

# Detekcija biljnih vrsta na zaštićenom području Biljska stepa primjenom geoinformacijskih tehnologija

---

**Kovač, Anamaria**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /  
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:458146>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-27**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Anamaria Kovač

Diplomski studij Ekološka poljoprivreda

**DETEKCIJA BILJNIH VRSTA NA ZAŠTIĆENOM PODRUČJU BILJSKA STEPA  
PRIMJENOM GEOINFORMACIJSKIH SUSTAVA**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2022.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Anamaria Kovač

Diplomski studij Ekološka poljoprivreda

**DETEKCIJA BILJNIH VRSTA NA ZAŠTIĆENOM PODRUČJU BILJSKA STEPA  
PRIMJENOM GEOINFORMACIJSKIH SUSTAVA**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2022.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Anamaria Kovač

Diplomski studij Ekološka poljoprivreda

**DETEKCIJA BILJNIH VRSTA NA ZAŠTIĆENOM PODRUČJU BILJSKA STEPA  
PRIMJENOM GEOINFORMACIJSKIH SUSTAVA**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. izv. prof. dr. sc. Ivan Plaščak, predsjednik
2. prof. dr. sc. Mladen Jurišić, mentor
3. Dorijan Radočaj, mag. Ing. geod. et geoinf., član

**Osijek, 2022.**

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. PREGLED LITERATURE .....	3
3. MATERIJAL I METODE.....	4
3.1. Biljska stepa – područje istraživanja .....	4
3.2. Ugroženost biljnih vrsta .....	5
3.3. Endemi .....	7
3.3.1. <i>Doronicum hungaricum</i> Rchb.f., mađarski divokozjak .....	7
3.3.2. <i>Geranium sanguineum</i> L., crvena iglica .....	10
3.3.3. <i>Iris variegata</i> L., šarena perunika .....	13
3.3.4. <i>Orchis morio</i> L., mali kaćun.....	15
3.3.5. <i>Prunus tenella</i> Batsch., patuljasti bademić .....	17
3.3.6. <i>Pulsatilla pratensis</i> (L.) Miller ssp. <i>nigricans</i> (Störck) Zämelis, crnkasta sasa.....	20
3.4. Detekcija vrsta flore korištenjem bespilotnog zrakoplova .....	22
4. REZULTATI.....	25
5. RASPRAVA .....	31
6. ZAKLJUČAK .....	32
7. POPIS LITERATURE .....	33
8. SAŽETAK.....	36
9. SUMMARY .....	37
10. POPIS SLIKA .....	38
11. POPIS GRAFIKONA .....	40
12. POPIS TABLICA.....	40
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA .....	41
BASIC DOCUMENTATION CARD .....	42

# 1. UVOD

Travnjaci su zeljaste zajednice u kojima dominira trava (*Poaceae*) ili drugi graminoidi poput *Cypraceae* i *Juncaceae*, oni su među najvećim ekosustavima u svijetu. Prema Owenu (2008.) u Europi postoje različite vrste travnjaka, od vlažnih travnjakana sjeveru i sjeverozapadnim dijelovima kontinenta, preko stepa do gotovo pustinskih tipova koji se javljaju na jugoistoku Španjolske.

Šunić (2016.) dijeli travnjake prema postanku u dvije osnovne kategorije:

- Primarne travnjake, oni se pojavljuju kao trajni vegetacijski stadiji
- Sekundarne travnjake, oni se pojavljuju kao prijelazni vegetacijski stadiji u područjima gdje je trajni vegetacijski stadij šuma.

Mägdefrau i Ehrendorfer (1988.) primarne travnjake u užem smislu dijele na:

- Primarne travnjake tropske i subtropske zone
- Primarne travnjake umjerene klimatske zone kojima pripadaju: stepe (područje Euroazije), prerijske (područje Sjeverne Amerike), pampe (područje Južne Amerike) i veld (područje Južne Afrike).

Matični supstrat na stepama tipično je les ili prapor. Prapor je bio raznošen vjetrom tijekom ledenog doba i tako su se stvarali slojevi supstrata različite debljine. U stepskim područjima na praporu se razvio černozem, izuzetno plodno tlo, obogaćeno humusom i velikom količinom hranjivih tvari, što ga čini jednim od najvrijednijih tala u poljoprivrednoj proizvodnji.

Prilikom izrade ovoga rada korišten je geoinformacijski sustav (GIS), sustav za upravljanje podataka koji se može koristiti za znanstvena istraživanja, imovinsko upravljanje, planiranje razvoja, upravljanje resursima, kartografiju i planiranje puta. Geoinformacijski sustav je po općoj definiciji integrirani sustav sklopovlja, računalnih alata, korisničke programske podrške, a u svrhu sakupljanja, organiziranja, rukovanja, analize, modeliranja i prikaza prostornih podataka s ciljem rješavanja složenih problema analize i planiranja (Jurišić i Plaščak, 2009.).

Ulaskom Republike Hrvatske u Europsku Uniju došlo je do promjena sa upravljanjem prostorom, specifično za Slavoniju i Baranju, te promjene se očituju u:

- Pridavanju znatno veće važnosti aspektu zaštite prirode (za što je glavni instrument europska ekološka mreža Natura 2000),
- Mogućnosti razvoja obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava (često u kombinaciji s organskom proizvodnjom hrane) i s time povezanim razvojem turizma,
- Nužnosti detaljnijeg vrednovanja okolišnih i prirodnih resursa (posebno voda, zraka i tla), posebno s obzirom na očekivane posljedice klimatskih promjena.

## 2. PREGLED LITERATURE

Očuvanje stepskih područja uvelike ovisi o ljudskoj intervenciji. Ispaša stoke pomaže u formiranju zajednice karakterizirane višegodišnjim travama, te se i vegetativno vrlo brzo rasprostranjuju, čak i one vrste koje stoka ne pase.

Reynolds i Frame (2005.) tvrde kako su travnjaci u većem dijelu svijeta jedna od najugroženijih vrsta staništa. Ispaša, pretvaranje travnjaka u obradive površine za poljoprivrednu proizvodnju i šume, te urbanizacija jedni od čimbenika koji ugrožavaju travnjake. Biološka raznolikost narušava se iskorištavanjem zemlje jer se smanjuje kapacitet staništa.

Zajedno s gubitkom staništa, napuštanje tradicionalnih načina upravljanja zemljištem i nekontrolirano kopanje biljaka općenito je prepoznato kao najvažniju prijetnju biljnoj raznolikosti (Young i sur. 2005., Nikolić 2016.). U istraživanom području raznolikost biljaka ovisi o specifičnim vrstama gospodarenja. Košnja je posebno važan alat upravljanja za kontrolu širenja drvenastih biljnih vrsta. S obzirom na neuobičajen položaj ovog stepskog travnjaka unutar lokalnog groblja gdje je otvaranje novih grobnih mjesta već ograničeno, kontrolirajući širenje kultiviranih i invazivnih biljnih vrsta trebalo bi biti važan korak prema dugotrajnoj postojanosti raznolikosti stepske flore. Budući da je biljna raznolikost koju karakteriziraju rijetke i ugrožene biljne vrste, predstavlja važan i nezamjenjiv prirodni resurs na ovim stepskim travnjacima, očuvanje ovog staništa stoga je od velike važnosti.

Istraživanje koje su proveli Žuna Pfeiffer i surr. (2015.) odvijalo se u svibnju sa utvrđivanjem biljnih vrsta pomoću osobnog prepoznavanja biljne vrste uz pomoć priručnika. Detektirano je puno više vrsti, pa bi se moglo zaključiti da je i vrijeme provođenja detekcije ključno, pošto su endemske biljke na području Biljske stepe rano proljetne biljke.



### 3. MATERIJAL I METODE

#### 3.1. Biljska stepa – područje istraživanja

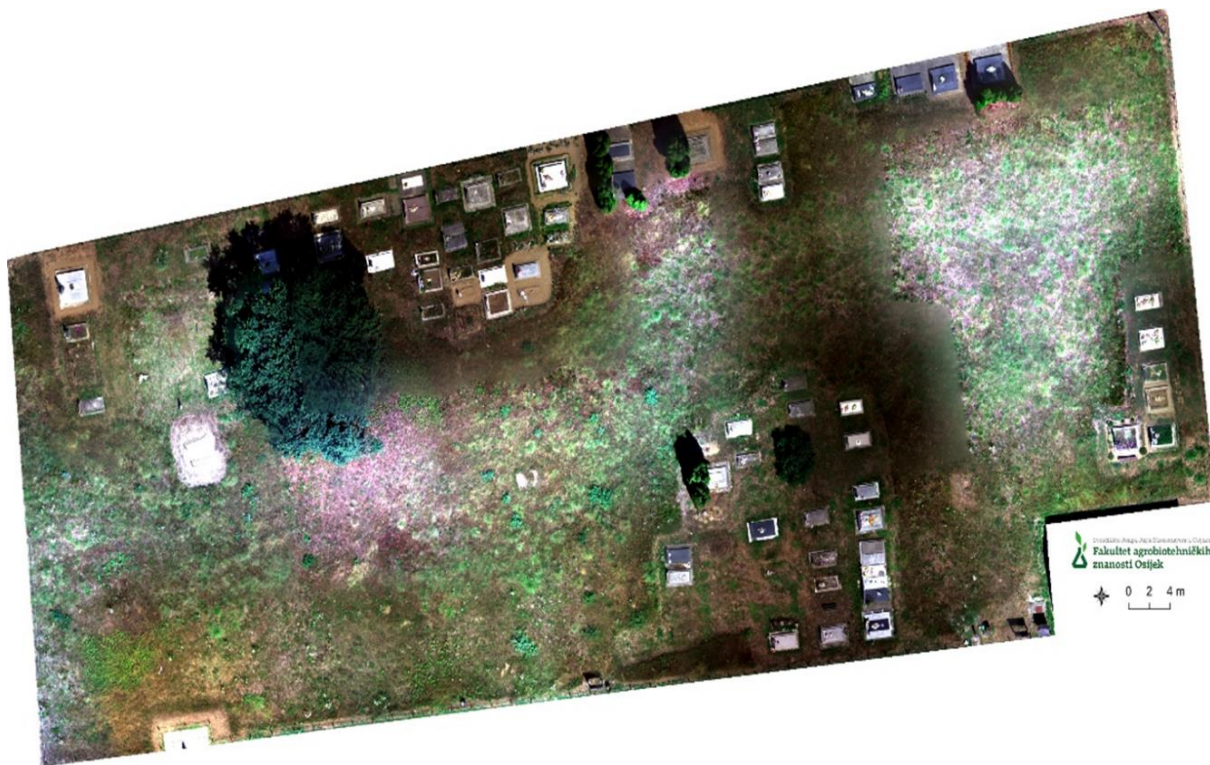
Bilje (45°36'N, 18°45'E), mađarski *Bellye* (Slika 1.) je naselje i sjedište istoimene Općine Bilje u Osječko – baranjskoj županiji. Nalazi se oko 5 km sjeverno od Osijeka, te mu je površina 344 km<sup>2</sup>. Od ukupne površine ove općine 8.066 ha čine poljoprivredne površine, 25.356 ha šumske površine. U zapadnom dijelu Bilja još je od 1785. godine smješteno mjesno groblje kojeg čine četiri dijela organizirana prema nacionalnoj strukturu, odnosno vjerskoj pripadnosti stanovnika naselja Bilje (Šunić, 2016.).



