



SatelitFoto@AgroRH, Mjera 16 PRRRH

Primjena dostupnih online servisa satelitskih fotografija u okviru mogućnosti i potreba domaćih proizvođača hrane

Primjena internetskih servisa baziranih na satelitskim fotografijama u agraru

Autori:

*izv.prof.dr.sc. Ivan Plaščak, prof.dr.sc. Domagoj Rastija, prof.dr.sc. Zdenko Lončarić, prof.dr.sc. Ružica Lončarić,
Vinko Božić, Ivona Uzelac, mr. sc. Mario Relatić, Vedran Stapić*

Primjena internetskih servisa baziranih na satelitskim fotografijama u agraru

Osijek, 2023. godina

Nakladnik: Agroklub d.o.o.

Verzija 1.0

ISBN 978-953-50744-0-3

URL online publikacije: www.agroklub.com

Autori:

*izv.prof.dr.sc. Ivan Plaščak, prof.dr.sc. Domagoj Rastija, prof.dr.sc. Zdenko Lončarić, prof.dr.sc. Ružica Lončarić,
Vinko Božić, Ivona Uzelac, mr. sc. Mario Relatić, Vedran Stapić*

Sadržaj

Sadržaj	2
Knjiga projekta	5
Uvod	6
Daljinska istraživanja kao potpora poljoprivrednim proizvođačima	7
Daljinska istraživanja kao potpora istraživanju	8
Mogu li sateliti isporučiti točna mjerenja prinosa usjeva u malim poljoprivrednim sustavima?	9
Sateliti za potporu „maloj“ poljoprivredi	10
Potencijal i benefiti satelitskih informacija	10
Povećana poljoprivredna produktivnost	12
Poboljšano upravljanje vodom	12
Održivo upravljanje zemljištem	13
Zašto bi poljoprivredni proizvođači trebali obratiti pozornost na satelitske podatke?	14
Veći prinosi i niži troškovi	14
Prisutnost u praksi	14
Otvoreni podaci spuštaju cijenu	15
Nedostatak radne snage, pandemija i automatizacija	15
Integracije u poljoprivredni softver i mobilne aplikacije	16
Budućnost	16
Daljinska istraživanja	17
Senzori, mjerenja i veliki podaci za poljoprivredne primjene	17
Senzori u daljinskim istraživanjima	18
Glavne odlike senzora	19
Podjela senzora	20
Vegetacijski indeksi i njihova primjena	21
Vegetacijski indeks normalizirane razlike (NDVI)	22
Zeleni vegetacijski indeks normalizirane razlike (GNDVI)	23
Vodeni indeks normalizirane razlike (NDWI)	24
Vegetacijski indeks prilagođen tlu (SAVI)	24
Poboljšani vegetacijski indeks (EVI)	25
Ostali vegetacijski indeksi	25

Nova era satelitskih fotografija visokih rezolucija	29
Omogućavanje napretka i potencijal precizne poljoprivrede	29
Pretvaranje slika u uvid	30
Planiranje	30
Analiza produktivnosti	30
Zone upravljanja	31
Varijabilna sjetva	31
Priprema tla	31
Selektivna sjetva	31
Upravljanje usjevima	32
Praćenje zdravlja	32
Otkrivanje problema i rano upozoravanje	32
Usmjereno izviđanje (Scouting)	32
Ciljano tretiranje	33
Održavanje usjeva u kasnoj sezoni	33
Žetva/berba	33
Planiranje i upravljanje žetvom	34
Satelitski servisi	35
Zašto sateliti Landsat 8 i Sentinel-2 i odabir opsega njihovih band-ova za primjenu u poljoprivredi	36
Fokusi projekta	40
Dodana vrijednost	41
Postupak vrednovanja	43
ESA sponzorstvo	45
Selekcija & Analiza	46
Agrivi (FMS)	46
Agromonitoring (SAT meteo Hibrid)	47
EOS Data Analytics (SAT startup)	48
Planet Lab (SAT veliki)	49
Sinergise - Sentinel Hub, Sentinel Playground (SAT ALL)	51
OneSoil (SAT mobile)	53
Što satelitske tehnologije donose budućnosti poljoprivrede i žiteljima ruralnih prostora?	55
Koji sateliti danas snimaju Zemljinu površinu?	59
Landsat	59
Landsat 7	59
Landsat 8	60

Sentinel	60
Pleiades	62
Pléiades Neo	62
SPOT sateliti	62
SPOT 6	63
SPOT 7	63
KOMPSAT	63
KOMPSAT 2 (Arirang-2)	64
KOMPSAT 3	64
SuperView-1	64
WorldView	65
WorldView-1	65
WorldView-2	65
WorldView-3	66
Ključni događaji na OPG-ovima	67
OPG Gerštmajer Zelember Ivan, vinogradari (Zmajevac)	67
Ivan o satelitskim tehnologijama i EOS aplikaciji	68
OPG Omazić Matej, ratari (Darda)	70
Matej o satelitskim tehnologijama i EOS aplikaciji	71
OPG Bašič, voćari (Čeminac)	73
Mirta o satelitskim tehnologijama i EOS aplikaciji	74
Ključni termini	76
Prostorna razlučivost 'Spatial resolution'	76
Frekvencija osvježavanja 'Revisit (or refresh) rate'	76
Spektralni kanali 'Spectral bands'	76
Kut snimanja 'Off-Nadir'	77
Zanimljivi sadržaji	78
Mogućnosti primjene satelita u poljoprivredi	80
Zaključak	82
Medijska komponenta	87
Znanstveni rad	90
Sažetak rada	91
Život projektnog ciklusa	92

Knjiga projekta

Ova je knjiga nastala kao plod aktivnosti projekta SatelitFoto@Agro - Primjena dostupnih online servisa satelitskih fotografija u okviru mogućnosti i potreba domaćih proizvođača hrane. Projekt je provela operativna skupina koju čine informacijski sustav Agroklub d.o.o., CALiS (Centre for Applied Life Science Osijek; Centar primijenjenih bioznanosti Osijek), Javna ustanova Županijska razvojna agencija Osječko baranjske županije te poljoprivredni proizvođači u sklopu Mjere16 Programa ruralnog razvoja Republike Hrvatske.

Cilj djelovanja operativne skupine jest realizacija projektne ideje identificiranja najprikladnijih online rješenja baziranih na korištenju tehnologija satelitskih fotografija te njihove implementacije u okruženje



manjih domaćih proizvođača hrane, biljne proizvodnje - konkretnije segmentima ratarstva, voćarstva i vinogradarstva.

Ukupna vrijednost projekta je 1.466.358,24 HRK, a razdoblje provedbe: od 01. siječnja 2021. do 30. rujna 2023.

Projekt je sufinanciran sredstvima Europske unije, putem PRRRH 2014. - 2020, pri čemu je

udio u sufinanciranom dijelu: 90% EU, a 10% RH. *Europski poljoprivredni fond za ruralni razvoj: Europa ulaže u ruralna područja.*

Za sve informacije o projektu kao i sadržaju ove publikacije možete dobiti na info@agroklub.com.

Uvod

Europski poljoprivredni sektor predstavlja glavni stup očuvanja dobrobiti budućnosti milijuna europskih građana, kao jedan od vodećih svjetskih proizvođača hrane i izvoznika poljoprivrednih proizvoda, osiguravajući više od 44 milijuna radnih mjesta u EU-u, uključujući redovan posao za 20 milijuna ljudi unutar samog poljoprivrednog sektora. Iako je prepoznata po snažnom utjecaju na gospodarstvo, okoliš i društvo, poljoprivreda u Europi, kao i na globalnoj razini, suočava se s više izazova nego ikad, a koji predstavljaju prijetnju njezinoj ukupnoj održivosti: rast globalnog stanovništva i potencijalni deficiti/viškovi u na pojedinim svjetskim tržištima, klimatske promjene, ograničeni zemljišni resursi koji se smanjuju zbog zauzimanja poljoprivrednog zemljišta (urbana područja, ceste itd.), degradacija i zagađenje tla, smanjenje količine sigurne i čiste pitke vode. Nadalje, prihodi poljoprivrednika još uvijek zaostaju za plaćama ukupnog gospodarstva, dok nedostatak atraktivnih prilika za zapošljavanje, nedostatak vještina i starenje poljoprivrednog stanovništva zajedno s nedovoljnim ulaganjima brzo smanjuju ruralno stanovništvo.

Digitalna transformacija poljoprivrede i tehnologije kao što su daljinska istraživanja (*Remote Sensing*) umjetna inteligencija (AI), robotika, *blockchain*, računalstvo visokih performansi (HPC), senzori i internet stvari (IoT), prepoznate su kao ključne u ukupnom preoblikovanju poljoprivredno-prehrambenih tržišta: povećanje učinkovitosti poljoprivrede, omogućavanje boljeg donošenja odluka, olakšavanje suradnje kroz čitave lance vrijednosti, stvaranje novih atraktivnih radnih mjesta. Vrhunske digitalne tehnologije također nude put za prevladavanje ekoloških ograničenja, omogućavajući klimatski pametnu poljoprivredu koja smanjuje njezin utjecaj na okoliš/klimu te povećava otpornost i zdravlje tla uz smanjenje troškova za poljoprivrednike. Na društvenoj razini, digitalna poljoprivreda otvara brojne mogućnosti za kreiranje novih radnih mjesta posebno zanimljivih mlađoj generaciji, a također učinkovito rješava zabrinutost građana u vezi s održivom poljoprivrednom proizvodnjom, uključujući zdravlje, prehranu, rasipanje hrane i dobrobit životinja.

Prema Ujedinjenim narodima, predviđa se da će globalna populacija narasti na 9,6 milijardi do 2050. godine, što će zahtijevati proizvodnju 70 posto više hrane za dodatne 2,3 milijarde ljudi. U isto vrijeme, sve je manje dostupnog obradivog zemljišta po osobi – s 0,38 hektara po osobi u 1970., površina se

smanjila na 0,23 hektara u 2000., a predviđa se da će se pasti na 0,15 hektara po osobi do 2050. godine. Jasno je da postoji potreba da se zemljište koje je na raspolaganju koristi što učinkovitije.

Hrvatski poljoprivredni sektor karakterizira postojanje velikog broja malih obiteljskih gospodarstava, gdje 70% gospodari s manje od 5 ha, a samo 5% koristi više od 20 ha. Prosječna veličina poljoprivrednog gospodarstva je oko 7 ha. Njih 30% vode osobe starije od 65 godina, a samo 11% mlađe od 40 godina. U hrvatskom registru poljoprivrednih gospodarstava njihov ukupan broj je oko 170.000, a 98% su obiteljska gospodarstva koja karakteriziraju relativno niska produktivnost zemljišta i rada, niska razina ulaganja, ograničen učinak u sektoru znanja i inovacija te niska razina obrazovanja. Osnovno obrazovanje ima 21% nositelja, a fakultet 6%.

Ubrzanje digitalizacije može dodatno podržati proces transformiranja poljoprivrede u Hrvatskoj. Digitalne tehnologije mogu značajno unaprijediti učinkovitost na poljoprivrednom gospodarstvu i izvan njega te istovremeno smanjiti troškove, olakšati realociranje proizvodnih resursa, unaprijediti produktivnost, omogućiti inovacije i privući više kapitala u proizvodnju, uz poboljšanje ekološkog otiska poljoprivrede te povezivanje proizvođača i kupaca. Potencijal je ogroman, a Hrvatska je u dobroj poziciji za njegovo iskorištavanje, posebice u sektoru poljoprivrede, gdje se ekonomija obujma može postići uvođenjem novih tehnologija prikladnih za mala poljoprivredna gospodarstva. Ovo bi dovelo do smanjenja negativnog utjecaja fragmentacije na rast sektora, a mogu se i modernizirati i usmjeriti veze između skupina različitih proizvođača s potrebama razvijenog turizma (i domaćeg tržišta). Kako bi se navedeno ostvarilo, prilagodba digitalnih tehnologija hrvatskim potrebama bit će jednako važna kao i povećanje digitalnih vještina na tržištu rada u Hrvatskoj. Mladi mogu u tom procesu odigrati presudnu ulogu, uključujući i poljoprivredno-prehrambeni sektor. Jedan od načina prilagodbe digitalnih tehnologija hrvatskim potrebama prikazan je i provedbom ovog projekta.

Daljinska istraživanja kao potpora poljoprivrednim proizvođačima

Poljoprivredni proizvođači koji provode nadzor na svojim parcelama mogu dobiti samo ograničeni pregled/pogled tijekom „hodanja kroz usjeve“; provjere oštećenja, pojave korova ili štetnika. Pregled/pogled iz zraka može pružiti značajan dodatni sloj informacija, omogućujući poljoprivredniku

bržu i točniju procjenu statusa njegovih usjeva. Iako zrakoplovi i bespilotne letjelice (dronovi) mogu pružiti dodatne podatke, sateliti mogu ponuditi informacije drugih dimenzija.

Podaci s multispektralnog optičkog senzora kao i podaci s radara sa sintetičkom aperturom (SAR) mogu osigurati jedinstvene informacije o usjevima. Optički sateliti, na primjer, mogu pokazati koliko dobro usjevi rastu mjerenjem vidljive i bliske infracrvene sunčeve svjetlosti koju reflektiraju biljke kako bi se proizveo normalizirani vegetacijski indeks (NDVI), koji je zapravo mjera „zelenosti“ svake biljke. Slično tome, kada su polja bez usjeva, može se izmjeriti „svjetlina“ tla, što omogućuje izrade karata tipova tla na bazi relativne vrijednosti organske tvari i varijabilnosti po poljima, što onda određuje vjerojatnost rasta usjeva što poljoprivredniku omogućuje stvaranje homogenih zona upravljanja.

Satelitske podatke moguće je dodati drugim ugrađenim podacima, kao što je analiza tla, zatim stupanj nagiba i izloženost (ekspoziciju). Kombinacija omogućuje poljoprivrednicima generiranje izvješća koja pokazuju stanje usjeva u gotovo stvarnom vremenu na bilo kojem od njihovih polja.

Ako primjerice rezultati sugeriraju da je potrebno provođenje zaštite usjeva, onda ih mogu kombinirati s GNSS podacima kako bi agregatu za zaštitu omogućili točne podatke: koju količinu tretmana primijeniti i kojom brzinom se agregat treba kretati na svakoj pojedinoj točki polja, omogućujući pravu preciznu poljoprivredu.

Daljinska istraživanja kao potpora

Skupni podaci dostupni su znanstvenicima kako bi odgovorili na različita pitanja, primjerice poput onoga kako različite sorte/hibridi usjeva rastu na različitim tipovima tla.

Korištenjem agregiranih podataka, znanstvenici pronalaze odgovore za što bi inače bile potrebne godine uobičajenih ispitivanja, uz dodatnu prednost da su rezultati dolaze sa stvarnih poljoprivrednih gospodarstava, a ne umjetno stvorenih ispitnih parcela.

Mogu li sateliti isporučiti točna mjerenja prinosa usjeva u malim poljoprivrednim sustavima?

Koliko se hrane proizvede na pojedinoj parceli? Odgovor je ključan za daljnja, goruća pitanja razvoja i ekonomije poljoprivrede. Koliko učinkovito mali posjednici koriste svoj rad i zemlju? Koje su intervencije najučinkovitije u „izvlačenju“ malih posjednika iz siromaštva? Je li malim posjednicima bolje uložiti više vremena i resursa na svoje gospodarstvo ili se više oslanjati na zapošljavanje izvan njega? Odgovori djelomično ovise o mogućnosti točnog mjerenja/predviđanja proizvodnje usjeva. To je razlog zašto istraživanja poljoprivrednih gospodarstava zemalja u razvoju diljem svijeta pokušavaju dobiti precizne mjere proizvodnje usjeva i produktivnosti unutar gospodarstava.

Informacije o proizvodnji i dalje se temelje na prijavi iste od strane poljoprivrednika. Nedavno provedena istraživanja pokazala su sustavne pogreške u informacijama o proizvodnji koje su prijavljivali poljoprivrednici.

Moguća alternativa je pokušati procijeniti prinose usjeva iz satelitskih slika. Postoji duga povijest korištenja satelita za procjenu stanja usjeva ili prinosa, sa značajnim nedavnim napretkom. Međutim, ovaj je način prikupljanja podataka i procjene uglavnom usredotočen na velike komercijalne proizvođače ili na procjenu ukupnih prinosa u većim regijama. Postizanje preciznosti na razini parcele za male poljoprivrednike bilo je nedostižno, uglavnom zato što je rezolucija široko korištenih senzora bila pregruba za razlikovanje pojedinačnih polja.

Tehnologija svakim danom sve više napreduje, a situacija je ubrzano izmijenjena pojavom nekoliko novih satelitskih senzora lansiranih posljednjih godina.

Novi satelitski podaci sve su bolji, a u poljoprivredi najčešće korištene su misija Landsat (staro uporište daljinskog istraživanja kopna, snimanje slika svakih 16 dana); misija Sentinel (par europskih senzora lansiranih 2015.-16., koji snimaju slike svakih 5 dana); i misija Skysat (skup senzora u vlasništvu Planeta, privatne tvrtke iz San Francisca). Pomoću navedenih pojedinačna polja postaju puno jasnija na 10 m nego na 30 m, dok podaci od 1 m pružaju detalje i na poljima i na pojedinačnim parcelama.

Kao i uvijek, još je mnogo izazova na koje treba odgovoriti.

Sateliti za potporu „maloj“ poljoprivredi

Kada se govori o satelitskim informacijama u poljoprivredi, često se smatra da su navedene samo za „velike“ poljoprivrednike koji uz pomoć GNSS-a upravljaju svojim flotama strojeva po parcelama velikih površina.

No, može li tehnologija satelitskog promatranja zemlje također koristiti i malim poljoprivrednicima u RH, koji obično obrađuju parcele manje od 2 hektara? Kako se to uklapa u svakodnevnu stvarnost malog poljoprivrednika koji često ima malo informacija pri ruci i ograničen pristup strojevima i inputima kao što su gnojivo, sjeme i zaštitna sredstva?

Potencijal i benefiti satelitskih informacija

U preciznoj poljoprivredi, satelitske informacije koriste se za promatranje, mjerenje i reagiranje na varijabilnosti između i unutar polja u usjevima na komercijalnim gospodarstvima. Za male poljoprivrednike nije moguće pružiti ovu razinu detalja. Općenito, fokus je više na daljinskom nadzoru većih gospodarstava budući da je dostupno vrlo malo informacija na terenu, poput granica polja i poljoprivrednih praksi. Dakle, kakvu vrijednost satelitske informacije mogu ponuditi malim poljoprivrednicima?

Satelitski podaci nude kontinuiran i nepristran digitalni skup podataka o biljnoj proizvodnji u odnosu na zemljišne i vodene resurse. Više se nije potrebno oslanjati na statistike pojedinih zemalja, od kojih svaka ima svoju metodologiju prikupljanja. Moguće je usporediti i podatke iz različitih regija koristeći isti pristup, a globalno dostupni skupovi podataka olakšavaju nadogradnju pristupa na druge zemlje. Satelitske informacije koriste poljoprivrednim udruženjima, razvojnim organizacijama, lokalnim vlastima, vladama, razvojnim bankama ili dobavljačima komercijalnih inputa ili trgovcima kojima su ove informacije potrebne za bolju podršku malim poljoprivrednicima.

Nadalje, budući da su dostupne u širokom rasponu prostornih i vremenskih razmjera, satelitske informacije odgovaraju svakoj fazi ciklusa razvojnog projekta i mogu biti od neprocjenjive vrijednosti kada se radi o projektima koji koriste malim posjednicima. Moguće je dobiti cjelokupan pregled na

regionalnoj ili nacionalnoj razini kada treba ciljati ulaganja i definirati strategiju, a moguće je prikupiti više detalja nakon što se identificira fokus projekta. Ažurne informacije pružaju pogled na teren tijekom provedbe projekta kao i za nadzor, praćenje i evaluaciju, dok povijesni podaci omogućuju stavljanje sadašnjosti u kontekst i procjenu utjecaja projektnih intervencija.

Rješenja za satelitsko promatranje zemlje mogu poboljšati projekte razvoja poljoprivrede, no potrebno je prevladati određene izazove da bi se to ostvarilo. Podaci moraju biti standardizirani i lako dostupni kako bi se unaprijedili alati i tehnologije te omogućila usporedba između projekata. Često su podaci, poglavito podaci na licu mjesta, koji su ključni za povezivanje geoprostornih informacija s projektnim aktivnostima, raspršeni, nisu dobro dokumentirani, teško im je pristupiti i nisu ujednačeni.

Usprkos realnosti dinamičnog okruženja u kojem poljoprivredna proizvodnja ovisi o mnogim čimbenicima, uključujući vremenske prilike i tržišne cijene, fokus mora biti na jednostavnim odgovorima. Velike količine podataka, koje se često nazivaju „*Big Data*“, moraju se transformirati u male količine podataka „*Small Data*“ na transparentan i pouzdan način te u formatu kojega će razumjeti svi dionici.

Svjetska banka nedavno je objavila dokument o iskorištavanju digitalnih tehnologija za poboljšanje rezultata prehrambenog sustava. U navedenom se ističe da nove tehnologije koje se šire nisu uvijek ostvarile svoj puni potencijal u ruralnim područjima, gdje je pristup digitalnoj tehnologiji otežan slabom informiranošću, povezanošću i pokrivenošću, višim troškovima instalacije i održavanja te drugim čimbenicima.

Satelitsko promatranje Zemlje može riješiti neke od tih nedostataka. Sve veća dostupnost besplatnih i otvorenih podataka (slika) kroz europski program *Copernicus* otvara polje za nespecijalizirane korisnike i stvarno mijenja mogućnosti uporabe istih za korisnike zemalja u razvoju. Poboljšana obrada i analitičke mogućnosti osiguravaju da podaci postanu korisni za donošenje odluka.

Povećana poljoprivredna produktivnost

Poljoprivredna produktivnost jedan je od temelja razvoja poljoprivrede. Satelitski podaci mogu se koristiti za mapiranje distribucije, statusa i dinamike poljoprivredne proizvodnje u odnosu na zemljišne i vodne resurse.

Sen2Agri je softverski sustav otvorenog koda koji obrađuje satelitske slike visoke rezolucije za poljoprivredne svrhe, uključujući kartiranje zemljišta pod usjevima, vrstu usjeva i status vegetacije, s mogućnošću praćenja na nacionalnoj razini.

Satelitske informacije o proizvodnji usjeva pomažu bolje usmjeriti aktivnosti povezane s opskrbom inputima i savjetima, pružaju pravovremeni odgovor za ublažavanje uzročnika smanjenja proizvodnje hrane, ali isto tako omogućuju i procjenu učinka projektnih intervencija i politika. Satelitski izvedene karakteristike zemljišta u kombinaciji sa zahtjevima usjeva također mogu pokazati poljoprivredni potencijal i prilike za nova ulaganja.

Poboljšano upravljanje vodom

Među najvećim izazovima i prilikama u poljoprivredi je dobro gospodarenje vodom. Klimatske promjene sve više utječu na učestalost i intenzitet padalina, što rezultira sve većim brojem suša i poplava. Satelitski podaci poboljšavaju planiranje i donošenje odluka s informacijama o potrebama usjeva za vodom i učestalosti poplava.

Navodnjavane poljoprivredne površine igraju veliku ulogu u povećanju proizvodnje hrane. Trenutno, na navodnjavanim poljoprivrednim površinama proizvodi se 40% sve hrane dok iste zauzimaju samo 20% ukupnih površina pod usjevima. Poznavanje gubitka vode stvarnom evapotranspiracijom moćan je alat u upravljanju vodnim resursima i omogućuje bolje razumijevanje implikacija klimatskih promjena.

Satelitske informacije također je moguće koristiti za optimizaciju upravljanja vodom na gospodarstvu (povećanje učinka navodnjavanja) i izvan gospodarstva (poboljšana distribucija vode).

