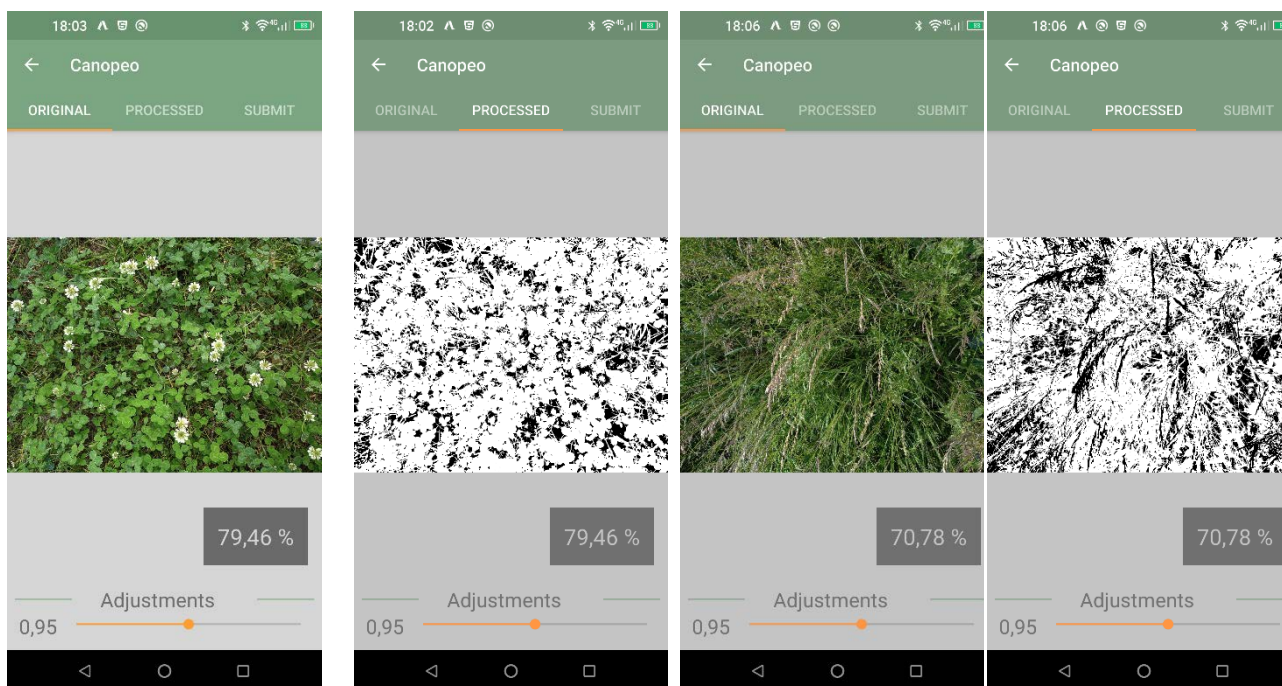


## Digitalna analiza fotografije usjeva

Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović

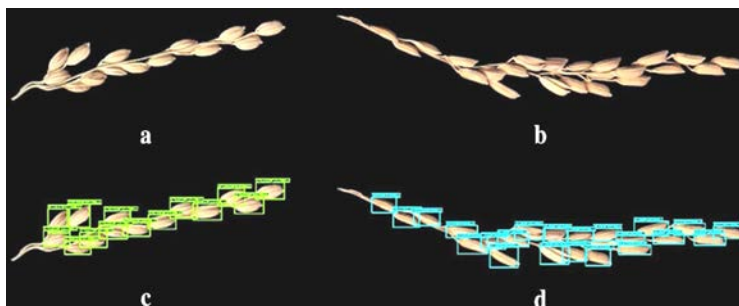
Suvremena, a uz to vrlo brza, pouzdana, a jednostavna i učinkovita, svima pristupačna metoda za analizu/nadgledanje zelenog biljnog pokrova (**FGCC**; **Fractional Green Canopy Cover**) oslanjaju se na digitalnu analizu slike (**DIA**; **Digital Image Analysis**) [pomoću aplikacije Canopeo](#) na pametnim mobilnim uređajima (android i iOS platforme). Metoda je besplatna, nedestruktivna, dovoljno pouzdana te stoga široko korištena u odnosu na destruktivne metode koje zahtijevaju uzorkovanje biljnog materijala, njegovu pripremu (sušenje, usitnjavanje) i kemijsku analizu. Osim aplikacije **Canopeo** (Slika 1.), moguće je drugim aplikacijama i složenijim sustavima za skeniranje i digitalnu analizu slike utvrditi i druge parametre, npr. koliki je **LAI** (**indeks lisne površine**; **Leaf Area Index**) ili **PAI** (**indeks biljne površine**; **Plant Area Index**; Slika 2.), koliko je učešće mahunarki u krmnoj smjesi, koji je broj zrna u klasu žitarica (Slika 3.), broj vlati, koncentracija klorofila i dr.



Slika 1. Canopeo procjena (FGCC) biljnog pokrivača (% zelene boje) livade (foto V. Vukadinović, Osijek, 2. lipnja 2020.)