Slika 1. Naselje Bilje na karti

(Izvor: <https://www.google.hr/maps/place/Bilje/@45.5819556,18.71382,13z/>)

Biljska stepa nalazi se u središnjem dijelu groblja (Slika 2.) sa ukupnom površinom od 0, 63 ha. Prema Zahirović (2000.), flora na stepolikom travnjaku prvi puta je istraživana 2000. godine, a zatim 2015. godine (Žuna Pfeiffer i sur., 2015.).



Slika 2. Digitalni ortofoto Biljskog groblja  
(Izvor: vlastiti, 2021.)

Prilikom prvog istraživanja ustanovljeno je 139 biljnih vrsta iz 41 porodice, a u drugom 157 biljnih vrsta iz 47 porodica od kojih je najveći broj vrsta iz porodica: trave (lat. *Poaceae*), lepirnjače (lat. *Fabaceae*), klinčicevke (lat. *Caryophyllaceae*), glavočike (lat. *Asteraceae*), usnače (lat. *Lamiaceae*) i ruže (lat. *Rosaceae*). U izvješću o stanju i zaštiti prirode na području Osječko – baranjske županije (2001.) Biljska stepa je zaštićena pod kategorijom Spomenik prirode 2001. godine odlukom Skupštine Osječko – baranjske županije. Prema Uredbi o ekološkoj mreži, Biljska stepa je uvrštena u Popis područja očuvanja značajna za vrste i stanišne tipove te predstavlja sastavni dio ekološke mreže Republike Hrvatske, odnosno Europske unije NATURA 2000 (Šunić, 2016.).

### 3.2. Ugroženost biljnih vrsta

Ugroženost je kao i sve ostale organizme zahvatilo i biljke. Gubitak prirodnih staništa zbog klimatskih promjena koje su sve izražajnije, promjena u poljoprivredi, odvodnjavanja močvarnih područja i promjena vodnog režima, izradnja infrastrukture, razvoja naselja i gospodarskih djelatnosti, te onečišćenje mogu se pripisati glavne uloge za smanjenje brojnosti i rasprostranjenosti biljnih vrsta, pa čak i njihovo izumiranje. Međunarodni savez za očuvanje prirode IUCN (*International Union for Conservation of Nature*) donio je

kriterije i pravila za procjenu ugroženosti divljih vrsta te odredio standarde za izradu crvenih popisa.

Šunić (2016.) je navela devet kategorija ugroženosti prema IUCN:

- Izumrla vrsta (EX) – vrste koje u određenom vremenskom razdoblju nemaju prisutnosti niti jedne jedinke na nekom određenom području.
- Izumrla u prirodi (EW) – vrste koje opstaju isključivo u uzgoju, zatočeništvu ili u naturaliziranim populacijama izvan prvotnog područja rasprostranjenosti.
- Regionalno izumrla (RE) – vrste koje su izumrle na području koje je obuhvaćenom crvenom popisom ili crvenom knjigom
- Kritično urožena (CR) – vrste koje su u izuzetno visokom riziku od izumiranja u prirodi.
- Ugrožena (EN) – vrste kojima prijete veoma visoki rizik od izumiranja u prirodi.
- Osjetljiva (VU) – vrste koje imaju visoki rizik od izumiranja u prirodi
- Gotovo ugrožena (NT) – vrste koje trenutno nisu u riziku od izumiranja, ali bi u skorij budućnosti mogle postati ugrožene.
- Najmanje zabrinjavajuća (LC) – vrste koje su brojne i širokorasprostranjene.
- Nedovoljno poznata (DD) – vrste za koje nema dovoljno evidentiranih informacija o rasprostranjenosti i/ili stanju populacija kako bi se izravno ili neizravno procijenio rizik od njezinog izumiranja.

Kategorija „nije prikladna za procijenu“ (NA) podrazumjeva vrste koje zbog nekog razloga nisu prikladne za procijenu na regionalnoj razini, a kategorija „nije procjenjivana“ (NE) podrazumjeva vrste kojima nije određivan status ugroženosti.

Na Biljskoj stepi zabilježeno je osam biljnih vrsta koje su uvrštene u Crvenu knjigu vaskularne flore Hrvatske. Od toga su tri vrste uvrštene u kategoriju kritično ugrožene (CR), četiri u kategoriju gotovo ugrožene (NT) i jedna u kategoriju osjetljive vrste (VU) (Žuna Pfeiffer i sur., 2015.).

### 3.3. Endemi

Endemi su životinjske ili biljne svojite (podvrste, vrste, rodovi, porodice) koje nemaju veliki areal. Po veličini areala razlikujemo endeme u širem smislu (europski, afrički i dr.) i lokalne ili stenoedeme koji su ograničeni na uže područje (planine, otoke, jezera ili pojedini lokalitet. Po nastanku razlikujemo reliktnne endeme (stari ili paleoendemi) i progresivni (mladi ili neoendemi). Reliktne endemi su u prošlosti imali poveći areal, koji je smanjen postupnim izumiranjem. Progresivni ili mladi endemi svojite su koje su trenutno u punom filogenetskom razvoju, te još nisu uspjele osvojiti veliki areal. Najviše endema može se pronaći na ekološki izoliranim područjima, kao što su planinski vrhovi te udaljeni otoci. Naš najpoznatiji endem je monotipski rod degenija, s vrstom velebitska degenija (*Degenia velebitica*), a zatim slijede još rodovi zvonce (*Edraianthus*), karanfil (*Dianthus*), perunika (*Iris*), prženica (*Knautia*), i druge vrste. Na području Biljske stepe postoji šest endemskih vrsta (Slika 3.) iz različitih porodica.



Slika 3. Endemske vrste na Biljskim stepama (Izvor: vlastiti, 2021.)

#### 3.3.1. *Doronicum hungaricum* Rchb.f., mađarski divokozjak

Mađarski divokozjak (Slika 4.) je trajnica koja pripada porodici glavočika (*Asteraceae*), podporodici glavočike cjevnjače (*Asterideae*) te rodu *Doronicum*. Naseljava suhe stepске travnjake. Prisutan je u zemljama srednje i jugoistočne Europe (Tomović i sur., 2003.) (Slika 5.). U Hrvatskoj (Slika 6.) je jedino zabilježen na suhom stepolikom travnjaku na biljskom groblju (Nikolić i Topić, 2005.), te ga se smatra kao kritično ugrožena vrsta (CR).



Slika 4. Mađarski divokozjak  
(Izvor: <https://www.spontana.org/species.php?id=68> )



Slika 5. Rasprostranjenost mađarskog divokozjaka  
(Izvor: <http://www.plantsoftheworldonline.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:329161-2> )



Slika 6. Rasprostranjenost mađarskog divokozjaka u Hrvatskoj  
(Izvor: <https://hirc.botanic.hr/fcd/beta/map/distribution/27467> )

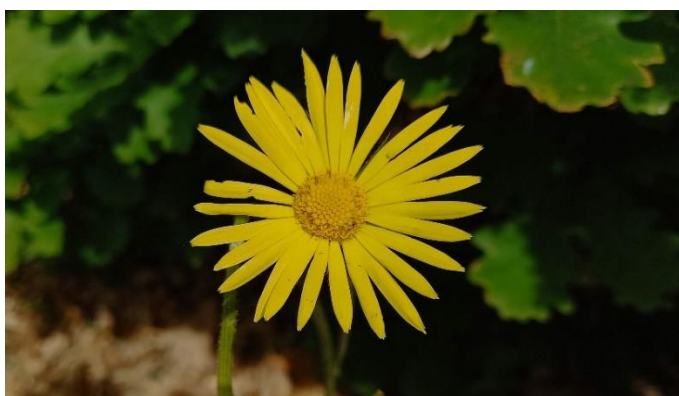
Mađarski divokozjak je prema životnom obliku hemikriptofit, odnosno trajnica koja ima regeneracijske pupove u razini tla ili neposredno iznad ili ispod tla, a nadzemni izdanci koji stvaraju stabljike odumiru. Korijen je mesnati rizom na kojemu se razvijaju pupoljci koji su vidljivi kod biljaka koje su dvije godine ili više. Stabljika može biti do 80 cm visine, raste čvrsto i uspravno, završava sa glavicom (cvatom), te je više ili manje prekrivena sitnim dlačicama. Stabljika nosi sjedeće listove duguljasto – eliptičnog oblika (Slika 7.) i donje listove koji su jajasto – eliptičnog oblika (slika 8.). Listovi imaju perastu nervaturu. Cvat (Slika 9.) se nalazi na samom vrhu stabljike i sastoji se od brojnih cvjetova.



Slika 7. Sjedeći listovi mađarskog divokozjaka  
(Izvor: <https://osogovonature.com/2021/05/21/doronicum-hungaricum-rchb-f/> )



Slika 8. Donji listovi mađarskog divokozjaka  
(Izvor: <https://osogovonature.com/2021/05/21/doronicum-hungaricum-rchb-f/> )



Slika 9. Cvat mađarskog divokozjaka  
(Izvor: <https://osogovonature.com/2021/05/21/doronicum-hungaricum-rchb-f/> )

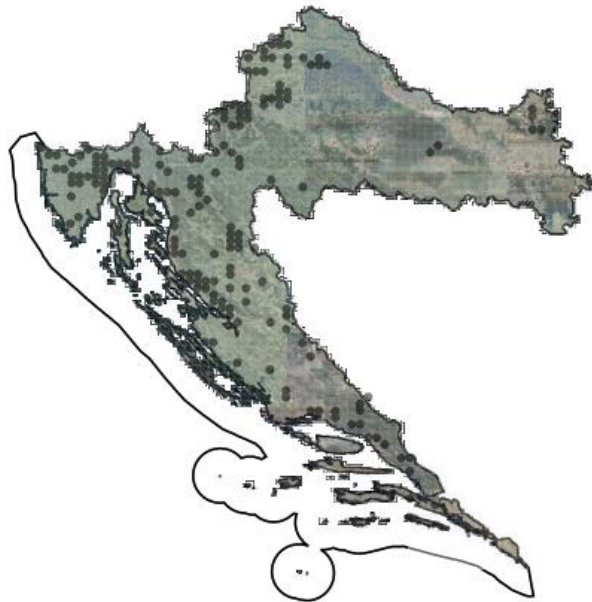
Ovojni listovi su trepavičavi te su gotovo jednako dugi kao i jezičasti cvjetovi (Domac, 1989.). Cvjetanje se odvija u travnju i svibnju. Nikolić i Topić (2005.) tvrde da je uzrok ugroženosti mađarskog divokozjaka pretvaranje suhih stepskih travnjaka istočne Hrvatske u oranice.