Održivo upravljanje zemljištem

Oko 40% degradiranog zemljišta u svijetu nalazi se upravo na područjima s visokom učestalošću siromaštva. Održivo upravljanje zemljištem, koje integrira upravljanje tlom, vodom, bioraznolikošću i okolišem kako bi se održivo zadovoljila sve veća potražnja za hranom, područje je kojem satelitski podaci također mogu doprinijeti.

Satelitsko promatranje Zemlje pruža podatke o zemljišnom pokrovu i dinamici vegetacije koji poboljšavaju razumijevanje degradacije zemljišta i deforestacije te daju odgovore na pitanja kao što su: Kakav je bio zemljišni pokrov prije uvođenja proizvoda kao što je primjerice paulovnja (*Paulownia tomentosa*)? Karta globalne promjene šuma prikazuje porast i gubitak šumskog pokrivača za cijeli svijet od 2000. do 2018. godine. Nedavno su satelitska promatranja pružila podatke o šumskim požarima diljem planeta u stvarnom vremenu kako bi se ublažili njihovi učinci.

Za poljoprivredu i procjenu prirodnih staništa dostupne su karte kultiviranih površina i vrsta usjeva. Praćenje promjene zemljišnog pokrova tijekom provedbe nekog projekta važno je za očuvanje prirodnih područja i također za prepoznavanje potencijalne konkurencije za zemljišne i vodne resurse.

Nadalje, dostupne su i karte vegetacijskog pokrova i proizvodnje biomase (trendovi), koje se koriste za identificiranje područja ponovnog ozelenjavanja i degradacije i fokusiranje projektnih aktivnosti. Proizvodnja biomase ili neto primarna produktivnost satelitski je izveden pokazatelj sekvenciranja ugljika u vegetaciji.

Satelitsko promatranje Zemlje pruža kontinuirane, dosljedne i skalabilne informacije o poljoprivrednoj proizvodnji, kao i zemljišnim i vodnim resursima. Poboljšano znanje o tome što se događa u poljoprivrednim područjima i oko njih može poboljšati djelotvornost i učinkovitost poljoprivrednih ulaganja.

Zašto bi poljoprivredni proizvođači trebali obratiti pozornost na satelitske podatke?

Poljoprivreda je nesumnjivo jedan od najkonzervativnijih sektora gospodarstva. Promjene zahtijevaju vrijeme i potrebno je vrlo oprezno pristupati primjeni određenih inovacija u praksi. Razgovori o trendovima u preciznoj i pametnoj poljoprivredi uskoro će doživjeti 20. obljetnicu, a poljoprivredna je proizvodnja uglavnom ostala ista.

Dok su se satelitski podaci prije nekoliko godina smatrali eksperimentalnima, danas očitost postaju *mainstream*. Aplikacije koje se temelje na GNSS-u za autonomnu vožnju i optimizaciju ruta prisutne su na poljoprivrednim gospodarstvima već neko vrijeme, a mnogi poljoprivrednici spremni su napraviti sljedeći iskorak u inovacijama.

Trenutačno, korištenje satelita za praćenje stvarnog stanja na polju i izradu karata za sjetvu i gnojidbu postaje najznačajniji trend.

Veći prinosi i niži troškovi

Profitabilnost je već desetljećima najveći pokretač promjena u poljoprivredi. Što se toga tiče, zapravo se ništa nije promijenilo. Samo inovacije koje nastavljaju donositi pouzdane i mjerljive koristi u smislu troškova imaju potencijal za napredak.

Usluge temeljene na satelitskim podacima zoran su primjer toga. Poljoprivrednici koji koriste karte za varijabilnu gnojidbu generirane iz satelitskih podataka mogu smanjiti upotrebu gnojiva do 30% dok povećavaju svoje prinose za 10%. To znači dodatnu dobit u visini od 20 do 100 € po pojedinom hektaru polja.

Prisutnost u praksi

Nedostatak povjerenja među poljoprivrednicima tradicionalno je najveća prepreka satelitskim uslugama. Uvijek je teško biti prvi koji će početi koristiti novu tehnologiju i poljoprivrednici uglavnom čekaju iskustva drugih. Konzervativne strategije su se kroz stoljeća pokazale najkorisnijim. I to je bio

ključni problem – poljoprivrednik prije nekoliko godina nije poznao nikoga tko koristi satelitske podatke.

Situacija je danas bitno drugačija. Poljoprivrednici koji su prošlih godina počeli koristiti satelitske proizvode odlučili su ih i nastaviti primjenjivati. Stoga broj korisnika ima tendenciju stalnog rasta. Već danas većina poljoprivrednika poznaje nekoga tko je isprobao satelitsko praćenje.

Otvoreni podaci spuštaju cijenu

Visoke cijene povezane s proizvodima koji koriste satelitske podatke od nedavno su u padu. Razlog je jednostavan. Kada nije potrebno platiti izvorne podatke, puno je lakše pružiti uslugu po pristupačnoj cijeni.

Europska komisija (EK) i Europska svemirska agencija (ESA) od 2015. godine besplatno pružaju relevantne podatke sa satelita *Copernicus Sentinel*. Besplatni podaci u isto vrijeme ne mogu jamčiti i najvišu moguću kvalitetu, međutim, kompromis je jasan. Dovoljno dobra kvaliteta otvorenih podataka omogućuje izvrsnu cijenu i proširuje upotrebljivost usluga.

Nedostatak radne snage, pandemija i automatizacija

Sateliti mogu pratiti stanje usjeva na tisućama hektara. To je ključno s obzirom na to da je nedostatak kadra u poljoprivredi realnost većine zemalja EU. Migracije stranih sezonskih radnika mogu biti sporne zbog tekuće/moguće pandemije.

Automatizacija se već pokazala kao prikladno rješenje u svim sektorima, pa tako i u poljoprivredi. Kod satelitskog praćenja, cilj nije isključiti ljude iz donošenja odluka, već razumjeti koja mjesta zahtijevaju veću pozornost poljoprivrednika. Na taj način oni mogu učinkovitije raditi na više površina, a s manje radne snage.

Integracije u poljoprivredni softver i mobilne aplikacije

Današnja organizacija skoro svakog posla nezamisliva je bez računala ili mobilnih aplikacija. Međutim, većina poljoprivrednog posla još uvijek se uglavnom obavlja bez navedenog. Ali softveri za upravljanje farmama i mobilne aplikacije za poljoprivrednike šire se vrlo brzo i nalaze svoju primjenu na sve većem broju poljoprivrednih gospodarstava. Većina mlađih generacija poljoprivrednika ne može zamisliti bavljenje poljoprivredom bez istih. Nedavni podaci pokazuju da tržište raste brzinom od 15-20% godišnje s očekivanjima da će se taj porast dodatno ubrzati.

Integracija satelitskog praćenja usjeva u takve aplikacije postaje neophodna. Sve više pružatelja softvera koristi ga kao dio usluge, na taj način definirajući standard. Brojni pružatelji usluga omogućuju tvrtkama da jednostavno integriraju satelitske podatke po vrlo niskoj cijeni i pruže ih vlastitim klijentima u velikom broju. Ovo donosi sve više koristi poljoprivrednicima, ali i novi kanal prihoda za tvrtke koje se bave poljoprivrednim softverom.

Budućnost

Potrebno je poznavati lokalno stanje, stoga je nužno educirati i obučiti lokalne proizvođače za korištenje sustava. Dobivanje satelitskih podataka obično je prilično jednostavno i trenutno postoji dobra pokrivenost gotovo posvuda. Poljoprivredno gospodarstvo (p)ostat će najveći pojedinačni pokretač inovacija u poljoprivredi, a u nadolazećem razdoblju ističu se inovacije u smjeru satelitskog praćenja usjeva.

Daljinska istraživanja

Daljinska istraživanja (*Remote sensing*) obuhvaćaju vidljive i nevidljive karakteristike poljoprivredne površine ili više njih te pretvaraju točke mjerenja u kontinuirani niz prostornih podataka. Ovom tehnikom istraživanja omogućeno je praćenje dinamičnih promjena tla i biljke tijekom sezone. Vizualne observacije snimaju se kroz digitizirajući uređaj koji je georeferenciran prilikom ulaska u GIS bazu podataka. Zračni snimci i video zapisi se također mogu koristiti u preciznoj poljoprivredi. Satelitske slike su također bitne u utvrđivanju obrađivanih poljoprivrednih površina, te ovisno o izvoru snimke s određenim postotkom sigurnosti utvrđuju karakteristike određene parcele. U preciznoj poljoprivrednoj proizvodnji se najčešće koriste snimke prikupljene putem satelita *Landsat 8* i *Sentinel-2*.

Senzori, mjerenja i veliki podaci za poljoprivredne primjene

Smatra se da poljoprivreda ulazi u novu eru razvoja u kojoj inženjerstvo i povezane inovacije otvaraju nove dimenzije podrške i intervencije. Rast urbanizacije i potreba za novim idejama kako bi se odgovorilo na globalne izazove opskrbe hranom također povećava pozornost prema novim tehnologijama i rješenjima.

Naglasak na povećanju učinkovitosti, produktivnosti i inovativnim pristupima koji su potrebni za prehrambenu sigurnost, uz posebnu pažnju na neophodno smanjenje našeg ugljičnog otiska, jasno doprinose ovoj novoj eri izazova u poljoprivredi. „Pametno“, u kontekstu pametne integrirane poljoprivrede, izraz je koji se sada primjenjuje na ove tehnološke pokretače razvoja.

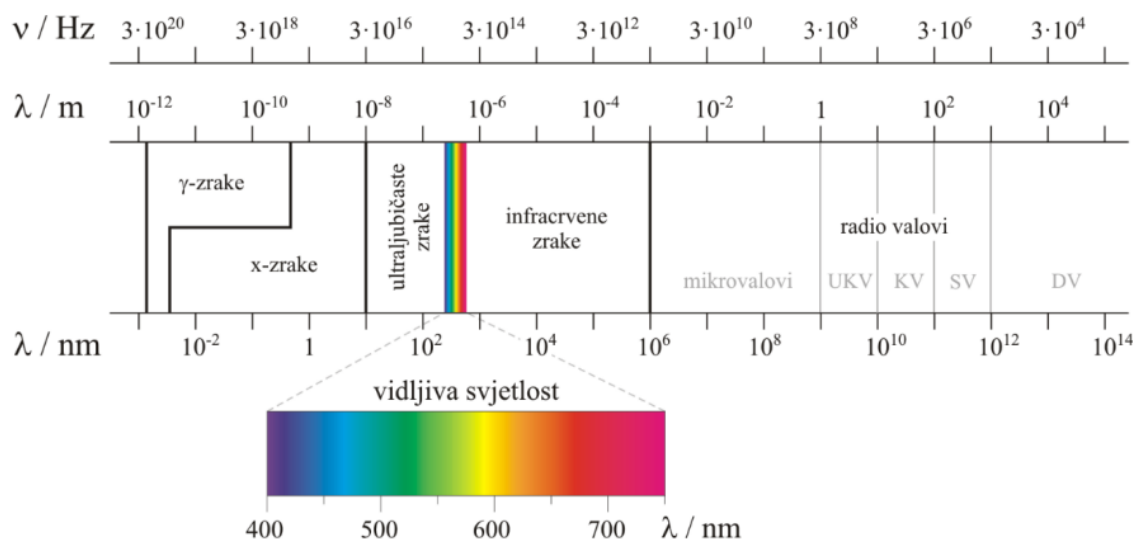
Srž tog razvoja su senzori, mjerenje i povezano generiranje podataka. Oni su temeljni za svaki sektor industrije, a poljoprivreda nije iznimka. Razvoj poljoprivrednih sustava i prakse ovise o ovim osnovnim načelima komercijalne podloge, pri čemu precizna poljoprivreda nadograđuje ovisnost o sensorima i mjerenjima. Komercijalna konkurentnost i napredak usmjereni su na učinkovitu primjenu ove prakse, zahtijevajući posebnu pozornost na tehničke i financijske potrebe.

Senzori u daljinskim istraživanjima

Daljinska istraživanja su znanost o istraživanju Zemljine površine, objekata i fenomena bez izravnog doticaja s njima. Senzori su glavni uređaji u daljinskim istraživanjima za otkrivanje, registraciju i mjerenje elektromagnetskog zračenja što ga emitira ili reflektira objekt promatranja. Senzori konvertiraju zabilježenu elektromagnetsku energiju u električne impulse, a izgrađeni su tako da mogu snimati uže ili šire spektralno područje. Elektromagnetski spektar predstavlja raspon svih mogućih frekvencija elektromagnetskog zračenja od radiovalova do gama zraka (Slika 1.). Raspon elektromagnetskog spektra kreće se od gama zraka kraćih valnih duljina prema dužim radiovalovima. Ultraljubičasti dio spektra najkraća je vrijednost valne duljine koja se upotrebljava u daljinskim istraživanjima. Elektromagnetski spektar može se podijeliti ovisno o energiji, valnoj duljini i frekvenciji, a sve tri veličine matematički su vezane. U daljinskim istraživanjima koriste se vidljivi, infracrveni i mikrovalni dijelovi elektromagnetskog spektra. Ljudsko oko detektira vidljiv dio spektra od 400 nm do 700 nm koji zauzima mali dio sveukupnog spektra:

- Ljubičasta: 400 nm – 446 nm,
- Plava: 446 nm – 500 nm,
- Zelena: 500 nm – 578 nm,
- Žuta: 578 nm – 592 nm,
- Narančasta: 592 nm – 620 nm i
- Crvena: 620 nm – 700 nm.

Nakon vidljivog dijela slijedi infracrveni (*Infra Red* – IR) dio spektra koji obuhvaća valne duljine od 700 nm do 100000 nm. On se može podijeliti na još dva dijela: reflektirani IR (700 – 3000 nm) i termalni IR (3000 – 100000 nm).



Valne duljine svjetlosti

(Izvor: Kemijski rječnik https://www.periodni.com/gallery/spektar_elektromagnetskog_zracenja.png)

Glavne odlike senzora

Osjetljivost - predstavlja vrijednost promjene izlazne veličine pri promjeni izmjerene vrijednosti, npr. u električnom mjernom instrumentu. Ako se na pomak od 0,1 mm na izlazu stvara promjena napona od 0,1 V, tada je osjetljivost senzora 1 V/mm. Senzori koji služe za mjerenje malih promjena moraju imati veliku osjetljivost.

Linearnost - idealni senzori projektirani su da budu linearni, tj. izlazni signal senzora linearno je proporcionalan vrijednosti izmjerenog. Ipak, linearnost se teško postiže i devijacije od idealnog nazivaju se linearne tolerancije. Linearnost se izražava kao postotak odstupanja od linearne vrijednosti, tj. maksimalno odstupanje izlazne krivulje u odnosu na liniju koja najbolje odgovara jednom kalibracijskom ciklusu. Ona je povezana sa točnošću senzora.

Preciznost - obično se određuje pomoću apsolutne i relativne greške. Pod apsolutnom greškom podrazumijeva se razlika između stvarne vrijednosti mjerene veličine i rezultata mjerenja (izlazne vrijednosti senzora). Pod relativnom greškom podrazumijeva se odnos apsolutne greške prema stvarnoj vrijednosti. Relativna greška često se izražava u postocima.

Rezolucija signala - predstavlja najmanju promjenu vrijednosti koju senzor može prepoznati u mjerenoj količini. Rezolucija je povezana sa preciznošću mjerenja i ona predstavlja sposobnost senzora da reproducira određeni set očitavanja u okviru date točnosti.

Podjela senzora

Prema načinu snimanja elektromagnetske energije senzori se dijele na:

- aktivne senzore, koji šalju energiju prema objektu i registriraju dio koji se odbio i
- pasivne senzore, koji samo primaju energiju koja dolazi od objekta.

Prema broju i širini spektralnog kanala senzori mogu biti:

- pankromatski (mjere refleksije u jednom širokom dijelu elektromagnetskog spektra unutar širokog raspona valnih duljina),
- multispektralni (mjere energiju u višekanalnom detektoru i uskom rasponu valnih duljina),
- hiperspektralni (sadrže više od 100 spektralnih kanala) i
- ultraspektralni (još su u razvoju).

Prema specifikaciji karakteristika: osjetljivost, linearnost, mjerno područje, stabilnost, točnost, selektivnost, brzina odziva, zona neosjetljivosti, životni vijek, cijena, veličina i težina.

Prema načinu detekcije: mehanička, kemijska reakcija, zračenje-radioaktivnost, toplina, temperatura, električni, magnetski ili elektromagnetski.

Prema materijalu od kojega su načinjeni: neorganski ili organski, provodnici ili izolatori, poluprovodnici, biološki supstrat i plazma.

Vegetacijski indeksi i njihova primjena

Vegetacijski indeksi su podaci koji se računaju iz različitih kanala multispektralnih snimki na temelju apsorpcije, transmisije i refleksije energije vegetacije u različitim spektralnim kanalima. Ponajprije služe kao indikator procjene aktivnosti vegetacije na promatranom području. Na području s vegetacijom pokazuju veće vrijednosti piksela nego na područjima bez nje. Zahvaljujući karakterističnom spektralnom potpisu biljaka, moguće je dobiti vegetacijski indeks kombinacijom snimki iz više različitih spektralnih područja. Klorofil u biljkama jako apsorbira valne duljine u crvenom i plavom dijelu spektra, a odbija zeleno svjetlo. Vegetacijski indeksi predstavljaju bezdimenzionalnu radiometrijsku mjeru, koja se dobiva kombinacijom informacija iz različitih kanala gdje se uglavnom upotrebljavaju crveni i bliskoinfracrveni (*Near Infrared* – NIR) dijelovi elektromagnetskog spektra. Na formiranje bilo kojeg vegetacijskog indeksa utječu sljedeći parametri: mjera elektromagnetskog zračenja vegetacije, količina zelenog pokrivača, količina klorofila u biljci, količina biomase, upijanje fotosintetičke aktivnosti radijacije (*Absorbed Photosynthetic Active Radiation* – APAR) te radijacija indeksa lista.

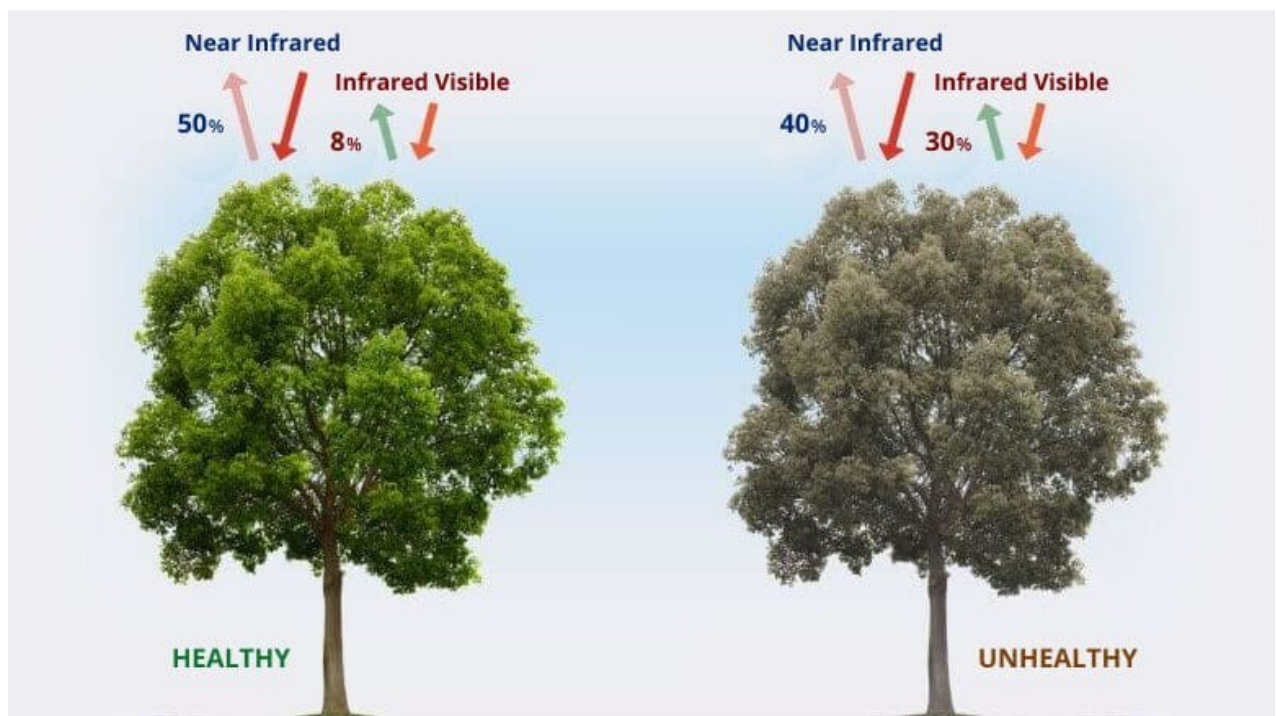
Pojedini vegetacijski indeksi mogu pružiti više korisnih informacija o pojedinom vegetacijskom parametru u odnosu na druge, ipak niti jedan od dvadesetak njih koji se danas uglavnom koriste ne daje savršene rezultate za sve vegetacijske parametre. Zbog toga izbor vegetacijskog indeksa treba prilagoditi potrebama prilikom praćenja određenih biljnih svojstava.

Tijekom prikupljanja podataka, na sam izračun vegetacijskog indeksa utječe nekoliko parametara vezanih uz samu vegetaciju i atmosferske uvjete. Neki od njih su unutarnja struktura lišća, pri čemu se prvenstveno misli na količinu klorofila i vode u lišću, mikro konstrukcija promatranog područja te tipovi tla. Ovi parametri direktno ukazuju na kvalitetu i raznolikost promatranog područja te eventualnu pojavu oboljenja. Osnovni atmosferski parametri koji utječu na vegetacijske indekse su kut upada Sunčevih zraka, kut prikupljanja podataka senzorom te količina vodene pare u zraku. Kako bi se uklonio utjecaj atmosferskih parametara potrebno je posjedovati senzore za njihovo trenutno određivanje čime se ostvaruje preduvjet za kalibraciju prikupljenih snimaka za iste.

Vegetacijski indeksi pogodni su za praćenje vremenskih promjena vegetacije, vegetacijskog pokrova, rano otkivanje bolesti nasada, procjene uroda kao i za preciznu poljoprivredu. Nakon snimanja i obrade

podataka, kartu vegetacijskog indeksa je moguće uvesti u navigacijski sustav u traktoru te na temelju nje lokalizirano tretirati dijelove nasada s manjim vegetacijskim indeksom u svrhu poboljšanja njihove kvalitete, a što pridonosi uštedi u potrošnji repromaterijala te poboljšanju uroda.

Ljudskom oku vidljivi dio spektra je zapravo samo mali dio sunčevog zračenja, valne duljine od 380 nm do 700 nm (nanometar = milijunti dio milimetra). Najjednostavnije rečeno, to je spektar nama vidljivih boja. Najkraću valnu duljinu imaju ljubičasta i plava svjetlost, a najdulju crvena. Ostali dio spektra ljudsko oko ne vidi, ali njih mogu zabilježiti za tu svrhu kreirani senzori.



Izvor: eos.com

Vegetacijski indeks normalizirane razlike (NDVI)

Klorofil najviše upija crvenu svjetlost, a reflektira zelenu. Refleksija u blisko infracrvenom području je jako izražena kod vegetacije te je upravo zato vrlo pogodna za istraživanja. Blisko infracrveno područje je prijelazno područje spektra te je baza za računanje različitih značajki vegetacije to jest indeksa vegetacije koji su alat u postupku detekcije i klasifikacije. Jedan od najpoznatijih je vegetacijski indeks normalizirane razlike (*Normalized Difference Vegetation Index*).

Radi određivanja gustoće zelenila na promatranoj površini, potrebno je uzeti u obzir različite valne duljine vidljivog i blisko infracrvenog Sunčevog zračenja reflektiranog s biljaka. U trenutku interakcije Sunčevog zračenja s biljkom pigmenti u listovima (klorofili) apsorbiraju vidljivu svjetlost (od 400 do 700 nm) za potrebe fotosinteze. Reflektiranje blisko infracrvene svjetlosti je posljedica interakcije sa strukturom stanice lista (od 700 do 1100 nm). Što je veći broj listova, veći je utjecaj na valne duljine svjetla.