Slika 2. [Vinova loza \(fotografirano prema gore\) za analizu aplikacijom VitiCanopy.](#)



Slika 3. [Prepoznavanje zrna pomoću algoritma dubokog učenja \(AI; strojno učenje\):](#) a) izvorna slika japanske riže; b) Izvorna slika indijske riže; c) prepoznavanje zrna japanske riže i d) prepoznavanje zrna indijske riže

Premda je [Canopeo je besplatna aplikacija](#), potrebna je registracija da bi program radio. *Canopeo* je razvijen u programu [MATLAB](#)<sup>®</sup>, a koristi kameru na pametnom telefonu za točno očitavanje zelenog biljnog pokrova (FGCC). Također, može analizirati i veće površine korištenjem video isječaka od 5, 10 ili 15 sek. i to uz uobičajenu točnost od 95 %. Međutim, *Canopeo* ne razlikuje korov od usjeva, niti pravi razliku između mahunarki, odnosno pojedinih biljnih vrsta u krmnim smjesama. [Metoda procjene FGCC se temelji na determiniranju omjera crvene prema zelenoj \(R/G\), plave prema zelenoj boji \(B/G\) i višku zelenog indeksa \(2G-](#)

**R-B).** Rezultat analize je binarna slika gdje bijeli pikseli fotografije biljnog pokrova odgovaraju pikselima koji su zadovoljili kriterije odabira (zeleni pokrov), a crni pikseli odgovaraju površini tla bez zelenih biljaka (Slika 1. i 4.). Digitalna analiza slike pokrovnog usjeva, osim što je objektivna, pouzdanija je od subjektivne vizualne procjene biljnog pokrova, a podjednako brza pa je uporaba *Canopeo* aplikacije dobar kompromis između brze vizualne procjene i složenih metoda *fenotipizacije* koje se koriste u znanstvenim terenskim ispitivanjima.

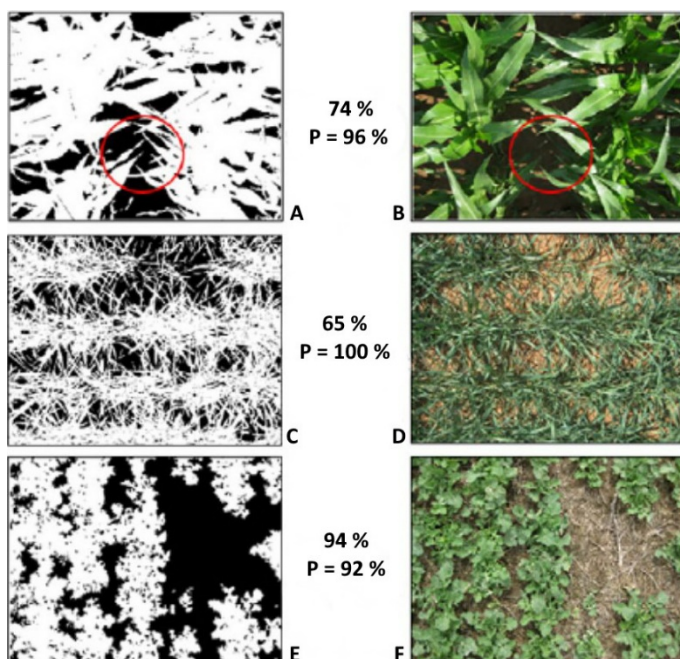
Pokrovni usjevi, osim što smanjuju rizik od erozije (vodom i vjetrom) kad je tlo bez vegetacije, naročito na lakšim i nagnutim zemljištima, umanjuje mogućnost ispiranja mineralnog dušika, osobito nitrarnog, a kad ga čine manjim ili većim dijelom leguminoze, obogaćuju tlo vežući atmosferski dušik. [Mnogi agrrotehnički zahvati vezani su uz ispravnu procjenu pokrovne biomase \(npr. kada ih kositi za krmu, zaorati kao siderat ili povaljati radi no-till sjetve.](#)

*Canopeo* se može koristiti za praćenje rasta i razvoja mnogih usjeva (npr. pšenice, lucerne, [soje](#), kukuruza, [pokrovnih usjeva](#) i dr.). Za znanstvena istraživanja biljnog pokrova primjenjuju se platforme s mnogo više instrumenata i senzora te kompjutorska analiza mjernih podataka može uključiti i trodimenzionalnu analizu usjeva, odnosno količinu biomase. Doobar primjer automatiziranog prikupljanja podataka je sustav



Slika 5. [Sustav Phenomobile Lite](#) za automatiziranje određivanje visine usjeva, indeksa površine lista, biomase i dr.; opremljen LIDAR-om i računalom za trodimenzionalni model biljnog pokrova.

lokalnu (*in-situ*) procjenu biljnog pokrivača svojim mobilnim pametnim telefonima, ali i za procjenu koncentracije dušika u usjevu, pojave bolesti, intenziteta evapotranspiracije, sazrijevanja usjeva i dr. Premda su opisana svojstva usjeva fiziološki različita, temelje se na utvrđivanju boje usjeva, odnosno lišća, što uključuje primjenu analize digitalne fotografije i proračun različito obojenih površina.



Slika 4. *Canopeo* lijevo, digitalna fotografija desno; Označen je udio zeleni pikseli i točnost procjene.

(A, B) kukuruz, no-till obrada; (C, D) pšenica, konvencionalna obrada; (E, F) uljana repica, no-till obrada.