

# Analiza kontrole plodnosti tla na području Istočne Hrvatske u 2020. godini

---

Živković, Jovana

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

*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:151:014868>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-16**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Jovana Živković

Preddiplomski stručni studij Bilinogojstvo

Smjer Ratarstvo

**Analiza kontrole plodnosti tla na području istočne Hrvatske u  
2020. godini**  
Završni rad

Osijek, 2021.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Jovana Živković

Preddiplomski stručni studij Bilinogojstvo

Smjer Ratarstvo

**Analiza kontrole plodnosti tla na području istočne Hrvatske u  
2020. godini**

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. doc.dr.sc. Vladimir Zebec, mentor
2. izv.prof.dr.sc. Brigita Popović, član
3. izv.prof.dr.sc. Vladimir Ivezić, član

Osijek, 2021.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek  
Preddiplomski stručni studij Bilinogojstvo, smjer Ratarstvo

Završni rad

Jovana Živković

### **Analiza kontrole plodnosti tla na području istočne Hrvatske u 2020. godini**

#### **Sažetak:**

Na 860 uzoraka tala prikupljenih na području istočne Hrvatske određena je količina humusa u tlu, utvrđena hidrolitička kiselost (Hy), sadržaj fosfora i kalija, vrijednost aktualne i izmjenjive kiselost tla, postotni udio karbonata, zastupljenost državnog i privatnog zemljišta, načini poljoprivredne proizvodnje te zastupljenost jednogodišnjih i višegodišnjih kultura. Obradom podataka utvrđeno je da su tla ovog područja slabo karbonatna, dobro opskrbljena kalijem, te najvećim dijelom pripadaju klasama slabo i dobro opskrbljenim tlima fosforom. Prosječna vrijednost humusa iznosila 2,04%, što tla ovog područja svrstava u kategoriju slabo humoznih tala. Zastupljenost privatnog zemljišta je 94,06%, na ovom području po zastupljenosti prevladava konvencionalni način proizvodnje kao i uzgoj jednogodišnjih poljoprivrednih kultura.

#### **Ključne riječi: kontrola plodnosti tla, istočna Hrvatska**

59 stranice, 39 grafova, 56 tablica, 16 literaturnih navoda

Završni rad je pohranjen u: Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Agrobiotechnical Sciences in Osijek  
Undergraduate university study Agriculture, course Plant production

BSc thesis

Jovana Živković

### **Analysis of eastern Croatia soil fertility control in 2020.**

#### **Summary:**

Hydrolytic acidity (Hy), phosphorus and potassium content, value of current and variable soil acidity, percentage of carbonates, representation of state and private land, methods of agricultural production, representation annual and perennial crops was analyzed on 860 samples collected from the soil of eastern Croatia. By processing the data, it was determined that the soils of this area are poorly carbonate, well supplied with potassium, and mostly belong to the classes of poorly and well supplied soils with phosphorus. The average value of humus was 2.04%, which classifies the soils of this area in the category of low humus soils. The representation of private land is 94.06%, the conventional method of production by representation prevails in this area as well as the cultivation of annual crops.

#### **Key words: soil fertility control, eastern Croatia**

59 pages, 39 figures, 56 tables, 16 references

BSc Thesis is archived in Library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences in Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical Sciences in Osijek

## Sadržaj

1. UVOD.....	1
1.1. Cilj istraživanja .....	3
2. MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA .....	4
2.1. LABORATORIJSKA ISTRAŽIVANJA.....	4
2.1.1. Određivanje pH reakcije tla.....	4
2.1.2. Određivanje sadržaja organske tvari (humusa) u tlu.....	4
2.1.3. Određivanje sadržaja karbonata u tlu .....	5
2.1.4. Određivanje hidrolitičke kiselosti tla.....	6
2.1.5. Opskrbljenost tla fiziološki aktivnim fosforom .....	7
2.1.6. Opskrbljenost tla fiziološki aktivnim kalijem .....	7
3. REZULTATI I RASPRAVA.....	9
3.1. Zastupljenost analiziranih uzoraka po županijama istočne Hrvatske .....	9
3.2. Zastupljenost jednogodišnjih i višegodišnjih kultura na području istočne Hrvatske.....	9
3.3. Zastupljenost državnog i privatnog zemljišta na području istočne Hrvatske .....	10
3.4. Načini poljoprivredne proizvodnje na području istočne Hrvatske .....	11
3.5. pH vrijednost tala na području istočne Hrvatske .....	12
3.6. Hidrolitička kiselost tla i sadržaj karbonata u tlu .....	23
3.7. Sadržaj fosfora (AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) i kalija (K <sub>2</sub> O) u tlu.....	34
3.8. Sadržaj humusa u tlu na području istočne Hrvatske .....	49
4. ZAKLJUČAK.....	58
5. POPIS LITERATURE.....	59

## 1. UVOD

Poljoprivredna proizvodnja jedna je od najvažnijih grana koja osigurava egzistenciju stanovništva, samim time potrebno je i što bolje poznavati resurse koje ovaj način proizvodnje iskorištava, poznavanje resursa osigurava preciznu, kvalitetnu proizvodnju i postizanje većih prinosa uz što manje ekonomske troškove, čime se smanjuju i moguće negativne posljedice za okoliš. „Tlo je temeljno i jedno od najvažnijih izvorišta čovjekove egzistencije na ovoj našoj planeti“ (Škorić, 1990.).

Tlo predstavlja prirodno povijesnu tvorevinu nastalu na površini Zemlje od rastresitih stijena pod utjecajem pedogenetskih čimbenika i kao rezultat pedoloških procesa (Radić prema Škoriću, 1991.). Kao jedan od glavnih resursa poljoprivredne proizvodnje tlo zahtjeva odgovarajuće znanje, kako se ne bi narušio fizikalni i kemijski sastav tla prekomjernim iskorištavanjem i nedovoljnom i neadekvatnom brigom o ovom prirodnom resursu, također uz stručne savjete je moguće poboljšati samu kvalitetu tla i na taj način omogućiti zadovoljavajuću poljoprivrednu proizvodnju i na slabije plodnim tlima.

Gnojidba predstavlja jednu od najvažnijih agrotehničkih mjera u poljoprivrednoj proizvodnji, utječe na kvalitetu proizvoda i na visinu prinosa. Brojna i dugogodišnja znanstvena istraživanja pokazala su nužnost poznavanja specifičnih potreba pojedinih biljnih vrsta, količine biljci pristupačnih hraniva u tlu te niza drugih fizikalnih, kemijskih, i bioloških svojstva koja definiraju plodnost tla (Rašić prema Vukadinović i sur., 2014.). Kako bi omogućili što kvalitetniju i precizniju gnojidbu određenoj biljnoj vrsti potrebno je prethodno obaviti analizu tla na parceli koja je namijenjena za uzgoj određene kulture. Analizom tla se utvrđuje prosječna raspoloživost hraniva ( N, NO<sub>3</sub> – N, NO<sub>4</sub>-N, P, K, Ca, Mg i mikroelementi) i ostali svojstva tla (humus, pH, tekstura, kapacitet apsorpcijskog kompleksa) svi ovi elementi značajno utječu na hraniva u tlu i djelotvornost gnojiva i poboljšivača tla ( Lončarić i sur., 2014.).

Sama analiza tla je u osnovi najvažnija za samog proizvođača jer omogućuje precizniju gnojidbu, koja dovodi do poboljšanja kvalitete proizvoda, povećanja prinosa, smanjena troškova same proizvodnje te do smanjenja negativnog utjecaja na okoliš također je važna i za ekologe, agronome, potrošače hrane i same proizvođače gnojiva (Lončarić i sur., 2014.). Analiza tla obuhvaća nekoliko koraka od kojih je prvi uzimanje uzoraka tla, zatim laboratorijske analize te interpretaciju rezultata (Rašić, 2019.).

Istočna Hrvatska prostorno obuhvaća Vukovarsko-srijemsku, Osječko-baranjsku, Brodsko-posavsku, Požeško-slavonsku, Virovitičko-podravsku županiju, ovih 5 županija obuhvaća 127 lokalnih samouprava. Istočna Hrvatska oduvijek je prepoznatljiva kao ruralna te poljoprivredna regija, utemeljena na bogatstvu prirodnih resursa i tradicije koja je obilježje seoskih sredina, dok je intenzivna poljoprivredna proizvodnja odličje velikih posjeda. Povoljni klimatski uvjeti, kvalitetno poljoprivredno zemljište, dovoljno vodnih resursa za navodnjavanje poljoprivrednih površina omogućuju kvalitetnu poljoprivrednu proizvodnju koja ujedno i predstavlja glavnu gospodarsku granu područja Istočne Hrvatske (Franić, 2013.).

Vukovarsko-srijemska i dio Osječko-baranjske županije predstavljaju područje s izuzetno plodnim tlima, na ovom području u Hrvatskoj nalaze se najvrjedniji resursi poljoprivrednog zemljišta. Najveće površine zauzimaju lesivirano tlo na paporu i močvarno glejna tla, s manjim udjelom u površinama zastupljena su i ritska crnica te pseudoglej na zaravni. Černozem na paporu predstavlja područje s izuzetno plodnim tlima koje se značajnim udjelom nalazi na ovom području. Zapadni dio Osječko-baranjske županije, Požeško-slavonske, Brodsko-posavske te Virovitičko-podravске županije na ovom području dominiraju hidromorfna tla te semiterestrička tla kao sto su močvarno glejno tlo, pseudoglej-glej, pseudoglej na zaravni i obrončani i ritska crnica. Najzastupljenija od terestričkih tala na području ove regije su lesivirano tlo na paporu, rendinze, te eutrično smeđa tla. Veći udio slabije plodnih tala u odnosu na Vukovarsko-srijemsku i dio Osječko-baranjske županije, i ovo područje ima vrijedne zemljišne resurse, te uz primjenu odgovarajućih agrotehničkih mjera može se intenzivnije razviti poljoprivredna proizvodnja (Husnjak, Bensa, 2018.).

Kontinentalna klima zastupljena je na području istočne Hrvatske, pogodna je za intenzivnu ratarsku proizvodnju koja je najvećim dijelom zastupljena na ovom području. Pokazatelji klimatskih prilika su visina i količina padalina, te temperatura zraka (Ilić, 2012.). Na temperaturu zraka utječe i nadmorska visina te zbog toga najviše temperature javljaju se u najnižim dijelovima istočne Hrvatske. Količina oborina godišnje prosječno iznosi 642 – 772,4 mm, dok je u prosjeku 26 dana godišnje ovo područje prekriveno snijegom. Srednja godišnja temperatura iznosi 10,7 – 11,6 °C, s minimumom u siječnju (-1,4 – 0,6 °C) i maksimumom u srpnju (20,9 – 22 °C) (Kralj prema Kresic, 2017.). Prema godišnjoj količini padalina u

najistočnijem dijelu je subhumidna klima, dok područje na zapadnom dijelu prelazi u humidnu klimu (Ćosić, 2013.).

Istočni dio Republike Hrvatske odlikuju plodna tla i pogodna klima za intenzivan uzgoj najvećim dijelom ratarskih kultura. „Žitnica Hrvatske“ kao drugi naziv istočne regije u Hrvatskoj govori o tome kako u strukturi usjeva na ovom području dominiraju žitarice, zatim uljarice i industrijsko bilje. U istočnoj Hrvatskoj proizvodi se 75% pšenice od ukupne proizvodnje u Republici Hrvatskoj, 60% ječma, oko 50% kukuruza, oko 90% soje i šećerne repe, te 100% suncokreta (Iljkić i sur., 2019). Manjim dijelom na ovom području zastupljen je i uzgoj povrća te trajni nasadi.

### **1.1. Cilj istraživanja**

Cilj istraživanja je analizirati agrokemijske pokazatelje plodnosti tla, udio privatnog i državnog zemljišta, zastupljenost jednogodišnjih i višegodišnjih kultura, te utvrditi načine poljoprivredne proizvodnje na području istočne Hrvatske.



## 2. MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA

### 2.1. LABORATORIJSKA ISTRAŽIVANJA

#### 2.1.1. Određivanje pH reakcije tla

Za određivanje pH reakcije tla na tehničkoj vagi odvaže se 10 grama tla koje se prenosi u čašu od 100 ml. Uzorci se zatim preliju s 25 ml destilirane vode, odnosno 1 M KCl ili 0,01 M CaCl<sub>2</sub>, te dobro promiješaju staklenim štapićem. Nakon 30 minuta vrši se mjerenje pH vrijednosti u suspenziji tla (1:5 w/v), pH-metrom koji je propisno kalibriran standardnim pufernim otopinama poznate pH vrijednosti (Vukadinović i Bertić, 1988.).

