

Agrokemijski pokazatelji plodnosti tla i učinak subvencionirane analize tla na području istočne Hrvatske

Rašić, Daniel

Doctoral thesis / Disertacija

2019

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:151:272377>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-27**



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](#)



REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Daniel Rašić, dipl. inž. polj.

**AGROKEMIJSKI POKAZATELJI PLODNOSTI TLA I UČINAK
SUBVENCIONIRANE ANALIZE TLA NA PODRUČJU
ISTOČNE HRVATSKE**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Osijek, 2019.

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Daniel Rašić, dipl. inž. polj.

**AGROKEMIJSKI POKAZATELJI PLODNOSTI TLA I UČINAK
SUBVENCIONIRANE ANALIZE TLA NA PODRUČJU
ISTOČNE HRVATSKE**

- Doktorska disertacija -

Osijek, 2019.

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Daniel Rašić, dipl. inž. polj.

**AGROKEMIJSKI POKAZATELJI PLODNOSTI TLA I UČINAK
SUBVENCIONIRANE ANALIZE TLA NA PODRUČJU
ISTOČNE HRVATSKE**

Mentor: prof. dr. sc. Vesna Vukadinović
Komentor: prof. dr. sc. Ljubica Ranogajec

Povjerenstvo za ocjenu:

- 1. dr. sc. Tihana Teklić, redoviti profesor Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, predsjednik**
- 2. dr. sc. Vesna Vukadinović, redoviti profesor Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, mentor i član**
- 3. dr. sc. Ljubica Ranogajec, redoviti profesor Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, komentor i član**
- 4. dr. sc. Lepomir Čoga, redoviti profesor Agronomskog fakulteta u Zagrebu, član**
- 5. dr. sc. Boris Đurđević, izvanredni profesor Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, član**

Osijek, 2019.

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Daniel Rašić, dipl. inž. polj.

**AGROKEMIJSKI POKAZATELJI PLODNOSTI TLA I UČINAK
SUBVENCIONIRANE ANALIZE TLA NA PODRUČJU
ISTOČNE HRVATSKE**

Mentor: prof. dr. sc. Vesna Vukadinović
Komentor: prof. dr. sc. Ljubica Ranogajec

**Javna obrana doktorske disertacije održana je 31. svibnja 2019. godine pred
Povjerenstvom za obranu:**

- 1. dr. sc. Tihana Teklić, redoviti profesor Fakulteta agrobiotehničkih znanosti
Osijek, predsjednik**
- 2. dr. sc. Vesna Vukadinović, redoviti profesor Fakulteta agrobiotehničkih znanosti
Osijek, mentor i član**
- 3. dr. sc. Ljubica Ranogajec, redoviti profesor Fakulteta agrobiotehničkih znanosti
Osijek, komentor i član**
- 4. dr. sc. Brigita Popović, izvanredni profesor Fakulteta agrobiotehničkih znanosti
Osijek, član**
- 5. dr. sc. Boris Đurđević, izvanredni profesor Fakulteta agrobiotehničkih znanosti
Osijek, član**

Osijek, 2019.

Zahvala

Želim se zahvaliti svima koji su na bilo koji način doprinijeli ovom radu.

Osobitu zahvalnost želim izraziti **prof. dr. sc. Tihani Teklić**, predsjednici Povjerenstva, na ukazanom povjerenju i strpljenju prilikom provedbe i izrade doktorskog rada kao i na nesebičnoj pomoći, usmjeravanju u radu i istraživanju, te suradnji u svim etapama nastajanja rada.

Zahvaljujem se mentorici **prof. dr. sc. Vesni Vukadinović** na sugestijama, savjetima i nesebičnoj pomoći pri izradi ove disertacije, te zahvaljujem i članovima Povjerenstva – **prof. dr. sc. Ljubici Ranogajec** na nesebičnoj pomoći prilikom osmišljavanja provedbe ekonomskih aspekata disertacije, **izv. prof. dr. sc. Brigiti Popović** na svojoj pomoći i angažmanu koju mi je pružila tijekom izrade ove disertacije, te **izv. prof. Borisu Đurđeviću** na savjetima i pomoći oko izrade predikcijskih karata. Zahvaljujem se **Sari Teklić Ward** na pomoći i lekturi engleskog jezika. Osobitu zahvalu upućujem kolegici i prijateljici **dr. sc. Mirandi Šepu** za usmjeravanje na znanstveni rad, poticanju i napredovanju, te za osiguranje kvalitetnih uvjeta za rad. Zahvaljujem joj za svu stručnu, materijalnu i svaku drugu pomoć.

Hvala i svojim kolegicama i kolegama djelatnicima *Hrvatske agencije za poljoprivredu i hranu* koji su samnom djelili sve trenutke terenskog i laboratorijskog rada.

Zahvaljujem i svojoj obitelji, supruzi Mariji i djeci Vinku i Antoniji za pruženu podršku pri pisanju i izradi disertacije.

Još jednom hvala svima koji su mi na bilo koji način pomogli.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Doktorska disertacija

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Poslijediplomski sveučilišni (doktorski) studij: Poljoprivredne znanosti

Smjer: Agrokemija

UDK:

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti

Znanstveno polje: Poljoprivreda

Grana: Agrokemija

Agrokemijski pokazatelji plodnosti tla i učinak subvencionirane analize tla na području istočne Hrvatske

Daniel Rašić, dipl.inž.polj.

Disertacija je izrađena na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Mentor: prof.dr.sc. Vesna Vukadinović

Komentor: prof.dr.sc. Ljubica Ranogajec

U ovoj disertaciji prikazani su rezultati trinaest godina (2003. – 2016.) provođenja projekata analize tla u osječkom Zavodu za tlo, za potrebe izračuna gnojidbenih preporuka u svih pet županija istočne Hrvatske, s ukupno 40 809 uzoraka tla, za velik broj jednogodišnjih i višegodišnjih kultura. Provedene analize uzoraka tla obuhvaćaju reakciju tla, sadržaj biljkama raspoloživih oblika fosfora i kalija u tlu, sadržaj organske tvari (humusa), hidrolitičku kiselost i sadržaj karbonata u tlu. Predstavljeni rezultati ukazuju na problem naglašene kiselosti tala, koja su u prosjeku slabe humoznosti i srednje do dobro opskrbljena fosforom i kalijem. Ispitivana tla su relativno pogodna za uzgoj većine kultura, jer je vrlo malen broj uzoraka tla čiji su pokazatelji plodnosti tla izrazito nepovoljni. Najzastupljenije kulture za koje je provedena analiza tla za preporuke gnojidbe bile su kukuruz, šećerna repa i pšenica u kategoriji jednogodišnjih, te vinova loza, šljiva i jabuka u kategoriji višegodišnjih kultura. Osim kritičke analize agrokemijskih pokazatelja plodnosti tla, u ovom istraživanju je provedeno anketiranje krajnjih korisnika analize tla i preporuke gnojidbe, kako bi se utvrdio učinak i socioekonomski aspekt provedenih programa subvencionirane analize tla. U anketi je sudjelovalo 500 nositelja poljoprivrednih gospodarstava, grupiranih u dvije kategorije prema orijentaciji na proizvodnju jednogodišnjih, odnosno višegodišnjih kultura. Rezultati ankete upućuju na značaj razine obrazovanja za razumijevanje analize tla i preporuke gnojidbe. Veliki proizvođači su pokazali veći interes za redovitu analizu tla i gnojidbu, čijom primjenom mogu ostvariti bolje ekonomske rezultate. Također, potvrđen je interes malih proizvođača za daljnjom primjenom subvencionirane analize tla s obzirom na proizvodne rezultate. U cjelini, rezultati ovog istraživanja sugeriraju potrebu daljnjeg provođenja sustavne i subvencionirane analize tla za potrebe preporuka gnojidbe na području istočne Hrvatske, a naročito u županijama koje su slabije sudjelovale u programima čiji su rezultati prikazani u ovom istraživanju, kao i potrebu boljeg informiranja i edukacije malih proizvođača o prednostima analize tla na njihovim proizvodnim površinama.

Broj stranica: 136

Broj slika: 41

Broj tablica: 42

Broj literaturnih navoda: 128

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: analiza tla, anketa, biljna proizvodnja, plodnost tla, poljoprivredna gospodarstva

Datum obrane: 31. svibnja 2019.

Povjerenstvo za obranu:

1. prof. dr. sc. Tihana Teklić, – predsjednik
2. prof. dr. sc. Vesna Vukadinović, – mentor i član
3. prof. dr. sc. Ljubica Ranogajec – komentor i član
4. izv. prof. dr. sc. Brigita Popović, – član
5. izv. prof. dr. sc. Boris Đurđević, – član

Disertacija je pohranjena u: Nacionalna i sveučilišna knjižnica u Zagrebu, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Sveučilište u Zagrebu, Sveučilište u Rijeci, Sveučilište u Splitu

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek

PhD thesis

Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek
Postgraduate university study: Agricultural sciences
Course: Agrochemistry

UDK:

Scientific Area: Biotechnical Sciences

Scientific Field: Agriculture

Branch: Agrochemistry

Agrochemical indicators of soil fertility and the effect of subsidized soil analysis in eastern Croatia

Daniel Rašić, BSc.

Thesis performed at Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek

Supervisor: PhD Prof. Vesna Vukadinović,

Co-supervisor: PhD Prof. Ljubica Ranogajec

This PhD thesis shows the results of the soil analysis and fertilizer recommendations projects that were conducted during 2003 – 2016 year in Soil Institute in Osijek, comprehending 40 809 soils samples from the area of eastern Croatia, and many agricultural crops included in fertilizer recommendations. Soil analysis parameters shown here are soil pH, plant-available phosphorus and potassium contents as well as soil organic matter content (humus), hydrolytic acidity level and calcium carbonate content in the soil. The presented results imply on the enhanced acidity problem of the soils which are in the average low in humus content but moderately or good supplied with P and K. In general, it can be stated that the examined soils are relatively suitable for most of the plant crops in question, since there are very low number of soil samples with extremely unfavorable soil fertility indicators. The most prevalent crops for which soil analysis and fertilizer recommendations were performed are maize, sugar beet and wheat in the category of annual crops, as well as grapevine, plum and apple in the category of multi-annual crops. In addition to critical analysis of agrochemical soil fertility indicators, this research includes a survey of end-users of soil analysis and fertilizer recommendations, in order to determine the effect and socioeconomic aspect of the implemented subsidized soil analysis programs. The survey was attended by 500 holders of agricultural holdings, grouped into two categories according to the orientation to the production of annual or multi-annual crops. The survey results point to the importance of education levels for understanding soil analysis and fertilizer recommendations. Large producers have shown greater interest in regular soil analysis and fertilization, whose application can contribute to better economic results. Also, this research confirmed the interest of small producers for the further application of subsidized soil analysis regarding the production results. Overall, the results of this study suggest the need for further implementation of systematic and subsidized soil analysis for the purposes of fertilization recommendations in eastern Croatia, especially in counties that have been less involved in programs whose results were shown in this study, as well as the need for better information and education of small producers on the benefits of soil analysis in their production areas.

Number of pages: 136

Number of figures: 41

Number of tables: 42

Number of references: 128

Original in: croatian

Key words: agricultural holdings, plant production, soil analyses, soil fertility, survey

Date of the thesis defense: 31. may 2019.

Reviewers:

1. **PhD Tihana Teklić, Full Professor** – chair
2. **PhD Vesna Vukadinović, Full Professor** – mentor and member
3. **PhD Ljubica Ranogajec, Full Professor** – comenthor and member
4. **PhD Brigita Popović, Associate Professor** – member
5. **PhD Boris Đurđević, Associate Professor** – member

Thesis deposited in: National and University Library, University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek, University of Zagreb; University of Rijeka; University of Split

KAZALO

| | | |
|--------|--|-----|
| 1. | UVOD | 1 |
| 1.1. | Pregled literature | 3 |
| 1.2. | Cilj istraživanja..... | 11 |
| 2. | MATERIJAL I METODE RADA | 13 |
| 2.1. | Terenska istraživanja..... | 13 |
| 2.2. | Laboratorijska istraživanja | 16 |
| 2.2.1. | Određivanje reakcije tla..... | 16 |
| 2.2.2. | Određivanje sadržaja karbonata | 16 |
| 2.2.3. | AL-metoda određivanja biljci pristupačnog fosfora i kalija..... | 17 |
| 2.2.4. | Određivanje sadržaja humusa u tlu..... | 17 |
| 2.2.5. | Određivanje hidrolitičke kiselosti..... | 18 |
| 2.3. | Obrada podataka..... | 18 |
| 2.4. | Socio-ekonomska analiza | 19 |
| 3. | REZULTATI ISTRAŽIVANJA..... | 20 |
| 3.1. | Baza podataka za izradu gnojidbenih preporuka..... | 20 |
| 3.1.1. | Distribucija uzoraka tla i analiziranih proizvodnih površina po županijama | 22 |
| 3.2. | Zastupljenost kultura u kontroli plodnosti tla..... | 31 |
| 3.2.1. | Jednogodišnje kulture | 31 |
| 3.2.2. | Višegodišnje kulture | 41 |
| 3.3. | Agrokemijski pokazatelji plodnosti tla..... | 57 |
| 3.3.1. | Aktualna reakcija tla..... | 57 |
| 3.3.2. | Izmjenjiva reakcija tla | 59 |
| 3.3.3. | Hidrolitička kiselost tla..... | 61 |
| 3.3.4. | Sadržaj karbonata u tlu | 63 |
| 3.3.5. | Sadržaj organske tvari u tlu | 65 |
| 3.3.6. | Sadržaj fosfora (AL-P ₂ O ₅) u tlu..... | 68 |
| 3.3.7. | Sadržaj kalija (AL-K ₂ O) u tlu..... | 70 |
| 3.4. | Socio-ekonomska analiza | 73 |
| 4. | RASPRAVA..... | 86 |
| 5. | ZAKLJUČCI | 107 |
| 6. | LITERATURA..... | 110 |
| 7. | SAŽETAK..... | 122 |
| 8. | SUMMARY | 123 |
| 9. | PRILOG..... | 124 |
| 10. | ŽIVOTOPIS | 132 |

| | | |
|-----|----------------------|-----|
| 11. | Popis tablica | 133 |
| 12. | Popis grafikona..... | 135 |
| 13. | Popis slika..... | 136 |

1. UVOD

Ostvarenje genetski određenog životnog potencijala svakog organizma u velikoj mjeri ovisi o uvjetima sredine u kojoj organizam egzistira. Shodno tome, gnojidba ima značajnu ulogu u biljnoj proizvodnji, a znanstvene spoznaje o prirodnim zakonitostima u kompleksnom sustavu tlo-biljka-atmosfera, implementirane u suvremene načine izračunavanja potrebne količine hraniva, mogu značajno utjecati na produktivnost i ekonomičnost poljoprivredne proizvodnje. Poljoprivreda je kao primarna gospodarska djelatnost u istočnoj Hrvatskoj u funkciji proizvodnje hrane, a proizvodnjom sirovina za prerađivačku industriju značajno utječe na niz gospodarskih djelatnosti te doprinosi njenom ukupnom ekonomskom značaju. U sociološkom smislu, poljoprivredna proizvodnja treba biti u funkciji razvoja i zapošljavanja ruralnog prostora jer bez povećanja proizvodnje i većeg dohotka poljoprivrednog sektora nije moguć ravnomjerni razvoj svih područja, kao i egzistencija stanovništva u ruralnim područjima (Čavrak, 2003.; Pejanović, 2008.).

Sredinom 20. stoljeća, povećanjem svjetske populacije, značajno se povećala potrošnja hrane, a shodno tome i poljoprivredna proizvodnja. Rastom potreba za hranom povećavaju se poljoprivredne površine što uključuje prenamjenu šumskih tala, regulaciju riječnih tokova, te intenziviranje poljoprivredne proizvodnje u različitim agroekološkim uvjetima. Tlo je nezamjenjivi resurs u poljoprivrednoj proizvodnji, a razvijene zemlje svijeta pridaju veliku važnost njegovoj zaštiti i očuvanju. Pri tome je neophodno, ne samo poznavati, nego i razumjeti sve činitelje koji sudjeluju u procesima evolucije i intenzivne antropogenizacije tala sa svrhom povećanja produktivnosti uz ostvarivanje planiranog obujma poljoprivredne proizvodnje. Jedna od najvažnijih agrotehničkih mjera u poljoprivrednoj proizvodnji je gnojidba. Ona u znatnoj mjeri utječe na visinu prinosa i kakvoću proizvoda. Iskustva brojnih i dugogodišnjih znanstvenih istraživanja pokazala su nužnost poznavanja specifičnih potreba pojedinih biljnih vrsta, količine biljci pristupačnih hraniva u tlu te niza drugih fizikalnih, kemijskih i bioloških svojstava koja definiraju plodnost tla (Vukadinović i sur., 2014.)

Potrebno je istaknuti ovisnost suvremene poljoprivredne proizvodnje o uporabi mineralnih gnojiva, koja kako je već navedeno, utječu na kvalitetu i kvantitetu proizvoda te kemijskih sredstava za zaštitu bilja, koja sprječavajući moguće gubitke prinosa uslijed bolesti i nametnika, također značajno poskupljuju proizvodnju hrane. Osim toga, primjena prekomjernih količina i neodgovarajućih formulacija mineralnih gnojiva i zaštitnih sredstava povećava ekološko opterećenje okoliša. Razlog najčešće leži u činjenici da se gnojidba odvija bez prethodne kemijske analize, što znači da se uz nestručni odabir loše gnojidbene formulacije može očekivati i unošenje prevelikih doza uz pojačanu opasnost od zagađenja tla i podzemnih voda. S druge strane, uočljiv je trend niže produktivnosti usjeva ili nasada u biljnoj proizvodnji koji su posljedica nedostatne gnojidbe i/ili primjene neodgovarajućih formulacija mineralnih gnojiva. Uslijed ekonomske krize mali poljoprivredni proizvođači često smanjuju inpute u proizvodnju zbog niskih cijena poljoprivrednih proizvoda te visoke cijene gnojiva što u konačnici može izazvati suprotni učinak uslijed niske produktivnosti i neostvarene ekonomske isplativosti proizvodnje.

S obzirom na navedene probleme u domaćoj biljnoj proizvodnji i suvremene trendove primjene mineralnih gnojiva u svijetu, kao i u sukladnosti s prihvaćenim načelima dobre poljoprivredne prakse, regionalna i lokalna samouprava inicirala je stručnu pomoć proizvođačima putem projekata. Na području istočne Hrvatske, konkretno Osječko-baranjske županije, 2003. godine pokrenut je projekt „Kontrola plodnosti tla na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima“, koji je omogućio sufinanciranje kemijskih analiza tla u iznosima od 50 do 80 % od ukupne cijene, a uključivala je uzorkovanje tla, kemijske analize i izračun gnojidbene preporuke. Projekt je napravio značajan iskorak povezivanjem znanstvenih (Poljoprivredni fakultet u Osijeku) i savjetodavnih institucija (Savjetodavna služba Osječko-baranjske županije) s poljoprivrednim proizvođačima, kao krajnjim korisnicima. U kontinuitetu je proveden do 2016. godine, a jedno od njegovih značajnih postignuća je i proširivanje koncepta na cjelokupno područje istočne Hrvatske. Uzorkovanje i kemijske analize uglavnom je bio zadatak Zavoda za tlo, a izrada gnojidbenih preporuka Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku. Prikupljanje podataka na terenu i u laboratoriju, njihovu obradu, arhiviranje i interpretaciju osmislio je i ostvario prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović. Računalni kalkulator za izračun gnojidbe (ALRxp kalkulator), koji je prvenstveno korišten za potrebe projekta na području Osječko-baranjske županije omogućio je stvaranje ulazne (uBaza) i izlazne (iBaza) baze. Na taj

način otvoren je niz mogućnosti: izračun optimalne gnojidbe za pojedine biljne kulture, preporuka nužnih i alternativnih agrotehničkih mjera za postizanje viših i kvalitetnijih prinosa, zastupljenost pojedinih biljnih kultura u strukturi sjetve. Osim toga, analizom podataka moglo se utvrditi stanje plodnosti proizvodnih površina, te vrsta i razina potrebnih ulaganja kako bi se zadržala ili poboljšala plodnost. Podaci o strukturi sjetve pružili su Savjetodavnoj službi podatke o izostanku plodoreda te intenzivirali savjetovanje proizvođača na terenu. Usprkos svemu navedenome, višegodišnja saznanja u kontaktima s korisnicima navode na zaključak kako poljoprivrednici najvećim dijelom obavljaju kemijske analize svojih površina samo zbog ispunjavanja uvedene zakonske regulative, a dobivenu preporuku uglavnom ne primjenjuju u praksi. S obzirom na činjenicu da do sada nije analizirana praktična primjena i učinkovitost sustava kontrole plodnosti tla i gnojidbenih preporuka s agro-ekonomskog aspekta ukazala se potreba provođenja takve analize. Ona bi uključivala procjenu broja poljoprivrednih proizvođača koji su primijenili dobivenu gnojidbenu preporuku u potpunosti ili djelomično, njihovo zadovoljstvo ili nezadovoljstvo učincima (samo u slučaju potpunog pridržavanja gnojidbene preporuke i savjeta), te spoznaje o važnosti provođenja kontinuiranog sustava kontrole plodnosti (monitoringa) (Mesić i sur., 2006.). Također, moguće je ocijeniti učinak subvencije troška agrokemijske analize tla i sa socio-ekonomskog aspekta. Sve navedeno može značajno doprinijeti daljnjim društveno-gospodarskim mjerama, s ciljem poboljšanja produktivnosti i ekonomičnosti poljoprivrede u cjelini, u skladu s Programom ruralnog razvoja Republike Hrvatske za razdoblje 2014. - 2020. godina.

1.1. Pregled literature

Ubrzani tehnološki napredak tijekom 19. i 20. stoljeća uzročnik je velikog broja promjena koje su postupno mijenjale uvjete životne sredine. Njihovi negativni učinci odražavaju se kroz degradaciju životnog okoliša i smanjenje bioraznolikosti. Suvremena saznanja o napretku i propastima starih civilizacija uče nas kako je neophodno podići razinu svijesti čovječanstva o očuvanju prirode te u najvećoj mogućoj mjeri primjenu tehnologije uskladiti s prirodnim zakonitostima. Pri tome je pažnja svjetske javnost, kako to ističe Stanciu (2004.), najviše zaokupljena problemom globalnog zatopljenja i suše. Utjecaj

klimatskih promjena na poljoprivrednu proizvodnju vrlo je velik, a lako je uočljiv kroz učestaliju pojavu sušnih razdoblja s ekstremno visokim temperaturama ili kroz razorne poplave. Stoga je nužno uskladiti uvriježena shvaćanja i prilagoditi se uvođenjem novih tehnoloških rješenja, kako to navode Jug i sur. (2016.), te osmisliti adekvatan informacijski sustav koji će biti iskorišten kao osnova u procesu stvaranja strategije i donošenju odluka.

Osim utjecaja vremenskih prilika, veliki značaj za poljoprivrednu proizvodnju ima plodnost tla. Efektivna plodnost ili produktivnost staništa zasniva se na razlogu uporabe tla u poljoprivrednoj proizvodnji, dakle produkciji organske tvari, ali i sposobnosti tla da biljci istodobno, neprestano i optimalno osigura hraniva, vodu, kisik i toplinu (MPRRR, 2009.; Vukadinović i Vukadinović, 2011.; Lončarić i sur., 2015.). Tlo je, kako to između ostalih navodi i Škorić (1990.), rastresita prirodno povijesna tvorevina nastala djelovanjem pedogenetskih činitelja kroz procese pedogeneze. Oni određuju smjer i intenzitet procesa koji se odvijaju u tlu, što rezultira stvaranjem tala različitog stupnja plodnosti, a u skladu s tim i razinu njihovih ograničenja za korištenje u određenoj vrsti poljoprivredne proizvodnje. Plodnost tla definirana je veličinom kapaciteta tla za biljkama raspoloživim hranivima (adsorpcijski kompleks tla), sadržajem vode u količinama i omjerima dovoljnim za rast biljaka i reprodukciju, te odsustvom toksičnih tvari koje mogu ugroziti rast biljaka. Buckman i Brady (1960.) ističu kako je plodnost tla njegova sposobnost da biljke opskrbljuje neophodnim kemijskim elementima u količinama i omjerima potrebnim za rast određene biljne vrste. Biljkama je neophodno 17 elemenata i njihovu raspoloživost potrebno je održavati u optimalnom rasponu (Kastori i sur., 2013.; Vukadinović i Vukadinović, 2011., 2016.).

Karlen i sur. (2008.) navode da ocjena kakvoće tla može biti jedna od najvažnijih tema znanstvene zajednice. Cilj njihovog rada je usporediti prijašnje i sadašnje stanje tla te potencijal njegovog korištenja u budućnosti. Ističu kako je za takav postupak potrebno napraviti procjenu kvalitete tla ili njegove pogodnosti pomoću alata za praćenje fizikalnih, kemijskih i bioloških učinaka na upravljačke odluke koje utječu na tlo i vodne resurse. Alat čine četiri indeksa procjene: agroekosistemske performanse procjene (AEPAT), indeks kondicije tla (SCI), Cornell test zdravlja tla i okvir upravljanja tлом (SMAF). Ovaj alat služi kao pomoć za upravljanje tлом, donošenje odluka i osiguranje dugogodišnje održivosti naših tala (Vukadinović i Vukadinović, 2011.). Procesi degradacije tla postali su

ozbiljan problem okoliša (Várallyay, 2006.), ali i proizvodnje hrane (Vukadinović i sur., 2016.). Smanjivanje plodnosti tla važan je problem u velikim područjima koja su korištena za poljoprivrednu proizvodnju tijekom posljednjih 20 godina. Povećana koncentracija, intenziviranje i specijalizacija proizvodnje usjeva i stočarstva bez dovoljnog razmatranja prirodnih specifičnih zemljišnih i klimatskih uvjeta uzrokovala je izraženu degradaciju i djelomično nepovratne štete tla, uključujući procese kao što su zbijanje tla, erozija vode i vjetra, kemijska razgradnja i gubitak humusa (Hüttl i Frielinghaus, 1994.). Vukadinović i sur. (2013.) navode da su na poljoprivrednim površinama u Slavoniji i Baranji prisutni različiti stupnjevi degradacije fizikalnih i kemijskih svojstava. Rašić i sur. (2011.) su utvrdili degradaciju tla prateći reakciju tla i količinu organske tvari na temelju podataka dobivenih u projektu „Kontrola plodnosti tla na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima“. Na 52 179 ha poljoprivrednog zemljišta Osječko-baranjske županije analizirano je 14 448 uzoraka. Dobiveni rezultati pokazuju da je > 90 % analiziranih površina slabo humozno (sadržaj humusa < 3 %), a kisela reakcija (pH-KCl < 5,5) je zabilježena na više od 50 % oranica. Arshad i sur. (1992.) smatraju da degradacija zemljišta predstavlja veliki izazov za ljudsku dobrobit i globalni okoliš. Evidentan je značajan pad kvalitete tla u svijetu koji se očituje u nepovoljnim promjenama u fizikalnim, kemijskim i biološkim svojstvima tla, te onečišćenju anorganskim i organskim kemikalijama.

Navedena istraživanja ukazuju na potrebu za učinkovitim sustavom kontrole plodnosti tla, koji se temelji na prikupljanju svih relevantnih fizikalno-kemijskih podataka o tlu i njegovom korištenju, s ciljem optimalne primjene mineralnih i organskih gnojiva, korekcije limitirajućih činitelja biljne proizvodnje, mjera popravke kemijskih i fizikalnih svojstava tla te posljedično postizanje ekonomičnije proizvodnje hrane, odnosno očuvanje i podizanje efektivne plodnosti tla (Vukadinović i sur., 2004.). Primjenom takve sustavne kontrole plodnosti tla mogli bi se očekivati viši i stabilniji prinosi, manje podložni promjenama uslijed različitih vremenskih prilika, što je prema Vukadinović i Bertić (2013.), ključno za dobivanje visokih priroda uz racionalnu primjenu gnojiva i zaštitu okoliša. Kontrola plodnosti tla provodi se od 1946. godine a podaci se obrađuju elektronički od 1980., uz sudjelovanje više hrvatskih znanstvenih institucija (MPŠ, 1996.). Vukadinović i sur. su 2014. godine predstavili model interpretacijske baze zemljišnih resursa Osječko-baranjske županije na temelju desetogodišnjih rezultata dobivenih kroz

projekt „Kontrola plodnosti tla na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima“. Istaknuli su da je ubrzani razvoj informatičke tehnologije omogućio kreiranje računalnih modela koji se danas uspješno koriste za vrednovanje zemljišta ovisno o njegovim svojstvima, kao što su plodnost i kvaliteta, ali i tržišna cijena. Jedan od aspekata njihove primjene je i procjena mogućeg prinosa usjeva, opskrbe tla hranjivim tvarima i potrebe gnojidbe, utjecaja na okoliš, opasnosti od erozije, kao i procjena obradivosti. Jedan od primjera primjene računalnih kalkulatora za izračun gnojidbe na temelju agrokemijskih pokazatelja analize tla predstavili su Bertić i sur. (2007.) te istodobno istakli važnost odabira pokazatelja koji imaju značajan utjecaj na prinos usjeva. Stockle i sur. (2007.) konstatiraju da suvremeni modeli procjene pogodnosti zemljišta koriste baze podataka koje, osim fizikalno-kemijskih svojstava tla, sadrže i podatke o tipu tla, dubini soluma, nadmorskoj visini, ekspoziciji, uređenosti tla, klimatske podatke, podatke o prethodnim usjevima i njihovim prinosima itd. Učitavanjem baze podataka u računalni model moguće je kvantitativno procijeniti pogodnost tla za određenu poljoprivrednu proizvodnju (Vukadinović i sur., 2011.), te optimizirati proizvodnju uklanjanjem faktora minimuma, adekvatnom gnojidbom i agrotehnikom, te ostalim mjerama popravka zemljišta. U istraživanju Đurđevića (2010.) analizirano je ukupno 17 404 uzorka tla u razdoblju od 2003. do 2009. godine na prostoru istočne Hrvatske, a s najvećim brojem uzoraka na području Osječko-baranjske županije. Dobiveni podaci korišteni su za procjenu relativne pogodnosti tla računalno-geostatističkim modelom za uzgoj usjeva uz vizualizaciju rezultata krigingom. Autor zaključuje da je na analiziranom području 60,06 % tala umjerene pogodnosti, a 17,16 % ima ograničeni potencijal plodnosti za uzgoj usjeva.

Poštovanje načela dobre poljoprivredne prakse podrazumijeva, između ostalog, gnojidbu na temelju analiza tla, izradu i implementaciju plana gnojidbe te evidenciju svih bitnih podataka o provedenoj gnojidbi. Kada je u pitanju gnojidba usjeva sukladna ovim načelima, navodi se potreba (i obveza) utvrđivanja stanja hraniva u tlu analizom tla svake pete godine, nadoknađivanje nedostataka i korekcija neuravnotežene ishrane bilja pravilnom primjenom gnojiva, prilagodba gnojidbe potrebama usjeva i pridržavanje plana gnojidbe (MPRRR, 2009.). Bez analize tla nemoguće je poštivati osnovne principe održavanja plodnosti tla, jer nedostaju podaci o trenutnoj reakciji tla, humoznosti i raspoloživosti hraniva.

Veliki je broj radova u kojima je istraživana utjecaj pojedinih agrokemijskih svojstava tla na dinamiku i učinkovitost usvajanja hraniva od strane različitih biljnih vrsta i posljedično, učinkovitost primjenjene gnojidbe u ostvarivanju željenog poljoprivrednog prinosa usjeva. Svi parametri plodnosti tla koji se promatraju moraju biti mjerljivi i ponovljivi, te utvrđeni standardnim analitičkim metodama zbog pravilnog i usporedivog tumačenja i korištenja u izradi gnojidbenih preporuka. Takvo kvantificiranje procesa koji se odvijaju u tlu tijekom biljne proizvodnje zahtijeva niz točnih podataka i multidisciplinarni pristup za razliku od klasičnih sustava bonitiranja tla, koji uzimaju u obzir samo agroekološke indikatore plodnosti (Đurđević, 2010.).

Organska tvar ima veliki značaj za plodnost poljoprivrednih tala jer utječe na njihova kemijska, fizikalna i biološka svojstva. Prema istraživanjima Chaneya i Shifta (2006.) humusne tvari imaju sposobnost stabilizacije agregata i u uvjetima kada su izvanstanični polisaharidi neučinkoviti. Također, pretpostavljaju kako su humusne tvari direktno uključene u procese nastanka mikroagregata tla. Murray i sur. (2007.) navode povoljnu strukturu tla kao važan element održivog poljoprivrednog ekosustava te ističu da potiče razvoj korjenovog sustava, učinkovito korištenje vode i hranjivih tvari, puferizira utjecaj suše i druge oblike okolišnog stresa. Konstatiraju da je za nastanak povoljne strukture potreban dug vremenski period, a njeno degradiranje primjenom neadekvatne agrotehnike i kontinuiranim gubitkom organske tvari nastupa vrlo brzo. Gregory i sur. (2015.) povezuju smanjivanje sadržaja organske tvari s utjecajem intenzivne poljoprivredne proizvodnje. Njezin cilj je postizanje visokih prinosa najčešće uz smanjenu humizaciju i ubrzanu razgradnju postojeće organske tvari, pri čemu je najviše pogođeno površinskih 30 cm tla. Prema MPŠ (1996.) u Republici Hrvatskoj 35 % tala sadrži do 1,5 % humusa, 45 % je u rasponu 1,6 – 3 %, 16 % tala sadrži 3,1 – 4,5 %, a više od 4,6 % humusa je evidentirano u 4 % proizvodnih površina.

Ispitivanje reakcije tla jedna je od temeljnih analiza tla potrebnih za procjenu plodnosti tla i izračunavanje gnojidbenih preporuka (Lončarić i sur., 2006.). Reakcija tla utječe na mnoge kemijske i fizikalne procese u tlu, poput pristupačnosti hraniva biljkama koja je najpovoljnija pri optimalnom pH (pH 6,5 - 7,2). Zakiseljavanje ili acidifikacija tla može biti posljedica antropogenog utjecaja, ali i prirodni pedogenetski proces. Kada je u pitanju utjecaj čovjeka, najčešće je izvor zakiseljavanja tla intenzivna gnojidba mineralnim

gnojivima (Znaor, 2009.; Mesić i sur., 2009.). Primjena fiziološki kiselih mineralnih gnojiva u intenzivnoj biljnoj proizvodnji u formulacijama s više aktivne tvari, a manje balasta, dovodi do acidifikacije tla (Mesić i sur., 2009.). Kada je tlo ispod ili iznad optimalne pH vrijednosti, javljaju se poremećaji mineralne ishrane biljaka poput blokade hraniva, smanjene biološke aktivnosti, smanjenog usvajanja hraniva te toksičnosti teških metala i mikroelemenata (Vukadinović i Vukadinović, 2011.; Karalić, 2009.). U tlima alkalne reakcije učestalo se javlja kloroza lišća u višegodišnjim nasadima što je posljedica blokade željeza, fosfora, cinka, bora i mangana uslijed visokih pH vrijednosti. U kiselim tlima javljaju se nedostaci fosfora, magnezija, kalcija te povećane koncentracije štetnih iona aluminija i željeza. Barrow (2017.) je istraživao utjecaj reakcije tla na usvajanje fosfora te utvrdio da usvajanje ovisi o tipu tla, ali i da u negnojnim tlima povećanje kiselosti ($\text{pH} < 5,5$) dovodi do slabijeg usvajanja fosfora. Rast pH vrijednosti smanjio je sorpciju u jednom, a povećao ju kod preostala tri istraživana tipa tla. Na parceli koja je intenzivno gnojena, podizanjem pH porasla je i sorpcija fosfora. Reakcija tla utječe na ionski oblik u kojem je element prisutan u tlu i raspoloživ biljci, što se odražava na koncentraciju elemenata u lišću vinove loze (Bravo, 2017.). Jensen i sur. (2010.) konstatiraju da je većina hraniva dobro pristupačna biljci ako se pH vrijednosti tla nalaze u području optimuma. Fosforni ion u tlima alkalne reakcije stvara teže topive spojeve s Ca^{2+} i Mg^{2+} , a u kiselim tlima s Al^{3+} i Fe^{3+} . Molidben je slabije pristupačan biljkama u kiselim tlima. Autori ističu da se pri niskom pH oslobađaju visoke koncentracije aluminijevih i managanovih iona koji tada mogu djelovati na biljke toksično. Također, u istraživanjima nisu utvrdili značajniji utjecaj pH na pristupačnost dušika, kalija i sumpora.

Fosfor je jedan od najvažnijih makroelemenata jer utječe na sve procese u biljci i prijenos energije. Biljke zahtjevaju veće količine fosfora tijekom rasta korijena i pri prijelazu iz vegetativne u generativnu fazu (Vukadinović i Bertić, 2013.). U tlima s niskom koncentracijom biljkama pristupačnog fosfora neophodna je naglašena osnovna gnojidba fosforom ili gnojidba organskim gnojivima s povećanim udjelom fosfora, a moguće je primijeniti i prihranu fosfornim gnojivima (Lončarić i sur., 2015.). Pozitivan učinak mineralne gnojidbe fosforom tala kisele reakcije često izostaje uslijed fiksacije fosfora. Iz tog razloga se kao obvezna mjera u gnojidbenim preporukama preporuča i korekcija pH vrijednosti tla primjenom kalcizacijskog materijala.

Opskrbljenost tla kalijem sa stajališta potrebe biljaka utvrđuje se na temelju sadržaja lakopristupačnog kalija (Kastori i sur., 2013.) kojeg čine kalij u otopini tla i veći dio izmjenjivog kalija s adsorpcijskog kompleksa. Zbog toga je u izračunu potrebe biljaka za kalijem bitno poznavati teksturu tla te mineraloški sastav glinaste frakcije. Zebec i sur. (2018.) usporedbom različitih metoda ekstrakcije kalija iz tla dolaze do zaključka kako su najtočnije koncentracije kalija dobivene metodom AL s AA-EDTA. Kalij je važan u intenzivnoj biljnoj proizvodnji usjeva kao osnova za balansiranje hranjivih tvari i izdavanje gnojidbenih preporuka s ciljem postizanja visokog i stabilnog prinosa.

Fahong i sur. (2009.) istraživali su utjecaj gnojidbe i navodnjavanja na povećanje proizvodnje, kvalitetu pšenice i utjecaj na okoliš. Navode da je Kina povećala upotrebu mineralnih gnojiva s 5 milijuna tona u 1975. godini na 49 milijuna tona u 2009. godini. Međutim, u istom razdoblju je prinos pšenice porastao s 300 na 500 milijuna tona. Aplikacijom dušičnih gnojiva u kombinaciji s navodnjavanjem dolazi do gubitka N-NO₃ ispiranjem i pada iskoristivosti gnojiva za proizvodnju pšenice na 23 % - 25 %, pri čemu nitrati odlaze u podzemne vode i izazivaju onečišćenje okoliša. Prema Grahovcu (2005.), brojna istraživanja pokazuju da su mineralna gnojiva pojedinačno pa i apsolutno najvažniji izvor porasta priroda u ratarskoj proizvodnji. Utrošak mineralnih gnojiva primarno ovisi o odnosu između cijene njihovog inputa i cijena poljoprivrednih proizvoda. Također, ističe kako je na području Slavonije najintenzivnija ratarska proizvodnja koja implicira i široku primjenu mineralnih gnojiva i to čak na više od 4/5 poljoprivrednih površina.

Gnojidba mora uvažavati agronomski, ekonomski i ekološki aspekt poljoprivredne proizvodnje. Ne može se promatrati isključivo kao dodatak i/ili nadoknada prirodnog izvora hraniva kako bi se zadovoljile potrebe biljaka za ostvarenje visokih prinosa, kompenzirao gubitak i odnošenja hraniva iz tla te poboljšala nepovoljna svojstva tla. Stoga, ona treba uključiti prihvatljiv i kontrolirani rizik za okoliš uz isplativu cijenu. Ekonomska analiza različitih modela fertilizacije koju su proveli Lončarić i sur. (2014a.) pokazala je kako ekonomska učinkovitost zamjene mineralnih gnojiva stajskim gnojem izrazito ovisi o plodnosti tla i troškovima primjene. Autori smatraju da bi afirmacija šire primjene organske gnojidbe mogla pomoći u rješavanju nekoliko problema hrvatskih poljoprivrednika: upotreba stajskog gnojiva smanjila bi negativne učinke odlaganja gnojiva

s obzirom na EU regulative, povećala bi se plodnost tla i prinosi što bi pozitivno utjecalo na konkurentnost.

Optimalna ishrana bilja podrazumijeva dobivanje maksimalnih ekonomski isplativih prinosa i proizvodnju kvalitetne i zdrave hrane na principima održivog razvoja (Kastori i sur., 2013.). U agronomskoj praksi je prihvaćeno stajalište da se to može postići uvođenjem kontrole plodnosti tla (BMP – Best Management Practices), uz racionalno korištenje hraniva na osnovi preciznih analitičkih podataka. Prostorna i vremenska karakterizacija svojstava tla u agroekosustavu nezamjenjiva je za praćenje funkcija tla i razumijevanje glavnih procesa koji na njih utječu (Bogunović i sur., 2017.). Ističu da je objektivno kartiranje (mapiranje) tih svojstava potrebno u svrhu regionalnog planiranja i korektnog odabira načina upravljanja zemljištem. Na temelju rezultata kemijskih analiza uzetih na području Vukovarsko-srijemske županije (2 411 uzoraka) prikazali su stanje plodnosti istraživanih poljoprivrednih površina. Prema rezultatima istraživanja Šeput i sur. (2007.), na području tri slavonske županije (Osječko-baranjska, Vukovarsko-srijemska i Brodsko-posavska), sadržaj fosfora u tlu je vrlo nizak na 6,43 % površina, nizak na 15,49 %, srednji na 31,87 %, zadovoljavajući na 27,99 %, a 18,2 % analiziranih površina je bogato opskrbljeno biljkama pristupačnim fosforom. Vrlo nizak sadržaj pristupačnog kalija utvrđen je u 2,02 % tala, nizak u 5,29 %, srednji u 61,76 %, zadovoljavajući u 27,19 % i visok u 5,55 % uzoraka tla. Sadržaj organske tvari u tlu je vrlo nizak u 1,65 % tala, nizak u 90,33 %, srednji na 7,49 % površina, zadovoljavajući na 0,49 %, a vrlo visok na samo 0,04 % istraživanih poljoprivrednih površina. Prema rezultatima anketnih istraživanja na obiteljskim gospodarstvima u dvije poljoprivredno najrazvijenije županije u Republici Hrvatskoj (Lončarić i sur., 2014b.) približno 1/3 gospodarstava (31 %) uopće ne provodi kemijske analize tla.

Koncept održivog razvoja postaje jedan od prioritarnih globalnih ciljeva suvremenog društva. Održivost sustava proizvodnje hrane je ozbiljno ugrožena zbog više razloga: primjena agrokemikalija, gubitak bioraznolikosti biljnih, životinjskih, divljih i uzgajanih vrsta, te ugaženosti tla (Ranogajec i sur., 2017.). Održiva proizvodnja hrane uključuje integrirani sustav koji će zadovoljiti dugoročni zahtjev za hranom, poboljšati kvalitetu okoliša i prirodnih resursa o kojima ovisi poljoprivredno gospodarstvo. Također, održavat će ekonomsku vrijednost proizvodnje bez ugrožavanja sposobnosti budućih generacija da

zadovolje svoje potrebe. Poljoprivredna proizvodnja je održiva ako je profitabilna, korisna za pojedince, zajednicu i ako pridonosi očuvanju okoliša (Ranogajec i sur., 2017.). Troškovi gnojidbe vrlo su značajni u strukturi troškova poljoprivredne proizvodnje. Gnojidba preciznije prilagođena potrebama usjeva i plodnosti tla, nasuprot prethodnoj praksi „gnojidbe na zalihu“ kod nas se primjenjuje unazad dva desetljeća. Ona uvelike smanjuje troškove gnojidbe, jer uzima u obzir ciljni prinos, predsjetvenu kulturu, raspoloživost hraniva u tlu i ostala svojstva plodnosti tla. Također, za troškove gnojidbe vrlo je značajna vrsta gnojiva (kompleksna ili pojedinačna gnojiva) jer su cijene gnojiva različite, a ovise o udjelu aktivne tvari i dostupnosti traženog gnojiva u pojedinoj državi. Gnojidba se preciznije može prilagoditi potrebama usjeva i plodnosti tla upotrebom pojedinačnih gnojiva. Na taj način se u manjoj mjeri apliciraju hraniva koja nisu neophodna, što se događa u primjeni kompleksnih gnojiva zbog neodgovarajućeg omjera pojedinačnih hraniva koji ne odgovara stvarnim potrebama biljaka (Lončarić i Kanisek, 2015.) ili gnojidbe bez analize (tzv. „gnojidba napamet“). Autori navode i kako se udjeli troškova gnojiva glavnih ratarskih kultura kreću od 18,77 do 38,66 %, ovisno o plodnosti tla. Pošto su to vrlo značajni udjeli koji u velikoj mjeri utječu na ekonomske rezultate proizvodnje, potrebno je praćenje njihova učinka. Izravni troškovi gnojidbe znatno su viši na tlima niže razine plodnosti manje zbog velike potrebe za hranjivim tvarima (Ranogajec i sur., 2015.).

Grahovac (2005.) ističe da osim prirodnih uvjeta, na prostorni raspored poljoprivredne proizvodnje utječu i društveno-ekonomski uvjeti koji predstavljaju određeni korektiv prirodnih čimbenika te određuju stupanj i način njihova korištenja. Također, autor smatra da iskoristivost poljoprivrednih površina u Republici Hrvatskoj nije pitanje koje zanima samo agrarno-ekonomsku struku i širu javnost nego i pitanje o čijem odgovoru izravno ovisi veličina poticaja iz proračuna EU.

1.2. Cilj istraživanja

U razdoblju od 2003. do 2016. godine u sklopu nekoliko projekata na području pet slavonskih županija prikupljeno je 40 809 uzoraka tla. Od toga je 25 805 uzoraka tla uzeto na dubini do 30 cm s površina predviđenih za uzgoj ratarskih ili povrtlarskih kultura.

Preostalih 7 502 uzorka uzorkovani su iz dvije dubine (0 - 30 cm, 30 - 60 cm) s površina za višegodišnje nasade. Svi ovi podaci pohranjeni su u interpretacijskoj bazi s ciljem arhiviranja i tumačenja u skladu sa zahtjevima poljoprivrednih proizvođača, kao što je npr. izrada gnojidbenih preporuka specifičnim računalnim programima (primjer ALRxp – kalkulatora prof. dr. sc. Vladimira Vukadinovića). Također, interpretacijska baza omogućava vizualizaciju ArcGIS-om koja je obavljena u Zavodu za tlo.

Ciljevi istraživanja doktorske disertacije idu u pravcu obrade podataka u interpretacijskoj bazi navedenim redom:

1. Analizirati agrokemijske pokazatelje plodnosti tala istočne Hrvatske prema dostupnim podacima (reakcija tla, koncentracija biljkama raspoloživih oblika fosfora i kalija, sadržaj humusa, hidrolitička kiselost, sadržaj karbonata),
2. Prikazati prostorni raspored lokacija uzorkovanja korištenjem ArcGIS računalnog programa,
3. Analizirati zastupljenost pojedinih poljoprivrednih kultura na proizvodnim površinama istočne Hrvatske,
4. Analizirati strukturu korisnika subvencionirane analize tla i preporuke gnojidbe po tipu i opsegu poljoprivredne proizvodnje,
5. Anketiranjem poljoprivrednika uključenih u projekte utvrditi socio-ekonomski učinak primjene agrokemijske analize tla i preporuke gnojidbe s posebnim osvrtom na prihvatljivost njenog subvencioniranja.

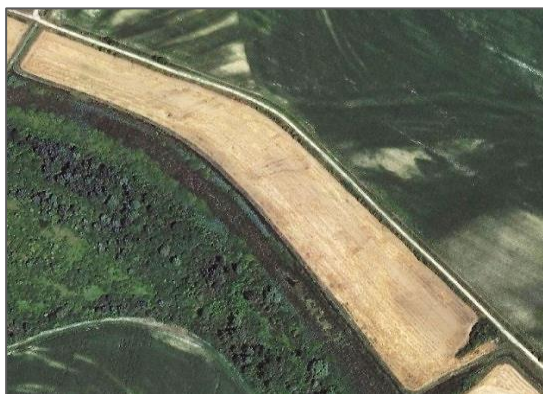
Kao polaznice za ostvarenje navedenih ciljeva, postavljene su slijedeće hipoteze:

1. Najznačajnije ratarske kulture (pšenica, kukuruz) za koje je provedena analiza tla i izdane preporuke gnojidbe prostorno su najraširenije ili su najzastupljenije u strukturi biljne proizvodnje.
2. Indikatori plodnosti tla na području istočne Hrvatske pokazuju da su poljoprivredne površine u klasi pogodnih tala za većinu uzgajanih poljoprivrednih kultura.
3. Veliki poljoprivredni proizvođači pokazuju veći interes za redovitu analizu tla i gnojidbu, jer na temelju dobivenih podataka mogu bolje i preciznije planirati troškove proizvodnje te ostvariti bolje ekonomske rezultate.
4. Postoji interes malih proizvođača za daljnjom primjenom subvencionirane analize tla s obzirom na proizvodne rezultate.

2. MATERIJAL I METODE RADA

2.1. Terenska istraživanja

Primarna svrha uzorkovanja i agrokemijske analize tla je utvrđivanje kemijskih svojstava tla (pH vrijednost, sadržaj humusa, hidrolitička kiselost, karbonatnost, koncentracija biljkama pristupačnih hraniva), ali i ostalih svojstava koja značajno utječu na raspoloživost hraniva i učinkovitost gnojiva i poboljšivača tla (Lončarić i sur., 2014c.). Analiza tla obuhvaća postupke uzimanja uzoraka tla, laboratorijske analize i interpretaciju rezultata. Prema Vukadinoviću i sur. (2001.) ona obuhvaća više kemijskih postupaka kojima se utvrđuje razina hranjivih elemenata u uzorku tla, ali i druga kemijska, fizikalna i biološka svojstva relevantna za plodnost tla, koja se koriste u izračunu gnojidbe. Rezultati analize tla, uz niz drugih parametara (Vukadinović i Vukadinović, 2016.), omogućuju procjenu vrste i doze gnojiva za nadoknadu pojedinog hranjivog elementa u tlu s obzirom na njegovu raspoloživost, stanje i fenofazu usjeva te planirani prinos.



Slika 1. Tehnološka cjelina nepravilnog oblika
(Izvor: www.geoportal.dgu.hr)



Slika 2. Tehnološka cjelina pravilnog oblika
(Izvor: www.geoportal.dgu.hr)

Istočna Hrvatska prostorno obuhvaća 127 lokalnih samouprava u pet županija: Brodsko-posavska, Osječko-baranjska, Požeško-slavonska, Virovitičko-podravska i Vukovarsko-srijemska. Zavod za tlo Hrvatskog centra za poljoprivredu, hranu i selo (HCPHS) je u razdoblju od 2003. do 2016. godine prikupio na tom prostoru 40 809 uzoraka tla. Uzorci prikupljeni u svrhu izračuna gnojidbe za jednogodišnje kulture (24 945 uzoraka) uzeti su iz obradivog sloja tla do 30 cm dubine. Za izračun gnojidbe višegodišnjih kultura (voće,

vinova loza, lucerna i djetelinsko travne smjese) potrebni su podaci o kemijskoj analizi iz slojeva 0 – 30 cm i 30 – 60 cm. Stoga, prosječni uzorci iz oba sloja uzeti na istoj lokaciji tretiraju se kao jedan uzorak. U skladu s tim, 7 502 uzorka s površina višegodišnjih nasada i 860 s površina zasijanih lucernom i djetelinsko-travnim smjesama uzeti su agrokemijskom sondom iz dvije dubine. Uzorkovanje agrokemijskom sondom podrazumijeva uzimanje prosječnih uzoraka (20 - 25 pojedinačnih uzoraka tla) na način koji su opisali Vukadinović i Bertić (2013.), Đurđević, (2014.) i Lončarić i sur. (2014c.).



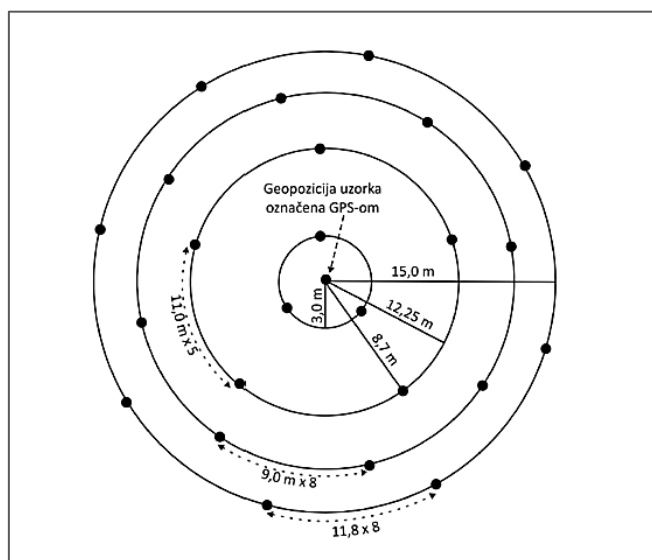
Slika 3. Shema uzorkovanja metodom slučajnog rasporeda uzoraka

Prilikom uzimanja uzoraka tla s pojedinih tehnoloških cjelina (proizvodnih parcela) uzorkivači su odabirali metodologiju ovisno o njenom obliku (Slike 1 i 2), homogenosti, površini i načinu korištenja.

Na tehnološkim cjelinama površine do 10 ha uzorkovanje je vršeno metodom slučajnog rasporeda, a 1 prosječni uzorak je nastao objedinjavanjem i ujednačavanjem svih 25 poduzoraka (Slika 3). Ako je masa svih poduzoraka veća od potrebne (~ 1,0 kg) smanjuje se četvrtanjem (Đurđević, 2014.). Geografska pozicija utvrđena je u središtu parcele učitavanjem koordinata s GPS uređajem Garmin uz horizontalnu preciznost do 3 m.

Kada su proizvodne parcele površinom bile veće od 10 ha, korištena je metoda referentnog uzorka ili kontrolnih ploha. Za homogene površine dovoljno je prema zadanoj shemi

(Slika 4) uzeti 1 prosječni uzorak na 10 ha, a njihov broj na cjelokupnoj parceli ovisi o njenoj površini. U središtu kruga uzete su koordinate s GPS uređajem. Na taj način je dobivena referentna točka sa svrhom uspostave kontinuiranog praćenja poljoprivrednih proizvodnih površina u sklopu kontrole plodnosti tla.



