS komunikacioni uređaj

GPRS komunikacioni uređaj sastoji se od:

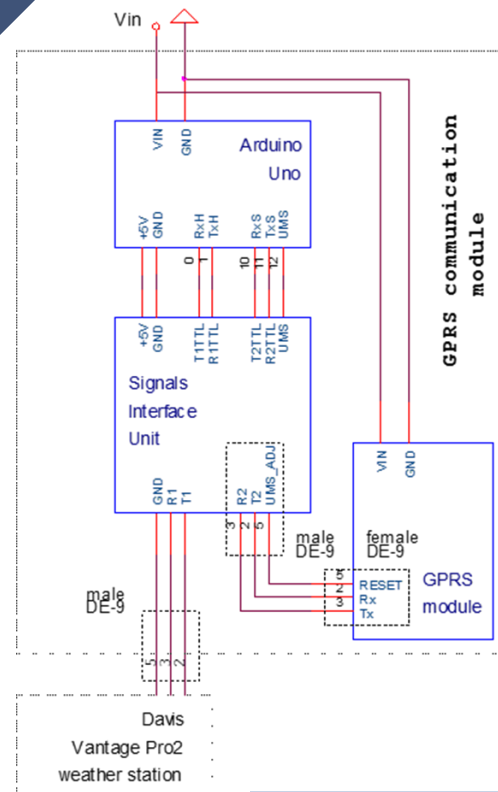
- mikrokontrolerske ploče (Arduino Uno),
- jedinice za interfejs signala i
- GPRS modula.

Mikrokontrolerska ploča predstavlja centralni deo uređaja i njena uloga je upravljanje prenosom podataka između meteorološke stanice i udaljenog servera.

Modul za interfejs signala prilagođava signale hardverskog i softverskog UART interfejsa Arduino Uno ploče serijskim RS232 portovima Vantage Pro2 meteorološke stanice i GPRS modula.

Ova jedinica takođe prilagođava RESET signal Arduino Uno ploče zahtevima GPRS modula.

GPRS modul se koristi za povezivanje GPRS komunikacionog uređaja sa GPRS mrežom, odnosno udaljenim serverom.





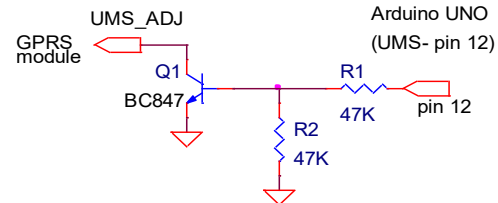
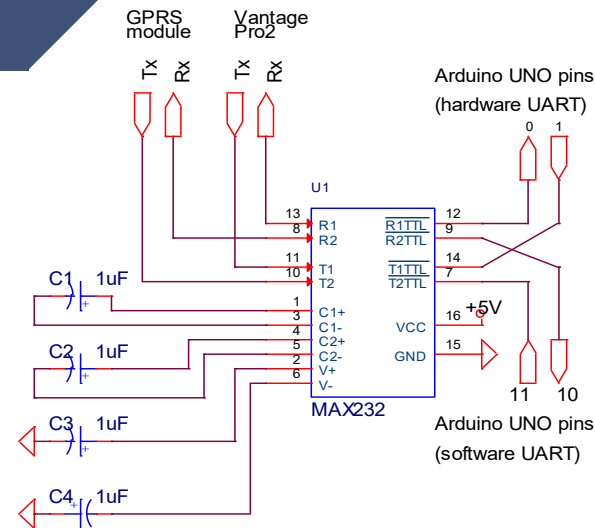
Modul za interfejs signala

Glavni deo jedinice za interfejs signala je integrisano kolo **MAX232**.

Kolo služi da prilagodi naponske nivoe RS232 signala između Arduino UNO razvojne ploče, GPRS modula i Vantage Pro 2 konzole.

To je dvostruki drajver/prijemnik koji uključuje kapacitivni generator napona za obezbeđivanje RS232 nivoa napona iz jednog 5V napajanja.

Ima dva prijemnika koji prilagođavaju RS232 naponske nivoe GPRS modula i Vantage Pro 2 naponske nivoe u Arduino UNO TTL nivoe, i dva drajvera koji konvertuju Arduino UNO TTL nivoe u RS232 naponske nivoe pogodne za GPRS modul i Vantage Pro 2 konzolu.