Tablica 1. Granične vrijednosti supstitucijske kiselosti u tlu (*Tehnološke upute za tumačenje rezultata ispitivanja plodnosti tla, 2019.*)

Kategorija	pH	Reakcija tla
<b>A</b>	< 4,50	<b>Jako kisela reakcija</b>
<b>B</b>	4,51 – 5,50	<b>Kisela reakcija</b>
<b>C</b>	5,51 – 6,50	<b>Slabo kisela reakcija</b>
<b>D</b>	6,51 – 7,20	<b>Neutralna reakcija</b>
<b>E</b>	> 7,21	<b>Alkalna reakcija</b>

#### 2.1.2. Određivanje sadržaja organske tvari (humusa) u tlu

Sadržaj humusa u tlu određen je bikromatnom metodom (*HRN ISO14235:1994.*) koja predstavlja mokro spaljivanje organske tvari tla kalijevim bikromatom. Koncentracija organskog ugljika u uzorcima određena je spektrofotometrijski na spektrofotometru Varian Cary 50, a zatim je preračunata na sadržaj humusa koeficijentom 1,724. Za interpretaciju rezultata sadržaja organske tvari korištene su granične vrijednosti prikazane u tablici 2.

Tablica 2. Interpretacijske vrijednosti za humoznost tla (*Tehnološke upute za tumačenje rezultata ispitivanja plodnosti tla, 2019.*)

Vrijednost za humus (%)	Opis
≤0,5	<b>Ekstremno slabo humozno tlo</b>
0,6-1,0	<b>Vrlo slabo humozno</b>
1,1-2,0	<b>Slabo humozno tlo</b>
2,1 – 3,0	<b>Umjereno/osrednje humozno tlo</b>
3,1 - 5,0	<b>Dosta humozno tlo</b>
5,1 – 10,0	<b>Jako humozno tlo</b>
10,1 – 30,0	<b>Vrlo jako humozno</b>
≥ 30,1	<b>Tresetno tlo</b>

### 2.1.3. Određivanje sadržaja karbonata u tlu

Sadržaj karbonata u tlu određen je Scheiblerovim kalcimetrom u svim istraživanim uzorcima čije vrijednosti supstitucijske kiselosti prelaze 5,5 pH jedinica. Sadržaj karbonata određen je volumetrijskom metodom (*HRN ISO10693:2004.*) mjerenjem volumena CO<sub>2</sub> koji se iz karbonata tla razvija djelovanjem 10 %-tne HCl (klorovodične kiseline).

Očitana je volumen razvijenog CO<sub>2</sub> na skali graduirane cijevi te je količina CaCO<sub>3</sub> izračunata formulom:

$$\% \text{ CaCO}_3 = (\text{ml CO}_2 * F * 2,274 * 100) / \text{mg tla}$$

Za preračunavanje CO<sub>2</sub> u CaCO<sub>3</sub> u prethodnoj jednadžbi koristi se faktor 2,274, a faktor F je težina 1 ml CO<sub>2</sub> pri temperaturi i tlaku provođenja analize, a iščitava se iz tablice (Lončarić, 2005.). Za interpretaciju rezultata sadržaja karbonata u tlu korištene su granične vrijednosti prema Škorić (1986.) prikazane u tablici 3.

Tablica 3. Interpretacijske vrijednosti sadržaja karbonata u tlu (*Tehnološke upute za tumačenje rezultata ispitivanja plodnosti tla 2019.*)

Vrijednost CaCO <sub>3</sub> (%)	Opis
< 10	slabo karbonatno
10-30	srednje karbonatno
> 30	jako karbonatno

#### 2.1.4.. Određivanje hidrolitičke kiselosti tla

Hidrolitička kiselost tla utvrđuje se neutralizaciji tla višebaznim solima, pri čemu se vodikovi atomi ne zamjenjuju lužinama kod iste pH vrijednosti sredine. Najčešća primjena hidrolitičke kiselosti je kod utvrđivanja potreba za kalcizacijom ili kada je potrebno poznavati ukupnu potencijalnu kiselost nekog tla. Hidrolitička kiselost izražava se u mmol 100g<sup>-1</sup> ili cmol kg<sup>-1</sup> i predstavlja nezasićenost adsorpcijskog kompleksa lužnatim ionima. S 50 ml 1 M CH<sub>3</sub>COONa prelije se 20 grama zrakosuhog tla te se mućka na rotacijskoj mućkalici jedan sat i filtrira (ukoliko je filtrat mutan filtrira se dva puta). Zatim se otpipetira 10-25 ml filtrata, ugrije do ključanja da bi se uklonio CO<sub>2</sub>, dodaju se 1–2 kapi fenolftaleina i vruće filtrira s 0,1 M NaOH do pojave crvenkaste boje. (Vukadinović i Bertić, 1988.)

Tablica 4. Interpretacijske vrijednosti za tumačenje potrebe za kalcizacijom tla (*Tehnološke upute za tumačenje rezultata ispitivanja plodnosti tla, 2019*)

Hy (cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> )	pH <sub>KCl</sub> < 4,5	pH <sub>KCl</sub> 4,51 – 5,0	pH <sub>KCl</sub> 5,01 – 5,50
< 2	Kalcizacija neophodna, potrebne male količine	Kalcizacija korisna, nije neophodna	Kalcizacija nije potrebna
2 – 4	Kalcizacija neophodna, potrebne srednje količine		Kalcizacija korisna nije neophodna
4 – 8	Kalcizacija neophodna, potrebne velike količine		
> 8	Kalcizacija neophodna, potrebne vrlo velike količine		

### 2.1.5. *Opskrbljenost tla fiziološki aktivnim fosforom*

Pristupačni fosfor određen prema AL metodi odnosi se na frakciju topivu u vodi te u slabim kiselinama. Pristupačni fosfor u tlu određen je AL metodom ekstrakcijom tla s amonij laktatom (pH vrijednost ekstraktanta 3,75). Od dobivenog filtrata otpipetira se 10 ml u tikvicu od 100 ml, zatim se doda 9 ml 8 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> i destilirane vode do pola tikvice. Tikvice se zagrijevaju na vodenoj kupelji te se doda 10 ml 1,44% amonij- molibdata i 2 ml 2,5% askorbinske kiseline. Nakon 30 minuta grijanja tikvica na vodenoj kupelji razvija se kompleks plave boje. Zatim se ohlade i nadopune destiliranom vodom do oznake. Mjerenje koncentracije P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> u uzorcima i standardima vrši se na spektrofotometru na 680 nm (Vukadinović i Bertić, 1988.). Postupak identičan postupku s uzorcima provodi se paralelno sa standardima. Osnovni standard je zajednički za određivanje fosfora i kalija jer sadrži 0,1 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ml i 0,1 mg K<sub>2</sub>O/ml. Serija radnih standarda priprema se pipetiranjem po 0, 1, 5, 10, 20, 30, 40 i 50 ml osnovnog standarda u odmjerne tikvice od 200 ml i nadopuni se do oznake AL-otopinom. Takvi standardi predstavljaju količinu od 0,1, 5, 10, 20, 30, 40 i 50 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g tla i istu količinu K<sub>2</sub>O. Rezultat se izražava u mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na 100 grama tla.

Tablica 5. Interpretacijske vrijednosti sadržaja fosfora (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) u tlu određene AL metodom (*Tehnološke upute za tumačenje rezultata ispitivanja plodnosti tla, 2019.*)

Klasa opskrbljenosti		mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> u 100 g tla	
		pH < 6	pH ≥ 6
<b>A</b>	<b>Vrlo slabo opskrbljeno</b>	< 8,0	< 5,0
<b>B</b>	<b>Slabo opskrbljeno</b>	8,1-16,0	5,1-12,0
<b>C</b>	<b>Dobro opskrbljeno</b>	16,1-25,0	12,1-20,0
<b>D</b>	<b>Bogato opskrbljeno</b>	25,1-45,0	20,1-30,0
<b>E</b>	<b>Vrlo bogato opskrbljeno</b>	> 45	> 30

### 2.1.6. *Opskrbljenost tla fiziološki aktivnim kalijem*

Pristupačnost kalija utvrđuje se direktno iz ekstrakta tla emisijском tehnikom na atomskom apsorpcijskom spektrofotometru (AAS – u) kod 766,5 nm uz prethodnu kalibraciju uređaja

standardnim otopinama koncentracija unutar kojih se nalaze koncentracije uzoraka. Rezultat se izražava u mg K<sub>2</sub>O na 100 grama tla

Tablica 6. Interpretacijske vrijednosti sadržaja lako pristupačnog kalija (K<sub>2</sub>O) u tlu određene AL metodom (*Tehnološke upute za tumačenje rezultata ispitivanja plodnosti tla, 2019.*)

Klasa opskrbljenosti		mg K <sub>2</sub> O u 100 g tla		
		Tla lakše teksture Lakša <sup>1</sup>	Tla srednje teške teksture Srednja <sup>2</sup>	Tla teže teksture Teža <sup>3</sup>
<b>A</b>	<b>Vrlo slabo opskrbljeno</b>	< 6,0	< 8,0	< 10,0
<b>B</b>	<b>Slabo opskrbljeno</b>	6,1-12,0	8,1-14,0	10,1-16,0
<b>C</b>	<b>Dobro opskrbljeno</b>	12,1-24,0	14,1-28,0	16,1-32,0
<b>D</b>	<b>Bogato opskrbljeno</b>	24,1-35,0	28,1-40,0	32,1-45,0
<b>E</b>	<b>Vrlo bogato opskrbljeno</b>	> 35	> 40	> 45

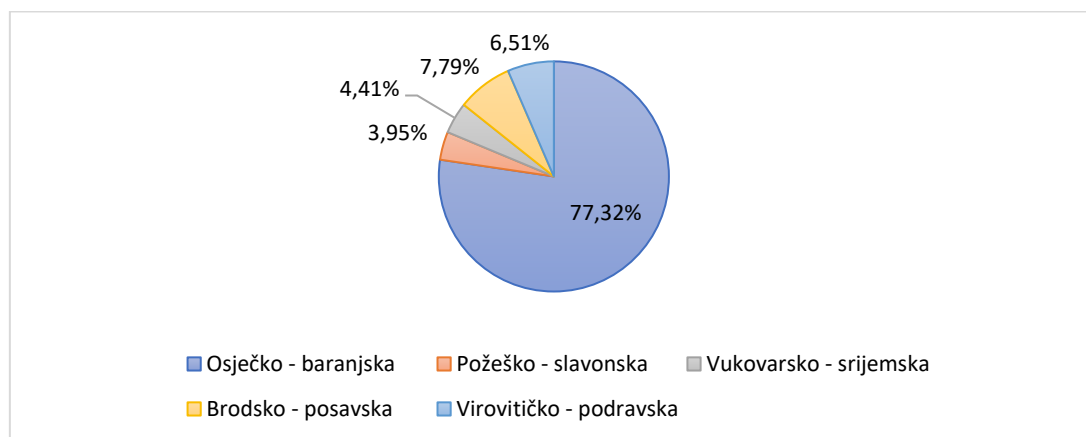
### 3. REZULTATI I RASPRAVA

#### 3.1. Zastupljenost analiziranih uzoraka po županijama istočne Hrvatske

Ukupan broj od 860 uzoraka uzetih s tla istočne Hrvatske koji su analizirani u laboratoriju Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, uzeti su s područja od pet županija. Najveći udio od 77,32% od ukupnog broja uzoraka uzet je s područja Osječko-baranjske županije (Grafikon 1.), dok je najmanji broj uzoraka analiziran s tala Požeško-slavonske županije u količini od 34 uzorka. Od ukupnog broja uzoraka području Vukovarsko-srijemske županije pripada 38 uzoraka, Brodsko-posavskoj županiji pripada 67 uzoraka, te Virovitičko-podravskoj županiji pripada 56 uzoraka (Tablica 7.).