Slika 4. Shema uzimanja referentnog uzorka tla, prema Đurđeviću (2014.)

Na tehnološkim cjelinama heterogenih površina (različiti nagibi, mikro ili makrodepresije, različiti vidovi infrastrukturnih objekata koji presijecaju jednu cjelinu itd.) potrebno je dodatno uzorkovanje. Naime, na svakom heterogenom segmentu parcele potrebno je uzeti zasebni prosječni uzorak s pripadajućim koordinatama.

Prikupljanje geoprostornih podataka (zemljopisna dužina i širina) osnova je suvremenih sustava praćenja plodnosti poljoprivrednih proizvodnih parcela. Njihovim unošenjem u bazu podataka omogućena je obrada ArcGIS programom te kreiranje digitalne karte, odnosno vizualizacija prostornog rasporeda uzoraka s pripadajućim svojstvima.

Istovremeno s uzorkovanjem na terenu za svaki uzorak je bilo potrebno popuniti pripadajući anketni list s podacima o korisniku parcele i nizom dodatnih informacija potrebnih za izračun gnojidbe (Vukadinović, 2013.; Đurđević, 2014.).

2.2. Laboratorijska istraživanja

Uzorci tla uzeti na terenu u laboratoriju pripremljeni su za kemijske analize sušenjem u električnoj sušnici na 40 °C, usitnjavanjem u mlinu za tlo, te prosijavanjem kroz sito s otvorima promjera 2 mm. Laboratorijske analize obuhvatile su određivanje slijedećih svojstva:

- aktualna reakcija tla (pH-H₂O), prema HRN ISO 10390:2005;
- izmjenjiva reakcija tla (pH-KCl), prema HRN ISO 10390:2005;
- sadržaj karbonata (CaCO₃), prema ISO 10693:1995;
- sadržaj biljkama raspoloživog fosfora (P₂O₅) i kalija (K₂O) AL-metodom po Egner-Riehm-Domingu (Egner i sur., 1960.);
- sadržaj humusa, bikromatnom metodom (Đurđević, 2014.);
- hidrolitička kiselost, modificiranom metodom po Kappenu (Đurđević, 2014.).

2.2.1. Određivanje reakcije tla

pH vrijednost, odnosno negativan logaritam koncentracije H⁺ iona u otopini tla izraz je za reakciju tla. Određuje se elektrometrijski, mjerenjem na pH metru. Prema HRN ISO 10390 (2005.) mjerenje s kombiniranom elektrodom vrši se u suspenziji zračno suhog uzorka tla s deioniziranom vodom (aktualna reakcija) i 1 mol dm⁻³ KCl-om (izmjenjiva reakcija). Suspenzija je omjera 1 : 2,5.

2.2.2. Određivanje sadržaja karbonata

U tlima s pH-KCl > 6,0 volumetrijskom metodom određen je sadržaj karbonata (ISO 10693, 1995.). Princip metode, prema Đurđeviću (2014.), jest da se pri određenom tlaku i temperaturi zraka izmjeri volumen CO₂ koji nastaje kada zemnoalkalijski karbonati (CaCO₃) u uzorku tla reagiraju s dodanom klorovodičnom kiselinom (HCl).

U analizi se koristi Scheiblerov kalcimetar, koji se sastoji od 3 staklene cijevi smještene na metalnom stalku i staklene bočice za uzorak tla međusobno spojenih gumenim crijevima. Nakon prelijevanja uzorka tla s ~10 %-tnom HCl razvija se CO₂ pa je potrebno izjednačiti

razine tekućina u cijevima B i A za očitavanje volumena. Za točni izračun neophodno je poznavati temperaturu i tlak u prostoriji.

2.2.3. AL-metoda određivanja biljci pristupačnog fosfora i kalija

AL - metoda podrazumijeva ekstrakciju biljkama raspoloživih oblika fosfora i kalija iz tla otopinom amonijevog laktata (Egner i sur., 1960.). Za ekstrakciju se 5 g zračno suhog tla prelije sa 100 ml ekstrakcijske AL-otopine i mućka 2 sata. Nakon filtracije u bistrom supstratu se određuju fosfor (P_2O_5) i kalij (K_2O).

Fosfor se određuje plavom metodom. Otpipetira se 10 ml bistrog filtrata u odmjernu tikvicu volumena 100 ml, doda 9 ml 4 M H_2SO_4 i dopuni destiliranom vodom do $\frac{1}{2}$ volumena tikvice. Dok se uzorci zagrijavaju, doda im se 10 ml 1,44 % amonijevog molibdata i 2 ml 2,5 % askorbinske kiseline. Nakon 30 min zagrijavanja razvije se kompleks plave boje. Paralelno se priprema serija standardnih otopina. Serija standarda i uzorci mjere se pri 680 nm valne duljine na spektrofotometru. Na osnovu očitavanja izrađuje se kalibracijska krivulja te izračunava količina fosfora u uzorcima tla, a izražava se u mg AL- P_2O_5 100 g⁻¹ (Đurđević, 2014.).

Koncentracije biljkama pristupačnog kalija izmjerene su u ekstraktu tla pri valnoj duljini 766,5 nm na plamenfotometru. Istovremeno je izmjerena i serija standardnih otopina. Rezultat se izražava u mg AL- K_2O 100 g⁻¹ tla.

2.2.4. Određivanje sadržaja humusa u tlu

Metodom mokrog spaljivanja organske tvari kalijevim bikromatom (bikromatnom metodom) određen je sadržaj humusa u uzorcima tla (Đurđević, 2014.). Koncentracija organskog ugljika izmjerena je na spektrofotometru pri valnoj duljini 585 nm uz prethodno dekantiranje otopine u kivetu za mjerenje. Očitavanja su pomnožena s faktorom 1,724 (humus u prosjeku sadrži 58 % C te je 1 % C = 1,724 % humusa) pa se na kraju dobije %-tni sadržaj humusa u tlu.

2.2.5. Određivanje hidrolitičke kiselosti

Hidrolitička kiselost tla određuje se u uzorcima s $\text{pH-KCl} < 6,0$. To je kiselost tla koja se aktivira hidrolitički alkalnim solima ($\text{C}_2\text{H}_3\text{NaO}_2$ ili $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4\text{Ca}$). U kemijskoj reakciji dolazi do supstitucije H^+ iona adsorpcijskog kompleksa s baznim kationima acetata (Đurđević, 2014.). Količina nastale octene kiseline (CH_3COOH) utvrđi se titracijom, a ona je izjednačena s koncentracijom lako izmjenjivih H^+ i Al^{3+} iona adsorpcijskog kompleksa tla. Vrijednosti hidrolitičke kiselosti izražavaju se u $\text{cmol}(+) \text{kg}^{-1}$. Služi za izračun potrebnih količina kalcizacijskog materijala u kiselim tlima.

2.3. Obrada podataka

Podaci dobiveni iz anketnih listova i kemijskih analiza složeni su u bazu podataka (ulazna baza), koja je korištena za ocjenu i prikaz istraživanih agrokemijskih pokazatelja plodnosti tla. Nju čine dva sloga: a) baza ratarstva i povrtlarstva, b) baza višegodišnjih kultura.

Podaci su prilagođeni za vizualizaciju GIS-om na topografskim i satelitskim kartama kako bi se mogli uspoređivati i prikazivati izdvojeno za određene teritorijalne ili ustrojbene jedinice lokalne samouprave. Rad na prostornim podacima zahtijeva specifičan programski paket za prikupljanje podataka, analizu dobivenih rezultata kroz prostornu raspodjelu, spremanje i čuvanje podataka, kao i prezentaciju dobivenih podataka. Geografski informacijski sustav (GIS) je sustav za upravljanje prostornim podacima i njima pridruženim različitim svojstvima, odnosno značajkama. U osnovi to je računalni sustav sposoban za integriranje, spremanje, uređivanje, analiziranje i prikazivanje geografskih informacija i pridruženih podataka. Vizualizacija poljoprivrednog prostora i predikcija njegovih proizvodnih svojstava GIS-om omogućuje daljnju analizu uključujući i ekonomske učinke, planiranje i rajonizaciju poljoprivredne proizvodnje (Đurđević, 2010.). Obrada ulazne baze podataka (uBaze) obavljena je primjenom programskog paketa Microsoft Excel i ArcGIS-a (frekvencije, omjeri i postotci, prosječne vrijednosti, koeficijent varijacije, standardna devijacija, mod). Interpolacija podataka rađena je geostatističkom metodom kriginga (ordinary) u programskom paketu ArcGIS 10.

Koeficijent varijacije određen je prema Papiću (2012.): 0 – 10 % vrlo slab, 10 – 30 % relativno slab, 30 – 50 % umjeren, 50 – 70 % relativno jak, > 70 % je jak.

2.4. Socio-ekonomska analiza

Kako bi se realizirala socio-ekonomska analiza provedena je strukturirana anketa većeg broja poljoprivrednih proizvođača različitih po veličini posjeda, tipu gospodarstva, odnosno vrsti poljoprivredne proizvodnje. U skladu s navedenim ciljevima primarni podaci prikupljeni su kvantitativnom metodom terenskog anketiranja pomoću visokostrukturiranog upitnika na uzorku dvije ciljane skupine: odnosno 325 ispitanika koji su bili uključeni u projekt analize tla i preporuke gnojidbe za jednogodišnje kulture te 175 ispitanika u skupini višegodišnjih kultura. Na ovaj način utvrđeni su stavovi proizvođača o učincima analize tla. Anketni upitnik sadrži pitanja otvorenog i zatvorenog tipa. Pitanja zatvorenog tipa su sastavljena kombiniranjem pitanja s višestrukim izborom. Ostala pitanja s otvorenim odgovorom korištena su kao nastavak prethodnoj grupi pitanja pružajući ispitanicima mogućnost davanja vlastitog odgovora. Broj ispitanika izabran je prema omjerima u ukupnom broju poljoprivrednih gospodarstava koja su koristila mjeru subvencionirane analize tla (Tablica 1). Sekundarni podaci odnose se na prikupljanje podataka iz relevantne literature predmetnog područja istraživanja kako bi se dobio okvir za utvrđivanje relevantnih zaključaka o prihvatljivosti rezultata istraživanja.

U obradi podataka primijenjen je programski paket Microsoft Excel (modul: Data Analysis), korelacijskom analizom je ispitana povezanost odgovora na pojedina pitanja u anketi.

Tablica 1. Distribucija anketiranih gospodarstava prema županijama i ciljanoj skupini

| Županije | Jednogodišnje kulture | | Višegodišnje kulture | | Ukupno anketa |
|-----------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------|----------------------------|---------------|
| | Zastupljenost uzoraka u % | Broj anketiranih korisnika | Zastupljenost u % | Broj anketiranih korisnika | |
| Osječko-baranjska | 88 | 285 | 64 | 112 | 397 |
| Vukovarsko-srijemska | 10 | 32 | 21 | 36 | 68 |
| Brodsko-posavska | 1,5 | 5 | 9 | 16 | 21 |
| Virovitičko-podravska | 0,5 | 2 | 6 | 10 | 12 |
| Požeško-slavonska | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| UKUPNO | 100 | 325 | 100 | 175 | 500 |

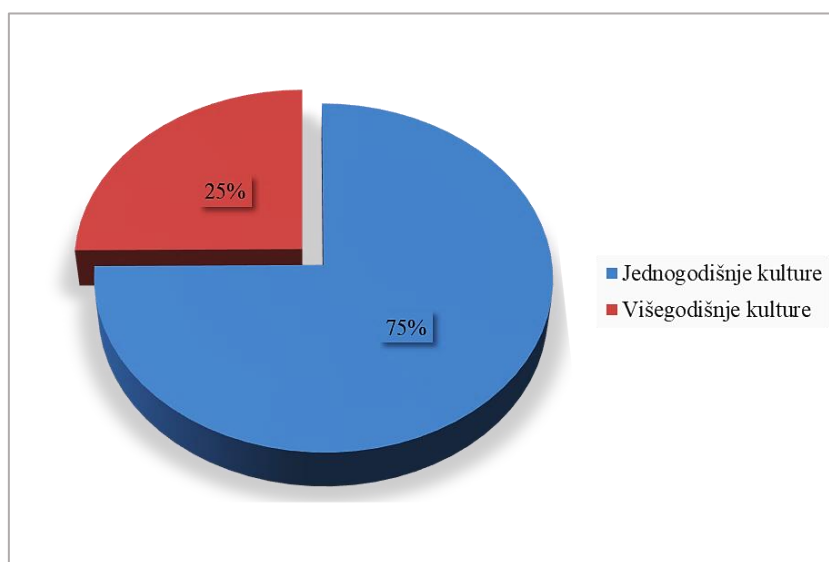
3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

3.1. Baza podataka za izradu gnojidbenih preporuka

Za izračun optimalne gnojidbe računalnim sustavom potrebno je napraviti bazu podataka (uBazu), koju čine:

- podaci o parceli (vlasništvo, ARKOD ID ili broj katastarske čestice, površina, uređenost, primijenjena agrotehnika itd.),
- podaci o lokaciji uzorkovanja (zemljopisna dužina i širina, nagib i ekspozicija),
- planirana kultura s očekivanim prinosom,
- podaci o pretkulturi (vrsta, prinos, gnojidba, primjena organskog gnojiva),
- rezultati kemijske analize tla itd.

Tijekom provođenja kontrole plodnosti tla prikupljeno je ukupno 40 809 uzoraka tla. Za izradu ove disertacije napravljena je baza s podacima o: parceli (vlasnik, adresa, katastarska čestica, katastarska općina, površina), geografskoj poziciji (zemljopisna dužina i širina), planiranom usjevu, pretkulturi, te rezultatima kemijske analize tla.

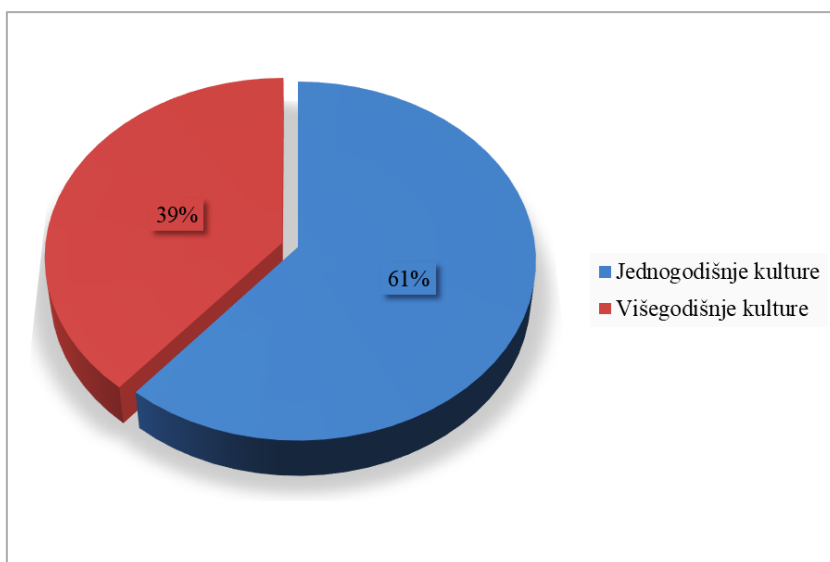


Grafikon 1. Zastupljenost jednogodišnjih i višegodišnjih kultura prema lokacijama uzorkovanja

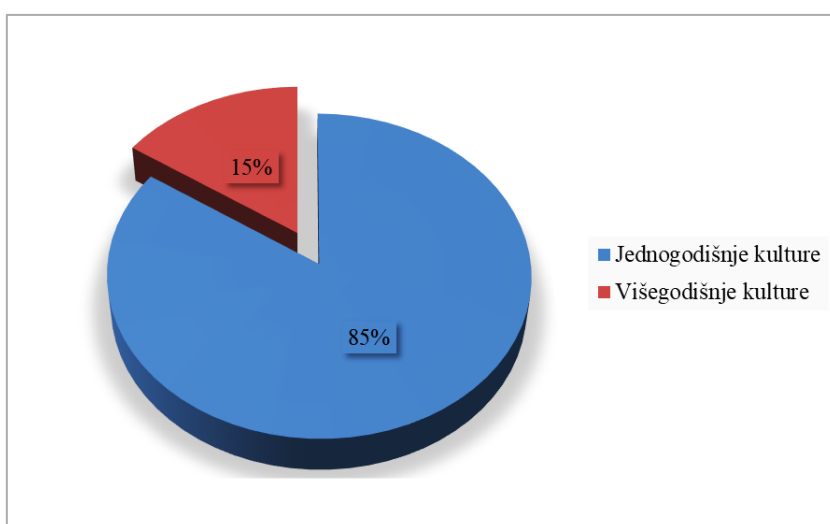
Slog baze ratarstva i povrtlarstva čini 24 945 prosječnih uzoraka tla uzetih na dubini od 0 do 30 cm. U slogu baze višegodišnjih kultura nalazi se 860 prosječnih uzoraka lucerne i

djetelinsko-travnih smjesa i 7 502 prosječna uzorka višegodišnjih kultura uzetih iz dvije dubine (0 – 30 cm, 30 – 60 cm). Stoga, u bazi je 33 307 prosječnih uzoraka s geografskim koordinatama (lokacije uzorkovanja). Kategorija jednogodišnjih kultura zastupljena je na 75 % lokacija, a višegodišnjih na 25 % (Grafikon 1).

Grafikon 2 prikazuje raspodjelu ukupnog broja uzoraka tla (40 809) prema kategorijama. Uzorci tla za jednogodišnje kulture čine 61 % ili 24 945 uzoraka, a za višegodišnje 39 % ili 15 864 uzoraka.



Grafikon 2. Raspodjela ukupnog broja uzoraka tla prema kategorijama



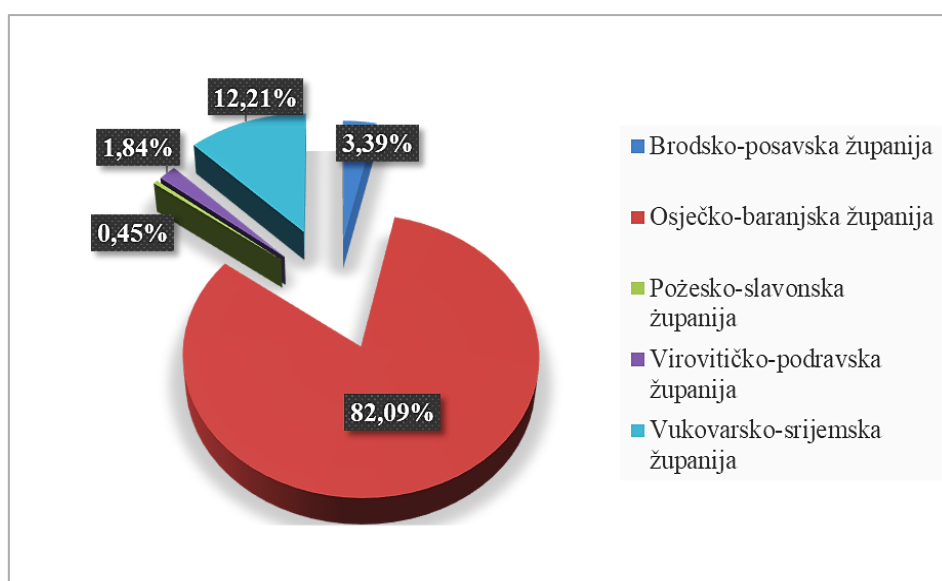
Grafikon 3. Zastupljenost jednogodišnjih i višegodišnjih kultura na analiziranim poljoprivrednim površinama

Kontrola plodnosti tla provedena je na 115 116 ha poljoprivrednih površina. Na 97 346 ha, koji predstavljaju 85 % analiziranih proizvodnih površina zasijane su jednogodišnje kulture (Grafikon 3), dok višegodišnje kulture zauzimaju 15 % površina analiziranog poljoprivrednog zemljišta (17 770 ha).

Na temelju prikazanih rezultata uočljiva je značajna razlika između broja uzoraka i proizvodnih površina koje im pripadaju. Tako su prosječni uzorci tla za višegodišnje kulture zastupljeni s 25 % u odnosu na jednogodišnje, dok je udio ukupnih površina njima pripadajućih parcela svega 15 %. Jednogodišnje kulture zastupljene sa 75 % prosječnih uzoraka zauzimaju čak 85 % analiziranih proizvodnih parcela.

3.1.1. Distribucija uzoraka tla i analiziranih proizvodnih površina po županijama

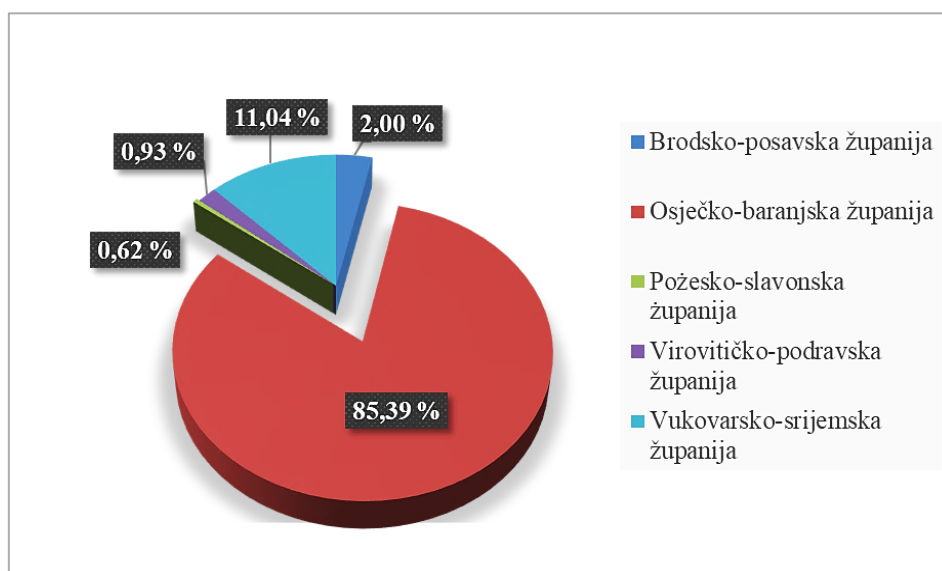
Analiza podataka u bazi pokazala je, očekivano, najveći broj uzoraka u Osječko-baranjskoj županiji. Od ukupnog broja prosječnih uzoraka, u Osječko-baranjskoj županiji je na 27 345 lokacija (geografskih pozicija) prikupljeno 82,09 % od svih uzoraka tla (Grafikon 4).



Grafikon 4. Udio lokacija uzorkovanja za kontrolu plodnosti u slavonskim županijama

Na području Vukovarsko-srijemske županije uzeto je 12,21 % uzoraka na 4 067 lokacija (Grafikon 4). Broj uzoraka u ostalim županijama je < 5 %, što se može djelomično povezati s njihovim kasnijim uključivanjem u sustav kontrole plodnosti. Brodsko-posavska županija zastupljena je s 3,39 % uzoraka na 1 130 geografskih pozicija, a udio Virovitičko-podravске županije je 1,84 % uzoraka uzetih na 613 lokacija. Najmanje uzoraka je s teritorija Požeško-slavonske županije, samo 152 uzorka tla (0,45 %).

Grafikon 5 prikazuje postotni udio poljoprivrednih površina uključenih u sustav kontrole plodnosti tla u svakoj pojedinoj županiji. Najviše proizvodnih parcela, neovisno o kulturi, analizirano je u Osječko-baranjskoj županiji. Tijekom 13 godina trajanja projekta njime je obuhvaćeno 98 304,57 h, što je 85,39 % od ukupnih površina u Slavoniji i Baranji koje su bile uključene u kontrolu plodnosti tla.



Grafikon 5. Udio poljoprivrednih površina obuhvaćenih kontrolom plodnosti u županijama. Na drugom mjestu je Vukovarsko-srijemska županija sa 11,04 % proizvodnih površina, a preostale 3 županije su zastupljene s manje od 5 %.

3.1.1.1. Distribucija uzoraka tla za gnojidbu jednogodišnjih kultura

Rezultati prikazani u Tablici 2 pokazuju raspodjelu uzoraka tla uzetih za izračun gnojidbe jednogodišnjih kultura u razdoblju 2003. – 2016. godine. Najveći broj je prikupljen u

Osječko-baranjskoj županiji (Slika 5). U 13 godina trajanja projekta uzet je 21 981 uzorak tla, što je 88 % svih uzoraka s područja 5 slavonskih županija. Najviše uzoraka je uzeto 2011. godine (3 443), a najmanje 2009. godine (70 uzoraka).

Vukovarsko-srijemska županija uključena je u projekt od 2004. godine te je do 2016. godine uzet 2 321 uzorak (9 %). Najviše uzoraka (584) uzeto je u prvoj godini projekta, a najmanje u završnoj 2016. godini (simbolična 3 uzorka). Važno je naglasiti i da ova županija nije sudjelovala u projektu tijekom 2013. i 2014. godine (Tablica 2).

Tablica 2. Distribucija uzoraka tla za jednogodišnje kulture po županijama

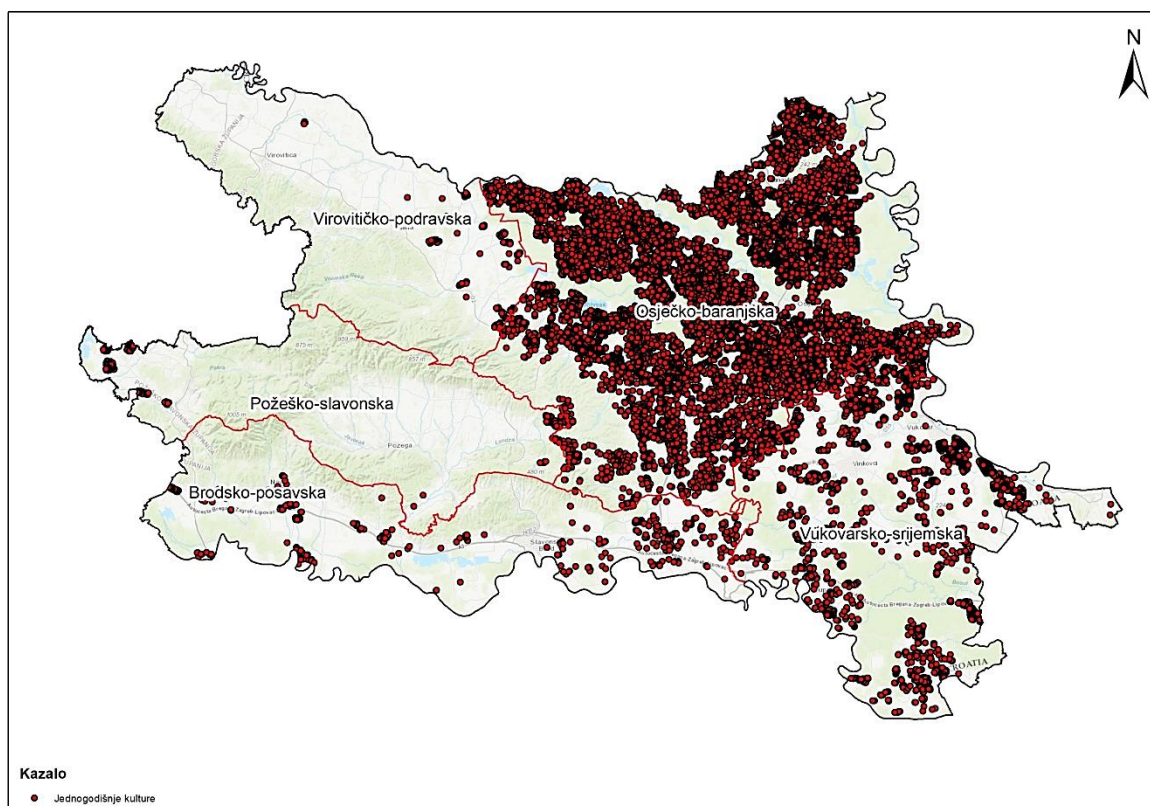
| Godina | OBŽ | VSŽ | BPŽ | VPŽ | PSŽ | Ukupno |
|---------------|---------------|--------------|------------|-----------|------------|---------------|
| 2003. | 1 937 | - | - | - | - | 1 937 |
| 2004. | 2 069 | 584 | - | - | - | 2 653 |
| 2005. | 1 739 | 291 | 43 | - | - | 2 073 |
| 2006. | 2 166 | 203 | 9 | - | - | 2 378 |
| 2007. | 1 440 | 103 | 21 | - | 87 | 1 651 |
| 2008. | 567 | 61 | 32 | - | - | 660 |
| 2009. | 70 | 83 | 11 | - | - | 164 |
| 2010. | 1 627 | 402 | - | - | - | 2 029 |
| 2011. | 3 443 | 508 | - | 11 | - | 3 962 |
| 2012. | 1 790 | 64 | 40 | 24 | 56 | 1 974 |
| 2013. | 110 | - | - | - | - | 110 |
| 2014. | 2 250 | - | - | - | - | 2 250 |
| 2015. | 2 389 | 19 | 259 | 12 | - | 2 679 |
| 2016. | 384 | 3 | - | 38 | - | 425 |
| Ukupno | 21 981 | 2 321 | 415 | 85 | 143 | 24 945 |

Brodsko-Posavska županija uključila se u projekt 2005. godine. Međutim, nije bilo kontinuiteta u radu pa tako tijekom 2010., 2011., 2013., 2014. i 2016. godine nije uzet niti jedan uzorak tla (Tablica 2). Ovakav trend djelomično je i rezultat slabe zainteresiranosti poljoprivrednih proizvođača. Na njenom području uzeto je 415 uzoraka (Slika 5) tla ili samo 2 % od ukupne mase uzoraka za jednogodišnje kulture. Najviše je analizirano 2015. godine (259 uzoraka), a najmanje u 2006. godini (9 uzoraka).

Na području Požeško-slavonske županije uzorkovalo se za jednogodišnje kulture u 2007. (87 uzoraka) i 2012. godini (56 uzoraka). U ostalim godinama nije bilo interesa proizvođača.

Najmanji broj uzoraka prikupljen je u Virovitičko-podravskoj županiji (Slika 5, Tablica 2). Samo 85 uzoraka uzeto je u 4 godine (2011., 2012., 2015. i 2016.).

U Tablici 2 uočava se trend značajnih variranja u broju uzoraka tla uzetih na proizvodnim površinama. U 2011. godini uzeto je najviše uzoraka tla (3 962) za gnojidbu jednogodišnjih kultura, a najmanje u 2013. godini (110 uzoraka).

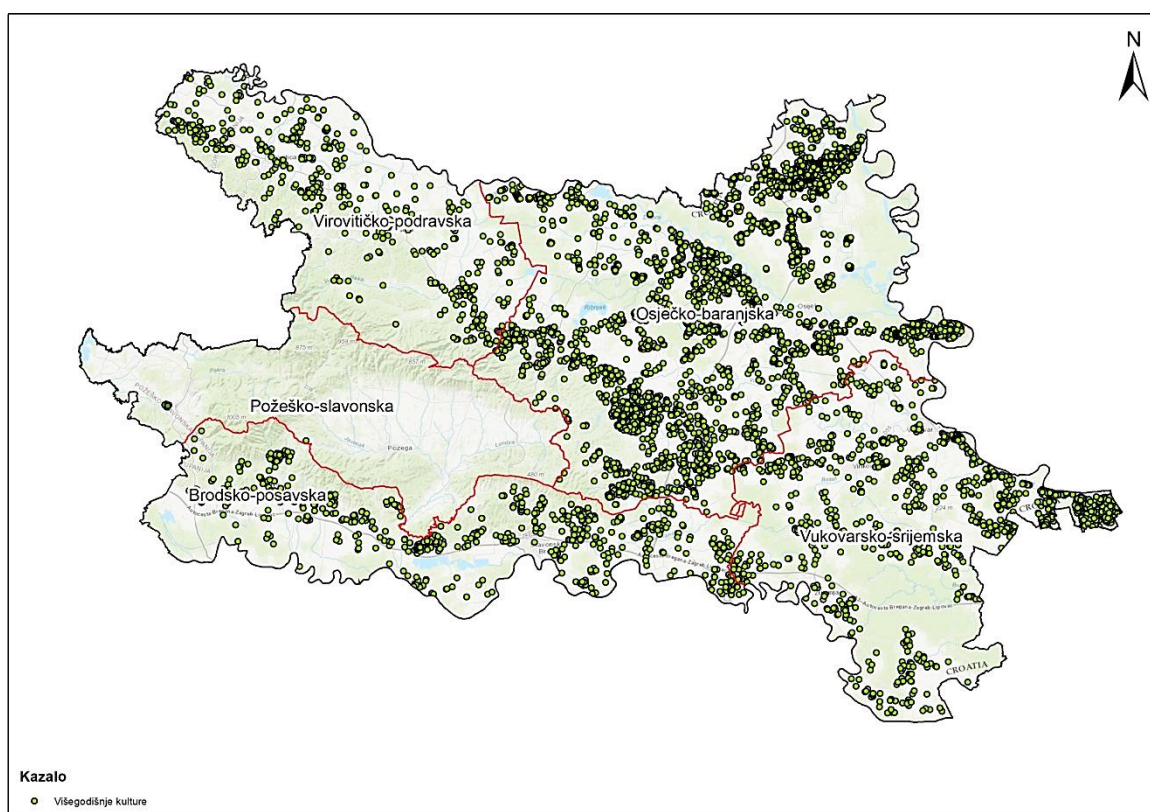


Slika 5. Prostorna distribucija uzoraka tla za gnojidbu jednogodišnjih kultura prikazana u ArcGIS 10.0

3.1.1.2. Distribucija uzoraka tla za gnojidbu višegodišnjih kultura

Na kartografskom prikazu lokacija uzorkovanja poljoprivrednih površina za gnojidbu višegodišnjih kultura (Slika 6) može se uočiti kako je najviše uzoraka prikupljeno u Osječko-baranjskoj županiji. Naime, u ovoj županiji kontrola plodnosti za višegodišnje kulture provodila se kontinuirano od 2003. do 2016. godine. U tom periodu uzeto je 10 039 uzoraka ili 64 % svih uzoraka tla za višegodišnje kulture (Tablica 3). Najveća gustoća uzoraka je na područjima vinogorja Erdut, Baranja, Đakovo i Feričanci. Najviše je uzorkovano 2006. godine (1 680 uzoraka), a najmanje 2013. godine (44 uzorka).

U Vukovarsko-srijemskoj županiji projekt je započeo 2004. godine, a uzeto je 3 375 uzoraka tla za višegodišnje kulture ili 21,2 % od svih uzoraka. Na Slici 6 vidljiva je velika gustoća uzorkovanja na području vinogorja Srijem.



Slika 6. Prostorna distribucija uzoraka tla za gnojidbu višegodišnjih kultura prikazana u ArcGIS 10.0

Tijekom 2013. i 2014. godine prekinut je kontinuitet projekta (Tablica 3). Najviše uzoraka je, kao i u Osječko-baranjskoj županiji, uzeto 2006. godine (759 uzoraka). Najmanje uzorkovanja obavljeno je u završnoj godini projekta, 2016. god., kada su uzeta samo 2 uzorka tla.

U Brodsko-posavskoj županiji od početka kontrole plodnosti u 2005. godini udio uzoraka za gnojidbu višegodišnjih kultura je 9 % ili 1 399 uzorka. Tijekom 2010., 2013., 2014. i 2016. godine nije bilo uzorkovanja. Najveći broj uzoraka (384) uzeto je u 2006. godini, kao i u dvije prethodno navedene županije. Najmanji broj uzorka (10) uzet je 2011. godine (Tablica 3).

1 042 uzorka uzeta na području Virovitičko-podravске županije (Tablica 3) čine 6,5 % u ukupnoj masi uzoraka za višegodišnje kulture. Najviše uzoraka (318) uzeto je 2007.

godine, a najmanje (4) u 2012. godini. Potrebno je istaknuti kako je projekt u ovoj županiji započeo 2006. godine uzorkovanjem za višegodišnje kulture te da sve do 2011. godine uopće nije bilo interesa za gnojidbu jednogodišnjih kultura (Tablica 2). Za višegodišnje kulture nije bilo uzorkovanja u razdobljima od 2010. do 2011. i od 2013. do 2015. godine.

Tablica 3. Distribucija uzoraka tla za višegodišnje kulture po županijama

| Godina | OBŽ | VSŽ | BPŽ | VPŽ | PSŽ | Ukupno |
|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|----------|---------------|
| 2003. | 237 | - | - | - | - | 237 |
| 2004. | 1047 | 323 | - | - | - | 1 370 |
| 2005. | 1430 | 557 | 294 | - | - | 2 281 |
| 2006. | 1680 | 759 | 384 | 176 | - | 2 999 |
| 2007. | 1417 | 514 | 172 | 318 | - | 2 421 |
| 2008. | 1134 | 660 | 274 | 300 | - | 2 368 |
| 2009. | 468 | 355 | 158 | 234 | - | 1 215 |
| 2010. | 197 | 53 | - | - | - | 250 |
| 2011. | 794 | 37 | 10 | - | - | 841 |
| 2012. | 227 | 57 | 42 | 4 | - | 330 |
| 2013. | 44 | - | - | - | - | 44 |
| 2014. | 358 | - | - | - | - | 358 |
| 2015. | 839 | 58 | 65 | - | - | 962 |
| 2016. | 167 | 2 | - | 10 | 9 | 188 |
| Ukupno | 10 039 | 3 375 | 1 399 | 1 042 | 9 | 15 864 |

Poljoprivrednici Požeško-slavonske županije pokazali su najslabiji interes za kontrolu plodnosti i izradu gnojidbenih preporuka za višegodišnje kulture. Uzeto je samo 9 uzoraka u 2016. godini (Tablica 3).

Broj uzoraka prikupljenih tijekom pojedinih godina provedbe projekta značajno je varirao (Tablica 3). Tako je 2006. godina bila najuspješnija s ukupno 2 999 uzoraka tla, koji su uzeti u svim županijama osim Požeško-slavonske. Najmanje uzoraka analizirano je u 2013. godini kada je uzeto samo 44 uzorka u Osječko-baranjskoj županiji.

3.1.1.3. Distribucija poljoprivrednih površina analiziranih za jednogodišnje kulture

Kontrola plodnosti za jednogodišnje kulture obuhvatila je u razdoblju od 2003. do 2016. godine ukupno 97 345,78 ha (Tablica 4). S obzirom na broj uzoraka i poljoprivredne površine na kojima su oni uzeti, najveće su upravo u Osječko-baranjskoj županiji i pokrivaju čak 85 261,85 ha. U ovoj županiji najviše je površina bilo uključeno u kontrolu plodnosti 2011. godine, čak 15 579,64 ha, a najmanje u 2009. godini kada je uzorkovano na samo 303,93 ha.

U Vukovarsko-srijemskoj županiji je od 2004. godine analizirano 9 817,23 ha. Tijekom 2013. i 2014. godine zbog kratkotrajnog prekida projekta nije bilo uzorkovanja. Najveće površine analizirane su u 2011. godini (2 504,28 ha). U završnoj godini projekta (Tablica 4) kontrola plodnosti je odrađena samo na 14,73 ha (3 uzorka).

Tablica 4. Poljoprivredne površine (ha) u županijama analizirane za jednogodišnje kulture

| Godina | OBŽ | VSŽ | BPŽ | VPŽ | PSŽ | Ukupno |
|---------------|------------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|------------------|
| 2003. | 5 250,32 | - | - | - | - | 5 250,32 |
| 2004. | 8 027,30 | 2 196,17 | - | - | - | 10 223,47 |
| 2005. | 6 412,79 | 1 216,39 | 135,46 | - | - | 7 764,64 |
| 2006. | 8 963,95 | 753,65 | 31,89 | - | - | 9 749,49 |
| 2007. | 5 570,71 | 261,39 | 24,24 | - | 436,00 | 6 292,35 |
| 2008. | 2 258,60 | 272,23 | 37,75 | - | - | 2 568,58 |
| 2009. | 303,93 | 257,92 | 29,74 | - | - | 591,59 |
| 2010. | 7 386,21 | 1 980,00 | - | - | - | 9 366,21 |
| 2011. | 15 579,64 | 2 504,28 | - | 31,98 | - | 18 115,89 |
| 2012. | 6 645,25 | 221,23 | 126,45 | 79,01 | 252,78 | 7 324,72 |
| 2013. | 528,74 | - | - | - | - | 528,74 |
| 2014. | 8 199,02 | - | - | - | - | 8 199,02 |
| 2015. | 8 277,79 | 139,24 | 841,47 | 54,75 | - | 9 313,25 |
| 2016. | 1 857,61 | 14,73 | - | 185,18 | - | 2 057,52 |
| Ukupno | 85 261,85 | 9 817,23 | 1 227,00 | 350,92 | 688,78 | 97 345,78 |

U Brodsko-posavskoj županiji projekt je trajao od 2005. do 2016. godine s prekidima u 2010., 2011., 2013., 2014. i 2016. godini. Najviše poljoprivrednih površina uzorkovano je 2015. godine (841,47 ha). U 2007. godini analizirano je 24,24 ha (Tablica 4).

Najslabiji odaziv poljoprivrednika za analizu jednogodišnjih kultura bio je u Virovitičko-podravskoj županiji. Kontrola plodnosti za jednogodišnje kulture provodila se tijekom 2011., 2012., 2015. i 2016. godine (Tablica 4). Najmanje površina analizirano je u prvoj godini (31,98 ha), a najviše (185,18 ha) u 2016. godini.

Požeško-slavonska županija je kontrolu plodnosti jednogodišnjih kultura provela u 2007. godini kada je uzorkovano na 436 ha i u 2012. godini na 252,78 ha.

Ukupni broj analiziranih poljoprivrednih površina u godinama istraživanja značajno je varirao od 528,74 ha u 2013. godini do 18 115,89 ha u 2011. godini (Tablica 4).

3.1.1.4. Distribucija poljoprivrednih površina analiziranih za višegodišnje kulture

Najviše analiziranih površina poljoprivrednog zemljišta pod višegodišnjim kulturama nalazi se u Osječko-baranjskoj županiji. Od ukupno analiziranih 17 770,27 ha proizvodnih parcela čak 74 % ili 13 042,72 ha je na području ove županije. U 2011. godini kontrolom plodnosti obuhvaćeno je najviše površina (1 994,01 ha), a najmanje u 2013. godini (139,91 ha).

Tablica 5. Poljoprivredne površine (ha) u županijama analizirane za višegodišnje kulture

| Godina | OBŽ | VSŽ | BPŽ | VPŽ | PSŽ | Ukupno |
|---------------|------------------|-----------------|-----------------|---------------|--------------|------------------|
| 2003. | 258,15 | - | - | - | - | 258,15 |
| 2004. | 834,25 | 231,20 | - | - | - | 1 065,45 |
| 2005. | 1 809,28 | 415,09 | 229,58 | - | - | 2 453,95 |
| 2006. | 1 921,72 | 518,19 | 358,24 | 124,25 | - | 2 922,40 |
| 2007. | 1 559,18 | 402,18 | 76,14 | 222,43 | - | 2 259,92 |
| 2008. | 1 202,39 | 509,45 | 147,55 | 217,89 | - | 2 077,28 |
| 2009. | 467,68 | 284,51 | 97,43 | 107,11 | - | 956,72 |
| 2010. | 399,90 | 191,63 | - | - | - | 591,53 |
| 2011. | 1 994,01 | 131,93 | 5,92 | - | - | 2 131,86 |
| 2012. | 327,20 | 89,38 | 93,40 | 2,14 | - | 512,12 |
| 2013. | 139,91 | - | - | - | - | 139,81 |
| 2014. | 509,73 | - | - | - | - | 509,73 |
| 2015. | 1 346,10 | 116,89 | 71,35 | - | - | 1 534,35 |
| 2016. | 273,32 | 1,14 | - | 48,25 | 34,29 | 357,00 |
| Ukupno | 13 042,72 | 2 891,58 | 1 079,61 | 722,07 | 34,29 | 17 770,27 |

Na području Vukovarsko-srijemske županije uzorkovanjem je tijekom 11 godina obuhvaćeno 2 891,58 ha. U 2006. godini analizirano je najviše proizvodnih poljoprivrednih površina (518,19 ha), a najmanje u 2016. godini sa simboličnih 1,14 ha (Tablica 5). Uzorkovanja, a ni analiza nije bilo 2003., 2013. i 2014. godine.

U Brodsko-posavskoj županiji je, kao i u Vukovarsko-srijemskoj, u 2006. uzorkovano na najviše površina (358,24 ha), a najmanje (5,92 ha) u 2011. godini (Tablica 5).

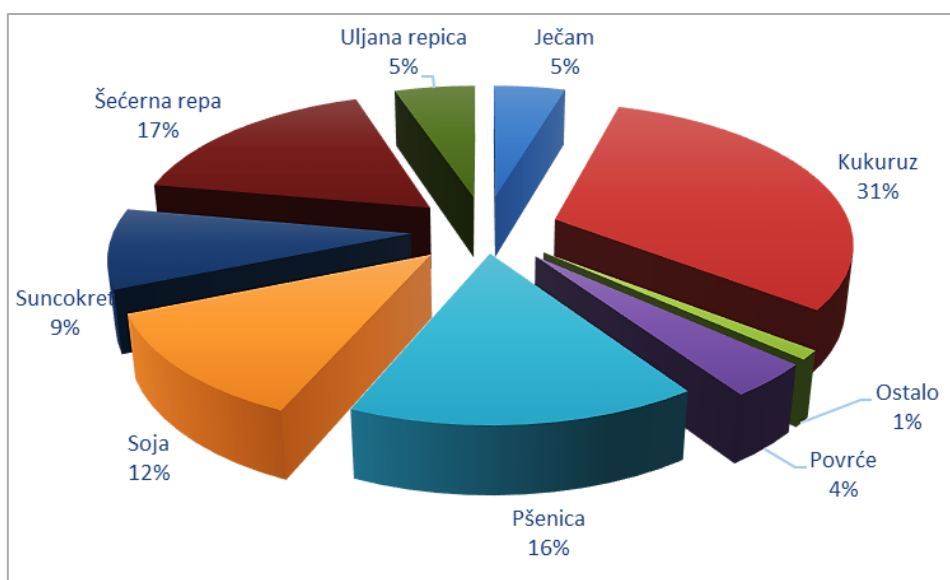
Najmanje analiziranih proizvodnih površina nalazi se u Požeško-slavonskoj županiji, samo 34,29 ha (Tablica 5).

Poljoprivredne površine na kojima se provodila kontrola plodnosti varirale su tijekom pojedinih godina. Najviše ih je bilo 2006. godine (2 922,40 ha), a najmanje u 2013. godini kada su uzorci uzeti s 139,81 ha (Tablica 5).

3.2. Zastupljenost kultura u kontroli plodnosti tla

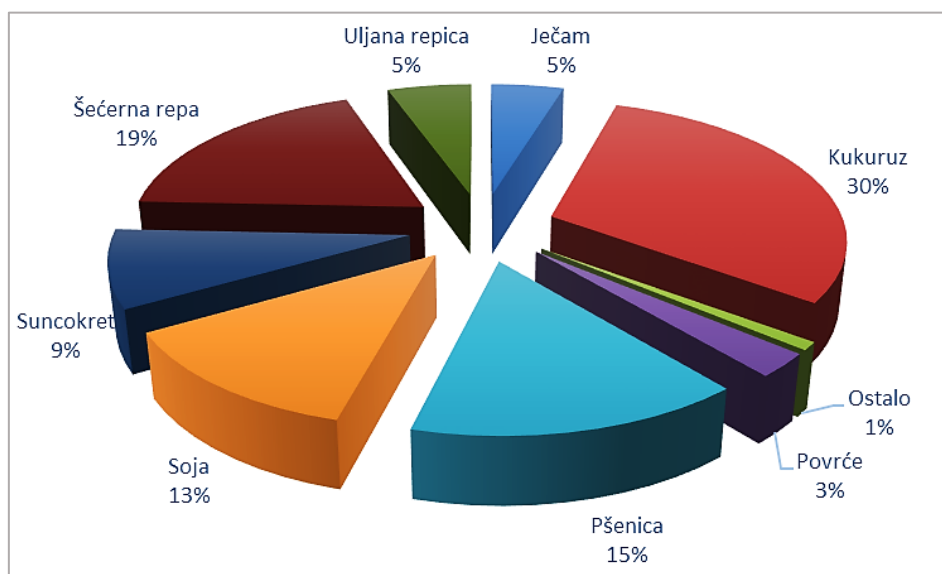
3.2.1. Jednogodišnje kulture

Kroz promatrano razdoblje provođenja kontrole plodnosti tla najviše uzoraka sakupljeno je za izračun gnojidbe jednogodišnjih kultura. Slijedom toga, u radu su prikazani rezultati za povrće, pojedinačne ratarske kulture s udjelom $> 5\%$ i ostalo (kategorija koja podrazumijeva biljne vrste čiji je udio $< 5\%$). Grafikoni 6 i 7 prikazuju udio poljoprivrednih površina i broja uzoraka koji su uzeti za pojedine jednogodišnje kulture.



Grafikon 6. Zastupljenost jednogodišnjih kultura prema broju uzoraka tla

Analiza podataka u bazi za jednogodišnje kulture pokazuje da je najviše poljoprivrednika zainteresirano za uzgoj kukuruza jer je čak 31% uzoraka uzeto za ovu kulturu (Grafikon 6), što je obuhvatilo 30% proizvodnih površina na kojima su uzgajane jednogodišnje kulture (Grafikon 7). Uzorci za šećernu repu čine 17% , za pšenicu 16% , soju 12% , suncokret 9% , ječam i uljanu repicu 5% . Za povrće je uzeto 4% uzoraka tla, a ostale biljne vrste su zastupljene s 1% (Grafikon 6). Udio poljoprivrednih površina za svaku kulturu pojedinačno se neznatno razlikuje od broja uzoraka, što je vidljivo u Grafikonu 7.



Grafikon 7. Udio poljoprivrednih površina (ha) analiziranih za pojedine jednogodišnje kulture

3.2.1.1. Kukuruz

Najzastupljenija ratarska kultura na području slavonskih županija je kukuruz. U razdoblju od 2003. do 2016. godine uzeto je 7 720 uzoraka s 29,627,42 ha.

Poljoprivrednici Osječko-baranjske županije su u razdoblju od 2003. do 2016. godine analizirali 26,367,43 ha predviđenih za uzgoj ove kulture (Tablica 6). Najviše uzoraka je uzeto u 2011. godini (1 011) na površini od 4 394,86 ha. Najslabija zastupljenost kukuruza bila je u 2009. godini kada je uzeto 36 uzoraka sa 166,19 ha površina (Tablica 6).

Vukovarsko srijemska županija je prema broju uzoraka iza Osječko-baranjske. Prikupljeno je 620 uzoraka na 2 643,70 ha. Najveći interes bio je 2011. godine (155 uzoraka na 767,53 ha), a najmanji 2015. godine. Tada je uzet samo 1 uzorak na parceli površine 5,56 ha.

U Brodsko-posavskoj županiji uzorkovalo se za kukuruz u 2005., 2006., 2012. i 2015. godini. Ukupno je uzeto 84 uzorka na 246,29 ha.

Najmanje analiziranih uzoraka tla za kukuruz je na području Virovitičko-podravske županije. U dvije godine (2012., 2016.) uzeta su 24 uzorka s 98,26 ha (Tablica 6).

Na 271,75 ha u Požeško-slavonskoj županiji analizirano je 56 uzoraka za kukuruz prikupljenih tijekom 2007. i 2012. godine (Tablica 6).

Interes poljoprivrednih proizvođača za sjetvu kukuruza značajno je varirao. Najviše uzoraka analizirano je u 2011. godini. Na 5 162,39 ha uzeto je 1 166 uzoraka tla.

Tablica 6. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka tla (n) analiziranih za gnojidbu kukuruza po županijama

| | OBŽ | | VSŽ | | BPŽ | | VPŽ | | PSŽ | | Ukupno | |
|---------------|--------------|------------------|------------|-----------------|-----------|---------------|-----------|--------------|-----------|---------------|--------------|------------------|
| | n | ha | n | ha | n | ha | n | ha | n | ha | n | ha |
| 2003. | 765 | 1 897,84 | - | - | - | - | - | - | - | - | 765 | 1 897,84 |
| 2004. | 712 | 2 672,94 | 113 | 370,45 | - | - | - | - | - | - | 825 | 3 043,39 |
| 2005. | 504 | 1 743,91 | 38 | 158,27 | 14 | 55,07 | - | - | - | - | 556 | 1 957,25 |
| 2006. | 609 | 2 640,41 | 54 | 270,60 | 2 | 10,00 | - | - | - | - | 665 | 2 921,01 |
| 2007. | 468 | 1 923,52 | 42 | 96,67 | - | - | - | - | 39 | 194,00 | 549 | 2 214,18 |
| 2008. | 183 | 767,82 | 57 | 270,33 | - | - | - | - | - | - | 240 | 1 038,15 |
| 2009. | 36 | 166,19 | 28 | 86,62 | - | - | - | - | - | - | 64 | 252,81 |
| 2010. | 467 | 2 136,58 | 92 | 460,00 | - | - | - | - | - | - | 559 | 2 596,58 |
| 2011. | 1 011 | 4 394,86 | 155 | 767,53 | - | - | - | - | - | - | 1 166 | 5 162,39 |
| 2012. | 626 | 2 373,96 | 40 | 157,68 | 16 | 48,71 | 8 | 18,16 | 17 | 77,75 | 707 | 2 676,25 |
| 2013. | 58 | 254,68 | - | - | - | - | - | - | - | - | 58 | 254,68 |
| 2014. | 598 | 2 105,11 | - | - | - | - | - | - | - | - | 598 | 2 105,11 |
| 2015. | 792 | 2 703,25 | 1 | 5,56 | 52 | 132,51 | - | - | - | - | 845 | 2 841,32 |
| 2016. | 107 | 586,35 | - | - | - | - | 16 | 80,10 | - | - | 123 | 666,45 |
| Ukupno | 6 936 | 26 367,43 | 620 | 2 643,70 | 84 | 246,29 | 24 | 98,26 | 56 | 271,75 | 7 720 | 29 627,42 |

Najmanji broj uzoraka prikupljen je u 2013. godini. Te godine postojao je interes za uzgoj kukuruza samo u Osječko-baranjskoj županiji pa je s 254,68 ha analizirano 58 uzoraka (Tablica 6).

3.2.1.2. Šećerna repa

U 3 slavonske županije (Osječko-baranjska, Vukovarsko-srijemska i Brodsko-posavska) analizirano je 18 363,97 ha poljoprivrednih površina za uzgoj šećerne repe (Tablica 7). S obzirom na kontinuitet rada najveći broj uzoraka je, očekivano, u Osječko-baranjskoj županiji. Na 15 495,22 ha prikupljeno je ukupno 3 608 uzoraka tla. Najslabiji odaziv proizvođača bio je 2009. godine kada je na 18,92 ha uzeto 4 uzorka. Dvije godine kasnije, 2011., prikupljeno je 1 066 uzoraka tla na 5 155,67 ha (Tablica 7).

