



**IoT-polje**

**Projekt IoT-polje: Ekosustav umreženih uređaja i usluga za Internet stvari s primjenom u poljoprivredi**

## **Radionica: Kontinuirani nadzor polja i usjeva za preciznu poljoprivredu**

**6. studenog 2023.**



Europska unija  
zajedno do fondova EU



EUROPSKI STRUKTURNI  
I INVESTICIJSKI FONDOVI



Operativni program  
**KONKURENTNOST  
I KOHEZIJA**



REPUBLIKA HRVATSKA  
Ministarstvo znanosti i  
obrazovanja

Projekt „IoT-polje: Ekosustav umreženih uređaja i usluga za Internet stvari s primjenom u poljoprivredi“ sufinancira Europska unija iz Europskog fonda za regionalni razvoj u okviru Operativnog programa Konkurentnost i kohezija 2014.-2020. Republike Hrvatske



IoT-polje

## Radionica: Kontinuirani nadzor polja i usjeva za preciznu poljoprivredu

1. IoT-polje: pregled projektnih rezultata (Ivana Podnar Žarko, FER)
2. Senzorski čvor za prikupljanje agrometeoroloških podataka i podataka o stanju usjeva u stvarnom vremenu (Josip Spišić, FERIT)
3. Energetski učinkovito praćenje okoliša u preciznoj poljoprivredi korištenjem bežičnih senzorskih mreža temeljenih na tehnologiji LoRa (Višnja Križanović, FERIT)
4. IoT-platforma za primjenu u preciznoj poljoprivredi (Mario Kušek, FER)
5. Usluga blok-lanca za praćenje provedenih agrotehničkih i fitomedicinskih mjera na polju (Ivana Podnar Zarko, FER)
6. Vrijednost stvarnovremenskih podataka s polja za poljoprivredu: poljski pokusi u 2023. godini (Vlatko Galić, PIO)
7. Demonstracija mobilne aplikacije za procjenu dnevnog stanja usjeva i prinosa (Ivan Kralj, FER)



Europska unija  
zajedno do fondova EU



EUROPSKI STRUKTURNI  
I INVESTICIJSKI FONDOVI



Operativni program  
KONKURENTNOST  
I KOHEZIJA



REPUBLIKA HRVATSKA  
Ministarstvo znanosti i  
obrazovanja

Projekt „IoT-polje: Ekosustav umreženih uređaja i usluga za Internet stvari s primjenom u poljoprivredi“ sufinancira Europska unija iz Europskog fonda za regionalni razvoj u okviru Operativnog programa Konkurentnost i kohezija 2014.-2020. Republike Hrvatske



IoT-polje

# IoT-polje: pregled projektnih rezultata

prof. dr. sc. Ivana Podnar Žarko

Sveučilište u Zagrebu, FER

[ivana.podnar@fer.hr](mailto:ivana.podnar@fer.hr)



Europska unija  
zajedno do fondova EU



EUROPSKI STRUKTURNI  
I INVESTICIJSKI FONDOVI



Operativni program  
KONKURENTNOST  
I KOHEZIJA



REPUBLIKA HRVATSKA  
Ministarstvo znanosti i  
obrazovanja

Projekt „IoT-polje: Ekosustav umreženih uređaja i usluga za Internet stvari s primjenom u poljoprivredi“ sufinancira Europska unija iz Europskog fonda za regionalni razvoj u okviru Operativnog programa Konkurentnost i kohezija 2014.-2020. Republike Hrvatske

# O projektu



IoT-polje

IoT-polje: Ekosustav umreženih uređaja i usluga za Internet stvari s primjenom u poljoprivredi

- 13.03.2020.-13.11.2023.
- Natječaj: Ulaganje u znanost i inovacije



Europska unija  
zajedno do fondova EU



EUROPSKI STRUKTURNI  
I INVESTICIJSKI FONDOVI

6.11.2023.