Tablica 7. Broj analiziranih uzoraka po županijama na području istočne Hrvatske

Županije	Broj analiziranih uzoraka
Osječko – baranjska	665
Požeško – slavonska	34
Vukovarsko – srijemska	38
Brodsko – posavska	67
Virovitičko – podravska	56
<b>Ukupno:</b>	<b>860</b>

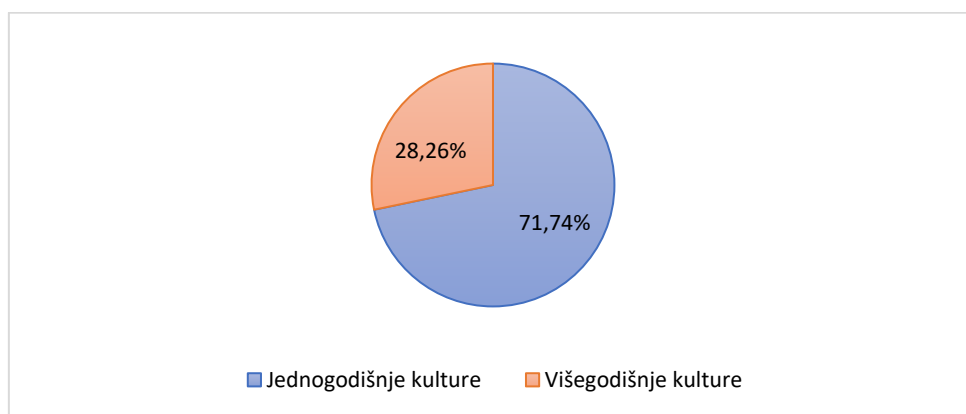


Grafikon 1. Udio analiziranih uzoraka po županijama na području istočne Hrvatske

#### 3.2. Zastupljenost jednogodišnjih i višegodišnjih kultura na području istočne Hrvatske

Od ukupnog broja analiziranih uzoraka jednogodišnje kulture zastupljene su u postotku od 71,74%, te višegodišnje kulture zastupljene su u postotku od 28,26% (Grafikon 2.).

Prema istraživanju Rašića (2019.) zastupljenost jednogodišnjih i višegodišnjih kultura na području istočnog dijela Hrvatske iznosi 61% za jednogodišnje kulture, dok su višegodišnje kulture zastupljene u količini od 39%, što potvrđuje veću zastupljenost uzgoja jednogodišnjih kultura u odnosu na uzgoj višegodišnjih kultura na području istočnog dijela Republike Hrvatske.



Grafikon 2. Zastupljenost višegodišnjih i jednogodišnjih kultura na području istočne Hrvatske

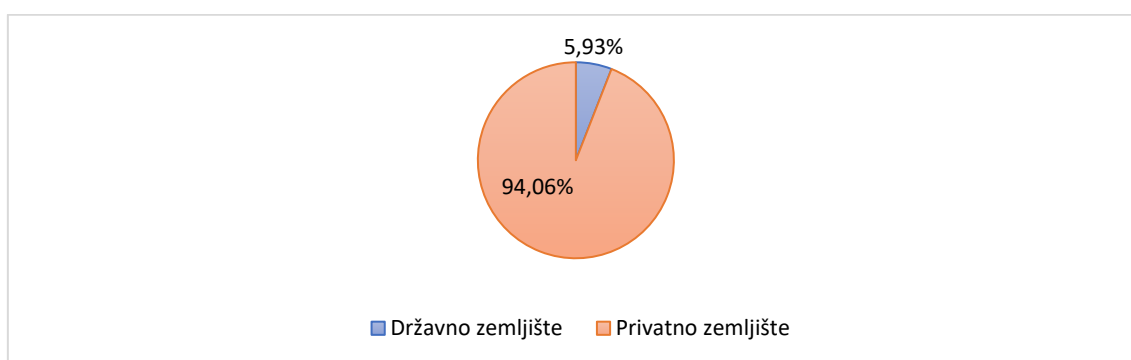
### 3.3. Zastupljenost državnog i privatnog zemljišta na području istočne Hrvatske

Od 860 analiziranih uzoraka, ukupno 809 uzoraka je prikupljeno s privatnog zemljišta, dok je 51 uzorak analiziran s državnog zemljišta. Najveći broj uzoraka s državnog zemljišta uzet je s područja Osječko-baranjske županije u količini od 38 uzoraka, ostatak uzoraka državnog zemljišta analiziran je s područja još dvije županije Požeško-slavonske u količini od 10 uzoraka, te Vukovarsko-srijemske u iznosu od 3 uzorka prikupljena s državnog zemljišta. Na području Brodsko-posavske i Virovitičko-podravske županije svi analizirani uzorci uzeti su s privatnog zemljišta (Tablica 8.).

U Republici Hrvatskoj ukupno ima 2.695.000 ha poljoprivrednog zemljišta prema podacima Ministarstva poljoprivrede, od toga je u privatnom vlasništvu 67%, te u državnom 33% poljoprivrednog zemljišta (Tušek, 2014.). Provedenom analizom na dijelu istočne Hrvatske zastupljenost državnog zemljišta je 5,93%, te je privatno zemljište zastupljeno udjelom od 94,06% (Grafikon 3.), ovi podatci potvrđuju informacije Ministarstva poljoprivrede, kako u cijeloj Hrvatskoj, tako i na njenom istočnom području veća je zastupljenost privatnog u odnosu na državno zemljište.

Tablica 8. Zastupljenost državnog i privatnog zemljišta

Županija	Privatno zemljište	Državno zemljište
Osječko-baranjska	627	38
Požeško-slavonska	24	10
Vukovarsko-srijemska	35	3
Brodsko-posavska	67	0
Virovitičko-podravska	56	0
<b>Ukupno:</b>	<b>809</b>	<b>51</b>



Grafikon 3. Udio državnog i privatnog zemljišta na području istočne Hrvatske

### 3.4. Načini poljoprivredne proizvodnje na području istočne Hrvatske

Ukupan broj uzoraka uzet s poljoprivrednih površina koje se bave ekološkom proizvodnjom iznosi 119 uzoraka. Najveću zastupljenost na području istočne Hrvatske ima konvencionalni tip proizvodnje te je 683 uzorka prikupljeno s poljoprivrednih površina na kojima se provodi konvencionalni tip uzgoja poljoprivrednih kultura. Ekološka poljoprivredna proizvodnja najzastupljenija je na području Virovitičko-podravске županije te je 54 uzorka prikupljeno na parcelama koje se bave ekološkom poljoprivredom na području ove županije. Prema prikupljenim uzorcima integrirana poljoprivredna proizvodnja zastupljena je samo na području Osječko-baranjske županije te je 40 uzoraka prikupljeno s parcela na kojima je zastupljen integrirani način poljoprivredne proizvodnje (Tablica 9.).

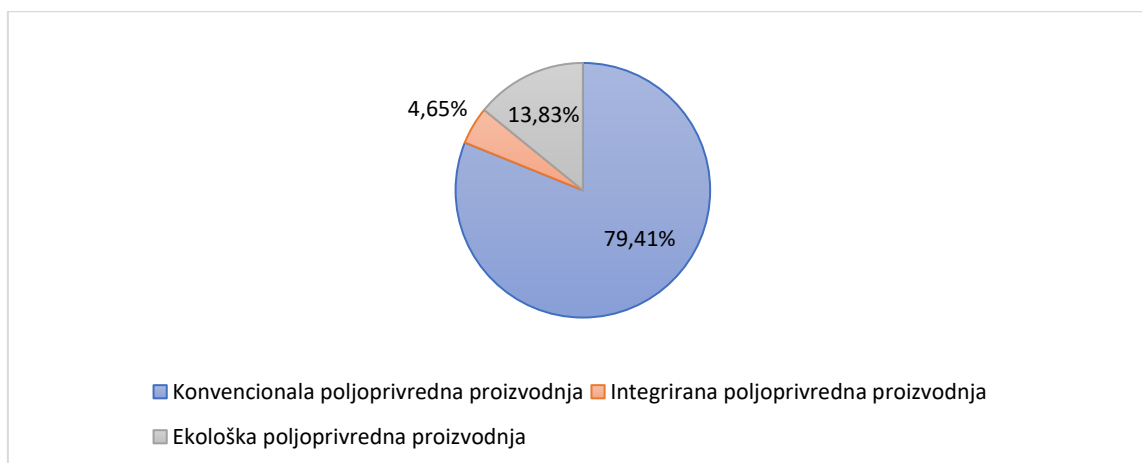
Prema istraživanju Baličević i sur. (2013). godine na području Osječko – baranjske i Vukovarsko – srijemske županije utvrđeno je da se najviše anketiranih proizvođača bavi konvencionalnim načinom poljoprivredne proizvodnje u količini od 53,7%, integrirana poljoprivredna proizvodnja je zastupljena s postotnim udjelom od 11,1%, ekološka



poljoprivreda je prema ovom istraživanju je najmanje zastupljena u količini od 3,7%. Rezultati dobiveni analizom pokazuju kako je konvencionalna poljoprivreda najzastupljenija postotkom od 79,41%, zatim je ekološka poljoprivreda zastupljena udjelom od 13,83%, integrirana poljoprivredna proizvodnja analizom je utvrđena samo na području Osječko – baranjske županije s iznosom od 4,65% (Grafikon 4.).

Tablica 9. Pregled zastupljenost konvencionalne, ekološke i integrirane poljoprivredne proizvodnje na području istočne Hrvatske

Županija	Konvencionalna poljoprivredna proizvodnja	Ekološka poljoprivredna proizvodnja	Integrirana poljoprivredna proizvodnja
Brodsko-posavska	65	2	0
Osječko-baranjska	568	39	40
Požeško-slavonska	18	16	0
Virovitičko-podravska	0	56	0
Vukovarsko-srijemska	32	6	0
<b>Ukupno:</b>	<b>683</b>	<b>119</b>	<b>40</b>



Grafikon 4. Udio zastupljenost poljoprivredne proizvodnje na području istočne Hrvatske

### 3.5. pH vrijednost tala na području istočne Hrvatske

Na području istočne Hrvatske pH vrijednosti tala utvrđene su na 860 uzoraka, pH vrijednost je određena u otopini KCL-a, te u suspenziji vode. Ustanovljeno je da se aktualna kiselost tla ( $pH_{H_2O}$ ) kreće u rasponu od 4,48 do 8,82 uz srednju vrijednost od 6,65 (Tablica 10.), dok je

vrijednost izmjenjive kiselosti ( $pH_{KCL}$ ) niža u odnosu na pH vrijednost utvrđenu u suspenziji vode i kreće se u rasponu od 3,27 do 8,2 dok srednja vrijednost iznosi 5,49 (Tablica 11.). Utvrđene pH vrijednosti reakcije tala na području istočne Hrvatske razlikuju se po županijama, tako da je najviša prosječna vrijednost  $pH_{KCL}$  utvrđena na području Brodsko-posavske i Vukovarsko-srijemske županije u vrijednosti od 5,94, dok je najviša prosječna vrijednost  $pH_{H_2O}$  utvrđena na području Brodsko-posavske županije u vrijednosti od 7,17. Najniže pH vrijednosti tala utvrđene su na području Osječko-baranjske županije (Tablica 10. i Tablica 11.).

Na području istočne Hrvatske prema analizama Halauša (2020.) najviše pH vrijednosti su utvrđene u Vukovarsko – srijemskoj županiji, dok je najniža pH vrijednost ustanovljena na području Požeško – slavonske županije. Srednje vrijednosti na iznose  $pH_{KCL}$  5,73, te  $pH_{H_2O}$  6,53. Dobiveni rezultati srednje vrijednosti aktualne te izmjenjive kiselosti tla su slični, usporedbom ovih analiza se utvrđuje razlika u županijama na kojima je utvrđena minimalna i maksimalna pH vrijednost.