Temeljem blisko infracrvenih i crvenih valnih duljina određuje se relativna količina vegetacije. Ako postoji više reflektirane energije u blisko infracrvenom spektru od one u vidljivom dijelu spektra, tada je vegetacija u tom pikselu gušća. Takvo mjerenje refleksije u blisko infracrvenom i crvenom vidljivom dijelu spektra precizan je mehanizam za određivanje zdravlja same vegetacije. Pomoću indeksa mogu se pratiti sezonske i višegodišnje vegetacijske promjene.

Na NDVI utječe i velik broj drugih čimbenika, poput atmosferskih prilika, rezolucije snimke, vlage vegetacije i tla, ukupnog pokrova vegetacije, razlike u tipu tla itd. NDVI ima manju osjetljivost na promjene u samoj količini vegetacije. Povećanjem zelene vegetacije promjene u NDVI-u se sve više smanjuju. Iz tog razloga, prilikom visokih vrijednosti NDVI-a mala promjena u njemu može predstavljati veliku promjenu u vegetaciji. Takav tip osjetljivosti problematičan je u analizi velikog područja s velikom količinom fotosintetski aktivne vegetacije.

Izraz po kojem se računa NDVI iz refleksije svjetlosti u vidljivom i blisko infracrvenom spektru glasi:

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED}$$

gdje je NIR dio spektra $\lambda \approx 800$ nm, a RED dio spektra $\lambda \approx 600$ nm.

Zeleni vegetacijski indeks normalizirane razlike (GNDVI)

Za zeleni vegetacijski indeks normalizirane razlike (*Green Normalized Difference Vegetation Index* – GNDVI) umjesto crvenoga kanala, kao kod NDVI-a, upotrebljava se zeleni kanal. On je u velikoj korelaciji s vegetacijskim parametrima. Zeleni dio spektra je osjetljiviji na klorofil od crvenog dijela spektra. Iz navedenog razloga nastao je GNDVI, jer pokazuje veću korelaciju s indeksom površine lista (*Leaf Area Index* – LAI) od NDVI-a:

$$GNDVI = (NIR - GREEN) * (NIR + GREEN)$$

Vodeni indeks normalizirane razlike (NDWI)

Vodeni indeks normalizirane razlike (*Normalized Difference Water Index* – NDWI) razvijen je kako bi maksimizirao refleksiju vode koristeći zeleni dio spektra i smanjujući refleksiju NIR-a na vodenim površinama. Ovaj vegetacijski indeks također koristi prednosti visoke refleksije u NIR dijelu elektromagnetskog spektra za vegetaciju i tlo:

$$NDWI = \frac{GREEN - NIR}{GREEN + NIR}$$

U navedenoj formuli GREEN je zeleni kanal ($\lambda \approx 500$ nm), a NIR blisko infracrveni kanal. Za vodene površine vrijednosti indeksa su pozitivne, a za vegetaciju i tlo su uglavnom nula ili negativne što daje dobar kontrast pri detekciji vodenih površina. Voda i vegetacija imaju istu refleksiju u vidljivom dijelu spektra, a u infracrvenom potpuno različitu.

Vegetacijski indeks prilagođen tlu (SAVI)

U područjima s izraženijim površinama tla to jest površinama s manje biljnog pokrova, refleksija svjetlosti u crvenom i infracrvenom dijelu spektra može znatno utjecati na vrijednosti vegetacijskog indeksa. Iz tog razloga je razvijen vegetacijski indeks prilagođen tlu (*Soil Adjusted Vegetation Index* – SAVI) koji je zapravo modificirani NDVI. SAVI se primjenjuje kada je potrebno otkloniti utjecaj tla na snimci sa smanjenim vegetacijskim pokrovom:

$$SAVI = \frac{(1+L)*(NIR-RED)}{NIR+RED+L}$$

gdje je L faktor prilagođavanja pozadini lišća koji se upotrebljava za postupni prestanak diferencijalnog crvenog i blisko infracrvenog učinka kroz listove biljaka.

Poboljšani vegetacijski indeks (EVI)

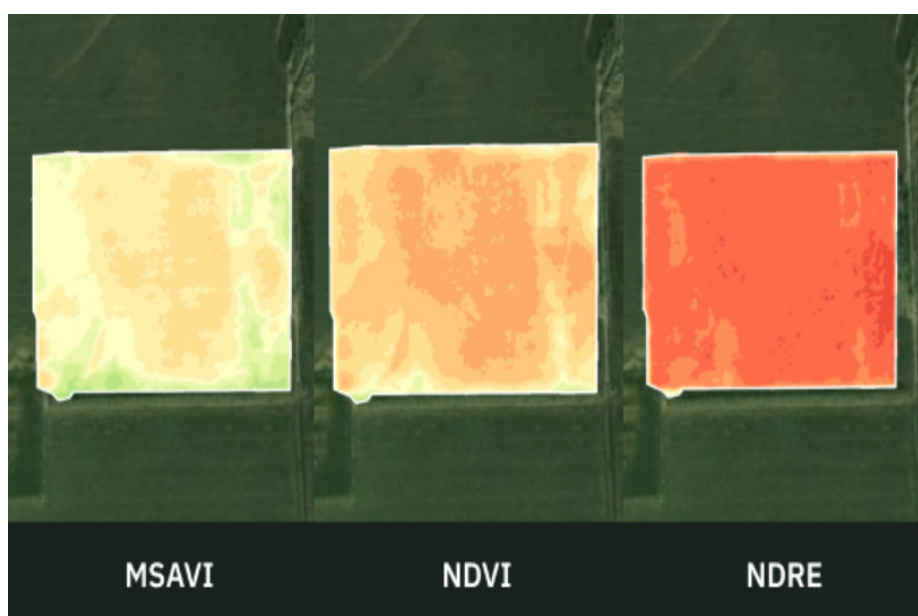
Poboljšani vegetacijski indeks (*Enhanced Vegetation Index* –EVI) razvijen je kako bi se iskoristile sve prednosti senzora. Sličan je NDVI-ju, međutim EVI upotrebljava i plavi kanal kako bi se poboljšala

osjetljivost vegetacijske refleksije. EVI je modificirani NDVI s povećanom osjetljivošću na područjima visoke biomase s minimalnim utjecajem tla. Budući da koristi plavi dio spektra, ograničen je na dizajn pojedinih senzora i limitiran na vremenski period:

$$EVI = G * \left(\frac{NIR-RED}{NIR+C1*RED-C2*BLUE+L} \right)$$

gdje su: NIR, RED, BLUE – atmosferski korigirana refleksija; C1 i C2 – koeficijenti koji se odnose na korekciju aerosoli; G – faktor poboljšanja; L – faktor tla.

Ovaj indeks je osjetljiviji pri visokim koncentracijama biomase te poboljšava mogućnosti praćenja vegetacije kroz reduciranje utjecaja pozadine listova.



Primjer različitih vegetacijskih indeksa iste površine unutar aplikacije EOS

Ostali vegetacijski indeksi

Izbor korištenog

vegetacijskog indeksa potrebno je prilagoditi potrebama praćenja biljnih svojstava. Određeni vegetacijski indeksi mogu pružiti više traženih informacija o pojedinom vegetacijskom parametru u odnosu na druge, no unatoč tome, niti jedan od onih koji se danas koristi ne daje savršene rezultate za sve vegetacijske parametre. Popis ostalih najkorištenijih vegetacijskih indeksa (L3Harris Geospatial Solutions <http://www.harrisgeospatial.com/docs/vegetationindices.html>):

DVI, Difference Vegetation Index

Ovaj indeks razlikuje tlo i vegetaciju, ali ne uzima u obzir razliku između refleksije i sjaja uzrokovanih atmosferskim učincima ili sjenama.

$$DVI = NIR - RED$$

GDVI, Green Difference Vegetation Index

Ovaj indeks izvorno je osmišljen pomoću infracrvene fotografije u boji kako bi predvidio potrebe za dušikom za kukuruz.

$$GDVI = NIR - GREEN$$

NG, Normalized Green

$$NG = \frac{GREEN}{NIR + RED + GREEN}$$

NR, Normalized Red

$$NR = \frac{RED}{NIR + RED + GREEN}$$

NNIR, Normalized Near Infrared

$$NNIR = \frac{NIR}{NIR + RED + GREEN}$$

RVI, Ratio Vegetation Index

$$RVI = \frac{NIR}{RED}$$

GRVI, Green Ratio Vegetation Index

Ovaj indeks osjetljiv je na stope fotosinteze u šumskim krošnjama, jer zelene i crvene refleksije snažno utječu na promjene u pigmentima lišća.

$$GRVI = \frac{NIR}{GREEN}$$

GARI, Green Atmospherically Resilient Index

Ovaj je indeks osjetljiviji na širok raspon koncentracija klorofila i manje je osjetljiv na atmosferske učinke od NDVI.

$$GARI = \frac{NIR - GREEN - \gamma(BLUE - RED)}{NIR + GREEN - \gamma(BLUE - RED)}$$

GEMI, Global Environmental Monitoring Index

Ovaj se nelinearni vegetacijski indeks koristi za globalno nadgledanje okoliša pomoću satelitskih snimaka i pokušaje ispravljanja atmosferskih utjecaja. Sličan je NDVI, ali je manje osjetljiv na atmosferske učinke. Na njega utječe golo tlo stoga se ne preporučuje uporabu na područjima rijetke ili umjereno guste vegetacije.

$$GEMI = \eta * (1 - 0,25 * \eta) - \left(\frac{RED - 0,125}{1 - RED} \right)$$

$$\eta = \frac{2 * (NIR^2 - RED^2) + 1,5 * NIR + 0,5 * RED}{NIR + RED + 0,5}$$

VIg, Vegetation Index Green

$$VIg = \frac{GREEN - RED}{GREEN + RED}$$

VARIg, Visible Atmospherically Resistant Index Green

Ovaj se indeks temelji na ARVI (eng. *Atmospherically Resistant Vegetation Index*) i koristi se za procjenu udjela vegetacije u prizoru s niskom osjetljivošću na atmosferske učinke.

$$VARIg = \frac{GREEN - RED}{GREEN + RED - BLUE}$$

MSAVI2, Modified Soil Adjusted Vegetation Spectral Index

Ovaj indeks predstavlja jednostavniju verziju MSAVI indeksa koja se poboljšava indeksom vegetacije prilagođenom zemljištu (SAVI). Smanjuje pogreške nastale zbog prisutnosti tla i povećava dinamički raspon vegetacijskog signala. MSAVI2 se temelji na induktivnoj metodi koja ne koristi konstantnu vrijednost L (kao kod SAVI) za isticanje zdrave vegetacije.

$$MSAVI2 = \frac{2 * NIR + 1 - \sqrt{(2 * NIR + 1)^2 - 8 * (NIR - RED)}}{2}$$

OSAVI, Optimized Soil Adjusted Vegetation Index

Ovaj indeks temelji se na indeksu vegetacije prilagođenom zemljištu (SAVI). Koristi standardnu vrijednost 0,16 za faktor podešavanja pozadine krošnje. Rondeaux (1996.) utvrdio je da ta vrijednost osigurava veću varijabilnost tla od SAVI za pokrov niske vegetacije, istodobno pokazujući povećanu osjetljivost na vegetacijski pokrivač veći od 50%. Najbolje se koristi u područjima s relativno rijetkom vegetacijom, gdje je tlo vidljivo kroz krošnju.

$$OSAVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED + L} * (1 + L)$$

$$L=0,16$$

GSAVI, Green Soil Adjusted Vegetation Index

Izvorno je osmišljen pomoću infracrvene fotografije u boji kako bi se predvidio zahtjev za dušikom u kukuruzu. Slično je sa SAVI-jem, ali crveni pojas zamjenjuje zelenim.

$$GSAVI = \frac{NIR - GREEN}{NIR + GREEN + L} * (1 + L)$$

$$L = 0.5$$

Nova era satelitskih fotografija visokih rezolucija

Od svih inputa koji mogu pomoći poljoprivrednicima da povećaju prinose, u današnje je vrijeme najveći naglasak stavljen na informacije. I agronomi i poljoprivrednici znaju kako je pristup pravim podacima ključan za podršku u odlučivanju pri upravljanju usjevima. Uz sve veće oslanjanje na podatke, visokofrekventne satelitske slike pojavljuju se kao ključni izvor pouzdanih informacija za preciznu poljoprivredu, pružajući mogućnost:

- pokrivanja velikih uzgojnih područja diljem svijeta,
- isporuke detalja na razini polja kako bi bila uočljiva prostorna varijabilnost,
- ažurnih podataka tijekom cijele sezone i
- donošenja odluka temeljenih na podacima i to u ključnim fazama uzgoja usjeva.

Kombinacije pokrivenosti širokog područja, detalja na razini polja, visoke učestalosti ponovnih posjeta tijekom sezone i brze dostupnosti nisu uvijek bile moguće. S današnjim napretkom računalne i satelitske tehnologije omogućeno je kontinuirano prikupljanje satelitskih podataka koji mogu pružiti vrijedan doprinos u svakoj fazi upravljanja gospodarstvom. Rezultat toga je održivija, učinkovitija i produktivnija poljoprivreda u svakoj fazi uzgoja.

Omogućavanje napretka i potencijal precizne poljoprivrede

Precizna poljoprivreda je područje tehnologije koje se širi od 1990-ih. To je korištenje širokog spektra tehnologije – satelita, GNSS-a, robota, sustava bespilotnih zrakoplova (dronova), IoT-a, senzora – za povećanje znanja i učinkovitosti u poljoprivrednim praksama. Učinkovitije poljoprivredno gospodarstvo bit će održivije budući da mu treba manje energije i manje ostalih inputa za postizanje boljih rezultata.

Sateliti lebde na visinama do 36 000 km. Sa svoje točke gledišta mogu zahvaćati ogromne površine poljoprivrednog zemljišta i osigurati uvide koje je teže shvatiti s razine tla. Tri su ključna načina na koja sateliti mogu podržati poljoprivredne proizvođače kod donošenja odluke o učinkovitosti i održivosti:

- Kartiranje – uvid u prostornu raspodjelu različitih vrsta poljoprivredne proizvodnje,

- Mjerenje – uključivanje satelitskih podataka u složene algoritme za pružanje mjerenja niza svojstava, kao što su prinos i faza rasta usjeva te
- Praćenje – tijekom vremena slike omogućuju znanstvenicima i poljoprivrednicima uvid u korištenje zemljišta ili da uoče promjene u obrascima padalina i suše.

Pretvaranje slika u uvid

Na satelitskim slikama bilježi se svjetlost koja se reflektira s poljoprivrednih površina. Pojedini usjev odražava specifičan spektralni potpis u različitim fazama sezone koji služi kao osnova za očitavanje zdravlja te može ukazivati na anomalije u razi rasta. Ako je vegetacija oštećena ili izgubi vitalnost, mijenja se količina reflektirane svjetlosti. Te se promjene mogu otkriti i kartirati, pomažući poljoprivrednicima da ciljano izviđaju, lokaliziraju tretman i optimiziraju inpute za ta područja.

Planiranje

U fazi planiranja od izuzetne koristi je pristup kartama produktivnosti usjeva dobivenim iz kolekcije satelitskih snimaka tijekom višegodišnjeg razdoblja. Kada se koriste radi prediktivnih uvida, one mogu pomoći poljoprivrednim proizvođačima pri optimizaciji produktivnosti pojedine parcele identificiranjem specifičnih uzoraka i lokaliziranih trendova.

Analiza produktivnosti

Određivanje zona produktivnosti pojedine parcele bitan je i prvi korak u planiranju primjene inputa. Vegetacijski indeksi izračunati iz povijesnih slika (cikličkim snimanjem) mogu se koristiti za utvrđivanje varijabilnosti te uspostave zona produktivnosti usjeva na parceli. Karakteristike lokacije kao što su topografija ili svojstva tla utječu na produktivnost i mogu se identificirati kako bi se poboljšalo planiranje i buduća poljoprivredna praksa.

Zone upravljanja

Pomoću zona produktivnosti moguće je postaviti planirane ciljeve proizvodnje za određenu lokaciju te odrediti zone upravljanja. Ako je, povijesno promatrano, prinos usjeva niži u pojedinoj zoni upravljanja zbog primjerice nedostatka hranjivih tvari ili vode, pri planiranju gnojidbe ili navodnjavanja svakako tu informaciju treba uzeti u obzir. Ova praksa ne samo da poboljšava proizvodnju i predviđanje prinosa, već i pomaže poljoprivrednicima da izbjegnu prekomjernu primjenu inputa te racionaliziraju troškove.

Varijabilna sjetva

Pomoću analize varijabilnosti parcele te određivanja zona produktivnosti i zona upravljanja moguće je određivanje optimalne količine sjemena za primjenu na različitim dijelovima parcele. Podaci dobiveni daljinskim istraživanjem satelitskom fotogrametrijom mogu pružiti uvid u svojstva tla, proizvodnju usjeva u proteklim sezonama te druge čimbenike koji utječu na donošenje odluke o gustoći (sklopu) sjetve.

Priprema tla

Pristup arhivama satelitskih snimaka omogućuje planiranje strategije sjetve prema povijesnoj produktivnosti i stabilnim zonama parcele. Spektralni indeksi izvedeni iz slika polja „golog“ tla opisuju kombinirane učinke vrste tla, sadržaja organske tvari i vlage u tlu kako bi pružili relativnu mjeru prosječnog kapaciteta zadržavanja vode. Tamnija očitavanja tla mogu ukazivati na veće zadržavanje hranjivih tvari i vlage, dok svjetlija mogu upućivati na područja koja trebaju ciljanu gnojidbu za usjeve u razvoju.

Selektivna sjetva

S podacima o produktivnosti i tlu, moguće je odlučiti što sijati i gdje. Ove karte pomažu poljoprivredniku da precizno primijeni odgovarajuće količine po zoni, osiguravajući učinkovitu sjetvu na početku sezone

rasta. Zoniranje sjemena također može osigurati podatke o tome koje bi sorte/hibridi i vrste mogle biti najučinkovitije u određenim područjima te osigurati da raspodjela sjetve odgovara uvjetima tla.

Upravljanje usjevima

Upravljanje usjevima tijekom vegetacijske sezone ključna je aktivnost za svaku poljoprivrednu operaciju i tu satelitske slike također mogu pružiti najveću vrijednost. Slike omogućuju:

- otkrivanje zdravstvenih problema usjeva,
- kartiranje i usmjereno izviđanje,
- lokalizaciju tretmana s varijabilnim dozama te
- praćenje razvoja usjeva.

Praćenje zdravlja

Tijekom vegetacijske sezone neminovno je donošenje velikog broja odluka u stvarnom vremenu, a u ovisnosti kako se mijenjaju uvjeti na terenu. Praćenje može poboljšati analizu zdravlja po usjevima ili parcelama od interesa. Dosljedna i potpuna slikovna pokrivenost vitalnih područja omogućuje pravodobno i informirano donošenje odluka.

Otkrivanje problema i rano upozoravanje

Česti podaci znače rano, pravovremeno rješavanje mogućih problema, prije nego što isti dovedu do pojave veće štete. Stalna opskrba satelitskim slikama može pomoći u otkrivanju problema u vegetaciji čim se pojave, dajući poljoprivrednicima do znanja kada i gdje trebaju djelovati.

Usmjereno izviđanje (*Scouting*)

Vremenski i financijski zahtjevan posao je i izviđanje cijelih parcela kako bi se locirali i identificirali mogući problemi. Prostorna razlučivost i globalna pokrivenost modernog satelitskog snimanja omogućuje usmjereno izviđanje terena koje štedi vrijeme i smanjuje troškove. Koristeći precizne

poljoprivredne tehnike moguće je izraditi detaljne karte za brzo i točno usmjeravanje do područja parcela koje zahtijevaju određeni tretman. Preuzimanje analiza i karata na uređaje s GNSS-om omogućuje navođenje uređaja izravno do izvora problema na pojedinoj parceli.

Ciljano tretiranje

Važne aktivnosti upravljanja usjevima tijekom sezone kao što su navodnjavanje i gnojidba zahtijevaju odluke o tretiranju specifične za lokaciju u određenim fazama rasta. Teško je predvidjeti kada će usjevi doseći ove faze, jer rast uvelike ovisi o promjenjivim uvjetima. Sa satelitskim slikama, uzgajivači imaju sveobuhvatan pregled svojih parcela koji im omogućuje otkrivanje, usporedbu i provjeru zdravstvenih problema ili faza rasta kojima je potreban tretman — uključujući dodatnu primjenu gnojiva, navodnjavanje ili primjenu zaštitnih sredstava. Nadalje, analizom podataka prikupljenih satelitskim snimkama tijekom sezone moguće je steći dubinski uvid i u to kako su određene radnje utjecale na rezultate proizvodnje usjeva te godine.

Održavanje usjeva u kasnoj sezoni

Tijekom poljoprivredne sezone kontinuirano praćenje daje ključne podatke za procjenu učinkovitosti različitih tretmana usjeva i uzgojnih praksi. Praćenje omogućuje ne samo otkrivanje problema i davanje odgovora na iste, već i poboljšavanje tehnika upravljanja koje su dokazano optimizirane i uspješne. Ove rezultate moguće je koristiti za poboljšavanje modela cjelokupne proizvodnje. Rezultat je kontinuirano upravljanje usjevima koje je precizno i isplativo.

Žetva/berba

Određivanje pravog datuma žetve/berbe predstavlja izazov za poljoprivredne proizvođače. Vremenski okvir za žetvu često je vrlo uzak i često se moraju napraviti kompromisi između dva konkurentna čimbenika: potrebe da se sa žetvom/berbom usjeva započne kasnije i rizika od lošeg vremena na kraju sezone što bi moglo negativno utjecati na prinos.

Planiranje i upravljanje žetvom

Podaci prikupljeni satelitskim snimkama mogu dati učinkovitu procjenu sadržaja vlage u zrnu (ključne mjere za određivanje početka berbe za mnoge usjeve). Vegetacijski indeksi osjetljivi na varijacije u sazrijevanju usjeva također pružaju mogućnost kartiranja obrazaca dozrijevanja usjeva, pomažući pri usmjeravanju početka žetve na određeno mjesto.

Satelitski servisi

Prema izvješću *Satellite Services Market - Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2019-2026* od strane *Allied Market Research* veličina tržišta satelitskih usluga procijenjena je na 126,5 milijardi USD u 2018., a očekuje se da će dosegnuti 144,5 milijardi USD do 2026., bilježeći CAGR (složenu godišnju stopu rasta) od 2,2% od 2019. do 2026. Pružatelji satelitskih usluga nude satelitske kapacitete krajnjim korisnicima kao što su DTH operateri, telekomunikacijske tvrtke i drugi. Pružatelji kupuju resurse od satelitskih operatera za preprodaju putem glasovnih, emitiranih i podatkovnih načina za potrebe nekoliko različitih industrija kao krajnjih korisnika.

Očekuje se da će ovo tržište značajno rasti tijekom predviđenog razdoblja zahvaljujući brojnim čimbenicima kao što je povećanje potražnje za uslugama promatranja zemlje u brojnim sektorima, kao što su nafta i plina, građevinarstva, poljoprivrede i drugih koji pokreću tržište. Međutim, očekuje se da će smanjenje potražnje u razvijenim regijama poput Sjeverne Amerike i Europe spriječiti rast globalnog tržišta.

Tržište satelitskih usluga segmentirano je na vrstu i industriju krajnjih korisnika. Na temelju vrste, podijeljeno je na potrošačke, fiksne satelitske, mobilne satelitske, daljinska istraživanja i usluge upravljanja svemirskim letovima. Vrsta potrošačkih usluga dalje se dijeli na satelitsku televiziju, satelitski radio i satelitsku širokopojasnu vezu. Nadalje, vrsta fiksnih dalje se kategorizira u ugovor o transponderu i usluge upravljane mreže. Na temelju industrije krajnjih korisnika, tržište je podijeljeno na medije i zabavu, vladu, zrakoplovstvo, obranu, maloprodaju i poduzeća i druge. Na temelju regije, analizira se u Sjevernoj Americi, Europi, Aziji i Pacifiku te LAMEA.