Radionica: Kontinuirani nadzor polja i usjeva za preciznu poljoprivredu

**Koordinator: Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet elektrotehnike i računarstva  
(FER)**



**Partneri:**

**1. Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku, Fakultet  
elektrotehnike, računarstva i  
informatičkih tehnologija Osijek  
(FERIT)**



**2. Poljoprivredni institut Osijek -PIO**



1/14

# Precizna poljoprivreda



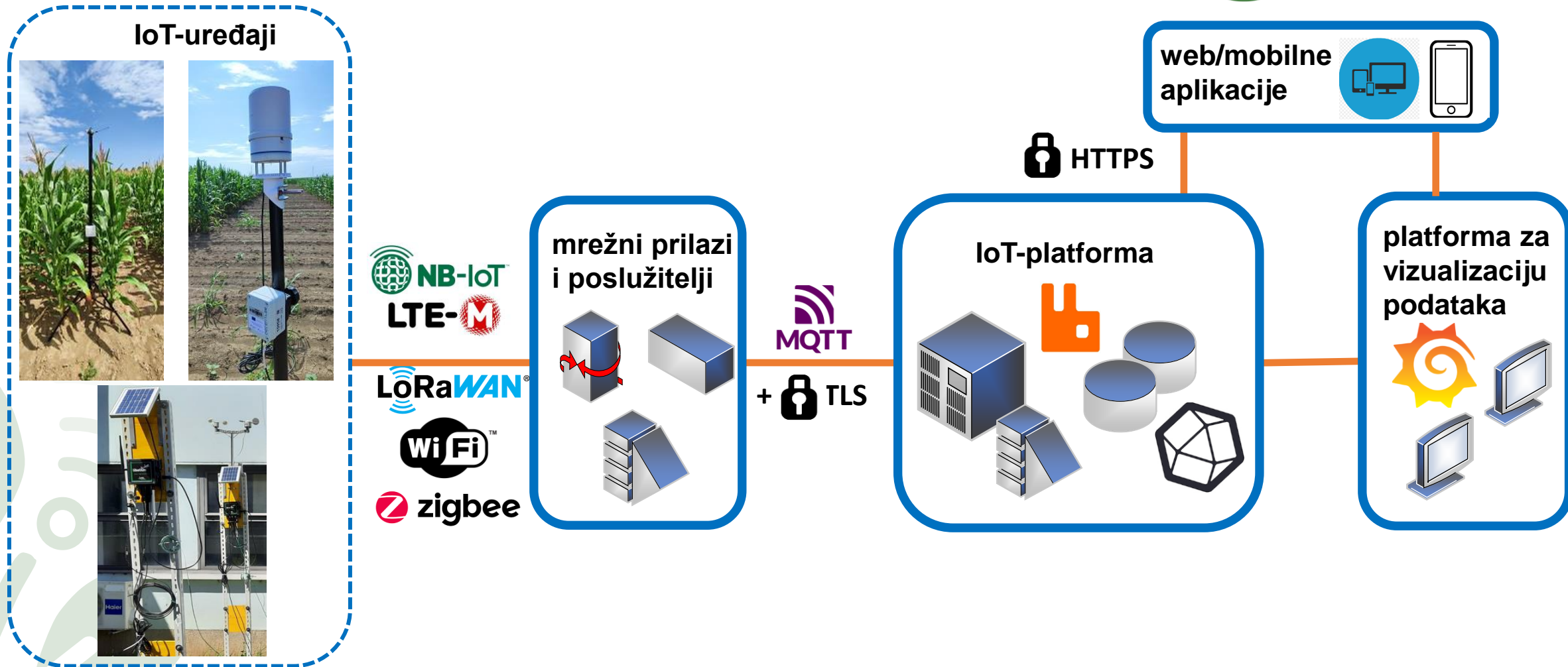
- Poljoprivreda temeljena na podacima
  - strategija upravljanja procesima na nivou poljoprivrednog gospodarstva koja uzgoj prilagođava specifičnim uvjetima svakog pojedinog polja, ili kvadratnog metra polja, pa čak i pojedine biljke ili životinje
  - praćenje usjeva i stanja na polju u stvarnom vremenu uz preporuku pravovremene primjene prikladnih agrotehničkih mjera
  - donošenje odluka na različitim razinama prostorne granularnosti kako bi se uzela u obzir prostorna varijabilnost usjeva
  - cilj: povećati prinose (količinu i / ili kvalitetu usjeva) i profitabilnost poljoprivredne proizvodnje
  - smanjiti potrošnju vode, gnojiva, herbicida, insekticida itd.
  - izazovi: klimatske promjene, prijelaz na organsku proizvodnju hrane