### 3.3.2. *Geranium sanguineum* L., crvena iglica

Crvena iglica (Slika 10.) je višegodišnja zeljasta biljka. Pripada rodu *Geranium* koji potječe od grčke riječi γέρανος ("*géranos*"), na hrvatskom ždral, zbog ploda koji izgleda poput ždrala. Latinsko ime *sanguineum* (boja krvi) je dobila zbog toga što u jesen stabljika i listovi poprime crvenu boju. Crvena iglica spada u kategoriju gotovo ugrožena (NT) za Hrvatsku (Slika 11.), ali se u pojedinim dijelovima u Europi smatra ugroženom. Rasprostranjena je u Europi i Aziji te se za ta područja smatra autohtonom, no ima je i u Sjevernoj Americi gdje je uvedena (Slika 12.).

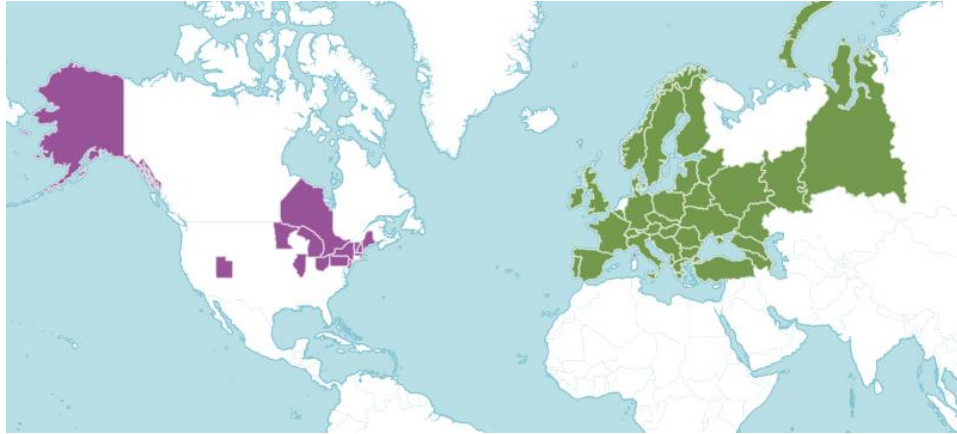


Slika 10. Crvena iglica  
(Izvor: <https://plantsam.com/geranium-sanguineum/> )



Slika 11. Rasprostranjenost crvene iglice u Hrvatskoj  
(Izvor: <https://hirc.botanic.hr/fcd/beta/map/distribution/4812> )





Slika 12. Rasprostranjenost crvene iglice: zeleno – autohtona, ljubičasto – uvedena  
(Izvor: <http://www.plantsoftheworldonline.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:322494-2> )

Tipična staništa ove vrste su travnjaci, pješčane dine i otvorene šume na vapnenim tlima, uključujući i stjenovite padine. Preferira tla s neutralnim pH, s niskim hranjivim vrijednostima, na nadmorskoj visini od 0 do 1200 m. Crvena iglica je hemikriptofit, te se njegovi regeneracijski (prezimjavajući) pupovi nalaze neposredno ispod površine tla. Korijen je debeli rizom. Stabljike su pognute do uzdignute, dobro razvijene, slabo razgranate i prekrivene dlačicama. Biljka može doseći prosječnu visinu 30 do 50 cm. Peteljke listova posjeduju 5 segmenata od kojih je svaki trostran (Slika 13.). Cvijetovi imaju promjera 2,5 do 4 cm, sastavljeni su od pet latica ljubičaste boje i 10 prašnika. Cvatnja se odvija u periodu od svibnja do kolovoza. Plod crvene iglice (Slika 14.) raspada se na 5 plodića koji imaju duge kljunaste nastavke.



Slika 13. List crvene iglice  
(Izvor: <https://www.robspants.com/plants/GeranSangu> )



Slika 14. Plod crvene iglice  
( Izvor: <https://en.wikipedia.org/wiki/Geranium> )

### 3.3.3. *Iris variegata* L., šarena perunika

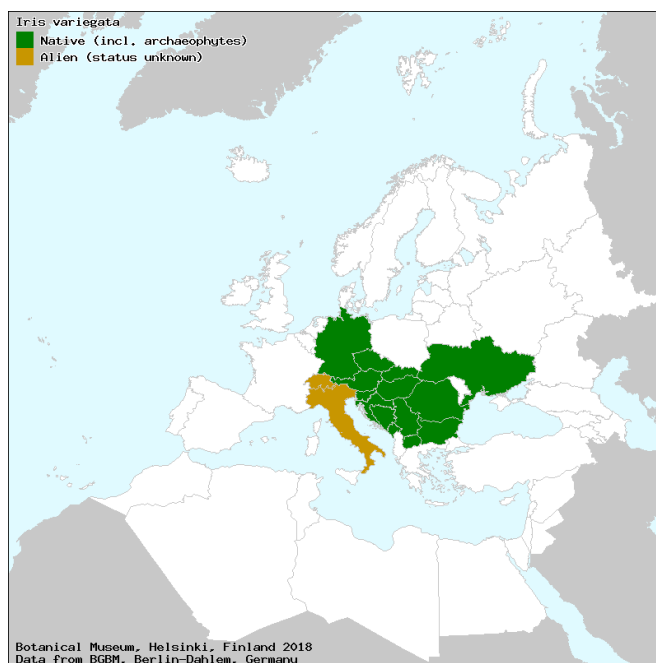
Šarena perunika (Slika 15.) zeljasta je trajnica koja pripada porodici perunika (*Iridaceae*). Iris ili perunika proglašena je nacionalnim cvijetom od strane Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti 2000. godine. Naziv roda *Iris* dolazi iz starogrčke mitologije gdje je simbol perunika boginja Irida, kada bi njezin šareni ogrtač, boja poput duge, dotaknuo tlo, na tom mjestu niknuo bi cvijet. Ime vrste *variegata* odnosi se na šarene cvijetove. Perunika je hrvatski naziv koji dolazi iz slavenske mitologije od vrhovnog boga Peruna i njegove žene Perunike. Narodno vjerovanje je bilo da perunike niču tamo gdje udari munja boga Peruna.



Slika 15. Šarena perunika  
(Izvor: <https://botanyphoto.botanicalgarden.ubc.ca/2017/10/irisvariegata/> )

Šarena perunika rasprostranjena je u srednjoj i jugoistočnoj Europi, od Njemačke i Austrije do Bugarske i Rumunjske (Slika 16.), dok se u Hrvatskoj nalazi na području Gorskog kotara,

Velebita, Požeške kotline, Slavonije, na Banskom brdu i biljskom stepolikom travnjaku (Slika 17.). U Hrvatskoj šarena perunika pripada kategoriji NT (gotovo ugrožena), dok je u Njemačkoj i Austriji ugrožena, a u Švicarskoj jako ugrožena.



Slika 16. Rasprostranjenost šarene perunike u Europi; zeleno: autohtona, žuto: uvedena (Izvor: [https://euromed.luomus.fi/euromed\\_map.php?taxon=508533&size=medium](https://euromed.luomus.fi/euromed_map.php?taxon=508533&size=medium) )



Slika 17. Rasprostranjenost šarene perunike u Hrvatskoj (Izvor: <https://hirc.botanic.hr/fcd/beta/map/distribution/5437> )

Šarena perunika prema životnom obliku je geofit, rizom služi za preživljavanje nepovoljnih uvjeta i može doseći i do 10 cm dubine. Stabljika šarene perunike je uspravna i razgranata, može doseći 30 – 45 cm visine, te na gornjem dijelu stabljike nosi dva ili više cvjetova.

Listovi (Slika 18.) su uski, sabljastog oblika, uspravni i sa izraženom prugastom nervaturom, rastu iz rizoma i mogu doseći visinu stabljike.



Slika 18. Listovi šarene perunike

(Izvor: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Iris\\_variegata\\_sl12.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Iris_variegata_sl12.jpg) )

Cvijet karakterizira intenzivno žuta boja, dok su vanjski listovi perigona žućkasto - bijele boje sa purpurno - smeđim žilicama. Cvjetanje se odvija u svibnju i lipnju. Plod biljke je mnogosjemeni tobolac (Domac, 1989.). Šarena perunika raste na otvorenim kamenitim područjima, svijetlim šumama, osunčanim stepolikim travnjacima i uz rubove šuma.

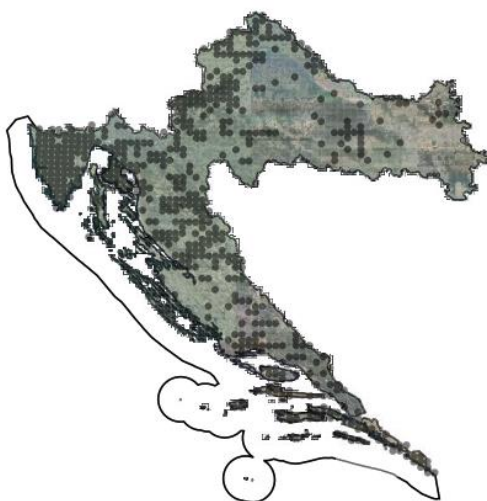
#### 3.3.4. *Orchis morio* L., mali kaćun

Mali kaćun (Slika 19.) je zeljasta trajnica koja pripada porodici orhideja (*Orchidaceae*). Latinsko ime *Orchis* je istoimena grčka riječ za testise, oblik gomolja podsjeća na testise, a ime *morio* ukazuje na cvijet koji podsjeća na luđačku kapu. Raste u srednjoj i južnoj Europi, Maloj Aziji, na Kavkazu i Sibiru. U Hrvatskoj raste na puno lokacija (Slika 20.) pojedinačno ili u skupinama. Najčešće se može naći na sunčanim suhim ili umjereno vlažnim livadama, u svijetlim šumama, do 15000 m nadmorske visine. Pripada kategoriji NT (gotovo ugrožena biljka) u Hrvatskoj, u Austriji je ugrožena biljka, u Mađarskoj rijetka, potencijalno ugrožena, a u Njemačkoj jako ugrožena.