U Vukovarsko-srijemskoj županiji tijekom 7 godina (Tablica 7) analizirano je 2 865,45 ha za šećernu repu. Prikupljeno je 620 uzoraka za kemijsku analizu, najmanje u 2015. godini (5 uzoraka), a najviše u 2011. godini (267 uzoraka tla). U Požeško-slavonskoj županiji tijekom dvije godine (2005., 2015.) ukupno su 2 uzorka na 3,30 ha.

Tablica 7. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka tla (n) analiziranih za gnojidbu šećerne repe po županijama

| | OBŽ | | VSŽ | | BPŽ | | Ukupno | |
|---------------|--------------|------------------|------------|-----------------|----------|-------------|--------------|------------------|
| | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> |
| 2003. | 235 | 748,77 | - | - | - | - | 235 | 748,77 |
| 2004. | 237 | 894,54 | 109 | 444,29 | - | - | 346 | 1 338,83 |
| 2005. | 299 | 1 195,67 | 62 | 237,09 | 1 | 3,00 | 362 | 1 435,76 |
| 2006. | 495 | 2 154,09 | 27 | 102,84 | - | - | 522 | 2 256,93 |
| 2007. | 263 | 951,04 | 14 | 39,18 | - | - | 277 | 990,22 |
| 2008. | 88 | 381,09 | - | - | - | - | 88 | 381,09 |
| 2009. | 4 | 18,92 | - | - | - | - | 4 | 18,92 |
| 2010. | 519 | 2 519,50 | 136 | 680,00 | - | - | 655 | 3 199,50 |
| 2011. | 1 066 | 5 155,67 | 267 | 1 335,00 | - | - | 1 333 | 6 490,67 |
| 2012. | 131 | 539,46 | - | - | - | - | 131 | 539,46 |
| 2013. | 25 | 115,92 | - | - | - | - | 25 | 115,92 |
| 2014. | 91 | 343,39 | - | - | - | - | 91 | 343,39 |
| 2015. | 132 | 371,29 | 5 | 27,05 | 1 | 0,30 | 138 | 398,64 |
| 2016. | 23 | 105,87 | - | - | - | - | 23 | 105,87 |
| Ukupno | 3 608 | 15 495,22 | 620 | 2 865,45 | 2 | 3,30 | 4 230 | 18 363,97 |

Najmanje površina bilo je obuhvaćeno kontrolom plodnosti u 2009. godini. Tada je na 18,92 ha uzeto 4 uzorka tla (Osječko-baranjska županija). U 2011. godini uzorkovano je na 6 490,67 ha i uzeto 1 333 uzorka tla (Tablica 7).

3.2.1.3. Pšenica

Uzorci za kemijsku analizu tla sa svrhom izrade gnojdbene preporuke za pšenicu nisu niti jedne godine uzeti na području Virovitičko-podravske županije, što je vidljivo u Tablici 8. Od ukupnog broja uzoraka za 4 županije (3 982) najviše ih je uzeto u Osječko-baranjskoj. Na 13 182,77 ha prikupljeno je 3 569 uzoraka tla za pšenicu. Najmanje ih je bilo 2009.

godine, jer je na 18 ha uzeto 5 uzoraka tla. U 2014. godini je na 2 064,88 ha uzeto 553 uzoraka (Tablica 8).

U Vukovarsko-srijemskoj županiji analizirano je 1 323,81 ha proizvodnih površina za pšenicu. Najviše ih je bilo u prvoj godini kontrole plodnosti (2004.) kada je na 593,74 ha uzeto 157 uzoraka tla. Najslabiji odaziv je u 2011. godini: na parceli površine 5 ha uzet je 1 uzorak tla (Tablica 8).

Tablica 8. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu pšenice po županijama

| | OBŽ | | VSŽ | | BPŽ | | PSŽ | | Ukupno | |
|---------------|--------------|------------------|------------|-----------------|-----------|---------------|----------|--------------|--------------|------------------|
| | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> |
| 2003. | 392 | 975,97 | - | - | - | - | - | - | 392 | 975,97 |
| 2004. | 431 | 1 718,29 | 157 | 593,74 | - | - | - | - | 588 | 2 312,03 |
| 2005. | 327 | 1 223,18 | 63 | 264,18 | 10 | 31,95 | - | - | 400 | 1 519,31 |
| 2006. | 218 | 872,81 | 40 | 148,56 | - | - | - | - | 258 | 1 021,37 |
| 2007. | 120 | 480,02 | 17 | 40,42 | 1 | 1,00 | - | - | 138 | 521,44 |
| 2008. | 48 | 190,15 | - | - | - | - | - | - | 48 | 190,15 |
| 2009. | 5 | 18,00 | 25 | 85,22 | - | - | - | - | 30 | 103,22 |
| 2010. | 132 | 535,30 | 21 | 105,00 | - | - | - | - | 153 | 640,30 |
| 2011. | 510 | 2 180,12 | 1 | 5,00 | - | - | - | - | 511 | 2 185,12 |
| 2012. | 399 | 1 405,30 | 6 | 24,13 | 10 | 28,35 | 7 | 33,98 | 422 | 1 491,76 |
| 2013. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2014. | 553 | 2 064,88 | - | - | - | - | - | - | 553 | 2 064,88 |
| 2015. | 372 | 1 379,89 | 7 | 57,56 | 78 | 286,77 | - | - | 457 | 1 724,23 |
| 2016. | 32 | 138,87 | - | - | - | - | - | - | 32 | 138,87 |
| Ukupno | 3 539 | 13 182,77 | 337 | 1 323,81 | 99 | 348,07 | 7 | 33,98 | 3 982 | 14 888,63 |

U Brodsko-posavskoj županiji uzorkovanje za pšenicu vršeno je 2005., 2007., 2012. i 2015. godine. Na 348,07 ha prikupljeno je 99 uzoraka (najmanje u 2007., a najviše u 2015. godini).

U Požeško-slavonskoj županiji uzorkovalo se za pšenicu samo u 2012. godini. Tada je na 33,98 ha uzeto 7 uzoraka tla (Tablica 8).

Analiza podataka u Tablici 8 pokazuje da 2013. godine nije uzet niti jedan uzorak za pšenicu. Najviše je uzorkovano 2004. godine (588 uzoraka na 2 312,03 ha), a najmanje 2009. godine (30 uzoraka na 103,22 ha).

3.2.1.4. Soja

Za gnojidbu soje prikupljeno je 3 067 uzoraka na 12 313,36 ha tijekom 14 godina kontrole plodnosti u svim županijama. U Tablici 9 uočljiv je različit interes za sjetvu soje u pojedinim godinama jer se broj uzoraka kreće od 6 u 2013. godini do 392 u 2015. godini. Analiza podataka u Tablici 9 pokazuje kontinuirano uzorkovanje tijekom svih godina u Osječko-baranjskoj županiji. Na 10 246,65 ha je tijekom 14 godina kontrole plodnosti uzet 2 591 uzorak. U 2006. godini uzeto je 367 uzoraka na ukupno 1 5631,90 ha, što je odraz najbolje iskazanog interesa kod proizvođača. U 2013. godini analizirano je samo 6 uzoraka na ukupnoj površini od 5,98 ha (Tablica 9).

Tablica 9. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu soje po županijama

| | OBŽ | | VSŽ | | BPŽ | | VPŽ | | PSŽ | | Ukupno | |
|---------------|--------------|------------------|------------|-----------------|------------|---------------|-----------|---------------|-----------|---------------|--------------|------------------|
| | n | ha | n | ha | n | ha | n | ha | n | ha | n | ha |
| 2003. | 155 | 488,50 | - | - | - | - | - | - | - | - | 155 | 488,50 |
| 2004. | 308 | 1 291,23 | 76 | 316,06 | - | - | - | - | - | - | 384 | 1 607,29 |
| 2005. | 205 | 853,97 | 63 | 276,90 | 4 | 14,00 | - | - | - | - | 272 | 1 144,87 |
| 2006. | 367 | 1 531,90 | 15 | 49,09 | 5 | 19,36 | - | - | - | - | 387 | 1 600,35 |
| 2007. | 249 | 1 038,50 | 17 | 68,20 | - | - | - | - | 43 | 217,00 | 309 | 1 323,70 |
| 2008. | 67 | 210,98 | - | - | - | - | - | - | - | - | 67 | 210,98 |
| 2009. | 25 | 100,82 | 9 | 23,32 | - | - | - | - | - | - | 34 | 124,14 |
| 2010. | 99 | 424,79 | 90 | 450,00 | - | - | - | - | - | - | 189 | 874,79 |
| 2011. | 257 | 1 156,75 | 10 | 25,57 | - | - | - | - | - | - | 267 | 1 182,32 |
| 2012. | 232 | 854,60 | 3 | 9,85 | 4 | 16,00 | 5 | 10,54 | 15 | 68,11 | 259 | 959,10 |
| 2013. | 6 | 5,98 | - | - | - | - | - | - | - | - | 6 | 5,98 |
| 2014. | 285 | 1 055,30 | - | - | - | - | - | - | - | - | 285 | 1 055,30 |
| 2015. | 298 | 1 056,29 | 6 | 49,07 | 88 | 347,03 | - | - | - | - | 392 | 1 452,39 |
| 2016. | 38 | 176,84 | 3 | 14,73 | - | - | 20 | 92,08 | - | - | 61 | 283,65 |
| Ukupno | 2 591 | 10 246,45 | 292 | 1 282,79 | 101 | 396,39 | 25 | 102,62 | 58 | 285,11 | 3 067 | 12 313,36 |

Vukovarska-srijemska županija nije imala uzoraka u 2003., 2008., 2013. i 2014. godini. Ukupan broj uzoraka je 292, a pokrivaju površinu od 1 282,79 ha. Najmanji broj uzoraka (3) uzet je u 2012. i 2016. godini, a najveći (90 uzoraka na 450 ha) u 2010. godini.

U Brodsko-posavskoj županiji uzorkovalo se za soju u 4 godine (2005., 2006., 2012. i 2015.). Prikupljen je 101 uzorak na 396,39 ha.

U Virovitičko-podravskoj i Požeško-slavonskoj županiji interes za sjetvu soje bio je vrlo slab. Uzorci su u obje županije prikupljeni na terenu u dvije godine. Za Virovitičko-

podravsku je u 2012. i 2016. god. uzeto 25 uzoraka, a za Požeško-slavonsku je 58 uzoraka tla prikupljeno tijekom 2007. i 2012. godine (Tablica 9).

3.2.1.5. Suncokret

Podaci prikazani u Tablici 10 pokazuju kako su se uzorci za gnojidbu suncokreta uzimali u samo 3 županije. U Osječko-baranjskoj županiji najveći je broj uzoraka (2 135) iako nije bilo uzorkovanja tijekom dvije godine (2009. i 2013.).

Tablica 10. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu suncokreta po županijama

| | OBŽ | | VSŽ | | BPŽ | | Ukupno | |
|---------------|--------------|-----------------|------------|---------------|----------|--------------|--------------|-----------------|
| | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> |
| 2003. | 255 | 783,18 | - | - | - | - | 255 | 783,18 |
| 2004. | 276 | 1 094,86 | 46 | 188,04 | - | - | 322 | 1 282,90 |
| 2005. | 231 | 888,19 | 20 | 93,42 | - | - | 251 | 981,61 |
| 2006. | 175 | 790,91 | 13 | 45,52 | - | - | 188 | 836,43 |
| 2007. | 150 | 622,63 | - | - | - | - | 150 | 622,63 |
| 2008. | 28 | 117,10 | - | - | - | - | 28 | 117,10 |
| 2009. | - | - | 6 | 23,18 | - | - | 6 | 23,18 |
| 2010. | 62 | 258,33 | - | - | - | - | 62 | 258,33 |
| 2011. | 167 | 691,02 | 45 | 225,00 | - | - | 212 | 916,02 |
| 2012. | 174 | 626,62 | 6 | 12,27 | - | - | 180 | 638,89 |
| 2013. | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2014. | 264 | 945,95 | - | - | - | - | 264 | 945,95 |
| 2015. | 315 | 1 100,38 | - | - | 7 | 24,08 | 322 | 1 124,46 |
| 2016. | 38 | 183,79 | - | - | - | - | 38 | 183,79 |
| Ukupno | 2 135 | 8 102,94 | 136 | 587,43 | 7 | 24,08 | 2 278 | 8 714,46 |

Najviše uzoraka uzeto je 2015. godine kada je na 1 100,38 ha prikupljeno 315 uzoraka, a 2008. godine zabilježen je najmanji broj (28 uzoraka uzeto na 117,10 ha).

Najmanje uzoraka je u Brodsko-posavskoj županiji. Uzorkovanje se vršilo samo u 2015. godini kada je 7 uzoraka uzeto na 24,08 ha proizvodnih površina (Tablica 10).

U Vukovarsko-srijemskoj županiji interes za suncokret je također bio slab. U 6 godina uzorkovanja analizirano je 136 uzoraka tla na 587,43 ha površina.

Tijekom 2013. godine nije se uzorkovalo za suncokret ni u jednoj županiji. Distribucija uzoraka u pojedinim godinama je od 6 uzoraka tla (2009.) uzetih na površini od 23,18 ha do 322 uzorka, koji su 2004. ekvivalent površini od 1 282,90 ha, a u 2015. površini od 1 124,46 ha (Tablica 10).

3.2.1.6. Uljana repica

Za planiranu sjetvu uljane repice analizirano je u svim županijama ukupno 5 308,65 ha. Na tim površinama uzeto je 1 290 uzoraka.

Više od 90 % uzoraka je s područja Osječko-baranjske županije jer je na 4 917,80 ha (Tablica 11) uzeto 1 174 uzoraka. Uzorkovanja nije bilo u 2009. i 2013. godini. Najviše je uzoraka bilo u 2014. godini (231 uzorak na 934,75 ha), a najmanje u posljednjoj, 2016. godini (17 uzoraka na 72,61 ha).

Tablica 11. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu uljane repice po županijama

| | OBŽ | | VSŽ | | BPŽ | | VPŽ | | PSŽ | | Ukupno | |
|---------------|--------------|-----------------|-----------|---------------|----------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|--------------|-----------------|
| | n | ha | n | ha | n | ha | n | ha | n | ha | n | ha |
| 2003. | 53 | 171,56 | - | - | - | - | - | - | - | - | 53 | 171,56 |
| 2004. | 23 | 77,02 | 27 | 98,05 | - | - | - | - | - | - | 50 | 175,07 |
| 2005. | 42 | 142,96 | - | - | 2 | 6,00 | - | - | - | - | 44 | 148,96 |
| 2006. | 69 | 300,95 | 33 | 78,44 | - | - | - | - | - | - | 102 | 379,39 |
| 2007. | 41 | 180,81 | - | - | - | - | - | - | - | - | 41 | 180,81 |
| 2008. | 37 | 144,11 | - | - | - | - | - | - | - | - | 37 | 144,11 |
| 2009. | - | - | 12 | 34,57 | - | - | - | - | - | - | 12 | 34,57 |
| 2010. | 107 | 527,28 | - | - | - | - | - | - | - | - | 107 | 527,28 |
| 2011. | 219 | 1 028,92 | 3 | 11,18 | - | - | - | - | - | - | 222 | 1 040,10 |
| 2012. | 151 | 635,66 | 5 | 14,99 | 3 | 13,66 | 11 | 50,31 | 17 | 72,94 | 187 | 787,56 |
| 2013. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2014. | 231 | 934,75 | - | - | - | - | - | - | - | - | 231 | 934,75 |
| 2015. | 184 | 701,17 | - | - | 3 | 10,72 | - | - | - | - | 187 | 711,89 |
| 2016. | 17 | 72,61 | - | - | - | - | - | - | - | - | 17 | 72,61 |
| Ukupno | 1 174 | 4 917,80 | 80 | 237,23 | 8 | 30,38 | 11 | 50,31 | 17 | 72,94 | 1 290 | 5 308,65 |

Najmanje uzoraka bilo je u Brodsko-posavskoj županiji. U tri godine na površini od 30,38 ha uzeto je 80 uzoraka. U Virovitičko-podravskoj na 50,31 ha analizirano je 11 uzoraka

koji su prikupljeni u 2012. godini (Tablica 11). U Vukovarsko-srijemskoj županiji tijekom 5 godina analizirano je 80 uzoraka s 237,23 ha.

Najviše uzoraka bilo je u 2014. godini kada je u svim županijama uzet 231 uzorak na 934,75 ha proizvodnih površina. U 2013. godini nije bilo uzoraka tla za analizu.

3.2.1.7. Ječam

Za ječam je ukupno analizirano 4 583,33 ha u 3 županije te uzeto 1 143 uzorka. U Virovitičko-podravskoj i Požeško-slavonskoj nije bilo uzorkovanja (Tablica 12), a 2009. godine ni u ostalim županijama.

Najveći broj uzoraka tla za ječam je u Osječko-baranjskoj županiji, gdje je 1 059 uzoraka uzeto s 4 264,11 ha, dok je najmanji u Brodsko-posavskoj županiji (13 uzoraka s 24,08 ha).

Tablica 12. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu ječma po županijama

| | OBŽ | | VSŽ | | BPŽ | | Ukupno | |
|---------------|--------------|-----------------|-----------|---------------|-----------|--------------|--------------|-----------------|
| | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> |
| 2003. | 60 | 112,01 | - | - | - | - | 60 | 112,01 |
| 2004. | 57 | 192,76 | 44 | 148,67 | - | - | 101 | 341,43 |
| 2005. | 45 | 155,12 | - | - | 5 | 11,25 | 50 | 166,37 |
| 2006. | 107 | 438,61 | - | - | - | - | 107 | 438,61 |
| 2007. | 42 | 135,16 | 3 | 7,10 | - | - | 45 | 142,26 |
| 2008. | 72 | 344,42 | - | - | - | - | 72 | 344,42 |
| 2009. | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2010. | 181 | 874,50 | - | - | - | - | 181 | 874,50 |
| 2011. | 167 | 815,13 | 24 | 120,00 | - | - | 191 | 935,13 |
| 2012. | 15 | 48,38 | - | - | 4 | 17,21 | 19 | 65,59 |
| 2013. | 18 | 144,16 | - | - | - | - | 18 | 144,16 |
| 2014. | 127 | 447,36 | - | - | - | - | 127 | 447,36 |
| 2015. | 138 | 414,58 | - | - | 4 | 14,99 | 142 | 429,57 |
| 2016. | 30 | 141,91 | - | - | - | - | 30 | 141,91 |
| Ukupno | 1 059 | 4 264,11 | 71 | 275,77 | 13 | 24,08 | 1 143 | 4 583,33 |

Intenzitet uzorkovanja (Tablica 12) u pojedinim godinama je od 18 uzoraka tla (2013.) uzetih na 144,16 ha do 191 uzorka (2011.) na 935,13 ha.

3.2.1.8. Povrće

Za povrće nije uzorkovano u Požeško-slavonskoj županiji. Kemijske analize odrađene su za 969 uzoraka uzetih na 2 638,53 ha proizvodnih površina (Tablica 13). Kao i kod prethodnih rezultata, tako je i za povrće najveći broj uzoraka tla uzet u Osječko-baranjskoj županiji (692 uzoraka tla) na 1 835,10 ha. Najmanje uzoraka je u Virovitičko-podravskoj županiji, 25 uzoraka na 99,73 ha prikupljenih tijekom 2011., 2015. i 2016. godine.

U Brodsko-posavskoj županiji tijekom 6 godina (Tablica 13) uzorkovanjem je sa 124,39 ha prikupljeno 94 uzoraka.

Dinamika uzorkovanja prikazana u Tablici 13 pokazuje najmanji broj uzoraka u 2013. godini, kada su 3 uzorka uzeta s 8 ha. Najviše analiziranih proizvodnih površina (453,62 ha) bilo je 2016. godine, a najviše uzoraka 2006. godine (142).

Tablica 13. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu povrća po županijama

| | OBŽ | | VSŽ | | BPŽ | | VPŽ | | Ukupno | |
|---------------|------------|-----------------|------------|---------------|-----------|---------------|-----------|--------------|------------|-----------------|
| | n | ha | n | ha | n | ha | n | ha | n | ha |
| 2003. | 6 | 6,41 | - | - | - | - | - | - | 6 | 6,41 |
| 2004. | 2 | 3,85 | 9 | 23,82 | - | - | - | - | 11 | 27,67 |
| 2005. | 70 | 167,05 | 44 | 181,53 | 5 | 7,46 | - | - | 119 | 356,04 |
| 2006. | 121 | 228,65 | 19 | 55,29 | 2 | 2,53 | - | - | 142 | 286,47 |
| 2007. | 76 | 162,76 | 10 | 9,82 | 20 | 23,24 | - | - | 106 | 195,83 |
| 2008. | 41 | 99,39 | 4 | 1,90 | 32 | 37,75 | - | - | 77 | 139,04 |
| 2009. | - | - | 3 | 5,02 | 11 | 29,74 | - | - | 14 | 34,76 |
| 2010. | 57 | 101,93 | 63 | 285,00 | - | - | - | - | 120 | 386,93 |
| 2011. | 18 | 42,07 | 3 | 15,00 | - | - | 11 | 31,98 | 32 | 89,05 |
| 2012. | 37 | 51,63 | 3 | 1,93 | - | - | - | - | 40 | 53,56 |
| 2013. | 3 | 8,00 | - | - | - | - | - | - | 3 | 8,00 |
| 2014. | 64 | 183,65 | - | - | - | - | - | - | 64 | 183,65 |
| 2015. | 103 | 339,08 | - | - | 24 | 23,67 | 12 | 54,75 | 139 | 417,50 |
| 2016. | 94 | 440,62 | - | - | - | - | 2 | 13,00 | 96 | 453,62 |
| Ukupno | 692 | 1 835,10 | 158 | 579,31 | 94 | 124,39 | 25 | 99,73 | 969 | 2 638,53 |

3.2.1.9. Ostalo

Jednogodišnje kulture koje su u ukupnoj masi zastupljene s udjelom < 5 % svrstane su u kategoriju ostalo. U Tablici 14. podaci pokazuju da je uzorkovanjem za ovu kategoriju

skupljeno na području 4 županije (izuzetak je Požeško-slavonska županija) 266 uzoraka na 907,42 poljoprivrednih površina.

Najviše je uzoraka u Osječko-baranjskoj županiji. Na 850,03 ha uzeto je 247 uzoraka tla.

Najmanji broj uzoraka je u Požeško-slavonskoj županiji (5 uzoraka tla s 25 ha).

Tijekom 2009. i 2013. godine nije uzet niti jedan uzorak u županijama, a najviše uzoraka je prikupljeno 2015. godine. Tada je uzorkovanje izvršeno na 213,25 ha i uzeto 57 uzoraka tla (Tablica 14).

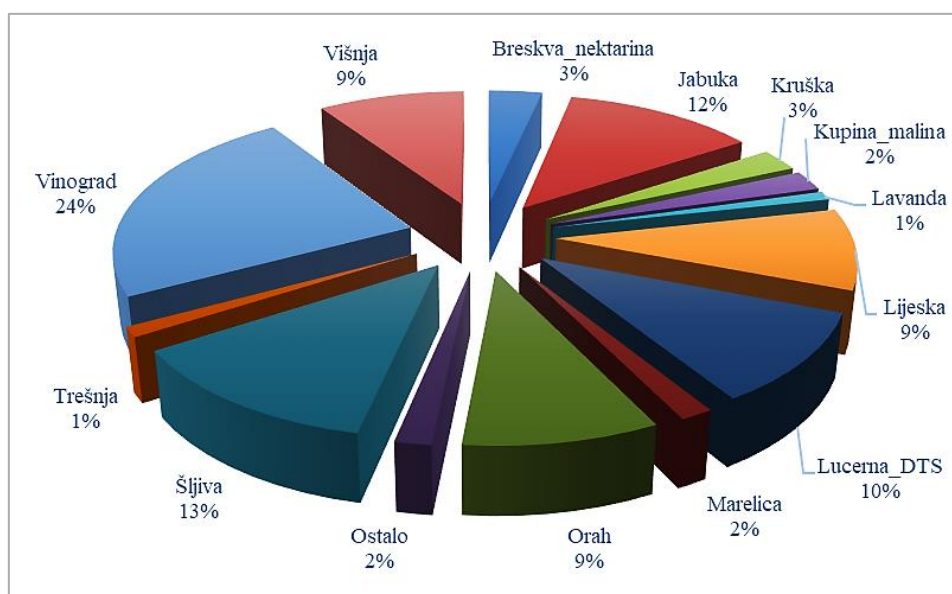
Tablica 14. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu ostalih jednogodišnjih kultura po županijama

| | OBŽ | | VSŽ | | BPŽ | | PSŽ | | Ukupno | |
|---------------|------------|---------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|------------|---------------|
| | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> |
| 2003. | 16 | 66,08 | - | - | - | - | - | - | 16 | 66,08 |
| 2004. | 23 | 81,81 | 3 | 13,05 | - | - | - | - | 26 | 94,86 |
| 2005. | 16 | 42,74 | 1 | 5,00 | 2 | 6,73 | - | - | 19 | 54,47 |
| 2006. | 5 | 5,62 | 2 | 3,31 | - | - | - | - | 7 | 8,93 |
| 2007. | 31 | 76,28 | - | - | - | - | 5 | 25,00 | 36 | 101,28 |
| 2008. | 3 | 3,54 | - | - | - | - | - | - | 3 | 3,54 |
| 2009. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2010. | 3 | 8,00 | - | - | - | - | - | - | 3 | 8,00 |
| 2011. | 28 | 115,09 | - | - | - | - | - | - | 28 | 115,09 |
| 2012. | 25 | 109,65 | 1 | 0,38 | 3 | 2,52 | - | - | 29 | 112,55 |
| 2013. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2014. | 37 | 118,63 | - | - | - | - | - | - | 37 | 118,63 |
| 2015. | 55 | 211,85 | - | - | 2 | 1,40 | - | - | 57 | 213,25 |
| 2016. | 5 | 10,75 | - | - | - | - | - | - | 5 | 10,75 |
| Ukupno | 247 | 850,03 | 7 | 21,74 | 7 | 10,65 | 5 | 25,00 | 266 | 907,42 |

3.2.2. Višegodišnje kulture

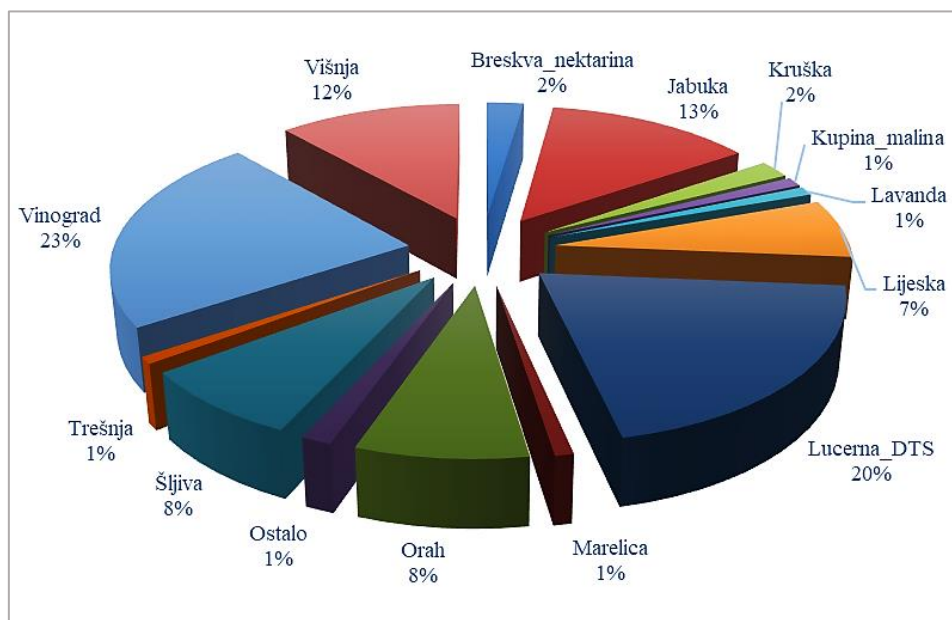
Analiza udjela pojedinih višegodišnjih kultura u ukupnoj masi uzoraka tijekom 14 godina uzorkovanja u sklopu kontrole plodnosti prikazana je na Grafikonu 8. Od ukupnog broja analiziranih uzoraka najzastupljenija kultura je vinova loza te čini 24 %, sljedeća po zastupljenosti je šljiva s 13 %, te jabuka s 12 %.

S udjelom < 5 % u kemijskim analizama su sljedeće kategorije: breskva i nektarina (3 %), kruška (3 %), marelica (2 %), kupina i malina (2 %), ostalo (2 %) i lavanda sa svega 1 %.



Grafikon 8. Zastupljenost višegodišnjih kultura prema broju uzoraka tla

Najviše poljoprivrednih površina obuhvaćenih ovim analizama su (Grafikon 9): vinogradi na 23 %, lucerna i djetelinsko travne smjese (20 %), te jabuka (13 %). Najmanje površine zauzimaju trešnje (1 %).



Grafikon 9. Udio poljoprivrednih površina (ha) analiziranih za pojedine višegodišnje kulture

3.2.2.1. Vinova loza

Uzorci za analizu tla u vinogradima, sadašnjim ili budućim, prikupljeni su na području 4 županije. Jedino Požeško-slavonska županija nije imala niti jedan uzorak (Tablica 15).

Ukupno je analizirano 4 045,72 ha vinograda na kojima je u 14 godina projekata uzeto 3 934 uzoraka tla. U prvoj godini uzorkovanja, 2003., uzeta su samo 2 uzorka na 0,15 ha. Najviše uzoraka bilo je u 2008. godini kada je na 530,3 ha uzorkovanjem prikupljeno 684 prosječnih uzoraka. Najveće površine vinograda analizirane su 2015. godine (819,95 ha).

U Osječko-baranjskoj županiji uzorkovanjem je obuhvaćeno 70 % površina. Na 2 820,53 ha prikupljeno je 2 058 uzoraka. Najveći broj uzoraka (370) uzeto je u 2011. godini na površini od 739,22 ha vinograda (Tablica 15). Najmanje je uzorkovano u 2003. godini, kao što je već navedeno.

Tablica 15. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu vinove loze po županijama

| | OBŽ | | VSŽ | | BPŽ | | VPŽ | | Ukupno | |
|---------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|------------|--------------|------------|--------------|--------------|-----------------|
| | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> |
| 2003. | 2 | 0,15 | - | - | - | - | - | - | 2 | 0,15 |
| 2004. | 278 | 227,72 | 138 | 98,45 | - | - | - | - | 416 | 326,17 |
| 2005. | 254 | 247,25 | 274 | 151,38 | 18 | 8,96 | - | - | 546 | 407,59 |
| 2006. | 196 | 219,10 | 346 | 227,43 | 24 | 38,40 | 16 | 9,03 | 582 | 493,96 |
| 2007. | 164 | 160,81 | 164 | 113,44 | 12 | 3,41 | 46 | 20,77 | 386 | 298,43 |
| 2008. | 192 | 273,49 | 434 | 226,65 | 4 | 1,25 | 54 | 28,95 | 684 | 530,33 |
| 2009. | 50 | 37,15 | 180 | 95,04 | 28 | 19,12 | 16 | 1,72 | 274 | 153,03 |
| 2010. | 54 | 45,57 | 16 | 24,83 | - | - | - | - | 70 | 70,40 |
| 2011. | 370 | 739,22 | - | - | 10 | 5,92 | - | - | 380 | 745,14 |
| 2012. | 18 | 6,91 | 20 | 12,57 | 16 | 19,49 | - | - | 54 | 38,97 |
| 2013. | 20 | 48,00 | - | - | - | - | - | - | 20 | 48,00 |
| 2014. | 96 | 94,48 | - | - | - | - | - | - | 96 | 94,48 |
| 2015. | 354 | 701,61 | 58 | 116,89 | 2 | 1,45 | - | - | 414 | 819,95 |
| 2016. | 10 | 19,14 | - | - | - | - | - | - | 10 | 19,14 |
| Ukupno | 2 058 | 2 820,58 | 1 630 | 1 066,68 | 114 | 98,00 | 132 | 60,46 | 3 934 | 4 045,72 |

U Vukovarsko-srijemskoj županiji tijekom 9 godina analizirano je 1 630 uzoraka, koji su uzeti s 1 066,68 ha vinograda. Najslabiji interes proizvođača bio je u 2010. godini kada je uzeto samo 16 uzoraka (24,83 ha), a najviše u 2008. godini.

Brodsko-posavska županija ima samo 114 uzoraka uzetih na 98 ha što ukazuje na vinograde malih površina.

U Virovitičko-podravskoj županiji uzorkovalo se samo tijekom 4 godine (2006. – 2009.) i prikupljena su 132 uzorka sa 60,46 ha (Tablica 15).

3.2.2.2. Šljiva

Uzorkovanje proizvodnih površina za gnojidbu šljive (voćnjaka) nije se obavljalo u Požeško-slavonskoj županiji. U preostale 4 županije tijekom 2013. i 2016. nije bilo uzoraka. Stoga je u tablici 16 vidljivo da je tijekom 12 godina trajanja projekta prikupljeno 2 118 uzoraka tla. Površine koje su obuhvaćene analizama iznose 1 418,62 ha. Najviše uzoraka bilo je u 2006. godini. Tada je na 272,06 ha uzeto 442 uzorka. Najviše poljoprivrednih površina za šljivu analizirano je u 2005. godini (297,01 ha).

Tablica 16. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu šljive po županijama

| | OBŽ | | VSŽ | | BPŽ | | VPŽ | | Ukupno | |
|---------------|--------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|--------------|--------------|-----------------|
| | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> |
| 2003. | 40 | 42,18 | - | - | - | - | - | - | 40 | 42,18 |
| 2004. | 164 | 80,82 | 74 | 42,72 | - | - | - | - | 238 | 123,54 |
| 2005. | 218 | 190,04 | 86 | 52,59 | 92 | 54,38 | - | - | 396 | 297,01 |
| 2006. | 246 | 161,87 | 70 | 38,90 | 96 | 51,74 | 30 | 19,55 | 442 | 272,06 |
| 2007. | 220 | 157,97 | 60 | 28,56 | 52 | 19,01 | 40 | 16,88 | 372 | 222,42 |
| 2008. | 166 | 132,08 | 60 | 36,20 | 78 | 36,03 | 30 | 17,02 | 334 | 221,33 |
| 2009. | 80 | 76,32 | 56 | 52,87 | 48 | 23,11 | 16 | 7,34 | 200 | 159,65 |
| 2010. | 12 | 7,98 | 2 | 1,00 | - | - | - | - | 14 | 8,98 |
| 2011. | 30 | 19,94 | 2 | 2,39 | - | - | - | - | 32 | 22,33 |
| 2012. | 16 | 17,27 | - | - | - | - | - | - | 16 | 17,27 |
| 2013. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2014. | 16 | 15,48 | - | - | - | - | - | - | 16 | 15,48 |
| 2015. | 18 | 16,38 | - | - | - | - | - | - | 18 | 16,38 |
| 2016. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ukupno | 1 226 | 918,33 | 410 | 255,24 | 366 | 184,27 | 116 | 60,79 | 2 118 | 1 418,62 |

U Osječko-baranjskoj županiji nalazi se najviše analiziranih površina (918,33 ha), a uzeto je 1 226 uzoraka tla. Najveći interes za gnojidbu temeljem kemijske analize poljoprivrednici

su pokazali u 2006. godini pa je uzeto 246 uzoraka (Tablica 16). Najviše površina za šljivu analizirano je godinu ranije (190,04 ha).

U Vukovarsko-srijemskoj županiji projekt je trajao od 2003. godine, a za šljivu je uzorkovano od 2004. do 2011. godine. Uzeto je 410 uzoraka na 255,24 ha voćnjaka. Najbolji interes proizvođači su pokazali u 2005. godini kada je analizirano 86 uzoraka s 52,59 ha voćnjaka (Tablica 16).

U Brodsko-posavskoj županiji uzorkovalo se u razdoblju 2005. – 2009. godine i analizirano je 366 uzoraka sa 184,27 ha.

Najmanje uzoraka je s područja Virovitičko-podravске županije (116 uzoraka i 60,79 ha analiziranih površina).

3.2.2.3. Jabuka

U Tablici 17 prikazani su podaci za 4 županije pošto u Požeško-slavonskoj nije bilo uzorka za ovu kulturu.

Tablica 17. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu jabuke po županijama

| | OBŽ | | VSŽ | | BPŽ | | VPŽ | | Ukupno | |
|---------------|--------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|--------------|--------------|-----------------|
| | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> |
| 2003. | 98 | 76,67 | - | - | - | - | - | - | 98 | 76,67 |
| 2004. | 246 | 230,65 | 40 | 20,84 | - | - | - | - | 286 | 251,49 |
| 2005. | 186 | 177,51 | 56 | 81,20 | 42 | 38,38 | - | - | 284 | 297,09 |
| 2006. | 250 | 406,57 | 66 | 66,64 | 26 | 26,37 | 16 | 14,58 | 358 | 514,16 |
| 2007. | 122 | 159,79 | 22 | 29,41 | 20 | 13,43 | 28 | 27,97 | 192 | 230,59 |
| 2008. | 124 | 126,89 | 42 | 46,52 | 26 | 15,78 | 56 | 38,35 | 258 | 227,54 |
| 2009. | 68 | 59,75 | 56 | 86,84 | 22 | 16,05 | 40 | 17,44 | 186 | 180,08 |
| 2010. | 30 | 65,60 | 2 | 0,80 | - | - | - | - | 32 | 66,40 |
| 2011. | 84 | 92,01 | 6 | 12,00 | - | - | - | - | 90 | 104,01 |
| 2012. | 90 | 125,64 | 24 | 39,65 | 8 | 18,00 | - | - | 122 | 183,29 |
| 2013. | 6 | 15,00 | - | - | - | - | - | - | 6 | 15,00 |
| 2014. | 38 | 59,78 | - | - | - | - | - | - | 38 | 59,78 |
| 2015. | 102 | 125,64 | - | - | 4 | 3,53 | - | - | 106 | 129,17 |
| 2016. | 2 | 3,00 | - | - | - | - | - | - | 2 | 3,00 |
| Ukupno | 1 456 | 918,33 | 314 | 255,24 | 148 | 131,54 | 140 | 98,33 | 2 058 | 2 338,28 |

Analiza pokazuje kako je najveći broj uzoraka tla za jabuku uzet u Osječko-baranjskoj županiji (1456), dok je najmanji broj u Virovitičko-podravskoj županiji (140 uzoraka).

Dinamika uzorkovanja po godinama uzorkovanja kretala se od 2 uzorka tla (2016.) do 358 uzoraka u 2006. godini (Tablica 17).

Distribucija uzoraka tla za jabuku ukazuje da se površine s najvećim brojem analiziranih hektara nalaze u Osječko-baranjskoj županiji (1 724 ha), dok se najmanje analiziranih površina po broju hektara nalazi u Virovitičko-podravskoj županiji (98 ha). Raspon ukupno analiziranih hektara za jabuku kroz godine kretao se od 3 ha (2016.) do 514 ha (2006.) (Tablica 29).

3.2.2.4. Višnja

Ukupna površina uzorkovanog poljoprivrednog zemljišta za višnju u 4 županije (bez Požeško-slavonske županije) je 2 060,17 ha. U 2003. i 2013. godini nje bilo uzoraka, a najviše ih je uzeto u 2007. godini. Na 497,72 ha uzeto je 350 uzoraka. Najmanji broj uzoraka je 14 (u 2010. godini) na 22,78 ha voćnjaka (Tablica 18).

Tablica 18. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu višnje po županijama

| | OBŽ | | VSŽ | | BPŽ | | VPŽ | | Ukupno | |
|---------------|--------------|-----------------|------------|---------------|------------|---------------|-----------|--------------|--------------|-----------------|
| | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> |
| 2003. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2004. | 78 | 67,26 | 8 | 7,30 | - | - | - | - | 86 | 74,56 |
| 2005. | 196 | 326,55 | 30 | 29,95 | 40 | 24,06 | - | - | 266 | 380,56 |
| 2006. | 236 | 309,82 | 18 | 15,64 | 30 | 21,16 | 26 | 12,27 | 310 | 358,89 |
| 2007. | 254 | 412,89 | 68 | 63,17 | 22 | 14,39 | 6 | 7,26 | 350 | 497,72 |
| 2008. | 110 | 301,11 | 30 | 27,54 | 38 | 27,06 | 10 | 3,98 | 288 | 359,69 |
| 2009. | 52 | 72,80 | 14 | 14,47 | 10 | 5,22 | 6 | 4,51 | 82 | 97,00 |
| 2010. | 14 | 22,78 | - | - | - | - | - | - | 14 | 22,78 |
| 2011. | 46 | 56,31 | 2 | 0,85 | - | - | - | - | 48 | 57,16 |
| 2012. | 20 | 31,58 | - | - | - | - | - | - | 20 | 31,58 |
| 2013. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2014. | 50 | 90,33 | - | - | - | - | - | - | 50 | 90,33 |
| 2015. | 24 | 31,77 | - | - | 8 | 10,95 | - | - | 32 | 42,72 |
| 2016. | 22 | 47,19 | - | - | - | - | - | - | 22 | 47,19 |
| Ukupno | 1 202 | 1 770,39 | 170 | 158,92 | 148 | 102,84 | 48 | 28,02 | 1 568 | 2 060,17 |

Prema prikazanim podacima, najveći broj uzoraka tla za višnju bio je u Osječko-baranjskoj županiji (1 202 uzorka). Najmanji broj je u Virovitičko-podravskoj županiji, gdje je tijekom 4 godine uzeto 48 uzoraka (Tablica 18).

Od ukupne analizirane površine najveći broj hektara nalazi se u Osječko-baranjskoj županiji (1 770 ha), dok je najmanje analiziranih površina u Virovitičko-podravskoj županiji (28 ha).

3.2.2.5. Lijeska

Za gnojidbu lijeske analizirano je 1 194,29 ha poljoprivrednih površina. Dinamika uzorkovanja je od 2 uzorka u 2010. godini (Osječko-baranjska županija) do 312 uzoraka u 2007. godini (Tablica 19). Površine koje su obuhvaćene uzorkovanjem kreću se od 1,58 ha (2010. godina) do 217,18 ha (2007. godina).

Tablica 19. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu lijeske po županijama

| | OBŽ | | VSŽ | | BPŽ | | VPŽ | | Ukupno | |
|---------------|--------------|---------------|------------|---------------|------------|--------------|------------|---------------|--------------|-----------------|
| | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> |
| 2003. | 4 | 1,29 | - | - | - | - | - | - | 4 | 1,29 |
| 2004. | 88 | 55,15 | 8 | 5,76 | - | - | - | - | 96 | 60,91 |
| 2005. | 132 | 116,75 | 54 | 37,34 | 22 | 17,66 | - | - | 208 | 171,75 |
| 2006. | 170 | 132,32 | 58 | 35,58 | 48 | 30,48 | 20 | 16,92 | 296 | 215,30 |
| 2007. | 180 | 138,59 | 70 | 44,15 | 10 | 2,47 | 52 | 31,98 | 312 | 217,18 |
| 2008. | 116 | 90,85 | 18 | 11,60 | 26 | 12,72 | 54 | 53,40 | 214 | 168,58 |
| 2009. | 50 | 40,06 | 10 | 4,27 | 16 | 13,00 | 62 | 24,09 | 138 | 81,41 |
| 2010. | 2 | 1,58 | - | - | - | - | - | - | 2 | 1,58 |
| 2011. | 6 | 10,72 | - | - | - | - | - | - | 6 | 10,72 |
| 2012. | 10 | 7,24 | - | - | - | - | - | - | 10 | 7,24 |
| 2013. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2014. | 40 | 44,46 | - | - | - | - | - | - | 40 | 44,46 |
| 2015. | 142 | 123,13 | - | - | 12 | 5,96 | - | - | 154 | 129,09 |
| 2016. | 70 | 84,77 | - | - | - | - | - | - | 70 | 84,77 |
| Ukupno | 1 010 | 846,91 | 218 | 138,70 | 134 | 82,29 | 188 | 126,39 | 1 550 | 1 194,29 |

Prema podacima u Tablici 19 vidljivo je kako je najveći broj uzoraka tla za lijesku u Osječko-baranjskoj županiji (1 010 uzoraka), dok je najmanji broj u Brodsko-posavskoj županiji (134 uzorka tla).

Od ukupno analiziranih površina najveći udio je u Osječko-baranjskoj županiji (846 ha), a najmanji u Brodsko-posavskoj županiji (82 ha).

3.2.2.6. Orah

Ukupne analizirane proizvodne površine za orah obuhvaćaju 1414,10 ha u 4 županije, s izuzetkom Požeško-slavonske. Uzorkovanjem je prikupljeno 1 498 uzoraka (Tablica 20).

Tablica 20. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu oraha po županijama

| | OBŽ | | VSŽ | | BPŽ | | VPŽ | | Ukupno | |
|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|--------------|-----------------|
| | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> |
| 2003. | 2 | 1,11 | - | - | - | - | - | - | 2 | 1,11 |
| 2004. | 56 | 27,72 | 8 | 5,12 | - | - | - | - | 64 | 32,84 |
| 2005. | 70 | 87,78 | 6 | 4,50 | 26 | 18,03 | - | - | 102 | 110,31 |
| 2006. | 212 | 234,88 | 76 | 52,97 | 96 | 124,16 | 38 | 20,87 | 422 | 432,88 |
| 2007. | 196 | 199,73 | 54 | 32,26 | 28 | 12,64 | 102 | 94,40 | 380 | 339,03 |
| 2008. | 112 | 94,43 | 14 | 13,71 | 50 | 23,81 | 60 | 55,42 | 236 | 187,38 |
| 2009. | 40 | 27,75 | 8 | 3,82 | 22 | 15,93 | 40 | 29,39 | 110 | 76,88 |
| 2010. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2011. | 44 | 73,74 | - | - | - | - | - | - | 44 | 73,74 |
| 2012. | 4 | 1,49 | - | - | - | - | 2 | 2,14 | 4 | 3,63 |
| 2013. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2014. | 24 | 21,75 | - | - | - | - | - | - | 24 | 21,75 |
| 2015. | 62 | 57,39 | - | - | - | - | - | - | 62 | 57,39 |
| 2016. | 44 | 77,16 | - | - | - | - | - | - | 44 | 77,16 |
| Ukupno | 866 | 904,94 | 166 | 112,38 | 222 | 194,56 | 244 | 202,22 | 1 498 | 1 414,10 |

Tijekom 2010. i 2013. nije bilo uzoraka, a dinamika u preostalim godinama je bila od 2 uzorka (1,11 ha) u 2003. godini do 422 uzorka (432,88 ha) u 2006. godini.

U Tablici 20 vidljiv je najveći broj uzoraka tla za gnojidbu oraha u Osječko-baranjskoj županiji (866 uzoraka), a najmanji u Vukovarsko-srijemskoj županiji (166 uzoraka).

Najveći udio analiziranih poljoprivrednih površina je u Osječko-baranjskoj županiji (904 ha) gdje je interes za analizom bio iskazan tijekom 12 godina. Najmanje je analizirano zemljišta za gnojidbu oraħa u Vukovarsko-srijemskoj županiji (112,38 ha) tijekom 6 godina.

3.2.2.7. Breskva i nektarina

Za gnojidbu breskve i nektarine analizirana su 572 uzorka tla. Uzorkovanje je izvršeno u 4 županije tijekom 11 godina na 417,59 ha proizvodnih poljoprivrednih površina (Tablica 21). Najviše uzoraka tla za breskvu i nektarinu bilo je u Osječko-baranjskoj županiji (384 uzorka tla), kao i poljoprivrednih površina (316,05 ha).

Tablica 21. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu breskve i nektarine po županijama

| | OBŽ | | VSŽ | | BPŽ | | VPŽ | | Ukupno | |
|---------------|------------|---------------|------------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|------------|---------------|
| | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> |
| 2003. | 6 | 3,27 | - | - | - | - | - | - | 6 | 3,27 |
| 2004. | 38 | 14,31 | 26 | 12,71 | - | - | - | - | 64 | 27,02 |
| 2005. | 90 | 99,45 | 26 | 20,61 | 8 | 4,74 | - | - | 124 | 124,80 |
| 2006. | 94 | 65,58 | 24 | 9,24 | 4 | 2,31 | 6 | 3,93 | 128 | 81,06 |
| 2007. | 52 | 39,45 | 6 | 4,00 | 6 | 0,58 | 14 | 8,17 | 78 | 52,20 |
| 2008. | 50 | 36,00 | 16 | 5,05 | - | - | 12 | 5,57 | 78 | 46,62 |
| 2009. | 30 | 42,51 | 6 | 2,75 | 2 | 1,08 | 28 | 15,75 | 66 | 62,09 |
| 2010. | 4 | 1,49 | - | - | - | - | - | - | 4 | 1,49 |
| 2011. | 14 | 13,24 | 2 | 0,60 | - | - | - | - | 16 | 13,84 |
| 2012. | 2 | 0,45 | - | - | - | - | - | - | 2 | 0,45 |
| 2013. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2014. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2015. | 4 | 0,30 | - | - | 2 | 4,44 | - | - | 6 | 4,74 |
| 2016. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ukupno | 384 | 316,05 | 106 | 54,97 | 22 | 13,15 | 60 | 33,42 | 572 | 417,59 |

Najmanje uzoraka bilo je u Brodsko-posavskoj županiji (22 uzorka), kao i površina voćnjaka (13,15 ha).

Ako se promatra dinamika uzokovanja tijekom godina, u Tablici 21 vidljivo je da je najmanje uzoraka bilo u 2012. godini (2 uzorka), a najviše u 2006. godini (128 uzoraka). Najviše je površina obuhvaćeno kemijskom analizom 2005. godine (124,80 ha).

3.2.2.8. Kruška

Za gnojidbu kruške analizirano je 360,29 ha u 4 županije (bez Požeško-slavonske). Najveće površine analizirane su 2007. godine (85,88 ha), najmanje u 2003. godini (2,60 ha). Uzorkovanjem su prikupljena ukupno 432 uzorka. Najviše uzoraka je bilo 2007. godine (98), a najmanje (4) u 2003. godini (Tablica 22).

Najveći broj uzoraka bio je u Osječko-baranjskoj županiji (298), dok je najmanji broj u Virovitičko-podravskoj županiji (16 uzoraka). Distribucija uzoraka po godinama uzorkovanja kretala se od 4 uzorka (2003.) do 98 uzoraka (2007.) (Tablica 22).

Najviše površina analizirano je u Osječko-baranjskoj županiji (285,20 ha), a najmanje u Virovitičko-podravskoj županiji (9,36 ha). Raspon ukupno analiziranih hektara za krušku kroz godine kreće od 2,60 ha (2003.) do 85,88 ha (2007.) (Tablica 22).

Tablica 22. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu kruške po županijama

| | OBŽ | | VSŽ | | BPŽ | | VPŽ | | Ukupno | |
|---------------|------------|---------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|-------------|------------|---------------|
| | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> |
| 2003. | 4 | 2,60 | - | - | - | - | - | - | 4 | 2,60 |
| 2004. | 20 | 11,69 | 6 | 3,51 | - | - | - | - | 26 | 15,20 |
| 2005. | 54 | 49,76 | 4 | 1,50 | 12 | 4,73 | - | - | 70 | 55,99 |
| 2006. | 38 | 23,80 | 30 | 15,94 | 4 | 3,59 | - | - | 72 | 43,33 |
| 2007. | 56 | 66,72 | 16 | 6,07 | 18 | 9,22 | 8 | 3,87 | 98 | 85,88 |
| 2008. | 42 | 38,60 | 4 | 1,23 | 2 | 0,72 | 4 | 3,61 | 52 | 44,15 |
| 2009. | 28 | 38,49 | 2 | 0,73 | 6 | 2,37 | 4 | 1,88 | 40 | 43,48 |
| 2010. | 12 | 17,14 | - | - | - | - | - | - | 12 | 17,14 |
| 2011. | 14 | 7,15 | - | - | - | - | - | - | 14 | 7,15 |
| 2012. | 14 | 17,89 | 2 | 1,81 | - | - | - | - | 16 | 19,70 |
| 2013. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2014. | 6 | 4,94 | - | - | - | - | - | - | 6 | 4,94 |
| 2015. | 10 | 6,41 | - | - | 12 | 14,32 | - | - | 22 | 20,73 |
| 2016. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ukupno | 298 | 285,20 | 64 | 30,78 | 54 | 34,95 | 16 | 9,36 | 432 | 360,29 |

3.2.2.9. Kupina i malina

Za kupinu i malinu analizirano je u 4 županije (bez Požeško-slavonske) 188,42 ha poljoprivrednog zemljišta (Tablica 23) u rasponu od 0,80 ha (2014. godine) do 47,22 ha (2005. godine). Na tim površinama uzorkovanjem je prikupljeno 380 uzoraka tla. Najviše uzoraka bilo je u 2006. godini (94), a najmanje u 2010. i 2014. godini (po 2 uzorka).

Najveći broj uzoraka tla za kupinu i malinu bio je u Osječko-baranjskoj županiji (240 uzoraka tla), dok je najmanji broj uzoraka bio u Vukovarsko-srijemskoj županiji (24 uzorka).

Zatim, od ukupno analiziranih površina najviše hektara nalazi se u Osječko-baranjskoj županiji (126,27 ha), dok se najmanje hektara nalazi u Virovitičko-podravskoj županiji (10,56 ha) (Tablica 23).

Tablica 23. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu kupine i maline po županijama

| | OBŽ | | VSŽ | | BPŽ | | VPŽ | | Ukupno | |
|---------------|------------|---------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|------------|---------------|
| | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> |
| 2003. | 24 | 10,83 | - | - | - | - | - | - | 24 | 10,83 |
| 2004. | 32 | 13,17 | - | - | - | - | - | - | 32 | 13,17 |
| 2005. | 74 | 45,72 | 2 | 1,00 | 2 | 0,50 | - | - | 78 | 47,22 |
| 2006. | 40 | 21,36 | 12 | 4,68 | 28 | 10,04 | 14 | 3,30 | 94 | 39,38 |
| 2007. | 32 | 13,06 | 4 | 2,83 | 2 | 0,60 | 8 | 4,18 | 46 | 20,67 |
| 2008. | 20 | 14,11 | 2 | 0,60 | 42 | 25,53 | 8 | 1,90 | 72 | 42,14 |
| 2009. | - | - | 4 | 1,62 | - | - | 4 | 1,17 | 8 | 2,79 |
| 2010. | 2 | 1,57 | - | - | - | - | - | - | 2 | 1,57 |
| 2011. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2012. | 8 | 3,12 | - | - | - | - | - | - | 8 | 3,12 |
| 2013. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2014. | 2 | 0,80 | - | - | - | - | - | - | 2 | 0,80 |
| 2015. | 6 | 2,54 | - | - | 8 | 4,18 | - | - | 14 | 6,72 |
| 2016. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ukupno | 240 | 126,27 | 24 | 10,73 | 82 | 40,86 | 34 | 10,56 | 380 | 188,42 |

3.2.2.10. Marelica

Za marelicu je analizirano 155,05 ha na području 4 slavonske županije (bez Požeško-slavonske). Tijekom projekta prikupljeno je 256 uzoraka tla različitom dinamikom. Najviše ih je bilo u 2006. godini (74 uzorka), a najmanje u 2012. godini (2 uzorka). Raspon analiziranih površina u pojedinim godinama je od 1,28 ha u 2003. godini do 37,73 ha u 2006. godini (Tablica 24).