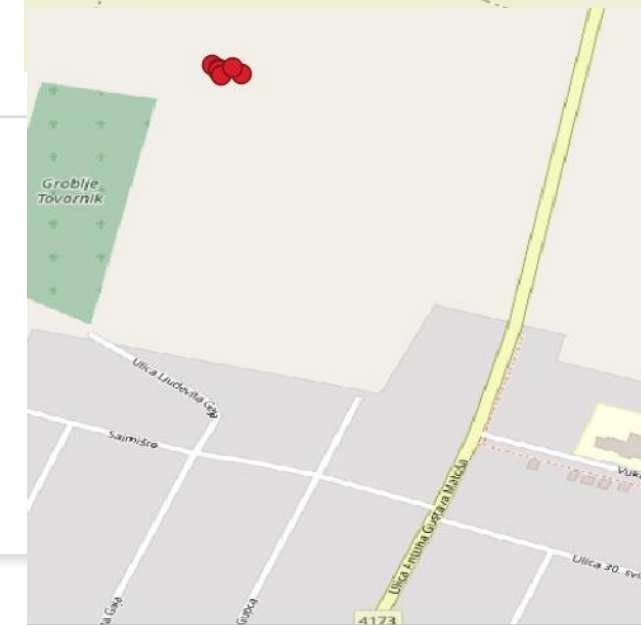
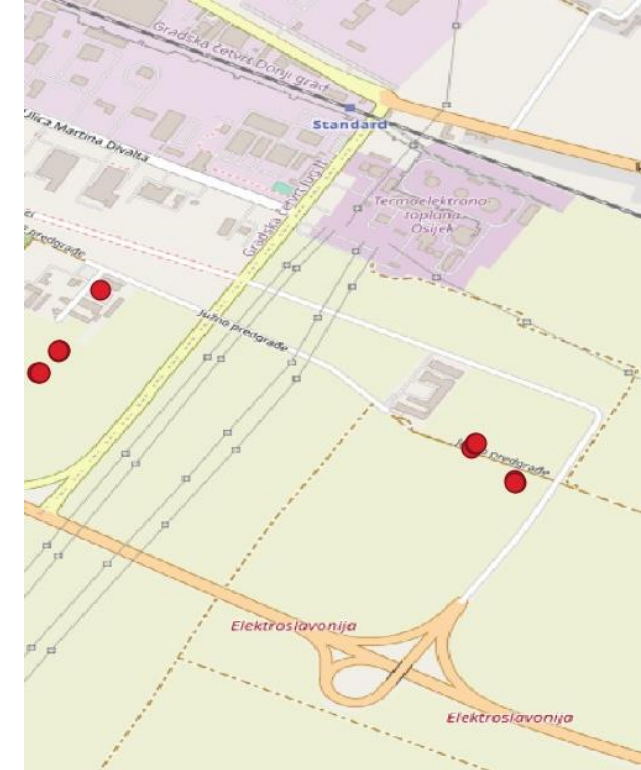
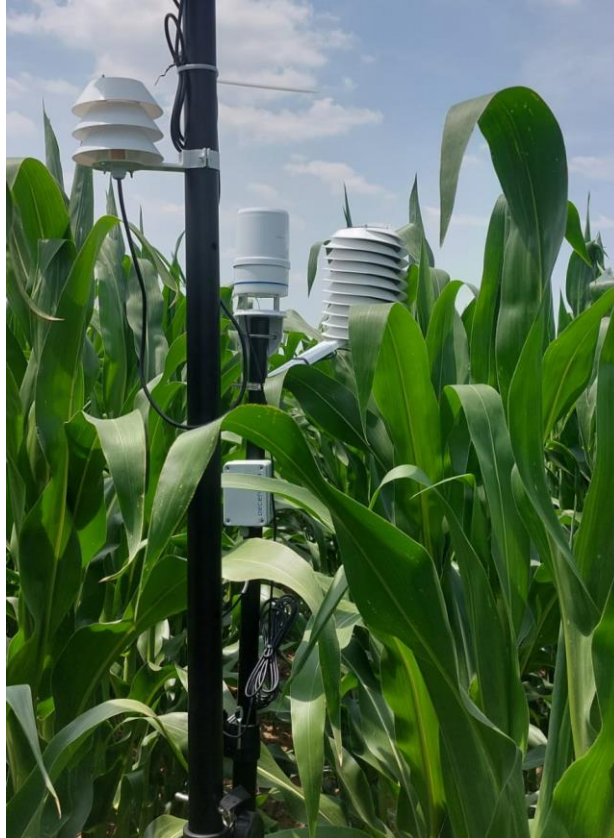
# Podaci o usjevima i polju