Slika 19. Mali kaćun

(Izvor: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Orchis\\_morio\\_10.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Orchis_morio_10.JPG) )



Slika 20. Rasprostranjenost malog kaćuna u Hrvatskoj

(Izvor: <https://hirc.botanic.hr/fcd/beta/map/distribution/6997> )

Mali kaćun prema životnom obliku je geofit, jajoliki podzemni gomolj (Slika 21.) služi za prezimljavanje i preživljavanje nepovoljnih uvjeta.



Slika 21. Gomolj malog kaćuna

(Izvor: <https://repositorij.biologija.unios.hr/islandora/object/bioos%3A297/datastream/PDF/view> )

Mali kaćun može doseći visinu 10 – 35 cm, visina uvelike ovisi o staništu u kojem se biljka razvija. Listovi su skupljeni u rozetu, prošireno su lancelastog oblika, a na vrhu su ušiljeni. Iz sredine rozete, u ožujku se razvija sočna stabljika (Borovečki – Voska, 2010.). Stabljika na sebi nosi cvat koji se sastoji sa 5 – 25 cvjetova koji su bijelo do tamnoljubičasto obojeni. Plod je tobolac u kojem se razvijaju tisuće sićušnih sjemenki (Domac, 1989.). Cvatnja se odvija od ožujka do lipnja.

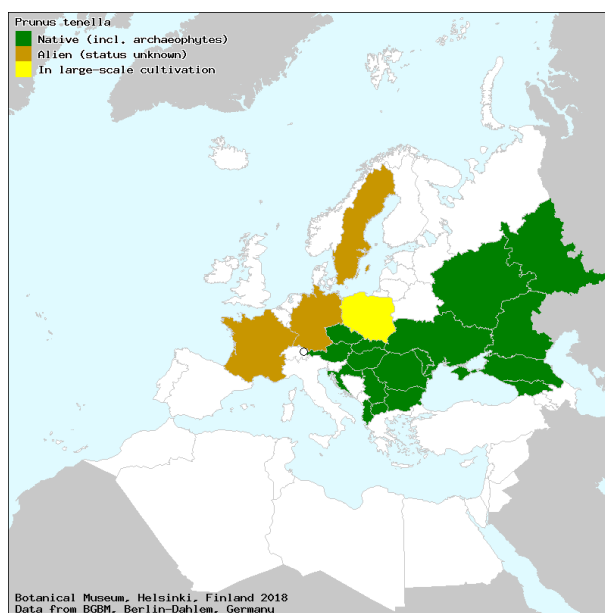
#### 3.3.5. *Prunus tenella* Batsch., patuljasti bademić

Patuljasti bademić (Slika 22.) je listopadni grm koji pripada porodici ruža (Rosaceae). Latiniski naziv *Prunus* dolazi iz grčke riječi *poumnon* koja označava stablo šljive, a ime *tenella* znači vrlo nježan. Naseljava područja u istočnoj Europi, zapadnoj i središnjoj Aziji (Slika 23.), te je u Hrvatskoj zabilježen u sjeveroistočnoj Slavoniji (Slika 24.). U Hrvatskoj je svrstan u kategoriju CR (kritično ugrožena biljka), u Austriji je jako ugrožena, a u Mađarskoj rijetka, potencijalno ugrožena.



Slika 22. Patuljasti bademić

(Izvor: <https://www.zahrada-cs.com/sfo/cz/mandlo%C5%88trojlalo%C4%8Dn%C3%A1/>)



Slika 23. Rasprostranjenost patuljastog bademića, zeleno: autohtona vrsta, narančasto: uvedena, žuto: uzgajana

(Izvor: <https://euromed.luomus.fi/euromedmap.php?taxon=453962&size=medium> )



Slika 24. Rasprostranjenost patuljastog bademića u Hrvatskoj  
(Izvor: <https://hirc.botanic.hr/fcd/beta/map/distribution/8129> )

Patuljasti bademić je fanerofit prema životnom obliku, zamjenski pupoljci se nalaze 20 – 50 cm iznad razine tla. Ova biljka je kserofilna (prilagođena životu u suhim područjima) i heliofilna (prilagođena građom i metabolizmom na velike količine svjetlosti) kontinentalna vrsta koja uspijeva na suhim travnjacima i suhim šikarama. U divljini ova biljka ima tendenciju rasta u skupinama od jedne do tri biljke. Stabljika (Slika 25.) je sivosmeđe ili crvenosmeđe boje, s obzirom da je to grmolika biljka, razvija više stabljika, tj. grana koje su uspravne. Visina patuljastog bademića može biti od 50 cm do 1,5 m. Pupoljci imaju tamnosmeđe ljuske. Listovi su linearno – suličasti, suličasti ili naopako jajasti do eliptični. Na vrhu su ušiljeni. Nikolić (2005.) tvrdi da se pojedinačni cvjetovi pojavljuju istovremeno s razvojem listova, te njihov miris podsjeća na badem. Cvjetovi rastu pojedinačno, promjera 1 do 2 cm, crvenkasto – roza boje ili u rijetkim slučajevima bijele, mirisni su i gusto smješteni na gornjim dijelovima grana. Cvatnja se događa prije ili kada i listanje u travnju i svibnju. Plod je koštunica prekrivena finim dlakama, sadrži jednu sjemenku, a dozrijeva od lipnja do kolovoza.





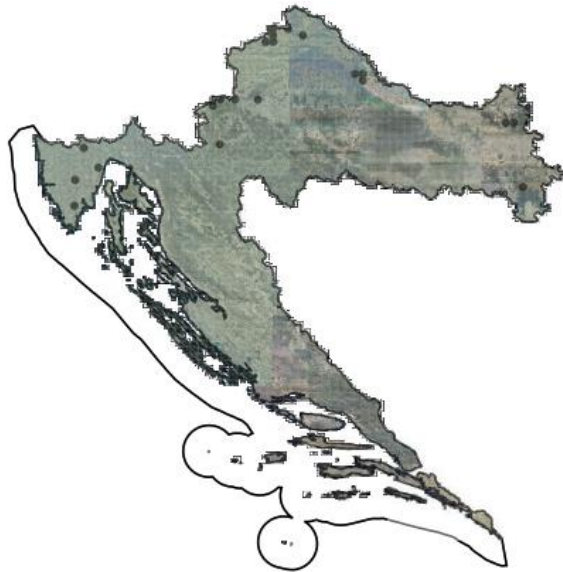
Slika 25. Stabljika/grana patuljastog bademića  
(Izvor: <https://www.jacksonsnurseries.co.uk/prunus-incisa-frilly-frock-clone.html> )

3.3.6. *Pulsatilla pratensis* (L.) Miller ssp. *nigricans* (Störck) Zämelis, crnkasta sasa

Crnkasta sasa (Slika 26.) je zeljasta trajnica koja pripada porodici žabnjaka (*Ranunculaceae*). Ime *Pulsatilla* proizlazi iz grčke riječi *pulsatio*, što znači udaranje, guranje, ime *pratensis* znači livadni, a ime podvrste *nigricans* znači crnkasto što se odnosi na boju cvijeta. Rasprostranjena je u srednjoj i istočnoj Europi, a u Hrvatskoj se nalazi na Žumberačkom gorju, Đurđevačkim pijescima, u Hrvatskom zagorju, Istri, istočnoj Slavoniji i Međimurju (Slika 27.). U Hrvatskoj crnkasta sasa je svrstana u kategoriju CR (kritično ugrožena vrsta), dok je na Europskom crvenom popisu svrstana u kategoriju VU (osjetljiva).



Slika 26. Crnkasta sasa  
(Izvor: vlastiti, 2021.)



Slika 27. Rasprostranjenost crnkaste sase u Hrvatskoj  
(Izvor: <https://hirc.botanic.hr/fcd/beta/map/distribution/8206> )

Prema životnom obliku crnkasta sasa je geofit i nastanjuje suhe travnjake i pijeskovita tla. Podanak je čvrst i okomit, iz njega se razvija uspravna, vuneno dlakava i visoka stabljika (Slika 28.). Stabljika može doseći visinu 10 – 45 cm, sa tri pricvjetna lista i s jednim vršnim, visećim cvijetom (Nikolić, 2005.). prizemni listovi skupljeni su u rozetu i razvijaju se nakon cvatnje, peteljke su duge i trodjelne plojke razdjeljene su u dlakave linearne isperke. Cvjetovi (Slika 29.) su tamnoljubičaste boje s šest izvana dlakavih listića. Plodovi su jednosjemeni orašćići koji su vuneno dlakavi, a na vrhu se nalazi dugi perasto – dlakavi nastavak. Cvatnja se odvija u travnju i svibnju.



Slika 28. Stabljika crnkaste sase  
(Izvor: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pulsatilla\\_pratensis\\_subsp.\\_nigricans\\_sl11.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pulsatilla_pratensis_subsp._nigricans_sl11.jpg) )



Slika 29. Cvijet crnkaste sase  
(Izvor: <https://alchetron.com/Pulsatilla-pratensis> )

#### 3.4. Detekcija vrsta flore korištenjem bespilotnog zrakoplova

Detekcija vrsta flore na Biljskoj stepi provedena je korištenjem bespilotnog zrakoplova DJI P4 Multispectral (Slika 30.).

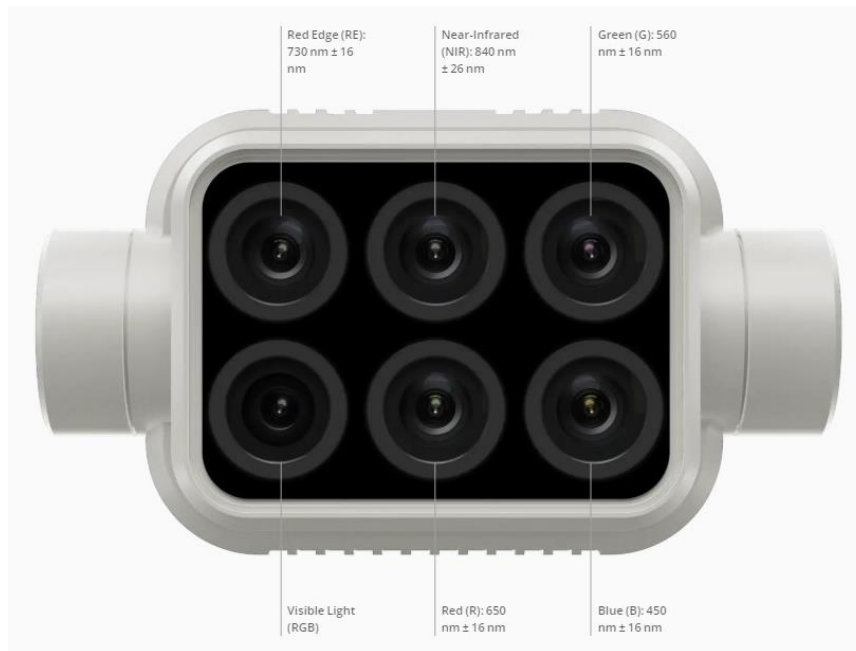


Slika 30. DJI P4 Multispectral  
(Izvor: vlastiti, 2021.)