Tablica 10. Rezultati analize aktualne kiselosti ( $pH_{H_2O}$ ) tla po županijama

Županija	Minimum $pH_{H_2O}$	Maksimum $pH_{H_2O}$	Prosjek $pH_{H_2O}$
Brodsko-posavska	5,6	8,59	7,17
Osječko-baranjska	4,48	8,82	6,57
Požeško-Slavonska	5,53	8,69	6,92
Virovitičko - podravska	5,19	7,62	6,09
Vukovarsko-srijemska	5,38	8,45	7,03
<b>Ukupno</b>	<b>4,48</b>	<b>8,82</b>	<b>6,62</b>

Tablica 11. Rezultati analiza izmjenjive kiselosti ( $pH_{KCL}$ ) tla po županijama

Županija	Minimum $pH_{KCl}$	Maksimum $pH_{KCl}$	Prosjek $pH_{KCl}$
Brodsko-posavska	4,14	7,86	5,94
Osječko-baranjska	3,27	8,2	5,47
Požeško-Slavonska	4,2	7,79	5,81
Virovitičko - podravska	3,72	6,75	4,77
Vukovarsko-srijemska	3,95	7,87	5,94
<b>Ukupno</b>	<b>3,27</b>	<b>8,2</b>	<b>5,49</b>

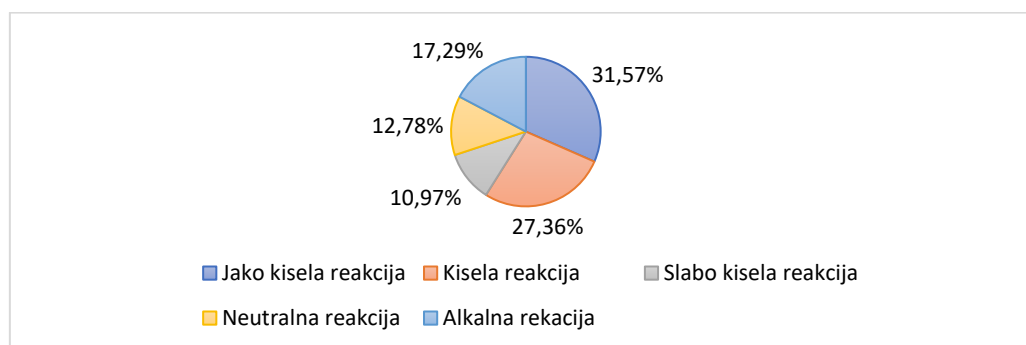
### *pH vrijednost na tlima Osječko-baranjske županije*

Na području Osječko-baranjske županije utvrđen je  $pH_{H_2O}$  u rasponu od 4,48 do 8,82 uz srednju vrijednost 6,57 (Tablica 10.), te  $pH_{KCL}$  u rasponu od 3,27 do 8,2 uz srednju vrijednost 5,47. pH vrijednost na području ove županije analizirana je na 665 uzoraka (Tablica 11.).

Tablica 12. Raspodjela uzoraka prema izmjenjivoj kiselosti ( $pH_{KCL}$ ) na tlima Osječko-baranjske županije

Kategorija	$pH_{Kcl}$	Reakcija tla	Broj uzoraka
A	< 4,50	Jako kisela reakcija	210
B	4,51 – 5,50	Kisela reakcija	182
C	5,51 – 6,50	Slabo kisela reakcija	73
D	6,51 -7,20	Neutralna reakcija	85
E	> 7,21	Alkalna reakcija	115
<b>Ukupno:</b>			<b>665</b>

Uzorci koji pripadaju A i B klasi su najzastupljeniji u postotnom udjelu od 58, 93 od ukupnog broja analiziranih uzoraka. Jako kiselu reakciju tla ( $pH < 4,50$ ) ima 210 (31,57%) uzoraka. Klasama C i D pripada 158 uzoraka odnosno 23,75% uzoraka ima slabo kiselu i neutralnu reakciju tla koja je ujedno i najpogodnija za uzgoj većine biljnih kultura. Alkalnu reakciju tla  $pH > 7,21$  ukupno ima 115 uzoraka koji pripadaju klasi E odnosno 17,29% od ukupnog broja analiziranih uzoraka na području ove županije (Tablica 12. i Grafikon 5.).

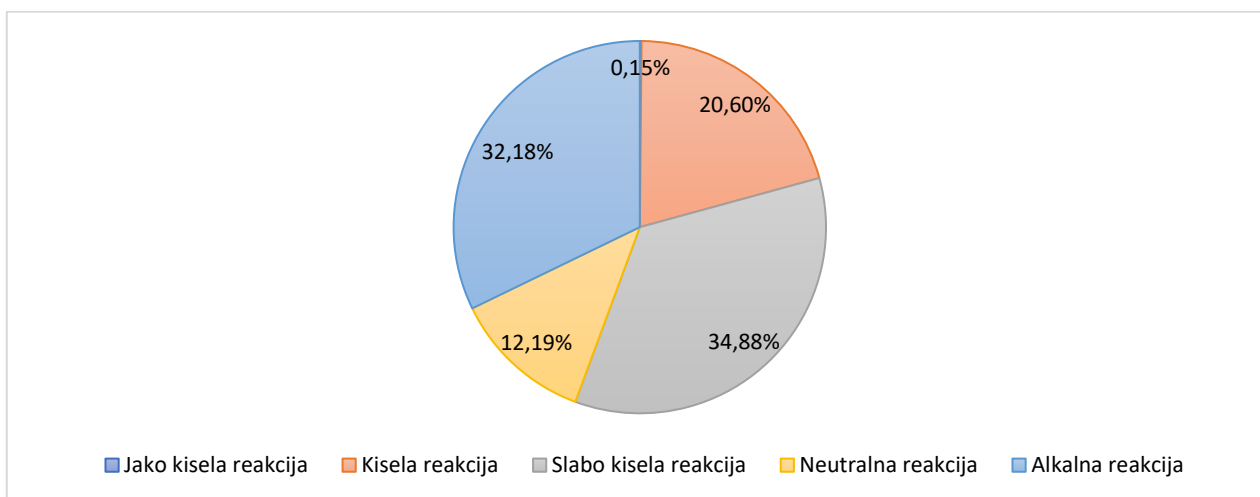


Grafikon 5. Udio uzoraka prema izmjenjivoj kiselosti ( $pH_{KCl}$ ) tla na području Osječko - baranjske županije

Tablica 13. Raspodjela uzoraka prema aktualnoj kiselosti ( $pH_{H_2O}$ ) na tlima Osječko – baranjske županije

Kategorija	$pH_{H_2O}$	Reakcija tla	Broj uzoraka
A	< 4,50	Jako kisela reakcija	1
B	4,51 – 5,50	Kisela reakcija	137
C	5,51 – 6,50	Slabo kisela reakcija	232
D	6,51 -7,20	Neutralna reakcija	81
E	> 7,21	Alkalna reakcija	214
<b>Ukupno:</b>			<b>665</b>

Samo jedan od analiziranih uzoraka ima jako kiselu reakciju tla u suspenziji sa vodom i vrijednost  $pH_{H_2O} < 4,50$ . Klasi B pripada 137, odnosno 20,60% (Grafikon 6.) uzoraka imaju  $pH_{H_2O}$  u rasponu od 4,51 do 5,50, uzorci iz ove klase imaju kiselu reakciju tla. Najveći broj uzoraka u količini od 232 pripada C klasi, odnosno tlima koja imaju slabo kiselu reakciju tla. Vrijednost  $pH_{H_2O}$  od 6,51 do 7,20 ima ukupno 81 uzorak, te ova tla imaju neutralnu pH reakciju. Kategoriji E pripada 214 uzoraka koji imaju alkalnu reakciju tla i  $pH_{H_2O} > 7,21$  (Tablica 13.).



Grafikon 6. Udio uzoraka prema aktualnoj kiselosti ( $pH_{H_2O}$ ) tla na području Osječko – baranjske županije

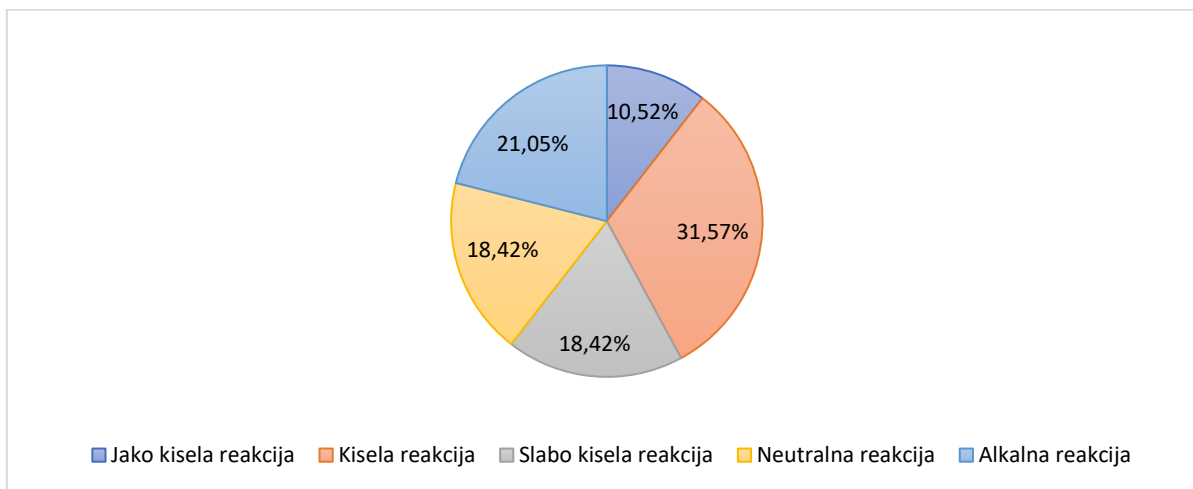
### *pH vrijednost na tlima Vukovarsko-srijemske županije*

U Vukovarsko-srijemskoj županiji za 38 uzoraka tla utvrđen je  $pH_{H_2O}$  u rasponu od 5,38 do 8,45 uz srednju vrijednost od 7,03 (Tablica 10.), te  $pH_{KCL}$  kreće se u rasponu od 3,95 do 7,87, srednja vrijednost  $pH_{KCL}$  iznosi 5,94 (Tablica 11.).

Tablica 14. Raspodjela uzoraka prema izmjenjivoj kiselosti ( $pH_{KCL}$ ) na tlima Vukovarko – srijemske županije

Kategorija	$pH_{KCl}$	Reakcija tla	Broj uzoraka
A	< 4,50	Jako kisela reakcija	4
B	4,51 – 5,50	Kisela reakcija	12
C	5,51 – 6,50	Slabo kisela reakcija	7
D	6,51 -7,20	Neutralna reakcija	7
E	> 7,21	Alkalna reakcija	8
<b>Ukupno:</b>			<b>38</b>

Klasi A  $pH < 4,50$  pripada 4 uzorka ukupno 10,52%, dok klasi B pripada 12 uzoraka s postotnim udjelom od 31,57%. Klasama C i D pripada po 7 uzoraka 36,84% od ukupnog broja analiziran uzoraka ima slabo kiselu i neutralnu reakciju tla (Grafikon 7.). Alkalnu reakciju tla ima 8 uzoraka odnosno 21,05% (Tablica 14.).

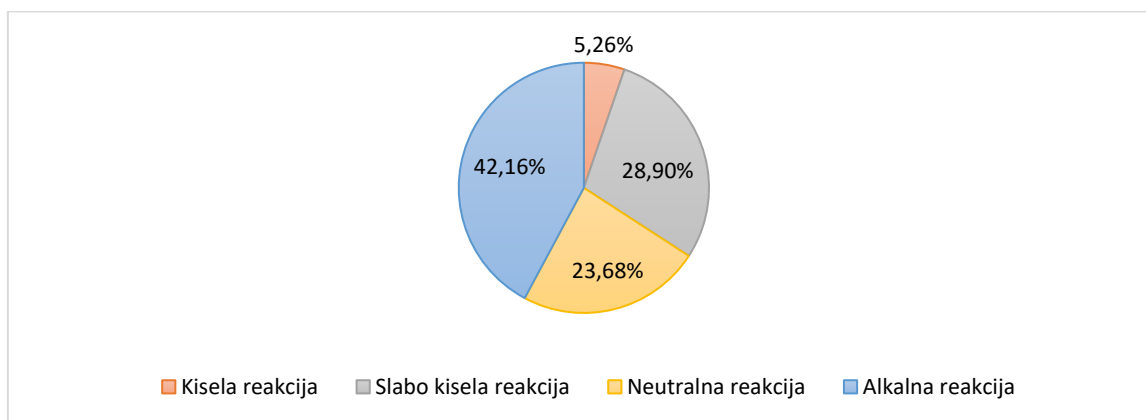


Grafikon 7. Udio uzoraka prema izmjenjivoj kiselosti ( $pH_{KCl}$ ) tala na području Vukovarsko – srijemske županije

Tablica 15. Raspodjela uzoraka prema aktualnoj kiselosti ( $pH_{H_2O}$ ) na tlima Vukovarsko – srijemske županije

Kategorija	$pH_{H_2O}$	Reakcija tla	Broj uzoraka
A	< 4,50	Jako kisela reakcija	0
B	4,51 – 5,50	Kisela reakcija	2
C	5,51 – 6,50	Slabo kisela reakcija	11
D	6,51 -7,20	Neutralna reakcija	9
E	> 7,21	Alkalna reakcija	16
<b>Ukupno:</b>			<b>38</b>

Na području županije najveća količina uzoraka pripada tlima koji imaju alkalnu reakciju, ukupno 42,16% od ukupnog broja analiziranih uzoraka pripada kategoriji E. Slabo kiselu reakciju tla i  $pH_{H_2O}$  5,51 - 6,50 ima 11 uzoraka s postotnim udjelom od 28,9. Kategoriji D pripada 9 uzoraka odnosno neutralnu reakciju tla ima 23,68% (Grafikon 8.) analiziranih uzoraka. Najmanji broj u količini od 2 uzoraka pripada B kategoriji, tla s kojih su uzeti ovi uzorci imaju kiselu reakciju tla. Niti jedan od uzoraka s područja Vukovarsko – srijemske županije nema  $pH_{H_2O} < 4,50$  (Tablica 15.).