- Daljinsko motrenje: satelitske snimke
  - otvoreni skupovi podataka: ERA5-Land, Agri4Cast
  - niska cijena, velika prostorna pokrivenost
  - manja preciznost mjerenja, niska vremenska rezolucija
- Blizinsko motrenje: bespilotne letjelice
  - bolja preciznost mjerenja, kontrolirana vremenska rezolucija
- Motrenje iz neposredne blizine: agrometeorološke stanice
  - umreženi IoT-uređaji na polju (senzorski čvor)
  - kontinuirano mjerenje parametara okoliša (tlo, zrak) i praćenje stanja usjeva
  - visoka cijena, mala pokrivenost, visoka preciznost mjerenja

# Cjelovito IoT-rješenje za preciznu poljoprivredu

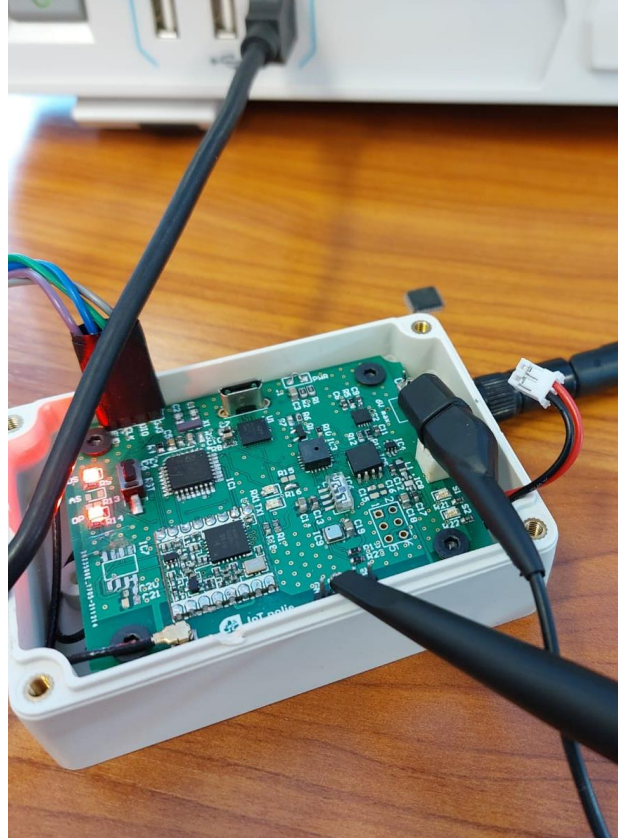




## Komercijalne agrometeorološke stanice (sezona 2022)

- Meteohelix IoT Pro 12 kom
- ATMOS 41 3 kom
- DAVIS 3 kom
- Postavljene na lokacije u **Osijeku i Tovarniku**
- Bežična komunikacija: LoRaWAN