DJI P4 Multispectral omogućuje učinkovito prikupljanje multispektralnih slika na velikim površinama. Integrirani spektralni senzor sunčeve svjetlosti na vrhu bespilotne letjelice hvata solarne zrake, što povećava točnost i dosljednost prikupljanja podataka kroz različita doba dana. Kada se kombinira sa post – obrađenim podacima, te informacije pomažu u dobivanju preciznih NDVI (engl. *Normalized Difference Vegetation Index*) rezultata, NDVI određuje vegetaciju mjerenjem razlike između blisko infracrvenog i crvenog spektra, i

NDRE (engl. *Normalized Difference Red – Edge Index*) rezultata, koji se mogu formulirati samo ako je u senzoru dostupan rubni crveni spektar.

Informacije se prikupljaju 1 RGB kamerom, i multispektralnim nizom od 5 kamera koje pokrivaju plavi (B), zeleni (G), crveni (R), rubni crveni (RE) i bliski infracrveni dio spektra elektromagnetskih valova (Slika 31.).



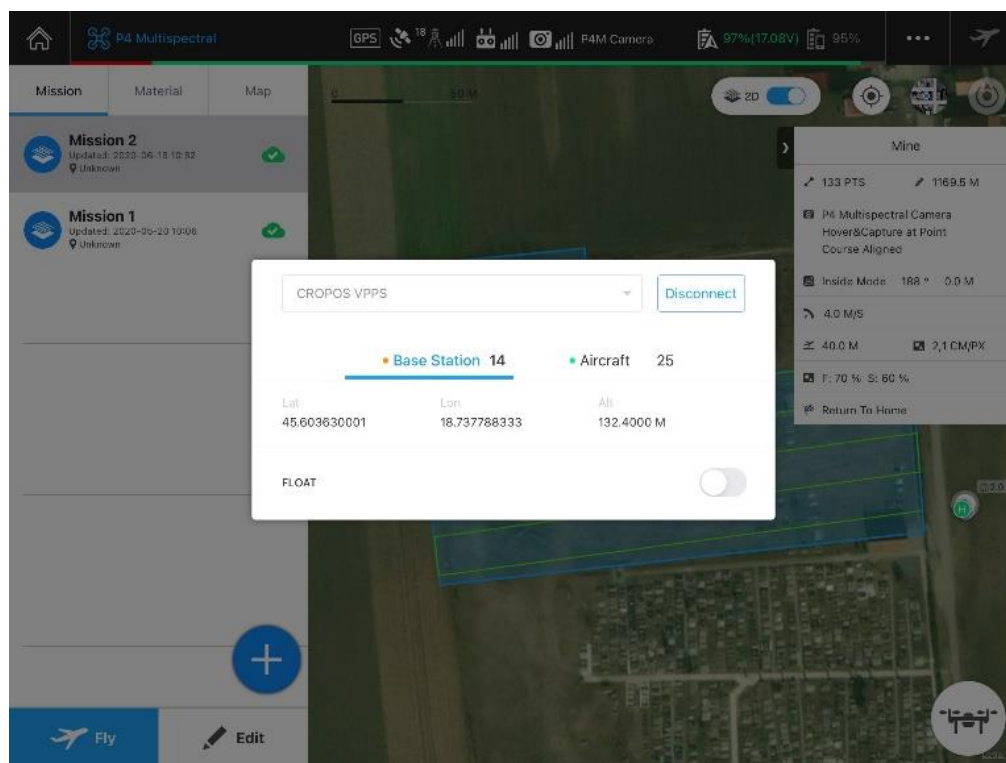
Slika 31. Multispektralni senzor bespilotnog zrakoplova DJI P4 Multispectral  
(Izvor: <https://www.aviteh.hr/dji-p4-multispectral-comb.html> )

Obzirom na promjene upravljanja prostorom za izradu ovoga rada izrađena je prikladna podloga za Biljnu stepu, uz korištenje sljedećih analitičko – prostornih analiza i obradom njima dobivenih podataka:

1. Daljinske detekcije
2. Kemijske analize tla
3. Inventarizacije kroz geopozicioniranje pojedine zaštićene vrste
4. Izrade karte stvarne vegetacije zaštićenih vrsta
5. Izrade digitalnog modela visine vegetacije

Dobiveni rezultati utemeljeni su na intenzivnim prostornim analizama svih podataka od važnosti (geomorfoloških, klimatskih, pedoloških, hidroloških, vegetacijskih, itd.) u okviru geografskog informacijskog sustava, te opremljeni prikladnim kartografskim sadržajima koje je moguće koristiti za upravljačke aktivnosti.

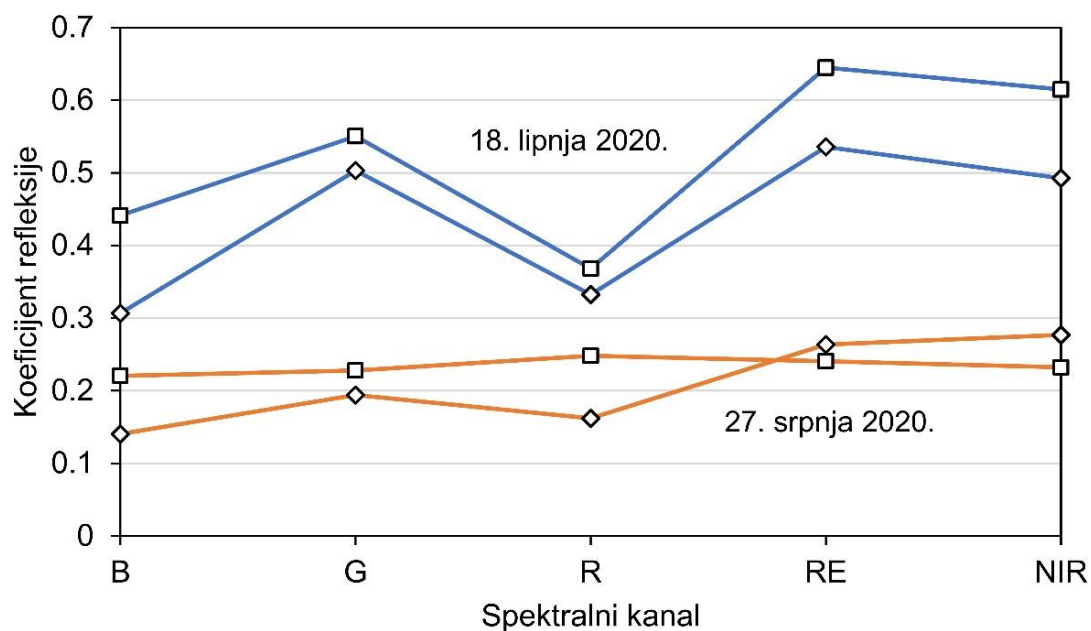
Ciklično snimanje Biljske stepe i okolnog područja provedeno je 18. lipnja 2020., 29. lipnja 2020., 15. srpnja 2020. i 27. srpnja 2020. godine. Snimke su georeferencirane primjenom CROPOS VPPS servisa (Slika 32.), čime je omogućena točnost pozicioniranja od 2 cm horizontalno i 4 cm vertikalno. Za svako razdoblje snimanja izrađen je digitalni ortofoto, s prostornom razlučivosti od 2 cm.



Slika 32. CROPOS VPPS  
(Izvor: vlastiti, 2021.)

## 4. REZULTATI

Analizom spektralnih krivulja promatranog razdoblja utvrđena je visoka ovisnost snimljenih koeficijenata refleksije po spektralnim kanalima na klimatske utjecaje (Grafikon 1.).

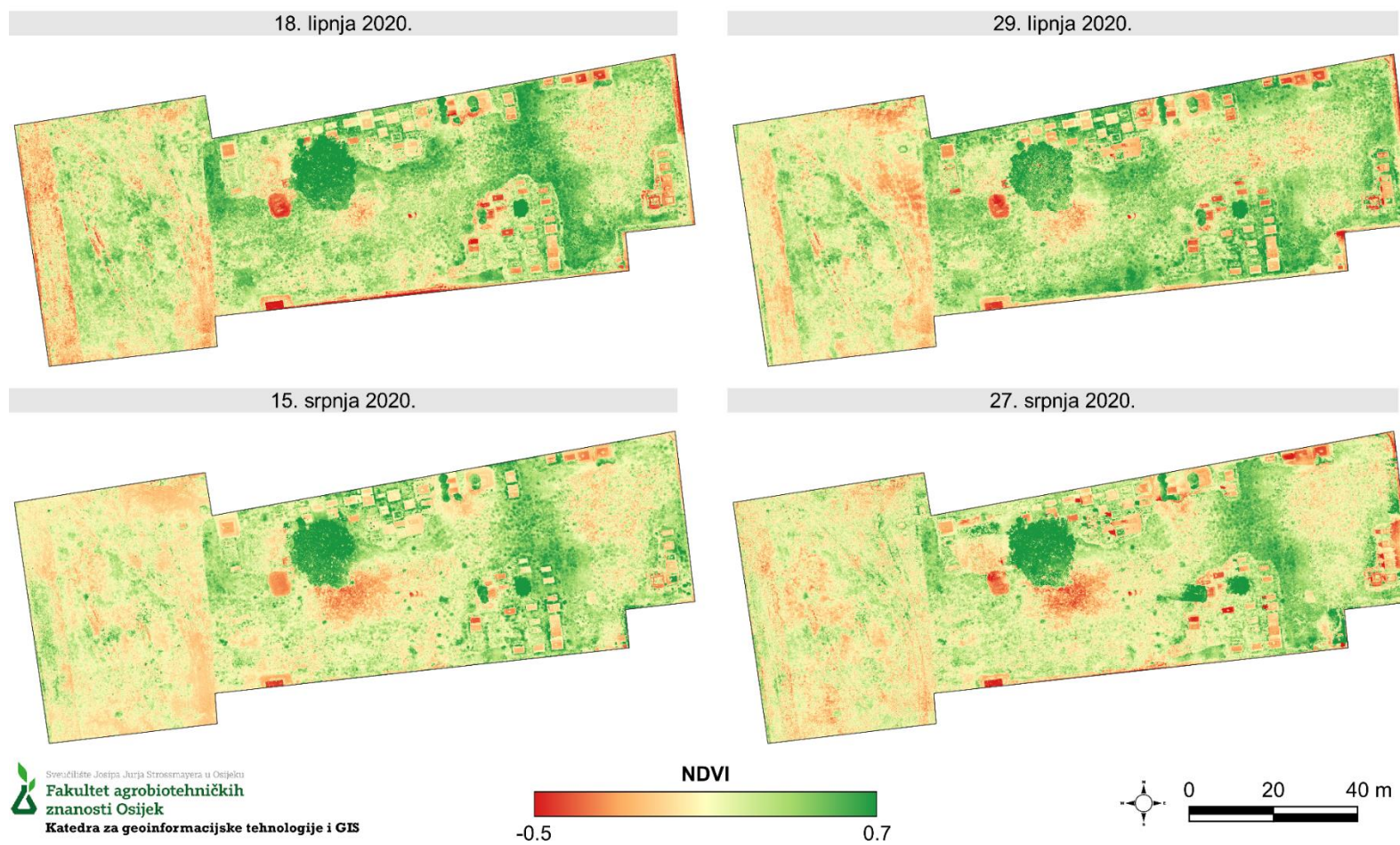


Grafikon 1. Spektralne krivulje crvene iglice za dvije neovisne lokacije

(Izvor: vlastiti, 2020.)