GPRS modul

Osnovni deo GPRS modula je Telit GE863 modem.

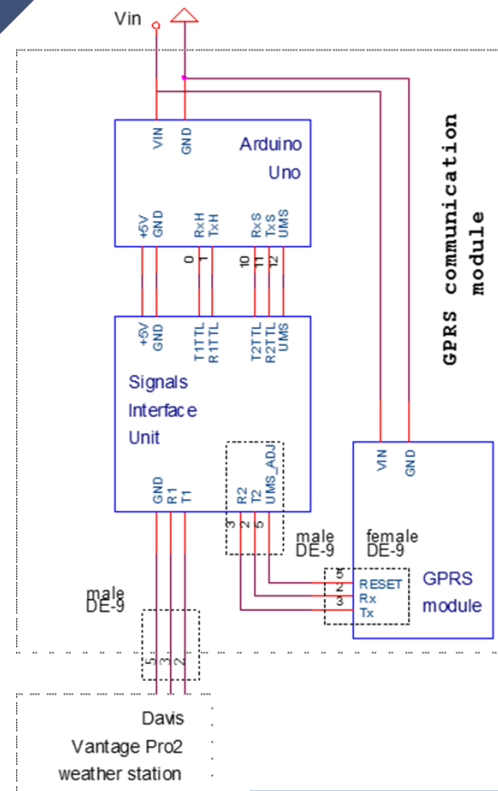
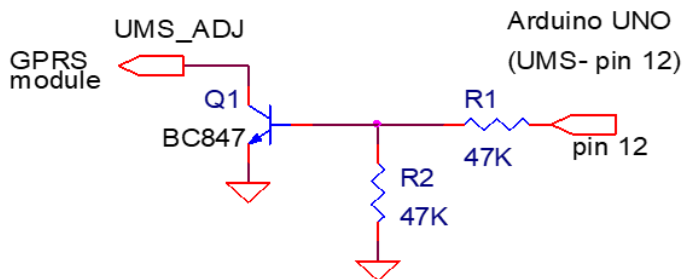
Mikrokontrolerska ploča upravlja radom modula preko modula za interfejs signala.

Pin 12 mikrokontrolerske ploče Arduino Uno koristi se za bezuslovno hardversko resetovanje GE863 modema.

Bezuslovno hardversko resetovanje uvek treba biti implementirano na mikrokontrolerskim pločama, a softver ga koristi kao odgovor na hitne neželjene situacije.

RESET linija GE863 modema je namenjena za bezuslovno resetovanje.

Pošto ova linija mora biti povezana u konfiguraciji otvorenog kolektora, prilagođavanje RESET signala se obavlja na jedinici za interfejs signala.





GPRS komunikacioni uređaj

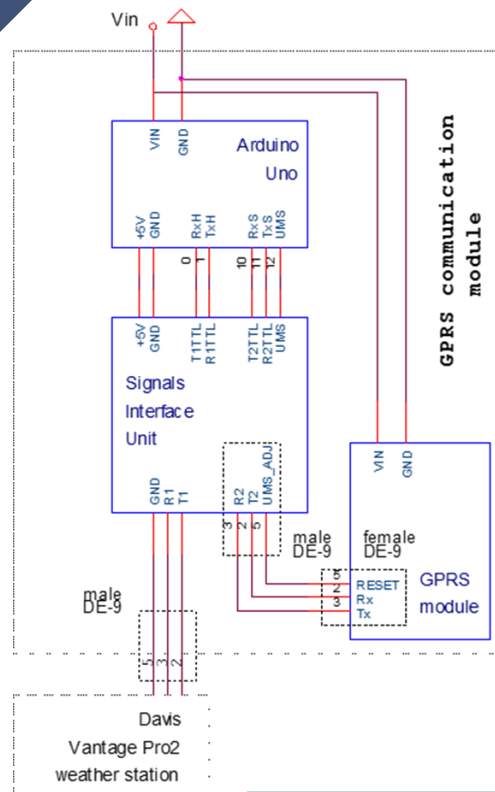
U komunikaciji između mikrokontrolerske ploče i meteorološke stanice, kao i udaljenog servera, implementirana su dva načina razmjene podataka.