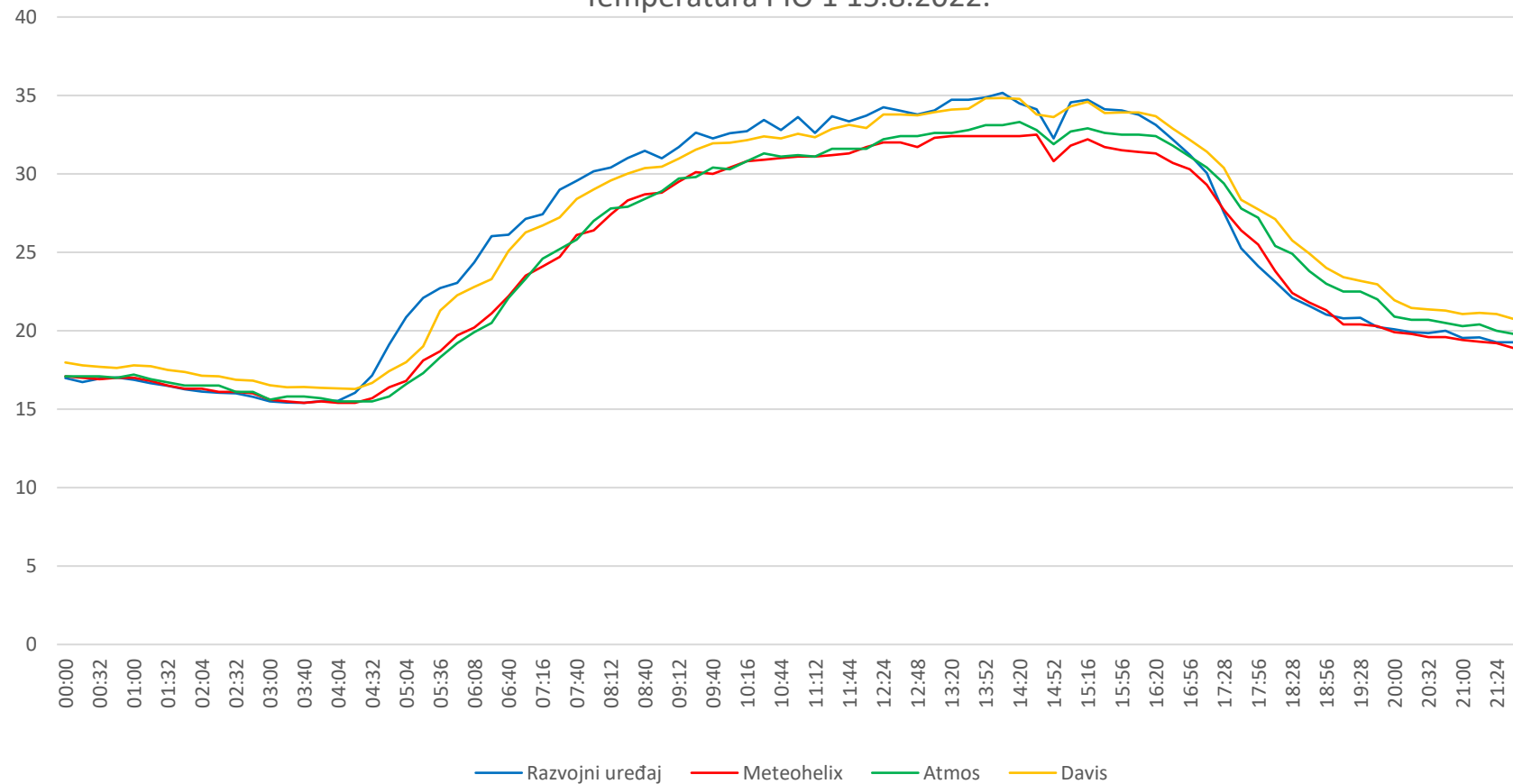
## Senzor IoT-polje za procjenu fiziološkog stanja usjeva

- Mjerenje reflektancije na različitim valnim duljinama za procjenu stresa biljke
- Koristi multispektralni senzor sa 6 spektralnih kanala
- Provedeno umjeravanje dostupnim komercijalnim uređajima (fluorimetri, hiperspektralne kamere)

# Primjer mjerenja temperature



Temperatura PIO 1 15.8.2022.



# Poljski pokusi u 2023.

- provedeni u **pet različitih okolina** kako bi se testirala uporabna vrijednost multispektralnih i agrometeoroloških podataka u različitim scenarijima proizvodnje kukuruza.

- s navodnjavanjem,
- bez navodnjavanja, i
- tri pokusa s različitom količinom gnojidbe dušikom (N): N0, N75 i NFull (N150).