Prema podacima prikazanim u Tablici 24 vidljiv je najveći broj uzoraka tla u Osječko-baranjskoj županiji (198 uzoraka), dok je najmanji broj u Virovitičko-podravskoj županiji (4 uzorka).

Istovjetno, od ukupne analizirane površine najveći udio je u Osječko-baranjskoj županiji (122,89 ha), dok se najmanje analiziranih poljoprivrednih površina nalazi u Virovitičko-podravskoj županiji (0,88 ha).

Tablica 24. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu marelice po županijama

| | OBŽ | | VSŽ | | BPŽ | | VPŽ | | Ukupno | |
|---------------|------------|---------------|-----------|--------------|-----------|-------------|----------|-------------|------------|---------------|
| | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> |
| 2003. | 4 | 2,00 | - | - | - | - | - | - | 4 | 2,00 |
| 2004. | 10 | 4,31 | 4 | 3,27 | - | - | - | - | 14 | 7,58 |
| 2005. | 32 | 25,50 | 8 | 1,00 | 8 | 2,81 | - | - | 48 | 29,31 |
| 2006. | 62 | 32,40 | 10 | 4,33 | 2 | 1,00 | - | - | 74 | 37,73 |
| 2007. | 32 | 25,37 | 4 | 2,36 | - | - | - | - | 36 | 27,74 |
| 2008. | 18 | 13,04 | 4 | 5,16 | 4 | 1,52 | - | - | 26 | 19,72 |
| 2009. | 22 | 7,18 | 6 | 7,47 | - | - | 4 | 0,88 | 32 | 15,53 |
| 2010. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2011. | 4 | 4,19 | 2 | 1,09 | - | - | - | - | 6 | 5,29 |
| 2012. | - | - | 2 | 1,28 | - | - | - | - | 2 | 1,28 |
| 2013. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2014. | 8 | 5,27 | - | - | - | - | - | - | 8 | 5,27 |
| 2015. | 6 | 3,62 | - | - | - | - | - | - | 6 | 3,62 |
| 2016. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ukupno | 198 | 122,89 | 40 | 25,96 | 14 | 5,33 | 4 | 0,88 | 256 | 155,05 |

3.2.2.11. Trešnja

Za trešnju je analizirano 143,37 proizvodnih površina i prikupljeno 192 uzorka tla na područjima 4 županije, bez učešća Požeško-slavonske županije. Dinamika uzorkovanja u pojedinim godinama bila je u rasponu od 2 uzorka (2014., 2016.) do 42 uzoraka (2008.) (Tablica 25).

Tijekom 2003., 2010. i 2013. godine nije bilo uzorkovanja niti u jednoj županiji.

Osječko-baranjska županija imala je najveći broj uzoraka tla za trešnju (126 uzoraka tla), dok je najmanji broj u Vukovarsko-srijemskoj županiji, gdje je tijekom 4 godine (2006. – 2009.) bilo 16 uzoraka tla na ukupno 6,50 ha poljoprivrednog zemljišta (Tablica 25).

Najveći udio analiziranih površina bio je u Osječko-baranjskoj županiji (81,53 ha), dok ih je najmanje analizirano u Virovitičko-podravskoj županiji (4,47 ha) u kojoj je uzorkovanje za trešnju vršeno tijekom 3 godine (2006., 2008. i 2009.).

Raspon ukupno analiziranih hektara za trešnju kroz godine kretao se od 1,20 ha (2016.) do 55,73 ha (2006.) (Tablica 25).

Tablica 25. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu trešnje po županijama

| | OBŽ | | VSŽ | | BPŽ | | VPŽ | | Ukupno | |
|---------------|------------|--------------|-----------|-------------|-----------|--------------|-----------|-------------|------------|---------------|
| | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> |
| 2003. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2004. | 10 | 3,95 | - | - | - | - | - | - | 10 | 3,95 |
| 2005. | 14 | 11,04 | - | - | 2 | 0,33 | - | - | 16 | 11,37 |
| 2006. | 6 | 6,42 | 6 | 1,00 | 24 | 48,04 | 2 | 0,27 | 38 | 55,73 |
| 2007. | 20 | 8,53 | 4 | 2,11 | - | - | - | - | 24 | 10,64 |
| 2008. | 30 | 14,37 | 2 | 0,90 | 2 | 0,94 | 8 | 3,12 | 42 | 19,33 |
| 2009. | 14 | 13,65 | 4 | 2,49 | 4 | 1,56 | 8 | 1,08 | 30 | 18,78 |
| 2010. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2011. | 10 | 8,61 | - | - | - | - | - | - | 10 | 8,61 |
| 2012. | 6 | 5,38 | - | - | - | - | - | - | 6 | 5,38 |
| 2013. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2014. | 2 | 2,87 | - | - | - | - | - | - | 2 | 2,87 |
| 2015. | 12 | 5,51 | - | - | - | - | - | - | 12 | 5,51 |
| 2016. | 2 | 1,20 | - | - | - | - | - | - | 2 | 1,20 |
| Ukupno | 126 | 81,53 | 16 | 6,50 | 32 | 50,87 | 18 | 4,47 | 192 | 143,37 |

3.2.2.12. Ostalo

Kemijske analize za gnojidbu ostalih, manje zastupljenih biljnih vrsta u kategoriji višegodišnjih nasada, obavljene su na 251,13 ha poljoprivrednog zemljišta u 4 županije, bez Požeško-slavonske (Tablica 26). Najmanje površina analizirano je 2003. godine (0,35 ha), a najviše u 2005. godini (91,26 ha). Prikupljeno je ukupno 280 uzoraka tla. Raspon broja uzoraka u pojedinim godinama kretao se od 2 uzorka (2003., 2004. i 2010. godine) do 72 uzorka (2006. godine) (Tablica 26).

Prema prikazanim podacima vidljivo je da je najveći broj uzoraka tla za ostale biljne vrste, također uzorkovan u Osječko-baranjskoj županiji (182 uzorka tla). Dok je najmanji broj uzoraka u Virovitičko-podravskoj županiji (16 uzoraka). Zatim, od ukupno analiziranih površina najveći udio je u Osječko-baranjskoj županiji (149 ha), dok se najmanje analiziranih površina nalazi u Virovitičko-podravskoj županiji (11 ha).

Tablica 26. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu ostalih višegodišnjih kultura po županijama

| | OBŽ | | VSŽ | | BPŽ | | VPŽ | | Ukupno | |
|---------------|------------|---------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|-------------|------------|---------------|
| | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> |
| 2003. | 2 | 0,35 | - | - | - | - | - | - | 2 | 0,35 |
| 2004. | - | - | 2 | 0,65 | - | - | - | - | 2 | 0,65 |
| 2005. | 26 | 30,76 | 4 | 5,50 | 22 | 55,00 | - | - | 52 | 91,26 |
| 2006. | 40 | 24,39 | 28 | 14,15 | - | - | 4 | 5,53 | 72 | 44,07 |
| 2007. | 18 | 8,19 | 12 | 6,36 | - | - | 6 | 1,66 | 36 | 16,21 |
| 2008. | 16 | 14,50 | 2 | 1,26 | - | - | 2 | 2,82 | 20 | 18,58 |
| 2009. | 8 | 20,00 | 6 | 2,42 | - | - | 4 | 1,38 | 18 | 23,80 |
| 2010. | 2 | 1,37 | - | - | - | - | - | - | 2 | 1,37 |
| 2011. | 4 | 2,50 | - | - | - | - | - | - | 4 | 2,50 |
| 2012. | 8 | 10,57 | - | - | - | - | - | - | 8 | 10,57 |
| 2013. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2014. | 24 | 15,56 | - | - | - | - | - | - | 24 | 15,56 |
| 2015. | 32 | 19,39 | - | - | 4 | 3,84 | - | - | 36 | 23,23 |
| 2016. | 2 | 1,84 | 2 | 1,14 | - | - | - | - | 4 | 2,98 |
| Ukupno | 182 | 149,42 | 59 | 31,47 | 26 | 58,84 | 16 | 4,47 | 280 | 251,13 |

3.2.2.13. Lucerna i djetelinsko-travne smjese

Kemijske analize sa svrhom izrade gnojidbenih preporuka za lucernu i djetelinsko-travne smjese (DTS) napravljene su za 3 602,61 ha na području svih 5 slavonskih županija (Tablica 27). Najviše analiziranih površina bilo je u 2011. godini (1 080,69 ha), a najmanje u 2009. godini (9,72 ha).

Na tim površinama uzorkovanjem je prikupljeno ukupno 860 uzoraka tla. Najmanje uzorkovanja bilo je 2009. godine (3 uzorka), a najviše 2011. godine (189 uzoraka).

U Osječko-baranjskoj županiji bilo je najviše uzoraka (689), a dinamika njihovog broja kretala se od 10 uzoraka (2008. godine) na 36,77 ha do 166 uzoraka (2011. godine) na 965,69 ha (Tablica 27). Najmanje uzoraka imala je Požeško-slavonska županija, gdje je u jednoj godini (2016.) s 34,29 ha uzeto 9 uzoraka tla.

Očekivano, najveći broj hektara analiziranih površina nalazi se u Osječko-baranjskoj županiji (2 899,24 ha), dok se najmanje analiziralo u Požeško-slavonskoj županiji (34,29 ha).

Tablica 27. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu lucerne i djetelinsko-travnih smjesa po županijama

| | OBŽ | | VSŽ | | BPŽ | | VPŽ | | PSŽ | | Ukupno | |
|---------------|------------|-----------------|------------|---------------|-----------|--------------|-----------|--------------|----------|--------------|------------|-----------------|
| | n | ha | n | ha | n | ha | n | ha | n | ha | n | ha |
| 2003. | 51 | 117,70 | - | - | - | - | - | - | - | - | 51 | 117,70 |
| 2004. | 27 | 97,50 | 9 | 30,87 | - | - | - | - | - | - | 36 | 128,37 |
| 2005. | 80 | 398,65 | 7 | 28,52 | - | - | - | - | - | - | 87 | 427,17 |
| 2006. | 70 | 272,45 | 3 | 4,33 | - | - | 4 | 18,00 | - | - | 77 | 294,78 |
| 2007. | 45 | 156,15 | 2 | 5,70 | - | - | - | - | - | - | 47 | 161,85 |
| 2008. | 10 | 36,77 | 28 | 131,02 | - | - | - | - | - | - | 38 | 167,79 |
| 2009. | | | 3 | 9,72 | - | - | - | - | - | - | 3 | 9,72 |
| 2010. | 63 | 234,41 | 33 | 165,00 | - | - | - | - | - | - | 96 | 399,41 |
| 2011. | 166 | 965,69 | 23 | 115,00 | - | - | - | - | - | - | 189 | 1 080,69 |
| 2012. | 29 | 99,23 | 9 | 34,08 | 18 | 55,91 | - | - | - | - | 56 | 189,21 |
| 2013. | 18 | 76,81 | - | - | - | - | - | - | - | - | 18 | 76,81 |
| 2014. | 48 | 152,45 | - | - | - | - | - | - | - | - | 48 | 152,45 |
| 2015. | 67 | 252,41 | - | - | 13 | 22,68 | - | - | - | - | 80 | 275,09 |
| 2016. | 15 | 39,02 | - | - | - | - | 10 | 48,25 | 9 | 34,29 | 34 | 121,56 |
| Ukupno | 689 | 2 899,24 | 117 | 524,24 | 31 | 78,59 | 14 | 66,25 | 9 | 34,29 | 860 | 3 602,61 |

3.2.2.14. Lavanda

Za lavandu nije bilo uzoraka u Požeško-slavonskoj županiji, a u preostale četiri prikupljeno je 166 uzoraka. Distribucija broja uzoraka po godinama kreće se od 2 uzorka tla (2010., 2011., i 2012. godine) do 64 uzorka (2007. godine) (Tablica 28). Analizirani uzorci obuhvaćaju 180,65 ha poljoprivrednog zemljišta. Najviše poljoprivrednih površina analizirano je u 2007. godini (79,37 ha), a najmanje u 2010. godini (0,40 ha).

Najviše uzoraka (Tablica 28) bilo je u Osječko-baranjskoj županiji (104 uzorka), dok je najmanji broj u Brodsko-posavskoj županiji (6 uzoraka).

Od ukupno analiziranih proizvodnih površina najveći udio bio je u Vukovarsko-srijemskoj županiji (91,12 ha). U Osječko-baranjskoj županiji je, uz znatno veći broj uzoraka analizirano 76,47 ha, što upućuje na usitnjenost parcela (Tablica 28).

Najmanji udio analiziranih površina za lavandu bio je u Brodsko-posavskoj županiji, gdje je 6 uzoraka tla uzeto na 3,53 ha.

Tablica 28. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu lavande po županijama

| | OBŽ | | VSŽ | | BPŽ | | VPŽ | | Ukupno | |
|---------------|------------|--------------|-----------|--------------|----------|-------------|-----------|-------------|------------|---------------|
| | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> | <i>n</i> | <i>ha</i> |
| 2003. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2004. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2005. | 4 | 2,52 | - | - | - | - | - | - | 4 | 2,52 |
| 2006. | 20 | 10,76 | 12 | 27,36 | 2 | 0,95 | - | - | 34 | 39,07 |
| 2007. | 26 | 11,93 | 28 | 61,76 | 2 | 0,39 | 8 | 5,29 | 64 | 79,37 |
| 2008. | 18 | 16,15 | 4 | 2,00 | 2 | 2,19 | 2 | 3,75 | 26 | 24,09 |
| 2009. | 26 | 32,01 | - | - | - | - | 2 | 0,49 | 28 | 32,50 |
| 2010. | 2 | 0,40 | - | - | - | - | - | - | 2 | 0,40 |
| 2011. | 2 | 0,70 | - | - | - | - | - | - | 2 | 0,70 |
| 2012. | 2 | 0,44 | - | - | - | - | - | - | 2 | 0,44 |
| 2013. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2014. | 4 | 1,56 | - | - | - | - | - | - | 4 | 1,56 |
| 2015. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2016. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ukupno | 104 | 76,47 | 44 | 91,12 | 6 | 3,53 | 12 | 9,53 | 166 | 180,65 |

3.3. Agrokemijski pokazatelji plodnosti tla

3.3.1. Aktualna reakcija tla

Najnižu prosječnu vrijednost aktualne reakcije (pH-H₂O 5,85) imaju uzorci za kategoriju ostalih jednogodišnjih kultura, dok je najviša (pH-H₂O 7,05) utvrđena u uzorcima tla za šećernu repu (Tablica 29). Analiza raspona pH vrijednosti za jednogodišnje kulture pokazala je minimalnu vrijednost u uzorcima tla za soju (pH-H₂O 3,94), dok je maksimalna vrijednost utvrđena u uzorcima tla za suncokret i iznosila je 8,91. Koeficijent varijacije bio je ujednačen te se kretao od 15 % do 18 % što ukazuje na relativno slabu varijabilnost. Ujednačenost uzoraka tla vidljiva je i kroz standardnu devijaciju koja se kretala od 1,07 za šećernu repu do 1,23 za ječam. Vrijednost moda za pH-H₂O je u rasponu od 5,20 za soju do 8,05 za šećernu repu (Tablica 29).

Tablica 29. pH-H₂O u uzorcima tla za preporuke gnojidbe jednogodišnjih kultura

| Kultura | prosjek | min | max | KV % | SD | mod |
|----------------------|---------|------|------|------|------|------|
| kukuruz | 6,42 | 4,00 | 8,79 | 18 | 1,17 | 5,40 |
| šećerna repa | 7,05 | 4,20 | 8,89 | 15 | 1,07 | 8,05 |
| pšenica | 6,40 | 4,06 | 8,71 | 18 | 1,14 | 7,70 |
| soja | 6,36 | 3,94 | 8,75 | 18 | 1,14 | 5,20 |
| suncokret | 6,31 | 4,04 | 8,91 | 18 | 1,12 | 7,60 |
| uljana repica | 6,38 | 4,08 | 8,90 | 18 | 1,16 | 5,10 |
| ječam | 6,79 | 4,22 | 8,76 | 18 | 1,23 | 8,01 |
| povrće | 6,70 | 4,21 | 8,54 | 16 | 1,07 | 7,62 |
| ostalo | 5,85 | 4,17 | 8,25 | 18 | 1,03 | 5,34 |
| prosječna vrijednost | 6,45 | 4,10 | 8,72 | 17 | 1,13 | 6,67 |

Najniža prosječna vrijednost aktualne kiselosti za uzorke tla višegodišnjih kultura na dubini od 0 do 30 cm je u uzorcima za lavandu (pH-H₂O 6,05), dok je najviša u uzorcima tla za vinovu lozu (pH-H₂O 7,18). Minimalna pH vrijednost utvrđena je u uzorcima tla za orah i iznosila je 4,04, dok je maksimalna u uzorcima tla za jabuku i iznosila je 8,93. Koeficijent varijacije bio je ujednačen (14 – 18 %) što ukazuje na relativno nisku varijabilnost. Vrijednosti standardne devijacije u rasponu od 0,94 za krušku do 1,10 za

breskvu ukazuju na ujednačenost uzoraka. Vrijednosti moda su u rasponu od 5,21 do 7,89 (Tablica 30).

Tablica 30. pH-H₂O u uzorcima tla za preporuke gnojidbe višegodišnjih kultura

| Dubina 0 – 30 cm | | | | | | |
|-----------------------------|----------------|------------|------------|-------------|-----------|------------|
| Kultura | prosjek | min | max | KV % | SD | Mod |
| vinova loza | 7,18 | 4,31 | 8,88 | 14 | 1,03 | 7,8 |
| šljiva | 6,33 | 4,24 | 8,81 | 16 | 1,04 | 5,8 |
| jabuka | 6,40 | 4,23 | 8,93 | 17 | 1,08 | 7,51 |
| višnja | 6,25 | 4,19 | 8,45 | 16 | 1,02 | 6,04 |
| lijeska | 6,06 | 4,22 | 8,83 | 17 | 1,01 | 5,21 |
| orah | 6,20 | 4,04 | 8,72 | 17 | 1,05 | 5,21 |
| breskva i nektarina | 6,67 | 4,50 | 8,43 | 16 | 1,10 | 7,89 |
| kruška | 6,67 | 4,72 | 8,39 | 14 | 0,94 | 7,1 |
| kupina i malina | 6,41 | 4,19 | 8,41 | 16 | 1,03 | 5,34 |
| marelica | 6,18 | 4,22 | 8,28 | 17 | 1,06 | 5,21 |
| trešnja | 6,25 | 4,64 | 8,25 | 16 | 0,98 | 7,44 |
| ostalo | 6,40 | 4,20 | 8,35 | 17 | 1,10 | 5,46 |
| lucerna i DTS | 6,64 | 4,25 | 8,63 | 16 | 1,06 | 7,8 |
| lavanda | 6,05 | 4,36 | 8,19 | 18 | 1,07 | 4,9 |
| prosječna vrijednost | 6,41 | 4,31 | 8,54 | 16 | 1,04 | 6,34 |
| Dubina 30 – 60 cm | | | | | | |
| Kultura | prosjek | min | max | KV% | SD | Mod |
| vinova loza | 7,32 | 4,24 | 8,93 | 14 | 1,02 | 7,99 |
| šljiva | 6,59 | 3,46 | 8,91 | 16 | 1,05 | 7,91 |
| jabuka | 6,60 | 4,47 | 8,99 | 17 | 1,09 | 5,81 |
| višnja | 6,58 | 4,33 | 8,68 | 16 | 1,03 | 7,80 |
| lijeska | 6,37 | 4,38 | 8,51 | 16 | 1,03 | 5,50 |
| orah | 6,49 | 4,31 | 8,76 | 17 | 1,08 | 7,96 |
| breskva i nektarina | 6,90 | 4,66 | 8,44 | 15 | 1,05 | 7,77 |
| kruška | 6,95 | 4,96 | 8,47 | 13 | 0,92 | 7,15 |
| kupina i malina | 6,64 | 4,62 | 8,60 | 16 | 1,04 | 6,01 |
| marelica | 6,48 | 4,38 | 8,66 | 17 | 1,07 | 5,50 |
| trešnja | 6,52 | 4,61 | 8,32 | 17 | 1,08 | 5,43 |
| ostalo | 6,68 | 4,42 | 8,72 | 17 | 1,15 | 5,37 |
| lavanda | 6,49 | 4,96 | 8,30 | 16 | 1,05 | 5,37 |
| prosječna vrijednost | 6,66 | 4,45 | 8,64 | 16 | 1,05 | 6,58 |

Najniža prosječna vrijednost aktualne kiselosti za uzorke tla pod višegodišnjim kulturama na dubini od 30 do 60 cm iznosila je pH-H₂O 6,37 (uzorci za lijesku), dok je najviša utvrđena u uzorcima za vinovu lozu (pH-H₂O 7,32). Minimalni pH je u uzorcima tla za šljivu i iznosi 3,46, dok je maksimalni u uzorcima tla za jabuku (pH-H₂O 8,99). Koeficijent

varijacije ponovno ukazuje na relativno nisku varijabilnost, kao i vrijednosti standardne devijacije, koje su u rasponu od 0,92 za krušku do 1,15 za ostale manje zastupljene kulture. Najčešća pH vrijednost kretala se od 5,37 za lavandu i ostale manje zastupljene kulture, do 7,99 za vinovu lozu (Tablica 30).

3.3.2. Izmjenjiva reakcija tla

Tablica 31. pH-KCl u uzorcima tla za preporuke gnojidbe jednogodišnjih kultura

| Kultura | prosjeak | min | max | KV% | SD | mod |
|----------------------|----------|------|------|-----|------|------|
| kukuruz | 5,62 | 3,41 | 8,04 | 22 | 1,27 | 4,60 |
| šećerna repa | 6,26 | 3,62 | 8,25 | 18 | 1,16 | 7,30 |
| pšenica | 5,62 | 3,47 | 8,17 | 22 | 1,25 | 7,30 |
| soja | 5,54 | 3,41 | 7,90 | 22 | 1,24 | 4,90 |
| suncokret | 5,51 | 3,44 | 7,73 | 22 | 1,22 | 7,20 |
| uljana repica | 5,53 | 3,51 | 8,00 | 23 | 1,26 | 4,20 |
| ječam | 5,99 | 3,53 | 7,81 | 22 | 1,33 | 7,50 |
| povrće | 5,96 | 3,62 | 8,17 | 20 | 1,21 | 7,25 |
| ostalo | 5,01 | 3,49 | 7,71 | 23 | 1,14 | 3,99 |
| prosječna vrijednost | 5,67 | 3,50 | 7,97 | 21 | 1,23 | 6,02 |

Kod jednogodišnjih kultura, najniža prosječna vrijednost supstitucijske (izmjenjive) kiselosti tla (pH-KCl) iznosila je 5,01 i zabilježena je u uzorcima za ostale jednogodišnje kulture. Najviša prosječna vrijednost je u uzorcima šećerne repe, a iznosi pH-KCl 6,26. Minimalna vrijednost supstitucijske kiselosti utvrđena je u uzorcima tla za soju i kukuruz (pH-KCl 3,41), dok je maksimalna vrijednost utvrđena u uzorcima tla za šećernu repu (pH-KCl 8,25). Koeficijent varijacije bio je ujednačen te se kretao od 18 % do 23 % što ukazuje da je varijabilnost rezultata relativno niska. Ujednačenost uzoraka tla dokazana je i kroz standardnu devijaciju koja se kretala od 1,14 za ostale kulture do 1,33 za ječam. Najčešća vrijednost supstitucijske kiselosti kretala se od 3,99 za ostale kulture do 7,50 za ječam (Tablica 31).

Kod višegodišnjih kultura, najniža prosječna vrijednost supstitucijske kiselosti (pH-KCl) na dubini uzorkovanja od 0 do 30 cm iznosila je 5,19 u uzorcima za lijesku, dok je najviša utvrđena u uzorcima za vinovu lozu (pH-KCl 6,45). Minimalna pH vrijednost je u

uzorcima tla za šljivu i iznosila je 3,35, dok je maksimalna vrijednost utvrđena u uzorcima tla za breskvu i nektarinu i iznosila je 8,33. Koeficijent varijacije bio je ujednačen (KV = 18 – 23 %) što ukazuje na relativno nisku varijabilnost rezultata. Ujednačenost uzoraka tla dokazana je i kroz standardnu devijaciju koja se kretala od 1,12 za krušku do 1,30 za trešnju. Najčešća vrijednost supstitucijske kiselosti kretala se od 4,18 za kupinu i malinu do 7,39 za vinovu lozu (Tablica 32).

Tablica 32. pH-KCl u uzorcima tla za preporuke gnojidbe višegodišnjih kultura

| Dubina 0 – 30 cm | | | | | | |
|----------------------|---------|------|------|-----|------|------|
| Kultura | prosjek | min | max | KV% | SD | Mod |
| vinova loza | 6,45 | 3,59 | 8,06 | 18 | 1,16 | 7,25 |
| šljiva | 5,50 | 3,35 | 7,96 | 21 | 1,18 | 4,53 |
| jabuka | 5,60 | 3,50 | 8,21 | 22 | 1,22 | 7,11 |
| višnja | 5,42 | 3,55 | 7,60 | 21 | 1,15 | 7,15 |
| lijeska | 5,19 | 3,42 | 7,65 | 22 | 1,13 | 4,82 |
| orah | 5,35 | 3,48 | 7,94 | 22 | 1,20 | 4,63 |
| breskva i nektarina | 5,93 | 3,61 | 8,33 | 21 | 1,24 | 7,06 |
| kruška | 5,91 | 3,82 | 7,73 | 19 | 1,11 | 5,02 |
| kupina i malina | 5,64 | 3,57 | 7,81 | 21 | 1,18 | 4,48 |
| marelica | 5,34 | 3,42 | 7,69 | 23 | 1,21 | 4,82 |
| trešnja | 5,35 | 3,67 | 7,48 | 21 | 1,14 | 4,10 |
| ostalo | 5,58 | 3,52 | 7,67 | 22 | 1,23 | 7,06 |
| lucerna-DTS | 5,81 | 3,51 | 7,78 | 20 | 1,17 | 4,90 |
| lavanda | 5,23 | 3,66 | 7,54 | 22 | 1,16 | 4,55 |
| prosječna vrijednost | 5,59 | 3,55 | 7,82 | 21 | 1,18 | 5,53 |
| Dubina 30 – 60 cm | | | | | | |
| Kultura | prosjek | min | max | KV% | SD | Mod |
| vinova loza | 6,56 | 3,54 | 8,16 | 18 | 1,18 | 7,39 |
| šljiva | 5,71 | 3,71 | 8,35 | 21 | 1,21 | 4,37 |
| jabuka | 5,74 | 3,65 | 8,31 | 22 | 1,28 | 4,55 |
| višnja | 5,70 | 3,58 | 7,83 | 21 | 1,19 | 4,62 |
| lijeska | 5,47 | 3,48 | 7,79 | 22 | 1,19 | 4,38 |
| orah | 5,59 | 3,41 | 7,96 | 22 | 1,25 | 4,65 |
| breskva i nektarina | 6,13 | 3,79 | 8,35 | 20 | 1,23 | 7,37 |
| kruška | 6,14 | 4,04 | 7,98 | 18 | 1,12 | 6,83 |
| kupina i malina | 5,78 | 3,80 | 8,05 | 21 | 1,23 | 4,18 |
| marelica | 5,59 | 3,48 | 7,85 | 22 | 1,24 | 4,38 |
| trešnja | 5,53 | 3,64 | 7,73 | 23 | 1,30 | 4,48 |
| ostalo | 5,84 | 3,66 | 7,76 | 22 | 1,28 | 7,19 |
| lavanda | 5,68 | 4,00 | 7,66 | 21 | 1,20 | 4,74 |
| prosječna vrijednost | 5,80 | 3,68 | 7,98 | 21 | 1,22 | 5,32 |

Prosječne vrijednosti supstitucijske kiselosti na dubini uzorkovanja 30 - 60 cm su od 5,47 za lijesku do 6,56 za vinovu lozu. Minimalna pH-KCl vrijednost utvrđena je u uzorcima tla za orah i iznosila je 3,41, dok je maksimalna vrijednost utvrđena u uzorcima tla za šljivu, breskvu i nektarinu (pH-KCl 8,35). Koeficijent varijacije bio je ujednačen te se kretao od 18 % do 23 %, što ukazuje da je varijabilnost rezultata bila relativno niska. Ujednačenost uzoraka tla dokazana je i kroz standardnu devijaciju koja se kretala od 1,12 za krušku do 1,30 za trešnju. Najčešća vrijednost supstitucijske kiselosti na dubini od 30 - 60 cm kretala se od 4,18 za kupinu i malinu do 7,39 za vinovu lozu (Tablica 32).

3.3.3. Hidrolitička kiselost tla

Najniža prosječna vrijednost hidrolitičke kiselosti (Hk) kod jednogodišnjih kultura iznosila je 3,92 cmol(+) kg⁻¹ u uzorcima za šećernu repu, dok je najviša iznosila (4,91 cmol(+) kg⁻¹) u uzorcima ostalih jednogodišnjih kultura (Tablica 33).

Tablica 33. Hidrolitička kiselost u uzorcima tla za preporuke gnojidbe jednogodišnjih kultura

| Kultura | prosjek | min | max | KV% | SD | mod |
|----------------------|---------|------|-------|-----|------|------|
| kukuruz | 4,56 | 0,70 | 11,29 | 34 | 1,54 | 4,38 |
| šećerna repa | 3,92 | 0,92 | 8,75 | 37 | 1,44 | 4,81 |
| pšenica | 4,38 | 0,42 | 10,37 | 33 | 1,44 | 4,38 |
| soja | 4,51 | 0,74 | 9,14 | 32 | 1,42 | 4,38 |
| suncokret | 4,52 | 1,09 | 10,19 | 31 | 1,39 | 4,38 |
| uljana repica | 3,99 | 1,25 | 9,36 | 39 | 1,54 | 4,38 |
| ječam | 4,49 | 1,35 | 10,98 | 35 | 1,55 | 4,81 |
| povrće | 4,16 | 1,88 | 9,63 | 32 | 1,35 | 4,03 |
| ostalo | 4,91 | 1,44 | 10,89 | 38 | 1,85 | 5,25 |
| prosječna vrijednost | 4,38 | 1,09 | 10,07 | 35 | 1,50 | 4,53 |

Minimalna vrijednost hidrolitičke kiselosti iznosila je 0,42 cmol(+) kg⁻¹ u uzorcima tla za pšenicu, dok je maksimalna vrijednost utvrđena u uzorcima tla za kukuruz 11,29 cmol(+) kg⁻¹. Koeficijent varijacije bio je ujednačen te se kretao od 31 % do 39 %,

što ukazuje da je varijabilnost rezultata bila umjerena. Ujednačenost uzoraka tla potvrđuje i standardna devijacija koja se kretala od 1,35 za povrće do 1,85 za uzorke na ostalim kulturama. Najčešća vrijednost hidrolitičke kiselosti kretala se od 4,03 $\text{cmol}(+) \text{kg}^{-1}$ za povrće do 5,25 $\text{cmol}(+) \text{kg}^{-1}$ za ostale malo zastupljene kulture (Tablica 33).

Tablica 34. Hidrolitička kiselost u uzorcima tla za preporuke gnojidbe višegodišnjih kultura

| Dubina 0 – 30 cm | | | | | | |
|----------------------|----------|------|-------|-------|------|------|
| Kultura | prosjeak | min | max | KV% | SD | Mod |
| vinova loza | 4,15 | 1,49 | 9,19 | 32,00 | 1,31 | 3,50 |
| šljiva | 4,42 | 1,97 | 8,79 | 27,00 | 1,19 | 5,25 |
| jabuka | 4,67 | 1,84 | 10,41 | 31,00 | 1,45 | 4,81 |
| višnja | 4,34 | 1,88 | 9,67 | 29,00 | 1,26 | 3,50 |
| lijeska | 4,64 | 1,79 | 10,15 | 31,00 | 1,44 | 3,50 |
| orah | 4,78 | 1,58 | 12,64 | 33,00 | 1,57 | 5,16 |
| breskva i nektarina | 4,36 | 0,79 | 8,84 | 29,00 | 1,28 | 4,59 |
| kruška | 3,95 | 2,14 | 7,09 | 28,00 | 1,11 | 4,38 |
| kupina-malina | 4,31 | 1,58 | 7,66 | 32,00 | 1,39 | 3,94 |
| marelica | 4,63 | 1,79 | 10,15 | 31,00 | 1,45 | 3,50 |
| trešnja | 4,32 | 1,88 | 9,76 | 40,00 | 1,73 | 2,45 |
| ostalo | 4,45 | 2,19 | 7,92 | 31,00 | 1,42 | 4,59 |
| lucerna i DTS | 4,52 | 1,62 | 13,30 | 31,00 | 1,43 | 4,03 |
| lavanda | 4,72 | 2,45 | 8,31 | 25,00 | 1,17 | 4,11 |
| prosječna vrijednost | 4,45 | 1,79 | 9,56 | 30,71 | 1,37 | 4,09 |
| Dubina 30 – 60 cm | | | | | | |
| Kultura | prosjeak | min | max | KV% | SD | Mod |
| vinova loza | 3,75 | 1,40 | 7,88 | 33,00 | 1,22 | 4,38 |
| šljiva | 3,70 | 1,18 | 7,92 | 29,00 | 1,07 | 3,06 |
| jabuka | 4,07 | 1,62 | 8,14 | 32,00 | 1,32 | 3,94 |
| višnja | 3,67 | 1,05 | 8,31 | 33,00 | 1,20 | 4,38 |
| lijeska | 3,84 | 1,31 | 8,01 | 30,00 | 1,17 | 4,38 |
| orah | 3,97 | 1,31 | 10,89 | 35,00 | 1,39 | 4,07 |
| breskva i nektarina | 3,64 | 1,93 | 7,18 | 31,00 | 1,13 | 3,50 |
| kruška | 3,31 | 1,49 | 6,34 | 32,00 | 1,07 | 2,41 |
| kupina i malina | 3,84 | 1,66 | 6,56 | 30,00 | 1,16 | 4,38 |
| marelica | 3,80 | 1,31 | 8,01 | 31,00 | 1,18 | 4,38 |
| trešnja | 3,85 | 1,88 | 7,53 | 39,00 | 1,51 | 2,76 |
| ostalo | 3,87 | 1,97 | 7,00 | 32,00 | 1,24 | 4,29 |
| lavanda | 3,59 | 1,31 | 5,47 | 27,00 | 0,97 | 4,59 |
| prosječna vrijednost | 3,76 | 1,49 | 7,63 | 31,85 | 1,20 | 3,89 |

Najniža prosječna vrijednost hidrolitičke kiselosti, na dubini uzorkovanja od 0 do 30 cm, kod višegodišnjih kultura, iznosila je 3,95 $\text{cmol}(+) \text{kg}^{-1}$ u uzorcima za krušku, dok je najviša prosječna vrijednost utvrđena u uzorcima za orah 4,78 $\text{cmol}(+) \text{kg}^{-1}$. Minimalna

vrijednost hidrolitičke kiselosti utvrđena je u uzorcima tla za breskvu i nektarinu ($0,79 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$), dok je maksimalna vrijednost utvrđena na uzorcima tla za lucernu i djetelinsko travne smjese ($13,30 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$). Koeficijent varijacije bio je ujednačen te se kretao od 25 % do 40 %, što ukazuje da je varijabilnost rezultata bila umjerena. Ujednačenost uzoraka tla potvrđuje i standardna devijacija koja se kretala od 1,11 za krušku do 1,24 trešnju. Najčešće vrijednosti Hk kretale su se od $2,45 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ za trešnju do $5,25$ za šljivu $\text{cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$.

Prosječna vrijednost hidrolitičke kiselosti na dubini uzorkovanja od 30 do 60 cm kretala se od $3,31 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ za orah do $4,07 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ za jabuku. Minimalna vrijednost hidrolitičke kiselosti iznosila je $1,05 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ za višnju, dok maksimalna iznosi $10,89 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ za orah. Koeficijent varijacije bio je umjeren te se kretao od 30 % do 39 %, što dokazuje i standardna devijacija koja se kretala od 1,07 za šljivu i krušku. Najčešća vrijednost hidrolitičke kiselosti kretala se od $2,41 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ za krušku do $4,38 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ za vinovu lozu, višnju, lijesku (Tablica 34).

3.3.4. Sadržaj karbonata u tlu

Tablica 35. Sadržaj karbonata u uzorcima tla za preporuke gnojidbe jednogodišnjih kultura

| CaCO_3 | prosjek | min | max | KV% | SD | mod |
|----------------------|---------|------|-------|-----|------|------|
| kukuruz | 3,70 | 0,04 | 39,33 | 139 | 5,14 | 0,40 |
| šećerna repa | 4,57 | 0,04 | 32,78 | 149 | 6,83 | 0,20 |
| pšenica | 4,25 | 0,04 | 30,70 | 135 | 5,75 | 0,80 |
| soja | 3,20 | 0,08 | 29,70 | 147 | 4,69 | 0,80 |
| suncokret | 4,70 | 0,04 | 29,20 | 140 | 6,59 | 0,20 |
| uljana repica | 4,10 | 0,08 | 28,10 | 131 | 5,36 | 0,80 |
| ječam | 4,59 | 0,04 | 25,90 | 138 | 6,31 | 0,80 |
| povrće | 5,41 | 0,08 | 29,80 | 122 | 6,59 | 0,20 |
| ostalo | 3,61 | 0,10 | 21,90 | 133 | 4,79 | 1,50 |
| prosječna vrijednost | 4,23 | 0,06 | 29,71 | 137 | 5,78 | 0,63 |

U uzorcima tla za jednogodišnje kulture, najniža prosječna vrijednost sadržaja karbonata iznosila je 3,20 % u uzorcima za soju, dok je najviša prosječna vrijednost iznosila 5,41 % u uzorcima za povrće. Minimalna vrijednost karbonata ustanovljena je u uzorcima tla za većinu istraživanih kultura i iznosila je 0,04 %, dok je maksimalna vrijednost utvrđena u

uzorcima tla za pšenicu i iznosila je 39,33 %. Koeficijent varijacije bio je neujednačen te se kretao od 122 % do 149 %, što ukazuje na vrlo visoku varijabilnost rezultata.

Tablica 36. Sadržaj karbonata u uzorcima tla za preporuke gnojidbe višegodišnjih kultura

| Dubina 0 – 30 cm | | | | | | |
|----------------------|----------|------|-------|-----|-------|------|
| Kultura | prosjeak | min | max | KV% | SD | Mod |
| vinova loza | 6,92 | 0,08 | 47,91 | 100 | 6,93 | 0,20 |
| šljiva | 4,82 | 0,08 | 40,40 | 144 | 6,94 | 0,20 |
| jabuka | 4,08 | 0,04 | 39,80 | 147 | 6,00 | 0,20 |
| višnja | 4,29 | 0,04 | 26,50 | 149 | 6,39 | 0,20 |
| lijeska | 3,86 | 0,04 | 26,90 | 126 | 4,87 | 0,40 |
| orah | 6,76 | 0,10 | 50,80 | 132 | 8,90 | 0,20 |
| breskva i nektarina | 5,04 | 0,08 | 30,04 | 121 | 6,11 | 0,20 |
| kruška | 3,99 | 0,13 | 26,10 | 117 | 4,68 | 0,20 |
| kupina i malina | 5,18 | 0,08 | 29,62 | 128 | 6,64 | 0,20 |
| marelica | 4,46 | 0,04 | 29,37 | 120 | 5,36 | 0,20 |
| trešnja | 3,94 | 0,20 | 27,50 | 141 | 5,54 | 0,40 |
| ostalo | 5,03 | 0,13 | 27,00 | 140 | 7,03 | 0,80 |
| lucerna i DTS | 3,30 | 0,08 | 26,08 | 143 | 4,73 | 0,40 |
| lavanda | 5,77 | 0,17 | 45,40 | 167 | 9,65 | 1,70 |
| prosječna vrijednost | 4,82 | 0,09 | 33,82 | 134 | 6,41 | 0,39 |
| Dubina 30 – 60 cm | | | | | | |
| Kultura | prosjeak | min | max | KV% | SD | Mod |
| vinova loza | 10,97 | 0,08 | 47,60 | 84 | 9,20 | 0,40 |
| šljiva | 7,32 | 0,08 | 68,20 | 130 | 9,53 | 0,20 |
| jabuka | 7,15 | 0,08 | 42,30 | 114 | 8,14 | 0,20 |
| višnja | 6,49 | 0,04 | 33,40 | 128 | 8,33 | 0,20 |
| lijeska | 5,92 | 0,08 | 38,97 | 125 | 7,39 | 0,20 |
| orah | 7,78 | 0,08 | 46,60 | 117 | 9,08 | 0,20 |
| breskva i nektarina | 8,90 | 0,08 | 35,70 | 102 | 9,10 | 0,20 |
| kruška | 6,98 | 0,10 | 37,85 | 106 | 7,43 | 0,80 |
| kupina i malina | 6,95 | 0,08 | 34,10 | 113 | 7,84 | 4,20 |
| marelica | 7,04 | 0,08 | 38,97 | 114 | 8,04 | 0,20 |
| trešnja | 7,28 | 0,13 | 33,40 | 107 | 7,81 | 0,20 |
| ostalo | 5,84 | 0,13 | 31,90 | 131 | 7,67 | 0,20 |
| lavanda | 7,28 | 0,10 | 60,50 | 160 | 11,67 | 0,80 |
| prosječna vrijednost | 7,38 | 0,09 | 42,27 | 118 | 8,56 | 0,62 |

Neujednačenost uzoraka tla potvrđuju rezultati standardne devijacije koja se kretala od 4,69 za soju do 6,83 za uzorke tla šećernu repu. Najčešća vrijednost sadržaja karbonata kretala se od 0,20 % za šećernu repu i povrće do 1,50 % za ostale malo zastupljene kulture (Tablica 35).

Najniža prosječna vrijednost sadržaja karbonata za višegodišnje kulture na dubini uzorkovanja od 0 do 30 cm iznosila je 3,30 % u uzorcima tla za lucernu i djetelinsko travne smjese, dok je najviša prosječna vrijednost utvrđena u uzorcima za vinovu lozu 6,92 %. Minimalna vrijednost sadržaja karbonata u tlu je utvrđena je u uzorcima tla za jabuku, višnju, lijesku i marelicu i iznosila je 0,04 %, dok je maksimalna vrijednost utvrđena na uzorcima tla za orah 50,80 %. Koeficijent varijacije bio je neujednačen te se kretao od 100 do 149, što ukazuje da je i varijabilnost rezultata bila vrlo visoka. Neujednačenost rezultata potvrđuje i standardna devijacija koja se kretala od od 4,68 za krušku do 9,65 za lavandu. Najčešća vrijednost sadržaja karbonata iznosila je od 0,20 % za većinu kultura do 1,70 % za lavandu (Tablica 36).

Prosječne vrijednosti na drugoj dubini blago su povećane te se kreću od 5,84 % za ostale manje zastupljene kulture do 10,97 % za vinovu lozu. Minimalni sadržaj karbonata iznosio je 0,04 % za višnju, dok je maksimalni izosio 68,20 % za šljivu. Koeficijent varijacije bio je neujednačen te se kretao od 84 % za vinograde do 160 % za lavandu, što ukazuje da je varijabilnost rezultata bila vrlo visoka. Neujednačenost uzoraka tla potvrđuje i standardna devijacija koja se kretala od 7,39 za lijesku do 11,67 za lavandu. Najčešći sadržaj karbonata u tlu iznosio je 0,20 % za većinu kultura do 4,20 % za kupinu i malinu (Tablica 36).

3.3.5. Sadržaj organske tvari u tlu

Tablica 37. Sadržaj organske tvari u uzorcima tla za preporuke gnojidbe jednogodišnjih kultura

| Kultura | prosjek | min | max | KV% | SD | mod |
|----------------------|---------|------|-------|-----|------|------|
| kukuruz | 2,04 | 0,43 | 10,12 | 29 | 0,59 | 1,73 |
| šećerna repa | 2,28 | 0,40 | 6,88 | 31 | 0,70 | 2,10 |
| pšenica | 2,08 | 0,49 | 10,00 | 35 | 0,73 | 1,70 |
| soja | 2,12 | 0,71 | 9,05 | 33 | 0,69 | 1,74 |
| suncokret | 1,99 | 0,32 | 6,75 | 29 | 0,58 | 1,72 |
| uljana repica | 1,94 | 0,70 | 6,10 | 31 | 0,60 | 1,52 |
| ječam | 2,25 | 0,59 | 10,80 | 37 | 0,83 | 1,69 |
| povrće | 2,28 | 0,94 | 18,00 | 45 | 1,02 | 1,79 |
| ostalo | 1,96 | 0,94 | 5,16 | 33 | 0,65 | 1,63 |
| prosječna vrijednost | 2,10 | 0,61 | 9,21 | 33 | 0,71 | 1,74 |

Najniža prosječna vrijednost sadržaja organske tvari u tlu kod jednogodišnjih kultura iznosila je 1,94 % u uzorcima za uljanu repicu, dok je najviša prosječna vrijednost iznosila 2,28 % u uzorcima za šećernu repu i povrće. Minimalna vrijednost sadržaja organske tvari iznosila je 0,32 % u uzorcima tla za suncokret, dok je maksimalna utvrđena vrijednost iznosila 18,00 % u uzorcima tla za povrće. Koeficijent varijacije bio je ujednačen te se kretao od 29 % do 45 % što znači da je varijabilnost rezultata bila umjerena. Ujednačenost uzoraka tla potvrđuje i vrijednost standardne devijacije koja se kretala od 0,58 za suncokret do 1,02 za povrće. Najčešća vrijednost sadržaja organske tvari u tlu bila je 1,74 % te se kretala od 1,52 za uljanu repicu do 2,10 za šećernu repu (Tablica 37).

Kod višegodišnjih kultura najniža prosječna vrijednost sadržaja organske tvari na dubini do 30 cm iznosila je 1,76 % u uzorcima tla za vinovu lozu, dok je najviša prosječna vrijednost u uzorcima za lucernu 2,32 %. Minimalna vrijednost sadržaja organske tvari u tlu je u uzorcima tla za lijesku 0,43 %, dok je maksimalna vrijednost iznosila 14,60 % u uzorcima tla za šljivu. Koeficijent varijacije bio je neujednačen i kretao se od 22 % do 39 % što ukazuje znači da je varijabilnost rezultata bila umjerena. Ujednačenost uzoraka tla potvrđuje i standardna devijacija koja se kretala od 0,41 za vinovu lozu do 0,85 za lucernu i djetelinsko travne smjese. Najčešća vrijednost sadržaja organske tvari iznosila je od 1,67 % za lucernu i djetelinsko travne smjese do 2,15 % za ostale manje zastupljene kulture (Tablica 38).

Prosječne vrijednosti sadržaja organske tvari u uzorcima tla od 30 do 60 cm kretale su se od 1,22 % za trešnju do 1,49 % za krušku. Minimalni sadržaj organske tvari iznosio je 0,04 % za jabuku, dok je maksimalni iznosio 6,00 % za orah. Koeficijent varijacije bio je neujednačen te se kretao od 28 % za vinograd do 38 % za kupinu i malinu, što ukazuje da je varijabilnost rezultata bila umjerena. Ujednačenost uzoraka tla potvrđuje i standardna devijacija koja se kretala od 0,36 za vinograd do 0,55 za krušku. Najčešći sadržaj organske tvari u tlu iznosio je od 1,05 % za orah do 1,52 % za krušku (Tablica 38).

Tablica 38. Sadržaj organske tvari u uzorcima tla za preporuke gnojidbe višegodišnjih kultura

| Dubina 0 – 30 cm | | | | | | |
|-----------------------------|----------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|
| Kultura | prosjek | min | max | KV% | SD | Mod |
| vinova loza | 1,76 | 0,63 | 4,19 | 23 | 0,41 | 1,86 |
| šljiva | 2,16 | 0,70 | 14,60 | 34 | 0,73 | 1,99 |
| jabuka | 1,91 | 0,66 | 7,27 | 28 | 0,53 | 1,82 |
| višnja | 2,08 | 0,72 | 5,98 | 30 | 0,62 | 1,81 |
| lijeska | 2,06 | 0,42 | 5,78 | 30 | 0,62 | 1,92 |
| orah | 2,14 | 0,71 | 6,72 | 30 | 0,65 | 1,87 |
| breskva i nektarina | 2,00 | 0,71 | 3,88 | 24 | 0,48 | 2,10 |
| kruška | 2,17 | 1,18 | 8,90 | 39 | 0,85 | 1,86 |
| kupina i malina | 2,04 | 0,67 | 5,09 | 33 | 0,68 | 1,84 |
| marelica | 2,06 | 0,76 | 5,78 | 29 | 0,60 | 1,92 |
| trešnja | 1,97 | 0,93 | 3,95 | 28 | 0,54 | 2,03 |
| ostalo | 2,09 | 1,16 | 4,51 | 27 | 0,57 | 2,15 |
| lucerna i DTS | 2,32 | 0,99 | 10,39 | 36 | 0,85 | 1,67 |
| lavanda | 1,96 | 1,19 | 3,30 | 22 | 0,43 | 1,80 |
| prosječna vrijednost | 2,05 | 0,82 | 6,45 | 30 | 0,61 | 1,90 |
| Dubina 30 – 60 cm | | | | | | |
| Kultura | prosjek | min | max | KV% | SD | Mod |
| vinova loza | 1,31 | 0,06 | 3,38 | 28 | 0,36 | 1,23 |
| šljiva | 1,46 | 0,34 | 7,66 | 35 | 0,51 | 1,31 |
| jabuka | 1,38 | 0,04 | 3,87 | 32 | 0,44 | 1,22 |
| višnja | 1,44 | 0,41 | 4,96 | 34 | 0,49 | 1,22 |
| lijeska | 1,41 | 0,21 | 4,72 | 38 | 0,54 | 1,23 |
| orah | 1,41 | 0,36 | 6,00 | 33 | 0,47 | 1,05 |
| breskva i nektarina | 1,45 | 0,35 | 4,03 | 29 | 0,41 | 1,22 |
| kruška | 1,49 | 0,65 | 4,70 | 37 | 0,55 | 1,52 |
| kupina i malina | 1,41 | 0,38 | 3,52 | 38 | 0,54 | 1,17 |
| marelica | 1,40 | 0,41 | 4,72 | 37 | 0,51 | 1,23 |
| trešnja | 1,22 | 0,41 | 2,25 | 31 | 0,38 | 1,17 |
| ostalo | 1,46 | 0,71 | 3,43 | 33 | 0,49 | 1,16 |
| lavanda | 1,36 | 0,65 | 2,57 | 30 | 0,40 | 1,27 |
| prosječna vrijednost | 1,40 | 0,38 | 4,29 | 33 | 0,47 | 1,23 |

3.3.6. Sadržaj fosfora (AL-P₂O₅) u tlu

Najniža prosječna vrijednost lakopristupačnog fosfora (AL-P₂O₅) u tlu za jednogodišnje kulture iznosila je 17,41 mg 100g⁻¹ tla u uzorcima za ostale manje zastupljene kulture, dok je najviša prosječna vrijednost iznosila 20,82 mg 100g⁻¹ tla u uzorcima za povrće. Minimalna vrijednost sadržaja lakopristupačnog fosfora u tlu iznosila je 0,40 mg 100g⁻¹ tla u uzorcima tla za suncokret, dok je maksimalna utvrđena vrijednost 51,60 mg 100g⁻¹ tla u uzorcima tla za šećernu repu. Koeficijent varijacije bio je ujednačen te se kretao od 49 % do 53 % što ukazuje da su rezultati u granicama između umjerenog i relativno jakog visokog varijabiliteta. Ujednačenost uzoraka tla dokazana je i kroz standardnu devijaciju koja se kretala od 8,65 za ječam do 11,05 za povrće. Najčešća vrijednost sadržaja lakopristupačnog fosfora u tlu iznosila je 41,00 mg 100g⁻¹ tla za sve kulture osim ostalih manje zastupljenih kultura kod kojih je iznosila 9,90 mg 100g⁻¹ tla (Tablica 39).

Tablica 39. Sadržaj fosfora (AL-P₂O₅) u uzorcima tla za preporuke gnojidbe jednogodišnjih kultura

| AL-P ₂ O ₅ | prosjek | min | max | KV% | SD | mod |
|----------------------------------|---------|------|-------|-----|-------|-------|
| kukuruz | 19,69 | 0,90 | 50,00 | 52 | 10,18 | 40,00 |
| šećerna repa | 19,13 | 0,80 | 51,60 | 51 | 9,75 | 41,00 |
| pšenica | 18,19 | 1,50 | 50,00 | 52 | 9,37 | 41,00 |
| soja | 18,72 | 2,10 | 50,00 | 49 | 9,16 | 41,00 |
| suncokret | 18,43 | 0,40 | 50,00 | 51 | 9,46 | 41,00 |
| uljana repica | 17,97 | 1,50 | 50,00 | 52 | 9,26 | 41,00 |
| ječam | 17,62 | 1,40 | 41,00 | 49 | 8,65 | 41,00 |
| povrće | 20,82 | 2,00 | 41,00 | 53 | 11,05 | 41,00 |
| ostalo | 17,41 | 1,70 | 41,00 | 53 | 9,30 | 9,90 |
| prosječna vrijednost | 18,66 | 1,37 | 47,18 | 51 | 9,58 | 37,43 |

Najniža prosječna vrijednost sadržaja lakopristupačnog fosfora na dubini uzorkovanja od 0 do 30 cm za višegodišnje kulture iznosila je 13,36 mg 100g⁻¹ tla u uzorcima tla za trešnju, dok je najviša prosječna vrijednost utvrđena u uzorcima za vinograde 20,30 mg 100g⁻¹ tla. Minimalna vrijednost sadržaja lakopristupačnog fosfora u tlu utvrđena je u uzorcima tla za šljivu i iznosila je 0,10 mg 100g⁻¹ tla, dok je maksimalna vrijednost iznosila više od

50,00 mg 100g⁻¹ tla u uzorcima tla za lucernu i djetelinsko travne smjese. Koeficijent varijacije bio je širokog raspona i kretao se od 53 % do 90 % što ukazuje da je varijabilnost uzoraka tla bila vrlo visoka. Standardna devijacija se kretala od 10,43 za lavandu do 13,09 za kupinu i malinu. Najčešća vrijednost sadržaja lakopristupačnog fosfora u tlu iznosila je kod svih kultura preko 40 mg 100g⁻¹ tla osim u kategoriji ostalih kultura. (Tablica 40).