Grafikon 8. Uzoraka prema aktualnoj kiselosti ( $pH_{H_2O}$ ) tla na području Vukovarsko – srijemske županije

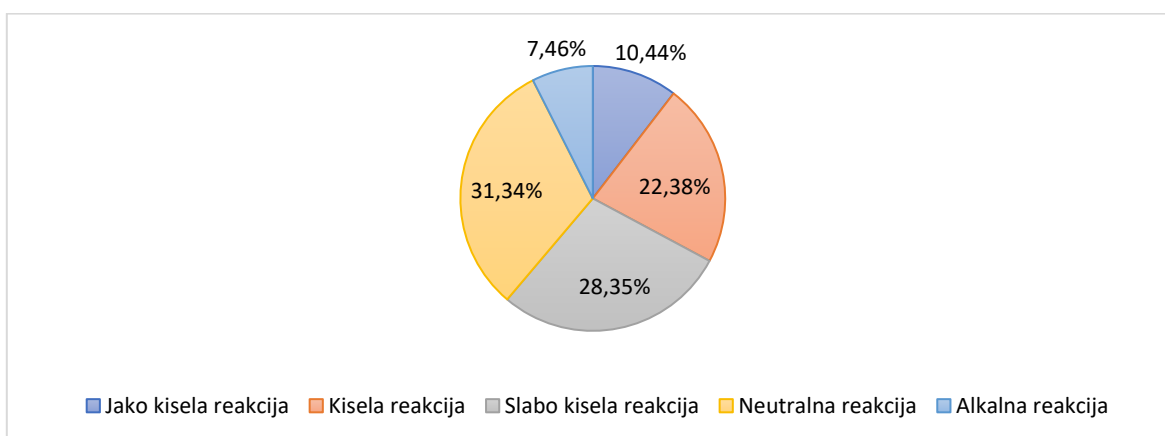
#### *pH vrijednost na tlima Brodsko-posavske županije*

Na 67 uzoraka koji su uzeti s područja Brodsko-posavske županije utvrđena je vrijednost  $Ph_{H_2O}$  od 5,6 do 8,59 srednja vrijednost  $pH_{H_2O}$  iznosi 7,17 (Tablica 10.),  $pH_{KLC}$  kreće se u rasponu od 4,14 do 7,86 uz srednju vrijednost od 5,94 (Tablica 11.).

Tablica 16. Raspodjela uzoraka prema izmjenjivoj kiselosti ( $pH_{KCl}$ ) na tlima Brodsko – posavske županije

Kategorija	$pH_{KCl}$	Reakcija tla	Broj uzoraka
A	< 4,50	Jako kisela reakcija	7
B	4,51 – 5,50	Kisela reakcija	15
C	5,51 – 6,50	Slabo kisela reakcija	19
D	6,51 -7,20	Neutralna reakcija	21
E	> 7,21	Alkalna reakcija	5
<b>Ukupno:</b>			<b>67</b>

Najveći broj uzoraka ukupno 40 pripada klasama C i D odnosno najpogodniju pH vrijednost za uzgoj biljnih kultura slabo kiselu i neutralnu reakciju tla ima 59,69% uzoraka. Ukupno 15 uzoraka pripada klasi B (Tablica 16.). Jako kiselu reakciju tla ima pH (<4,50) ima 7 uzoraka koji pripadaju klasi A u postotnom udjelu od 10,44%, dok E klasi pripada 5 uzoraka od ukupnog broja analiziranih uzoraka na području ove županije 7,46% ima alkalnu reakciju tla (Grafikon 9.)

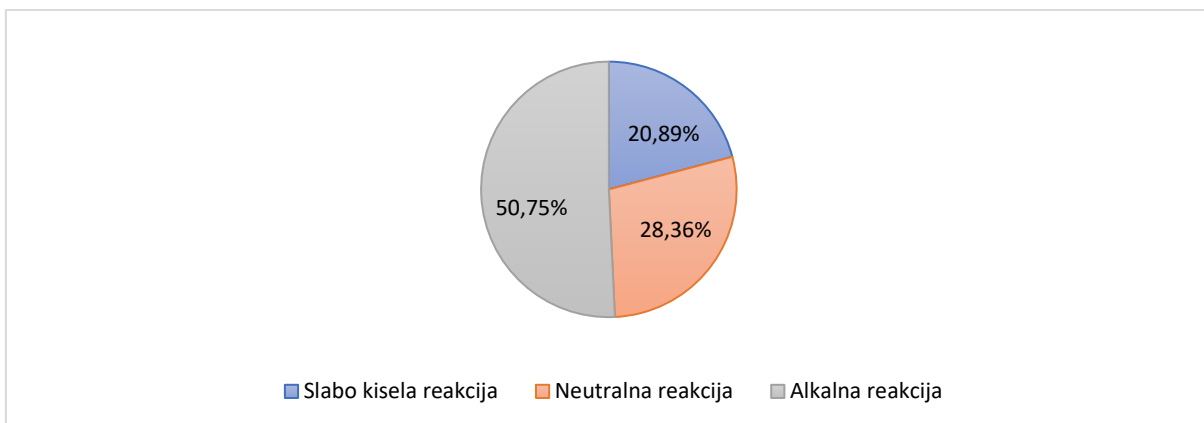


Grafikon 9. Udio uzoraka prema izmjenjivoj kiselosti ( $pH_{KCl}$ ) tla na području Brodsko – posavske županije

Tablica 17. Raspodjela uzoraka prema aktualnoj kiselosti ( $pH_{H_2O}$ ) na tlima Brodsko – posavske županije

Kategorija	$pH_{H_2O}$	Reakcija tla	Broj uzoraka
A	< 4,50	Jako kisela reakcija	0
B	4,51 – 5,50	Kisela reakcija	0
C	5,51 – 6,50	Slabo kisela reakcija	14
D	6,51 -7,20	Neutralna reakcija	19
E	> 7,21	Alkalna reakcija	34
<b>Ukupno:</b>			<b>67</b>

Više od polovine analiziranih uzoraka ima vrijednost  $pH_{H_2O}$  višu od 7,21, odnosno 34 od ukupno 67 uzoraka ima alkalnu reakciju tla. Kategoriji D, tlima s neutralnom pH reakcijom u suspenziji s vodom pripada 28,36% analiziranih uzoraka (Grafikon 10.). Najmanji broj u količini od 14 uzoraka pripada tlima koja imaju slabo kiselu reakciju. Niti jedan uzorak ne pripada kategorijama jako kisele i kisele reakcije tla (Tablica 17.).



Grafikon 10. Udio uzoraka prema aktualnoj kiselosti ( $pH_{H_2O}$ ) tla na području Brodsko – posavske županije

#### *pH vrijednost na tlima Požeško-slavonske županije*

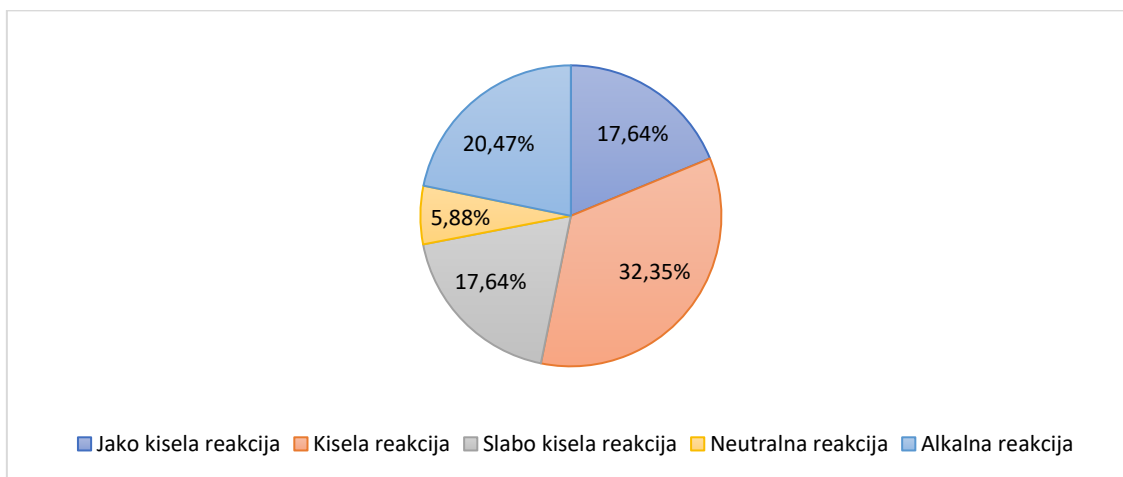
Na tlima Požeško-slavonske županije prikupljeno je 34 uzorka na kojima utvrđena  $pH_{H_2O}$  vrijednost u rasponu od 5,53 do 8,69 uz srednju vrijednost od 6,92 (Tablica 10.), dok se vrijednost izmjenjive kiselosti tla kreće u rasponu od 4,2 do 7,79, srednja vrijednost  $pH_{KCL}$  na području ove županije iznosi 5,81 (Tablica 11.).

Tablica 18. Raspodjela uzoraka prema izmjenjivoj kiselosti ( $pH_{KCL}$ ) na tlima Požeško – slavonske županije

Kategorija	$pH_{Kc}$	Reakcija tla	Broj uzoraka
A	< 4,50	Jako kisela reakcija	6
B	4,51 – 5,50	Kisela reakcija	11
C	5,51 – 6,50	Slabo kisela reakcija	6
D	6,51 -7,20	Neutralna reakcija	2
E	> 7,21	Alkalna reakcija	9
<b>Ukupno:</b>			<b>34</b>



Ukupno 17 uzoraka pripada klasama A i B, od kojih jako kiselu reakciju tla  $\text{pH} < 4,50$  ima 6 uzoraka u ukupnom udjelu od 17, 64%. Slabo kiselu i neutralnu reakciju tla ima 8 uzoraka odnosno 23,52%, neutralna reakcija tla na ovom području zastupljena je udjelom od 5,88% od ukupnog broja analiziranih uzoraka. Klasi E pripada 9 uzoraka, odnosno 26,47% uzoraka ima alkalnu reakciju tla (Tablica 18. i Grafikon 11.).