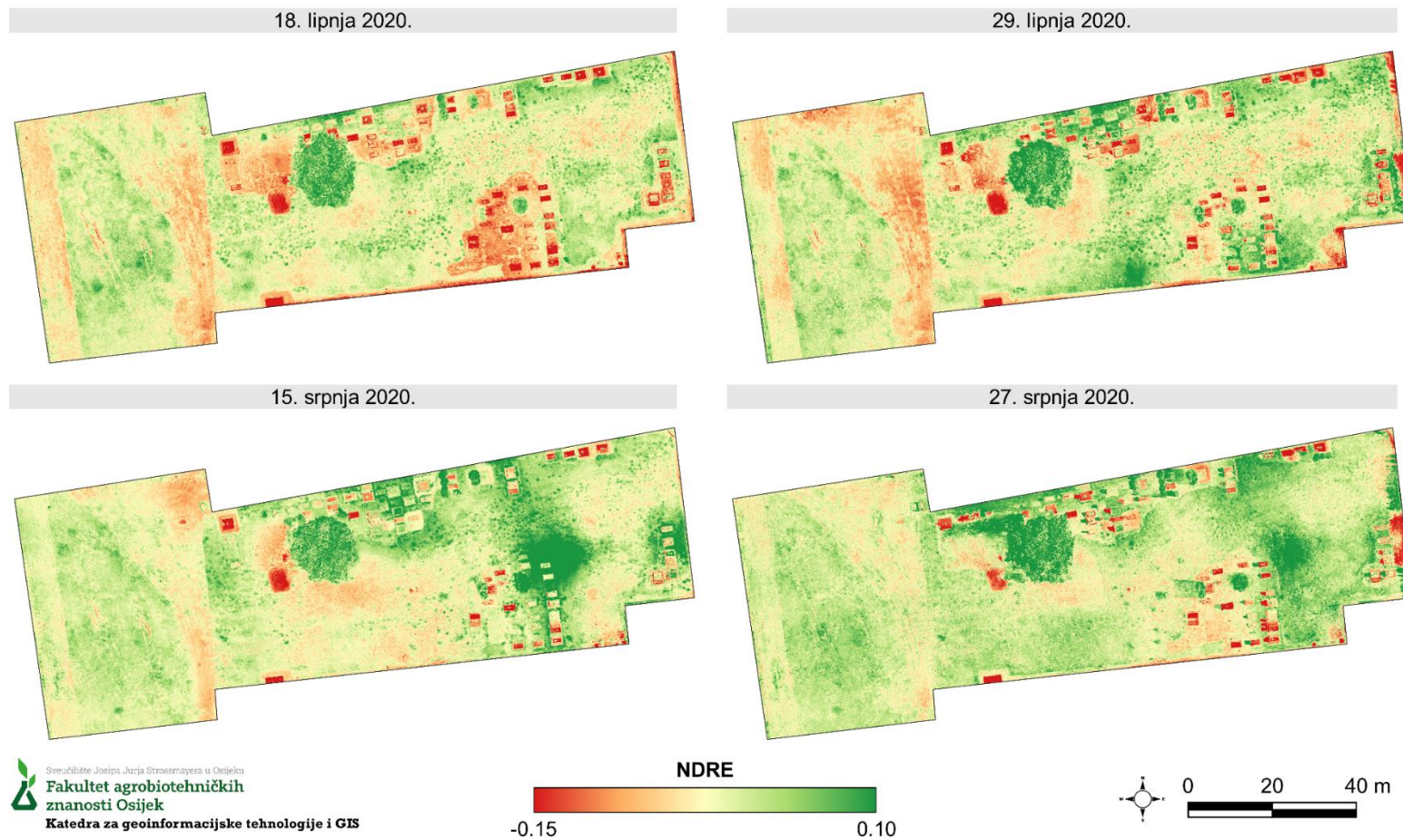
Vegetacijski indeksi NDVI i NDRE najpoznatiji su vegetacijski indeksi s vrlo širokom primjenom u praćenju vegetacije u svijetu. NDVI i NDRE primjenjeni su na području Biljske stepe (Slika 33. i 34.), te je istim pristupom utvrđivana sličnost dvaju različitih nezavisnih područja na temelju analize trendova promjene vrijednosti vegetacijskih indeksa (Tablica 1., Grafikon 2.) .

## Biljska stepa - Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)



Slika 33. Prikaz NDVI vrijednosti na snimljenom području  
(Izvor: vlastiti, 2020.)

## Biljska stepa - Normalized Difference Red-Edge Index (NDRE)

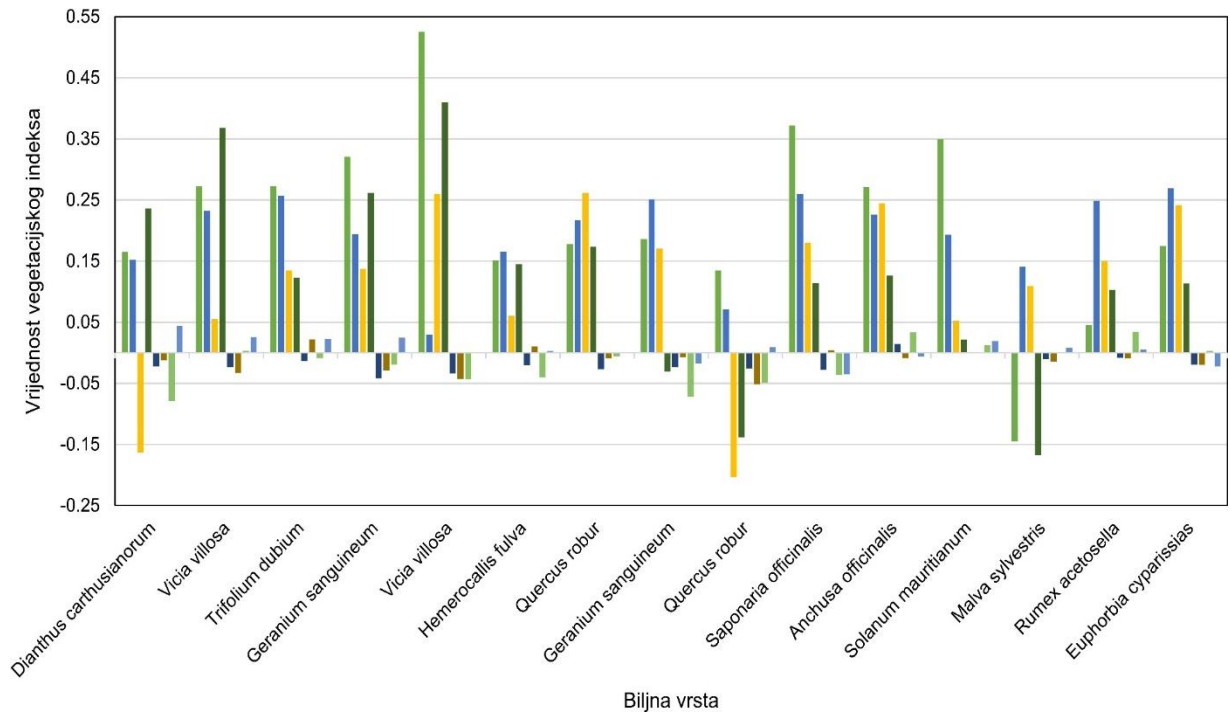


Slika 34. Prikaz NDRE vrijednosti na snimljenom području  
(Izvor: vlastiti, 2020.)



Tablica 1. Tablične srednje vrijednosti NDVI i NDRE vegetacijskih indeksa po detektiranim biljnim vrstama