Tablica 40. Sadržaj fosfora (AL-P₂O₅) u uzorcima tla za preporuke gnojidbe višegodišnjih kultura

| Dubina 0 – 30 cm | | | | | | |
|----------------------|---------|------|-------|-----|-------|-------|
| Kultura | prosjek | min | max | KV% | SD | Mod |
| vinova loza | 20,30 | 0,40 | 41,60 | 61 | 12,38 | 40,00 |
| šljiva | 17,23 | 0,10 | 43,20 | 72 | 12,36 | 41,00 |
| jabuka | 18,50 | 1,00 | 41,00 | 61 | 11,31 | 40,00 |
| višnja | 16,56 | 1,10 | 41,00 | 68 | 11,32 | 41,00 |
| lijeska | 14,41 | 0,20 | 41,00 | 75 | 10,74 | 40,00 |
| orah | 14,47 | 0,10 | 41,60 | 76 | 10,99 | 41,00 |
| breskva i nektarina | 17,49 | 1,00 | 41,00 | 61 | 10,70 | 41,00 |
| kruška | 19,29 | 1,00 | 41,00 | 64 | 12,42 | 41,00 |
| kupina i malina | 18,54 | 0,50 | 42,60 | 71 | 13,09 | 41,00 |
| marelica | 15,20 | 0,60 | 41,00 | 74 | 11,21 | 40,00 |
| trešnja | 13,36 | 0,30 | 41,00 | 90 | 11,97 | 40,00 |
| ostalo | 17,27 | 1,00 | 41,00 | 71 | 12,28 | 41,00 |
| lucerna i DTS | 20,04 | 1,10 | 50,00 | 53 | 10,69 | 40,00 |
| lavanda | 15,41 | 1,20 | 41,90 | 68 | 10,43 | 41,00 |
| prosječna vrijednost | 17,01 | 0,69 | 42,06 | 69 | 11,56 | 40,57 |
| Dubina 30 – 60 cm | | | | | | |
| Kultura | prosjek | min | max | KV% | SD | Mod |
| vinova loza | 13,57 | 0,20 | 44,00 | 85 | 11,49 | 40,00 |
| šljiva | 11,96 | 0,10 | 41,00 | 100 | 11,91 | 41,00 |
| jabuka | 12,69 | 0,50 | 41,00 | 85 | 10,83 | 40,00 |
| višnja | 11,37 | 0,20 | 41,00 | 96 | 10,86 | 41,00 |
| lijeska | 10,01 | 0,10 | 42,30 | 103 | 10,32 | 40,00 |
| orah | 10,38 | 0,10 | 41,00 | 102 | 10,54 | 41,00 |
| breskva i nektarina | 11,74 | 0,60 | 41,00 | 94 | 11,05 | 41,00 |
| kruška | 13,26 | 0,80 | 41,00 | 92 | 12,23 | 40,00 |
| kupina i malina | 13,31 | 0,20 | 41,00 | 94 | 12,51 | 41,00 |
| marelica | 10,54 | 0,10 | 42,30 | 102 | 10,75 | 40,00 |
| trešnja | 8,80 | 0,10 | 41,00 | 111 | 9,79 | 40,00 |
| ostalo | 13,26 | 1,20 | 41,00 | 96 | 12,72 | 41,00 |
| lavanda | 10,49 | 0,40 | 42,70 | 99 | 10,34 | 41,00 |
| prosječna vrijednost | 11,64 | 0,35 | 41,56 | 97 | 11 | 40,54 |

Prosječne vrijednosti sadržaja AL-P₂O₅ u uzorcima uzorka tla s dubine od 30 do 60 cm kod višegodišnjih kultura kretale su se od 8,80 mg 100g⁻¹ tla za trešnju do 13,57 mg 100g⁻¹ tla za vinograde. Minimalni sadržaj lakopristupačnog fosfora u tlu iznosio je 0,10 mg 100g⁻¹ tla za šljivu, lijesku, orah i marelicu, dok je maksimalan iznosio 44,00 mg 100g⁻¹ tla za vinograde. Koeficijent varijacije bio je neujednačen te se kretao od 85 % tla za vinograde i jabuku do 111 % za trešnju, što ukazuje da je varijabilnost rezultata vrlo visoka. Neujednačenost uzoraka tla dokazuje i standardna devijacija koja se kretala od 9,79 za trešnju do 12,72 za ostale manje zastupljene kulture. Najčešća vrijednost sadržaja lakopristupačnog fosfora u tlu iznosila je preko 40 mg 100g⁻¹ tla kod svih kultura (Tablica 40).

3.3.7. Sadržaj kalija (AL-K₂O) u tlu

Tablica 41. Sadržaj kalija (AL-K₂O) u uzorcima tla za preporuke gnojidbe jednogodišnjih kultura

| AL-K ₂ O | prosjek | min | max | KV% | SD | mod |
|----------------------|---------|------|-------|-----|-------|-------|
| kukuruz | 23,01 | 5,00 | 51,00 | 38 | 8,64 | 20,00 |
| šećerna repa | 23,48 | 5,49 | 51,00 | 35 | 8,20 | 20,00 |
| pšenica | 22,25 | 2,50 | 51,00 | 36 | 8,01 | 20,00 |
| soja | 22,23 | 3,60 | 51,00 | 33 | 7,40 | 20,00 |
| suncokret | 23,08 | 6,40 | 51,00 | 33 | 7,65 | 20,00 |
| uljana repica | 22,13 | 5,35 | 50,00 | 38 | 8,49 | 18,09 |
| ječam | 19,32 | 5,00 | 51,00 | 46 | 8,90 | 12,78 |
| povrće | 22,65 | 5,35 | 51,00 | 44 | 10,03 | 51,00 |
| ostalo | 20,65 | 7,40 | 51,00 | 41 | 8,56 | 14,05 |
| prosječna vrijednost | 22,09 | 5,12 | 50,89 | 38 | 8,43 | 21,77 |

Najniža prosječna vrijednost sadržaja lakopristupačnog kalija (AL-K₂O) u tlu za jednogodišnje kulture iznosila je 19,32 mg 100g⁻¹ tla u uzorcima za ječam, dok je najviša prosječna vrijednost iznosila 23,48 mg 100g⁻¹ tla u uzorcima za šećernu repu. Minimalna vrijednost sadržaja lakopristupačnog kalija u tlu iznosila je 2,50 mg 100g⁻¹ tla u uzorcima tla za pšenicu, dok je maksimalna utvrđena vrijednost iznosila 51,00 mg 100g⁻¹ tla za sve kulture osim za uljanu repicu. Koeficijent varijacije bio je neujednačen te se kretao od 33

% do 46 %, što ukazuje da je varijabilnost uzoraka bila u granicama umjerenog varijabiliteta. Neujednačenost uzoraka tla dokazuje i standardna devijacija koja se kretala od 7,40 za soju do 10,03 za povrće (Tablica 41).

Najčešća vrijednost sadržaja lakopristupačnog kalija u tlu iznosi od 12,78 mg 100g⁻¹ tla za ječam do 51,00 mg 100g⁻¹ tla za povrće (Tablica 41).

Tablica 42. Sadržaj kalija (AL-K₂O) u uzorcima tla za preporuke gnojidbe višegodišnjih kultura

| Dubina 0 – 30 cm | | | | | | |
|-----------------------------|---------|------|-------|-----|-------|-------|
| Kultura | prosjek | min | max | KV% | SD | Mod |
| vinova loza | 23,28 | 7,80 | 51,00 | 34 | 7,91 | 23,20 |
| šljiva | 21,64 | 3,80 | 51,00 | 36 | 7,83 | 17,30 |
| jabuka | 21,79 | 0,60 | 51,00 | 34 | 7,51 | 17,30 |
| višnja | 20,71 | 6,00 | 51,00 | 34 | 7,02 | 17,30 |
| lijeska | 19,56 | 5,50 | 51,00 | 34 | 6,65 | 17,30 |
| orah | 20,01 | 6,47 | 51,00 | 35 | 7,01 | 18,28 |
| breskva i nektarina | 22,29 | 6,50 | 50,00 | 29 | 6,56 | 25,17 |
| kruška | 21,81 | 5,20 | 51,00 | 37 | 7,97 | 17,30 |
| kupina i malina | 20,30 | 7,00 | 50,00 | 39 | 7,89 | 18,77 |
| marelica | 20,00 | 5,50 | 51,00 | 35 | 7,07 | 17,30 |
| trešnja | 18,96 | 7,50 | 50,00 | 39 | 7,48 | 17,30 |
| ostalo | 20,90 | 9,25 | 51,00 | 39 | 8,09 | 25,17 |
| lucerna i DTS | 22,77 | 5,00 | 51,00 | 39 | 8,83 | 19,52 |
| lavanda | 20,86 | 7,90 | 44,19 | 33 | 6,82 | 22,20 |
| prosječna vrijednost | 21,06 | 6,00 | 50,30 | 36 | 7,47 | 19,53 |
| Dubina 30 – 60 cm | | | | | | |
| Kultura | prosjek | min | max | KV% | SD | Mod |
| vinova loza | 17,46 | 5,80 | 51,00 | 34 | 5,86 | 17,30 |
| šljiva | 17,52 | 3,30 | 51,00 | 36 | 6,33 | 15,33 |
| jabuka | 17,28 | 4,50 | 51,00 | 36 | 6,16 | 16,80 |
| višnja | 16,77 | 3,94 | 47,79 | 35 | 5,90 | 16,80 |
| lijeska | 16,15 | 4,30 | 51,00 | 37 | 5,90 | 17,30 |
| orah | 16,35 | 3,50 | 51,00 | 36 | 15,87 | 17,30 |
| breskva i nektarina | 17,40 | 5,20 | 47,60 | 33 | 5,68 | 16,80 |
| kruška | 17,66 | 5,20 | 51,00 | 35 | 6,24 | 17,80 |
| kupina i malina | 16,04 | 4,51 | 40,91 | 37 | 5,93 | 11,39 |
| marelica | 16,25 | 4,30 | 51,00 | 38 | 6,11 | 17,30 |
| trešnja | 15,81 | 5,00 | 50,00 | 44 | 6,91 | 13,40 |
| ostalo | 17,36 | 5,00 | 51,00 | 44 | 7,62 | 16,31 |
| lavanda | 17,63 | 7,00 | 38,00 | 33 | 5,84 | 24,18 |
| prosječna vrijednost | 16,90 | 4,73 | 48,64 | 37 | 6,18 | 16,77 |

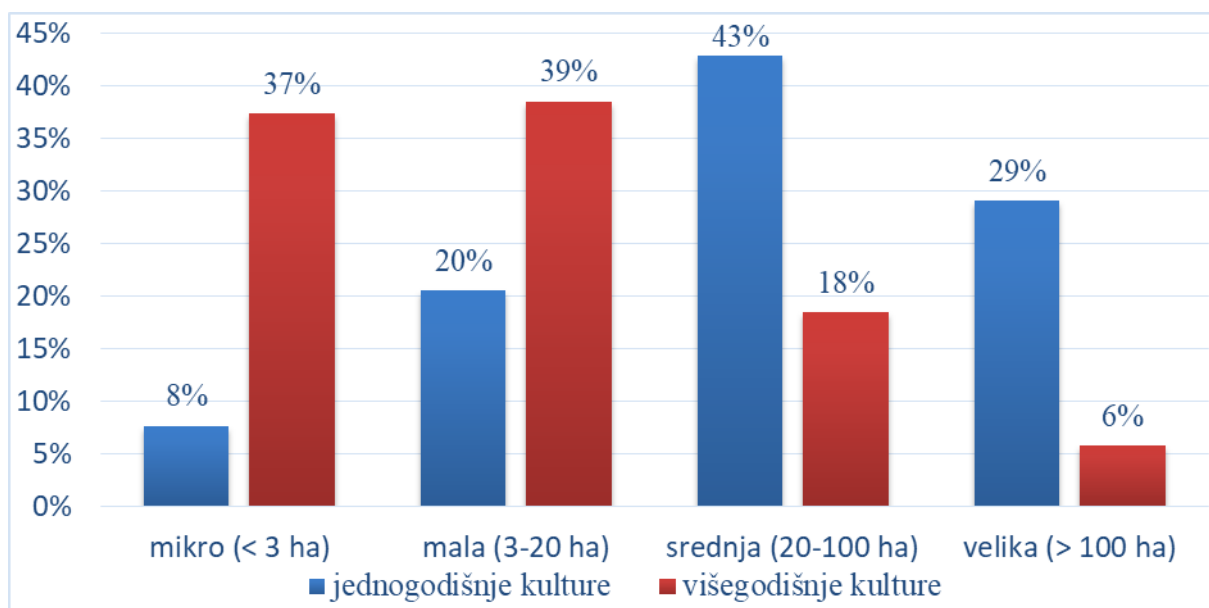
Najniža prosječna vrijednost uzoraka tla na dubini od 0 do 30 cm za višegodišnje kulture iznosila je $18,96 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla u uzorcima tla za trešnju, dok je najviša prosječna vrijednost utvrđena u uzorcima tla za vinograd $23,28 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla. Minimalna vrijednost sadržaja lakopristupačnog kalija u tlu utvrđena je u uzorcima tla za jabuku $0,60 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla, dok je maksimalna vrijednost iznosila više od $51,00 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla kod većine zastupljenih kultura. Koeficijent varijacije bio je neujednačen te se kretao od 29 % do 39 % što ukazuje da je varijabilnost uzoraka tla bila umjerena. Neujednačenost uzoraka tla dokazana je i kroz standardnu devijaciju koja se kretala od 6,56 za breskvu i nektarinu do 8,83 za lucernu i djetelinsko travne smjese. Najčešća vrijednost sadržaja lakopristupačnog kalija u tlu iznosila je od $17,30 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla za šljivu, jabuku, višnju, krušku, marelicu i trešnju do $25,17 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla za breskvu i nektarinu te ostale manje zastupljene kulture (Tablica 42).

Prosječne vrijednosti sadržaja lakopristupačnog kalija za uzorke tla na dubini od 30 do 60 cm kretale su se od $15,81 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla za trešnju do $17,66 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla za krušku. Minimalni sadržaj lakopristupačnog kalija u tlu iznosio je $3,30 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla u uzorcima tla za šljivu, dok je maksimalni iznosio $51,00 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla za većinu kultura. Koeficijent varijacije kretao se od 33 % tla za breskvu i nektarinu do 44 % za trešnju i ostale manje zastupljene kulture, što ukazuje na umjerenu varijabilnost uzoraka tla. Neujednačenost uzoraka tla dokazuje i vrijednost standardne devijacije koja se kretala od 5,68 za breskvu i nektarinu, sve do 7,62 za ostale manje zastupljene kulture. Najčešća vrijednost sadržaja lakopristupačnog kalija u tlu iznosila je od $13,40 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla za trešnju do $24,18 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla za lavandu (Tablica 42).

3.4. Socio-ekonomska analiza

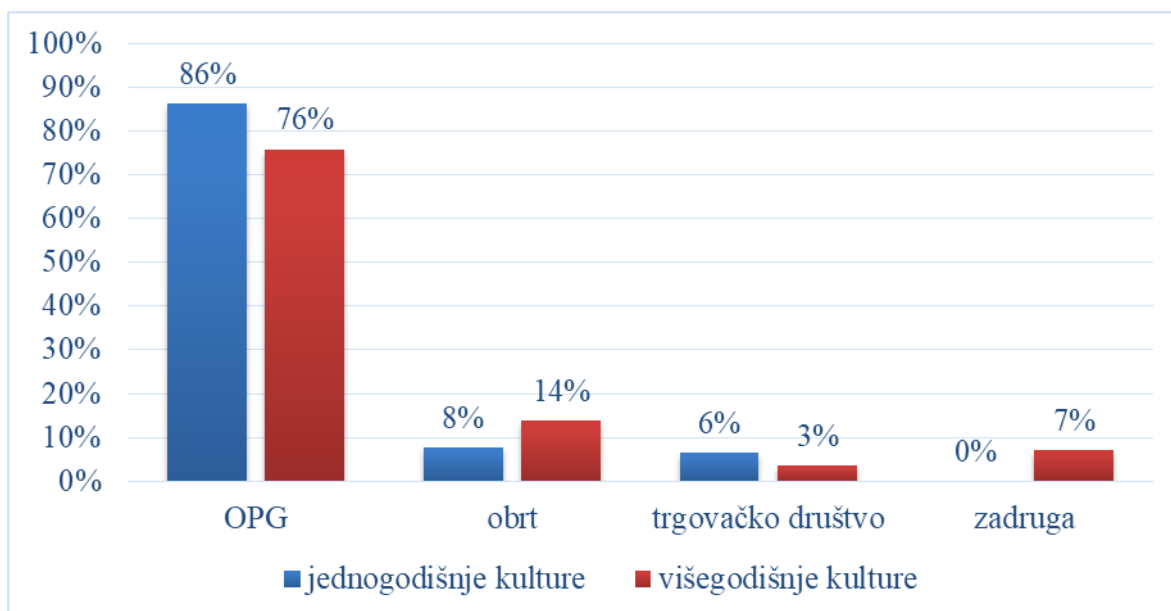
Istraživanje je provedeno na ukupnom broju od 500 ispitanika putem terenske ankete na reprezentativnom uzorku određenom putem pomoću statističkog kalkulatora uzoraka. Anketiranje je provedeno osobnim kontaktom s ispitanicima koji su pristali na sudjelovanje u anonimnoj anketi.

Kod anketiranih proizvođača jednogodišnjih kultura najviše su zastupljena srednja gospodarstva (43 %), zatim slijede velika gospodarstva (29 %), nakon toga mala gospodarstva (20 %) i na kraju mikro gospodarstva (8 %). Kod proizvođača višegodišnjih kultura slična je distribucija zastupljenosti mikro i malih gospodarstava koja zajedno čine 76 % gospodarstava, zatim slijede srednja gospodarstva (18 %) i na kraju velika gospodarstva (6 %), što je prikazano u Grafikonu 10.

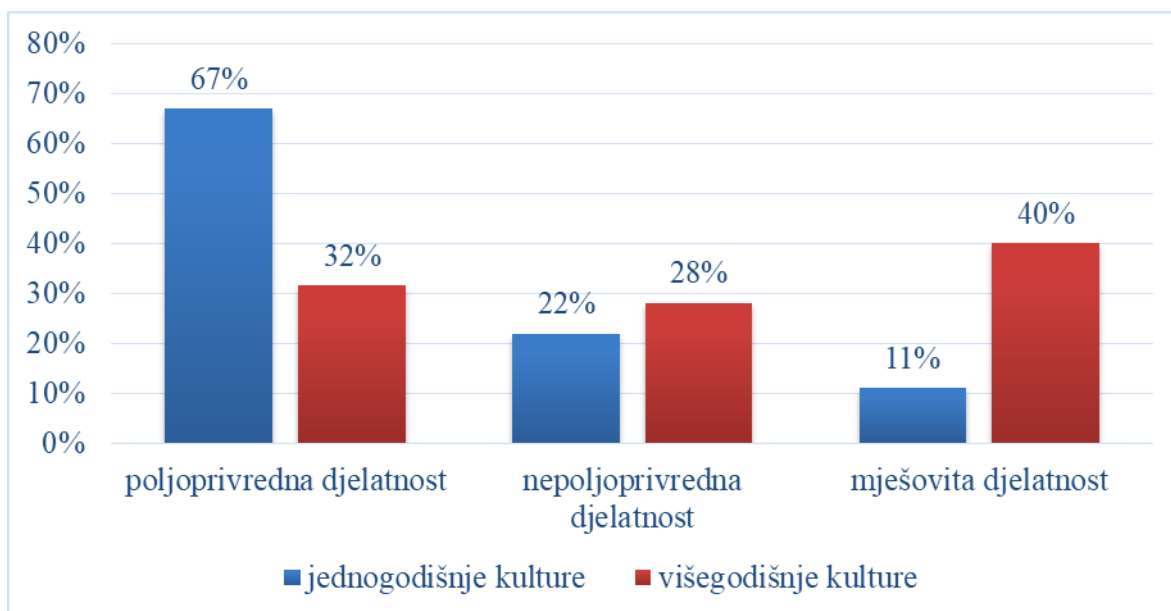


Grafikon 10. Struktura gospodarstava prema veličini i prema vrsti biljne proizvodnje

Prema organizacijskom obliku najzastupljenija su obiteljska poljoprivredna gospodarstva čiji udio kod jednogodišnjih kultura iznosi 86 %, a kod višegodišnjih 76 %. Obrti su zastupljeniji kod višegodišnjih kultura (14 %), a u odnosu na jednogodišnje (8 %). Zadruge su kod proizvođača višegodišnjih kultura bile zastupljene samo sa 7% dok ih u kategoriji jednogodišnjih kultura nije ni bilo. Zastupljenost trgovačkih društava je nešto veća kod jednogodišnjih kultura s udjelom od 6 %, u odnosu na višegodišnje kulture (3 %) (Grafikon 11).



Grafikon 11. Zastupljenost gospodarstava prema organizacijskom obliku i prema vrsti biljne proizvodnje

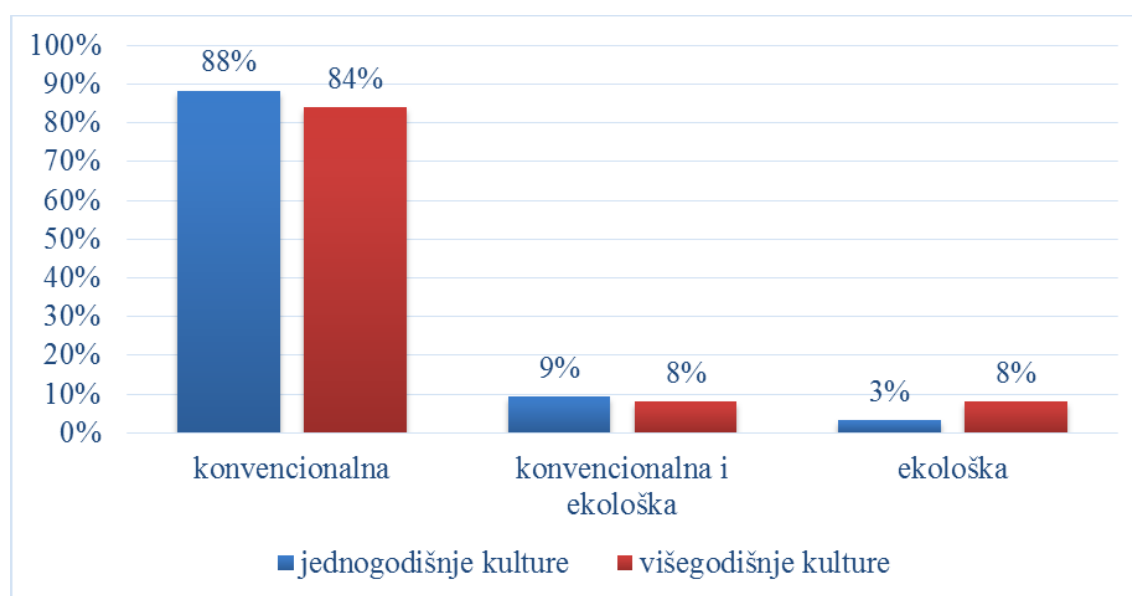


Grafikon 12. Zastupljenost gospodarstava prema izvorima prihoda i prema vrsti biljne proizvodnje

Radni status nositelja gospodarstava bio je ostvaren kroz regulirani radni odnos u poljoprivrednoj djelatnosti kod 67 % gospodarstava s proizvodnjom jednogodišnjih kultura i 32 % u kategoriji proizvodnje višegodišnjih kultura. Nositelji gospodarstava koji ostvaruju pretežite prihode u nepoljoprivrednoj djelatnosti bili su zastupljeni kod jednogodišnjih kultura 22 % a kod višegodišnjih kultura 28 %. Gospodarstva koja ostvaruju podjednak prihod u poljoprivredi i nepoljoprivredi kod jednogodišnjih kultura

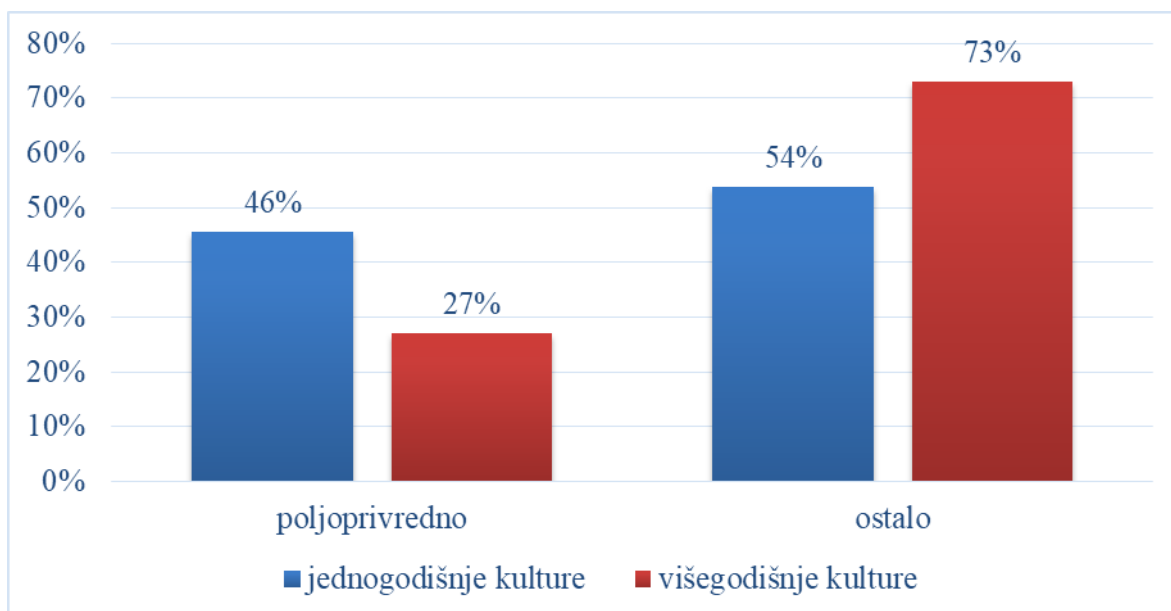
bila su zastupljena s 11 %, dok je u kategoriji višegodišnjih kultura takvih gospodarstava 40 % (Grafikon 12).

Među analiziranim anketiranim gospodarstvima konvencionalna proizvodnja dominira i kod jednogodišnjih kultura (88 %) i kod višegodišnjih kultura (84 %). Ekološka poljoprivreda nešto je zastupljenija kod gospodarstava s višegodišnjim kulturama (8 %) u odnosu na gospodarstva koja se bave pretežno uzgojem jednogodišnjih kultura (3 %). Mješovita kategorija proizvodnje, koja ima i konvencionalnu i ekološku proizvodnju, bila je podjednako zastupljena i kod gospodarstava s jednogodišnjim kulturama (9 %) i s višegodišnjim kulturama (8 %) (Grafikon 13).

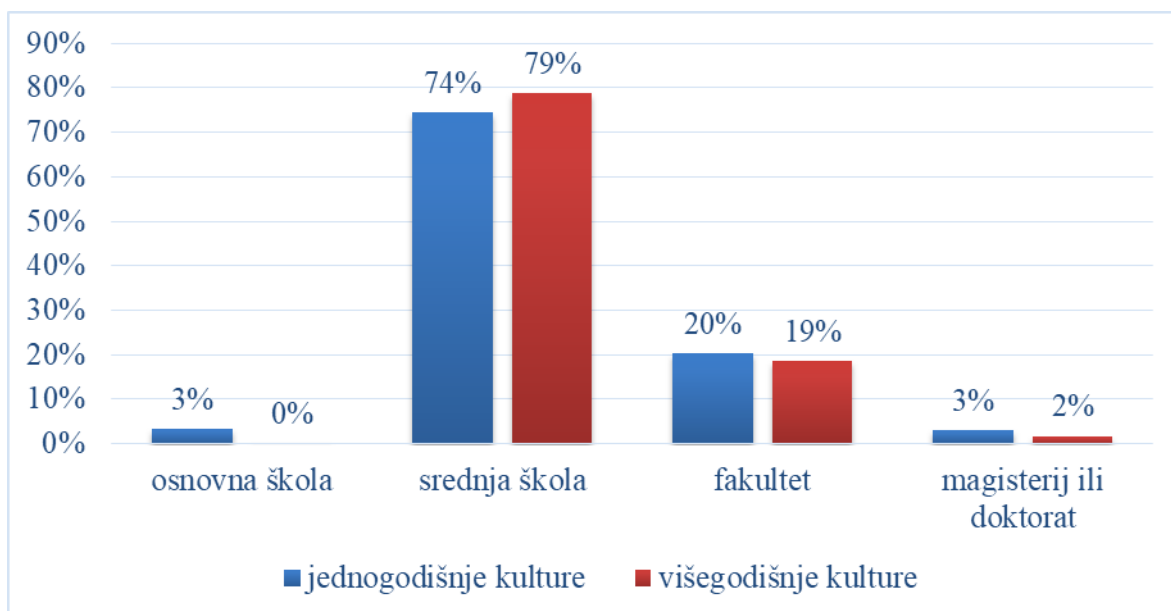


Grafikon 13. Zastupljenost gospodarstava prema tipu proizvodnje i prema vrsti biljne proizvodnje

Prema Grafikonu 14, vidljivo je da većina nositelja nema završeno poljoprivredno obrazovanje kod obje ispitivane skupine gospodarstava (vrste biljne proizvodnje). Poljoprivredno obrazovanje kod gospodarstava s jednogodišnjim kulturama ima 46 % nositelja gospodarstva, a kod višegodišnjih tek 27 % (Grafikon 14).



Grafikon 14. Zastupljenost anketiranih nositelja gospodarstva prema obrazovanju nositelja i vrsti biljne proizvodnje

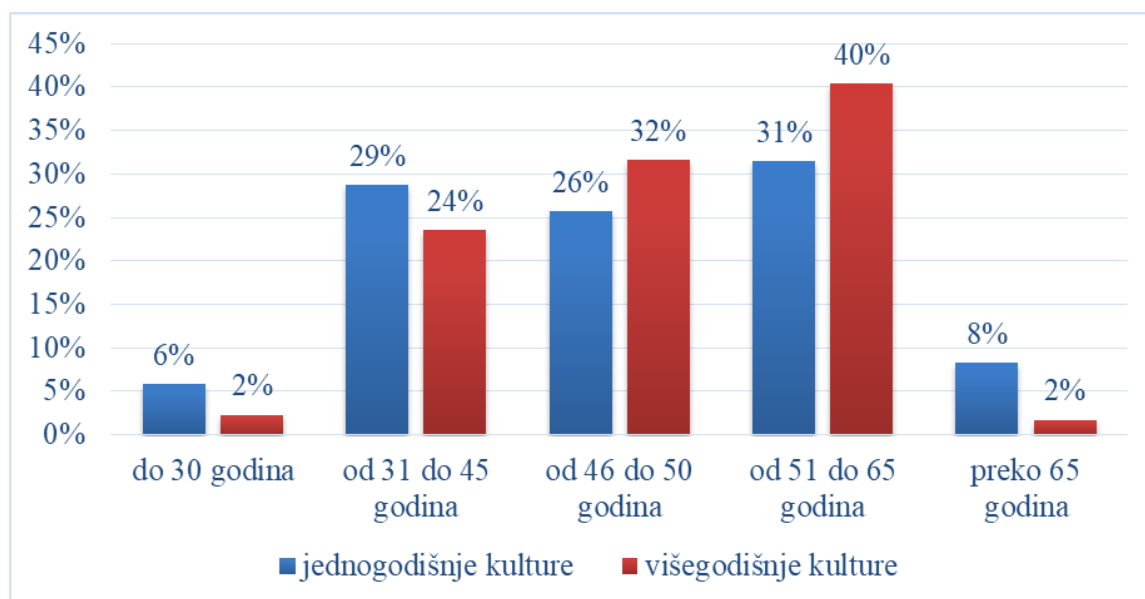


Grafikon 15. Zastupljenost anketiranih nositelja gospodarstva prema stručnoj spremi i vrsti biljne proizvodnje

Prema odgovorima na pitanje o završenoj stručnoj spremi nositelja gospodarstava u obje kategorije biljne proizvodnje prevladava srednja škola (74 % i 79 %), fakultetsko obrazovanje ima 20 % vlasnika gospodarstava s proizvodnjom jednogodišnjih kultura, i 19 % nositelja gospodarstva s proizvodnjom višegodišnjih kultura; magisterij ili doktorat ima 3 % vlasnika gospodarstava u kategoriji jednogodišnjih kultura i 2 % vlasnika

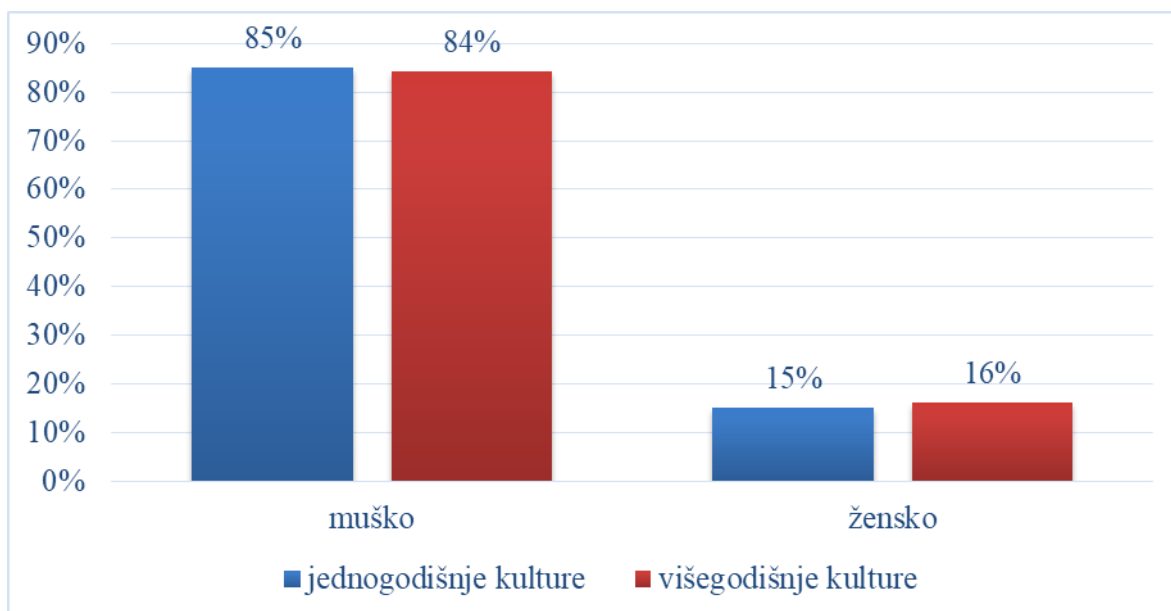
gospodarstava u kategoriji višegodišnjih kultura. Samo osnovno obrazovanje ima 3 % vlasnika gospodarstava s jednogodišnjim kulturama, dok u kategoriji višegodišnjih kultura nije bilo nositelja gospodarstva sa završenom samo osnovnom školom (Grafikon 15).

Životna dob anketiranih nositelja gospodarstava u obje kategorije biljne proizvodnje pokazuje najveću zastupljenost između 51 i 65 god. starosti, pri čemu su proizvođači višegodišnjih kultura te životne dobi nešto više zastupljeni od nositelja gospodarstava s proizvodnjom jednogodišnjih kultura (40 %, odnosno 31 %). Nositelji gospodarstava u starosnim grupama od 30 do 50 godina približno su ravnomjerno zastupljeni u obje vrste biljne proizvodnje, dok su starosne skupine najmlađih (jednogodišnje kulture 6 %, višegodišnje kulture 2%) i najstarijih (jednogodišnje kulture 8 %, višegodišnje kulture 2 %) slabo zastupljene među ispitanim nositeljima gospodarstva (Grafikon 16).

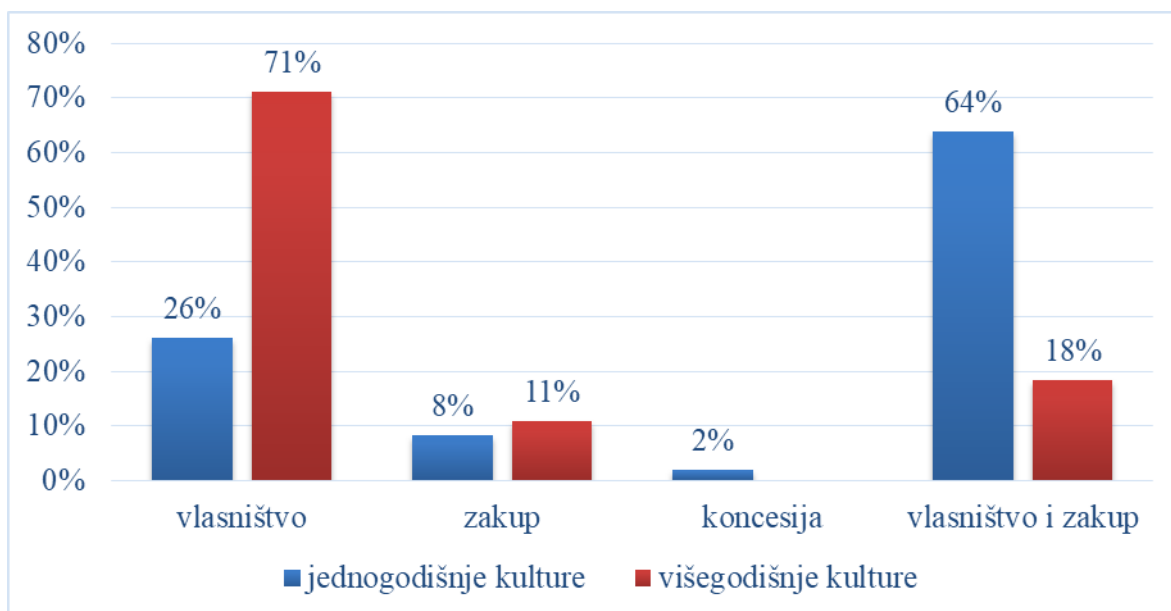


Grafikon 16. Zastupljenost anketiranih nositelja gospodarstva prema starosnoj dobi i vrsti biljne proizvodnje

Ustanovljena je vrlo slična zastupljenost nositelja gospodarstava prema spolu, i to u obje kategorije biljne proizvodnje. Kod nositelja gospodarstva s proizvodnjom jednogodišnjih kultura 85 % su muškarci, a tek 15 % su žene. Kod proizvodnje višegodišnjih kultura su 84 % anketiranih nositelja gospodarstava muškarci, a 16 % nositelja gospodarstva su žene (Grafikon 17).



Grafikon 17. Zastupljenost anketiranih nositelja prema spolu i prema vrsti biljne proizvodnje

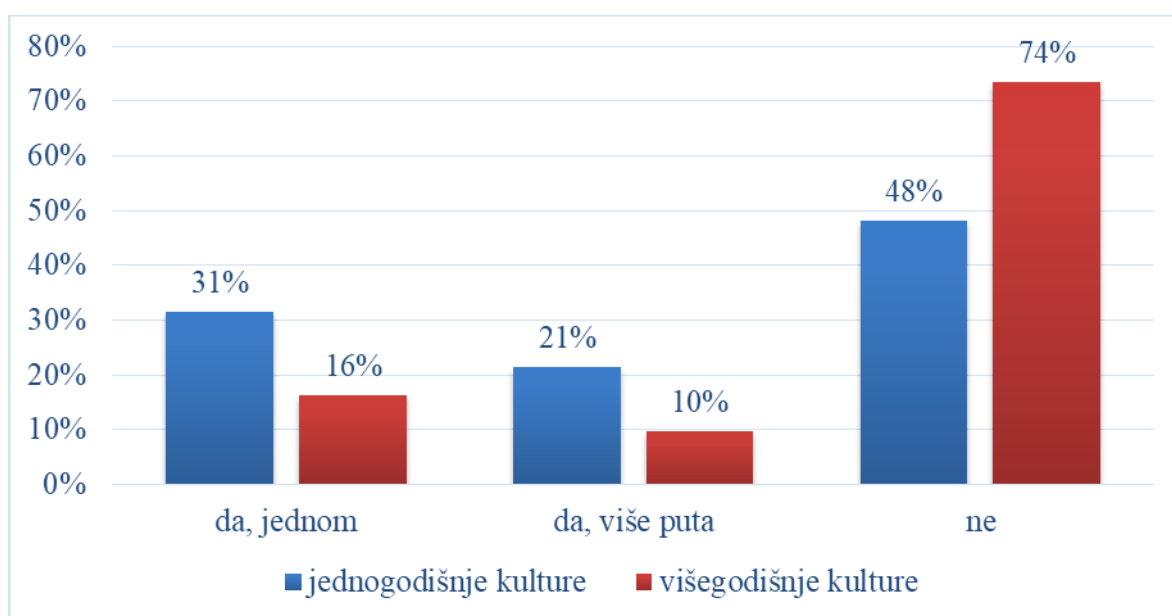


Grafikon 18. Zastupljenost anketiranih nositelja gospodarstva prema vlasništvu zemljišta i vrsti biljne proizvodnje

Dobiveni odgovori na pitanje o vlasništvu poljoprivrednog zemljišta koje koristi pojedino gospodarstvo pokazuju da je kod gospodarstava s proizvodnjom jednogodišnjih kultura najviše zastupljena kategorija vlasništva i zakupa (64 %), dok je varijanta samo vlastito zemljište slabije zastupljena (26 %); zakup i koncesija su bile slabo zastupljene kategorije. Kod gospodarstava koje se bave višegodišnjim kulturama zastupljenost pojedinih odgovora

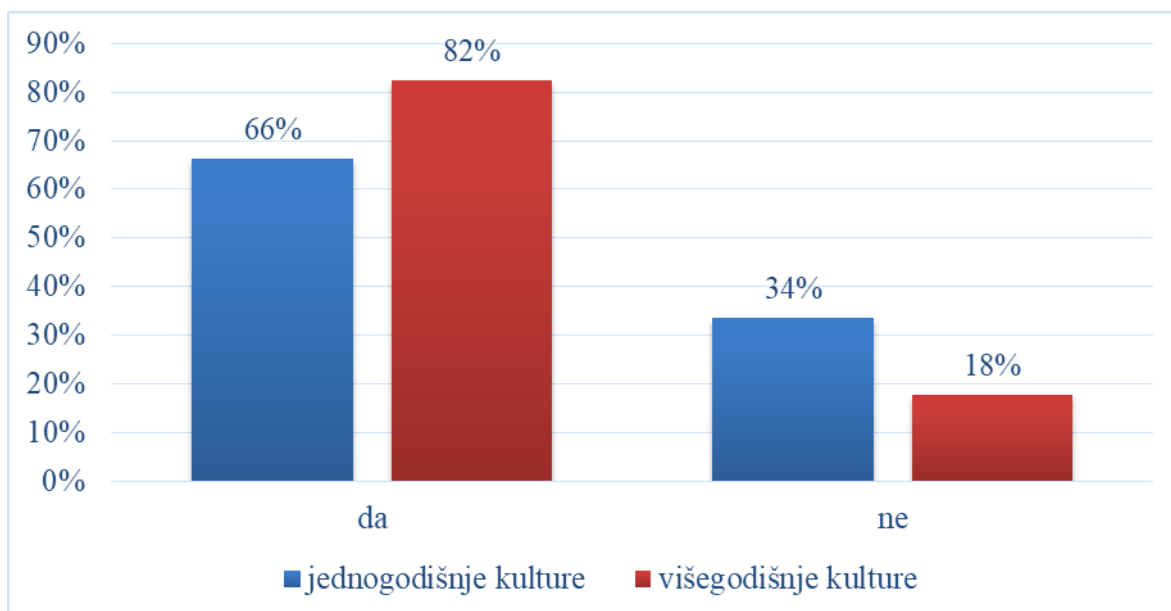
je obrnuta, najviše je zastupljena kategorija vlasništva (71 %), zatim kategorija vlasništvo i zakup (18 %), te najmanje zakup (11 %) (Grafikon 18).

Prema dobivenim podacima iz ankete, ponavljanje analize tla više su provodila gospodarstva s jednogodišnjim kulturama. Pri čemu je u toj kategoriji biljne proizvodnje 31 % ispitivanih gospodarstava jednom ponovilo analizu tla, 21 % navedenih gospodarstava provelo je analizu tla više puta, a 48 % gospodarstava nije nijednom ponovilo analizu tla. Gospodarstva s višegodišnjim kulturama koja su ponovila analizu tla samo jedanput zastupljena su sa 16 %, dok je 10 % ispitanih gospodarstava napravilo analizu tla više puta, međutim čak 74 % gospodarstava nije više provodilo analizu tla (Grafikon 19).



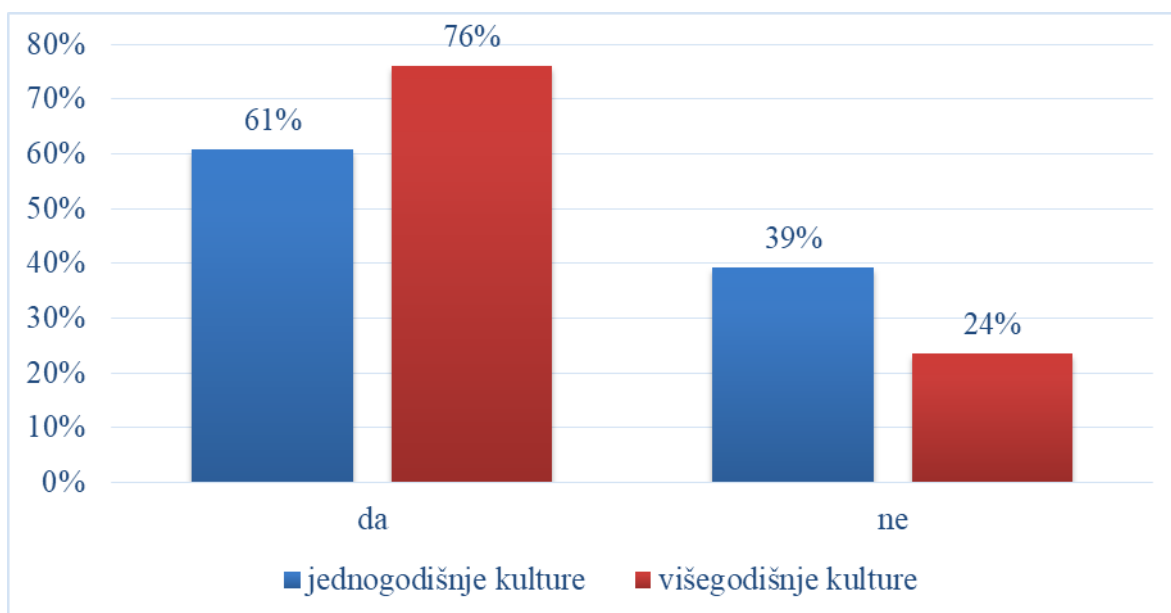
Grafikon 19. Učestalost provođenja analize tla kod anketiranih proizvođača jednogodišnjih odnosno višegodišnjih kultura

Rezultati analize tla bili su većinom razumljivi proizvođačima jednogodišnjih kultura (66 %) kao i proizvođačima višegodišnjih kultura (82 %), međutim značajan postotak anketiranih proizvođača kako za jednogodišnje kulture (34 %), tako i za višegodišnje kulture (18 %) izjavljuje da nisu razumjeli rezultate analize tla (Grafikon 20).



Grafikon 20. Razumijevanje rezultata analize tla kod anketiranih proizvođača jednogodišnjih odnosno višegodišnjih kultura

Slično prethodnom, dobivene preporuke gnojidbe bile su većinom razumljive proizvođačima jednogodišnjih kultura (61 %) odnosno višegodišnjih kultura (76 %). Također, ističe se značajan postotak anketiranih nositelja gospodarstava kako za jednogodišnje kulture (39 %) tako i za višegodišnje kulture (24 %), koji izjavljuju da nisu razumjeli dobivene preporuke gnojidbe (Grafikon 21).



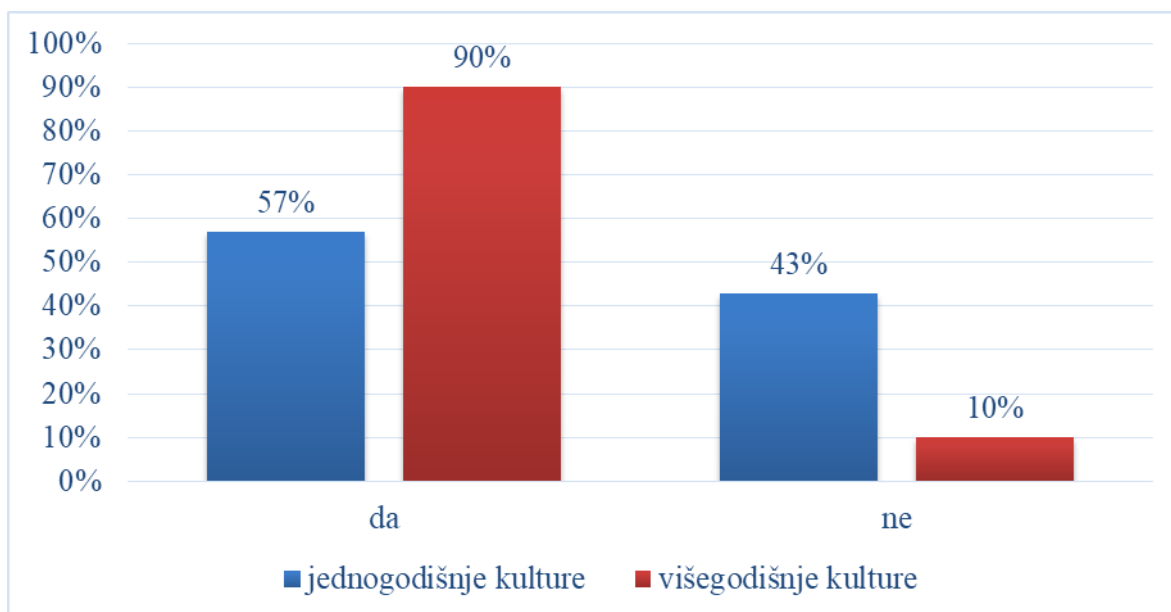
Grafikon 21. Razumijevanje preporuke gnojidbe kod anketiranih proizvođača jednogodišnjih odnosno višegodišnjih kultura

Preporuku gnojidbe primijenilo je 57 % anketiranih nositelja gospodarstava s proizvodnjom jednogodišnjih kultura, što je uočljivo manje u usporedbi s 90 %

proizvođača višegodišnjih kultura. Shodno tome, veći dio proizvođača jednogodišnjih kultura (43 %), te manji dio u kategoriji višegodišnjih kultura (10 %) nisu primijenili dobivenu preporuku gnojidbe (Grafikon 22).

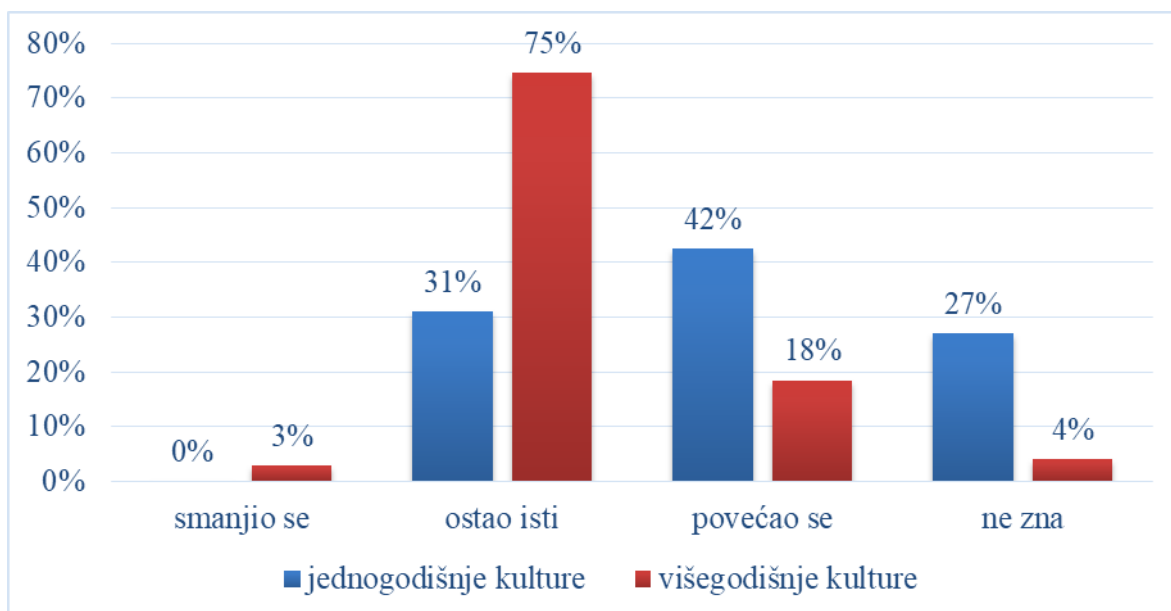
Razlozi neprimjenjivanja preporuke gnojidbe su slijedeći:

- analiza tla je napravljena samo zbog zakonske odredbe - Zakon o poljoprivrednom zemljištu
- financijski neodrživa proizvodnja zbog potrebe veće gnojidbe i većeg udjela troškova proizvodnje u strukturi ukupnih troškova
- nisu znali primijeniti preporuku
- tradicionalna proizvodnja (nastavili su raditi po uobičajenom modelu)

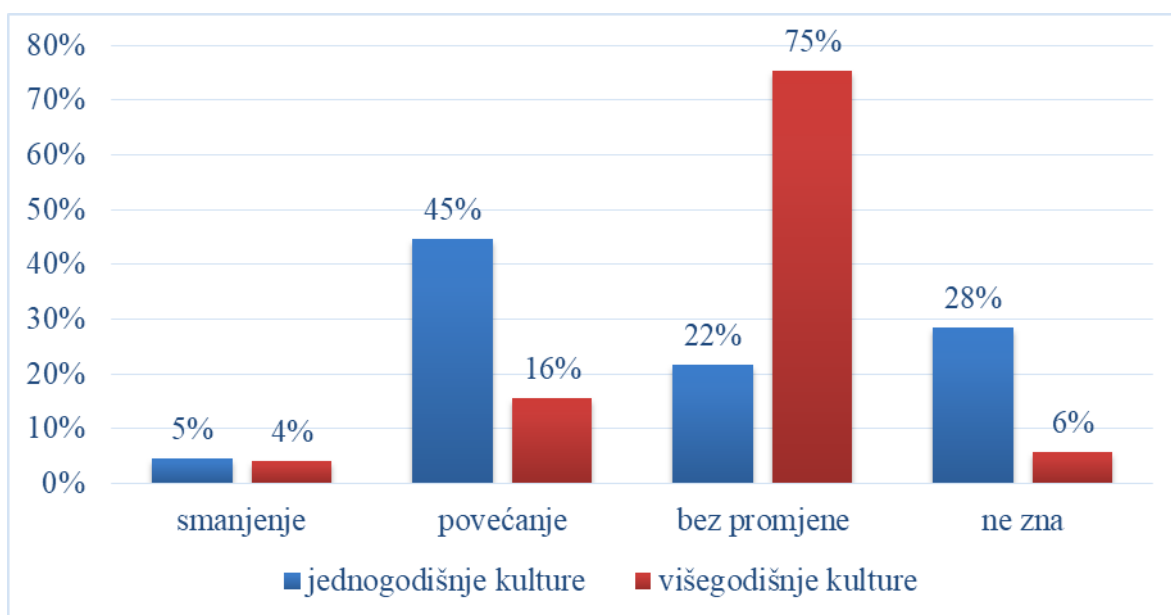


Grafikon 22. Primjena dobivene preporuke gnojidbe za potrebe proizvodnje jednogodišnjih odnosno višegodišnjih kultura

Utjecaj preporuke gnojidbe na prinos prema mišljenju ispitanika u cjelini nije bio značajan. Kod jednogodišnjih kultura povećao se na 42 % anketiranih gospodarstava, kod 31 % gospodarstava ostao je isti, dok 27 % gospodarstava nema saznanja o povećanju prinosa zbog preporuke gnojidbe. Vlasnici višegodišnjih kultura, njih 75 % smatra da je prinos ostao isti, 18 % da se prinos povećao, 4 % ne zna koji je utjecaj, te 3 % ispitanika smatra da se smanjio (Grafikon 23).