# Rezultati poljskih pokusa u 2023.



Prikupljena očitavanja multispektralnog senzora IoT-polje i izračunata vrijednost za NDVI

# Rezultati poljskih pokusa u 2023.



Izmjerene temperature u kućištu senzora IoT-polje u kolovozu



Snimanje usjeva hiperspektralnom kamerom

# Rezultati projekta



- **Cjelovito IoT-rješenje za kontinuirani nadzor polja i usjeva**
  - interoperabilna IoT-platforma za primjenu u poljoprivredi
  - prima podatke iz različitih izvora i putem različitih komunikacijskih tehnologija
  - koristi posebne servise za semantičku obradu podataka
  - implementirani posebni analitički servisi (GDD, NDVI, procjena prinosa...)
- Izrađen i testiran prototipni senzor za procjenu fiziološkog stanja usjeva
- Mobilna i web aplikacija za prikaz svih prikupljenih podataka i rezultata obrade analitičkih servisa (u skladu s pravima korisnika)
- Postavljene i testirane različite agrometeorološke stanice tijekom vegetacijske sezone 2022. i 2023.

# Rezultati projekta



- Podnesena patentna prijava: MODULARNI NISKOENERGETSKI SENZORSKI SKLOP ZA PROCJENU FIZIOLOŠKOG STANJA USJEVA
  - dan podnošenja 1.2.2023.
  - podnosiitelji: FERIT, FER i PIO
- Rezultati projekta su objavljeni u znanstvenim radovima
  - 3 rada u časopisu WoS (2 u postupku recenzije)
  - 2 rada u ostalim časopisima
  - 14 radova u zbornicima s međunarodnom recenzijom
  - <https://iot-polje.fer.hr/iot-polje/publikacije>
- Broj ostvarenih modela prijenosa tehnologije
  - 5 I&R sporazuma/ugovora i 2 licence za softver otvorenog kôda

# Rezultati projekta



## Novi proizvodi i usluge

- Prototipni proizvodi
  - IoT-senzor za mjerenje fluorescencije klorofila (postojeći senzori su neumreženi)
  - IoT-aplikacija za procjenu dnevnog stanja usjeva i procjenu prinosa (postojeće aplikacije se ne temelje na integriranim mikroklimatskim podacima i agronomskim parametrima)
- Prototipne usluge
  - usluga s dodanom vrijednošću za statističku obradu objedinjenih mikroklimatskih i agronomskih podataka
  - usluga blok-lanca za praćenje provedenih agrotehničkih i fitomedicinskih mjera



# Za više informacija



<https://iot-polje.fer.hr/>



<https://www.linkedin.com/company/iotlabfer/>



Europska unija  
zajedno do fondova EU



EUROPSKI STRUKTURNI  
I INVESTICIJSKI FONDOVI



Operativni program  
KONKURENTNOST  
I KOHEZIJA



REPUBLIKA HRVATSKA  
Ministarstvo znanosti i  
obrazovanja



IoT-polje

## Radionica: Kontinuirani nadzor polja i usjeva za preciznu poljoprivredu

1. IoT-polje: pregled projektnih rezultata (Ivana Podnar Žarko, FER)
2. Senzorski čvor za prikupljanje agrometeoroloških podataka i podataka o stanju usjeva u stvarnom vremenu (Josip Spišić, FERIT)
3. Energetski učinkovito praćenje okoliša u preciznoj poljoprivredi korištenjem bežičnih senzorskih mreža temeljenih na tehnologiji LoRa (Višnja Križanović, FERIT)
4. IoT-platforma za primjenu u preciznoj poljoprivredi (Mario Kušek, FER)
5. Usluga blok-lanca za praćenje provedenih agrotehničkih i fitomedicinskih mjera na polju (Ivana Podnar Zarko, FER)
6. Vrijednost stvarnovremenskih podataka s polja za poljoprivredu: poljski pokusi u 2023. godini (Vlatko Galić, PIO)
7. Demonstracija mobilne aplikacije za procjenu dnevnog stanja usjeva i prinosa (Ivan Kralj, FER)



Europska unija  
zajedno do fondova EU



EUROPSKI STRUKTURNI  
I INVESTICIJSKI FONDOVI



Operativni program  
KONKURENTNOST  
I KOHEZIJA



REPUBLIKA HRVATSKA  
Ministarstvo znanosti i  
obrazovanja

Projekt „IoT-polje: Ekosustav umreženih uređaja i usluga za Internet stvari s primjenom u poljoprivredi“ sufinancira Europska unija iz Europskog fonda za regionalni razvoj u okviru Operativnog programa Konkurentnost i kohezija 2014.-2020. Republike Hrvatske