U prvom načinu, komunikacioni uređaj periodično prenosi podatke prikupljene u data logger-u meteorološke stanice, sa podesivim intervalom prenosa.

U drugom načinu, komunikacioni uređaj izvršava zadate zahtjeve. Periodično provjerava da li postoji zahtjev na strani servera i izvršava ga.

Komunikacioni uređaj može izvršiti sljedeće zahtjeve:

- preneti zapise iz data logger-a meteorološke stanice nakon određenog datuma i vremena,
- očitati i preneti vrijednosti direktno sa senzora meteorološke stanice,
- postaviti interval arhiviranja meteorološke stanice,
- obrisati arhivirane podatke meteorološke stanice,
- itd.





WEB interfejs

Za prenos podataka korišćen je HTTP protokol.

Podaci primljeni na strani servera obrađuju se pomoću PHP skripte.

Primljeni podaci se upisuju u bazu podataka.

WEB interfejs za prikazivanje, preuzimanje i vizuelnu prezentaciju podataka iz baze podataka.

Omogućava različite izvještaje.

DAVIS Vantage Pro 2 weather station data



The screenshot shows the Davis Vantage Pro 2 weather station data web interface. It is divided into three main sections:

- Part 1:** A map showing the location of the weather station. The map is titled "Zeta" and "BTF imanje". There are tabs for "Zeta", "BTF imanje", and "Spuž". A red pin marks the station location on the map.
- Part 2:** A section for selecting data type and dates. It includes a "Choose data type" section with radio buttons for "Data per day" and "Data per hour". Below it is an "Optional parameters (data per hour)" section with checkboxes for various parameters: Barometer, Solar radiation, Avg. wind speed, High wind speed, Dir. of high wind speed, Avg. UV index, ET, Leaf temperature, Leaf wetness, and Soil temperature. There is a "Select all" option and a "Search" button.
- Part 3:** A section for selecting data charts. It includes checkboxes for: Out temperature, Out humidity, Rainfall, Barometer, Solar radiation, Avg. wind speed, High wind speed, Avg. UV index, ET, Leaf temperature, Leaf wetness, and Soil temperature. There is a "Select all" option. Below this is a "Time interval (hours)" section with a dropdown menu and buttons for 1, 2, 3, 4, 6, 8, 12, and 24 hours. There is a "Plot" button.