Tržišni udio satelitskih usluga najveći je u svemirskoj industriji što se pripisuje velikoj bazi potrošača kao što su obrana, mediji, maloprodaja i druge.

Zašto sateliti *Landsat 8* i *Sentinel-2* i odabir opsega njihovih band-ova za primjenu u poljoprivredi

Tijekom proteklih nekoliko desetljeća satelitska daljinska istraživanja imala su ključnu ulogu u praćenju šuma, upravljanju katastrofama i primjenama u poljoprivredi. Različiti sateliti imaju različite karakteristike pri prikupljanju podataka zbog svojih prilagođenih senzora. Slike za potrebe daljinskog istraživanja mogu proizvesti optički senzori s velikim brojem spektralnih band-ova i zahtijevaju prilagođenu analizu ovisno o specifičnim primjenama. Do sada je, kao što je već ranije navedeno, naširoko korišten pristup u satelitskom daljinskom istraživanju pomoću definiranja različitih indeksa za olakšavanje klasifikacije različitih zemljišnih pokrova ili biljaka pod različitim oblicima stresa.

Za primjene daljinskog istraživanja, informacija o band-u je od najveće važnosti u fazi analize i interpretacije satelitskih podataka. Lansiranje *Sentinela-2A* ključni je dio programa *Global Monitoring for Environment and Security (GMES)* koji podupiru *European Space Agency (ESA)* i *European Commission (EC)* čime se osigurava bolji kontinuitet podataka od drugih relevantnih satelita, poput *SPOT-a* i serije *Landsat* satelita, zbog svoje visoke prostorne rezolucije i kratkog vremena ponovnog posjeta. Kako bi se dobilo više informacija, njegov multispektralni instrument (MSI) izuzetno je važna komponenta na ovom satelitu. MSI ima 13 spektralnih pojaseva u rasponu od vidljivog, preko NIR-a pa sve do SWIR-a u različitim rezolucijama. Ova konfiguracija odabrana je kao najbolji kompromis između zahtjeva korisnika i izvedbe misije. Četiri band-a pri razlučivosti od 10 m ispunjavaju osnovne zahtjeve za klasifikaciju zemljišta; šest band-ova pri razlučivosti od 20 m pružaju dodatne informacije pri detekciji vegetacije, a preostala tri pojasa razlučivosti 60 m doprinose atmosferskim i geofizičkim parametrima. Lansiranje *Sentinela-2B* u ožujku 2017. skratilo je vrijeme ponovnog posjeta na 5 dana, što znači da serija satelita *Sentinel-2* ima najkraće vrijeme ponovnog posjeta među glavnim trenutno besplatno dostupnim satelitima.

Iz dostupne literature uočljivo je kako je malo učinjeno na samoj klasifikaciji slika *Sentinela-2A* korištenjem metoda strojnog učenja te na istraživanju prednosti dostupnosti više spektralnih band-ova ovog satelita u klasifikaciji. Istraživanja su pokazala kako se u usporedbi s pristupom temeljenim na indeksima, bolja klasifikacijska izvedba može postići izravnim usvajanjem tri odabrana band-a. Štoviše,

korištenje svih 13 band-ova može dodatno poboljšati učinkovitost klasifikacije zbog povećanih opsega valnih duljina i posljedično većeg broja informacija.

Landsat8 i *Sentinel-2* najnapredniji su sateliti s besplatno dostupnim podacima za dugoročne primjene visokofrekventnog daljinskog istraživanja. Prvi je lansiran 2013. sa senzorom *Operational Land Imager* (OLI) koji nudi multispektralne slike visoke kvalitete na 15 m, 30 m i 100 m s vremenom ponovnog pregleda od 16 dana. Potonji satelit se sastoji od *Sentinela-2A* i *Sentinela-2B* opremljenih multispektralnim instrumentima (MSI) koji mogu prikupiti informacije u 13 band-ova u različitim prostornim rezolucijama (10 m, 20 m i 60 m). Podaci o bandovima za *Landsat 8* i *Sentinel-2* prikazani su u sljedećim tablicama:

Band	Resolution	Central Wavelength	Description
B1	60 m	443 nm	Ultra Blue (Coastal and Aerosol)
B2	10 m	490 nm	Blue
B3	10 m	560 nm	Green
B4	10 m	665 nm	Red
B5	20 m	705 nm	Visible and Near Infrared (VNIR)
B6	20 m	740 nm	Visible and Near Infrared (VNIR)
B7	20 m	783 nm	Visible and Near Infrared (VNIR)
B8	10 m	842 nm	Visible and Near Infrared (VNIR)
B8a	20 m	865 nm	Visible and Near Infrared (VNIR)
B9	60 m	940 nm	Short Wave Infrared (SWIR)
B10	60 m	1375 nm	Short Wave Infrared (SWIR)
B11	20 m	1610 nm	Short Wave Infrared (SWIR)
B12	20 m	2190 nm	Short Wave Infrared (SWIR)

Tablica. Band-ovi satelita *Sentinela-2*

Band	Resolution	Central Wavelength	Description
B1	30 m	443 nm	Blue
B2	30 m	483 nm	Blue

B3	30 m	563 nm	Green
B4	30 m	665 nm	Red
B5	30 m	865 nm	Near Infrared
B6	30 m	1.610 nm	Shortwave Infrared
B7	30 m	2.200 nm	Shortwave Infrared
B8	15 m	590 nm	Panchromatic
B9	30 m	1.405 nm	Cirrus
B10	100 m	10.9 μm	Thermal infrared
B11	100 m	12 μm	Thermal infrared

Tablica. Band-ovi satelita Landsat 8

U usporedbi s *Landsatom 8*, *Sentinel-2* je popularniji zbog svojih „finijih“ svojstava uključujući povećan broj band-ova, kraće vrijeme ponovnog posjeta te veću prostornu razlučivost. *Sentinel-2* pruža više detalja u rasponu NIR band-a i u rasponu SWIR band-a, što je izuzetno korisno za primjenu u poljoprivredi, praćenju šumskog pokrova te upravljanju prirodnim katastrofama. Nedostatak *Sentinel-2* u usporedbi s *Landsatom 8* je nedostatak toplinskih infracrvenih band-ova. Broj band-ova te prostorna i vremenska razlučivost određuju kvalitetu spektralne slike; stoga je satelit *Sentinel-2* prikladniji za primjene daljinskih istraživanja.

Sve satelitske snimke *Sentinel-2* mogu se besplatno preuzeti sa *Sentinel Huba*, koji je razvila ESA (<https://scihub.copernicus.eu/>). Osim toga, dostupan je i besplatni softver za analizu satelitskih informacija SNAP, koji je u usporedbi s QGIS-om i ENVI-jem, posebno prilagođen za *Sentinel* seriju. Ovaj softver može pročitati sve informacije koje *Sentinel* serija pruža i izvesti u drugi softver sve podatke potrebne za relativnu analizu u sljedećim koracima.

Daljinsko istraživanje analizom, posebno satelitskih slika *Sentinel-2* moguće je i korištenjem tehnika strojnog učenja. Najčešće se klasifikacija obavlja na temelju indeksa (NDVI, NDWI), na temelju specifičnih relevantnih pojaseva (RED, NIR, SWIR) i na temelju svih dostupnih band-ova. Primjerice, korištenjem studije slučaja klasifikacije zemljišnog pokrova koji recimo ima četiri klase, metoda koja koristi sve dostupne band-ove satelita *Sentinel-2* daje najbolju izvedbu, dok korištenje samo tri vrlo relevantna band-a također daje prilično zadovoljavajuće rezultate. Sveukupno gledano, metode klasifikacije koje izravno koriste određene relevantne band-ove uz korištenje nadziranog učenja

nadmašuju klasične metode klasifikacije temeljene na indeksu. Neka ograničenja klasifikacije temeljene na indeksu mogu se ukloniti izravnom upotrebom spektralnih band-ova kroz naučenu regresijsku funkciju između vegetacijskog sadržaja vode ili vlage u tlu i određenih band-ova *Sentinel-2*. Navedeno se može primijeniti na praćenje šumske vegetacije, detekciju fiziološkog statusa vegetacije i odluke o navodnjavanju.

Fokusi projekta

U cilju pronalaska optimalnih rješenja u domeni online servisa koji nude mogućnosti primjene satelitskih fotografija u poljoprivredi pretražili smo brojne različite internetske izvore.

Načelno, radi lakše obrade, te iste online servise podijelili smo na one koji nude informaciju u vidu manje ili više obrađene satelitske fotografije (grupa 'foto'), preko onih koji pružaju različite vrste usluga na temelju alata i analiza istih fotografija ('servisi'), do sve češćih pružatelja usluga brojnih razina aplikativnih sučelja ('API') povezanih sa satelitskim fotografijama terena, svaki prema svojoj publici.

Budući da smo projektom željeli analizirati sve one sustave, veće razine primjene prema prosječnom korisniku, veću smo pažnju posvetili grupama 'API' i 'servisi'.

Kako je projektna ideja nastala još 2018. godine formiranjem operativne skupine SatelitFoto@Agro u trogodišnjem periodu proteka vremena do početka provedbe svjedočili smo razvoju alata, ali i novim trendovima ove industrije. U međuvremenu su neki sustavi promijenili vlasnike, pokrenuti su i pojedini novi *startupovi* zavidnih rezultata iz istog područja, a pojedina poznata imena ove branše su postala dijelom novokreiranih grupacija.

Geografski promatrano, očekivano, najveći broj rješenja dolazi s područja Sjeverne Amerike (SAD i Kanada) i Europe (Njemačka, Francuska, Velika Britanija, Ukrajina) koji su posljedično dobili najveću pažnju. Tu su dakako prisutni i kineski sateliti, a koje nismo bili u mogućnosti detaljnije analizirati zbog nepoznavanja jezika i pisma te kulturološke barijere.

Najveći broj izvora javno je dostupan na engleskom jeziku putem internet platforme, što je zajednički nazivnik spektra prezentiranih rješenja.

U prvoj analizi pokušali smo sagledati i ocijeniti dovoljno parametara za donošenje odluke o odabiru kandidata za daljnju evaluaciju, a prema sljedećim segmentima:

1. Snaga tvrtke (financijski, povijesni i kadrovski obujam)

2. Dostupnost fotografija (broj izvora, rasponi frekvencija, razlučivosti)
3. Kvaliteta online usluga za primjenu u poljoprivredi (mogućnosti primjene, online alati)
4. Mogućnosti (raznovrsnost, širina usluge, jasni uvjeti korištenja, korisnički servisi (FAQ, Help))
5. Otvorenost prema drugim sustavima (API, i potencijal na partnersku mrežu)
6. Potencijal projekta (procjena kvalitete tržišne pozicije)
7. X faktor (kumulativni dojam ocjenjivača izvan domene prvih 6 parametara)

Mogućnosti primjene satelitskih fotografija u poljoprivredi i ruralnom prostoru su brojne, a u ovom smo istraživanju posebnu pažnju obratili na one koje mogu pomoći proizvođačima u donošenju odluka iz domene precizne poljoprivrede, ekonomičnog upravljanja resursima.

S aspekta mogućnosti za šire potrebe žitelja ruralnih prostora imali smo u vidu i potrebe identifikacije bolesti šuma, deforestacije, kao i šteta od šumskih požara i poplava.

Današnji servisi veće razlučivosti se razvijaju prema različitim segmentima primjene npr. online nadzoru stada, praćenju pojavnosti određenih invazivnih biljnih vrsta, analizi zdravlja biljaka i stabala, procjene potrebe za vodom i/ili hranjivima, identifikacija kultura na česticama kao i definiciji međa agro parcela.

Na široj se razini temeljem istih rade procjene uroda pojedine države i regije, ali i šteta od suše ili prevelikih oborina.

Dodana vrijednost

S ciljem dugoročne primjene i kreiranja vrijednosti za informacijski sustav Agroklub iz provedbe projekta (uz same poljoprivredne proizvođače) tražit će se mogućnosti primjene satelitskih tehnologija u sferi djelovanja agrarnog medija na internetu.

- mogućnosti suradnje (korištenja fotografija, dobivanja informacija i sl.)
- vrijednost informacije s besplatnih satelita za čitatelje (manja razlučivost)
- vrijednost informacije za čitatelje u naplatnom režimu (veća razlučivost)

- vrijednost informacija temeljenih na analizi (štete od požara, poplava ...)
- mogućnost procjene količine uroda

Traženi su odgovori na pitanje: koja razina integracije te uz koju cijenu koštanja je dugoročno opravdana za poljoprivredu Hrvatske, Bosne i Hercegovine te Srbije.

Sve veća primjena dovodi do daljnjeg razvoja ove industrije, a što otvara mogućnosti novih primjena. Danas ove tehnologije postaju pristupačnije, jer razvojem infrastrukture i konkurencije dolazi do pada cijena, a rastu mogućnosti korištenja. Iz čega proizilazi kreiranje veće vrijednosti na bazi boljih analitičkih mogućnosti.

Postupak vrednovanja

Poljoprivrednicima, članovima operativne skupine OPG Ivan Zelember Gerstmayer (vinogradar), OPG Matej Omazić (ratar) i OPG Vesna Bašić (voćar), su dane upute i kreirani korisnički računi u aplikaciji eGAP gdje su uz podršku znanstvenog asistenta CALIS-a, Vinka Božića, evidentirali proizvodne aktivnosti kroz godinu na svojim površinama kako bi iste kasnije mogli usporediti sa stanjem zapisa na satelitskim fotografijama.

Paralelno je tim operativne skupine analizirao tržište trenutnog stanja pružatelja usluga satelitskih fotografija, gdje je obrađeno više od 50 različitih servisa i alata, dostupnih na internetu. Kao rezultat iste, kreiran je materijal gdje je dan pregled tržišta satelitskih servisa s kratkim opisom 15 odabranih rješenja u užem izboru.

Mjera 16 analiza tržišta - ponude online servisa

Tih 15 je zatim bilo predmetom evaluacija od strane istraživačkog tima kroz prethodno navedenih 7 parametara. Evo popisa:

1. Earth observing system
2. Maxar (DigitalGlobe)
3. SkyWatch
4. Sentinel HUB (Sinergise)
5. EuroDataCube
6. Earthdata NASA
7. Agro API
8. UP42
9. Planet Lab
10. Airbus, One Atlas
11. Descartes Labs
12. Geocento
13. Google Cloud / Earth / Maps platform

14. Hexagon Geospatial

15. Agrivi

Nakon ocjenjivanja, temeljem dobivenih rezultata napravljena je redukcija te je na konačnom popisu za daljnje i detaljnije analize ostalo njih 5+1 servisa.

Kako bi imali što širu i bogatiju analizu, a kako bi se mogla odraditi što kvalitetnija usporedba mogućnosti servisa, temeljem naših ocjena odabrali smo one iz različitih skupina; startupovi (SAT startup), hibridna rješenja meteo + sat (SAT meteo hibrid) , veliki sustavi (SAT veliki), sustavi aplikativnog povezivanja (SAT api), sustavi FMS (SAT FMS) i univerzalni (SAT ALL).

Kao rezultat izbora dobili smo u užu krug sljedeće servise: **Planet Lab** (SAT Veliki), **Earth Observing System EOS** (SAT Startup), **Agromonitoring** (SAT Meteo Hibrid), **Google Maps/Earth platforma** (SAT API), **Agrivi** (SAT FMS), **Sentinel Sinergise** (SAT ALL).

Dodatno, nakon evaluacije notirali smo te popisu dodali i **OneSoil** mobilnu aplikaciju (SAT mobile) za iOS i Android uređaje, a koju smo radi iznimnih osobina i praktičnosti željeli dodatno analizirati zajednički i ponuditi poljoprivrednicima naše operativne skupine.

Mjera 16 Ocjena rješenja, prva faza

Sljedeći korak je bila detaljna analiza odabranih servisa gdje smo pojedinačno istraživali mogućnosti svakog pojedinog s obzirom na razlučivost, učestalost fotografija te mogućnosti internih alata za rad sa zapisima.

Kako se kontinuirano evidentirala aktivnost proizvođača na nasadima putem eGAP aplikacije detektirali smo 7-8 ključnih događaja na svakom OPG-u tijekom proizvodne sezone, za koje smo smatrali da bi se mogli zapaziti na satelitskim snimaka poput obrade tla, rezidbe u voćnjacima, žetve/berbe i sl.

Fokusirali smo se na fotografije potpuno bez naoblake tijekom cijele sezone, ali količina zapisa nije bila zadovoljavajuća. Zatim smo za kriterij uzeli one gdje je naoblaka manja od 15% gdje smo dobili nekoliko zapisa po sezoni.

Valja napomenuti da su neki servisi bili otvoreniji i spremniji za suradnju, dok je s pojedinim bilo poteškoća u komunikaciji.

Današnja situacija eskalacije rata u Ukrajini popularizirala je primjenu satelitskih fotografija te je jedna od pretpostavki da je upravo to razlog manjka odgovora na naše upite. Što zbog mogućih taktičkih ograničenja (jer se ove tehnologije praktično koriste u sukobima, a neki od servisa vuku korijene iz Ukrajine), što zbog njihovog pomicanja fokusa na prihode iz obavještajne djelatnosti.

ESA sponzorstvo

Valja nadodati da smo početkom listopada 2021., uputili zahtjev za financiranje i sponzorstvo prema Europskoj svemirskoj agenciji (ESA) za pristup servisu Sinergise uz Enterprise-S licencu, da bismo dobili mogućnost rada s četiri pružatelja fotografija visoke rezolucije: PlanetScope, Airbus SPOT, Airbus Pleiades i WorldView. Sponzorstvo je odobreno i omogućen nam je pristup fotografijama visoke rezolucije do 7. svibnja 2022.

Istraživanje je pokazalo visok stupanj složenosti ovih sustava kao i sklonost tehničkim greškama te smo potrošili više vremena no što smo planirali kako bismo došli do željenih informacija - podataka i fotografija. Dodatno, broj dostupnih kvalitetnih zapisa je manji od očekivanog.

Vršena je opsežna analiza servisa kako bi iste stavili na raspolaganje znanstvenicima, čiji je veći angažman bio predviđen u narednoj fazi, s osvrtom na perspektive i naglaskom na proizvođače s ovih područja.

Kroz projekt smo putem Agrokluba publicirali i nekoliko tekstova s ciljem popularizacije i boljeg razumijevanja tematike, a koje donosimo u nastavku.

Selekcija & Analiza

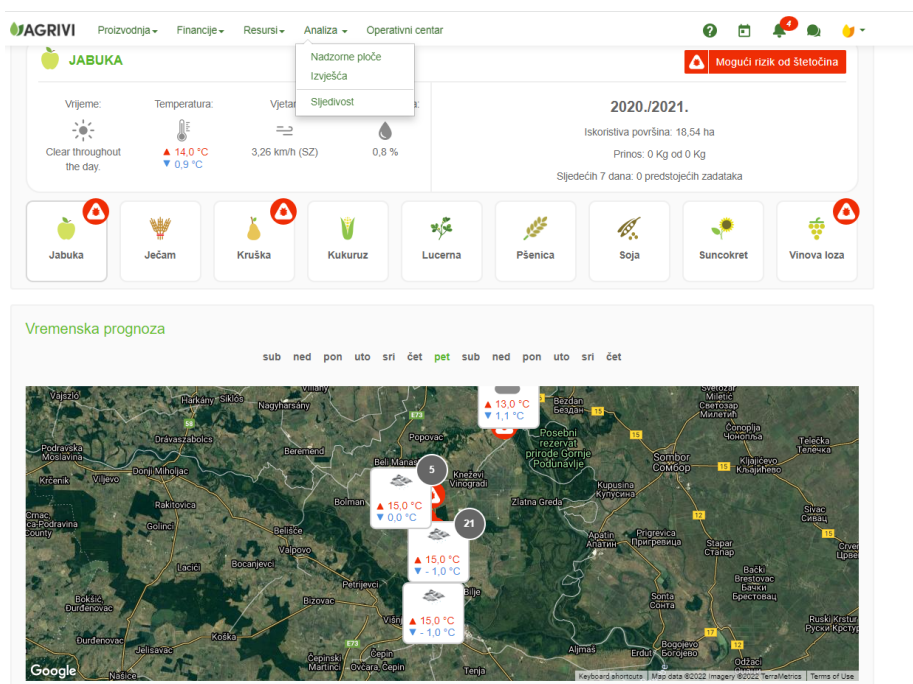
Kao plod analize tržišno dostupnih rješenja, izdvojili smo one za koje smatramo da danas mogu dati vrijednost poljoprivrednim proizvođačima.

Agrivi (FMS)

Pojedinci će se pitati što Agrivi uopće radi na ovom popisu, ali to nipošto nije slučajno, dapače. Poznato jest da ova domaća tvrtka razvija internetske aplikacije za vođenje biljne proizvodnje na više razina, ali nama nije promaklo da su u njima integrirani i moduli koji donose najbolje od satelitskih tehnologija. I još ponešto.

Sami foto zapisi imaju relativno malu vrijednost korisniku, međutim ako su oni upareni s informacijama s terena onda mogućnosti primjene rastu eksponencijalno. A upravo je to glavni forte Agrivija na ovom popisu. I oni pružaju meteo podatke, koje omogućavaju dopuniti s IoT meteo i *soil* rješenjima s konkretnog lokaliteta. Tu se odmičemo od predickija i procjena, i dolazimo u svijet konkretnih stvarnih vrijednosti. Vrijednosti za najbolje moguće odluke u proizvodnji.

I Agrivi dolazi u web i app izvedbi, koje ćete lako pronaći na *store-u* Vašeg mobilnog telefona.