Grafikon 23. Stavovi anketiranih nositelja gospodarstva o utjecaju primijenjene preporuke gnojidbe na prinos jednogodišnjih odnosno višegodišnjih kultura

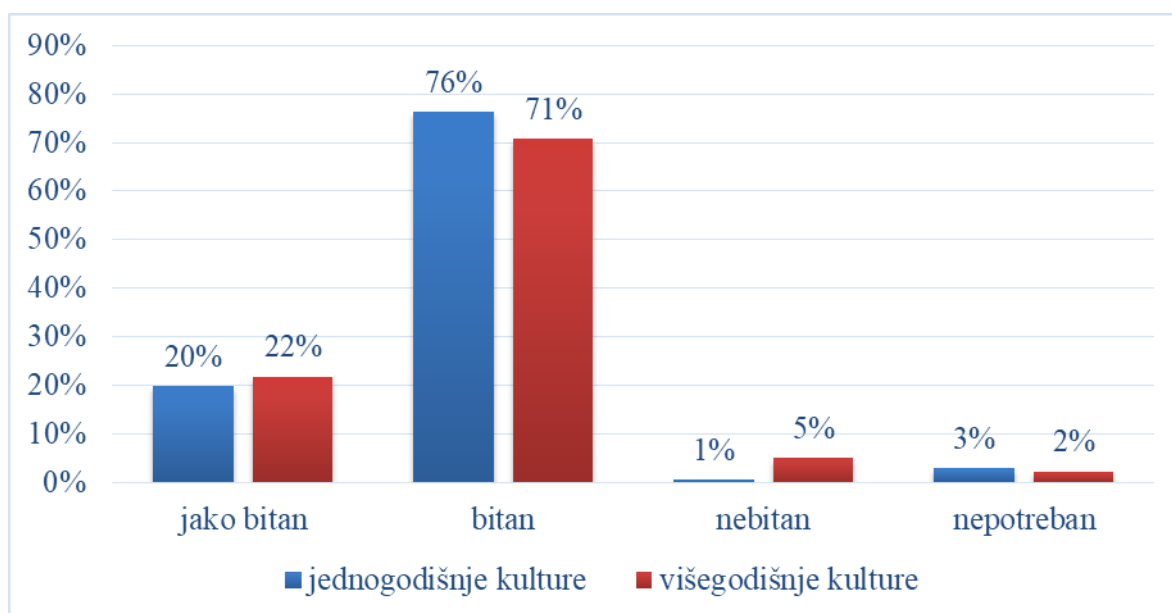


Grafikon 24. Stavovi anketiranih nositelja gospodarstva o utjecaju gnojidbene preporuke na financijski rezultat proizvodnje jednogodišnjih odnosno višegodišnjih kultura

Anketirani nositelji gospodarstva različito su procijenili utjecaj preporuke gnojidbe na financijski rezultat proizvodnje. Kod vlasnika jednogodišnjih kultura najviše je odgovora zastupljeno u kategoriji povećanja financijskog rezultata (45 %), zatim slijedi kategorija koja ne može ocijeniti financijski rezultat na osnovu preporuke gnojidbe (28 %), bez promjena u financijskom rezultatu smatra 22 % ispitanika, te je najmanje zastupljena kategorija smanjenja financijskog rezultata (5 %). Kod nositelja gospodarstava s

proizvodnjom višegodišnjih kultura najviše je bila zastupljena kategorija bez promjena financijskog rezultata (75%), zatim slijedi kategorija s povećanjem financijskog rezultata (16 %), potom kategorija korisnika koji ne mogu ocijeniti financijski rezultat, a zastupljena je sa 6 %, dok je smanjen financijski rezultat istaklo 4 % ispitanih nositelja gospodarstva (Grafikon 24).

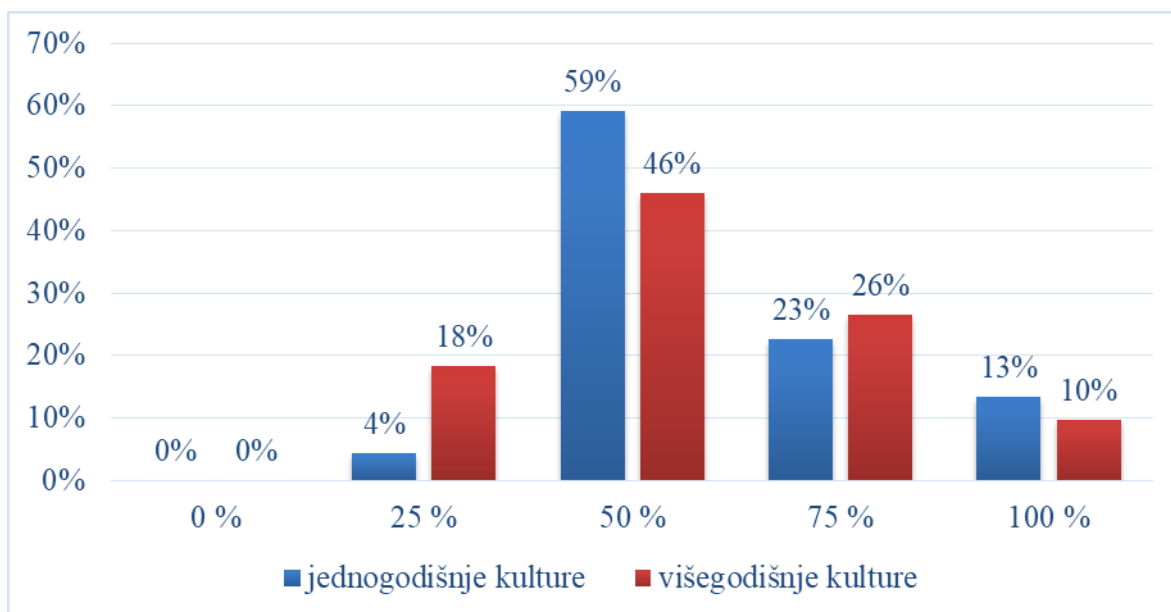
Anketirani nositelji gospodarstava izjasnili su se o važnosti sufinanciranja analize tla na način da je za 20 % vlasnika jednogodišnjih kultura i 22 % vlasnika višegodišnjih kultura iznos subvencija jako bitan, zatim 76 % vlasnika jednogodišnjih kultura i 71 % vlasnika višegodišnjih kultura iznos subvencija smatraju bitnim, slijedi 1% vlasnika jednogodišnjih kultura i 5 % vlasnika višegodišnjih kultura za koje je iznos subvencija nebitan, i na kraju 3 % vlasnika jednogodišnjih kultura i 2 % vlasnika višegodišnjih kultura smatraju subvenciju analize tla nepotrebnom (Grafikon 25).



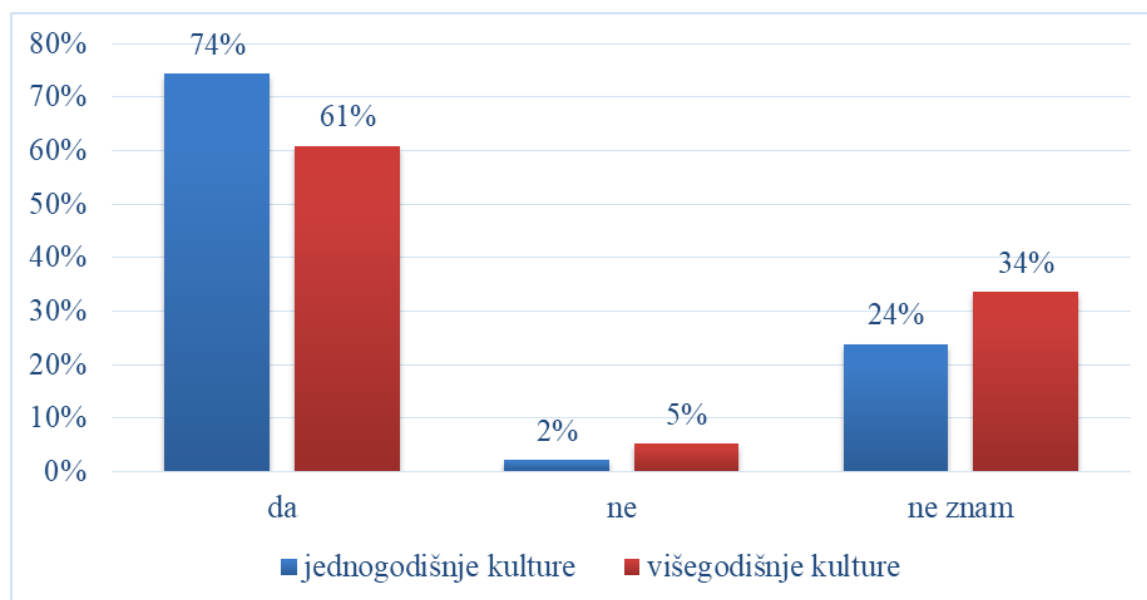
Grafikon 25. Stavovi anketiranih nositelja gospodarstva o značaju sufinanciranja analize tla za proizvodnju jednogodišnjih odnosno višegodišnjih kultura

Anketirani nositelji gospodarstva izjasnili su se također i o visini sufinanciranja analize tla, gdje je 4 % proizvođača jednogodišnjih kultura i 18 % u kategoriji proizvođača višegodišnjih kultura smatralo da bi iznos subvencije trebao iznositi 25 % od pune cijene analize tla, zatim je 59 % proizvođača jednogodišnjih kultura i 46 % proizvođača višegodišnjih kultura smatralo da bi iznos subvencije trebao iznositi 50 % od cijene analize tla, slijedi 23 % proizvođača jednogodišnjih kultura i 26% proizvođača višegodišnjih

kultura koji smatraju da bi iznos subvencije trebao biti 75 % od cijene analize tla, i na kraju 13 % proizvođača jednogodišnjih kultura i 10 % proizvođača višegodišnjih kultura misli da bi iznos subvencije trebao iznositi 100 % od pune cijene analize tla (Grafikon 26).



Grafikon 26. Stavovi anketiranih nositelja gospodarstva o iznosu sufinanciranja analize tla za proizvodnju jednogodišnjih odnosno višegodišnjih kultura



Grafikon 27. Interes anketiranih nositelja gospodarstva za redovitu kontrolu plodnosti tla u proizvodnji jednogodišnjih odnosno višegodišnjih kultura

Prema ukupnim rezultatima ankete, zainteresiranost ispitanih nositelja gospodarstava za redovitu analizu tla je velika. Čak 74 % proizvođača jednogodišnjih kultura i 61 %

proizvođača višegodišnjih kultura zainteresirani su za sudjelovanje u redovitoj kontroli plodnosti tla. Vrlo mali broj ispitanika u kategoriji proizvođača jednogodišnjih kultura (2 %), kao i višegodišnjih kultura (5 %) izjavljuju da nisu zainteresirani za redovitu kontrolu plodnosti tla, dok relativno veliki broj ispitanika nema određeno mišljenje o tom pitanju (24 % kod jednogodišnjih kultura i 34 % kod višegodišnjih kultura) (Grafikon 27).

4. RASPRAVA

Poznavanje različitih svojstava tla u okolišu predstavlja temelj za registriranje promjena u i na zemljištu uslijed različitih procesa, kao što je npr. erozija. Također, omogućava i procjenu stupnja degradacije antropogenog porijekla te usporedbu različitih lokaliteta (Robinson i sur., 2017.) na većim ili manjim područjima. Prema istim autorima, razumijevanje stanja i promjena u tlu nastalih uslijed klimatskih promjena i načina korištenja, predstavlja najveći izazov sadašnjih i budućih generacija.

Prostorni raspored lokacija uzorkovanja tla

U prvom dijelu disertacije prikazano je stanje plodnosti obradivih površina na području pet županija istočne Hrvatske, na kojima je tijekom 14 godina vršena kontrola plodnosti tla sa svrhom izrade gnojidbenih preporuka za velik broj jednogodišnjih i višegodišnjih kultura. Istočna Hrvatska (Kurnoga Živadinović, 2007.) podijeljena je na pet županija, a u njihovom sastavu je evidentirano 31 555 poljoprivrednih gospodarstava, te 541 332 ha korištenih poljoprivrednih površina. Prema podacima Državnog zavoda za statistiku, u 2017. godini najveća je korištena poljoprivredna površina bila u Osječko-baranjskoj županiji i iznosi 212 713 ha, slijedi ju Vukovarsko-srijemska sa 130 605 ha, te Virovitičko-podravska s 83 175 ha, zatim Brodsko-posavska županija sa 70 026 ha, dok je najmanja korištena poljoprivredna površina bila u Požeško-slavonskoj županiji s 44 813 ha (DZS, 2017.). U disertaciji su prikazani rezultati provođenja projekata kontrole plodnosti, odnosno analize tla u razdoblju od 2003. do 2016. godine. Projekte je vodio Zavod za tlo, koji se sada nalazi u sklopu Hrvatske agencije za poljoprivredu i hranu. Tijekom 14 godina trajanja projekata u svih pet županija istočne Hrvatske terenskim radom prikupljeno je, te u laboratoriju analizirano 40 809 uzoraka tla s ciljem izrade gnojidbenih preporuka (Tablice 2 i 3, Grafikon 4).

U Osječko-baranjskoj županiji obrađen je za jednogodišnje kulture 21 981 uzorak tla s ukupnom površinom od 85 262 ha, u Vukovarsko-srijemskoj županiji 2 321 uzorak tla na 9 817 ha, u Brodsko-posavskoj županiji 415 uzoraka tla na 1 227 ha, u Požeško-slavonskoj županiji 143 uzorka tla na 689 ha, a u Virovitičko-podravskoj županiji samo 85 uzoraka tla na 351 ha korištene poljoprivredne površine. Ukupno je analizirano 15 864 uzorka tla za

jednogodišnje kulture čime je obuhvaćeno 97 346 ha korištenih poljoprivrednih površina (Tablice 2 i 4; Slika 5). Za višegodišnje kulture najveći broj uzoraka tla analiziran je također u Osječko-baranjskoj županiji i to 10 039 uzoraka tla na 13 043 ha, zatim u Vukovarsko-srijemskoj županiji 3 375 uzoraka na 2 892 ha, u Brodsko-posavskoj županiji 1 399 uzoraka na 1 080 ha, u Virovitičko-podravskoj županiji 1 042 uzoraka na 722 ha, a u Požeško-slavonskoj županiji samo 9 uzoraka na 34 ha korištene poljoprivredne površine. Ukupno, 15 864 uzoraka tla analizirano je za potrebe izračuna gnojidbenih preporuka za višegodišnje kulture na 17 770 ha u svih pet županija (Tablica 3 i 5; Slika 6). Prostorni raspored uzoraka tla (Slika 7 i 8) prikazuje zastupljenost uzoraka tla prema mjestu uzorkovanja (lokaciji) gdje je najviše zastupljena Osječko-baranjska županija s 27 345 lokacija uzorkovanja što iznosi 82,09 %, zatim slijedi Vukovarsko-srijemska županija s 5 696 lokacija (12,21 %), Brodsko-posavska županija s 1 814 lokacija (3,39 %), Virovitičko-podavska županija sa 1 127 lokacija uzoraka tla (1,84 %), dok je najmanji broj lokacija uzoraka tla bio u Požeško-slavonskoj županiji (152 lokacija odnosno 0,45 %; Grafikon 4). Slična istraživanja su malobrojna i tek nekoliko dostupnih relevantnih literaturnih izvora daju pregled stanja plodnosti tla na poljoprivrednim površinama u Republici Hrvatskoj kao i u okruženju (Milivojević i sur., 2012.; Vasin i sur., 2006.; Nešić i sur., 2008.). Sustavna kontrola plodnosti tla na državnoj razini bila bi neophodna kako bi se stekli bolji preduvjeti za bolje gospodarenje tlom u cjelini, te je u skladu s principima dobre poljoprivredne prakse. Čoga i sur. (2018.) smatraju da obzirom na to da visina i kvaliteta prinosa u najvećoj mjeri ovise o opskrbljenosti tla makro i mikrohranivima nije teško sagledati značaj kontrole plodnosti tla u biljnoj proizvodnji. Također, ističu da kontrola plodnosti tla predstavlja prvi korak u ostvarenju cilja kvalitetne i rentabilne biljne proizvodnje. Sukladno svemu navedenom, i prema prikazanim podacima o broju uzoraka i broju ha površine tla koju ti uzorci predstavljaju, može se primijetiti da nisu sva područja na prostoru istočne Hrvatske jednako zastupljena u provedenim projektima te da su osim Osječko-baranjske županije ostale četiri županije bile značajno slabije uključene u projekte analize tla, što otežava donošenje generalnih zaključaka o stanju plodnosti tla u navedenim županijama.

Agrokemijski pokazatelji plodnosti tla jedan su dio širokog pojma koji se označava kao plodnost tla. Pojam plodnosti tla obuhvaća brojna fizikalna, kemijska i biološka svojstva tla kao supstrata na kojem se uzgajaju biljke. Vukadinović i Vukadinović (2011.) plodnost tla definiraju kao njegovu sposobnost za osiguranje potrebnih hraniva biljkama u dovoljnoj

količini i pogodnim omjerima, te da se efektivna plodnost najlakše određuje preko količine organske tvari koju biljka može sintetizirati na nekom tlu tijekom vegetacijskog razdoblja. Pojednostavljeno rečeno - plodnost tla ukazuje kolika je moguća produktivnost poljoprivrednog zemljišta kao i njegova pogodnost za uzgoj određenih poljoprivrednih kultura.

Prema Lončariću (2015.), rezultati analize tla mogu obuhvaćati različite podatke većeg ili manjeg utjecaja na plodnost tla. Sukladno održavanju ili popravljivanju plodnosti tla kao najvažnijem preduvjetu optimalne gnojidbe, autor definira minimalni set podataka neophodan za izračun potrebne gnojidbe. Prikazani agrokemijski pokazatelji u ovom istraživanju obuhvaćaju rezultate pH reakcije tla, hidrolitičke kiselosti, te sadržaja karbonata, sadržaj organske tvari u tlu (humus), kao i sadržaje biljci pristupačnog fosfora i kalija (P_2O_5 i K_2O). Osim iskorištenja dobivenih rezultata u svrhu optimizacije gnojidbe, pri čemu je cilj postići uravnoteženu opskrbu biljke esencijalnim hranjivim tvarima, što je jedan od najvažnijih čimbenika u povećanju prinosa (Fageria, 2001.), analizirani pokazatelji mogu predočiti stanje tla s aspekta njegove moguće degradacije. Procesi degradacije tla počeli su nezaustavljivo s počecima poljoprivrede (Bašić i Jones, 2015.). Degradacija tla dovodi do smanjene plodnosti tla te je pored erozije glavni problem u globalnoj poljoprivredi (Jianping, 1999.). Osvalde (2011.) smatra da unatoč opsežnim istraživanjima mineralne ishrane biljaka i optimizacije opskrbe usjeva neophodnim hranivima koja datiraju od 19. stoljeća do danas, još uvijek postoje kontroverze o metodama dijagnostike hraniva i primjene gnojiva u smislu optimalne produktivnosti i održivosti. Trenutno, niska plodnost tla, slaba pristupačnost hraniva u tlu, neodgovarajuće strategije gospodarenja hranivima, zajedno s nedostatkom biljnih genotipova tolerantnih na deficit i toksičnost hraniva, glavne su prepreke koje doprinose nesigurnosti hrane, neishranjenosti i degradaciji ekosustava (Osvalde, 2011.). Sukladno tomu, dinamičku potrebu hraniva karakterizira veća učinkovitost korištenja hraniva kod visoke razine agrotehnike i ona uključuje priming i humat efekt, te genetska svojstva biljne vrste s obzirom na efikasnost usvajanja i korištenja hraniva iz tla, kao i visoku fiziološku adaptabilnost modernih kultivara (Vukadinović i Bertić, 2013.; Vukadinović i sur., 2014.). Prema Karlen i sur. (1995.) koncept plodnosti i kvalitete tla zasniva se na tri glavne komponente: održivoj biološkoj produktivnosti, zaštiti okoliša te zdravoj biljci i životinji. Sve navedeno temelji se na poznavanju svojstava i procesa u tlu, pri čemu analiza tla daje vrijedne informacije potrebne za održivo gospodarenje tlom i cijelim agroekosustavom.

pH vrijednost tla

Reakcija tla, izražena kao pH vrijednost, pokazatelj je niza agrokemijskih (fizikalnih, kemijskih i bioloških) svojstava tla važnih za ishranu bilja (Vukadinović i Vukadinović, 2011.). pH vrijednost tla također ima značajan utjecaj na fizikalne, kemijske i biološke procese u tlu, ishranu biljaka i djelovanje gnojiva (Đurđević, 2014.). pH reakcija otopine tla je rezultat odnosa između slobodne kiseline i količina apsorbiranih kationa, karbonata i lako topljivih soli koje mogu neutralizirati kiseline (Ćirić, 1991.). Zbog izuzetne značajnosti, pH reakcija tla je jedan od osnovnih i najznačajnijih parametara pri agrokemijskom ispitivanju tla. Raspoloživost hraniva je znatno različita u tlima različite pH reakcije tla, iako ukupna količina hraniva može biti približno ili čak potpuno ista (Lončarić i Karalić, 2015.). Slabo kisela do neutralna reakcija tla (pH 6 - 7) najpovoljnije utječe na usvajanje većine hraniva, kod većine usjeva (Lončarić i sur., 2015.) čime može imati utjecaja i na konačan uspjeh biljne proizvodnje, koji u velikoj mjeri ovisi o opskrbljenosti tla makro i mikroelementima kao i njihovoj dostupnosti biljci. McCauley i sur. (2009.) smatraju da je optimalna pH vrijednost u tlu za većinu kultura oko pH 7 obzirom na ukupnu pristupačnost hraniva, što je optimalno za usjeve i mikrobiološku aktivnost tla. Prema Arshad i Martin (2002.), mnogi indikatori plodnosti tla međusobno djeluju tako da na vrijednost jednog utječe jedan ili više ostalih parametara, te je poznata velika međuovisnost između pH tla i pristupačnosti pojedinih hraniva u tlu. Poznavati reakciju tla je važan korak u procjeni kemijskog stanja tla te popravku tla visoke ili niske pH vrijednosti (Staggenborg i sur., 2007.). U rezultatima reakcije tla u ovom istraživanju prikazane su dvije varijante reakcije tla: aktualna pH vrijednost (pH u vodi) i supstitucijska (pH u KCl-u). Obzirom da pH tla analiziran u suspenziji tla i vode predstavlja trenutno stanje dobivene otopine tla, i manje je pouzdan pokazatelj za dugoročno stanje pH nekog tla o čemu u značajnoj mjeri ovisi pristupačnost hraniva, manje je pogodan za procjenu stanja tla i potreba za gnojidbom, u odnosu na tzv. supstitucijsku kiselost u uzorku tla koja je utvrđivana standardnom metodom pomoću otopine KCl. Stoga se ovdje detaljnije razmatraju samo rezultati analize pH u KCl. Prostorni raspored prosječnih vrijednosti pH za sve kulture prikazan je geostatističkom metodom kriginga na Slici 9 (u prilogu).

Uzorci tla razvrstani su u kategorije prema Soil Survey Division Staff (1993.). Vrijednosti supstitucijske kiselosti (pH_{KCl}) u uzorcima tla analiziranim za preporuke gnojidbe različitih jednogodišnjih kultura, kretala se od ultra kisele reakcije ($pH < 3,50$) u 25 uzoraka tla, ekstremno kisele reakcije ($pH 3,51-4,50$) koja je zastupljena s 5 886 uzoraka tla (24 %), izrazito kisele reakcije ($pH 4,51-5,00$) s 3 542 uzoraka tla (14 %), jako kisele pH reakcije ($pH 5,01-5,50$) s 2 716 uzoraka tla (11 %), umjereno kisele pH reakcije ($pH 5,51-6,00$) s 2 166 uzoraka tla (8 %), slabo kisele reakcije ($pH 6,01-6,50$) s 1 822 uzorka tla (7 %), ali može se istaći i veliko učešće uzoraka tla neutralne reakcije ($pH 6,51-7,30$) s 5 628 uzoraka tla (22 %), dok je slabo alkalna reakcija ($pH 7,31-7,80$) utvrđena u 3 367 uzoraka tla (13 %), te jako alkalna pH reakcija ($pH 7,81-8,40$) kod samo 68 uzoraka tla. Na temelju prikazanih vrijednosti supstitucijske pH vrijednosti tla može se reći da je kod analiziranih površina za jednogodišnje kulture prisutno ograničenje proizvodnih svojstava tla zbog niske pH vrijednosti, jer je oko 50 % analiziranih uzoraka tla imalo ekstremno kiselu do kiselu reakciju tla (raspon 3,51 -5,50). Međutim, prosječna pH vrijednost (u KCl) iznosila je 5,67; najniža izmjerena pH vrijednost iznosila je 3,41, a najveća 8,25 dok su se najčešće vrijednosti kretale u rasponu 3,99 – 7,50 (Tablica 31). Prosječna vrijednost koeficijenta varijacije iznosila je 21,55 što ukazuje na relativno slabu varijabilnost ovog pokazatelja plodnosti tla na ispitivanom području, prema Papiću (2012.). Ovi rezultati u skladu su s prethodnim istraživanja na području istočne Slavonije (Vukadinović i sur., 2008.; Rašić i sur., 2011.).

Vrijednosti pH tla za višegodišnje kulture raspoređene su također u kategorije prema Soil Survey Division Staff (1993.): od ultra kisele reakcije ($pH < 3,50$) koja je zastupljena s 3 uzorka tla, ekstremno kisele reakcije ($pH 3,51-4,50$) koja je zastupljena s 1 896 uzoraka tla (23 %), izrazito kisele reakcije ($pH 4,51-5,00$) s 1 171 uzorkom tla (14 %), jako kisele pH reakcije ($pH 5,01-5,50$) s 876 uzoraka tla (10 %), umjereno kisele pH reakcije ($pH 5,51-6,00$) sa 611 uzoraka tla (7 %), slabo kisele pH reakcije ($pH 6,01-6,50$) s 586 uzoraka tla (7 %), neutralne pH reakcije ($pH 6,51-7,30$) s 2 315 uzoraka tla (28 %), slabo alkalne pH reakcije ($pH 7,31-7,80$) s 880 uzoraka tla (11 %) te jako alkalne pH reakcije ($pH 7,81-8,40$) sa samo 27 uzoraka. Rezultati pokazuju da je pH u KCl za višegodišnje kulture vrlo sličan prethodno navedenim za jednogodišnje kulture. Prosječna pH vrijednost za višegodišnje kulture bila je 5,59 za dubinu uzorka tla od 0 do 30 cm, a za sloj tla od 30 do 60 cm iznosila je 5,80. Najmanja izmjerena pH vrijednost utvrđena je 3,35 na prvoj dubini, a najveća (8,35) na drugoj dubini uz raspon najčešćih vrijednosti (mod) 4,53 – 7,25 u sloju

tla 0 – 30 cm, te 4,37 – 7,39 u sloju 30 do 60 cm dubine (Tablica 32). Prosječna vrijednost koeficijenta varijacije iznosila je 21,0 što također ukazuje na relativno slab varijabilitet prema Papiću (2012.).

Kako je već navedeno kod jednogodišnjih kultura, i većina analiziranih uzoraka tla za uzgoj višegodišnjih kultura ukazuje na problem kiselosti tla što je bilo i očekivano, jer prema Vukadinović i sur. (2008.) tla s niskom pH vrijednosti su vrlo raširena na području istočne Hrvatske, te je kod takvih tala neophodna kalcizacija kao mjera popravka tla. Isto tako, Mesić i sur. (2009.) u svojim istraživanjima potvrđuju da su kisela tla široko rasprostranjena na području Republike Hrvatske i obuhvaćaju 20,3 % kopnenog dijela i čak 50 % oraničnih površina.

Hidrolitička kiselost

Hidrolitička kiselost predstavlja značajnu frakciju ukupne ili potencijalne kiselosti tla i koristi se za izračunavanje potrebe u kalcizaciji (Lončarić i sur., 2015.). Hidrolitička kiselost tla utvrđuje se neutralizacijom tla višebaznim solima, pri čemu se vodikovi atomi ne zamjenjuju kationima metala kod iste pH vrijednosti sredine (Vukadinović i Vukadinović, 2011.).

Rezultat se ne izražava kao pH vrijednost već u cmol/kg (točan je izraz $\text{cmol}^{(+)}\text{kg}^{-1}$) (Lončarić i sur., 2013., 2015.). Hidrolitička kiselost ovisi o pH reakciji tla, o razlici između aktualne i supstitucijske kiselosti tla (pH u vodi odn. KCl) te o sadržaju organske tvari tla, pa se može izračunati iz navedenih pokazatelja (Lončarić i sur., 2015.). Utvrđivanje hidrolitičke kiselosti je standardna analiza pri agrokemijskoj analizi tla samo kod uzoraka kisele pH reakcije. Najčešće se koristi za potrebe kalcizacije tla (Vukadinović i Vukadinović, 2011.). Problem niskih pH vrijednosti tla ne može se riješiti jednostavno i brzo. Promjena od vrlo kisele reakcije do neutralne radikalno mijenja uvjete u tlu. Također, većina ekstremno kiselih tala degradirana su, niskog sadržaja humusa i loše teksture. Unošenje velikih količina kalcizacijskog materijala može uzrokovati pad sadržaja organske tvari, te slabiju pristupačnost mikroelemenata biljkama zbog slabljenja adsorpcijske sposobnosti ovakvih tala (Đurđević, 2014.).

Prostorni raspored prosječnih vrijednosti hidrolitičke kiselosti za sve kulture u ovom istraživanju prikazan je geostatističkom metodom kriginga na Slici 10 (u prilogu). Broj uzoraka tala za uzgoj jednogodišnjih kultura kojima su se vrijednosti hidrolitičke kiselosti

kretale do 2 cmol/kg iznosio je 443 uzoraka tla (4 %), u drugoj kategoriji od 2 cmol/kg do 4 cmol/kg broj uzoraka iznosio je 4 691 (39 %), dok je za vrijednosti hidrolitičke kiselosti preko 4 cmol/kg broj uzoraka iznosio 6 944 odnosno (57 %). Kod višegodišnjih kultura do 2 cmol/kg utvrđeno je u 391 uzoraka (6%), od 2 cmol/kg do 4 cmol/kg broj uzoraka iznosio je 2 980 (46 %), dok je Hy iznad 4 cmol/kg utvrđena u 3 140 (48 %). Ukupna prosječna vrijednost hidrolitičke kiselosti kod jednogodišnjih kultura je 4,38 cmol/kg, najmanje izmjerena vrijednost Hy bila je 0,7 cmol/kg, dok je najveća vrijednost iznosila čak 11,29 cmol/kg (Tablica 33). Koeficijent varijacije ovog pokazatelja iznosi 34,55 % što se može smatrati umjerenom varijabilnošću (Papić, 2012.). Najčešća utvrđena vrijednost za pojedine kulture se kretala u rasponu 4,03 – 5,23 cmol/kg. Prosječna vrijednost hidrolitičke kiselosti u uzorcima tla za višegodišnje kulture je 4,44 cmol/kg. Najmanja izmjerena vrijednost Hy bila je 0,79 cmol/kg na dubini do 30 cm, a najveća vrijednost Hy iznosila je 13,3 cmol/kg u istom, gornjem sloju tla. Prosječni koeficijent varijacije iznosi 30 % što predstavlja umjereni varijabilitet (Papić, 2012.), pri čemu najčešća vrijednost Hy iznosi 2,45 – 5,25 cmol/kg, ovisno o kulturi (Tablica 34). Značajna razlika je u prosjeku Hy između oraničnog i podoraničnog sloja tla, u kojem je prosjek Hy 3,76 cmol/kg, što je za 0,68 cmol/kg manje od prve dubine, iz razloga porasta pH reakcije tla s dubinom soluma. Utvrđeni rezultati ukazuju na potrebu provođenja kalcizacije tla na području istočne Hrvatske radi povećanja pH tla. Neophodno je provođenje mjera kalcizacije tla kada je hidrolitička kiselost veća od 4 cmol/kg. Lončarić i sur. (2015.) navode tumačenje da tla s $Hy > 4$ cmol/kg treba kalcizirati, a manje kisela tla ne treba, međutim ističu i da to ovisi i o kationskom izmjenjivačkom kapacitetu tla (KIK). Obzirom na veliki broj uzoraka tla koji se nalazi ispod preporučene granice kalcizacije, bilo bi potrebno za sve granične uzorke tla odrediti i kationski izmjenjivački kapacitet.

Sadržaj karbonata u tlu

Karbonatni minerali sadrže karbonatni anion, a najvažniji predstavnici su kalcit, dolomit i aragonit. Karbonati su najrasprostranjeniji i najvažniji spojevi kalcija ($CaCO_3$, $MgCO_3 + CaCO_3$). Na njihovu prisutnost u tlu ukazuje reakcija tla iznad pH 7,2 dok pH vrijednosti iznad 8,5 ukazuju na povišenu koncentraciju Na^+ iona (alkalizacija tala) u vidu karbonata i hidroksida (Đurđević, 2016.). Granične vrijednosti sadržaja karbonata u tlu prema Škoriću

(1982.) iznose: slabo karbonatno < 8 %, srednje karbonatno od 8 % do 25 %, te jako karbonatno > 25 %.

Kalcijev karbonat ima veliku ulogu u održavanju i neutralizaciji kiselina u tlu, poboljšava strukturu tla, te indirektno utječe na raspoloživost ostalih hraniva. Škorić (1991.) navodi da je za stvaranje većih strukturnih agregata potrebna cementacija - sljepljivanje koje vrše humati, poliuronidne tvari, hidroksidi željeza i aluminijski, te CaCO_3 i SiO_2 . Sadržaj ukupnih karbonata u tlu vrlo je značajan izvor kalcija i magnezija koji je najčešće u obliku CaCO_3 i koji je nastao iz matičnog supstrata tla (vapnenac, dolomit, sedimentni karbonatni supstrati). Kalcijev ion, organska tvar i glina su ključni tvari za formiranje i stabilnost agregata tla (Wuddivira i sur. 2007.).

Prosječan sadržaj karbonata u tlu za sve kulture u ovom istraživanju prikazan je geostatističkom metodom kriginga na Slici 11 (u prilogu). U uzorcima tla za jednogodišnje kulture, utvrđen je sadržaj kalcijeva karbonata u 12 876 uzorka tla, pri čemu analize pokazuju najveću zastupljenost slabo karbonatnih tala (11 612 uzoraka tla, ili 90 %), srednje karbonatna tla su zastupljena s 1 134 uzoraka tla (9 %) i tek 1 % jako karbonatnih tala (121 uzoraka). Prosječna koncentracija kalcijevog karbonata u tlu za jednogodišnje kulture iznosila je 4,23 %, a najmanje izmjereni sadržaj karbonata iznosio je 0,04 % dok je najveća izmjerena vrijednost sadržaja karbonata bila 39,3 % (Tablica 35). Prosječni koeficijent varijacije iznosio je 137 % što ga svrstava u klasu vrlo jakog varijabiliteta prema Papiću (2012.). Najčešća vrijednost se kretala u rasponu 0,2 % do 1,5 %. U kategoriji višegodišnjih kultura sadržaj kalcijevog karbonata u uzorcima tla na dubini od 0 do 30 cm utvrđen je kod 4 913 uzoraka tla te klasu slabo karbonatnih tala čini 3 942 uzoraka tla (80 %). Tla sa srednjim sadržajem karbonata zastupljena su s 884 uzorka tla (18 %), jako karbonatna tla gdje je sadržaj preko 25 % zastupljena su u samo 87 uzoraka tla (2 %). Od ukupno analiziranih 4 440 uzorka tla iz podoraničnog sloja, s dubine od 30 do 60 cm, nizak sadržaj karbonata utvrđen je u 2 816 uzorka tla (63 %), srednji sadržaj u 1 311 uzorka tla (30 %), a visok u 313 uzoraka tla (7 %). Prosječan sadržaj kalcijevog karbonata u sloju tla 0 – 30 cm kod višegodišnjih kultura (Tablica 36) je bio 4,82 %. Najmanji izmjereni sadržaj karbonata u gornjem sloju tla je bio iznosio je 0,04 % dok je najveća izmjerena vrijednost sadržaja karbonata u oraničnom sloju bila 50,8 % (Tablica 35). Prosječni koeficijent varijacije iznosio je 134 % što ga svrstava u klasu vrlo jakog varijabiliteta prema Papiću (2012.). Najčešća vrijednost se kretala u rasponu 0,2 % do 1,7 %. Prosječan sadržaj kalcijevog karbonata u tlu na dubini od 30 do 60 cm u cjelini je bio

7,38 %, gdje je apsolutno najmanja zabilježena vrijednost ovog pokazatelja 0,04 %, dok je najveća izmjerena vrijednost sadržaja kalcijevog karbonata u tlu na dubini od 30 do 60 cm bila 68,20 % (Tablica 36). Uz vrlo visoku prosječnu varijabilnost od 118 %, najčešća vrijednost sadržaja kalcijevog karbonata kretala se u rasponu 0,20 do 4,20 %. Vukadinović i Vukadinović (2011.) navode da je uloga kalcija nezamjenjiva u održavanju pH vrijednosti tla jer kalcij indirektno utječe na raspoloživost svih drugih elemenata te se razgradnjom kalcita, dolomita i gipsa oslobađa kalcij koji je u tlu pretežito izmjenjivo sorbiran ili iznova gradi sekundarne minerale. Taylor i sur. (2004.) ističu da nedostatak kalcija u tlu dovodi do pojave bolesti biljaka, kao i da je potrebno razumjeti sadržaj kalcija u tlu, unos i translokaciju kalcija kao i faktore koji utječu na te procese. Nedostatak kalcija u profilu tla uzrokuje slabiji razvoj biljke i prodiranje korjenova sustava te na taj način ograničava prinose mnogih kultura (Adams i sur., 1983.; Adams i sur., 1984.; Ritchey i sur., 1982.; Shortle i sur. 1988.). Sve navedeno upućuje na zaključak da je na ispitivanom području istočne Hrvatske prisutan problem niske pH reakcije tla i nedostatka kalcija u tlu, te na potrebu kondicioniranja tla kalcizacijom.

Organska tvar tla

Sadržaj organske tvari ima vrlo veliki utjecaj na kemijska, fizikalna i biološka svojstva tla. Organska tvar u tlu sadrži važna biljna hraniva kao N, P, S, B, Mo te služi kao rezervoar N, koji se nalazi najviše u jezgri humusa koja se postupno mineralizira. Organska tvar značajno utječe na strukturu tla, regulira vodo-zračne odnose u tlu, povećava kapacitet tla za vodu te je glavni opskrbljivač energije i hrane mikroorganizmima tla. Većim sadržajem organske tvari povećava se sposobnost tla za zadržavanje vode što je jedan od najvažnijih čimbenika za rast i razvoj biljke (Yang i sur., 2014., Williams i sur., 2016.). Također, veći sadržaj organske tvari u tlu značajno je povezan s većim sadržajem hraniva u tlu, kao i poboljšanom strukturom tla. Povećanjem organske tvari u tlu, povećavaju se pozitivni učinci na produktivnost tla (Oldfield i sur., 2017.). Najvažnije promjene sadržaja organske tvari tla uzrokuje čovjek i to posebno u intenzivnoj biljnoj proizvodnji, gdje se obradom tla ubrzava proces razgradnje humusa koji za posljedicu ima smanjenje sadržaja organske tvari u tlu (Škorić, 1991.). Precizna poljoprivreda, u intenzivnoj poljoprivrednoj proizvodnji, na velikim površinama, sa sofisticiranom obradom tla koja ubrzava razgradnju organske tvari tla i povećava mineralizaciju humusa, u kombinaciji s trenutno

uspоставljenim načinom plaćanja u poljoprivredi, favorizira intenzivnu poljoprivrednu proizvodnju umjesto održive poljoprivredne proizvodnje (Tilman i sur., 2002.).

Prostorni raspored prosječnih vrijednosti sadržaja organske tvari u tlu za sve kulture u ovom istraživanju prikazan je geostatističkom metodom kriginga na Slici 12 (u prilogu).

Uzorci tla za jednogodišnje kulture razvrstani u kategorije sadržaja humusa (%) prema Gračaninu (Čoga i Slunjski, 2018.): vrlo slabo humozna tla (< 1 %) su zastupljena sa 123 uzorka tla (0,49 %), slabo humozna tla (1 – 3 %) s 22 654 uzorka tla (90,82 %), dosta humozna tla (3 - 5 %) s 2 054 uzorka tla (8,23 %), jako humozna tla (5 – 10 %) sa 110 uzoraka tla (0,44 %), te vrlo jako humozna tla (> 10 %) sa samo 4 uzorka tla (0,02 %). Vrlo slični rezultati su dobiveni analizama tala za višegodišnje kulture na dubini od 0 do 30 cm gdje su vrlo slabo humozna tla zastupljena sa 114 uzoraka tla (1,36 %), slabo humozna tla sa 7 748 uzoraka (92,66 %), dosta humozna tla s 471 uzorkom (5,63 %), jako humozna tla s 27 uzoraka tla (0,32 %) te vrlo jako humozna tla tek s 2 uzorka tla (0,02 %). Kada se analiziraju podaci o uzorcima tla s dubine od 30 do 60 cm, uočava se velik udio vrlo slabo humoznih tala zastupljen s 1 275 uzoraka tla (15,25 %), dok je najveći udio slabo humoznih tala i obuhvaća 6 174 uzorka tla (73,83 %), dosta humozna tla su zastupljena sa samo 51 uzorkom tla (0,61 %), kao i jako humozna tla sa samo 2 uzorka, pri čemu vrlo jako humozna tla (> 10 % humusa) nisu bila zastupljena. Navedene vrijednosti u skladu su s prethodnim istraživanjima na području istočne Hrvatske (Đurđević i sur., 2011.; Rašić i sur., 2011.; Rastija i sur., 2015.). Prosječan sadržaj organske tvari u tlu u uzorcima analiziranim za jednogodišnje kulture iznosilo je 2,1 %, najmanji izmjereni sadržaj je bio 0,32 %, dok je najveća izmjerena vrijednost organske tvari u tlu bila 18,0 % (Tablica 37). Koeficijent varijacije ukazuje na umjereni varijabilitet ovog pokazatelja plodnosti tla (33 %). Najčešća utvrđena vrijednost sadržaja organske tvari u analiziranim tlima je 1,74 %, što sve govori o stanju organske tvari u tlima na ispitivanim poljoprivrednim površinama gdje se uzgajaju jednogodišnje kulture, koja se mogu okarakterizirati kao slabo humozna. Prosječan sadržaj organske tvari u tlu na površinama za uzgoj višegodišnjih kultura (Tablica 38) na dubini do 30 cm iznosio je 2,05 %, najniži izmjereni sadržaj organske tvari u tlu iznosio je 0,42 % a najveća izmjerena vrijednost sadržaja humusa 14,6 %. Najčešća utvrđena vrijednost % humusa u sloju tla 0 – 30 cm se kretala od 1,67 % do 2,15 %. Prosječan sadržaj organske tvari u tlu na dubini od 30 do 60 cm u cjelini je bio 1,40 %, apsolutno najmanja zabilježena vrijednost ovog pokazatelja je 0,04 %, dok je najveća izmjerena vrijednost organske tvari u tlu bila 7,66 % (Tablica 38).

Uz umjerenu varijabilnost (28 – 38 %), najčešća vrijednost sadržaja organske tvari se kretala u rasponu 1,05 do 1,52 %. U istraživanjima različitih autora također su dobiveni rezultati iz kojih je vidljiva velika zastupljenost tala s prosječnim sadržajem humusa oko 2 %, što se podudara i s dobivenim rezultatima ovoga istraživanja (Popović, 2009.; Biško i sur., 2011.; Husnjak i sur.; 2011.; Bensa i sur., 2011.). Prethodna istraživanja na području Osječko-baranjske županije (Rašić i sur., 2011.), u kojima je analizirano 14 448 uzoraka tla, ukazala su na degradaciju tla jer je > 90 % analiziranih površina slabo humozno (sadržaj humusa < 3 %), a kisela reakcija (pH-KCl < 5,5) je zabilježena na više od 50 % oranica na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima. Povezanost pH reakcije tla i intenziteta mineralizacije N u tlu pokazuju rezultati istraživanja Karalić i sur. (2016.) prema kojima su najpovoljniji uvjeti reakcije tla za proces mineralizacije nitratnog dušika bili pri slabo kiseloj pH vrijednosti (u KCl) 5,5 do 6,5, a najnepovoljniji pri pH<4,5.

Sadržaj fosfora u tlu

Fosfor je makroelement koji je neophodan za životne procese u biljkama, naročito kroz nezamjenjivo učešće u procesima transformacije tvari i energije na staničnoj razini. Sastavni je dio različitih koenzima i prostetičkih grupa te sudjeluje u važnim metaboličkim procesima, nalazi se u sustavu fitina i nukleinskih kiselina (Baker i David, 2015.). Biljke mogu usvojiti fosfor iz supstrata ishrane samo kao anion (H_2PO_4^- , HPO_4^{2-}). Fosfor se u tlu nalazi u vodotopivom obliku, topivom u kiselinama ili lužinama, teško topivom, kao i organskom obliku u sastavu tla (Vukadinović i Vukadinović, 2011.). Usvajanje fosfora od strane biljaka je najintenzivnije u ranim fazama rasta i razvoja, te u vrijeme razvoja generativnih organa. Pristupačnost fosfora u tlu ovisi prvenstveno o pH reakciji tla (Mamathashree i sur., 2018.; Syers i sur., 2008.; Jeng i sur., 2006.). U istraživanju Vukadinović i sur. (2003.), najjači utjecaj na pristupačnost fosfora biljci imao je pH tla, gdje je utvrđeno da je najveća pristupačnost fosfora pri pH vrijednosti 6,5. MacDonald i sur. (2011.) smatraju izazov osiguranja dovoljno P za zadovoljenje poljoprivrednih potreba na globalnoj razini, bez ugrožavanja resursa pitke vode, ključnim pitanjem za poljoprivredu 21. stoljeća.

U prosjeku za sve kulture u ovom istraživanju, stanje tla obzirom na sadržaj lakopristupačnog fosfora prikazuje Slika 13 (u prilogu). Rezultati sadržaja lakopristupačnog P u uzorcima tla za jednogodišnje kulture razvrstani su u kategorije

prema Vukadinović i Vukadinović (2011.): vrlo niska opskrbljenost tla fosforom ($< 8 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla pri $\text{pH}<6$; $<5 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla pri $\text{pH}>6$) utvrđena je u 3 666 uzoraka tla (15 %), niska opskrbljenost tla fosforom ($8\text{-}16 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla pri $\text{pH}<6$; $5\text{-}12 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla pri $\text{pH}>6$) zastupljena je s 8 693 uzorka tla (35 %), dobra opskrbljenost tla fosforom ($17\text{-}25 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla pri $\text{pH}<6$; $13\text{-}20 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla pri $\text{pH}>6$) utvrđena je u 7 337 uzoraka tla (29 %), vrlo dobra opskrbljenost tla fosforom ($26\text{-}45 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla pri $\text{pH}<6$; $21\text{-}30 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla pri $\text{pH}>6$) je utvrđena u 5 137 uzoraka tla (21 %) te visoka opskrbljenost tla fosforom ($>45 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla pri $\text{pH}<6$; $>30 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla pri $\text{pH}>6$) u 111 uzoraka. Kod uzoraka tla analiziranih za preporuke gnojidbe višegodišnjih kultura, na dubini od 0 do 30 cm je vrlo niska opskrbljenost tla fosforom utvrđena kod 2 094 uzorka tla (25 %), niska opskrbljenost tla fosforom se odnosi na 2 573 uzorka tla (31 %), dobra opskrbljenost tla fosforom je utvrđena u 1 696 uzoraka tla (20 %), vrlo dobra opskrbljenost kod 1 997 uzoraka tla (24 %), te visoka opskrbljenost tla fosforom utvrđena je samo u 2 uzorka tla. U uzorcima s dubine od 30 do 60, vrlo niska opskrbljenost tla fosforom prisutna je u 4 015 uzoraka tla (54 %), niska opskrbljenost tla fosforom u 1 748 uzoraka tla (23 %), dobra opskrbljenost tla kod 746 uzoraka (10 %), vrlo dobra opskrbljenost evidentirana je kod 993 uzorka tla (13 %), dok visoka opskrbljenost tla fosforom nije bila zastupljena. Prosječan sadržaj P_2O_5 u tlu za jednogodišnje kulture u cjelini je $18,66 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla, najmanje izmjereni sadržaj lako pristupačnog fosfora u tlu iznosio je $0,4 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla, dok je najveća izmjerena vrijednost lako pristupačnog fosfora u tlu bila $51,60 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla (Tablica 39). Prosječni koeficijent varijacije iznosio je 51 % što ga svrstava u klasu relativno jakog varijabiliteta (Papić, 2012.). Prosječna vrijednost opskrbljenosti tla lakopristupačnim fosforom u tlima za višegodišnje kulture do dubine od 0 do 30 cm iznosila je $17,01 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla, najmanji izmjereni sadržaj u tlu iznosio je $0,1 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla, dok je najveća izmjerena vrijednost bila $43,2 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla (Tablica 40). Prosječni koeficijent varijacije iznosio je 69 % što ga svrstava u klasu relativno jakog varijabiliteta (Papić, 2012.). Rezultati za drugu dubinu (30-60 cm) tla pokazuju ukupan prosjek od $11,64 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla (Tablica 40), najmanje izmjereni sadržaj fosfora u tlu iznosio je $0,1 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla, dok je najveća izmjerena vrijednost lakopristupačnog fosfora u tlu bila $42,7 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla. Prosječni koeficijent varijacije iznosio je 97 % što ga svrstava u klasu relativno jakog varijabiliteta prema Papiću (2012.). Dobiveni rezultati se donekle razlikuju u odnosu na rezultate Lončarić i sur. (2014.), koji su utvrdili da je oko 1/3 tala siromašnih fosforom, druga trećina je dobro opskrbljena a treća trećina je visoke opskrbljenosti fosforom.

Rezultate slične ovom istraživanju dobili su i Vukadinović i sur. (2014.). Đurđević i sur. (2014.) su na području Osječko-baranjske županije u razdoblju od 2003. do 2009. godine analizirali 13 092 uzorka tla. Prema rezultatima analize tla te provedenom geostatističkom analizom nisu detektirana područja koje se mogu okarakterizirati kao siromašno opskrbljena fosforom. Nasuprot tomu, Petošić i sur. (2003.) su u ispitivanju koje je obuhvatilo 31 227 ha obradivih površina na području istočne Hrvatske, utvrdili da 60 % tala ima vrlo nisku i nisku pristupačnost fosfora.

Sadržaj kalija u tlu

Kalij u tlu potječe od primarnih minerala te se njihovim raspadanjem oslobađa i najvećim dijelom veže na adsorpcijski kompleks tla. Značaj kalija kao elementa mineralne ishrane biljaka može se definirati kroz dvije osnovne funkcije na staničnoj i metaboličkoj razini: aktivacija enzima i regulacija permeabilnosti živih membrana (Vukadinović i Lončarić, 2011.). Opskrbljenost tla kalijem definira se često s aspekta teksturnog sastava tla, obzirom da je raspoloživost kalija u tlu u velikoj mjeri određena sadržajem čestica gline u tlu. Granice opskrbljenosti kalijem povećavaju se sa sadržajem čestica gline u tlu (Zebec, 2015.). Kalij se nalazi u većini tala u relativno velikim količinama, premda može varirati u širokom rasponu od svega nekoliko stotina kilograma po hektaru u oraničnom sloju laganih tala do 50 t ili više u teškim tlima (Butorac i sur., 2005.).