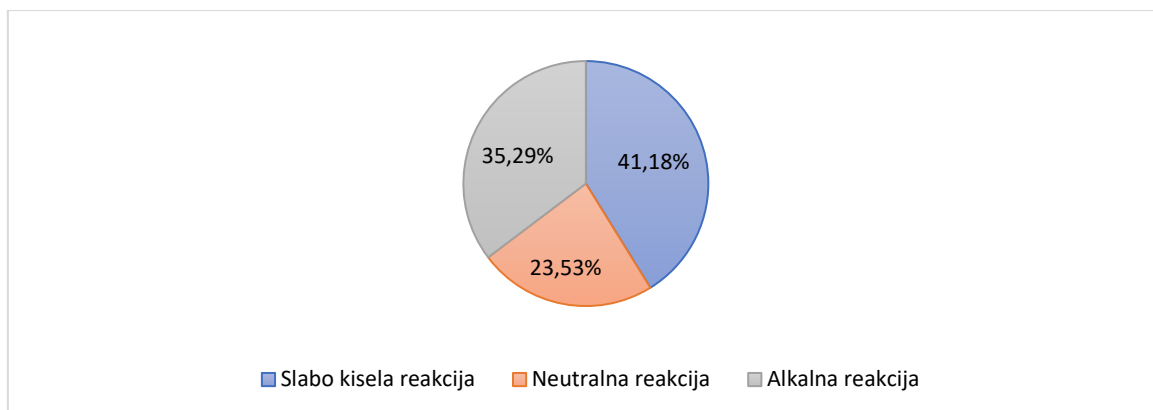


Grafikon 11. Udio uzoraka prema izmjenjivoj kiselosti ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$ ) tla na području Požeško – slavonske županije

Tablica 19. Raspodjela uzoraka prema aktualnoj kiselosti ( $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ ) na tlima Požeško – slavonske županije

Kategorija	$\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$	Reakcija tla	Broj uzoraka
A	< 4,50	Jako kisela reakcija	0
B	4,51 – 5,50	Kisela reakcija	0
C	5,51 – 6,50	Slabo kisela reakcija	14
D	6,51 -7,20	Neutralna reakcija	8
E	> 7,21	Alkalna reakcija	12
<b>Ukupno:</b>			<b>34</b>

Niti jedan od analiziranih uzoraka nema vrijednost  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  nižu od 5,50, odnosno niti jedan uzorak ne pripada kategorijama A, B. Slabo kiselu reakciju tla ima najveći broj uzoraka ukupno 41,18% od ukupnog broja testiranih uzoraka (Grafikon 12.). Najmanja količina od 8 uzoraka ima neutralnu reakciju tla s  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  u rasponu od 6,51 do 7,20, dok ukupno 12 uzoraka pripada E kategoriji, te ova tla imaju alkalnu reakciju tla s  $\text{pH}$  višim od 7,21. kol. 21 (Tablica 19.).



Grafikon 12. Udio uzoraka prema aktualnoj kiselosti ( $pH_{H_2O}$ ) tla na području Požeško – slavonske županije

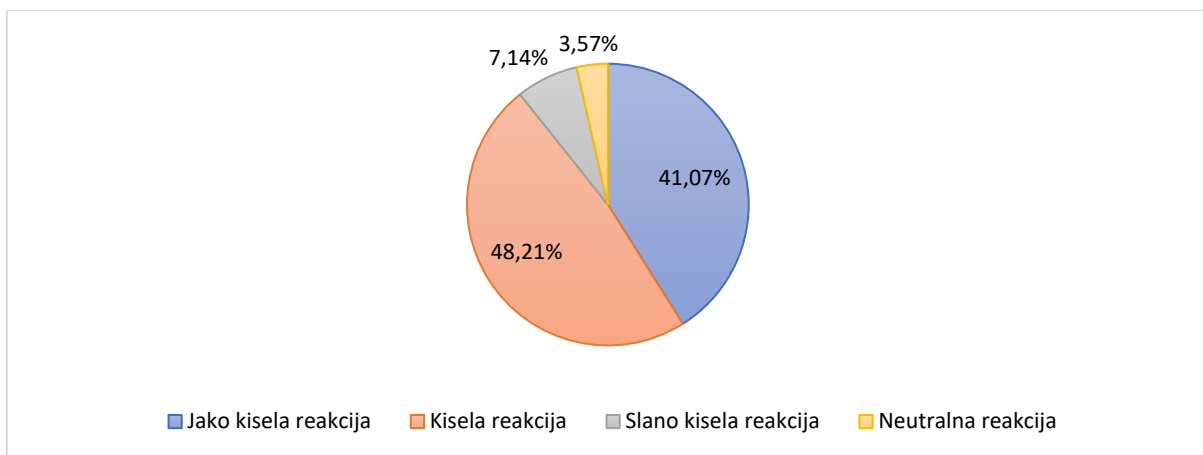
*pH vrijednost na tlima Virovitičko-podravске županije*

U Virovitičko-podravskoj županiji ispitano je 56 uzoraka te je određena vrijednost  $pH_{H_2O}$  u rasponu od 5,19 do 7,62 srednja vrijednost pH u suspenziji vode iznosi 6,09 (Tablica 10.), te je utvrđena vrijednost  $pH_{KCL}$  od 3,72 do 6,75, uz srednju vrijednost od 4,77 (Tablica 11.).

Tablica 20. Raspodjela uzoraka prema izmjenjivoj kiselosti ( $pH_{KCL}$ ) na tlima Virovitičko – podravске županije

Kategorija	$pH_{KCL}$	Reakcija tla	Broj uzoraka
A	< 4,50	Jako kisela reakcija	23
B	4,51 – 5,50	Kisela reakcija	27
C	5,51 – 6,50	Slabo kisela reakcija	4
D	6,51 -7,20	Neutralna reakcija	2
E	> 7,21	Alkalna reakcija	0
<b>Ukupno:</b>			<b>56</b>

A i B klasama pripada najveći broj uzoraka ukupno 50 (89,28%), pH vrijednost < 4,50 ima 23 uzorka odnosno 41,07% (Grafikon 13.). Slabo kiselu reakciju tla ima 4 uzorka, dok neutralnu reakciju tla od ukupnog broja analiziranih uzoraka ima samo 2 uzorka. Na području ove županije niti jedan od analiziranih uzoraka nema alkalnu reakciju tla s pH (<7,21) (Tablica 20.).

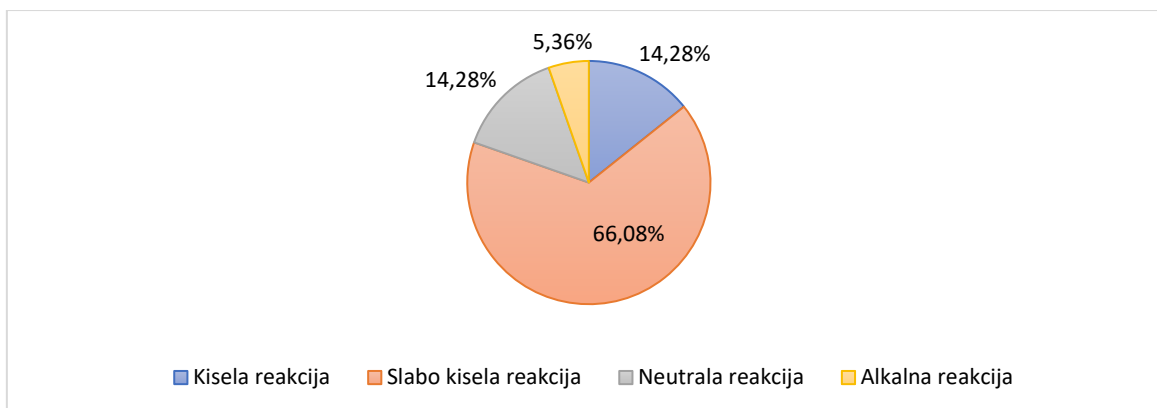


Grafikon 13. Udio uzoraka prema izmjenjivoj kiselosti ( $pH_{KCl}$ ) tla na području Virovitičko – podravske županije

Tablica 21. Raspodjela uzoraka prema aktualnoj kiselosti ( $pH_{H_2O}$ ) na tlima Virovitičko – podravske županije

Kategorija	$pH_{H_2O}$	Reakcija tla	Broj uzoraka
A	< 4,50	Jako kisela reakcija	0
B	4,51 – 5,50	Kisela reakcija	8
C	5,51 – 6,50	Slabo kisela reakcija	37
D	6,51 -7,20	Neutralna reakcija	8
E	> 7,21	Alkalna reakcija	3
<b>Ukupno:</b>			<b>56</b>

Više od polovine 66,08% od ukupne količine testiranih uzoraka s područja Virovitičko – podravske županije pripada klasi C odnosno tlima koja imaju slabo kiselu pH reakciju (Grafikon 14). Jednak broj od po 8 uzoraka pripada kategorijama kisele i neutralne reakcije tla. Od ukupno 56 analiziranih uzoraka 3 uzorka imaju  $pH_{H_2O} > 7,21$ , te ovi uzorci imaju alkalnu reakciju. Tla s jako kiselim reakcijom i pH vrijednošću nižom od 4,50 analizom tla na vrijednost  $pH_{H_2O}$  nisu utvrđena na području ove županije (Tablica 21.).



Grafikon 14. Udio uzoraka prema aktualnoj kiselosti ( $pH_{H_2O}$ ) tla na području Virovitičko – podravske županije

### 3.6. Hidrolitička kiselost tla i sadržaj karbonata u tlu

Vrijednost hidrolitičke kiselosti tla određena je na 498 uzoraka, te količina ukopnih karbona u tlu analizirana je na 361 uzorku tla s područja istočne Hrvatske. Maksimalna vrijednost hidrolitičke kiselosti tla utvrđena je na području Osječko-baranjske županije u iznosu od  $12,21 \text{ cmol}^+\text{kg}^{-1}$ , također na području ove županije je ustanovljena i najniža vrijednost hidrolitičke kiselosti od  $0,39 \text{ cmol}^+\text{kg}^{-1}$  (Tablica 22.). Najniži prosječan sadržaj karbonata u tlu utvrđen je na području Virovitičko-podravske županije u količini od 1,18%, dok se najveći prosječan sadržaj karbonata u tlu nalazi na području Brodsko-posavske županije u iznosu od 5,72% (Tablica 23.)

Prema istraživanju Halauša (2020.) utvrđen je prosječan sadržaj  $\text{CaCO}_3$  od 0,05 do 2,13%. Utvrđujemo da je prosječna količina karbonata u tlu viša u odnosu na istraživanje koje je proveo Halauš (2020.).

Rezultati dobiveni analizom tla na vrijednost hidrolitičke kiselosti su viši u odnosu na rezultate istraživanja Zebeća (2015.) gdje se hidrolitička kiselost kretala se u rasponu od 0,22 do  $8,4 \text{ cmol}^+\text{kg}^{-1}$ , što potvrđuje navode kako veličina hidrolitička kiselosti, koja spada u najvažnije karakteristike nekabonatnih tala, varira u raznim tlima u širokom rasponu (Zebec prema Živkoviću 2015.).

Tablica 22. Rezultati analize hirolitičke kiselosti (Hy) po županijama.

Županija	Broj uzoraka	Minimalna Hy (cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> )	Maksimalna Hy (cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> )	Prosjek Hy (cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> )
Brodsko-posavska	23	1,44	6,04	3,44
Osječko-baranjska	392	0,39	12,21	4,46
Požeško-Slavonska	17	0,74	4,9	3,21
Virovitičko – podravska	50	1,62	5,73	3,36
Vukovarsko-srijemska	16	1,57	5,43	3,12
<b>Ukupno:</b>	<b>498</b>	<b>0,39</b>	<b>12,21</b>	<b>4,21</b>

Tablica 23. Sadržaj karbonata (CaCO<sub>3</sub>) u tlu na području istočne Hrvatske

Županija	Broj uzoraka	Minimalan CaCO <sub>3</sub> %	Maksimalan CaCO <sub>3</sub> %	Prosjek CaCO <sub>3</sub> %
Brodsko-posavska	44	0,83	35,89	5,72
Osječko-baranjska	272	0,41	15,71	2,93
Požeško-Slavonska	17	0,85	7,04	2,72
Virovitičko - podravska	6	0,42	2,09	1,18
Vukovarsko-srijemska	22	0,83	17,89	2,89
<b>Ukupni zbroj</b>	<b>361</b>	<b>0,41</b>	<b>35,89</b>	<b>3,23</b>

Analizirani uzorci se dijele u grupe prema vrijednosti hidrolitičke kiselosti (Hy) izražene u cmol<sup>+</sup>kg<sup>-1</sup>, te postotnoj vrijednosti sadržaja CaCO<sub>3</sub>.