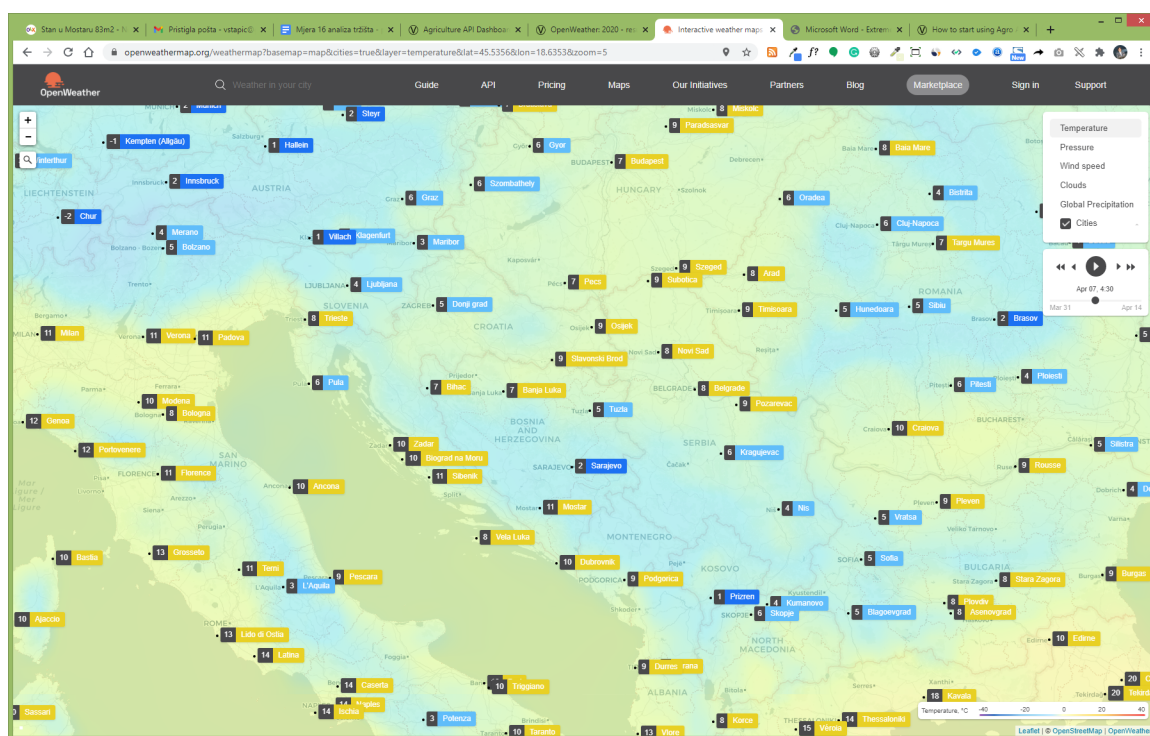
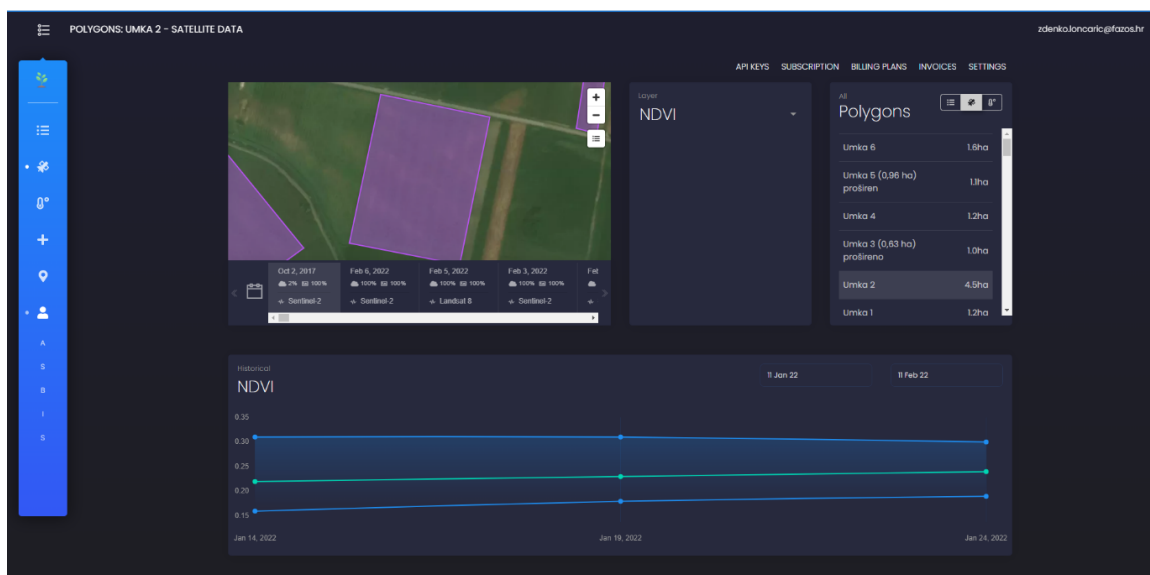


Agrivi satelitske zapise integrira u njihov internetski program za upravljanje farmom
<https://www.agrivi.com/>

Agromonitoring (SAT meteo Hibrid)

Ova britanska tvrtka nudi kombinaciju Sentinel zapisa s vremenskom prognozom na razini pojedinog poligona (zemljišne čestice). U branši su desetak godina, a sustav kontinuirano nadograđuju. U tijeku našeg istraživanja dogodio se i prelazak na novu verziju koja je u odnosu na prethodno donijela poboljšano korisničko iskustvo.

Nude kombinaciju foto i meteo podataka te aplikativni pristup.



AgroMonitoring kombinira foto i meteo <https://agromonitoring.com/>

EOS Data Analytics (SAT startup)

Ova kompanija danas djeluje globalno, a poslovanje je započela iz Ukrajine. Njihov osnivač Max Polyakov ne skriva velike ambicije u ovom području te najavljuje lansiranje vlastite konstelacije od 7 satelita, od kojih je prvi put Zemljine orbite napravio početkom ove godine.

Ali dok dočekaju vlastitu konstelaciju, njihov softver itekako uspješno radi s javnim i komercijalnim zapisima sa satelita drugih kompanija. Njihove servise za nadzor usjeva obilježava pregledno i intuitivno sučelje, kao i bogat set alata. Tu su dakako i razni indeksi, kao i mogućnost automatiziranog unosa grupe čestica kroz KML datoteke.

Aplikacija omogućuje i meteorološke podatke (arhivske i prognozne) za svaku od tabli kao i dokumentiranje aktivnosti, čime donekle ulazi u sferu FMS (Farm management softwarea). Ova je tvrtka razvila niz usluga kojima izlazi izvan okvira samih poljoprivrednih proizvođača, jer nudi razna specifična rješenja i sučelja za IT stručnjake, osiguravajuća društva, agro kooperacije i proizvodne konzultante. Donose mogućnost zoniranja, nadzora, višestruke mogućnosti timskog rada te raznih upozorenja što može biti od interesa većim tvrtkama.

Korisnici imaju prilično mogućnosti u modu besplatnog korištenja, ali se više njih nudi tek uz naplatu. Cijena je ovisna o razini usluge, pa tako paket za 1000 hektara košta 460 EUR-a na godinu, dok onaj s više mogućnosti za istu površinu naplaćuju 1360 EUR-a.

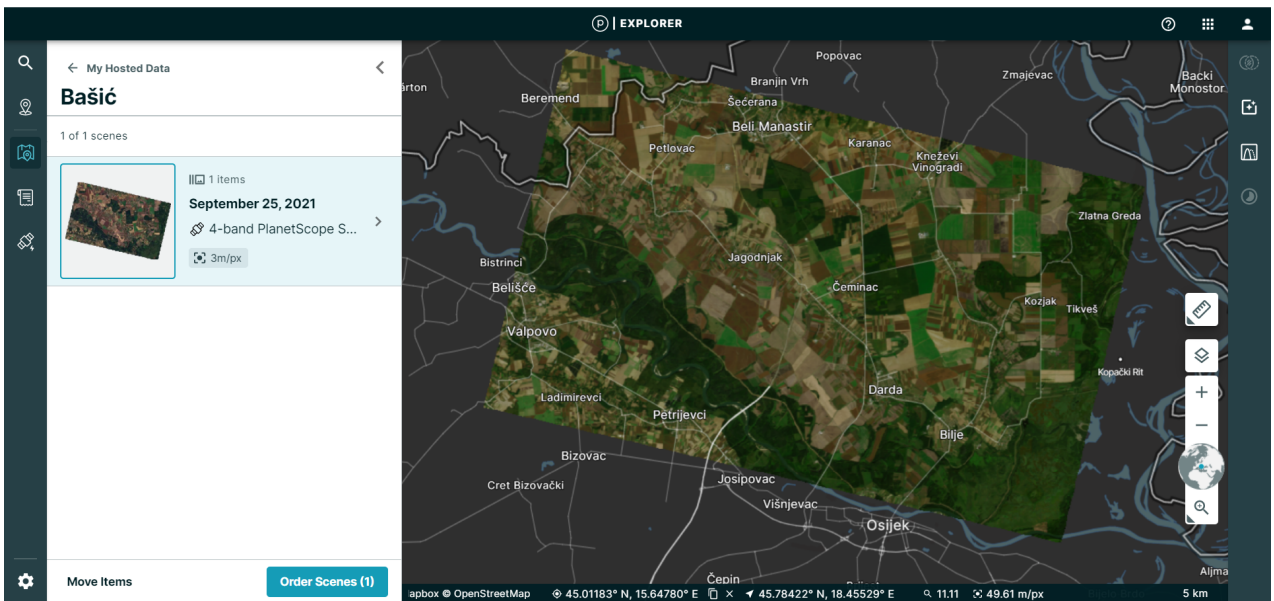
Ne, nismo ovaj ukrajinski sustav uvrstili zbog simpatija ili naklonosti u aktualnim ratnim zbivanjima. Prema viđenom tijekom našeg testiranja, oni zaslužuju najviša mjesta.

I da, uz web aplikaciju dostupna je i mobilna inačica za Google i Apple uređaje.



EOS Data Analytics <https://eos.com/products/crop-monitoring/>

Planet Lab (SAT veliki)



Podatak da je danas u Zemljinoj orbiti više od 200 njihovih satelita jasno opisuje razmjere njihovog utjecaja na ovu scenu.

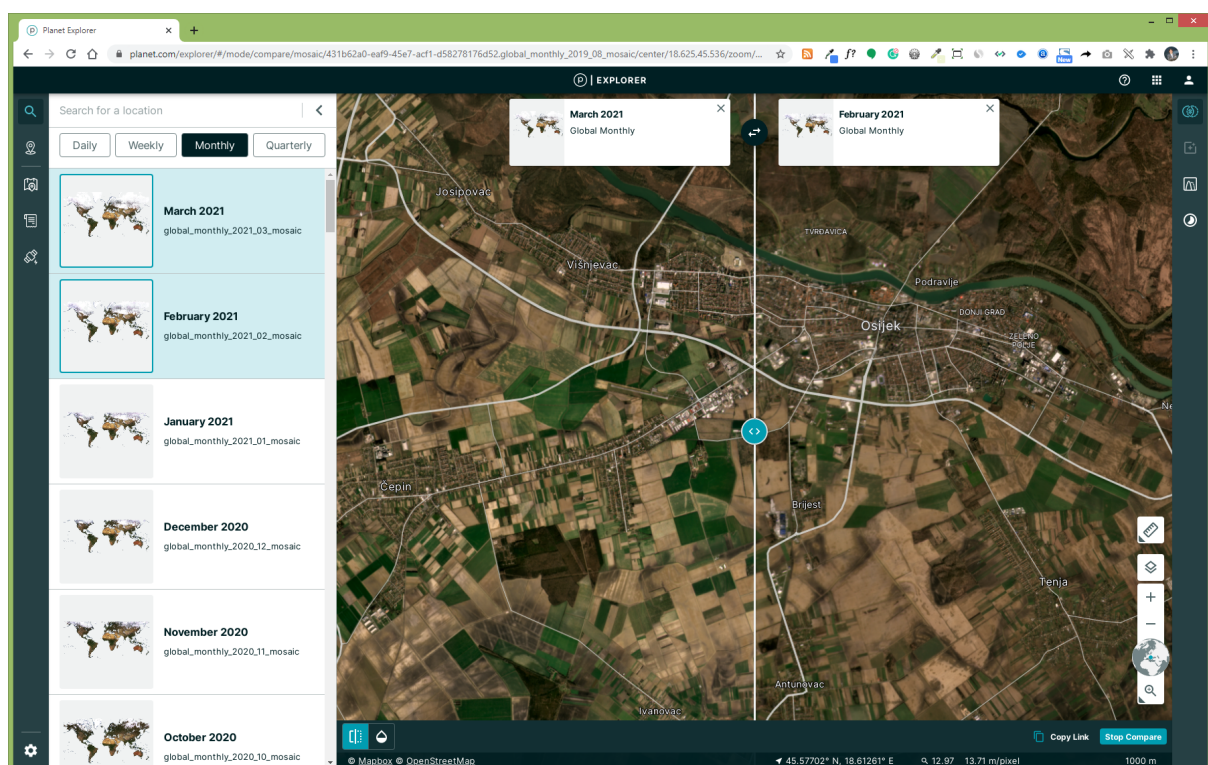
Dvije su konstelacije Planet Laba danas u punoj funkciji. Prva je Dove, mreža koja sadrži više od 200 malih satelita preciznosti 3 metra za najmanju jedinicu zapisa (pixel). Druga je SkySat koji čini 21 satelit razlučivosti 50cm. Ova tvrtka danas u prosjeku dnevno isporuči 1700 fotografija Zemlje iz svemira.

U njihovoj je grupaciji bila i akvizirana RapidEye misija koja je davala zapise 5-metarske rezolucije. Ista je zaključila svoje djelovanje prije dvije godine, ali i danas omogućuje pristup arhivskim zapisima koji datiraju od 2009.

Oni su dakle proizvođači, prva ruka, rekli bismo. No uz svoje fotografije nude i niz alata namijenjenih krajnjem korisniku. Planet Explorer, Planet Stories, Basemaps viewer i Tasking Dashboard njihove su perjanice, kojima su prilično zakomplicirali život prosječnom korisniku, u našem slučaju poljoprivredniku.

Da, oni pružaju razne mogućnosti u domeni opće primjene, ali malo ćete toga na prvu naći za specijaliziranu primjenu na malom poljoprivrednom gospodarstvu. Ova se velika kompanija svojim rješenjima po našem iskustvu nije odlučila približavati prosječnom internet korisniku. Njihov poslovni fokus je drugdje, a uspjeh ne izostaje, budući da njihovih 750 zaposlenih kreira godišnji prihod veći od 113 milijuna dolara.

Budući da je tvrtkama iz 'defence' domene primjena (obavještajna, op.u.) itekako lukrativna djelatnost, bit će zanimljivo pratiti kretanje njihovih prihoda u ovoj i narednim godinama.



Planet Lab <https://www.planet.com/>

Njihov početak vezan je za projekt RapidEye koji je startao 1998 godine, a čiji su sateliti lansirani u orbitu desetak godina kasnije, 2008., u međuvremenu djelovali kao SkyBox, od 2010. su na tržištu pristupni pod današnjim imenom, Planet Lab. Djeluju kroz urede u San Franciscu, Washingtonu i Berlinu.

Procjene kažu da broje 600 zaposlenih, pri čemu generiraju prihod od 60 milijuna dolara. Prema dostupnim podacima kalkulira se da raspolažu s 200 aktivnih satelita različitih namjena, svojstava i generacija.

Može ih se smatrati liderima industrije, što zbog kapaciteta (tehnoloških i kadrovskih) što zbog kvalitete alata koje stavljaju na tržište.

Sinergise - Sentinel Hub, Sentinel Playground (SAT ALL)

Kada je riječ o alatima koji olakšavaju korištenje satelitskih fotografija prosječnom korisniku bio bi grijeh ne spomenuti i slovenski Sinergise.

Ova je tvrtka sa sjedištem u Ljubljani regionalni lider u razvoju online rješenja za korištenje satelitskih zapisa. Nude alate za različite primjene, najčešće u kontekstu ESA i europskog programa Copernicus i Sentinel satelita.

Njihova su rješenja dijelom i sustava domaće administracije (Agencije za plaćanja u poljoprivredi i ruralnom razvoju), koja u podlozi nadzora isplate potpora vrti njihov engine.

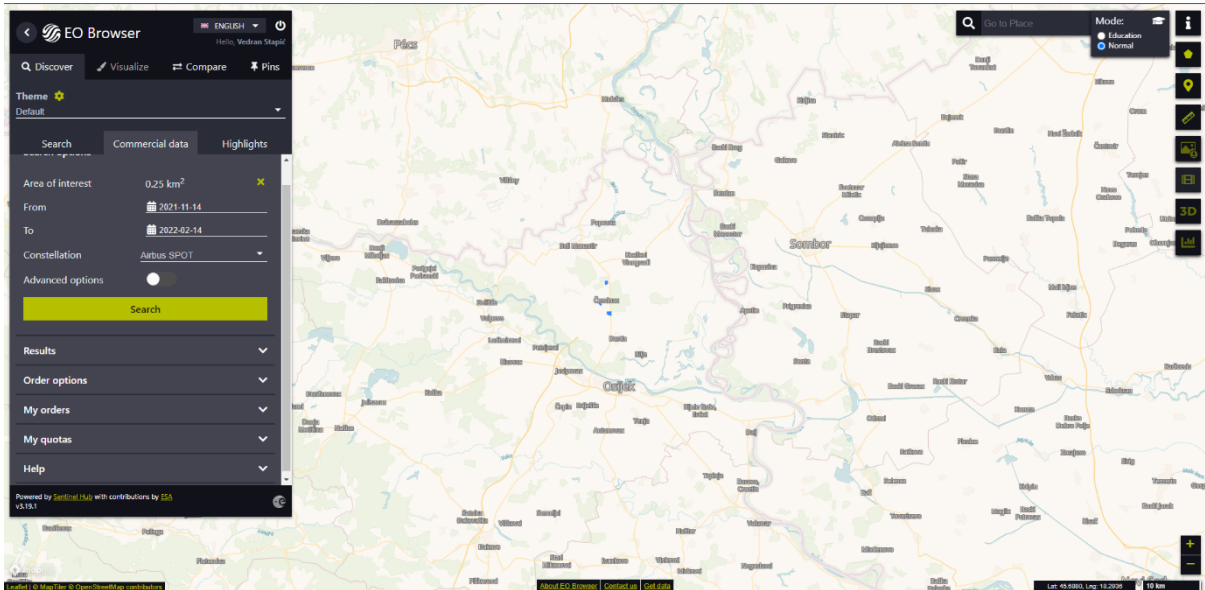
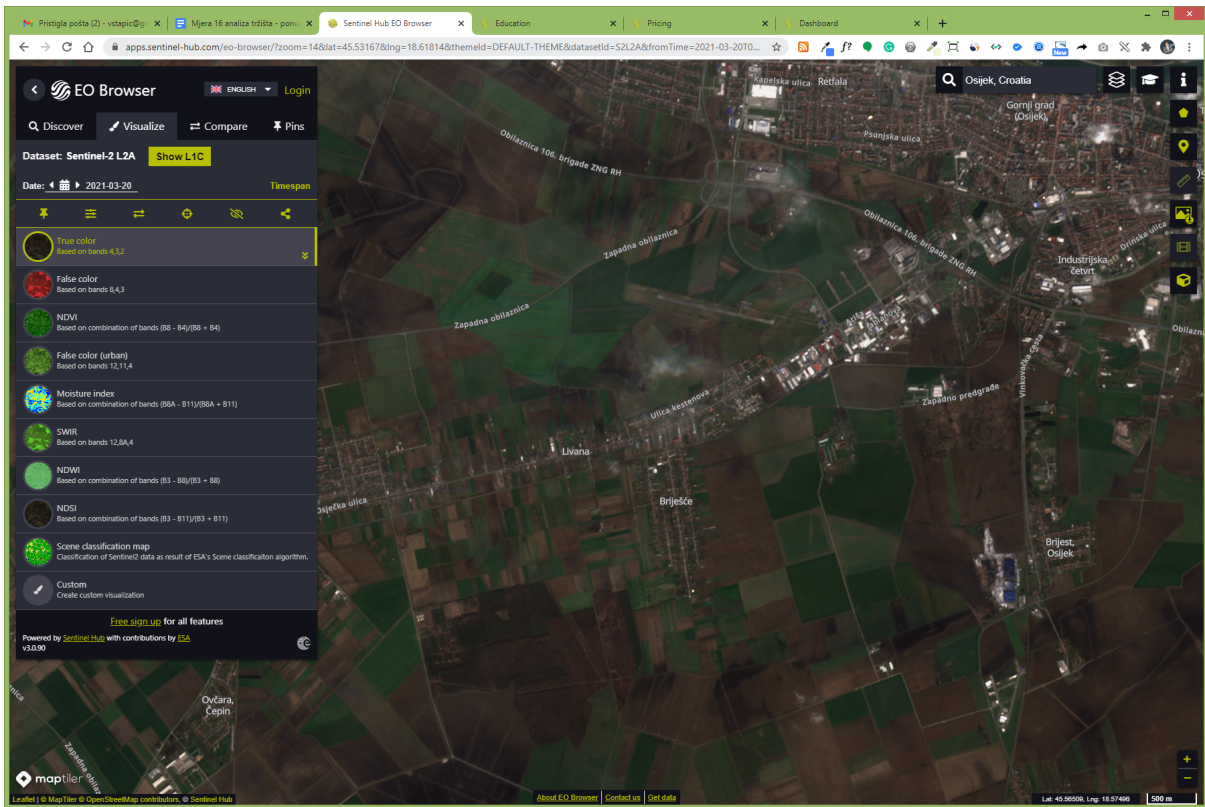
Vrijedi izdvojiti njihov Sentinel Playground - zgodnu platformu za upoznavanje s mogućnostima satelitskih fotografija. Nude više satelita na izbor, uz mogućnosti filtera zapisa kroz definiciju razine naoblake. Besplatan je i pruža različite dodatne opcije.

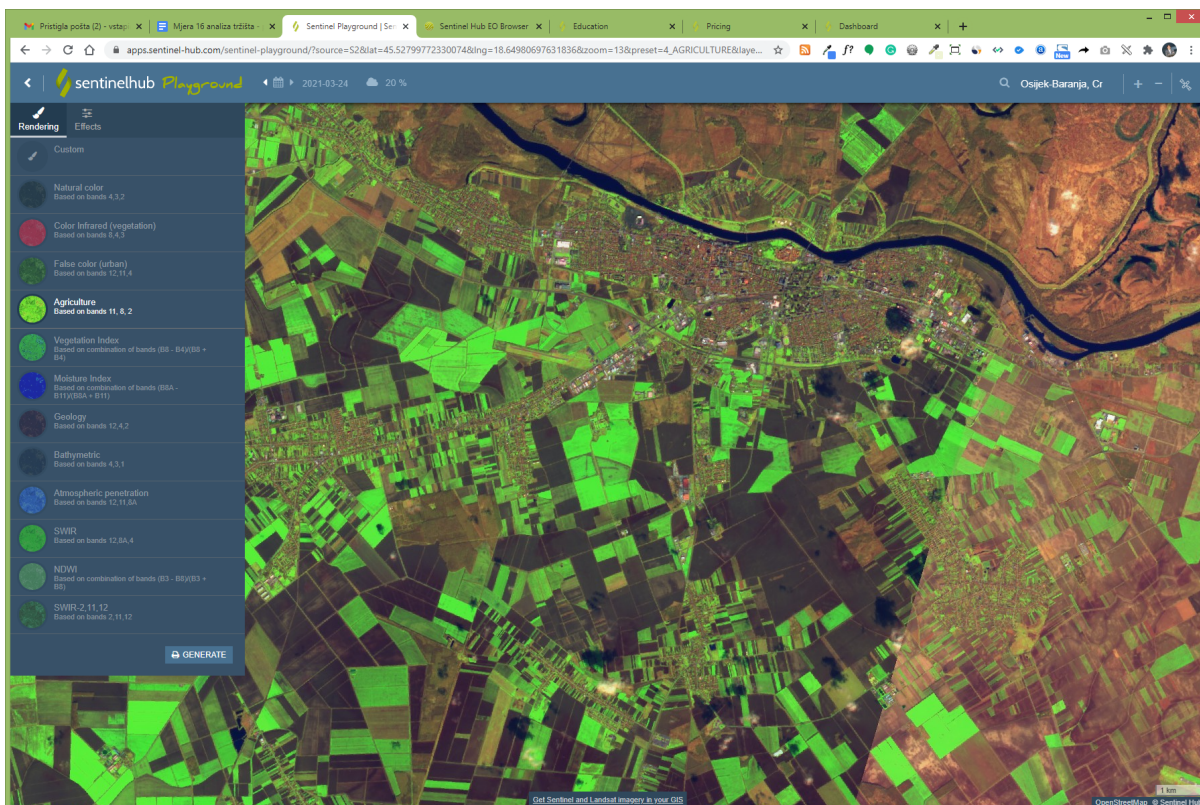
Njihov drugi proizvod, EO browser, nudi više, ali donosi i poteškoće u korištenju. Sučelje traži relativno visoku razinu edukacije korisnika, a ni intuitivnost korištenja mu nije najjača strana.

Dobra je vijest da Sentinel HUB pruža mogućnost aplikativnog pristupa svojim internetskim sustavima, što je i prilično dobro dokumentirano.

Razvili su i alat za direktan rad sa snimkama pod nazivom EO Browser.

Ovu je kompaniju početkom 2023. godine akvizirala tvrtka Planet.