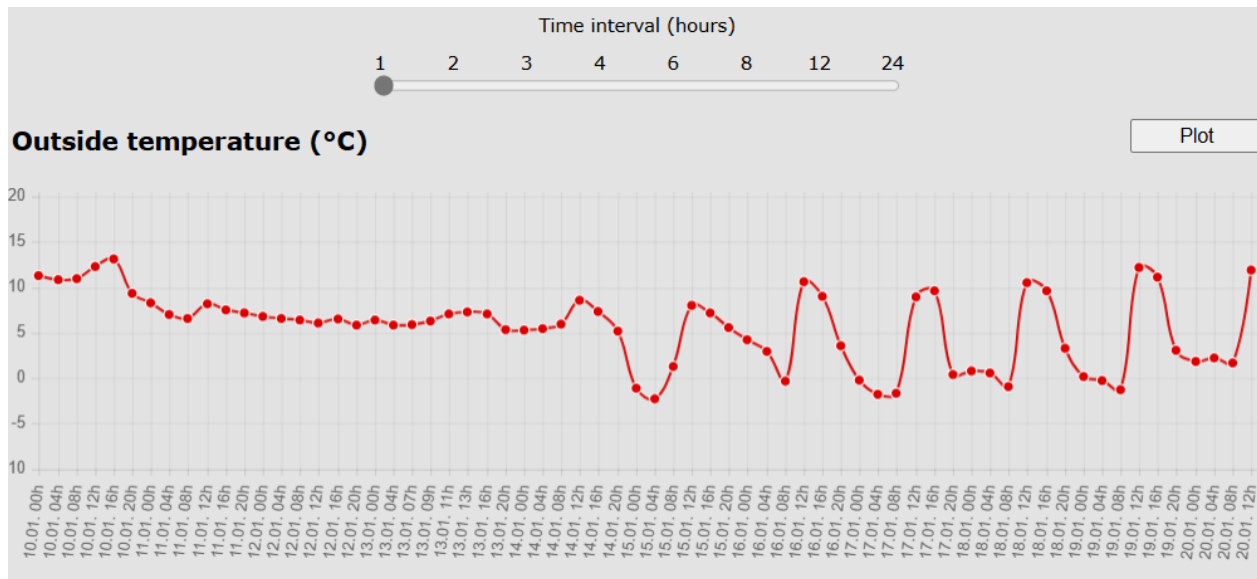
Izveštaji WEB interfejsa

Date	Time	Avg temp (°C)	Min temp (°C)	Max temp (°C)	Humidity (%)	Rainfall (mm)	Barometer (mbar)	Insolation (MJ/m ²)	Aver wind speed (m/s)	High wind speed (m/s)	High wind dir	UV aver	ET (mm)	Leaf temp 1 (°C)	Leaf wet 1
20.01.2025	15:00	13.6	13.6	14.6	57	0	1019.84	13.31	0			0	0.08	5	0
20.01.2025	14:00	14.4	13.3	14.4	52	0	1019.98	24.28	0			0.5	0.15	4	0
20.01.2025	13:00	13.3	11.9	13.3	56	0	1020.66	27.56	0			0.7	0.15	4	0
20.01.2025	12:00	11.9	9.1	11.9	58	0	1021.47	30.41	0			0.8	0.18	4	0
20.01.2025	11:00	9.1	4.8	9.1	61	0	1022.38	24.97	0			0.4	0.13	4	0
20.01.2025	10:00	4.8	3.1	4.8	42	0	1022.79	12.1	0			0	0.05	4	0
20.01.2025	09:00	3.1	1.7	3.1	42	0	1022.96	6.74	0			0	0.03	4	0
20.01.2025	08:00	1.7	1.4	1.7	42	0	1023.1	1.3	0			0		4	0
20.01.2025	07:00	1.5	1.5	2.1	43	0	1023.06	0	0			0		4	1
20.01.2025	06:00	2.0	1.9	2.3	43	0	1022.89	0	0			0	0.03	4	1
20.01.2025	05:00	2.3	2.2	2.4	43	0	1023.33	0	0			0	0.03	4	0
20.01.2025	04:00	2.2	1.6	2.2	42	0	1023.13	0	0			0	0.03	4	0
20.01.2025	03:00	1.6	1.4	1.6	43	0	1023.6	0	0			0	0.03	4	1
20.01.2025	02:00	1.5	1.4	1.6	43	0	1023.98	0	0			0	0.03	4	1
20.01.2025	01:00	1.6	1.5	1.8	43	0	1024.21	0	0			0	0.03	4	1
20.01.2025	00:00	1.8	1.8	2.4	46	0	1024.45	0	0			0	0.03	4	2
19.01.2025	23:00	2.4	2.4	2.9	47	0	1024.62	0	0			0	0.03	4	1
19.01.2025	22:00	2.9	2.8	3.2	47	0	1024.55	0	0			0	0.03	5	0
19.01.2025	21:00	2.9	2.9	3.1	46	0	1024.69	0	0			0	0.03	5	1
19.01.2025	20:00	3.1	3.0	3.9	49	0	1024.59	0	0			0	0.03	5	0
19.01.2025	19:00	3.9	3.9	5.4	57	0	1024.42	0	0			0	0.03	5	0
19.01.2025	18:00	5.4	5.4	8.2	60	0	1024.04	0	0			0	0.03	5	0
19.01.2025	17:00	8.3	8.3	11.1	64	0	1023.71	0.6	0			0		5	0
19.01.2025	16:00	11.1	11.1	13.8	58	0	1023.43	3.54	0			0	0.03	4	0

Izmjereni podaci sa jedne meteorološke stanice, tokom 24h.



Izveštaji WEB interfejsa



Jedan grafički prikaz izmjerenih podataka temperature vazduha.



Na kraju

Prikazan je sistem koji se sastoji od tri meteorološke stanice i udaljenog servera.

Svaka meteorološka stanica opremljena je posebno razvijenim GPRS komunikacionim uređajem. Njegova svrha je omogućavanje prenosa podataka između meteorološke stanice i udaljenog servera.

Sistem je skalabilan.

Prikupljeni podaci se koriste u procesu donošenja odluka.



KRAJ

HVALA ZA PAŽNJU!

(ako imate pitanja ...)