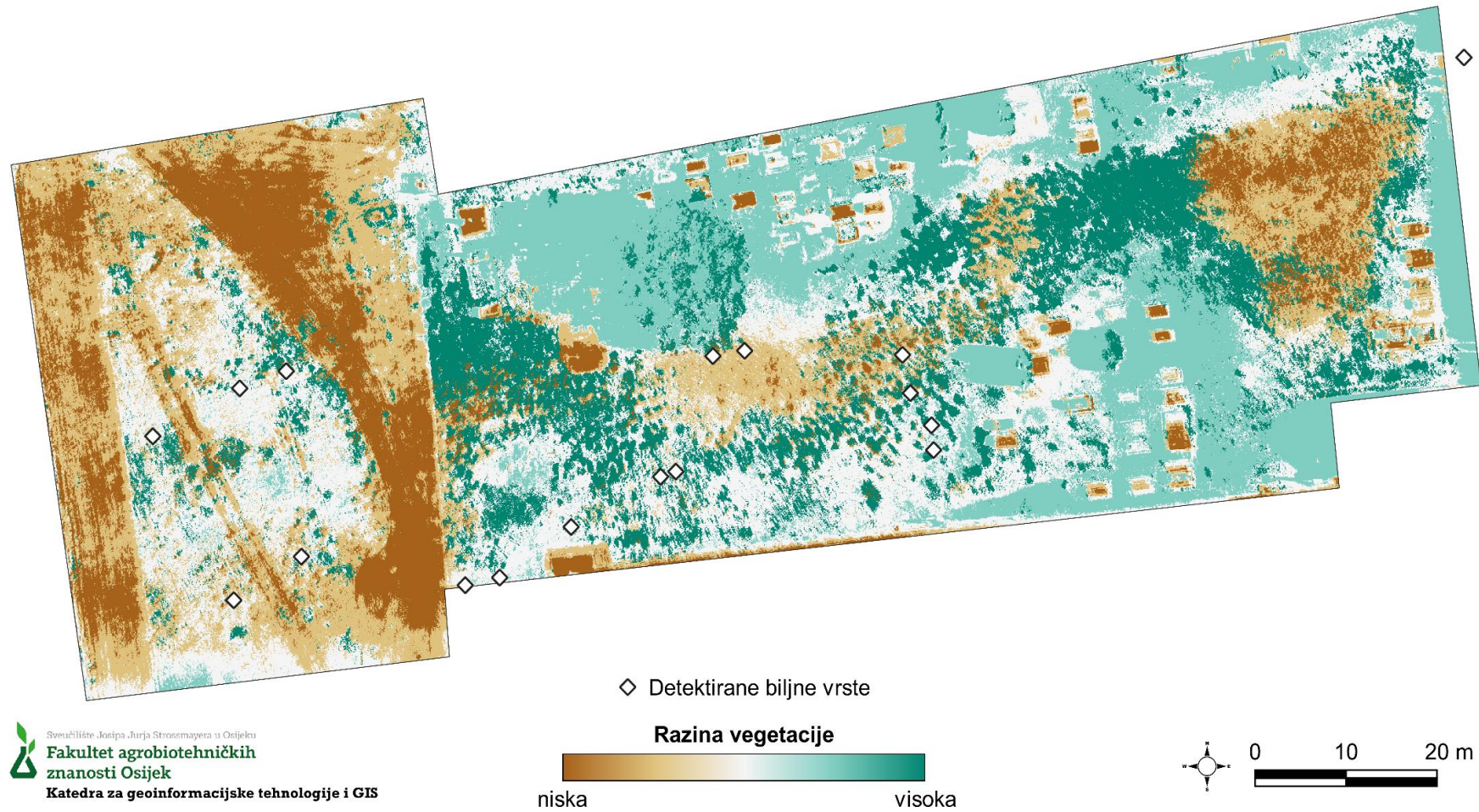
Lat_naziv	NDVI_0629	NDVI_0618	NDVI_0715	NDVI_0727	NDRE_0618	NDRE_0629	NDRE_0715	NDRE_0727
<b>Dianthus carthusianorum</b>	0.165	0.152	-0.163	0.236	-0.022	-0.013	-0.079	0.044
<b>Vicia villosa</b>	0.272	0.232	0.055	0.368	-0.024	-0.033	0.003	0.025
<b>Trifolium dubium</b>	0.272	0.257	0.135	0.123	-0.014	0.022	-0.009	0.023
<b>Geranium sanguineum</b>	0.321	0.195	0.137	0.261	-0.042	-0.029	-0.019	0.025
<b>Vicia villosa</b>	0.525	0.030	0.260	0.410	-0.034	-0.043	-0.043	0.001
<b>Hemerocallis fulva</b>	0.151	0.165	0.060	0.145	-0.021	0.010	-0.040	0.003
<b>Quercus robur</b>	0.178	0.216	0.262	0.173	-0.027	-0.009	-0.006	0.001
<b>Geranium sanguineum</b>	0.186	0.251	0.170	-0.031	-0.024	-0.008	-0.072	-0.018
<b>Quercus robur</b>	0.135	0.071	-0.203	-0.138	-0.026	-0.052	-0.049	0.009
<b>Saponaria officinalis</b>	0.372	0.260	0.180	0.114	-0.028	0.004	-0.036	-0.035
<b>Anchusa officinalis</b>	0.271	0.226	0.245	0.126	0.015	-0.009	0.034	-0.006
<b>Solanum mauritianum</b>	0.350	0.193	0.052	0.022	0.001	-0.001	0.012	0.019
<b>Malva sylvestris</b>	-0.145	0.140	0.109	-0.168	-0.010	-0.014	-0.001	0.008
<b>Rumex acetosella</b>	0.045	0.249	0.150	0.103	-0.008	-0.009	0.034	0.005
<b>Euphorbia cyparissias</b>	0.175	0.269	0.242	0.114	-0.019	-0.020	0.003	-0.022



Grafikon 2. Trendovi vrijednosti NDVI i NDRE vegetacijskih indeksa prema detektiranim biljnim vrstama

Suvremenim pristupom nenadzirane klasifikacije primjenom K – means algoritma u pet klasa kvantificirana je sličnost područja u pogledu uvjeta obitavanja vegetacije (Slika 35.).

## Biljska stepa - rezultat K-means nenadzirane klasifikacije



Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Fakultet agrobiotehničkih  
znanosti Osijek  
Katedra za geoinformacijske tehnologije i GIS

Slika 35. Kategorije uvjeta rasta vegetacije i detektirane biljne vrste

## 5. RASPRAVA

Spektralne krivulje crvene iglice (*Geranium sanguineum* L.) na dvije nezavisne lokacije pokazale su bliske vrijednosti i oblik krivulje, što ukazuje na pouzdanu mogućnost praćenja svih jedinki biljne vrste opisanim postupkom. Ujedno je moguće analizom spektralnih vrijednosti utvrditi sličnost s biljnim vrstama na drugom području snimanja i tako procijeniti pogodnost obitavanja promatrane vrste u drugim prostornim uvjetima.

Primjenom NDVI i NDRE na području Biljske stepe utvrđene su vrlo visoke mogućnosti praćenja promjena u vegetaciji na određenoj lokaciji. Istim pristupom utvrđena je vrlo visoka pouzdanost određivanja sličnosti dvaju različitih nezavisnih područja na temelju analize trendova promjene vrijednosti vegetacijskih indeksa.

Vizualnom inspekcijom prostorne distribucije pojedinih klasa razine vegetacije vidljivo je kako na trenutnom i planiranom prostornom zahvatu Biljske stepe postoje slični uvjeti za obitavanje promatranih biljnih vrsta. Uz smanjenje antropogenog utjecaja na području Biljske stepe (košnja vegetacije, odlaganje otpada), može se očekivati detekcija sa još većom sličnosti uvjeta vegetacije između ta dva područja.

## 6. ZAKLJUČAK

Biljska stepa je od izuzetne važnosti zbog raznolikosti flore i prisutnosti ugroženih i rijetkih biljnih vrsta. Zbog novih zahtjeva za održavanje i upravljanje spomenikom prirode od velike važnosti je bilo provesti detaljnu inventarizaciju na prostoru Biljske stepe i okolnog područja. Istraživanje je provedeno pomoću bespilotne letjelice DJI P4 Multispectral, te je izrađen digitalni ortofoto za svako razdoblje snimanja. Analizama spektralnih krivulja crvene iglice utvrđeno je da postoji velika mogućnost praćenja jedinki biljne vrste ovim pristupom. Praćenjem vegetacijskih indeksa NDVI i NDRE uvrđena je mogućnost praćenja promjena vegetacije i primjenom K-means algoritma kvantificirana je sličnost dvaju različitih nezavisnih područja prema uvjetima obitavanja vegetacije. Praćenje vegetacije i sličnosti različitih i nezavisnih područja moglo bi se detektirati uz još veće sličnosti uvjeta vegetacije, specifična lokacija na lokalnom groblju otežava uspješnu detekciju zbog antropogenog utjecaja. Kroz ovo istraživanje može se zaključiti kako daljinskim istraživanjem osim za detekcije vrsta flore na području Biljska stepe i okolnog područja geoinformacijski sustavi (daljinska istraživanja) mogu poslužiti i u planu proširenja vegetacije Biljske stepe na područja koja su slična prema uvjetima vegetacije.

## 7. POPIS LITERATURE

1. Borovečki – Voska (2010.): Orhideje na Strahinjščici i susjednim područjima, Alfa d.d., Zagreb
2. Chasapis M., Samaras D. A., Theodoropoulos K., Eleftheriadou E. (2019.): *Centaurea kotschyana* (Asteraceae), *Iris variegata* (Iridaceae), *Aruncus dioicus* (Rosaceae): three new records for the flora of Greece. 16th Conference of the Hellenic Botanical Society At: Athens, Greece
3. Crisan I., Vidican R., Stoian V., Stoie A. (2017.): Wild Iris spp. From Romanian meadows and their importance for ornamental plant breeding, *Romanian Journal of Grassland and Forage Crops* 16:21 – 32
4. Domac R. 1989. Mala flora Hrvatske i susjednih područja. Školska knjiga, Zagreb.
5. Domjan L. (2018.): Morfološke i anatomske karakteristike malog kaćuna (*Orchis morio* L.) na različitim tipovima staništa, Završni rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju
6. Fernandez I. A. (2003.): Systematics of Euroasian and North African *Doronicum* (Asteraceae, Seneioneae) – *Ann. Missouri Bot. Gard.* 90: 319 – 389
7. Izvješće o stanju i zaštiti prirode na području Osječko-baranjske županije. Javna ustanova agencija za upravljanje prirodnim vrijednostima na području Osječko-baranjske županije, Osijek, 2001.
8. Jurišić M., Plaščak I. (2009.): Geoinformacijski sustavi GIS u poljoprivredi i zaštiti okoliša, Poljoprivredni fakultet Osijek
9. Justič M. (2018.): i+Invazivne biljke Hrvatske, Seminarski rad, Sveučilište u Zagrebu
10. Mägdefrau K, Ehrendorfer F. (1988.): Botanika. Sistematika, evolucija i geobotanika. Školska knjiga, Zagreb.
11. Mitić B. (2014.): Perunike – božanski cvjetovi, *Bilje oko nas*, Hrvatska revija vol.4: 14 – 18
12. Moore P. (2009.): The pocket guide to wild flowers, Bounty Books, London
13. Nikolić T, Topić J. (2005.) Crvena knjiga vaskularne flore Hrvatske. Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, Republika Hrvatska, Zagreb
14. Nikolić T. ed. (2005): Flora Croatica Database (<http://hirc.botanic.hr/fcd>). Faculty of Science, University of Zagreb (accessed date: 2021/09/16).

15. Nikolić T. (2019.): Flora Croatica – vaskularna flora Republike Hrvatske, Vol. 4. Ekскурzijska flora. Alfa d.d., Zagreb, v-x, 3-664
16. Owen, P. (2008.): LIFE and Europe's grasslands: Restoring a forgotten habitat. European Communities, Belgium.
17. Peruzzi L., Passala Cqua N. G., Cesca G. (2007.): On the presence of *Doronicum plantagineum* (Asteraceae) in Italy – *Bocconea* 21:207 – 212
18. Reynolds SG, Frame J. (2005.): Grasslands: developments, opportunities, perspectives. Rome: Food and Agricultural Organization of the United Nations ; Enfield, NH : Science Publishers, Inc.
19. Šilić Č. (1977.): Šumske zeljaste biljke, Školska knjiga, Zagreb
20. Strategija I akcijski plan zaštite prirode Republike Hrvatske za razdoblje od 2017. Do 2025. Godine, Narodne Novine, br. 72/2017.
21. Šunić K. (2016.): Ugrožene biljne vrste na stepolikoj travnjačkoj površini u Bilju, Završni rad, Odjel za biologiju, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera
22. Žaček J. (2015.): Taksonomski status, rasprostranjenost I morfološke značajke autohtonih vrsta roda *Iris* L. u Hrvatskoj. Završni rad, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet
23. Zahirović Ž. (2000.): Rijetke i ugrožene biljne vrste sjeveroistočne Hrvatske. Magistarski rad. Sveučilište u Zagrebu, Zagreb
24. Žuna Pfeiffer T, Špoljarić Maronić D, Stević F, Buzuk I, Matković G. (2015.): Raznolikost flore biljske stepe – zaštićeni spomenik prirode. Javna ustanova agencija za upravljanje prirodnim vrijednostima na području Osječko-baranjske županije, Osijek.
25. Žuna Pfeiffer T., Špoljarić Maronić D., Zahirović V., Stević F., Zjalić M., Kajan K., Ozimec S., Mihaljević M. (2016): Earlyspring flora of the Sub-Pannonic steppic grassland (NATURA 2000 site) in Bilje, northeastCroatia. *Acta Bot Croat*, DOI: 10.1515/botcro-2016-0029.