Sentinel HUB njihov je alat za vizualizaciju satelitskih fotografija, dostupan na adresi:

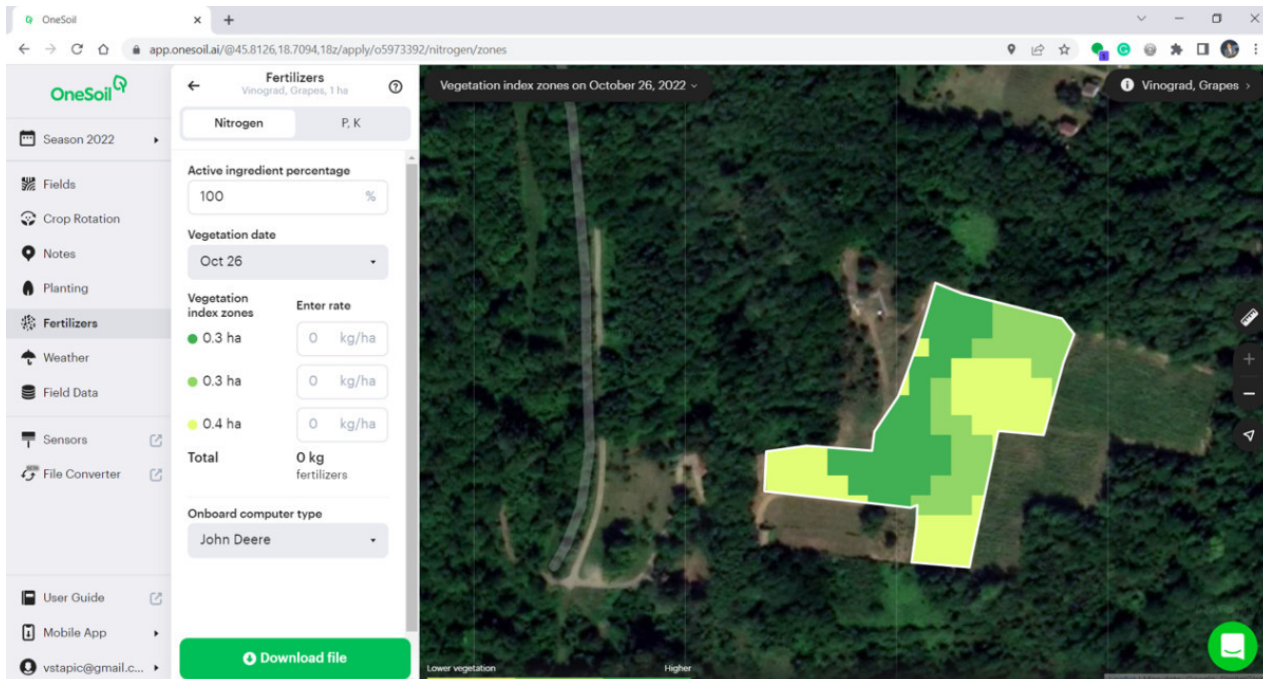
<https://apps.sentinel-hub.com/sentinel-playground/>

OneSoil (SAT mobile)

Ovaj app sa švicarsko-poljskom adresom je prilično daleko dogurao u popularizaciji indeksa i zoniranja kao podloge za preciznu poljoprivredu. A s razlogom imaju prilično korisnika među poljoprivrednicima.

Riječ je o besplatnoj aplikaciji za daljinsko promatranje razvoja usjeva, praćenje vremena i dodavanje bilješki. U web verziji je moguće pregledavati datoteke sa strojeva i izračunavati količine sjemena i gnojiva, baš kao i na mobilnoj aplikaciji. I u drugom smjeru Onesoil omogućuje preuzimanje zona u različitim formatima u ovisnosti o mehanizaciji kojom raspolazete.

Karakterizira ih veliki broj preuzimanja, kao i prilično visoke ocjene korisnika na popularnim trgovinama aplikacija.



OneSoil <https://onesoil.ai/en/>

Što satelitske tehnologije donose budućnosti poljoprivrede i žiteljima ruralnih prostora?

Svakim danom satelitske tehnologije dobivaju značajniju primjenu u razvoju ekonomija i društava, a taj trend nije zaobišao niti agrar. Brojni su razlozi tome, ali da bismo ih jasnije prepoznali, valja pogledati u prošlost i dati kontekst.

Već duže od pola stoljeća razni nam sustavi šalju fotografije Zemlje iz orbite. Prvotno uz pomoć balona i zmajeva, a poslijeratna utrka (WW2) istraživanja svemira između Sovjeta i Amerikanaca rezultirala je satelitima i značajnim ulaganjima u tehnologije te spoznajama u čijim rezultatima uživamo i danas.

Broj različitih satelita raste (astronomski, komunikacijski, navigacijski, meteorološki i dr.) kao i broj onih čija je svrha nadzor i snimanje Zemlje (opservacijski). Posljedično raste i broj tvrtki i organizacija koji se bave obradom i distribucijom nastalih zapisa - fotografija. Tu su dakako i avio snimanja, kao i sveprisutniji dronovi.

Devedesetih godina prošlog stoljeća dolazi do značajnijeg razvoja satelitskih tehnologija u dva smjera. Prvi, predvođen svemirskim agencijama - NASA-om (skraćeno od engl. National Aeronautics and Space Administration) i ESA-om (European Space Agency) koji je išao u smjeru velikih multifunkcionalnih satelita dugoročnih misija, i drugi, privatnih investitora, u smjeru manjih, lakših i specijaliziranih.

Danas je u Zemljinoj orbiti više od 3.372 satelita različitih namjena i gabarita (prema UCSUSA) s različitim rokovima izvršenja zadaća.

Prije su težili tone, a danas ih opisujemo kilogramima. Nekadašnje su misije trajale po 15 godina, dok je danas sve veći broj onih kojima je plan provesti dvije ili tri godine 'gore' na zadatku.

Popis država lidera ove industrije očekivano predvodi SAD, koje potpisuju 56 posto od ukupnog broja svih satelita, a slijedi ih Kina s 12 posto i Rusija s oko pet posto. Sve veća cjenovna pristupačnost dovela je do toga da se povećava popis zemalja koje danas šalju vlastite "šatlove" u Zemljinu orbitu. Svatko s vlastitim budžetima i očekivanjima.



Pogled iz Zemljine orbite na jugoistočnu Europu, izvor Depositphotos/Antartis

Danas tako svjedočimo velikim ulaganjima kapitala u brojne privatne kompanije i čitave nove flote satelita, što je dovelo do smanjenja jediničnih koštanja i još veće pristupačnosti ovih tehnologija u primjeni. Primjera radi, samo tvrtka Planet Labs inc. ima 234 satelita u orbiti, a Elon Musk ispred SpaceX najavljuje izradu i skoro

lansiranje novih 30.000 (!?) za razvoj komunikacije kroz projekt Starlink.

Mnogi su prepoznali mogućnosti koje taj pogled 'odozgo' pruža različitim aspektima života na Zemlji, a i potencijal povrata ulaganja u iste.

Sustav kojega već prilično podrazumijevamo, Globalni položajni sustav - GPS (skraćeno od engleskog Global Positioning System) niz godina mijenja tijekove i u agraru. Tu su i meteorološke informacije proizašle iz satelita koje svakodnevno pomažu predikcijama događaja, a u posljednjem valu dolaze i primjene multispektralnih fotografija i indeksa koji su njihov derivat. Tome je dakako pridonio i trend smanjenja cijene serverskih resursa koje se koriste za skladištenje, obradu i posluživanje podataka prema krajnjim korisnicima.

Temeljem njih možemo računati na čitav niz novih korisnosti na razini jedne farme, gospodarstva. Detekcija promjene može dati informaciju da je nečega previše ili premalo u tlu (hranjiva, vode), da imamo problema sa štetnicima te sugerirati kada je optimalno vrijeme za aktivnosti.



*Fotografija toka rijeke Drave
nedaleko Osijeka
Sentinel HUB, Sentinel,
razlučivost 10m*

Logika govori da rastom kvalitete fotografija raste i mogućnost njihove primjene. Tako danas

pojedine velike farme na američkom kontinentu nadziru stada, gdje se brojno stanje goveda držanih na otvorenom utvrđuje dnevno i automatski, a čovjeka se na teren šalje samo po potrebi.

Paralelno s tim trendom, razvijaju se i druge dostupne online baze podataka o proizvodnji (korisničkog karaktera (npr. eGAP, Agrivi i dr.), strojnih zapisa (traktora, kombajna i drugih uređaja i alata npr. DataConnect) do javnih (npr. katastar, ARKOD, Agronet i dr.)). Kad tome još dodamo sve što donosi IoT 'internet stvari' (engl. Internet of Things) dolazimo do neslućenog broja kombinacija informacija kojima nastaju nove vrijednosti i mogućnosti.

Zato danas osiguravajuća društva lakše rade procjene potencijalnih šteta i analize nastalih - od poplava, suša, požara i drugih nepogoda, a primjera radi, bankari mogu pratiti razvoj stanja u sektoru, radi procjene rizika povrata njihovih plasmana.

Šumari vrlo povoljno i učinkovito nadziru krađe, razvoj bolesti ili pak širenje neke od invazivnih vrsta, a biolozi kvantificiraju utjecaj klimatskih promjena na vegetaciju uopće.

Države i investitori mogu imati vrlo točne regionalne i nacionalne procjene uroda, kao i realnu inventuru stanja usjeva pojedine sezone. Takve informacije već niz godina utječu na formiranje cijene žitarica i uljarica na svjetskim burzama.

Satelitske tehnologije su tu kao sveprisutnija činjenica u raznim modelima - za jedne treba platiti više, za druge manje, a treće su besplatne i smatraju se javnim dobrom. Među potonjim, posebno značajni

nama u europskim zemljama (financirani našim novcem), su Sentinel sateliti iz programa Copernicus (ESA).

Razvojem tehnologije, raste i kvaliteta zapisa. Tako smo od nekadašnjih 50 metara u prirodi za jedan pixsell na ekranu (najmanja jedinica digitalne fotografije) došli na današnjih 30cm, što dakako umnožava mogućnosti korištenja.



*Maxar (DigitalGlobe Inc),
WorldView 2, primjer zapisa
visoke kvalitete razlučivosti
50cm za pixell*

Podataka danas imamo više
no ikada, što stvara još veći
potencijal kreiranja novih
vrijednosti. Vrijednosti koje

donose promjene u sva područja proizvodnje hrane. O kojima stoga valja više učiti.

Koji sateliti danas snimaju Zemljinu površinu?

Ima ih privatnih i javnih, različitih tehničkih mogućnosti i trajanja misije, a zajedničko im je to što svakodnevno prikupljaju podatke, snimaju površinu Zemlje iz njene orbite. Vrlo aktualni u i obavještajnoj zajednici, čemu svjedočimo ovih dana kroz snimke vojnih trupa u ratnim zonama Ukrajine. Mi dakako nećemo ulaziti u njihove špijunske mogućnosti, već ćemo se fokusirati na njihovu primjenu u agraru.

Ovi sateliti kruže svojom putanjom nekoliko stotina kilometara nad nama ispunjavajući svoje svakodnevne zadaće.

Ima ih priličan broj, a izdvajamo najčešće korištene.

Landsat

Projekt Landsat pokrenula je NASA još sedamdesetih godina prošlog stoljeća, a koji se uz pomoć partnera razvija do današnjih dana. Zahvaljujući njima imamo bogate baze snimaka Zemlje unazad 40 godina.

Mnoge su generacije ovih letjelica već prizemljene i izvan funkcije, a kontinuirano ih zamjenjuju nove, suvremenije, a što omogućuje povijesni pregled iste lokacije, što je od velike važnosti za praćenje efekata klimatskih promjena.

Landsat 7

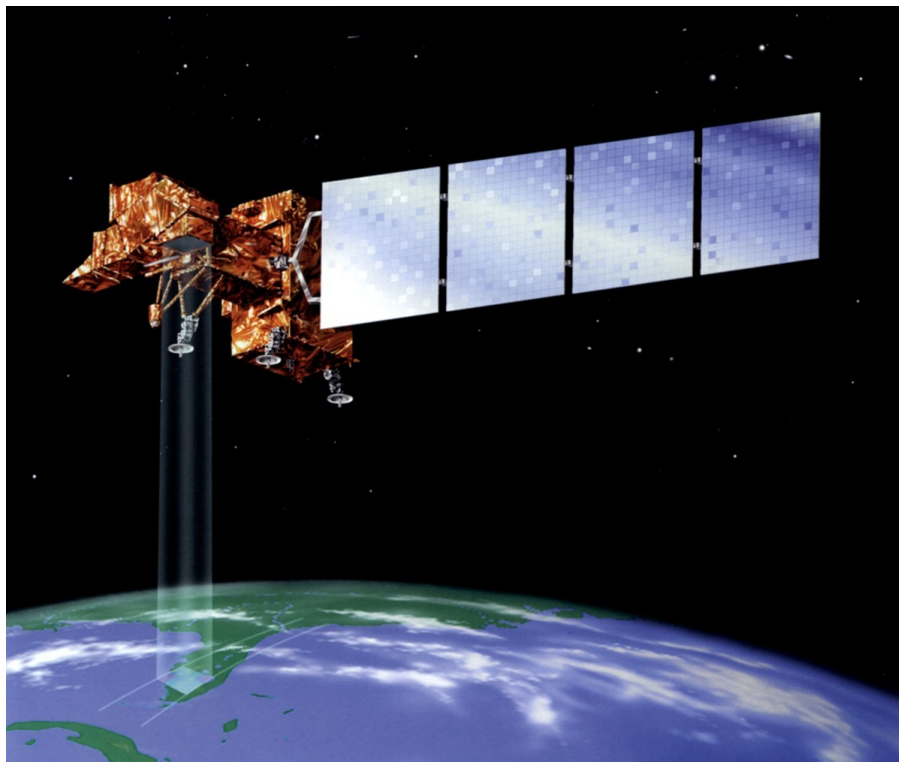
Kraju dugogodišnje misije upravo približava se Landsat 7, lansiran još 1999. koji je snimanja vršio sa 705 km visine praveći krug oko Zemlje za 99 minuta. Trebalo mu je 16 dana da snimi gotovo cijelu površinu globusa.

Teži 2,2 tone, širok je 4,3 metra, promjera 2,8m. Snimao je i slao 8-bitne fotografije, koje su javno dostupne i besplatne od 2008. godine.

Njegov ETM+ senzor bilježio je 8 spektralnih kanala - plava, zelena, crvena, zatim u blisko infracrvenom području i kratkovalno infracrveno zračenje, termalno te srednje infracrveno i pankromatsko. Šest

kanala razlučivosti 30m (30m u prirodi = 1 pixsell zapisa), odnosno 15m kad je riječ o pankromatskom zapisu i 60m termalno.

Zapisi bilježeni ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus) senzorom obuhvaćaju širinu od 183 km, a na temelju čega su dobivene fotografije dimenzija 183 x 170 km.



Landsat 7 lansiran je još 1999 (Izvor: USGS) čija se misija u orbiti bliži kraju

Landsat 8

Njegov nešto kompaktniji nasljednik Landsat 8 (2.1 tona, 3m, 2,4 radijusa) svoju je misiju započeo 2013. s istim ciljem, ali poboljšanom opremom.

Za razliku od prethodnika

nosi OLI (Operational Land Imager) senzor koji bilježi 9 kanala i TIRS (The Thermal Infrared Sensor) senzor koji snima dugovalni infracrveni spektar razlučivosti 100m.

Svakog dana ovaj satelit zabilježi više od 700 kadrova, a i njegove su informacije javno raspoložive za besplatno preuzimanje, za potrebe daljnje obrade i analize.

Sentinel

Misija Europske svemirske agencije (ESA) i partnera Copernicus Sentinel-2 sastoji se od para satelita čiji je zadatak snimanje površine Zemlje, a koje se odvija s prosječne visine 786 kilometara, pri čemu uz pomoć teleskopa osigurava radni zahvat širine 290 kilometara.

Uz snimanje poljoprivrednih površina, u funkciji su nadzora i klasifikacije zemljišnog pokrova i kvalitete vode te pomoći u upravljanju izvanrednim situacijama.

Trenutno su dvije generacije aktivne u orbiti. Prva oznake Sentinel-2A lansirana 2015, dok je druga Sentinel-2B svoj svemirski put započela dvije godine kasnije, 2017. Njihov nasljednik, Sentinel-2C na rasporedu je za lansiranje tijekom 2024. godine.

Svaka od letjelica ove misije teži 1,2 tone i ima planirani vijek trajanja nešto duži od 7 godina.

Na sebi nose optičko-elektronske senzore (MSI) razlučivosti od 10 do 60 metara u vidljivom spektru, ali i blisko infracrvenom, kratkovalnom infracrvenom kroz 13 različitih spektralnih kanala.

Karakterizira ih desetodnevni ciklus obilaska globusa, a budući da djeluju u paru, s pomakom u orbiti od 180 stupnjeva, svakih 5 dana donose zapis s istog mjesta.

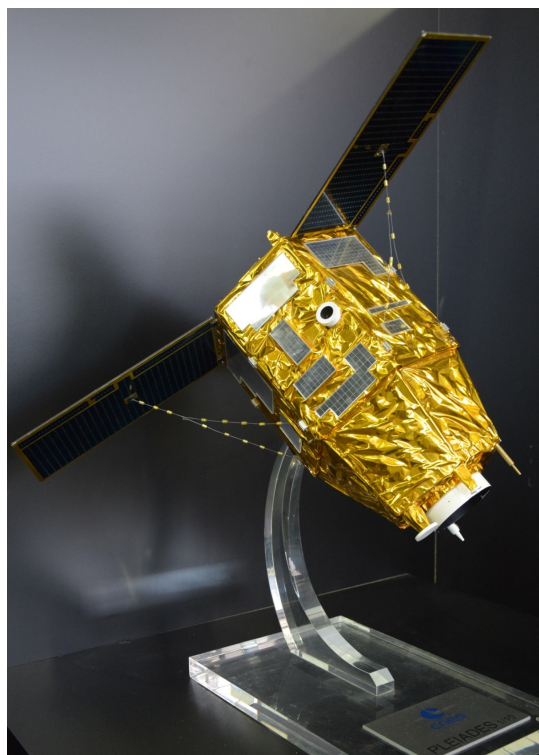
Njihovi podaci su odlukom Europske komisije javno dobro i besplatno dostupni svim zainteresiranim stranama.



Na sebi nose optičko-elektronski senzore (MSI) (Izvor: Copernicus)

Pleiades

Ova konstelacija satelita dolazi iz francusko-talijanskog programa ORFEO, dizajnirana je za vojne i civilne svrhe, a danas je u sastavu Airbusa.



Pléiades 1A lansiran 2011. i Pléiades 1B, godinu kasnije, djeluju na 694km visine sa širinom radnog zahvata od 20 kilometara.

Isporučuju dnevnom frekvencijom zapise 50cm razlučivosti monokromatski i 2m multispektralno, a što otvara prostor primjene u domeni precizne poljoprivrede.

Djeluju u istoj orbiti sa SPOT 6/7 satelitima s kojima tako čine konstelaciju.

Dizajnirana je za vojne i civilne svrhe (Izvor: Wikipedia)

Pléiades Neo

Od 2021 godine, Airbus Intelligence pokrenuo je novu konstelaciju sazdanu od 4 dodatna satelita pod nazivom Pléiades Neo razlučivosti 30cm, velikih mogućnosti primjene.

Oni dnevno snime 2 milijuna kvadratnih kilometara površine Zemlje s visine od 620km, a iz koje planiraju djelovati narednih 10 godina.

SPOT sateliti

Njihovi počeci datiraju u 80-e godine prošlog stoljeća, kada je SPOT 1 poslao prve snimke u bazu u Toulouseu. Riječ je o projektu Francuske svemirske agencije, koja je uz pomoć belgijskih i švedskih kolega razvila satelitsku letjelicu lansiranu 1986. Od tada se nižu nasljednici, da bi danas svjedočili zapisima aktivne 6. i 7. generacije.

Sateliti ove konstelacije imaju radni zahvat od 60 kilometara, a svaku lokaciju na Zemlji snime svakih 26 dana. Prosječno dnevno isporuče zapise površine 3,6 milijuna kvadratnih kilometara, a trajanje misije planirano je do 2024. godine. Opremljeni su NAOMI snimačima baziranim na Korsch tehnologiji teleskopa.

SPOT 6

Dizajniran da radi minimalno 10 godina, SPOT 6 lansiran je 2012. i svakodnevno dostavlja zapise



rezolucije 1.5 metara za pixsell.

Monokromatski, RGB i blisko infracrveno.

Satelit Spot 6 Lansiran je 2012. (Izvor: AIRBUS)

SPOT 7

U Zemljinu orbitu krenuo dvije godine kasnije od svog starijeg brata, 2014.

godine, a koncem je iste godine prodan Azerbajdžanskoj svemirskoj agenciji Azercosmos, koja ga je preimenovala u Azersky.

KOMPSAT

Ove južnokorejske višenamjenske satelite KOMPSAT razvio je KARI (Korea Aerospace Research Institute), čije smo prve snimke iz orbite primili još 1999. godine. Danas su aktivne druga i treća generacija, KOMPSAT 2 lansirana 2006. iz Rusije i KOMPSAT 3 koji je svoj put započeo 2012. godine iz Japana.

KOMPSAT 2 (Arirang-2)

Letjelica Kompsat 2 teži 800 kg, radijusa 1.85 m i visine 2.6 m (6.8 m raširenih) djeluje na visini od 685 kilometara.

Bilježi 5 kanala RGB + NIR (razlučivosti 4 metara) i monokromatski (razlučivosti 1 m), širine radnog zahvata snimanja od 15 kilometara.

Prvotno planirani radni vijek do 2015. godine je produžen, ali s drugom namjenom. Tako da se ovaj satelit danas koristi za istraživačke svrhe, dok nasljednici nastavljaju njegovu prvotnu ulogu.



Letjelica Kompsat 2 teži 800 kg (Izvor: Wikipedia)

KOMPSAT 3

Poboljšana verzija prethodnika, bilježi 5 kanala RGB + NIR (razlučivosti 2,8 metara) i monokromatski (razlučivosti 70 cm), širine radnog zahvata snimanja od 15 kilometara. Globalnu pokrivenost osigura u mjesec dana

rada, a vrijeme ponovnog posjeta je kod ovog satelita na razini 1,4 dana.

SuperView-1

Konstelaciju SuperView-1, odnosno Gaoling-1 čine kineski sateliti kojom upravlja tvrtka Beijing Space View Tech Co Ltd, a koja ujedno i distribuira njegove zapise na tržište.

Prve dvije letjelice ove serije lansirane su koncem 2016., dok su im se još dvije pridružile godinu dana kasnije. Projektirane i dizajnirane tako da rade kroz 8 godina na visini od 530 kilometara iznad površine Zemlje, radnog zahvata 12 kilometara.

Ovi sateliti teže 560 kilograma i prvi su kineski proizvod ove klase iznimno visoke razlučivosti. Uz dva seta solarnih panela opremljeni su sa sensorima razlučivosti 50cm monokromatski i 2 m multispektralno, 60 x 70 kilometara dimenzija pojedine scene odnosno snimke.

Svaki od njih dnevno snimi 700.000 kilometara kvadratnih Zemljine površine.

WorldView

Komercijalni sateliti tvrtke Maxar (nekadašnji DigitalGlobe) sa snimanjima zapisa visokih rezolucija u svemirskoj misiji startali su 2007. godine satelitom WorldView -1, a danas u orbiti imaju 4 satelita u ovoj konstelaciji.

U današnjim ratnim izvještajima iz Ukrajine, često u medijima vidimo upravo njihove fotografije.

WorldView-1

Satelit WorldView-1 mase 2,5 tona, gabarita 3.6 x 2.5 metara lansiran je 2007. Unatoč planiranom trajanju misije od 7,25 godina, on je još uvijek u orbiti i šalje informacije u središte tvrtke Maxar. Snima s visine od 496 kilometara pankromatski rezolucijom od 50cm, širine zahvata 17.6 km. Uz deklarirano vrijeme ponovnog posjeta 1,7 dana kadar je prikupiti informacije s površine od 750.000 kvadratnih kilometara svakoga dana.



WorldView-1 još uvijek šalje informacije iz orbite (Izvor: Maxar)

WorldView-2

WorldView-2 lansiran je 2009, a u usporedbi s prethodnikom donosi poboljšane senzore - 0,46m monokromatski i s 8 multispektralnih

kanala, 4 standardna (RGB i NIR) te 4 nova za različite analize. Unatoč većoj masi (2,8t) ima i poboljšana svojstva agilnosti, pa tako dnevno kreira zapise s površine od 1 milijun kvadratnih kilometara s visine od 770 kilometara, radnog zahvata 16,4 kilometara. Njegova frekvencija ciklusa traje 1,1 dan.