Sadržaj lakopristupačnog kalija u ispitivanim tlima, u prosjeku za sve kulture, prikazan je geostatističkom metodom kriginga na Slici 14 (u prilogu). Vrijednosti lakopristupačnog K_2O u uzorcima tla analiziranim za jednogodišnje kulture razvrstane su u kategorije prema Vukadinović i Vukadinović (2011.): vrlo niska opskrbljenost tla kalijem ($<12 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla) utvrđena je u 228 uzorka tla (9 %), niska opskrbljenost tla kalijem ($12\text{-}19 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla) u 8 188 uzorka tla (33 %), dobra opskrbljenost tla kalijem ($20\text{-}30 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla) u 10 412 uzorka tla (42 %), vrlo dobra opskrbljenost tla kalijem ($31\text{-}45 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla) u 3 645 uzoraka tla (15 %), te visoka opskrbljenost tla kalijem ($>45 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla) zastupljena je s 411 uzorka tla (2 %). Kod analize uzoraka tla za višegodišnje kulture, na dubini od 0 do 30 cm utvrđena je vrlo niska opskrbljenost tla kalijem ($<12 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla) u 556 uzoraka tla (7 %), niska opskrbljenost tla kalijem ($12\text{-}19 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla) u 3 253 uzorka tla (40 %), dobra opskrbljenost tla kalijem ($20\text{-}30 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla) u 3 438 uzoraka tla (41 %), vrlo dobra opskrbljenost tla kalijem ($31\text{-}45 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla) u 884 uzorka (11 %), te visoka

opskrbljenost tla kalijem ($>45 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla) utvrđena je u 131 uzorku tla (2 %). U uzorcima tla s dubine od 30 do 60 cm, vrlo niska opskrbljenost tla kalijem ($<12 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla) utvrđena je kod 1 417 uzoraka tla (19 %), niska opskrbljenost tla kalijem ($12\text{-}19 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla) u 4 172 uzorka tla (56 %), dobra opskrbljenost tla kalijem ($20\text{-}30 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla) utvrđena je u 1 705 uzoraka tla (23 %), vrlo dobra opskrbljenost tla kalijem ($31\text{-}45 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla) u samo 167 uzoraka tla (2 %), te visoka opskrbljenost tla kalijem ($>45 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla) u samo 41 uzorku tla (1 %). Prosječna opskrbljenost tla kalijem u analiziranim tlima za jednogodišnje kulture iznosila je $22,09 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla, najmanji izmjereni sadržaj lako pristupačnog kalija u tlu iznosio je $2,5 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla, dok je apsolutno najveća izmjerena vrijednost lako pristupačnog kalija bila $51,0 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla (Tablica 41). Prosječni koeficijent varijacije iznosio je 38 % što ga svrstava u klasu relativno umjerenog varijabiliteta prema Papiću (2012.). Najčešća utvrđena vrijednost sadržaja lakopristupačnog K u tlima analiziranim za jednogodišnje kulture je $21,77 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla. Prosječan sadržaj kalija tla u uzorcima analiziranim za višegodišnje kulture (Tablica 42) do dubine od 0 do 30 cm iznosio je $21,06 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla, najmanja izmjerena vrijednost je $0,6 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla, dok je najveća izmjerena vrijednost bila $51,00 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla. Ovaj pokazatelj pokazuje umjereni varijabilitet (36 %), uz najčešće evidentiranu vrijednost $19,53 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla. Prosječna vrijednost sadržaja K_2O u uzorcima s druge dubine (30-60 cm) iznosi $16,90 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla, najmanji izmjereni sadržaj je bio $3,3 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla, dok je najveći kao i u gornjem sloju tla $51,0 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla. Uz sličnu varijabilnost rezultata (37 %), mod za ovaj pokazatelj u uzorcima tla iz donjeg sloja s površina za uzgoj višegodišnjih kultura bio je $16,77 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla.

Zastupljenost pojedinih poljoprivrednih kultura na proizvodnim površinama istočne Hrvatske

Jedan od ciljeva ove disertacije bio je utvrditi zastupljenost pojedinih kultura u provedenim analizama tla, na području pet županija istočne Hrvatske. Pšenica, ječam i kukuruz su tri najzastupljenije kulture u proizvodnji žitarica u Europi (Schils i sur. 2018.) jer zajedno čine 90 % ukupne europske proizvodnje žitarica. Podaci o zastupljenosti pojedinih kultura u biljnoj proizvodnji na nekom području mogu znatno varirati od godine do godine, stoga je teško dati generalnu ocjenu o značajnosti i/ili zastupljenosti neke kulture, bez preciziranja na koje se vremensko razdoblje odnosi i na koje proizvodno područje. Prikazani podaci o

broju uzoraka za analizu tla, analiziranim proizvodnim površinama i samim pokazateljima plodnosti tla mogu dati uvid u to za koje je kulture u razdoblju provođenja programa subvencionirane analize tla na području istočne Hrvatske bio veći ili manji interes samih proizvođača za uključivanje u te programe. Prema podacima Kralik i sur. (2013.), u strukturi sjetvenih površina ratarskih kultura na području Osječko-baranjske županije prevladavaju žitarice, industrijsko i krmno bilje. Kod sjetve ratarskih kultura najviše su zastupljeni kukuruz (42,5 %) i pšenica (31,94 %), a slijede suncokret (6,4 %), soja (5,3 %) i šećerna repa (3,5 %). U ovom istraživanju, uzevši u obzir svih pet županija, kod jednogodišnjih kultura najzastupljeniji je kukuruz sa 7 720 uzoraka tla (Tablica 6; Slika 7) i ukupnom analiziranom površinom od 29 627 ha, zatim slijedi šećerna repa koja je bila zastupljena s 4 230 uzoraka tla (Tablica 7; Slika 7) i površinom 18 363 ha. Pšenica je bila treća po rangi s 3 982 uzorka tla (Tablica 8; Slika 7) i površinom od 14 888 ha. Kod višegodišnjih kultura u ovom istraživanju najzastupljenija je vinova loza s 3 934 uzorka tla (Tablica 15; Slika 8) i površinom od 4 045 ha, slijedi šljiva s 2 118 uzoraka tla (Tablica 16; Slika 8) s površine od 1 418 ha. Treća po zastupljenosti prema broju uzoraka tla je jabuka s 2 058 uzoraka tla (Tablica 17; Slika 8) i analiziranom površinom od 2 338 ha. To naravno nisu ukupni proizvodni ha navedenih kultura na području istočne Hrvatske u razdoblju 2003. do 2016. godine, već samo jedan njihov dio, za koji su analize tla provedene u Zavodu za tlo. Prema prikazanim podacima u tablicama, grafikonima i slikama prostornog rasporeda uzorkovanja tla, uočljiva je velika neravnomjernost rasporeda analiziranih površina zemljišta, naročito ako se uspoređuju razlike između pojedinih županija. Prostorni raspored uzorkovanja tla i utvrđenih vrijednosti agrokemijskih pokazatelja plodnosti ovisio je o učešću pojedinih županija i jedinica lokalne samouprave u provedenim programima subvencionirane analize tla, te se dobiveni rezultati moraju tumačiti u kontekstu najvećeg broja uzoraka tla analiziranih na području Osječko-baranjske županije. Iz istog razloga je i prikaz raspona vrijednosti agrokemijskih pokazatelja plodnosti tla na zemljopisnoj karti istočne Hrvatske najprecizniji za područje ove županije. Vukadinović i sur. (2011.) su utvrđivali pogodnost tala za usjeve u istoj županiji, a na temelju podataka analize 17 405 uzoraka tla u razdoblju 2003. – 2009. godine. Autori zaključuju da je vrlo malo površina privremeno i trajno nepogodno za uzgoj usjeva (~56.000 ha), pri čemu je glavni uzrok ekstremno kisela reakcija ($\text{pH-KCl} \leq 3,7$) ili vrlo nizak sadržaj organske tvari tla (humus $\leq 0,5$ %).

Prema različitim literaturnim izvorima, kada su u pitanju zahtjevi određene kulture prema pojedinim agrokemijskim pokazateljima plodnosti tla, može se općenito konstatirati da su ispitivana tla u ovom istraživanju relativno povoljna za većinu kultura za koje je obavljena analiza tla, s iznimkom ekstremno kiselih tala, te ultra kiselih i jako alkalnih za koje je evidentiran vrlo mali broj uzoraka tla. Goulding (2016.) navodi kritične pH vrijednosti za pšenicu i kukuruz 5,5, dok je za šećernu repu ta vrijednost 5,9 a za lucernu 6,2. Prema Vratarić i sur. (2004.) preko 95 % uzgoja suncokreta u Republici Hrvatskoj odnosi se na područje Slavonije i Baranje, gdje su oranice različite razine plodnosti, ali pogodnije za intenzivnu ratarsku proizvodnju od oranica u zapadnom dijelu Hrvatske. Soja najbolje uspijeva na dubokim, strukturnim, plodnim tlima bogatim humusom, s pH 7 (Vratarić i Sudarić, 2007., 2008.). No, treba naglasiti da se u svijetu u selekciji soje radi na stvaranju sorata pogodnih za alkalna tla ili jako kisela tla, te tla manje opskrbljena hranivima (Vratarić i Sudarić, 2000.). Kada su u pitanju voćnjaci i vinogradi, optimalne vrijednosti izmjenjive kiselosti za vinovu lozu su 6,0-6,8 (Kurtural, 2006.), odnosno 6,0-7,5 što se navodi i za breskvu, od 5,6 do 7,5 za jabuku i šljivu, dok je za pojedine voćne vrste poput ribizle i borovnica pogodnija još niža vrijednost reakcije tla, čak i ispod 5,0 (Liu i sur. 2017.). Parađiković (2009.) navodi optimalne vrijednosti pH tla za velik broj povrćarskih vrsta, pri čemu je raspon variranja između 5,4 i 7,5 ovisno o pojedinoj kulturi. Obzirom da je velik broj uzoraka tla u prezentiranim rezultatima u ovoj disertaciji analiziran za potrebe preporuke gnojidbe u zasnivanju voćnjaka i vinograda, može se istaknuti mišljenje Keserovića i sur. (2016.), prema kojima zemljišta predviđena za zasnivanje voćnjaka trebaju sadržavati oko 3 % humusa, 15 mg P₂O₅/100 g tla i oko 25 mg K₂O. Većina tala u ovom istraživanju, kako je prethodno navedeno pripadaju klasi slabo humoznih tala (oba ispitivana sloja tla), uz relativno dobru opskrbljenost fosforom i kalijem. Pri procjeni plodnosti, pogodnosti, kvalitete ili zdravlja tla, kao indikatore biramo i ocjenjujemo različita svojstva tla - fizikalne, kemijske i biološke značajke tla koje svojim intenzitetom i interakcijom sumarno čine kvalitetu, zdravlje, plodnost i pogodnost tla (Rastija i Lončarić, 2014.). Sukladno tomu, preciznije definiranje pogodnosti tla za pojedinu kulturu i lokalitet nije moguće napraviti bez dodatnih informacija o agrokemijskim i pedološkim svojstvima konkretnog lokaliteta (tekstura, KIK, i dr.), specifičnostima klime, sustava uzgoja i same biljne vrste. Za to je potreban sofisticirani, kompleksan pristup i izračun pogodnosti tla pomoću već razvijenih kompjutorskih programa koji na temelju velikog broja parametara

moгу definirati stupanj pogodnosti tla za uzgoj određene kulture na nekom lokalitetu (Đurđević, 2010.; Vukadinović i sur., 2010., 2011.; Kraljičak, 2012.).

Struktura korisnika subvencionirane analize tla i preporuke gnojidbe po tipu i opsegu poljoprivredne proizvodnje

Kao jedna od metoda istraživanja korištena je anketa u kojoj su bili anketirani nositelji poljoprivrednih gospodarstava koja je obuhvaćala niz pitanja vezanih uz poljoprivrednu proizvodnju, strukturu vlasništva zemljišta, starosnu i spolnu pripadnost te razinu obrazovanja, a uz propitivanje stavova korisnika o njihovom interesu za kontrolu plodnosti i preporuke gnojidbe. Prema Vukadinović i Bertić (2013.), analiza tla je postala zakonska obaveza, ali problem predstavlja to što veliki dio proizvođača nema osnovne informacije o tome kako se uključiti u sustav kontrole plodnosti, koje institucije obavljaju analizu tla i kako doći do pouzdane preporuke za gnojidbu i odgovarajuće agrotehničke zahvate. Stuhne i sur. (2016.) ističu činjenicu da je sve više odgovornih poljoprivrednih proizvođača koji žele analizirati tlo kako bi spoznali njegova svojstva. Isti autori ističu kako sve veći broj poljoprivrednika osim stanja plodnosti tla želi znati stupanj eventualnog onečišćenja tla, pogotovo u slučajevima ekološkog uzgoja ili prenamjene određenog zemljišta za poljoprivrednu proizvodnju. Veličina posjeda, odnosno na njemu utemeljenoga obiteljskoga gospodarstva, u značajnoj mjeri utječe na poljoprivrednu proizvodnju pri čemu Petrač i Zmaić (2005.) ističu kako je nekoliko aspekata bitno kada se promatra veličina posjeda: organiziranje proizvodnje, proizvodna orijentacija, zastupljenosti na tržištu, tehnička opremljenost i primjena razvijene tehnologije. U provedenom istraživanju anketirana poljoprivredna gospodarstva koja se bave proizvodnjom jednogodišnjih kultura pretežito su zastupljena u obliku srednje velikih gospodarstava (43 %), zatim slijede velika gospodarstva (29 %), dok su mikro i mala gospodarstva slabije zastupljena. Kod gospodarstava koja se bave uzgojem višegodišnjih kultura zabilježen je obrnuti trend gdje prevladavaju mala (39 %) i mikro (37 %) gospodarstva, zatim slijede srednja gospodarstva (18 %), te velika gospodarstva (6 %) (Grafikon 10). Većina istraživanih gospodarstava organizacijski su registrirana kao obiteljska poljoprivredna gospodarstva čija je zastupljenost kod uzgoja jednogodišnjih kultura 86 %, a kod uzgoja višegodišnjih kultura 76 %. Isto tako, pojedina gospodarstva registrirana su kao obrti koji su više zastupljeni kod uzgoja višegodišnjih kultura (14 %) u odnosu na jednogodišnje kulture (8 %).

Poljoprivredna gospodarstva su, nadalje, bila organizirana i kao trgovačko društvo koje je kod jednogodišnjih kultura zastupljeno sa 6 %, a kod višegodišnjih 3 %, te kao zadruga koja je kao organizacijski oblik bila zastupljena samo kod proizvodnje višegodišnjih kultura sa 7 % (Grafikon 11). Poljoprivredna gospodarstva obuhvaćena anketom većinom su u sustavu konvencionalne proizvodnje (> 80 %), dok je u sustavu ekološke poljoprivrede koja se bavi uzgojem višegodišnjih nasada samo 8 % gospodarstava, te 3 % onih koji se bave uzgojem jednogodišnjih kultura (Grafikon 13). Prema Puđak i Bokan (2011.) konvencionalni način proizvodnje prevladava u odnosu na ekološku proizvodnju u cijelom svijetu jer postoji raširena predrasuda kako je ekološka poljoprivreda jednaka tradicionalnoj poljoprivredi, te da je iz istih razloga neekonomična i radno intenzivnija od konvencionalne. Nadalje, strateška uloga poljoprivrede u proizvodnji hrane u nesrazmjeru je s obrazovnom razinom poljoprivrednika koja je većinom izrazito niska te se istovremeno za tu djelatnost ni ne traži ikakva kvalifikacija (Štambuk, 1977.). Prema rezultatima ankete u ovom istraživanju većina vlasnika poljoprivrednih gospodarstava nema obrazovanje poljoprivrednog usmjerenja, odnosno čak 73 % vlasnika gospodarstava koje se bave proizvodnjom višegodišnjih kultura ima obrazovanje nekog drugog usmjerenja. Kada govorimo o proizvođačima jednogodišnjih kultura, tada njih 46 % ima obrazovanje poljoprivrednog smjera, dok ih je 54 % s nekim drugim usmjerenjem. U Strategiji i akcijskom planu obrazovanja odraslih (2004.) istaknuto je da će obrazovanje doprinijeti povećanju konkurentnosti poljoprivredne proizvodnje te da se mora poboljšati obrazovna struktura poljoprivrednih proizvođača (Svržnjak i sur., 2006.). Žutinić i Brkić (1999.) polaze od pretpostavke da je za uspješniji napredak hrvatske poljoprivrede, poglavito obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava neophodan tzv. kapital znanja. Anketirani poljoprivredni proizvođači, nositelji poljoprivrednih gospodarstava u ovom istraživanju većinom imaju srednjoškolsku naobrazbu (>70 %), njih 20 % imaju visoku stručnu spremu, a 2 do 3 % nositelja ima magisterij ili doktorat (Grafikon 15). Prema Jajtić (2016.) veliki je broj čimbenika koji usporavaju ulogu poljoprivrednih proizvođača u razvoju ruralnih područja kao što su: relativno nizak stupanj obrazovanja, izuzetna starost nositelja OPG-a, male parcele i mali broj članova OPG-a. Prema provedenom istraživanju najčešće zastupljena dobna struktura nositelja poljoprivrednih gospodarstava je od 50 do 60 godina kod obje vrste poljoprivredne proizvodnje (40 %), a zatim slijedi dobna skupina od 30 do 45 godina s prosječno 25 % zastupljenosti kod obje vrste poljoprivredne proizvodnje. Ostale dobne skupine (više i niže) bile su zastupljene u manjem udjelu (Grafikon 16).

Nositelji poljoprivrednih gospodarstava dominantno su muške osobe s više od 80 % zastupljenosti kod obje vrste proizvodnje (Grafikon 17). Svržnjak i sur. (2006.) tvrde da se loša spolna struktura poljoprivrednih proizvođača može opravdati činjenicom da su u hrvatskoj poljoprivredi uglavnom muškarci nositelji obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava i redoviti aktivni članovi poljoprivrednih udruga. U vlasničkoj strukturi poljoprivrednog zemljišta najviše zastupljena gospodarstava u proizvodnji jednogodišnjih kultura bila su u kategoriji vlasništva i zakupa sa 64 % a slabije su zastupljene kategorije bile vlastito zemljište (26 %), te zakup (8 %) i koncesija (2 %). Gospodarstva koja se bave višegodišnjom proizvodnjom bila su najvećim djelom zastupljena u vlasničkoj strukturi vlastito zemljište sa 71 %, dok su ostale strukture bile manje zastupljene (Grafikon 18).

Socio-ekonomski učinak primjene agrokemijske analize tla i preporuke gnojidbe s posebnim osvrtom na prihvatljivost njenog subvencioniranja

Poseban naglasak u provedenoj anketi stavljen je na pitanja vezana uz analizu tla, rezultate analize i preporuke gnojidbe. Tako je svim anketiranim proizvođačima zajedničko neredovito provođenje analize tla i to sa 74 % zastupljenosti kod višegodišnjih kultura i 48 % kod proizvodnje jednogodišnjih kultura. Proizvođači višegodišnjih kultura tlo su najčešće analizirali samo prije podizanja trajnih nasada i analizu više nisu ponavljali, dok je 31 % proizvođača jednogodišnjih kultura ponovilo analizu tla, a njih 21 % kontrolu plodnosti obavlja svake 4 godine (Grafikon 19).

Dvije trećine ispitanika koji se bave proizvodnjom jednogodišnjih kultura razumije dobivene rezultate analize tla, dok ih čak 82 % u kategoriji proizvođača višegodišnjih kultura razumije rezultate analize tla (Grafikon 20). Slična je distribucija i kada promatramo razumijevanje preporuka gnojidbe gdje 60 % ispitanika koji se bave proizvodnjom jednogodišnjih kultura razumije preporuke gnojidbe, dok je kod proizvođača višegodišnjih kultura razina razumijevanja preporuka gnojidbe 76 % (Grafikon 21). Situacija se mijenja kada promatramo primjenu preporuka gnojidbe gdje postoji negativna korelacija od $r=-0,69^*$ ($n=325$) kod proizvođača jednogodišnjih kultura između razumijevanja preporuke i primjene preporuke. Naime, njih čak 43 % ne primjenjuje preporuke gnojidbe. Kod proizvođača višegodišnjih kultura situacija je obrnuta, njih 90 % primjenjuje preporuke gnojidbe (Grafikon 22) te je utvrđena pozitivna korelacija od $r=0,76^*$ ($n=175$). S aspekta utjecaja preporuke gnojidbe na prinos 42 % proizvođača

jednogodišnjih kultura smatra da se prinos povećao, a 31 % da je prinos ostao isti. Proizvođači višegodišnjih kultura u visokom postotku smatraju (75 %) kako je nakon primjene preporučene gnojidbe prinos ostao isti (Grafikon 23).

Alexandratos i Bruinsma (2012.) smatraju da za većinu usjeva, na svjetskoj razini, nema dovoljno podataka kako bi se precizno definirao odnos između potrošnje mineralnih gnojiva i povećanja prinosa. Isti autori očekuju da će se trend povećanja učinkovitosti iskorištenja hraniva nastaviti i intenzivirati u budućnosti i to kroz bolje gospodarenje hranivima, poboljšanje efikasnosti bilance hraniva i primjene gnojiva. Isto tako, na temelju dostupnih podataka o biljnoj proizvodnji u pojedinim zemljama, autori procjenjuju porast potrošnje gnojiva na svjetskoj razini sa 166 Mt u 2005./2007. godini na 263 Mt u 2050. godini.

Na pitanje o utjecaju gnojidbene preporuke na financijski rezultat proizvodnje proizvođači jednogodišnjih kultura smatraju da je došlo do povećanja financijske dobiti (45 %). Zanimljivo je da je čak 28 % proizvođača jednogodišnjih kultura odgovorilo kako ne zna je li do povećanja financijske dobiti došlo ili nije, dok čak 75 % proizvođača višegodišnjih kultura tvrdi da do povećanja financijske dobiti, nakon primjene preporuke gnojidbe, nije došlo (Grafikon 24). Iako polovina nositelja poljoprivrednih gospodarstava ne provodi sustavnu kontrolu plodnosti tla ipak su se izjasnili da im je bitno subvencioniranje analize tla i preporuke gnojidbe kod obje kategorije biljne proizvodnje (>70 %), a samo njih 5 % smatra subvencioniranje nebitnim i nepotrebnim (Grafikon 25). Stavovi o visini sufinanciranja analize tla i preporuke gnojidbe govore da bi dvije trećine ispitanika bila zadovoljna s 50 % sufinanciranja troškova analize tla i gnojidbene preporuke, a njih trećina bila bi zadovoljna iznosom sufinanciranja od 75 % (Grafikon 26). Anketirani poljoprivredni proizvođači većinom su zainteresirani za provođenje sustavne kontrole praćenja stanja poljoprivrednog zemljišta, tj. obaveznu kontrolu plodnosti. Tako se 74 % ispitanika koji se bave proizvodnjom jednogodišnjih kultura pozitivno izrazilo po pitanju kontrole plodnosti kao i 61 % proizvođača višegodišnjih kultura (Grafikon 27). Isto tako, utvrđena je pozitivna korelacija po pitanju značaja kontrole plodnosti kod obje vrste proizvodnje od $r=0,74^{**}$ ($n=500$), dok je korelacija značaja gnojidbenih preporuka u očuvanju okoliša iznosila $r=0,81^{**}$ ($n=500$) također za obje vrste proizvodnje.

Reijneveld (2013.) smatra da je iznenađujuće malo informacija o percepciji poljoprivrednih proizvođača kada su u pitanju analize tla i preporuke gnojidbe temeljene na analizi tla, iako se u mnogim zemljama testiranja tla provode redovito svake četiri

godine kroz duže vremensko razdoblje. U tom istraživanju provedeno je anketiranje poljoprivrednih proizvođača u pet regija Nizozemske, s ciljem boljeg razumijevanja stava poljoprivrednih proizvođača prema analizama tla i preporukama gnojidbe, kao i njihovih problema vezanih uz plodnost tla. Kao činitelje koji su relevantni za mišljenje poljoprivrednih proizvođača autor navodi specifičnosti proizvodnje kojom se bave ispitanici, obrazovanost poljoprivrednih proizvođača, strukturu biljne proizvodnje (plodosmjena), tip gospodarstva (ratarstvo, hortikultura), tip tla, starost odnosno iskustvo poljoprivrednih proizvođača, i dr. Autor smatra da bi više spoznaja o korištenju i uvažavanju analize tla od strane poljoprivrednih proizvođača trebalo poboljšati primjenjivost sadašnjih i budućih ispitivanja tla i preporuka gnojidbe. Navodi kako je potrebno učinkovitije gospodariti tlom, uz velike tehnološke inovacije, koje imaju potencijal preveniranja globalnog nedostatka proizvodnih površina. Prema Lambin i Mayfroidt (2011.) korištenje zemljišta treba shvatiti kao dio otvorenih i kompleksnih sustava čovjek – okoliš kojima dominiraju dalekosežni protoci roba, kapitala i ljudi. Amundson i sur. (2015.) tvrde da će direktan i indirektan odgovor tala na prošle i buduće ljudske aktivnosti imati ključnu ulogu u ljudskom napretku i opstanku.

Rezultati ovog istraživanja sugeriraju potrebu daljnjeg provođenja sustavne i subvencionirane analize tla za potrebe preporuka gnojidbe na području istočne Hrvatske, naročito u županijama koje su slabije sudjelovale u programima čiji su rezultati prikazani u ovom istraživanju, kao i potrebu boljeg informiranja i edukacije malih proizvođača o prednostima analize tla na njihovim proizvodnim površinama.

5. ZAKLJUČCI

U ovoj disertaciji prikazani su rezultati trinaest godina provođenja projekata analize tla u osječkom Zavodu za tlo, za potrebe izračuna gnojidbenih preporuka u svih pet županija istočne Hrvatske, s ukupno 40 809 uzoraka tla, za velik broj jednogodišnjih i višegodišnjih kultura. Provedene analize uzoraka tla obuhvaćaju reakciju tla, sadržaj biljkama raspoloživih oblika fosfora i kalija u tlu, sadržaj organske tvari (humusa), hidrolitičku kiselost i sadržaj karbonata u tlu. Osim analize najvažnijih agrokemijskih pokazatelja plodnosti tla, obavljeno je anketiranje krajnjih korisnika analize tla sa svrhom utvrđivanja njihovog stava o primjeni subvencionirane analize tla u njihovoj proizvodnji.

Analizom rezultata dobivenih terenskim i laboratorijskim istraživanjima mogu se izvesti slijedeći zaključci:

1. Prema podacima o supstitucijskoj kiselosti analiziranih uzoraka tla, kod analiziranih površina za jednogodišnje kulture prisutno je ograničenje proizvodnih svojstava tla zbog kisele pH vrijednosti tla, jer je oko 50 % analiziranih uzoraka tla imalo ekstremno kiselo do kiselo pH vrijednost (raspon 3,51 -5,50). Ukupne prosječne vrijednosti pH su 5,67 za jednogodišnje kulture, dok je za višegodišnje kulture utvrđeno prosječno 5,59 u sloju tla 0 - 30 cm, a u sloju tla 30 - 60 cm 5,80.
2. Hidrolitička kiselost ispitivanih tala, kao i utvrđeni pH tla ukazuje na potrebu kalcizacije poljoprivrednih tala na određenim područjima istočne Hrvatske jer je zastupljenost uzoraka s vrijednosti $H_y > 4$ cmol/kg kod jednogodišnjih kultura bila 57 %, a kod višegodišnjih kultura 48 %. Za preciznije definiranje potrebe za kalcizacijom bilo bi potrebno za sve granične uzorke tla odrediti i kationski izmjenjivački kapacitet.
3. Analizirana tla istočne Hrvatske u prosjeku su slabo karbonatna, kod obje kategorije biljnih vrsta (jednogodišnje i višegodišnje), što također indicira potrebu kondicioniranja tla kalcizacijom.
4. Prema utvrđenom sadržaju organske tvari u tlu, preko 90 % uzoraka je u klasi slabo humoznih tala, s prosječnim sadržajem humusa u oraničnom sloju oko 2 % (obje kategorije kultura), te 1,4 % u sloju tla 30 – 60 cm kod višegodišnjih kultura.

5. Utvrđeni sadržaj lakopristupačnog fosfora (P_2O_5) pokazao je relativno veliku varijabilnost s prosječnim sadržajem $18,66 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla kod jednogodišnjih kultura, odnosno $17,01$ u gornjem sloju te $11,64 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla, što pokazuje nisku do dobru pristupačnost fosfora u tlima istočne Hrvatske.
6. Prosječan sadržaj lakopristupačnog K_2O u uzorcima tla analiziranim za jednogodišnje kulture je $22,09 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla, odnosno $21,06 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla u gornjem sloju i $16,90 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ tla u donjem sloju tla kod uzoraka za višegodišnje kulture, što upućuje na nisku do dobru opskrbljenost tla kalijem.
7. U cjelini, uzimajući u obzir dostupne spoznaje o zahtjevima pojedinih biljnih vrsta za koje su provedene analize tla na području istočne Hrvatske, postoji problem naglašene kiselosti tala, ali su ispitivana tla ipak relativno pogodna za uzgoj većine kultura jer je vrlo malen broj uzoraka tla čije su vrijednosti pokazatelja plodnosti tla izrazito nepovoljne. Za preciznije definiranje pogodnosti tla na određenom lokalitetu i za pojedinu biljnu vrstu treba primijeniti sofisticirane kompjutorske modele koji u izračunu stupnja pogodnosti uzimaju u obzir velik broj relevantnih parametara lokaliteta (tlo i klima) te specifičnosti biljne vrste.
8. Geografske koordinate određene za svaki analizirani uzorak tla iskorištene su za pregled lokacija uzorkovanja tla, te prikaz vrijednosti pojedinih analiziranih agrokemijskih pokazatelja kao i zastupljenosti usjeva za koje je napravljena analiza tla i preporuka gnojidbe na geografskoj karti istočne Hrvatske.
9. Prema ukupnom broju uzoraka i hektara površine tla obuhvaćenim ovim istraživanjem, ističu se po zastupljenosti kukuruz, šećerna repa i pšenica kod jednogodišnjih kultura, te vinova loza, šljiva i jabuka kod višegodišnjih kultura. Navedeni rang zastupljenosti ovih kultura upućuje ne samo na značajnost i intenzitet uzgoja navedenih kultura na području istočne Hrvatske, nego i na interes proizvođača ovih kultura za primjenom analize tla i na temelju nje dobivenim gnojidbenim preporukama.
10. Prostorni raspored uzorkovanja tla i utvrđenih vrijednosti agrokemijskih pokazatelja plodnosti ovisio je o učešću pojedinih županija i jedinica lokalne samouprave u provođenim programima subvencionirane analize tla, te se dobiveni

rezultati moraju tumačiti u kontekstu najvećeg broja uzoraka tla analiziranih na području Osječko-baranjske županije. Iz istog razloga je i prikaz raspona vrijednosti agrokemijskih pokazatelja plodnosti tla na zemljopisnoj karti istočne Hrvatske najprecizniji za područje ove županije.

11. U anketnom istraživanju socioekonomskih pokazatelja učinaka subvencionirane analize tla sudjelovalo je 500 ispitanika, nositelja poljoprivrednih gospodarstava grupiranih u dvije kategorije prema usmjerenosti na proizvodnju jednogodišnjih ili višegodišnjih kultura. Prevladavajući organizacijski oblik je obiteljsko poljoprivredno gospodarstvo. Prema veličini gospodarstva kod jednogodišnjih kultura najzastupljenija su srednja gospodarstva s obradivom površinom 20-100 ha. Kod proizvođača orijentiranih na višegodišnje kulture prevladavaju mikro i mala gospodarstva s površinama do 3 ha što je nedostavno za intenzivnu proizvodnju.
12. Relativno mali udio anketiranih proizvođača ima formalno poljoprivredno obrazovanje, što kao posljedicu može imati smanjene mogućnosti razumijevanja i primjene gnojdbene preporuke što je potvrđeno rezultatima ankete.
13. Na osnovu dobivenih rezultata potvrđena je polazišna pretpostavka da veliki poljoprivredni proizvođači pokazuju veći interes za redovitu analizu tla i gnojidbu jer na temelju dobivenih podataka mogu ostvariti bolje ekonomske rezultate. Također, potvrđen je interes malih proizvođača za daljnjom primjenom subvencionirane analize tla s obzirom na proizvodne rezultate.
14. Rezultati ovog istraživanja sugeriraju potrebu daljnjeg provođenja sustavne i subvencionirane analize tla za potrebe preporuka gnojidbe na području istočne Hrvatske, naročito u županijama koje su slabije sudjelovale u programima čiji su rezultati prikazani u ovom istraživanju, kao i potrebu boljeg informiranja i edukacije malih proizvođača o prednostima analize tla na njihovim proizvodnim površinama.

6. LITERATURA

1. Adams, F., Moore, B.L. (1983.): Chemical Factors Affecting Root Growth in Subsoil Horizons of Coastal Plain Soils 1. *Soil Science Society of America Journal*. 47(1): 99-102.
2. Adams, F., Hathcock, P.J. (1984.): Aluminum Toxicity and Calcium Deficiency in Acid Subsoil Horizons of Two Coastal Plains Soil Series 1. *Soil Science Society of America Journal*. 48(6): 1305-1309.
3. Alexandratos, N., Bruinsma, J. (2012.): World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision. ESA Working paper No. 12-03. Rome, FAO.
4. Amundson, R., Berhe A.A., Hopmans, J.W., Olson, C., Sztein, A.E., Sparks, D.L. (2015.): Soil and human security in the 21st century. *Science*. 348 (6235): 1261071. DOI: 10.1126/science.
5. Arshad, M. A., Martin, S. (2002.): Identifying critical limits for soil quality indicators in agro-ecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 88(2): 153-160.
6. Arshada, M.A., Coena, G.M. (1992.): Characterization of soil quality: Physical and chemical criteria. *American Journal of Alternative Agriculture*. 7(1-2): 25-31.
7. Barrow, N.J. (2017.): The effects of pH on phosphate uptake from the soil. *Plant and soil*. 410 (1-2): 401-410.
8. Bašić, F., Jones, A. (2015.): Soils of Croatia in the strategy of soil protection of European Union regarding of International year of soils – 2015. Proceedings of the 50th Croatian and 10th International Symposium on Agriculture. Opatija, Croatia. 9-19.
9. Bensa, A., Sever, Z., Bogunović, M., Krklec, K. (2011.): Utjecaj načina korištenja zemljišta na količinu i sastav humusa kod pseudogleja. Zbornik sažetaka 46. Hrvatskog i 6. međunarodnog simpozija agronoma. Opatija, 14-18.veljače 2011. 22-23.
10. Biško, A., Milinović, B., Savić, Z., Čoga, L., Jurkić, V., Slunjski, S. (2009.): Sadržaj humusa u tlima RH namjenjenim za podizanje trajnih nasada. Zbornik radova znanstveno stručnog skupa „Tehnologija zbrinjavanja otpada i zaštite tla“, Zadar. 61-66.

11. Bogunović, I., Trevisani, S., Šepu, M., Juzbašić, D., Đurđević, B. (2017.): Short-range and regional spatial variability of soil chemical properties in an agro-ecosystem in eastern Croatia. *Catena*. 154: 50-62.
12. Buckman, H.O., Brady, N.C. (1960.): *The nature and properties of soils*. The Macmillan Company, New York.
13. Butorac, A., Butorac, J., Bašić, F., Mesić, M., Kisić, I. (2005.): Utjecaj gnojidbe na zalihu fosforom i kalijem na prinos korijena šećerne repe i neka kemijska svojstva tla u plodoredu kukuruz-soja-ozima pšenica-šećerna repa. *Agronomski glasnik: Glasilo Hrvatskog agronomskog društva*. 67(1): 3-16.
14. Bravo, S. (2017.): Influence of the soil pH in the uptake and bioaccumulation of heavy metals (Fe, Zn, Cu, Pb and Mn) and other elements (Ca, K, Al, Sr and Ba) in vine leaves, Castilla-La Mancha (Spain). *Journal of Geochemical Exploration*. 174: 79-83.
15. Chaney, K., Swift, R.S. (2006.): Studies on aggregate stability. *Journal of Soil Science*. 37(2): 337-343.
16. Ćirić, M. (1991.): *Pedology*. Institute for textbooks and teaching aids, Sarajevo.
17. Čavrak, V. (2003.): *Održivi razvoj ruralnih područja Hrvatske*. Zbornik ekonomskog fakulteta u Zagrebu. 1(1): 61-77.
18. Čoga, L., Petek, M., Jurkić, V., Pavlović, I. (2018.): Studija – Kontrola plodnosti tla s preporukom za gnojidbu povrćarskih kultura na području polja Kimpi i polja Kaštel (grad Krk). *Zavod za ishranu bilja, Agronomski fakultet, Zagreb*.
19. Čoga, L., Slunjski, S. (2018.): *Dijagnostika tla u ishrani bilja*. Priručnik za uzorkovanje i analitiku tla. *Agronomski fakultet, Zagreb*.
20. Đurđević, B. (2010.): *Ekspertni model procjene pogodnosti zemljišta za usjeve*, doktorska disertacija. Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
21. Đurđević, B., Vukadinović, V., Bertić, B., Jug, I., Vukadinović, V., Jurišić, M., Dolijanović, Ž., Andrijačić, M. (2011.): Liming of acid soils in Osijek-Baranja Country. *Journal of Agricultural Sciences*. 56 (3): 187-195.
22. Đurđević, B. (2014.): *Praktikum iz Ishrane bilja*. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Poljoprivredni fakultet u Osijeku. ISBN: 978-953-7871-30-7.
23. Đurđević, B., Vukadinović, V., Bertić, B., Jug, I., Jug, D., Šeremešić, S., Varžić, I. (2014.): Visualization of phosphorus availability in Osijek-Baranja County with

- kriging. In 7th International Scientific/Professional Conference, Agriculture in Nature and Environment Protection, Vukovar, Croatia. 174-178.
24. Đurđević, B., Jug, I., Vukadinović, V., Brozović, B., Stipešević, B., Bogunović, I., Jug, D. (2018.): Effects of Biochar and Sugar Factory Lime Application on Soil Reaction in Acidic Soils. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 83 (1):31-37.
 25. Egner, H., Riehm, H., Domingo, W.R. (1960.): Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoff-Zustandes der Boden. II. K. *Lantbrhogsk. Annlr.* 20: 199-216.
 26. Fageria, V.D. (2001.): Nutrient interactions in crop plants. *Journal of Plant Nutrition*. 24 (8): 1269-1290.
 27. Fahong, W., Zhonghu, H., Ken, S., Shengdong, L., Jisheng, S., Feng, B., Lingan, K. (2009.): Wheat cropping systems and technologies in China. *Field Crops Research*. 111: 181-188.
 28. Foy, C.D. (1992.): Soil chemical factors limiting plant root growth. In *Limitations to plant root growth*. Springer, New York, NY. 97-149.
 29. Goulding, K.W.T. (2016.): Soil acidification and the importance of liming agricultural soils with particular reference to the United Kingdom. *Soil Use and Management*. 32: 390-399.
 30. Grahovac, P. (2005.): Regionalne značajke uvjeta razvoja hrvatske poljoprivrede. *Zbornik Ekonomskog fakulteta u Zagrebu*. 3: 133-152.
 31. Gregory, A.S., Ritz, K., McGrath, S.P., Quinton, J.N., Goulding, K.W.T., Jones, R.J.A. (2015.): A review of the impacts of degradation threats on soil properties in the UK. *Soil Use and Management*. 31(1): 1-15.
 32. HRN ISO (2005.): Kakvoća tla. Određivanje pH-vrijednosti. International standard. ISO 10390:2005. International Organization for Standardization, Hrvatski zavod za norme.
 33. Husnjak, S., Romić, M., Poljak, M., Pernar, N. (2011.): Recommendations for soil memagent in Croatia. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 76 (1-8): 1-8.
 34. Hüttl, R.F., Frielinghaus, M. (1994.): Soil fertility problems - an agriculture and forestry perspective. *Science of The Total Environment*. 143(1): 63-74.
 35. ISO (1995.): Soil quality. Determination of carbonate content - Volumetric method. International standard. ISO 10693:1995. International Organization for Standardization. Geneve. Switzerland.

36. Jajtić, K. (2016.): Značaj fondova Europske unije za razvoj obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava: primjer Krapinsko-zagorske županije (Doctoral dissertation, University of Zagreb. Faculty of Science. Department of Geography.).
37. Jensen, D.R., Thomas L. (2010.): Soil pH and the Availability of Plant Nutrients, IPNI Plant Nutrition Today 2.
38. Jianping, Z. (1999.): Soil erosion in Guizhou province of China: a case study in Bijie prefecture. *Soil Use Management*. 15: 68-70.
39. Jeng, A., Haraldsen, T.K., Gronlund, A., Pedersen P.A. (2006.): Meat and bone meal as nitrogen and phosphorus fertilizer to cereals and ryegrass. *Nutrien Cycling in Agroecosystems*. 76: 183-191.
40. Jug, D., Birkás, M., Jug, I., Vukadinović, V., Đurđević, B., Brozović, B., Stipešević, B. (2016.): Agriculture in the Pannonian Basin facing new challenges related to climatic change. In: Bíróné Kircsi, A., Lakatos, M., Güttler, I. (Eds), *Abstract Book 2nd PannEx Workshop*. Budapest, Hungary, 1-3 june 2016. 21.
41. Karalić, K. (2010.): Utvrđivanje potrebe u kalcizaciji i utjecaj kalcizacije na status hraniva u tlu, doktorska disertacija. Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet Osijek.
42. Karlen, D.L., Mausbach, M.J., Doran, J.W., Cline, R.G., Harris, R.F., Schuman, G.E. (1997.): Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation. *Soil Science Society of America Journal*. 61(1): 4-10.
43. Karlen, D.L., Andrews, S.S., Wienhold, B.J., Zobeck, T.M. (2008.): Soil quality assessment: past, present and future. *Journal of Integrative Biosciences*. 6 (1): 1-14.
44. Kastori, R., Ilin, Ž., Maksimović, I., Putnik-Delić, M. (2013.): Kalijum u ishrani biljaka – kalijum i povrće. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
45. Keserović, Z., Magazin, N., Milić, B., Dorić, M. (2016.): Voćarstvo i vinogradarstvo (deo Voćarstvo). Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
<http://polj.uns.ac.rs/sites/default/files/udzbenici/UdzbenikVocarstvoivinogradarstvoA4.pdf>.
46. Kovačević, V., Lončarić, Z., Šimić, D., Šimić, B. (2005.): Influences of liming on soil fertility in the Eastern Croatia. *Plant nutrition for food security, human and environmental protection. Fifteenth International Plant Nutrition Colloquim*. C. J. Li (ed.). Tsinghua University Press. Beijing. China. 2005: 958-959.

47. Kralik, D., Ivanović, M., Mihić, Đ., Jovičić, D. (2013.): Program poticanja proizvodnje i korištenja biogoriva u prijevozu na području Osječko–baranjske županije za razdoblje 2014.-2016. godine. Poljoprivredni Fakultet u Osijeku.
48. Kraljićak, Ž. (2012.): Utvrđivanje pogodnosti zemljišta Osječko-baranjske županije za uzgoj vinove loze. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet Osijek.
49. Kurnoga Živadinović, N. (2007.): Multivarijatna klasifikacija županija Hrvatske. Zbornik ekonomskog fakulteta u Zagrebu. 5(1): 1-15.
50. Kurtural, S.K. (2006.): Vineyard site selection. HortFact 31-02. California State University. Fresno.
51. Lambin, E.F., Meyfroidt, P. (2011.): Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 108 (9): 3465-3472.
52. Liu, G., Mylavarapu, R., Hanlon, E., Lee, W.C. (2017.): Soil pH management for optimum commercial fruit production in Florida. U.S. Department of Agriculture, UF/IFAS Extension Service, University of Florida; document no.: HS1234.
53. Lončarić, Z., Lončarić, R., Vukadinović, V. (2006.): Model of soil suitability evaluation in organic agriculture. In: X. kongres Hrvatskog tloznanstvenog društva. Uloge tla u okolišu. Hrvatsko tloznanstveno društvo. 66.
54. Lončarić, Z., Rastija, D., Karalić, K., Popović, B. (2006.): Mineral fertilization and liming impact on maize and wheat yield. *Cereal Research Communications*. 34 (1): 717-720.
55. Lončarić, R., Kanisek, J., Lončarić, Z. (2014a.): Razlika između mineralne i organomineralne gnojidbe s ekonomskog gledišta. Zbornik radova 49. hrvatskog i 9. međunarodnog simpozija agronoma. Marić, S., Lončarić, Z. (ur.). Poljoprivredni fakultet Sveučilišta u Osijeku. 82-86.
56. Lončarić, Z., Popović, B., Ivezić, V., Karalić, K., Manojlović, M., Čabilovski, R., Lončarić, R. (2014b.): Mineralna i organska gnojidba na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima u pograničnom području Hrvatske i Srbije. Zbornik radova 49. hrvatskog i 9. međunarodnog simpozija agronoma. Marić, S., Lončarić, Z. (ur.). Sveučilište J.J.Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet Osijek. 77-81.

57. Lončarić, Z., Rastija, D., Popović, B., Karalić, K., Ivezić, V., Zebec, V. (2014c.): Uzorkovanje tla i biljke za agrokemijske i pedološke analize. Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet Osijek.
58. Lončarić, Z., Karalić, K., Ivezić, V., Lončarić, R., Kovačević, V. (2015.): Prilagodba klimatskim promjenama optimizacijom gnojidbe ratarskih usjeva dušikom. Priručnik o rezultatima VIP projekta Ministarstva poljoprivrede Republike Hrvatske. Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet Osijek.
59. Lončarić, Z., Parađiković, N., Popović, B., Lončarić, R., Kanisek, J. (2015.): Gnojidba povrća, organska gnojiva i kompostiranje. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet Osijek.
60. Lončarić, Z. (2015.): Gnojidba ratarskih usjeva. U: Doprinos poljoprivrede čistom okolišu i zdravoj hrani. Lončarić, Z. (ur.), Agri_conto-cleen: Poljoprivredni fakultet Osijek. 239-253.
61. Lončarić, Z., Karalić, K. (2015.): Mineralna gnojiva i gnojidba ratarskih usjeva. U: Doprinos poljoprivrede čistom okolišu i zdravoj hrani. Lončarić, Z. (ur.), Agri_conto-cleen: Poljoprivredni fakultet Osijek. 169-256.
62. Loneragan, J.F., Snowball, K. (1969.): Calcium requirements of plants. Australian Journal of Agricultural Research. 20: 465-478.
63. MacDonald, G.K., Bennett, E.M., Potter, P.A., Ramankutty, N. (2011.): Agronomic phosphorus imbalances across the world's croplands. Proceedings of the National Academy of Sciences. 108(7): 3086-3091.
64. Mamathashree, C.M., Girijesh, G.K., Vinutha, B.S. (2018.): Phosphorus dynamics in different soils. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 7(1): 981-985.
65. McCauley, A., Jones, C., Jacobsen, J. (2009.): Soil pH and organic matter. Nutrient management module. 8: 1-12.
66. Mesić, H., Bakšić, D., Čidić, A., Durn, G., Husnjak, S., Kisić, I., Klaić, D., Komesarović, B., Mesić, M., Milko, S., Mileusnić, M., Nakić, Z., Novak, T., Pernar, N., Pilaš, I., Romić, D., Vrbek, B., Zgorelec, Ž. (2006.): Priručnik za trajno motrenje tala Hrvatske. Prvo izdanje – radna verzija, LIFE Third Countries, LIFE05 TCY/CRO/000105. Agencija za zaštitu okoliša, Zagreb.

67. Mesić, M., Husnjak, S., Bašić, F., Kisić, I., Gašpar, I. (2009.): Suvišna kiselost tla kao negativni čimbenik razvitka poljoprivrede u Hrvatskoj. Zbornik radova 44. hrvatskog i 4. međunarodnog simpozija agronoma. 9-18.
68. Milivojević, J., Đekić, V., Jelić, M. (2012.): Plodnost oranica ratarskih proizvodnih lokaliteta grada Kragujevca u privatnom vlasništvu. Ratarstvo i povrtarstvo. 49(2): 195-201.
69. MPRRR (2009.): Načela dobre poljoprivredne prakse. Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja. Zagreb.
70. MPŠ (1996.): Croatian agriculture at the crossroads. The country position paper of the Republic of Croatia. Bašić, F., Caput, P., Bićanić, V., Kralik, G. (ur.). The World Food Summit, Rome, November 13 - 17, 1996.
71. Murray, R.S., Grant, C.D. (2007.): The impact of irrigation on soil structure. The National Program for Sustainable Irrigation (Land & Water Australia) Publ., Braddon, Australia.
72. Nešić, L., Pucarević, M., Sekulić, P., Belić, M., Vasin, J., Ćirić, V. (2008.): Osnovna hemijska svojstva u zemljištima srema. Zbornik Radova-A Periodical of Scientific Research on Field & Vegetable Crops. 45(2): 255-263.
73. Oldfield, E.E., Wood, S.A., Bradford, M.A. (2018.): Direct effects of soil organic matter on productivity mirror those observed with organic amendments. Plant and Soil. 423(1-2): 363-373.
74. Osvalde, A. (2011.): Optimization of plant mineral nutrition revisited: the roles of plant requirements, nutrient interactions, and soil properties in fertilization management. Environmental and Experimental Biology. 9: 1-8.
75. Papić, M. (2012.): Primijenjena statistika u MS Excelu, Naklada Zoro, Zagreb.
76. Parađiković, N. (2009.): Opće i specijalno povrtarstvo. Poljoprivredni fakultet Osijek.
77. Pejanović, R., Vujović, S. (2008.): Ruralni razvoj i agroturizam. Agroekonomika.
78. Petošić, D., Kovačević, V., Josipović, M. (2003.): Phosphorus availability in hydromorphic soils of Eastern Croatia. Plant, Soil & Environment. 49(9): 394-401.
79. Popović, B. (2009.): Usporedba metoda za određivanje pristupačnosti fosfora u tlu. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet Osijek.

80. Puđak, J., Bokan, N. (2011.): Ekološka poljoprivreda–indikator društvenih vrednota. Sociologija i prostor: časopis za istraživanje prostornoga i sociokulturnog razvoja. 49(2 (190): 137-163.
81. Ranogajec, Lj., Deže, J., Gilman, M. (2017.): Ecological footprint as an indication of sustainable agriculture. 6. Međunarodni znanstveni simpozij, Gospodarstvo istočne Hrvatske - vizija i razvoj. Mašek Tonković, A. (ur.). Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Ekonomski fakultet u Osijeku. 666-675.
82. Ranogajec, Lj., Lončarić, R., Deže, J. (2015.): The economic value of cattle manure. The 9th International Symposium on PSILPH, October 18th-23th 2015, Dubrovnik. 182-184.
83. Rastija, D., Lončarić, Z. (2014.): Plodnost i tipovi tala u pograničnome području. U: Plodnost i opterećenost tala u pograničnome području. Lončarić, Z. (ur.). Osijek: Poljoprivredni fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.
84. Rastija, D., Ivezić, V., Karalić, K., Popović, B., Engler, M., Semialjac, Z., Lončarić, Z. (2015.): Soil fertility of family farms in Eastern Croatia. In 50. hrvatski i 10. međunarodni simpozij agronoma Zbornik sažetaka 50. hrvatskog i 10. međunarodnog simpozija agronoma. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. 24-25.
85. Rašić, D., Šeput, M., Halter, J., Andrišić, M., Komesarović, B., Cvjetković, S. (2011.): Organska tvar i pH u tlima istočne Hrvatske.
http://sa.agr.hr/pdf/2011/sa2011_a0108.pdf
86. Rejneveld, J.A. (2013.): Unravelling changes in soil fertility of agricultural land in The Netherlands. Doctoral thesis. Wageningen University, Wageningen, Netherland.
87. Ritchey, K.D., Silva, J.E., Costa, U.F. (1982.): Calcium deficiency in clayey B horizons of savanna oxisols. Soil Science. 133(6): 378-382.
88. Robinson, D.A., Panagos, P., Borrelli, P., Jones, A., Montanarella, L., Tye, A., Obst, C.G. (2017.): Soil natural capital in Europe; a framework for state and change assessment. Scientific reports. 7(1): 6706.
89. Schils, R., Olesen, J.E., Kersebaum, K.-C., Rijk, B., Oberforster, M., Kalyada, V., Khitrykau, M., Gobin, A., Kirchev, H., Manolova, V., Manolov, I., Trnka, M., Hlavinka, P., Palosuo, T., Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L., Lorgeou, J., Marrou, H., Danalatos, N., Archontoulis, S., Fodor, N., Spink, J., Roggero, P.P., Bassu, S.,

- Pulina, A., Seehusen, T., Kjersti Uhlen, A., Żyłowska, K., Nieróbca, A., Kozyra, J., Vasco Silva, J., Martins Maçãs, B., Coutinho, J., Ion, V., Takáč, J., Inés Mínguez, M., Eckersten, H., Levy, L., Herrera, J. M., Hiltbrunner, J., Kryvobok, O., Kryvoshein, O., Sylvester-Bradley, R., Kindred, D., Topp, C.F.E., Boogaard, H., de Groot, H., Lesschen, J.P., van Bussel, L., Wolf, J., Zijlstra, M., van Loon, M.P., van Ittersum, M.K. (2018.): Cereal yield gaps across Europe, *European Journal of Agronomy* 101: 109-120. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2018.09.003>
90. Shortle, W.C., Smith, K.T. (1988.): Aluminum-induced calcium deficiency syndrome in declining red spruce. *Science*. 240(4855): 1017-1018.
91. Soil Survey Division Staff (1993.): Soil survey manual. Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture, Handbook 18.
92. Staggenborg, S.A., Carignano, M., Haag, L. (2007.): Predicting soil pH and buffer pH in situ with a real-time sensor. *Agronomy journal*. 99(3): 854-861.
93. Stanciu, P. (2004.): Drought in 2003 on the Danube river and on the internal rivers in Romania. XXII Conference of Danubian countries on hydrological bases of water management. Brno. Conference abstracts. 201-202.
94. Stuhne, G., Ančić, M., Marinić, K., Rožman, L. (2016.): Analiza tla – poljoprivredni i okolišni aspekti. Zbornik radova 51. hrvatskog i 11. međunarodnog simpozija agronoma. Pospišil, M. i Vnučec, I. (ur.). Agronomski fakultet, Zagreb. 66-70.
95. Svržnjak, K., Kamenjak, D., Kantar, S. (2006.): Obrazovanje poljoprivrednika kroz specijalističke seminare. *Poljoprivreda*. 12(2): 64-69.
96. Syers, J.K., Johnston, A.E., Curtin, D. (2008.): Efficiency of soil and fertilizer phosphorus use. *FAO Fertilizer and plant nutrition bulletin*. 18:108.
97. Šeput, M., Andrišić, M., Komesarović, B., Cvjetković, S, Klaić, D. (2007.): The amount of phosphorus and potassium and percentage of organic matter in soil of Eastern Croatia. Program and Abstract Book of the 10th International Symposium on Soil and Plant Analysis. 11th-15th June 2007, Budapest, Hungary. 25
98. Škorić, A. (1991.): Sastav i svojstva tla. Fakultet poljoprivrednih znanosti, Sveučilište u Zagrebu.
99. Štambuk, M. (1977.): Stavovi o potrebi stručnog obrazovanja poljoprivrednika. *Sociologija i prostor: časopis za istraživanje prostornoga i sociokulturnog razvoja*. (58): 63-71.