Tablica 24. Interpretacijske vrijednosti za tumačenje potrebe za kalcizacijom tla

Hy (cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> )	pH <sub>KCl</sub> < 4,5	pH <sub>KCl</sub> 4,51 – 5,0	pH <sub>KCl</sub> 5,01 – 5,50
< 2	Kalcizacija neophodna, potrebne male količine	Kalcizacija korisna, nije neophodna	Kalcizacija nije potrebna
2 – 4	Kalcizacija neophodna, potrebne srednje količine		Kalcizacija korisna nije neophodna
4 – 8	Kalcizacija neophodna, potrebne velike količine		
> 8	Kalcizacija neophodna, potrebne vrlo velike količine		

Tablica 25. Interpretacijske vrijednosti za sadržaj karbonata (CaCO<sub>3</sub>)

Vrijednost CaCO <sub>3</sub>	Opis
<10	Slabo karbonatno
10-30	Srednje karbonatno
>30	Jako karbonatno

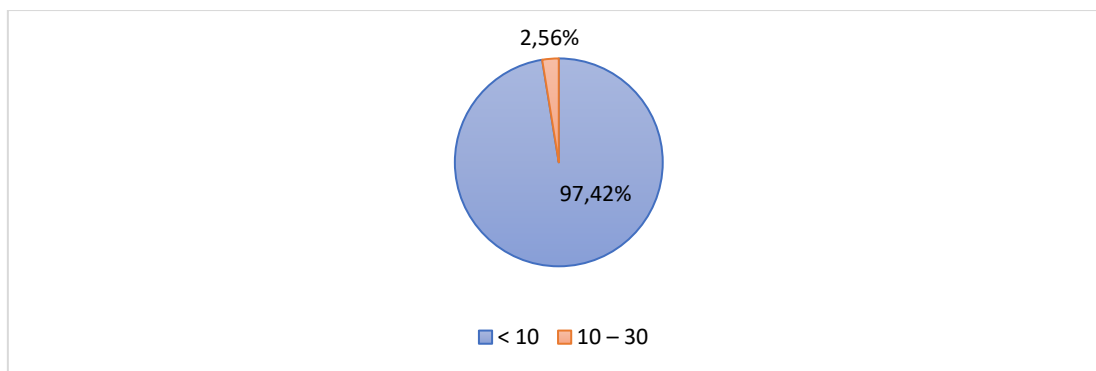
*Sadržaj karbonata u tlu (CaCO<sub>3</sub>) i vrijednost hidrolitičke (Hy) kiselosti na području Osječko-baranjske županije*

Na području Osječko-baranjske županije analizirano je 392 uzorka na vrijednost hidrolitičke kiselosti tla i 272 uzoraka na sadržaj karbonata u tlu. Maksimalna vrijednost karbonata iznosila je 15,71%, dok maksimum za hidrolitičku kiselost tla bio 12,21 cmol<sup>+</sup>kg<sup>-1</sup>. Najniža vrijednost na području županije za CaCO<sub>3</sub> iznosila je 0,41%, te za hidrolitičku kiselost 0,39 cmol<sup>+</sup>kg<sup>-1</sup>. Prosječne vrijednosti iznosile su 2,39% za sadržaj karbonata u tlu i 4,46 cmol<sup>+</sup>kg<sup>-1</sup> za hidrolitičku kiselost tla (Tablica 22.i Tablica 23.)

Tablica 26. Raspodjela uzoraka prema postotnoj vrijednosti karbonata (CaCO<sub>3</sub>) u tlu na području Osječko – baranjske županije

Klasa	CaCO <sub>3</sub> (%)	Uzorci	Srednja vrijednost CaCO <sub>3</sub> (%)
<b>A</b>	< 10	265	1,25
<b>B</b>	10 – 30	7	12,58
<b>C</b>	> 30	0	0,00
<b>Ukupno</b>		<b>272</b>	<b>1,55</b>

Klasi A pripada najveći broj uzoraka 265 odnosno 97,42% (Grafikon 15.) od ukupnog broja analiziranih uzoraka, klasi B pripada 7 uzoraka s srednjom vrijednošću 12,58% CaCO<sub>3</sub> koji spadaju u srednje karbonatno tlo. Niti jedan uzorak tla ne pripada klasi C odnosno jako karbonatnom tlu (Tablica 26.).

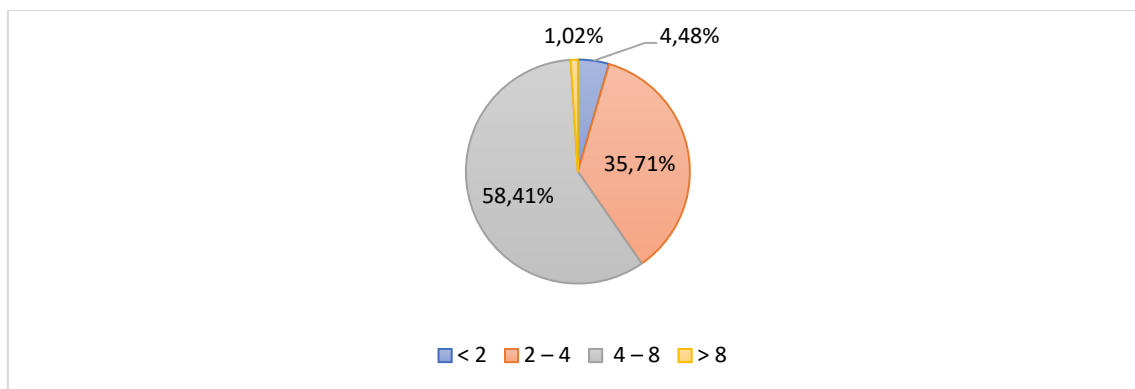


Grafikon 15. Udio uzoraka prema sadržaju karbonata (CaCO<sub>3</sub>) u tlu na području Osječko – baranjske županije

Tablica 27. Raspodjela uzoraka prema vrijednosti hidrolitičke kiselosti (Hy) na području Osječko – baranjske županije

Klasa	Hy (cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> )	Uzorci	Srednja vrijednost Hy (cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> )
<b>A</b>	< 2	19	1, 53
<b>B</b>	2 – 4	140	2, 98
<b>C</b>	4 – 8	229	5, 73
<b>D</b>	> 8	4	10, 04
<b>Ukupno</b>		<b>392</b>	<b>5,07</b>

Raspodjelom rezultata po klasama uočavamo da 4 uzorka imaju hidrolitičku kiselost > 8 cmol<sup>+</sup>kg<sup>-1</sup>, takva tla potrebno kalcizirati vrlo velikim količinama i kalcizacija tla je neophodna. Najveći broj uzoraka u postotnom udjelu od 58,41 (Grafikon 16.) pripada klasi C > 4 – 8 cmol<sup>+</sup>kg<sup>-1</sup>, te za kalcizaciju ovih tala su potrebne velike količine. Klasi B pripada 140 uzoraka s Hy 2 – 4 cmol<sup>+</sup>kg<sup>-1</sup>, uz ovu vrijednost Hy na tlima s pH vrijednošću 5,01 do 5, 5 kalcizacija je korisna no nije neophodna, dok na tlima niže pH vrijednosti kalcizacija je neophodna i potrebne su srednje količine. Ukupno 19 uzoraka pripada klasi A s Hy < 2 cmol<sup>+</sup>kg<sup>-1</sup>, te na ovim tlima uz pH vrijednost 5,01 do 5,5 kalcizacija nije potrebna (Tablica 27.).



Grafikon 16. Udio uzoraka prema vrijednosti hidrolitičke kiselosti (Hy) na području Osječko – baranjske županije

*Sadržaj karbonata u tlu ( $\text{CaCO}_3$ ) i vrijednost hidrolitičke (Hy) kiselosti na području Vukovarsko-srijemske županije*

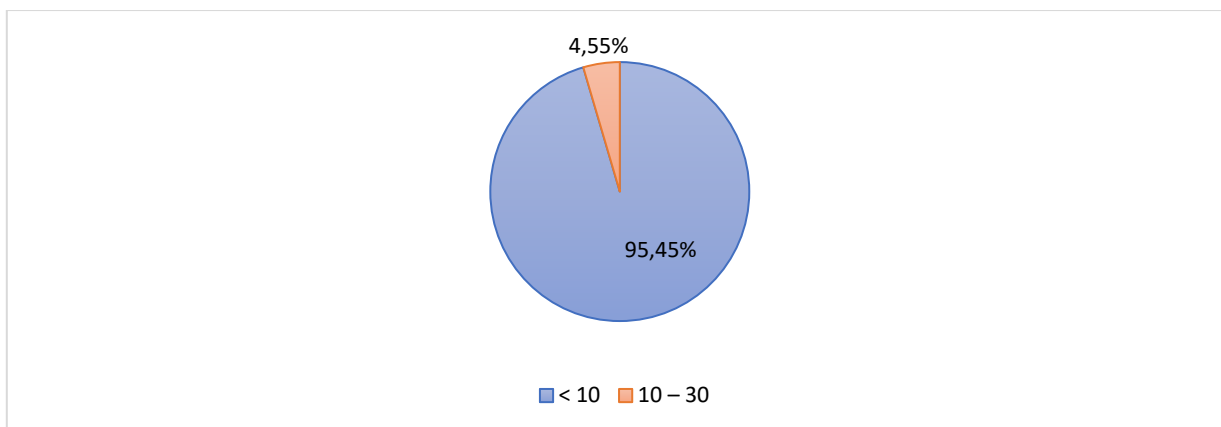
Analizirano je 16 uzoraka na vrijednost Hy, te 22 uzoraka na sadržaj  $\text{CaCO}_3$  u tlu s područja ove županije. Minimalna količina karbonata u tlu iznosila je 0,83%, dok je utvrđena maksimalna količina iznosila 17,89%, prosječan sadržaj karbonata u tlu na području Vukovarsko-srijemske županije iznosi 2,89%. Vrijednost hidrolitičke kiselosti utvrđena je u rasponu od 1,57 do 5,43  $\text{cmol}^+\text{kg}^{-1}$ , uz prosječnu vrijednost od 3,12  $\text{cmol}^+\text{kg}^{-1}$  (Tablica 22. i Tablica 23.).

Tablica 28. Raspodjela uzoraka prema postotnoj vrijednosti karbonata ( $\text{CaCO}_3$ ) u tlu na području Vukovarsko – srijemske županije

Klasa	$\text{CaCO}_3$ (%)	Uzorci	Srednja vrijednost $\text{CaCO}_3$ (%)
A	< 10	21	2,71
B	10 – 30	1	17, 89
C	> 30	0	0,00
<b>Ukupno</b>		<b>22</b>	<b>3,66</b>

Analizom uzoraka na sadržaj karbonata u tla na području Vukovarsko srijemske županije utvrđeno je kako 95,45% (Grafikon 17.) pripada slabo karbonatnim tlima, tj. klasi A < 10%  $\text{CaCO}_3$ , samo jedan uzorak pripada B klasi, odnosno srednje karbonatnim tlima (Tablica 28.).



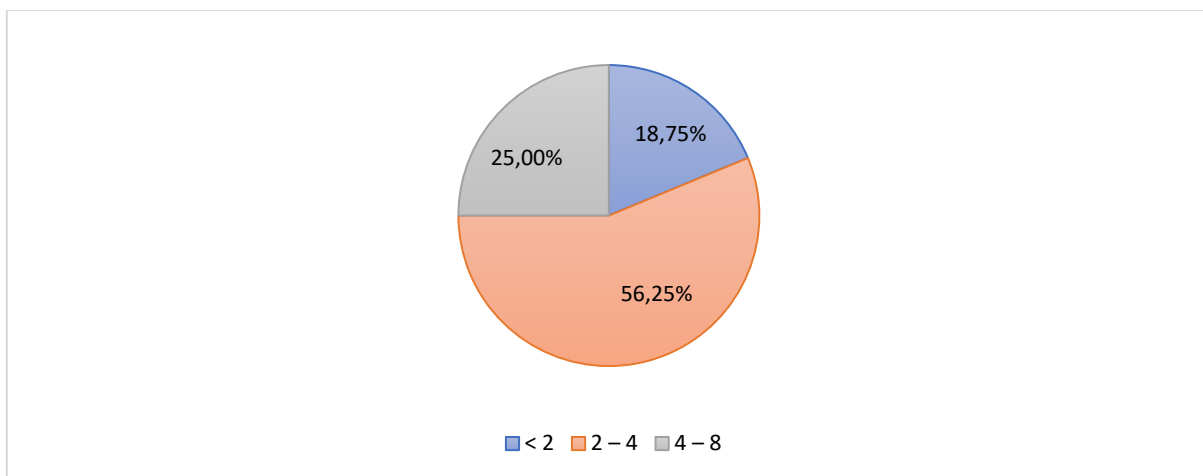


Grafikon 17. Udio uzoraka prema sadržaju karbonata (CaCO<sub>3</sub>) u tlu na području Vukovarsko – srijemske županije

Tablica 29. Raspodjela uzoraka prema vrijednosti hidrolitičke kiselosti (Hy) na području Vukovarsko – srijemske županije

Klasa	Hy (cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> )	Uzorci	Srednja vrijednost Hy (cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> )
<b>A</b>	< 2	3	1,7
<b>B</b>	2 – 4	9	2,90
<b>C</b>	4 – 8	4	4,66
<b>D</b>	> 8	0	0
<b>Ukupno</b>		<b>16</b>	<b>3,11</b>

Raspodjelom uzoraka po klasama utvrđeno je kako klasi A Hy < 2 cmol<sup>+</sup>kg<sup>-1</sup> pripada 3 uzorka, obzirom da svi uzorci iz klase A imaju pH > 5 kalcizaciju nije potrebno obaviti. Najveći broj uzoraka u količini od 9, odnosno 56,25% (Grafikon 18.) od ukupnog broja analiziranih uzoraka pripada klasi B Hy 2 – 4 cmol<sup>+</sup>kg<sup>-1</sup>, od toga 4 uzorka imaju pH vrijednost veću od 5 te je na tim površinama kalcizacija korisna, no nije obavezna, dok je na ostalim tlima iz B klase potrebno obaviti kalcizaciju srednjim količinama. Klasi C pripada 4 uzorka uz srednju vrijednost hidrolitičke kiselosti 4,66 cmol<sup>+</sup>kg<sup>-1</sup>, na ovim tlima je potrebno obaviti kalcizaciju velikim količinama. Niti jedan uzorak s područja ove županije ne pripada klasi D (Hy >8 cmol<sup>+</sup>kg<sup>-1</sup>) (Tablica 29.).