WorldView-3

S ovim satelitom došlo je i do novog pomaka u kvaliteti fotografija. S rezolucijom od 31 cm ovaj Maxarov satelit zasjeo je na prvo mjesto poretka komercijalnih, a što je donijelo mnoštvo novih mogućnosti. Primjera radi, uz pomoć snimaka s WorldView-3 znanstvenici su radili inventuru jedinki afričkih slonova.

Uz pankromatsku rezoluciju od 31cm, donosi i 1,24m multispektralno, 3,7m kratkovalno infracrveno i 30m razlučivosti CAVIS (skraćeno od engl. Clouds, Aerosols, Vapors, Ice, and Snow, a prevedeno oblaci, aerosol, plinovi, led i snijeg).

Lansiran 2014. u orbitu na 617 kilometara iznad Zemlje, dnevno snimi 680.000 km² površine.

Njegov nasljednik WorldView-4 vrijedan 835 milijuna USD (GeoEye2) sličnih osobina svoju je misiju završio prije planiranog, zbog kvara na opremi.

Ključni događaji na OPG-ovima

Sve aktivnosti vegetacijske sezone pojedinih OPG-ova evidentirane su putem eGAP aplikacije za dokumentiranje poljoprivredne proizvodnje, a ključni su događaji izdvojeni u tablici ispod. S ciljem analize mogućnosti usporedbe - uočavanja promjene na zapisima.

Proizvođači su bili aktivnim sudionicima projekta, od evidentiranja vlastitih radnji, preko evaluacije uže izabranih rješenja, do rada i ocjene u finalno izabranom sustavu. Bilo ih je troje kroz cijelo trajanje projekta, svaki u svojoj ulozi prema proizvodnoj specijalizaciji - u ratarstvu, voćarstvu i vinogradarstvu.

OPG Gerštmajer Zelember Ivan, vinogradari (Zmajevac)

Zmajevac 1641 (0,29ha)

Vinova loza, Cabernet Sauvignon

Ovaj mladi baranjski agronom osvojio je prestižno treće mjesto u nacionalnom izboru za najboljeg mladog poljoprivrednika. On je četvrta generacija vinogradara i vinara u poznatoj obitelji Gerštmajer koji u Zmajevcu planira nastaviti tradiciju predaka. Dijelom je operativne skupine kao predstavnik vinogradara.



No	Aktivnost	Razdoblje
1	Rezidba	21. siječnja 2021.
2	Zaštita	30. travnja 2021.
3	Malčiranje	7. i 8. svibnjaj 2021.
4	Uvlačenje loze u srednju žicu	20. lipnja 2021.
5	Vršikanje	9. srpnja 2021.
6	Malčiranje	30. kolovoza 2021.
7	Odstranjivanje lišća u zoni grozda	1. do 5. rujna 2021.
8	Berba	12. prosinca 2021.



Ivan o satelitskim tehnologijama i EOS aplikaciji

Smatra da projekt doprinosi povećanju upotrebe satelitskih i njima sličnih servisa. Dodaje da vidi dva problema kod starije generacije poljoprivrednika: nedovoljnu zainteresiranost zbog tradicionalnog

pristupa poljoprivredi (s djeda na oca, s oca na sina...) i neznanje, što je rezultat slabe informiranosti i educiranosti.

Ivan je mišljenja da mu upotreba satelitskih fotografija i online alata može biti od ogromne koristi, kao i onima koji ih znaju koristiti, jer je moguće pratiti stanje u vinogradima te uočiti promjene i na vrijeme reagirati. Kombinacijom satelitskih fotografija i informacija o količini i dinamici oborina, temperaturama, vegetacijskim indeksima može se doći do određenih zaključaka i bez obilaska polja, u ovom slučaju vinograda, rekao je ovaj mladi vinogradar.

Opcija povezivanja servisa s lokalnom meteorološkom stanicom pruža mogućnost prihvaćanja još preciznijih podataka. Iako su ovakvi satelitski servisi namijenjeni promatranju većih poljoprivrednih površina moguće je pratiti situaciju u vinogradima, njegovo je iskustvo temeljem realizacije projektnih aktivnosti.

Testirao je fotozapise na svom najvećem vinogradu gdje ima 5 sorti vinove loze i kazuje da se točno uz pomoć vegetacijskih indeksa vide razlike, jer su neke sorte bujnije i imaju više zelene mase, a i dozrijevaju u različito vrijeme. Također, vidljive su promjene unutar vinograda koji mogu uzrokovati suša, višak oborina, pojava bolesti, štetnika i korova ili nepravilna gnojidba. Ono što trenutno satelitski servis EOS prikazuje je uistinu stvarna situacija u vinogradu i vrlo je precizan, govori Ivan.

Smatra da cijena korištenja ovih servisa nije velika, iz njegove je perspektive veći problem nedostatak vremena jer je kao vinogradar zauzet radovima u vinogradu. Koristi razne alate, ali još uvijek daje prednost obilasku svojih nasada i pregledu situacije uživo. "Ukoliko želimo da se postotak poljoprivrednika koji koriste ovakve tehnologije poveća moramo zasigurno početi više o tome pričati i pisati", istakao je ovaj vinogradar nakon analize.

On koristi i mobilnu aplikaciju koja je povezana s lokalnom meteo stanicom na lokaciji vinograda. Putem nje uz pomoć informacija o temperaturi i vlažnosti zraka može zaključiti kada je pravo vrijeme za obavljanje zaštite, folijarne gnojidbe i sl.

Ivan o finalno izabranom rješenju (EOS):

Zadovoljan je količinom zapisa, frekvencijom ažuriranja snimki, ali kaže kako bi volio imati pristup fotografijama veće rezolucije. Servis pruža osnovne meteo podatke, ali povezivanjem s meteo stanicom on dobija više informacija o vlažnosti tla i lista što mu pomaže pri određivanju pogodnog trenutka za aktivnosti. Kaže da mu vegetacijski indeksi koriste pri praćenju stanja u vinogradima. Napominje kako je vrlo dobro što ova aplikacija ima dnevnik aktivnosti koji je sličan eGAP-u u kojem je moguće voditi evidenciju radova. EOS je po njegovom sudu pregledan i može se prilično lagano snaći svatko tko je informatički pismen.

<https://www.agroklub.com/agrogalerija/opg-ivan-gerstmajer-zelember-13335/>

OPG Omazić Matej, ratari (Darda)

Atar 8 (0,6 ha)

Ratarski usjev: kukuruz

Ovaj baranjski ratar iz okolice Darde obrađuje 100 hektara oranica na kojima uzgaja razne žitarice i uljarice, ali posao širi i u drugim srodnim djelatnostima. U operativnoj skupini zastupa ratarstvo.



No	Aktivnost	Razdoblje
----	-----------	-----------

1	Gnojidba (Urea)	22. ožujka 2021.
2	Sjetva	25. travnja 2021.
3	Zaštita	26. svibnja 2021.
4	Kultiviranje	15. lipnja 2021.
5	Gnojidba (Nitron)	21. lipnja 2021.
6	100 mm oborina	17. srpnja 2021.
7	Žetva	20. listopada 2021.



Matej o satelitskim tehnologijama i EOS aplikaciji

Smatra da projekt pomaže povećanju svijesti o važnosti ovakvih alata, pogotovo u preciznoj poljoprivredi gdje u kratkom vremenu možemo dobiti mnoštvo korisnih informacija. Svjestan je trenutne globalne situacije s aspekta proizvodnje i distribucije hrane te rasta stanovništva te tu vidi važnost satelitskih servisa koji bi mogli pomoći unaprijediti poljoprivrednu proizvodnju po formuli: viši prinosi po jedinici površine.

Kao nedostatak primjećuje da je sve na engleskom jeziku što može stvarati probleme starijim poljoprivrednicima koji se odluče okušati u korištenju sličnih alata. Vjeruje da će se sa smjenom generacija u poljoprivredi dogoditi 'boom' u korištenju svih digitalnih alata. Primjećuje da se u našem agraru dosta modernizira mehanizacija, ali još uvijek se premalo priča o satelitskim servisima i njihovom potencijalu.

Primjena ovakvih alata u ratarstvu olakšava poljoprivredniku posao jer i bez odlaska u polje može pratiti stanje usjeva, pogotovo u ključnim trenucima tijekom vegetacijskog razdoblja poput kritičnih faza kada može doći do pojave bolesti, štetnika, a također se može pratiti dinamika dozrijevanja usjeva. Konkretno, Omazić ima preko 40 parcela koje mora obići i pregledati, a s ovakvim servisom taj posao puno brže obavi. Ponekad se pojava bolesti i štetnika ne uoči na vrijeme, a s ovakvim servisom to je moguće jer dobiva nove snimke svakih 2-3 dana te uz pomoć vegetacijskih indeksa može primijetiti promjene u oazama na parceli.

Uspoređivao je situaciju na vlastitim usjevima s podacima koje pruža satelitski servis i zaključio da je alat točan i precizan. Osim satelitskih snimki i vegetacijskih indeksa kaže da su precizni podaci i o temperaturama i oborinama. Jedan dan u fazi cvatnje pšenice prema podacima s lokalne meteorološke stanice palo je 50 mm oborina što je pokazao i izabrani servis. Opetovano naglašava da sve te informacije mogu poljoprivredniku olakšati i pomoći pri odluci kada krenuti s aktivnosti poput obrade tla, sjetve, zaštite, žetve i sl.

Govoreći o troškovima korištenja ističe da niti nije potrebno kupovati cjelogodišnju licencu. Iz njegove perspektive bolje je obnoviti licencu u mjesecima kada nastupaju ključne faze koje će kasnije odrediti visinu i kvalitetu prinosa. Kao primjer navodi uzgoj strnih žitarica, pšenice i ječma, gdje se vegetacija tijekom zime na nekoliko mjeseci zaustavi te tada nije potrebno pratiti satelitske snimke, pogotovo ako je na žitaricama snježni pokrivač.

Koristi KWS-ovu aplikaciju za mobilni telefon, alat koji odrađuje zoniranje polja te pokazuje potencijal svakog. Smarta ga korisnim, jer mu olakšava donošenju odluka.

Matej o finalno izabranom rješenju (EOS):

Navodi da njemu koristi ovakav servis jer zna engleski i vrlo lako se snalazi pri analiziranju podataka s EOS-a. Pozitivnim vidi frekvenciju snimaka, povezivanje s meteo stanicama i dnevnik aktivnosti. Misli da su izgled sučelja, kao i brzina učitavanja zadovoljavajući i dodaje da nije primijetio greške u sustavu. Također ističe kako satelitski servis EOS posjeduje mogućnost zoniranja polja te je to moguće primijeniti u preciznoj poljoprivredi kod varijabilne sjetve, gnojidbe i dr.

<https://www.agroklub.com/agrogalerija/opg-matej-omazic-darda-13334/>

OPG Bašić, voćari (Čeminac)

Darda kruške 1 (1,81 ha)

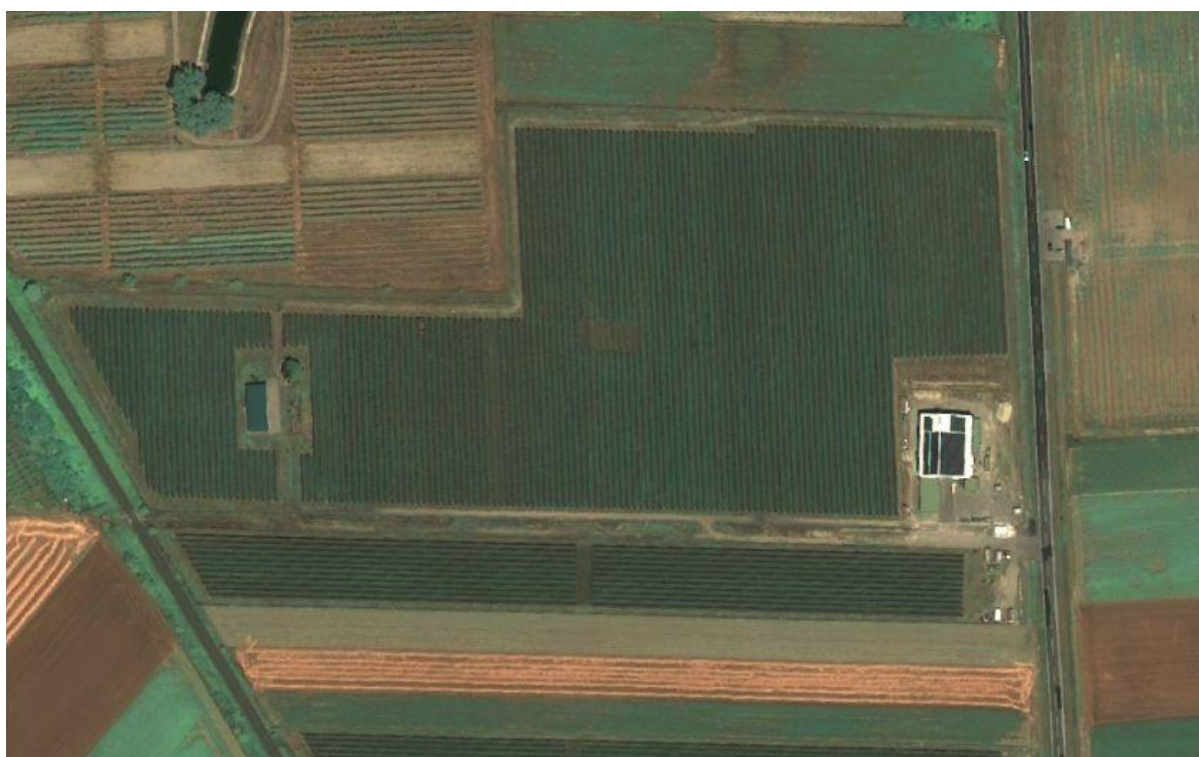
Voćnjak: Kruške

Njihovi voćnjaci jabuka i krušaka nalaze u baranjskoj općini Čeminac. Ovi su voćari uz podršku EU sredstava nedavno nasadima pridružili skladišne i logističke kapacitete kao i ULO hladnjaču u kojima plodovi čekaju optimalno vrijeme trženja.



No	Aktivnost	Razdoblje
----	-----------	-----------

1	Rezidba	26. 27. i 28. siječnja 2021.
2	Malčiranje	16. veljače 2021.
3	Košnja	21. travnja 2021.
4	Košnja	15. lipnja 2021.
5	Navodnjavanje	11. srpnja 2021.
6	Košnja	13. kolovoza 2021.
7	Berba	23. kolovoza 2021.
8	Gnojidba	24. rujna 2021.



Mirta o satelitskim tehnologijama i EOS aplikaciji

"Uloga nas proizvođača na projektu bila je među ostalim bilježiti aktivnosti u eGAP-u koje su se događale na našim parcelama, u mom slučaju u voćnjacima kako bi mogli istražiti vide li se promjene putem satelitskih servisa", uvodno je istakla Mirta Jelušić, kći vlasnice OPG Vesna Bašić koja je u projekt bila uključena ispred obitelji.

Projekt analize tržišta satelitskih tehnologija smatra od iznimne važnosti 'jer dosta ljudi danas još uvijek nema nikakve informacije' o njima. Stoga, smarta Mirta, ovu temu treba potencirati i težiti ka tome da projektne spoznaje dopru do što većeg broja ljudi.

Satelitski servisi i foto snimke iz orbite poljoprivrednih površina pružaju korisne informacije poljoprivredniku, naglašava i dodaje da je potrebno proći educiranje prije samostalnog "klikanja" po servisima. Ističe da oni korisniku donose mnoštvo informacija, ali te iste malo ili ništa znače ako nemaju znanje o vegetacijskim indeksima, čemu oni služe i sl. Tome će svakako doprinijeti dokumenti koji su pisani i vidljivi na portalu Agrokluba, zabilježila je Mirta.

Ona je ustanovila kako fotografije iz satelita u voćarstvu jesu primjenjive, iako bitno manje nego u ratarstvu. Ističe da im trebaju fotografije više rezolucije kako bi se bolje vidjele promjene u mikrolokacijama voćnjaka. Kao izazov ističe male parcele, koje u kombinaciji sa slabijim rezolucijama fotografija, daju nisku razinu korisnosti. Razlike u sortama i starosti nasada se jasno uočavaju, međutim na satelitskim snimkama voćnjaka koji je nastradao od leda nisu se vidjele promjene, notirala je Mirta.

Vezano za eventualnu kupnju licenci i plaćanje sličnih servisa u perspektivi Mirta kazuje kako trenutno ne bi plaćala jer ne zna analizirati informacije koje joj pruža satelitski servis EOS, ali bi voljela proći kroz nekakav oblik edukacije. Također, s obzirom da ne posjeduje modernu mehanizaciju koja se može u kombinaciji s ovim podacima primjenjivati u preciznoj poljoprivredi, smatra da nema previše koristi od takvih informacija.

Mirta o finalno izabranom rješenju (EOS):

Brzina sustava i izgled sučelja su zadovoljavajući. Smatra da se bez edukacije ne može koristiti servisom. Primjerice, tu su vegetacijski indeksi, ali ih ne razumije. Zaključuje da je servis prvenstveno namijenjen većim proizvođačima, odnosno upotrebljiviji je na većim parcelama, prije svega u sektoru ratarstva.

<https://www.agroklub.com/agrogalerija/jabuke-i-kruske-opg-vesna-basic-13333/>

Ključni termini

Tijekom provedbe projekta susretali smo se s mnogim stranim tehničkim izrazima. Ovdje smo izdvojili neke od njih, koje vidimo kao nezaobilazne, za sve one koji će se doticati ove tematike.

Prostorna razlučivost 'Spatial resolution'

Veličina najmanjeg elementa vizualnog prepoznavanja zabilježenog senzorom u prirodi, a kada se svede na najmanju jedinicu ekrana - pixel. Najčešće izražen u metrima odnosno centimetrima.

Prema veličini razlučivosti (rezolucije) možemo ih dijeliti na:

- niske, veće od 50 metara pixel
- srednje, 10 do 30 metara pixel
- visoke, 30 cm do 5 metara pixel

Niske i srednje

- Prednosti: dostupnost, cijena i povijest zapisa (od 80-ih)
- Nedostatak: razina detalja

Visoke

- Prednosti: razina detalja
- Nedostaci: troškovi, manje površine i manja dostupnost

Frekvencija osvježavanja 'Revisit (or refresh) rate'

Podatak označava koliko je se često osvježava zapis za istu lokaciju, učestalost (frekvencija) snimanja iste točke.

Spektralni kanali 'Spectral bands'

Senzori kojima se prikupljaju podaci (snimke) snimaju različite kanale spektra. Od onih ljudskom oku vidljivog područja (RGB) do onih izvan njega.

Kut snimanja 'Off-Nadir'

U ovisnosti od kuta snimanja Zemljine površine razlikujemo okomite zapise (0 - 3 stupnja nagiba izvora u odnosu na površinu Zemlje) do onih kosih (i do 45 stupnjeva).

Zanimljivi sadržaji

Tijekom istraživanja tržišta internetskih servisa i alata na bazi satelitskih fotografija pronašli smo i brojne korisne i zanimljive sadržaje, evo nekih on njih:

Alan S. Belward Jon O. Skøien

Who launched what, when and why; trends in global land-cover observation capacity from civilian earth observation satellites

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924271614000720#f0025>

UCS Satellite Database

<https://www.ucsusa.org/resources/satellite-database>

50 years of Earth Observation

https://www.esa.int/About_Us/ESA_history/50_years_of_Earth_Observation

List of Earth Observation Satellites

https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Earth_observation_satellites

Machine Learning for Earth Observation

<https://radiant.earth/blog/2023/05/planet-led-rapidai4eo-consortium-releases-one-of-the-largest-earth-observation-training-datasets-for-machine-learning-applications/>

Andrew J. Tatem, Scott J. Goetz, Simon I. Hay

Fifty Years of Earth-observation Satellites

<https://www.americanscientist.org/article/fifty-years-of-earth-observation-satellites>

Anne Hale Miglarese

Observing the Earth, Fueling Global Development Solutions

<https://medium.com/radiant-earth-insights/observing-the-earth-fueling-global-development-solutions-1c69fd5632bc>

Advancing the science of corn forecasting

<https://medium.com/descarteslabs-team/advancing-the-science-of-corn-forecasting-350603e3c57f>

Pierre Markuse

Satellite Image Guide for Journalists and Media

<https://pierre-markuse.net/2018/12/18/satellite-image-guide-for-journalists-and-media/>

Anusuya Datta

Using satellite imagery for journalism? Here's a beginner's guideline

<https://www.geospatialworld.net/blogs/using-satellite-imagery-for-journalism-a-beginners-guideline/>

Toby McIntosh

10 places to get free satellite images for investigative journalists

<https://www.geospatialworld.net/blogs/free-satellite-images-for-investigative-journalists/>

Što su vegetacijski indeksi?

<https://www.satpalda.com/vegetation-indices>

<https://www.satimagingcorp.com/applications/natural-resources/agriculture/>

Christopher Beam

Soon, satellites will be able to watch you everywhere all the time

<https://www.technologyreview.com/2019/06/26/102931/satellites-threaten-privacy/>

Shelby Brown

Satellite surveillance may be less of a privacy concern than you think -- for now

<https://www.cnet.com/science/turns-out-satellite-surveillance-only-sounds-like-a-major-privacy-concern/>

Mogućnosti primjene satelita u poljoprivredi

Današnji satelitski servisi pružaju mnoštvo informacija poljoprivrednicima, znanstvenicima, poduzetnicima i vladama. Pomoću satelita koji su u orbiti gotovo pola stoljeća mogu se pratiti i analizirati događaji i promjene u bilo kojem kutku Zemlje pa time i na poljoprivrednim površinama.

Možemo pratiti promjenu uslijed djelovanja ljudske populacije ili same prirode. Upotrebom satelitskih servisa farmeri danas mogu detektirati suficit ili deficit hraniva ili vode u tlu, uočiti probleme koje donose štetnici - što je na tragu smanjenja troškova i povećanja prinosa po jedinici površine.



Detektiranje stanja tla (Izvor: eos.com)

O kvaliteti i frekvenciji zapisa ovisi i mogućnost njihove primjene, a one su brojne, bilo da govorimo o proizvodnji hrane ili očuvanju ruralnih područja.

Tako danas putem satelitskih zapisa možemo:

- Vidjeti povijest pojedinog dijela površine (na nekim servisima i kroz nekoliko desetljeća unazad);

- Detektirati pojavu bolesti ili napad štetnika na nasadu (fotografije visoke razlučivosti omogućuju primjenu vegetacijskih indeksa);
- Uočiti nedostatak hraniva i vode, pratiti kretanja mikro i makroelemenata u tlu;
- Nadzirati kretanje stada i utvrditi njegovo brojno stanje ;
- Nadzirati upravljanje šumama - od pojavnosti bolesti, šteta od šumskih požara do ilegalne sječe;
- Procijeniti rizike od erozije tla te utvrditi štete od zaostajanja vode na određenom području;
- Procijeniti degradaciju tla zbog prekomjerne obrade ili nedovoljnog navodnjavanja, ispaše i sličnih aktivnosti;
- Prepoznavati zasijane kulture, temeljem čega možemo procijeniti godišnji urod nekog područja ili cijele države;
- Kontrolirati isplate potpora. Možemo provjeriti je li u pojedinoj sezoni na određenoj površini stvarno zasijano ono što je deklarirano te kontrole učiniti učinkovitijima;
- Utvrditi štete od poplava, požara, erupcija vulkana, tornada, tsunamija i potresa;
- Osiguravajućim društvima pomoći u procjeni rizika od navedenih nedaća i pomoći u procjeni prouzrokovanih šteta;
- Na temelju ovih i sličnih zapisa izraditi razne GTF i GIS alate.