#### **Internet izvori:**

DJI - <https://www.dji.com/hr/p4-multispectral?site=brandsite&from=nav> (18.09.2021.)

Emerald - <https://rm.coe.int/0900001680746429> (10.09.2021.)

Flora Croatia Database - <https://hirc.botanic.hr/fcd/DetailFrame.aspx?IdVrste=5437&taxon=Iris+variegata+L> (13.09.2021.)

Hrvatska enciklopedija - <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=17885>  
(10.09.2021.)

iNaturalist - <https://www.inaturalist.org/taxa/129853-Geranium-sanguineum> (13.09.2021.)

Javna ustanova „Nacionalni park Krka“- <http://np-krka.hr/stranice/iris-perunika-newsletter/241/hr.html> (13.09.2021.)

Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja; Zavod za zaštitu okoliša i prirode -  
<http://www.haop.hr/hr/tematska-podrucja/prirodne-vrijednosti-stanje-i-ocuvanje/ugrozenost-vrsta-i-stanista/crveni-0> (10.09.2021.)

Plantea - <https://www.plantea.com.hr/iglica/> (13.09.2021.)

Plantea - <https://www.plantea.com.hr/livadna-sasa/> (17.09.2021.)

Plantea - <https://www.plantea.com.hr/mali-kacun/#referenca-3> (16.09.2021.)

Plantea - <https://www.plantea.com.hr/patuljasti-badem/> (17.09.2021.)

Plants of the world online - <http://www.plantsoftheworldonline.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:322494-2> (11.09.2021.)

Službeni glasnik Općine Bilje - <https://www.bilje.hr/Glasnici/SLGL2-2016.pdf>  
(11.09.2021.)

Wikipedia - <https://hr.wikipedia.org/wiki/Bilje> (11.09.2021.)

Wikiwand- [https://www.wikiwand.com/en/Iris\\_variegata](https://www.wikiwand.com/en/Iris_variegata) (13.09.2021.)



## 8. SAŽETAK

Biljska stepa koja je smještena na lokalnom groblju u Bilju predmet je istraživanja u ovome radu. Istraživanje je provedeno u svrhu mogućnosti detekcije vrsta flore pomoću geoinformacijskih sustava, korištenjem bezpilotnog zrakoplova DJI P4 Multispectral. Prikupljanjem multispektralnih slika bezpilotnom letjelicom i obrađenim podacima dobiveni su NDVI i NDRE rezultati. Spektralnom krivuljom crvene iglice (*Geranium sanguineum*) utvrđena je bliska vrijednost na dvije nezavisne lokacije i oblik krivulje koji omogućuje praćenje svih jedinki biljne vrste opisanim postupkom. Geoinformacijski sustavi mogu služiti za detekciju vrsta flore i za širenje vegetacije na područja koja su slična prema uvjetima vegetacije.

## 9. SUMMARY

Steppic grassland Bilje located in the local cemetery in Bilje is the subject of research in this paper. The research was conducted for the purpose of the possibility of detecting flora species using geoinformation systems, with using DJI P4 Multispectral drone. NDVI and NDRE results were contained by collecting multispectral images by drone and processed data. The spectral curve of the Bloody Cranesbill (*Geranium sanguineum*) determined a close value at two independent locations and the shape of the curve that allows the tracking of all individuals of the plant species by the described procedure. Geoinformation systems can be used to detect flora species and to spread vegetation to areas that are similar to vegetation conditions.

## **10. POPIS SLIKA**

Slika 1. Naselje Bilje na karti, stranica 4.

Slika 2. Ortofoto Biljskog groblja, stranica 5.

Slika 3. Endemske vrste ma Biljskim stepama, stranica 7.

Slika 4. Mađarski divokozjak, stranica 8.

Slika 5. Rasprostranjenost mađarskog divokozjaka, stranica 8.

Slika 6. Rasprostranjenos mađarskog divokozjaka u Hrvatskoj, stranica 9.

Slika 7. Sjedeći listovi mađarskog divokozjaka, stranica 9.

Slika 8. Donji listovi mađarskog divokozjaka, stranica 10.

Slika 9. Cvat mađarskog divokozjaka, stranica 10.

Slika 10. Crvena iglica, stranica 11.

Slika 11. Rasprostranjenost crvene iglice u Hrvatskoj, stranica 11.

Slika 12. Rasprostranjenost crvene iglice: zeleno – autohtona, ljubičasto – uvedena, stranica 12.

Slika 13. List crvene iglice, stranica 12.

Slika 14. Plod crvene iglice, stranica 13.

Slika 15. Šarena perunika, stranica 13.

Slika 16. Rasprostranjenost šarene perunike u Europi; zeleno – autohtona, žuto – uvedena, stranica 14.

Slika 17. Rasprostranjenost šarene perunike u Hrvatskoj, stranica 14.

Slika 18. Listovi šarene perunike, stranica 15.

Slika 19. Mali kaćun, stranica 16.

Slika 20. Rasprostranjenost malog kaćuna u Hrvatskoj, stranica 16.

Slika 21. Gomolj malog kaćuna, stranica 17.

Slika 22. Patuljasti bademić, stranica 18.

Slika 23. Rasprostranjenost patuljastog bademića, zeleno – autohtona vrsta, narančasto – uvedena, žuto – uzgajana, stranica 18.

Slika 24. Rasprostranjenost patuljastog bademića u Hrvatskoj, stranica 19.

Slika 25. Stabljika/grana patuljastog bademića, stranica 20.

Slika 26. Crnkasta sasa, stranica 20.

Slika 27. Rasprostranjenost crnkaste sase u Hrvatskoj, stranica 21.

Slika 28. Stabljika crnkaste sase, stranica 21.

Slika 29. Cvijet crnkaste sase, stranica 22.

Slika 30. DJI P4 Multispectral, stranica 22.

Slika 31. Multispektralni senzor bespilotnog zrakoplova DJI P4 Multispectral, stranica 23.

Slika 32. CROPOS VPPS, stranica 24.

Slika 33. Prikaz NDVI vrijednosti na snimanom području, stranica 26.

Slika 34. Prikaz NDRE vrijednosti na snimanom području, stranica 27.

Slika 35. Kategorije uvjeta rasta vegetacije i detektirane biljne vrste, stranica 30.

## **11. POPIS GRAFIKONA**

Grafikon 1. Spektralne krivulje crvene iglice za dvije neovisne lokacije, stranica 25.

Grafikon 2. Trendovi vrijednosti NDVI i NDRE vegetacijskih indeksa prema detektiranim biljnim vrstama, stranica 29.

## **12. POPIS TABLICA**

Tablica 1. Tablične srednje vrijednosti NDVI i NDRE vegetacijskih indeksa po detektiranim biljnim vrstama, stranica 28.

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Diplomski rad

Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Sveučilišni diplomski studij, smjer Ekološka poljoprivreda

Detekcija vrsta flore na zaštićenom području Biljska stepa primjenom geoinformacijskih sustava

Anamaria Kovač

## Sažetak

Biljska stepa koja je smještena na lokalnom groblju u Bilju predmet je istraživanja u ovome radu. Istraživanje je provedeno u svrhu mogućnosti detekcije vrsta flore pomoću geoinformacijskih sustava, korištenjem bezpilotnog zrakoplova DJI P4 Multispectral. Prikupljanjem multispektralnih slika bezpilotnom letjelicom i obrađenim podacima dobiveni su NDVI i NDRE rezultati. Spektralnom krivuljom crvene iglice (*Geranium sanguineum*) utvrđena je bliska vrijednost na dvije nezavisne lokacije i oblik krivulje koji omogućuje praćenje svih jedinki biljne vrste opisanim postupkom. Geoinformacijski sustavi mogu služiti za detekciju vrsta flore i za širenje vegetacije na područja koja su slična prema uvjetima vegetacije.

**Rad je izrađen pri:** Fakultet agrobiotehničkih znanosti

**Mentor:** prof. dr. sc. Mladen Jurišić

**Broj stranica:** 45

**Broj grafikona i slika:** 37

**Broj tablica:** 1

**Broj literaturnih navoda:** 40

**Broj priloga:** 38

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** Biljska stepa, geoinformacijski sustav, NDVI, NDRE, spektralna krivulja

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. izv. prof. dr. sc. Ivan Plaščak, predsjednik
2. prof. dr. sc. Mladen Jurišić
3. Dorijan Radočaj, mag. Ing. geod. et geoinf., član

**Rad je pohranjen u:** Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Sveučilištu u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d

## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
thesis

Graduate

Faculty of Agrobiotechnical Sciences

University Graduate studies, Organic agriculture, course Organic agriculture

Detection of flora in the protected area of steppic grassland Bilje using geoinformation systems

Anamaria Kovač

### **Abstract:**

Steppic grassland Bilje located in the local cemetery in Bilje is the subject of research in this paper. The research was conducted for the purpose of the possibility of detecting flora species using geoinformation systems, with using DJI P4 Multispectral drone. NDVI and NDRE results were contained by collecting multispectral images by drone and processed data. The spectral curve of the Bloody Cranesbill (*Geranium sanguineum*) determined a close value at two independent locations and the shape of the curve that allows the tracking of all individuals of the plant species by the described procedure. Geoinformation systems can be used to detect flora species and to spread vegetation to areas that are similar to vegetation conditions.

**Keywords:** steppic grassland Bilje, geoinformational system, NDVI, NDRE, spectral curve

**Thesis preformed in:** Faculty of Agrobiotechnical Sciences

**Mentor:** prof. dr. sc. Mladen Jurišić

**Number of pages:** 45

**Number of charts and images:** 37

**Number of tables:** 1

**Number of references:** 40

**Number of appendices:** 38

**Original language:** Croatian

**Thesis defended on date:**

**Reviewers:**

1. izv. prof. dr. sc. Ivan Plaščak, predsjednik
2. prof. dr. sc. Mladen Jurišić
3. Dorijan Radočaj, mag. Ing. geod. et geoinf., član

**Thesis deposited at:** Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek,  
Kralja Petra Svačića 1d.