100. Taylor, M.D., Locascio, S.J. (2004.): Blossom-end rot: a calcium deficiency. *Journal of plant nutrition*. 27(1): 123-139.
101. Tilman, D., Cassman, K.G., Matson, P.A., Naylor, R., Polasky, S. (2002.): Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*. 418 (6898): 671.
102. Várallyay, G. (2006.): Soil degradation processes and extreme soil moisture regime as environmental problems in the Carpathian Basin. *Agrokémia és Talajtan*. 55 (1-2): 9-18.
103. Vasin, J., Sekulić, P., Kurjački, I. (2006.): Plodnost oraničnih površina u privatnom vlasništvu u Vojvodini. Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo. *Zbornik radova*. 42: 149-155.
104. Vratarić, M., Jurković, D., Ivezić, M., Pospišil, M., Košutić, S., Sudarić, A., Josipović, M., Ćosić, J., Mađar, S., Raspudić, E., Vrgoč, D. (2004.): Suncokret *Helianthus annuus* L. Poljoprivredni institut Osijek.
105. Vratarić, M., Sudarić, A. (2000.): Soja. Poljoprivredni institut Osijek.
106. Vratarić, M., Sudarić, A. (2007.): Tehnologija proizvodnje soje. Poljoprivredni institut Osijek, Zvijezda d.d. Zagreb.
107. Vratarić, M., Sudarić, A. (2008.): Soja *Glycine max* (L.) Merr.. Poljoprivredni institut Osijek.
108. Vukadinović, V., Bertić, B., Teklić, T., Lončarić, Z., Galović, V., Rastija, D. (2001.): Analiza tla kao temelj procjene zdravlja tla i managementa hranivima. *Zbornik sažetaka 37. znanstvenog skupa hrvatskih agronoma s međunarodnim sudjelovanjem, Opatija*. Kovačević, V. (ur.). 33-37.
109. Vukadinović, V., Lončarić, Z., Galović, V., Bertić, B., Teklić, T. (2003.): Phosphorus chemical potential according to soil analyses by means of electro-ultra filtration. *Proceedings of 2nd International Symposium on Phosphorus Dynamics in the Soil-Plant Continuum*. Rengel, Z. (ed.). Perth. University of Western Australia. 2003: 32-33.
110. Vukadinović, V., Kraljićak, Ž., Bertić, B., Šeput, M., Lončarić, Z. (2004.): Povećanje produktivnosti biljne proizvodnje suvremenim pristupom gnojidbi. *Priopćenja 39. znanstvenog skupa hrvatskih agronoma s međunarodnim sudjelovanjem*. Žimbek, T. (ur.); Opatija, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. 13-21.

111. Vukadinović, V., Vukadinović, V., Jug, I., Kraljićak, Ž., Đurđević, B. (2008.): Geostatički model procjene kalcizacije na primjeru Osječko-baranjske županije. *Poljoprivreda*. 14(2): 11-16.
112. Vukadinović, V.; Đurđević, B., Vukadinović, V., Jug, I., Bertić, B., Kraljićak, Ž. (2010.): Suvremene metode procjene pogodnosti zemljišta Osječko-baranjske županije. XI. kongres Hrvatskog tloznanstvenog društva "Perspektive gospodarenja tлом u budućnosti" – sažeci. Husnjak, S. (ur.). Zagreb: Hrvatsko tloznanstveno društvo; 54-54.
113. Vukadinović, V., Vukadinović, V. (2011.): Ishrana bilja. Sveučilište J.J. Strossmayer u Osijeku, Poljoprivredni fakultet Osijek.
114. Vukadinović, V., Bertić, B., Đurđević, B., Vukadinović, V. (2011.): Analiza pogodnosti zemljišnih resursa istočne Hrvatske funkcijskim modelom. *Poljoprivreda*. 17(1): 64-68.
115. Vukadinović, V. (2012.): Važnost analize tla.
http://www.secerana.com/documents/Znacaj_analize_tla.pdf
116. Vukadinović, V., Bertić, B. (2013.): Filozofija gnojidbe. Osijek. ISBN: 978-953-7871-11-6
117. Vukadinović, V., Jug, D., Đurđević, B., Jug, I., Vukadinović, V., Stipešević, B., Lović, I., Kraljićak, Ž. (2013.): Agricultural compaction of some soil types in eastern Croatia. In: Jug, I., Vukadinović, V., Đurđević, B. (Eds), *Proceedings & Abstracts 2nd International Scientific Conference, Soil and Plant Management: Adaptation and Mitigation of Climate Changes*. 26-28 September, 2013, Osijek. 38-45.
118. Vukadinović, V. (2013.): Prijedlog sustava kontrole plodnosti poljoprivrednog zemljišta RH. http://tlo-i-biljka.eu/tekstovi/Studija_Kontrola_plodnosti.pdf
119. Vukadinović, V., Vukadinović, V., Jug, I., Kraljićak, Ž., Jug, D., Đurđević, B. (2014.): Model interpretacijske baze zemljišnih resursa Osječko-baranjske županije. *Agronomski glasnik*. 76(1-2): 29-43.
120. Vukadinović, V., Vukadinović, V. (2016.): Tlo, gnojidba i prinos. e-knjiga: http://ishranabilja.com.hr/literatura/eKnjiga_Tlo-gnojidba-prinos.pdf
121. Vukadinović, V., Jug, D., Jug, I., Đurđević, B., Brozović, B., Stipešević, B. (2016.): Effect of climate on some soil properties and crop production. In: Bíróné Kircsi, A.,

- Lakatos, M., Güttler, I. (Eds), Abstract Book 2nd PannEx Workshop. Budapest, Hungary, 1-3 june 2016. 57.
122. Williams, A., Hunter, M.C., Kammerer, M., Kane, D.A., Jordan, N.R., Mortensen, D.A. (2016.): Soil water holding capacity mitigates downside risk and volatility in US rainfed maize: time to invest in soil organic matter. *PLoS One*. 11.
123. Wuddivira, M.N., Camps-Roach, G. (2007.): Effects of organic matter and calcium on soil structural stability. *European Journal of Soil Science*. 58(3): 722-72.
124. Yang, F., Zhang, G.L., Yang, J.L., Li, D.C., Zhao, Y.G., Liu, F. (2014.): Organic matter controls of soil water retention in an alpine grassland and its significance for hydrological processes. *Journal of Hydrology Part D*. 519: 3086–3093.
125. Zebec, V., Rastija, D., Lončarić, Z., Bensa, A., Popović, B., Ivezić, V. (2017.): Comparison of chemical extraction methods for determination of soil potassium in different soil types. *Eurasian Soil Science*. 50 (12): 1420-1427.
126. Zebec, V., (2015.): Dinamika kalija i usporedba metoda za određivanje pristupačnog kalija u tlima istočne Hrvatske. Doktorska disertacija. Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet Osijek.
127. Znaor, D. (2009.): Hrvatska poljoprivreda ususret i nasuprot klimatskim promjenama. Sigurnost proizvodnje i opskrbe hranom u post-Kyoto periodu. Prilog za okrugli stol „Sigurnost proizvodnje i opskrbe hranom u post-Kyoto periodu“ u organizaciji Heinrich Böll Stiftung-a, 15. prosinca 2009., Zagreb.
http://www.znaor.eu/uploads/3/4/5/0/3450713/klima_i_poljoprivreda.pdf
128. Žutinić, Đ., Brkić, S. (1999.): Stavovi seljaka o stručnom obrazovanju u poljoprivredi. *Sociologija i prostor: časopis za istraživanje prostornoga i sociokulturnog razvoja*. (144-145): 149-168.

7. SAŽETAK

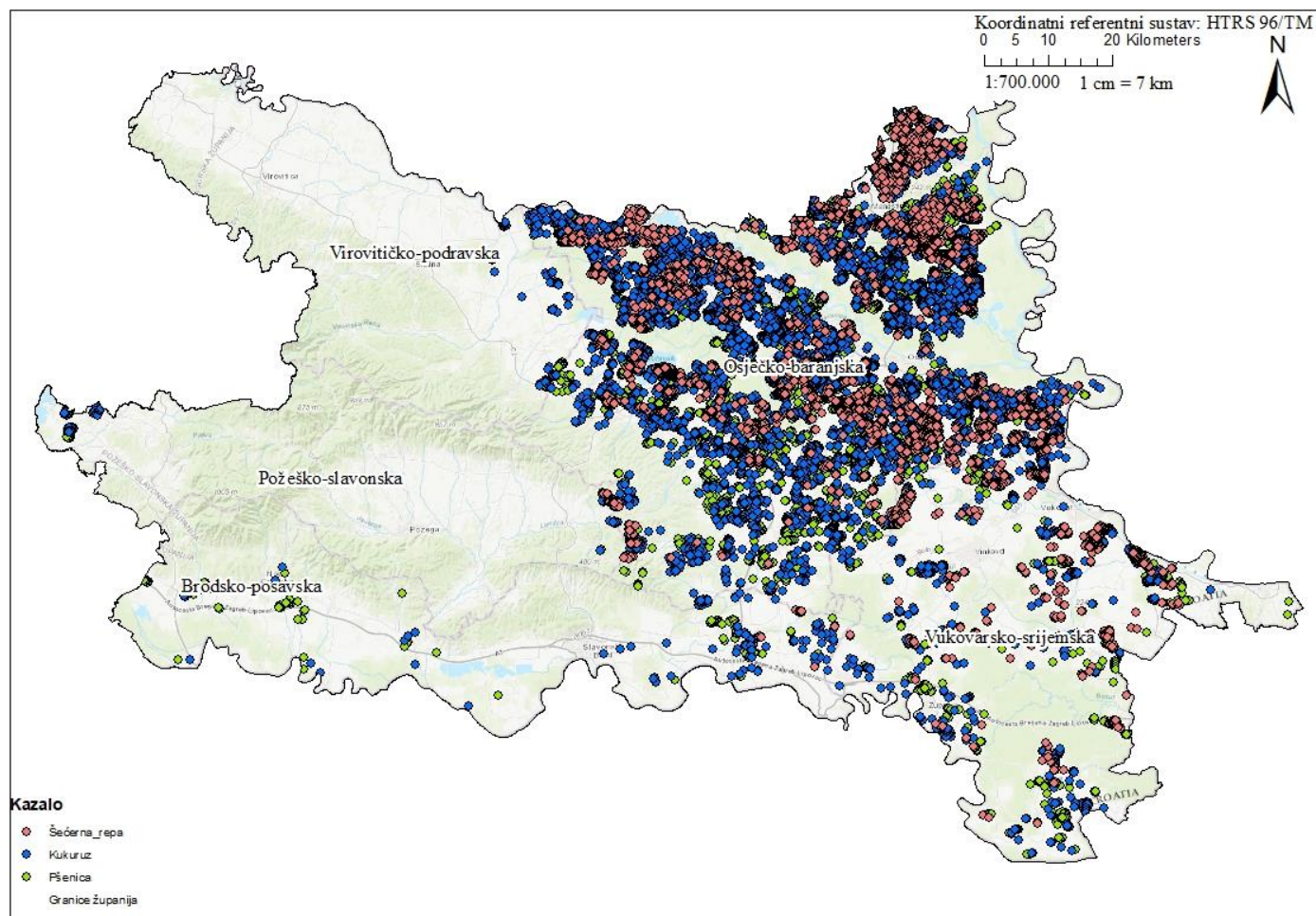
U ovoj disertaciji prikazani su rezultati trinaest godina (2003. – 2016.) provođenja projekata analize tla u osječkom Zavodu za tlo, za potrebe izračuna gnojidbenih preporuka u svih pet županija istočne Hrvatske, s ukupno 40 809 uzoraka tla, za velik broj jednogodišnjih i višegodišnjih kultura. Provedene analize uzoraka tla obuhvaćaju reakciju tla, sadržaj biljkama raspoloživih oblika fosfora i kalija u tlu, sadržaj organske tvari (humusa), hidrolitičku kiselost i sadržaj karbonata u tlu. Predstavljeni rezultati ukazuju na problem naglašene kiselosti tala, koja su u prosjeku slabe humoznosti i srednje do dobro opskrbljena fosforom i kalijem. Ispitivana tla su relativno pogodna za uzgoj većine kultura, jer je vrlo malen broj uzoraka tla čiji su pokazatelji plodnosti tla izrazito nepovoljni. Najzastupljenije kulture za koje je provedena analiza tla za preporuke gnojidbe su bile kukuruz, šećerna repa i pšenica u kategoriji jednogodišnjih te vinova loza, šljiva i jabuka u kategoriji višegodišnjih kultura. Osim kritičke analize agrokemijskih pokazatelja plodnosti tla, u ovom istraživanju je provedeno anketiranje krajnjih korisnika analize tla i preporuke gnojidbe, kako bi se utvrdio učinak i socioekonomski aspekt provedenih programa subvencionirane analize tla. U anketi je sudjelovalo 500 nositelja poljoprivrednih gospodarstava, grupiranih u dvije kategorije prema orijentaciji na proizvodnju jednogodišnjih odnosno višegodišnjih kultura. Rezultati ankete upućuju na značaj razine obrazovanja za razumijevanje analize tla i preporuke gnojidbe. Veliki proizvođači su pokazali veći interes za redovitu analizu tla i gnojidbu, čijom primjenom mogu ostvariti bolje ekonomske rezultate. Također, potvrđen je interes malih proizvođača za daljnjom primjenom subvencionirane analize tla s obzirom na proizvodne rezultate. U cjelini, rezultati ovog istraživanja sugeriraju potrebu daljnjeg provođenja sustavne i subvencionirane analize tla za potrebe preporuka gnojidbe na području istočne Hrvatske, naročito u županijama koje su slabije sudjelovale u programima čiji su rezultati prikazani u ovom istraživanju, kao i potrebu boljeg informiranja i edukacije malih proizvođača o prednostima analize tla na njihovim proizvodnim površinama.

8. SUMMARY

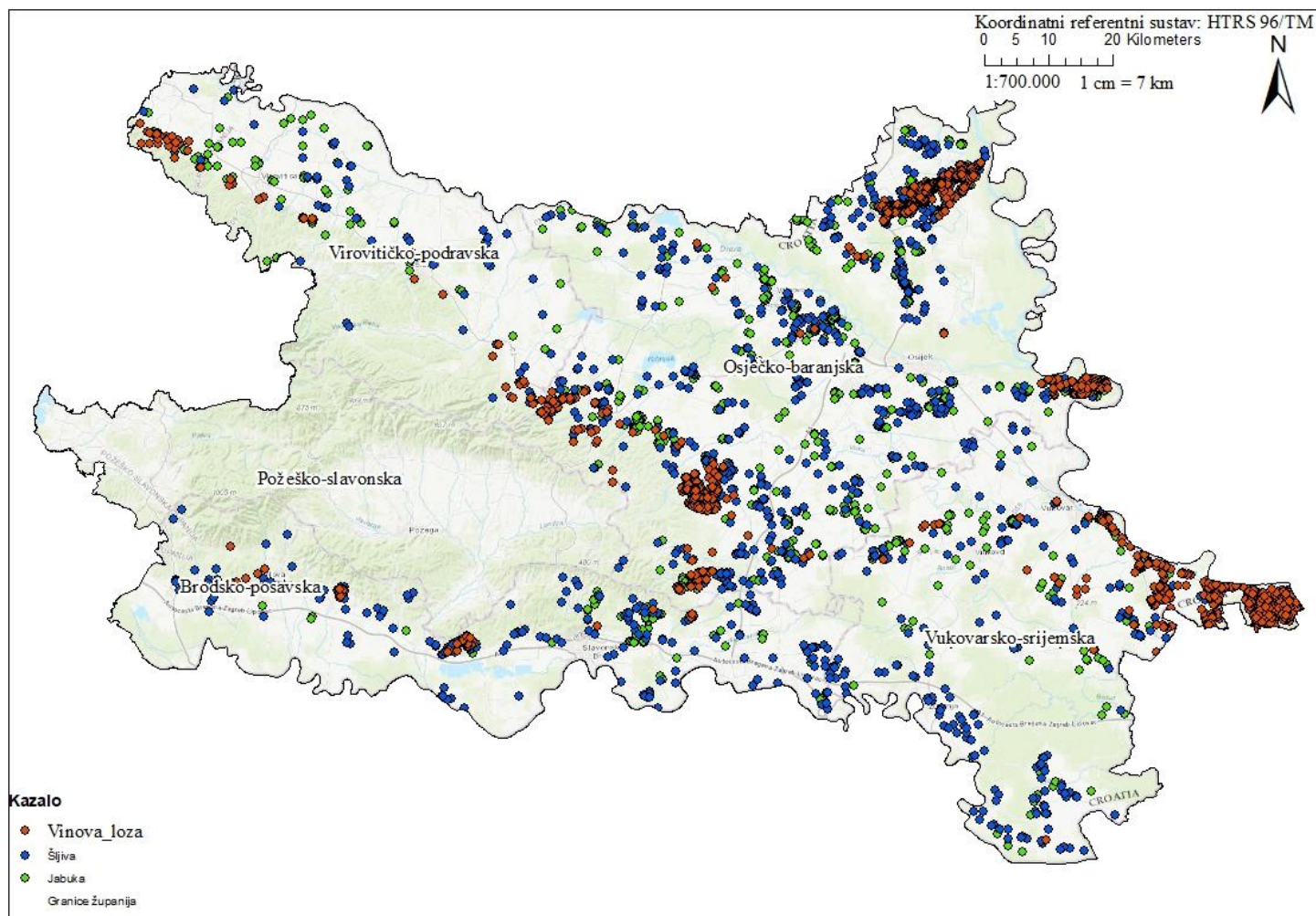
This PhD thesis shows the results of the soil analysis and fertilizer recommendations projects that were conducted during 2003 – 2016 year in Soil Institute in Osijek, comprehending 40. 809 soil samples from the area of eastern Croatia, and many agricultural crops included in fertilizer recommendations. Soil analysis parameters shown here are soil pH, plant-available phosphorus and potassium contents as well as soil organic matter content (humus), hydrolytic acidity level and calcium carbonate content in the soil. The presented results imply on the enhanced acidity problem of the soils which are in the average low in humus content but moderately or good supplied with P and K. In general, it can be stated that the examined soils are relatively suitable for most of the plant crops in question, since there are very low number of soil samples with extremely unfavorable soil fertility indicators. The most prevalent crops for which soil analysis and fertilizer recommendations were performed are maize, sugar beet and wheat in the category of annual crops, as well as grapevine, plum and apple in the category of multi-annual crops. In addition to critical analysis of agrochemical soil fertility indicators, this research includes a survey of end-users of soil analysis and fertilizer recommendations, in order to determine the effect and socioeconomic aspect of the implemented subsidized soil analysis programs. The survey was attended by 500 holders of agricultural holdings, grouped into two categories according to the orientation to the production of annual or multi-annual crops. The survey results point to the importance of education levels for understanding soil analysis and fertilizer recommendations. Large producers have shown greater interest in regular soil analysis and fertilization, whose application can contribute to better economic results. Also, this research confirmed the interest of small producers for the further application of subsidized soil analysis regarding the production results.

Overall, the results of this study suggest the need for further implementation of systematic and subsidized soil analysis for the purposes of fertilization recommendations in eastern Croatia, especially in counties that have been less involved in programs whose results were shown in this study, as well as the need for better information and education of small producers on the benefits of soil analysis in their production areas.

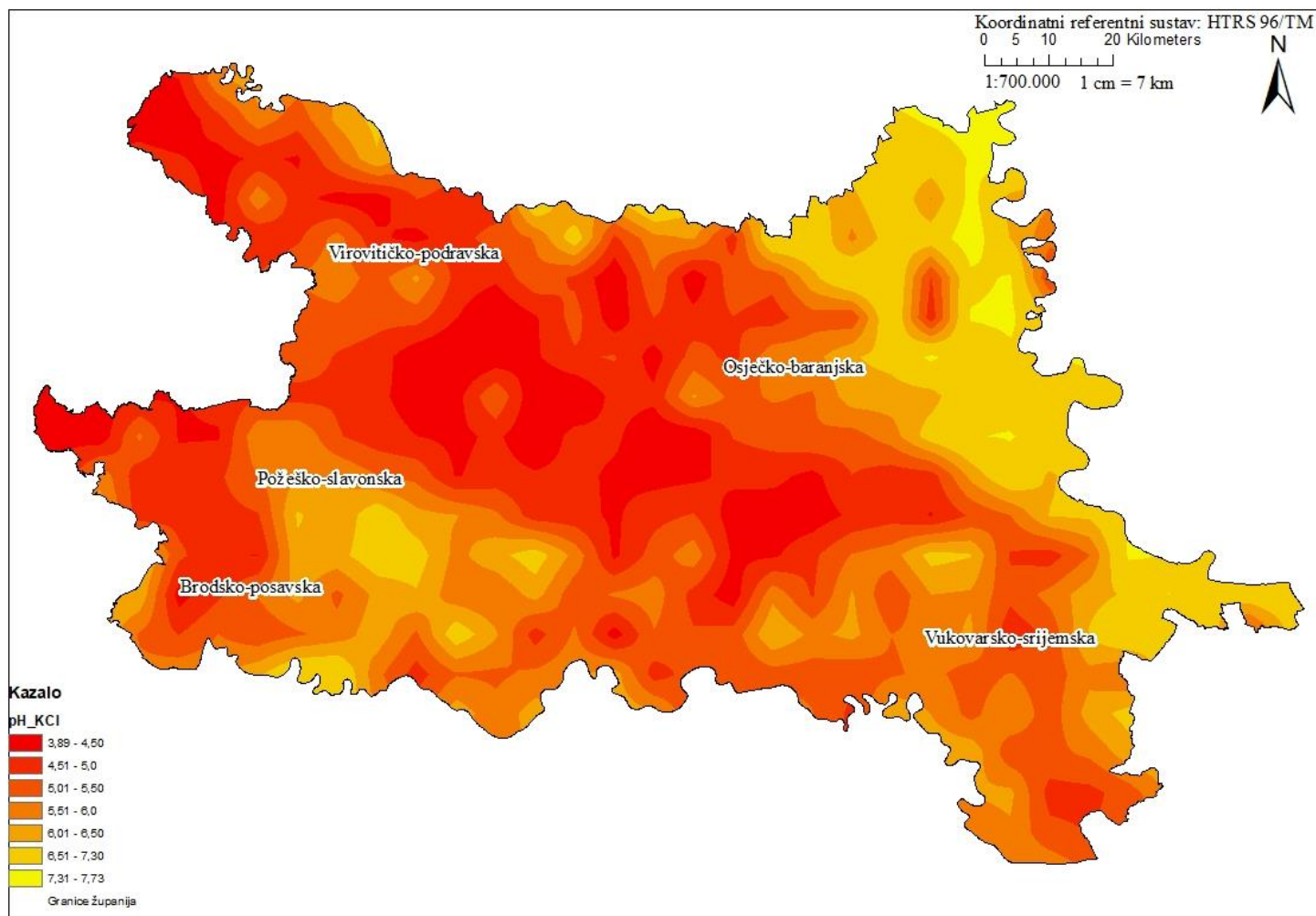
9. PRILOG



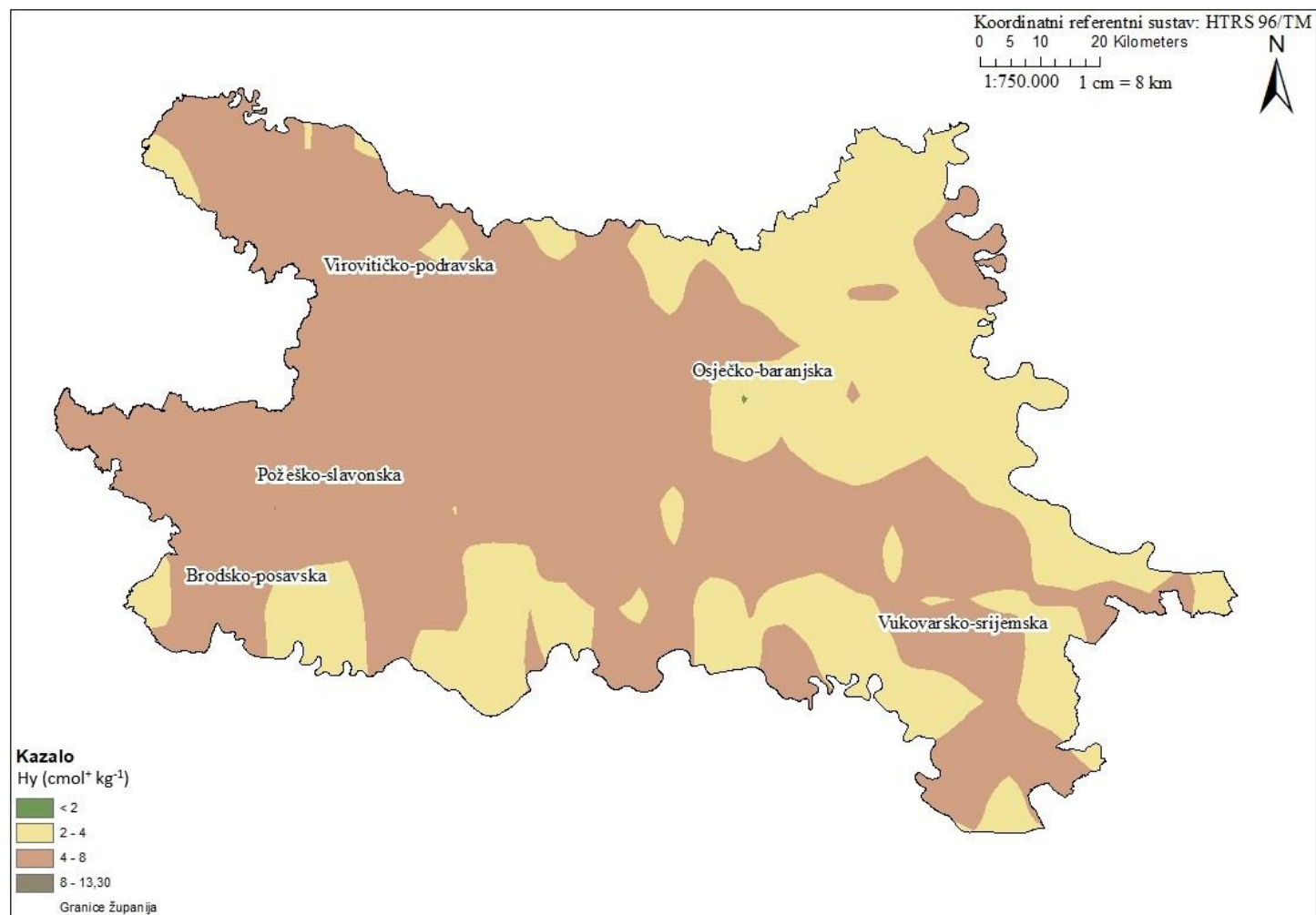
Slika 7. Lokacije uzoraka tla za gnojidbu kukuruza, šećerne repe i pšenice



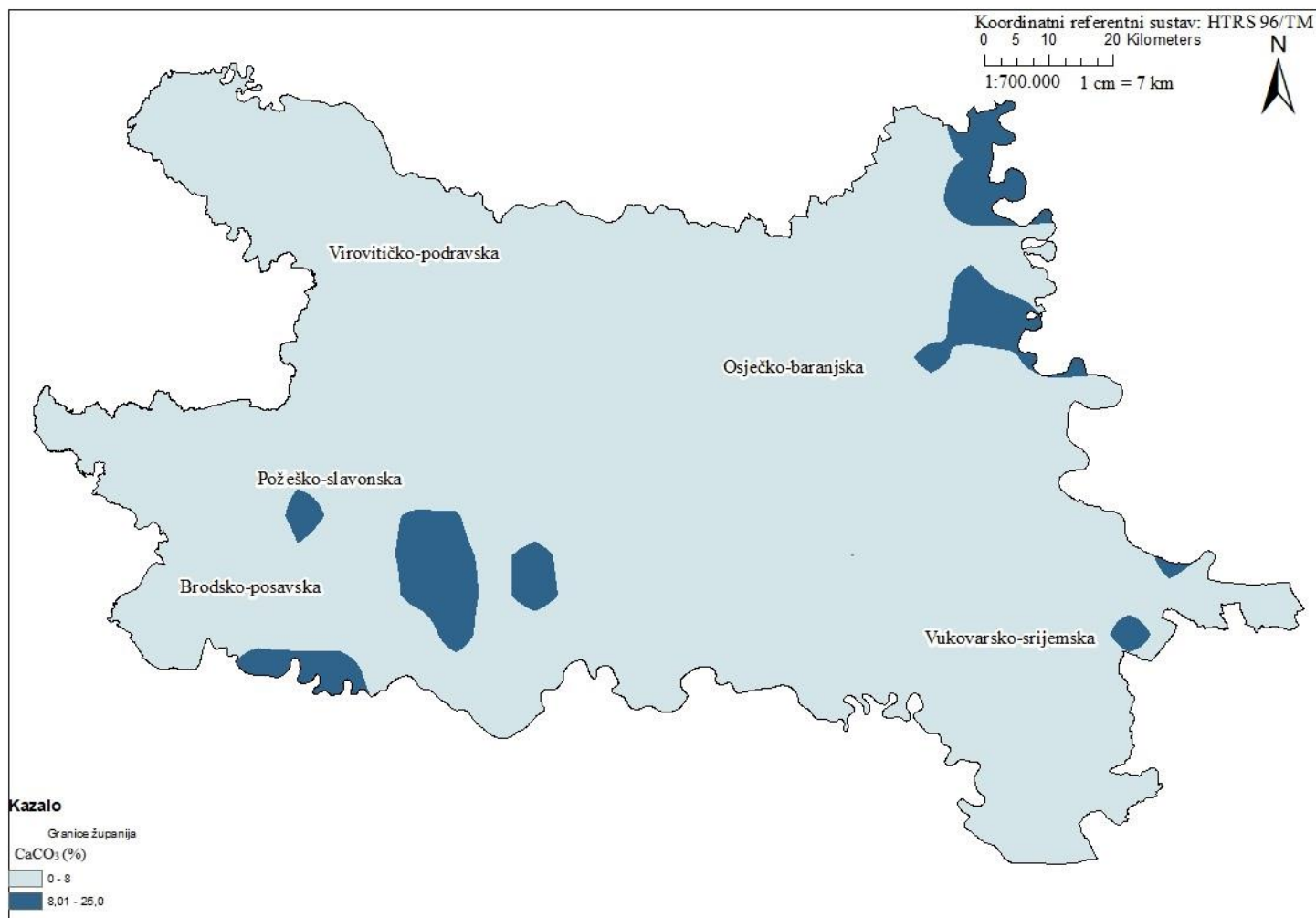
Slika 8. Lokacije uzoraka tla za gnojidbu vinove loze, šljive i jabuke.

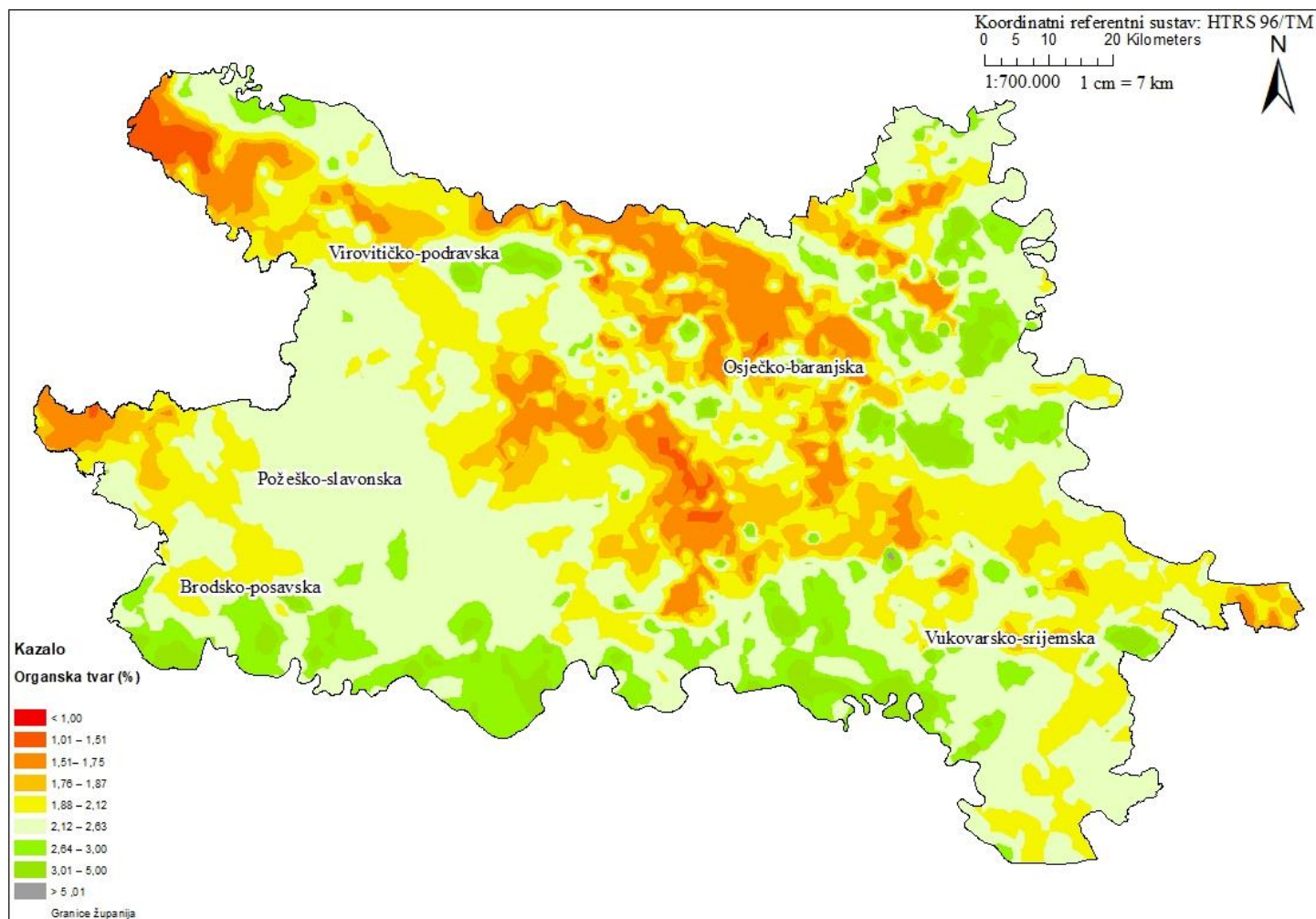


Slika 9. Predikcijska karta pH vrijednosti (pH-KCl) - geostatistička metoda Kriging

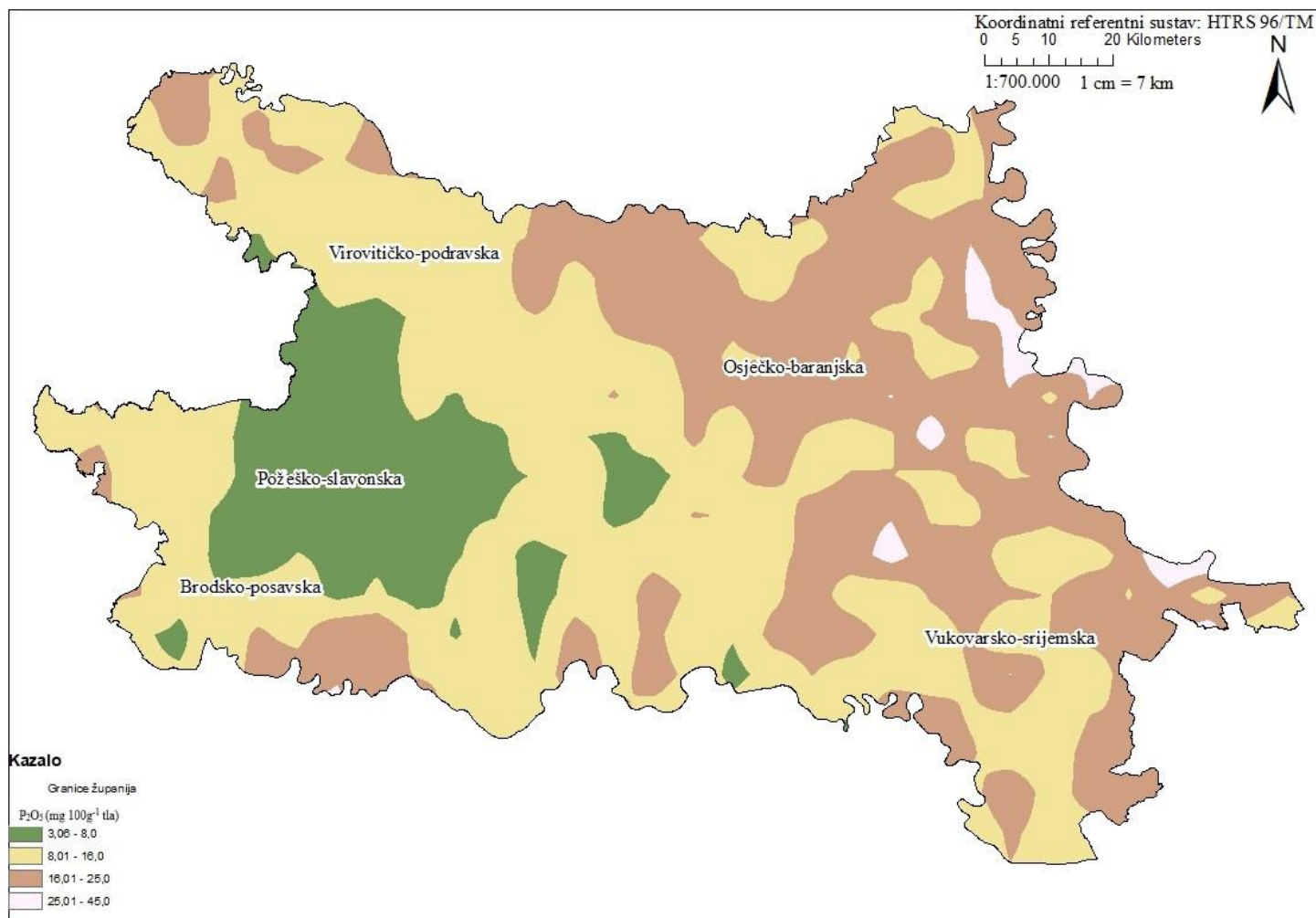


Slika 10. Predikcijska karta vrijednosti hidrolitičke kiselosti (cmol(+) kg⁻¹) - geostatistička metoda Kriging

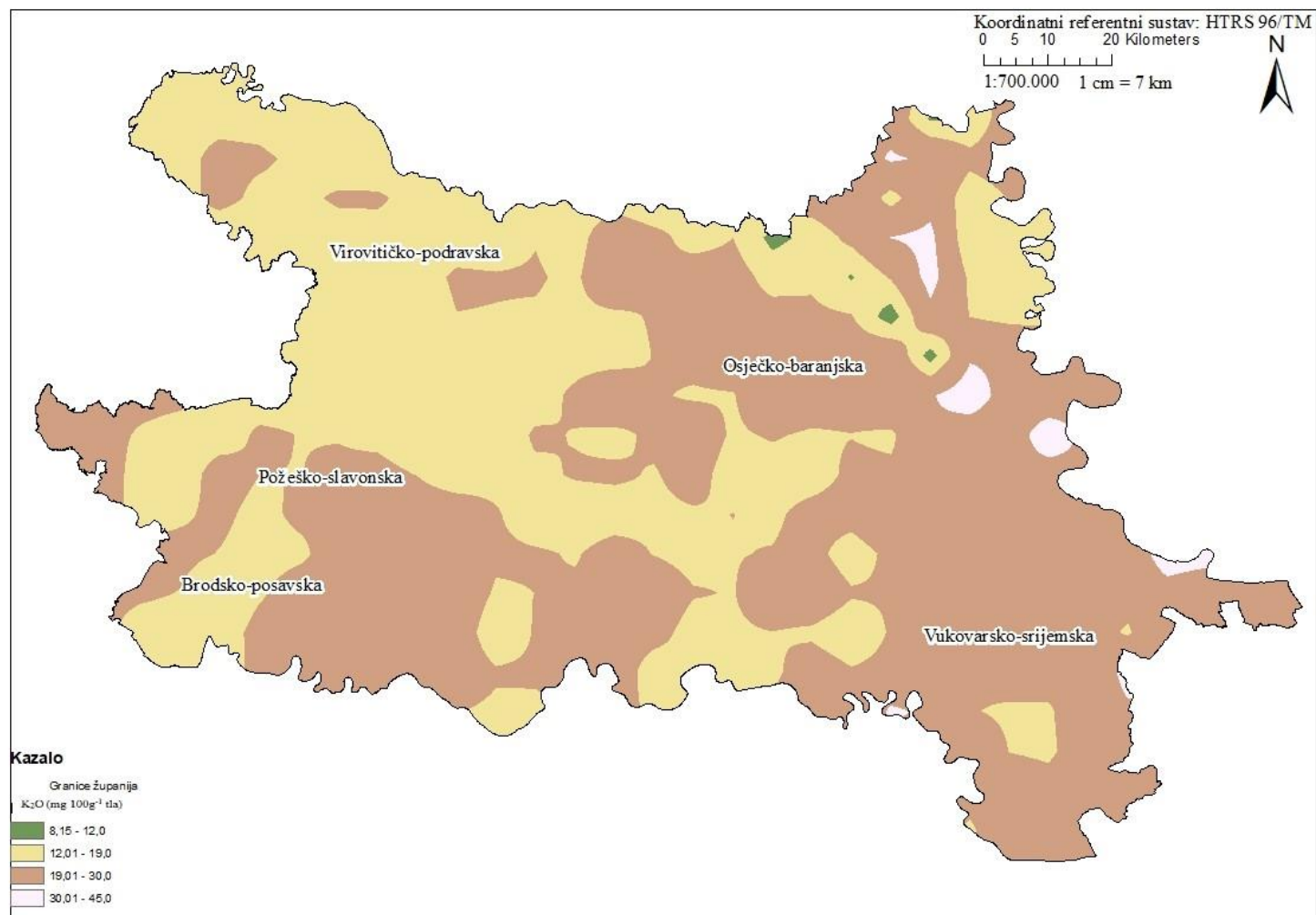
Slika 11. Predikcijska karte sadržaja karbonata (CaCO₃ %) - geostatistička metoda Kriging



Slika 12. Predikcijska karta sadržaja organske tvari (%) - geostatistička metoda Kriging



Slika 13. Predikcijska karta sadržaja fosfora u tlu (AL- P₂O₅ mg 100g⁻¹ tla) - geostatistička metoda Kriging



Slika 14. Predikcijska karta sadržaja kalija u tlu (AL-K₂O mg 100g⁻¹ tla) - geostatistička metoda Kriging

10. ŽIVOTOPIS

Daniel Rašić rođen je 3. ožujka 1975. godine u Bielefeldu u Saveznoj Republici Njemačkoj. Osnovnu i srednju školu završio je u Donjem Miholjcu. Obranom diplomskog rada iz predmeta Pedologija stekao je stručnu spremu VII/1 stupnja i stručni naziv diplomirani inženjer poljoprivrede za ratarstvo. Imenovan je stalnim sudskim vještakom iz područja poljoprivrede na Županijskom sudu u Osijeku.

Od 2004. godine zaposlen je na Zavodu za tlo te radi na organizaciji i prikupljanju uzoraka tla na području Osječko-baranjske, Virovitičko-podravske, Vukovarsko-srijemske, Brodsko-posavske i Dubrovačko-neretvanske županije u sklopu projekata:

- Kontrola plodnosti na obiteljskim gospodarstvima za unapređenje ratarske i povrtlarske proizvodnje,
- Analiza tla kao temelj gnojidbe i povećanja poljoprivredne proizvodnje
- Kontrola plodnosti na obiteljskim gospodarstvima.

Sudjeluje u izradi pedoloških i hidropedoloških studija u dijelu istraživanja za potrebe izrade projekta navodnjavanja na voćarskim kulturama.

Član je tima u provedbi projekta „CHAIN – Agriculture In Cooperation With Nature“ kao expert za GIS and field work. Projekt je financiran od strane Europske unije, iz fonda za prekograničnu suradnju Srbije i Hrvatske (IPA Cross-border programme Croatia-Serbia 2007-2013).

Član je tima u provedbi projekta Europske komisije – Eurostata koji provodi projekt "Land Use/Land Cover Statistics - LUCAS", kao regionalni koordinator.

Član je tima u provedbi projekta Ujedinjenih naroda (United Nations) „ Land Use / Land Use Change and Forestry – LULUCF“, kao stručnjak za terenski rad i GIS.

Tijekom rada prošao je nekoliko stručnih usavršavanja:

- specijalistička obuka za terenska i laboratorijska istraživanja fizikalnih svojstava tla (Zavod za pedologiju Agronomskog fakulteta u Zagrebu),
- seminar Field and laboratory equipment by Eijkelkamp, u organizaciji Eijkelkamp Training & Consultancy, Giesbeek, Nizozemska.
- tečaj ArcGIS Desktop II: Tools and Functionality,
- Taiex radionica o uspostavi Informacijskog sustava zaštite okoliša,
- FME Desktop Basic Training

11. Popis tablica

| | |
|---|----|
| Tablica 1. Distribucija anketiranih gospodarstava prema županijama i ciljanoj skupini..... | 19 |
| Tablica 2. Distribucija uzoraka tla za jednogodišnje kulture po županijama..... | 24 |
| Tablica 3. Distribucija uzoraka tla za višegodišnje kulture po županijama | 27 |
| Tablica 4. Poljoprivredne površine (ha) u županijama analizirane za jednogodišnje kulture..... | 28 |
| Tablica 5. Poljoprivredne površine (ha) u županijama analizirane za višegodišnje kulture | 29 |
| Tablica 6. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka tla (n) analiziranih za gnojidbu kukuruza po županijama..... | 33 |
| Tablica 7. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka tla (n) analiziranih za gnojidbu šećerne repe po županijama..... | 34 |
| Tablica 8. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu pšenice po županijama..... | 35 |
| Tablica 9. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu soje po županijama ³⁶ | |
| Tablica 10. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu suncokreta po županijama..... | 37 |
| Tablica 11. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu uljane repice po županijama..... | 38 |
| Tablica 12. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu ječma po županijama..... | 39 |
| Tablica 13. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu povrća po županijama..... | 40 |
| Tablica 14. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu ostalih jednogodišnjih kultura po županijama | 41 |
| Tablica 15. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu vinove loze po županijama..... | 43 |
| Tablica 16. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu šljive po županijama..... | 44 |
| Tablica 17. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu jabuke po županijama..... | 45 |
| Tablica 18. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu višnje po županijama..... | 46 |
| Tablica 19. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu lijeske po županijama..... | 47 |

| | |
|--|----|
| Tablica 20. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu oraha po županijama..... | 48 |
| Tablica 21. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu breskve i nektarine po županijama..... | 49 |
| Tablica 22. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu kruške po županijama..... | 50 |
| Tablica 23. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu kupine i maline po županijama..... | 51 |
| Tablica 24. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu marelice po županijama..... | 52 |
| Tablica 25. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu trešnje po županijama..... | 53 |
| Tablica 26. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu ostalih višegodišnjih kultura po županijama | 54 |
| Tablica 27. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu lucerne i djetelinsko-travnih smjesa po županijama..... | 55 |
| Tablica 28. Poljoprivredne površine (ha) i broj uzoraka (n) analiziranih za gnojidbu lavande po županijama..... | 56 |
| Tablica 29. pH-H ₂ O u uzorcima tla za preporuke gnojidbe jednogodišnjih kultura | 57 |
| Tablica 30. pH-H ₂ O u uzorcima tla za preporuke gnojidbe višegodišnjih kultura | 58 |
| Tablica 31. pH-KCl u uzorcima tla za preporuke gnojidbe jednogodišnjih kultura | 59 |
| Tablica 32. pH-KCl u uzorcima tla za preporuke gnojidbe višegodišnjih kultura..... | 60 |
| Tablica 33. Hidrolitička kiselost u uzorcima tla za preporuke gnojidbe jednogodišnjih kultura..... | 61 |
| Tablica 34. Hidrolitička kiselost u uzorcima tla za preporuke gnojidbe višegodišnjih kultura | 62 |
| Tablica 35. Sadržaj karbonata u uzorcima tla za preporuke gnojidbe jednogodišnjih kultura | 63 |
| Tablica 36. Sadržaj karbonata u uzorcima tla za preporuke gnojidbe višegodišnjih kultura | 64 |
| Tablica 37. Sadržaj organske tvari u uzorcima tla za preporuke gnojidbe jednogodišnjih kultura | 65 |
| Tablica 38. Sadržaj organske tvari u uzorcima tla za preporuke gnojidbe višegodišnjih kultura | 67 |
| Tablica 39. Sadržaj fosfora (AL-P ₂ O ₅) u uzorcima tla za preporuke gnojidbe jednogodišnjih kultura. | 68 |
| Tablica 40. Sadržaj fosfora (AL-P ₂ O ₅) u uzorcima tla za preporuke gnojidbe višegodišnjih kultura ... | 69 |
| Tablica 41. Sadržaj kalija (AL-K ₂ O) u uzorcima tla za preporuke gnojidbe jednogodišnjih kultura.... | 70 |
| Tablica 42. Sadržaj kalija (AL-K ₂ O) u uzorcima tla za preporuke gnojidbe višegodišnjih kultura | 71 |

12. Popis grafikona

| | | |
|--------------|--|----|
| Grafikon 1. | Zastupljenost jednogodišnjih i višegodišnjih kultura prema lokacijama uzorkovanja. | 20 |
| Grafikon 2. | Raspodjela ukupnog broja uzoraka tla prema kategorijama..... | 21 |
| Grafikon 3. | Zastupljenost jednogodišnjih i višegodišnjih kultura na analiziranim poljoprivrednim površinama..... | 21 |
| Grafikon 4. | Udio lokacija uzorkovanja za kontrolu plodnosti u slavonskim županijama | 22 |
| Grafikon 5. | Udio poljoprivrednih površina obuhvaćenih kontrolom plodnosti u županijama | 23 |
| Grafikon 6. | Zastupljenost jednogodišnjih kultura prema broju uzoraka tla | 31 |
| Grafikon 7. | Udio poljoprivrednih površina (ha) analiziranih za pojedine jednogodišnje kulture ... | 32 |
| Grafikon 8. | Zastupljenost višegodišnjih kultura prema broju uzoraka tla..... | 42 |
| Grafikon 9. | Udio poljoprivrednih površina (ha) analiziranih za pojedine višegodišnje kulture..... | 42 |
| Grafikon 10. | Struktura gospodarstava prema veličini i prema vrsti biljne proizvodnje..... | 73 |
| Grafikon 11. | Zastupljenost gospodarstava prema organizacijskom obliku i prema vrsti biljne proizvodnje..... | 74 |
| Grafikon 12. | Zastupljenost gospodarstava prema izvorima prihoda i prema vrsti biljne proizvodnje..... | 74 |
| Grafikon 13. | Zastupljenost gospodarstava prema tipu proizvodnje i prema vrsti biljne proizvodnje | 75 |
| Grafikon 14. | Zastupljenost anketiranih nositelja gospodarstva prema obrazovanju nositelja i vrsti biljne proizvodnje..... | 76 |
| Grafikon 15. | Zastupljenost anketiranih nositelja gospodarstva prema stručnoj spremi i vrsti biljne proizvodnje..... | 76 |
| Grafikon 16. | Zastupljenost anketiranih nositelja gospodarstva prema starosnoj dobi i vrsti biljne proizvodnje..... | 77 |
| Grafikon 17. | Zastupljenost anketiranih nositelja prema spolu i prema vrsti biljne proizvodnje | 78 |
| Grafikon 18. | Zastupljenost anketiranih nositelja gospodarstva prema vlasništvu zemljišta i vrsti biljne proizvodnje..... | 78 |
| Grafikon 19. | Učestalost provođenja u analize tla kod anketiranih proizvođača jednogodišnjih odnosno višegodišnjih kultura | 79 |
| Grafikon 20. | Razumijevanje rezultata analize tla kod anketiranih proizvođača jednogodišnjih odnosno višegodišnjih kultura | 80 |
| Grafikon 21. | Razumijevanje preporuke gnojidbe kod anketiranih proizvođača jednogodišnjih odnosno višegodišnjih kultura | 80 |
| Grafikon 22. | Primjena dobivene preporuke gnojidbe za potrebe proizvodnje jednogodišnjih odnosno višegodišnjih kultura | 81 |

| | |
|--|----|
| Grafikon 23. Stavovi anketiranih nositelja gospodarstva o utjecaju primijenjene preporuke gnojidbe na prinos jednogodišnjih odnosno višegodišnjih kultura | 82 |
| Grafikon 24. Stavovi anketiranih nositelja gospodarstva o utjecaju gnojdbene preporuke na financijski rezultat proizvodnje jednogodišnjih odnosno višegodišnjih kultura..... | 82 |
| Grafikon 25. Stavovi anketiranih nositelja gospodarstva o značaju sufinanciranja analize tla za proizvodnju jednogodišnjih odnosno višegodišnjih kultura..... | 83 |
| Grafikon 26. Stavovi anketiranih nositelja gospodarstva o iznosu sufinanciranja analize tla za proizvodnju jednogodišnjih odnosno višegodišnjih kultura..... | 84 |
| Grafikon 27. Interes anketiranih nositelja gospodarstva za redovitu kontrolu plodnosti tla u proizvodnji jednogodišnjih odnosno višegodišnjih kultura | 84 |

13. Popis slika

| | |
|---|-----|
| Slika 1. Tehnološka cjelina nepravilnog oblika (Izvor: www.geoportal.dgu.hr)..... | 13 |
| Slika 2. Tehnološka cjelina pravilnog oblika (Izvor: www.geoportal.dgu.hr)..... | 13 |
| Slika 3. Shema uzrokovanja metodom slučajnog rasporeda uzoraka | 14 |
| Slika 4. Shema uzimanja referentnog uzorka tla, prema Đurđeviću (2014.) | 15 |
| Slika 5. Prostorna distribucija uzoraka tla za gnojidbu jednogodišnjih kultura prikazana u ArcGIS 10.0 | 25 |
| Slika 6. Prostorna distribucija uzoraka tla za gnojidbu višegodišnjih kultura prikazana u ArcGIS 10.0 | 26 |
| Slika 7. Lokacije uzoraka tla za gnojidbu kukuruza, šećerne repe i pšenice | 124 |
| Slika 8. Lokacije uzoraka tla za gnojidbu vinove loze, šljive i jabuke. | 125 |
| Slika 9. Predikcija karta pH vrijednosti (pH-KCl) - geostatistička metoda Kriging..... | 126 |
| Slika 10. Predikcijska karta vrijednosti hidrolitičke kiselosti - geostatistička metoda Kriging..... | 127 |
| Slika 11. Predikcijska karte sadržaja karbonata (CaCO ₃ %) - geostatistička metoda Kriging | 128 |
| Slika 12. Predikcijska karta sadržaja organske tvari (%) - geostatistička metoda Kriging..... | 129 |
| Slika 13. Predikcijska karta sadržaja fosfora u tlu (AL- P ₂ O ₅ mg 100g ⁻¹ tla) - geostatistička metoda Kriging | 130 |
| Slika 14. Predikcijska karta sadržaja kalija u tlu (AL-K ₂ O mg 100g ⁻¹ tla) - geostatistička metoda Kriging | 131 |