Zaključak

Obzirom da se ovim projektom, uz mogućnosti primjene satelitskih fotografija u poljoprivredi i ruralnom prostoru koje mogu pomoći poljoprivrednim proizvođačima u donošenju odluka iz domene precizne poljoprivrede i ekonomičnijeg upravljanja resursima, pokušava iznaći mogućnost dugoročne primjene i kreiranja vrijednosti i za informacijski sustav Agroklub tražene su i mogućnosti primjene satelitskih tehnologija u sferi djelovanja agrarnog medija. Uz osnovne segmente odabira servisa (snaga tvrtke, dostupnost fotografija, kvaliteta i raznovrsnost online usluga za primjenu u poljoprivredi, otvorenost prema drugim sustavima itd.), naglašene su i dodane vrijednosti servisa poput mogućnosti buduće suradnje (korištenja fotografija, dobivanja informacija i sl.), vrijednosti informacija s besplatnih satelita za čitatelje (manja razlučivost), vrijednosti informacija za čitatelje u naplatnom režimu (veća razlučivost), vrijednosti informacija temeljenih na dodatnoj analizi (štete od požara, poplava i slično) te mogućnosti procjene količine uroda.

Bez obzira je li naglasak na servisima koji nude usluge brojnih razina aplikativnih sučelja (API) ili onih koji pružaju različite vrste usluga na temelju alata i analiza satelitskih fotografija (servisi), a u cilju pronalaska i odabira optimalnih rješenja u domeni online servisa koji nude primjene satelitskih fotografija u poljoprivredi fokus bi u svakom slučaju trebao biti prema onima koji svoje usluge temelje na podacima prikupljenim *Landsat 8* i *Sentinel-2* satelitima.

Mogućnosti primjena satelitskih fotografija u poljoprivredi i ruralnom prostoru su uistinu brojne, a podaci prikupljeni sa *Landsata 8* i *Sentinel-2* već uvelike pomažu poljoprivrednim proizvođačima u donošenju odluka iz domene precizne poljoprivrede i ekonomičnijeg upravljanja resursima.

Operativna skupina SatelitFoto@Agro koju čine Agroklub d.o.o. kao nositelj projekta, njihovi partneri Centar primijenjenih znanosti Lanac zdrave hrane d.o.o. (CALiS d.o.o.) i Javna ustanova Županijska razvojna agencija OBŽ (JUŽRA) te tri poljoprivredna gospodarstva iz Baranje: OPG Omazić Matej (ratarstvo), OPG Vesna Bašić (voćarstvo) i OPG Ivan Gerštmajer Zelember (vinogradarstvo) imala je za cilj analizirati mogućnosti primjene satelitskih servisa kod domaćih poljoprivrednika, kroz projekt trajanja 33 mjeseca.

Kroz projekt su praćene pojedine aktivnosti vegetacijske sezone odabranih OPG-ova. Iste su po pojedinom OPG-u evidentirane putem eGAP aplikacije za dokumentiranje poljoprivredne proizvodnje. Ideja je bila da se na osnovu tih ključnih događaja analiziraju mogućnosti uočavanja promjena istih i na odabranim satelitskim servisima.

Paralelno je tim operativne skupine predvođen Agroklubom analizirao tržište trenutnog stanja pružatelja usluga satelitskih fotografija. Kao rezultat iste, izrađen je materijal koji prikazuje i opisuje pregled tržišta satelitskih servisa s kratkim opisom 15 odabranih. Tih 15 je zatim bilo predmetom evaluacija od strane istraživačkog tima kroz 7 parametara poput dostupnosti fotografija (frekvencija ažuriranja i razlučivost), kvalitete usluge za primjenu u poljoprivredi, otvorenosti prema drugim sustavima i slično. Potom je tim operativne skupine reducirao broj servisa te je na konačnom popisu za daljnje i detaljnije analize ostalo njih 6, a kojemu je kasnije pridodan još jedan (OneSoil).

Sljedećim korakom operativni tim analizirao je 7 odabranih servisa gdje su ponovo pojedinačno istraživali mogućnosti svakog pojedinog s obzirom na razlučivost, učestalost zapisa te mogućnosti internih alata za rad sa zapisima. Obzirom da su poljoprivredni proizvođači, kako je ranije i navedeno, kontinuirano evidentirali aktivnosti unutar svojih agrotehničkih zahvata u sezoni, izdvojeno je i predloženo 7-8 ključnih događaja na pojedinom OPG-u, za koje je operativni tim smatrao da bi se mogli uočiti i na satelitskim snimcima (npr. obrada tla, rezidba u voćnjacima, žetve/berbe i sl.).

Naglasak su stavili na snimke bez naoblake tijekom cijele sezone, ali zaključuju kako količina takvih zapisa nije bila zadovoljavajuća. Sljedećim su korakom za kriterij uzeli one snimke na kojima je naoblaka bila manja od 15% iz čega su i dobili nekoliko zapisa po sezoni. Zaključuju kako je broj dostupnih kvalitetnih zapisa manji od očekivanog. Nadalje, potaknuti dosadašnjim aktivnostima, operativni tim također navodi kako su neki servisi bili otvoreniji i spremniji za suradnju, a s pojedinim su servisima imali poteškoća u komunikaciji.

Uz navedeno, dosadašnjim istraživanjem operativni tim također zaključuje kako su ovi sustavi prilično složeni i skloni tehničkim greškama te su za planirane analize rada i korištenja servisa potrošili puno više vremena od planiranog. Nadalje navedeno je kako su i dalje provodili detaljne i opsežne analize servisa kako bi svoja opažanja i zaključke mogli staviti na raspolaganje znanstvenicima.

Uistinu delikatan posao izbora optimalnog servisa otežava i činjenica kako je kroz projekt provedena usporedba na različitim kategorijama satelitskih servisa, njihovih proizvoda i usluga, a opće je pravilo da se pri optimalizaciji treba uspoređivati slično sa sličnim. U budućnosti bilo bi nužno opredijeliti se za točno određene ciljeve/upotrebe i prema tome odabrati uži krug servisa.

Razvidne su tri ključne potencijalne uporabe odabranih servisa za potrebe:

1. Poljoprivrednika,
2. Novinarstva i
3. Pružanja komercijalnih usluga.

Izazovi i sam izbor optimalnih proizlaze iz navedenih ključnih uporaba odabranih servisa.

1. Upotreba servisa za potrebe poljoprivrednika

Pri izboru je od bitnog značaja i vrsta poljoprivredne proizvodnje kojom se proizvođač bavi. Većina (ako ne i svi) široko dostupnih servisa ključnu primjenu nalazi uglavnom u ratarskoj proizvodnji. Pri korištenju u trajnim nasadima od izuzetne je važnosti zastupljenost nekih drugih ključnih parametara (niti jedan servis nema geometrijske i strukturne parametre koji su iznimno bitni za trajne nasade, ali je moguće neizravno tumačenje navedenih parametara iz nekih vegetacijskih indeksa). Kroz ovaj projekt praćeni su ključni događaji na izabranim površinama testnih ploha poljoprivrednih proizvođača koji se bave vrstom proizvodnje kako slijedi:

- vinogradarstvo (Cabernet Sauvignon), testna ploha Zmajevac 1641 površine 0,29 ha;
- ratarstvo (kukuruz), testna ploha Atar 8 površine 0,60 ha;
- voćarstvo (kruška), testna ploha Darda kruške 1 površine 1,81 ha.

Izbor veličine površine poljoprivredne parcele (testne plohe) na kojoj će se određeni servis testirati, a obzirom na dostupnu rezoluciju snimaka, od izuzetne je važnosti. Izabrani servisi prostornom rezolucijom uglavnom odgovaraju izabranim površinama. Vezano za prethodno, od izuzetne je važnosti i kakvom poljoprivrednom tehnikom na svojim gospodarstvima raspolažu poljoprivredni proizvođači te hoće li moći satelitskim servisima dobivene informacije i preporuke koristiti na svojim strojevima s tehnologijom promjenjive doze (VTR/VRA) koji opet sami po sebi imaju određenu prostornu rezoluciju.

Sa stajališta poljoprivrednog proizvođača, vlasnika OPG-a, najbitnije usluge koje pruža određeni satelitski servis ogledaju se u upotrebi istih za povećanje produktivnosti i kvalitete proizvodnje te racionalizaciji korištenih resursa i utrošenog vremena, odnosno primjenu precizne poljoprivrede i to pomoću kartiranja, daljinskog mjerenja i daljinskog praćenja. Za proizvođača je bitno da odabrani servis može pružiti što više od sljedećih mogućnosti:

- pretvaranje slika u uvid za potrebe kartiranja, ciljanog izviđanja, lokalizacije tretmana i optimizacije inputa,
- planiranje proizvodnje pomoću izrade karata produktivnosti na temelju temporalnih satelitskih snimaka za potrebe optimizacije pojedine proizvodne površine,
- analizu produktivnosti izradom zona produktivnosti pomoću vegetacijskih indeksa, a za potrebe optimizacije inputa/resursa,
- zone upravljanja/produktivnosti čijim uspostavljanjem se poboljšava proizvodnja i predviđaju prinosi,
- varijabilnu sjetvu na osnovu koje se donose odluke o gustoći (sklopu) sjetve,
- pripremu tla na osnovu spektralnih indeksa „golog“ tla koji opisuju kombinirane učinke vrste tla, sadržaja organske tvari i vlage u tlu kako bi pružili relativnu mjeru prosječnog kapaciteta zadržavanja vode,
- selektivnu sjetvu zbog pravilnog odlučivanja koje su parcele pogodnije za koje kulture, odnosno koje su sorte/hibridi prostorno primjenjiviji,
- upravljanje usjevima te otkrivanje problema i rano upozoravanje u smislu zdravlja, primjene varijabilnih tretmana te praćenja razvoja usjeva u odnosu na pojedinu fenološku fazu rasta,
- usmjereno izviđanje (*Scouting*) koje ima za cilj brzo i točno usmjeravanje proizvođača do područja parcela koje zahtjevaju dodatni pregled/nadzor, a posljedično i određeni tretman,
- održavanje usjeva u kasnoj sezoni zbog kontinuiranog praćenja usjeva koji daje neprocjenjive podatke za procjenu učinkovitosti provedenih različitih tretmana i uzgojnih praksi,
- žetve/berbe u smislu određivanja optimalnog trenutka početka, jer kasnija žetva/berba može rezultirati poboljšanom kvalitetom usjeva, ali i povećava rizik od lošeg vremena na kraju sezone, a što bi moglo negativno utjecati na prinos te

- planiranje i upravljanje žetvom u kontekstu učinkovite procjene sadržaja vlage u usjevu (ključne mjere za određivanje početka berbe za mnoge usjeve), ali i sazrijevanja što pruža mogućnost kartiranja obrazaca dozrijevanja, pomažući pri usmjeravanju početka žetve na točno određeno mjesto i sam budući tijek završne agrotehničke operacije.

Preostale ključne potencijalne uporabe odabranih servisa, Upotreba servisa za potrebe novinarstva i Upotreba servisa za potrebe pružanja komercijalnih usluga nisu znanstveno evaluirane obzirom da iste nisu predmet znanstvenih i stručnih istraživanja autora te se isti ne smatra dovoljno kompetentnim o njima raspravljati i smatra kako bi eventualni navodi mogli biti suviše subjektivne prirode.

Obzirom na sve ranije navedeno, od ponuđenih servisa najveći broj navedenih mogućnosti i u odnosima na traženo-uloženo-dobiveno najveću vrijednost ima Earth Observing System EOS odnosno njihov EOS Data Analytics Crop Monitoring servis.

Medijska komponenta

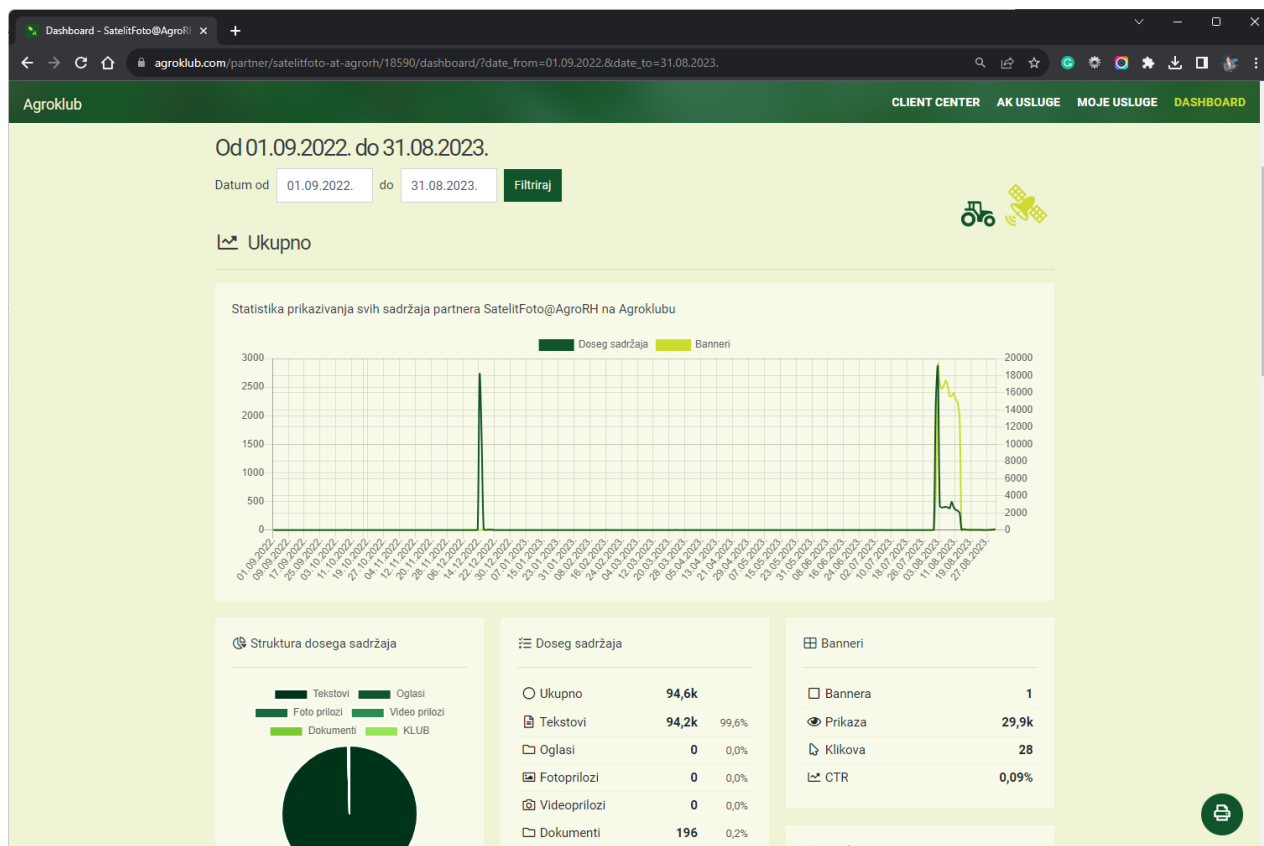
Ovaj je projekt imao i značajnu medijsku komponentu. Putem informacijskog sustava Agroklub tijekom trajanja projekta publicirane su različite teme o mogućnosti primjene satelitskih tehnologija, a u cilju demistifikacije i približavanja ovih tehnologija širem broju poljoprivrednih proizvođača.



Projektni sadržaji objavljeni na portalu Agrokluba

Sadržaji su i dodatno eksponirani putem društvenih mreža, na kojima Agroklub svakodnevno komunicira agrarne sadržaje u različitim formatima (tekstualni, foto, video).

Posjećenost projektnih sadržaja mjerena je putem Dashboard alata Agrokluba, a iz koje je razvidno da je više od 100.000 korisnika konzumiralo ove digitalne sadržaje. Ukupan doseg je i bitno veći kada se navedenom iznosu pridoda i vidljivost ostvarena na društvenim mrežama (Facebook, Twitter, Instagram, LinkedIn).



Dashboard, analiza čitanosti portala Agroklub

Projektom je sadržaj integran u sustav Agrokluba, a čime su ove tehnologija dobile trajnu poveznicu s korisnicima ovih servisa. Isti je dostupan kroz navigacijske izbornike i poddomeni.

Dodatno su istražene mogućnosti iz domene medijskog poslovanja. Analiziran je pravni okvir za korištenje fotografija na internetu, kao i tehnike preuzimanja istih. Održani su sastanci s vodećim pružateljima usluga, a i dobivene su ponude za zastupanje određenih servisa na području djelovanja Agrokluba.


Projektne spoznaje stvorile su vrijednost, a i kreiraju jezgru budućih *uspjeha*:

- šira agrarna javnost - dobila informacije o tehnologijama i trajno dostupne sadržaje
- članovi operativne skupine - vrijedna iskustva rada s najnovijim tehnologijama
- znanstvena zajednica - temeljne spoznaje za buduća istraživanja iz ove domene
- Agroklub - trajno vrijedan sadržaj i potencijale daljnje integracije spoznaja u poslovanje



SatelitFoto@Agro - Primjena do... x +


agroklub.com/satelitfoto/satelitfoto-agro/

Agroklub PREGLEDNIK PROJEKT SATELITFOTO@AGRO



Sufinancirano sredstvima Europske unije

  Projekt SatelitFoto@AgroRH sufinanciran je sredstvima Europske unije
Program ruralnog razvoja 2014. - 2020. Udio u sufinanciranom dijelu: 90% EU, 10% RH
Europski poljoprivredni fond za ruralni razvoj: Europa ulaže u ruralna područja

 Program
RURALNOG RAZVOJA

Projektne sadržaji integrirani u Agroklub <https://satelitfoto.agroklub.com/>

Znanstveni rad

Satelitski servisi danas obuhvaćaju različite alate za unaprjeđenje poljoprivredne proizvodnje, počevši od uštede vremena do raspoloživosti velikog broja podataka o trenutnom stanju usjeva što omogućuje pravovremeno odlučivanje o potrebnim agrotehničkim zahvatima.

Iskoristivost ovih usluga, naravno pored kvalitete, ovisi o vrsti i opsegu poljoprivredne proizvodnje, potrebi proizvođača i agronoma da koriste ove tehnologije, te o opremljenosti, motiviranosti i spremnosti svih dionika za upotrebu digitalnih tehnologija.

Željeli smo putem ankete evaluirati trenutno stanje i pomoći u realizaciji upotrebe digitalnih tehnologija tako što ćemo ispitati razinu primjene satelitskih tehnologija u proizvodnji na poljoprivrednim gospodarstvima, kao i zainteresiranost naših poljoprivrednika za iste.

Želja nam je bila jasnije odrediti trenutnu i potencijalnu ulogu agronoma u upotrebi satelitskih te općenito digitalnih tehnologija.

U tom cilju smo realizirali anketni upitnik namijenjen proizvođačima bez obzira na razinu i vrstu njihovog obrazovanja, te agronomima bez obzira na njihovu trenutnu zaposlenost, posjedovanje OPG-a i vrstu poljoprivredne djelatnosti kojom se bave ili se trenutno ne bave, te istu putem Agrokluba stavili na raspolaganje poljoprivrednicima.

Analizom pristiglih podataka, prikupljenih tijekom kolovoza 2023., kreiran je znanstveni rad naziva: "Stavovi agronoma i malih poljoprivrednika o upotrebi satelitskih tehnologija u poljoprivrednoj proizvodnji" kojeg potpisuju

- [Ružica Lončarić](#), Fakultet agrobiotehničkih znanosti, V. Preloga 1, Osijek
- [Vedran Stapić](#), Agroklub d.o.o., Sv. Leopolda Bogdana Mandića 157, Osijek
- [Vinko Božić](#), Centar primijenjenih bioznanosti Lanac zdrave hrane d.o.o., V. Preloga 1, Osijek
- [Ivona Uzelac](#), Centar primijenjenih bioznanosti Lanac zdrave hrane d.o.o., V. Preloga 1, Osijek
- [Mario Relatić](#), Agroklub d.o.o., Sv. Leopolda Bogdana Mandića 157, Osijek
- [Sanja Jelić Milković](#), Fakultet agrobiotehničkih znanosti, V. Preloga 1, Osijek
- [Zdenko Lončarić](#), Fakultet agrobiotehničkih znanosti, V. Preloga 1, Osijek

Sažetak rada

Izazovi prehrambene sigurnosti, zelene ekonomije, cirkularne bioekonomije i ublažavanja klimatskih promjena postali su dodatni izazovi poljoprivredne proizvodnje. Savladavanje navedenih izazova neizbježno uključuje tehnološke, tehničke, ekološke, ekonomske i društvene aspekte poljoprivredne proizvodnje. Istovremeno, integracija tehnologija u digitalnu poljoprivredu predstavlja značajan potencijal za poboljšanje učinkovitosti, produktivnosti i održivosti poljoprivredne proizvodnje na globalnoj i razini farmii. Međutim, zbog velikih razlika u kapacitetima za primjenu digitalnih tehnologija među malim, srednjim i velikim poljoprivrednim proizvođačima, scenarij digitalizacije poljoprivrede u ruralnim područjima je vrlo nesiguran i upitan. Digitalne usluge koje koriste satelitske sustave imaju posebno mjesto u preciznoj i pametnoj poljoprivredi. Za dionike u Hrvatskoj dostupne su različite usluge. Očekuje se da će mogućnost korištenja satelitskih usluga, kao i stavovi dionika o njima, biti povezani s cijenom, vrstom i količinom podataka unutar usluge, vrstom proizvodnje, veličinom proizvodnih područja i informatičkom pismenošću potencijalnih korisnika. Stoga je provedena anketa o mogućnosti korištenja satelitskih usluga i tehnologija u poljoprivrednoj proizvodnji u Hrvatskoj. Ciljana skupina ispitanika bili su agronomi i/ili vlasnici obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava, bez obzira na dob i poljoprivredno obrazovanje. U anketi su nizom pitanja određivali svoje mišljenje o mogućnosti i spremnosti za korištenje usluga satelitskih tehnologija u poljoprivrednoj proizvodnji, s posebnim naglaskom na potencijalnu savjetodavnu ulogu agronoma i razloge za eventualno neprihvatanje satelitskih tehnologija. Ukupno su prikupljeni odgovori 229 ispitanika, od kojih su 56 agronoma. Zaključak je da postoje velike mogućnosti za povećanje korištenja satelitskih usluga, da su dionici zainteresirani za obrazovanje, posebno za tečajeve i seminare te savjetodavno obrazovanje, kako s agronomom, tako i putem internetskih savjetodavnih usluga. U tome je uloga agronoma vrlo važna, ali postoje značajne razlike u mišljenjima agronoma i drugih dionika, što svakako treba uzeti u obzir prilikom izrade strategije i ostvarivanja digitalizacije poljoprivrede.

Život projektnog ciklusa

Brojni su pojedinci sudjelovali u realizaciji ove projektne ideje, stoga nam je želja ovim putem zahvaliti svima njima. I onima koji su bili predefimirani, unaprijed određeni za sudjelovanje, navedni u trenutku pisanja prijave, ali i oni drugi, koji su se kasnije priključili i volontirali u provedbi pojedinih zadaća.

Projekt je kroz 33 mjeseca imao niz radnji. Održani su brojni interni i vanjski sastanci, uživo i putem video poziva. Sudjelovali smo na prezentacijama, pohađali online edukacije, pratili webinare.

Odlazili na teren, organizirali aktivnosti, hvatali bilješke i analizirali. I na koncu, korak po korak, projekt, vjerujemo uspješno, priveli kraju.

Razdoblje provedbe projekta obilježila je svjetska pandemija koronavirusa, kao i rat u Ukrajini. Prvi je izazov utjecao na same načine provedbe, donoseći neočekivane probleme, afirmirajući neke do tada manje poznate alate (npr. Zoom), a drugi je postojanje satelitskih fotografija Zemlje obznanio široj javnosti putem vodećih informativnih emisija koje izvještavaju s ratišta.

Dok jednom ne smrknje, drugom ne svane, kako bi rekla stara narodna mudrost.

U nastavku donosimo i nekoliko fotografija koje dočaravaju tijek projekta.