Grafikon 18. Udio uzoraka prema vrijednosti hidrolitičke kiselosti (Hy) na području Vukovarsko – srijemske županije

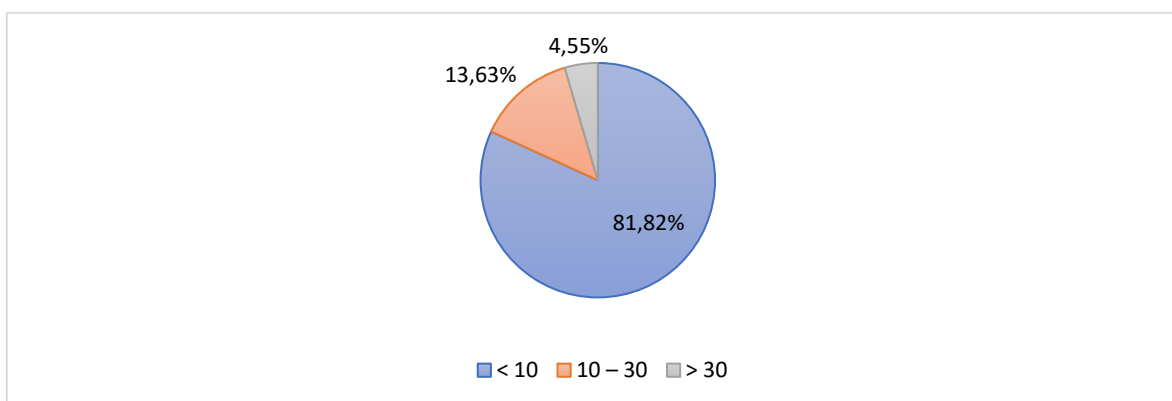
*Sadržaj karbonata u tlu ( $\text{CaCO}_3$ ) i vrijednost hidrolitičke (Hy) kiselosti na području Brodsko-posavske županije*

Na području Brodsko-posavske županije analizirano je 23 na vrijednost hidrolitičke kiselosti tla, dok je na sadržaj  $\text{CaCO}_3$  analizirano 44 uzoraka. Utvrđena je minimalna količina karbonata u tlu od 0,83%, te maksimalan sadržaj karbonata u iznosu od 35,89%. Analizom tla utvrđeno je da se Hidrolitička kiselost kretala u rasponu od 1,44 do 6,04  $\text{cmol}^+\text{kg}^{-1}$ . Prosječna vrijednosti za  $\text{CaCO}_3$  iznosila je 5,72%, te za Hy 3,34  $\text{cmol}^+\text{kg}^{-1}$   $\text{cmol}^+\text{kg}^{-1}$  (Tablica 22. i Tablica 23.).

Tablica 30. Raspodjela uzoraka prema postotnoj vrijednosti karbonata ( $\text{CaCO}_3$ ) u tlu na području Brodsko – posavske županije

Klasa	$\text{CaCO}_3$ (%)	Uzorci	Srednja vrijednost $\text{CaCO}_3$ (%)
A	< 10	36	2,69
B	10 – 30	6	19,33
C	> 30	2	34,22
<b>Ukupno</b>		<b>44</b>	<b>9,48</b>

Od ukupno 44 analizirana uzorka na sadržaj karbonata u tlu, 36 uzoraka pripada klasi A odnosno slabo karbonatnim tlima, klasi B uz srednju vrijednost od 19,33% CaCO<sub>3</sub> pripada 6 uzoraka (Tablica 30.), dok C klasi odnosno jako karbonatim tlima pripada 2 uzorka 4,55% od ukupne količine analiziranih uzoraka (Grafikon 19.).



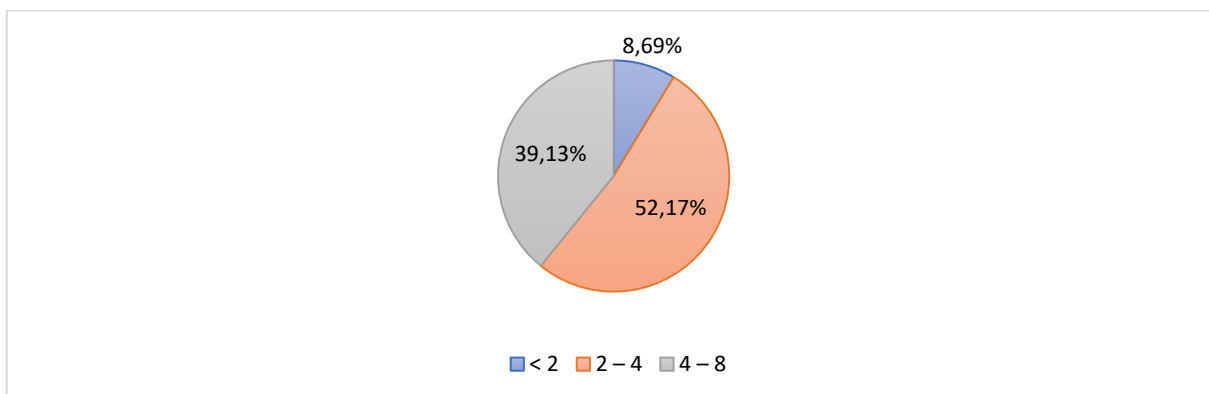
Grafikon 19. Udio uzoraka prema sadržaju karbonata (CaCO<sub>3</sub>) u tlu na području Brodsko – posavske županije

Tablica 31. Raspodjela uzoraka prema vrijednosti hidrolitičke kiselosti (Hy) na području Brodsko – posavske županije

Klasa	Hy (cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> )	Uzorci	Srednja vrijednost Hy (cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> )
<b>A</b>	< 2	2	1,5
<b>B</b>	2 – 4	12	2,77
<b>C</b>	4 – 8	9	4,82
<b>D</b>	> 8	0	0,00
<b>Ukupno</b>		<b>23</b>	<b>3,42</b>

Niti jedan od ispitanih uzoraka na području Brodsko-posavske županije nije rezultirao s vrijednošću hidrolitičke kiselosti većom od 8 cmol<sup>+</sup>kg<sup>-1</sup>(Tablica 31.). Najveći broj uzoraka u postotku od 52,17% od (Grafikon 20.) ukupno analiziranih uzoraka pripada klasi B, na 5 tala iz ove klase koja imaju pH vrijednost veću od 5 korisno je izvesti kalcizaciju no nije neophodno, na ostalih 7 tala potrebno je izvršiti kalcizaciju srednjim količinama. Klasi C pripada 7 uzoraka

čija je srednja vrijednost hidrolitičke kiselosti  $4,82 \text{ cmol}^+\text{kg}^{-1}$ , na tlima iz C klase kalcizaciju je potrebno izvršiti u vrlo velikim količinama (Tablica 31.). Najmanji broj uzoraka pripada klasi A  $\text{Hy} < 2 \text{ cmol}^+\text{kg}^{-1}$  u postotnom udjelu od 8,69% (Grafikon 20.) od ukupnog broja analiziranih uzoraka, obzirom da oba tla imaju  $\text{Hy} < 2 \text{ cmol}^+\text{kg}^{-1}$  i pH vrijednost veću od 5 kalcizaciju nije potrebno obavljati (Tablica 31.).



Grafikon 20. Udio uzoraka prema vrijednosti hidrolitičke kiselosti ( $\text{Hy}$ ) na području Brodsko – posavske županije

*Sadržaj karbonata u tlu ( $\text{CaCO}_3$ ) i vrijednost hidrolitičke ( $\text{Hy}$ ) kiselosti na području Požeško-slavonske županije*

Ukupno 17 uzorka analizirano je na sadržaj karbonata i vrijednost hidrolitičke kiselosti tla s područja Požeško-slavonske županije. Analizom je utvrđen minimalan sadržaj karbonata u iznosu od 0,85%, dok je maksimalan sadržaj karbonata na području ove županije iznosio 7,04 uz prosječan sadržaj  $\text{CaCO}_3$  od 2,72%. Vrijednost hidrolitičke kiselosti se kretala u rasponu od 0,74 do  $4,9 \text{ cmol}^+\text{kg}^{-1}$  uz prosječnu vrijednost od  $3,21 \text{ cmol}^+\text{kg}^{-1}$  (Tablica 22. i Tablica 23.).

Tablica 32. Raspodjela uzoraka prema postotnoj vrijednosti karbonata ( $\text{CaCO}_3$ ) u tlu na području Požeško – slavonske županije

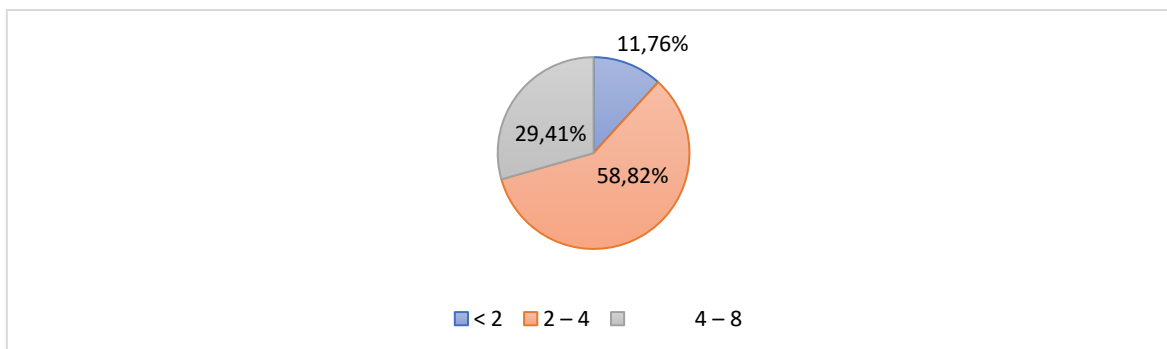
Klasa	$\text{CaCO}_3$ (%)	Uzorci	Srednja vrijednost $\text{CaCO}_3$ (%)
A	< 10	17	3,16
B	10 – 30	0	0,00
C	> 30	0	0,00
<b>Ukupno</b>		<b>17</b>	<b>3,16</b>

Na području Požeško – slavonske županije ukupno je 17 uzoraka analizirano na sadržaj karbonata u tlu, svi analizirani uzorci pripadaju klasi A koja sadrži ispod 10% CaCO<sub>3</sub>, odnosno sva analizirana tla spadaju u klasu slabo karbonatnih tala (Tablica 32.).

Tablica 33. Raspodjela uzoraka prema vrijednosti hidrolitičke kiselosti (Hy) na području Požeško – slavonske županije

Klasa	Hy (cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> )	Uzorci	Srednja vrijednost Hy (cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> )
A	< 2	2	1,05
B	2 – 4	10	3,04
C	4 – 8	5	4,45
D	> 8	0	0,00
<b>Ukupno</b>		<b>17</b>	<b>3,14</b>

Niti jedan od analiziranih uzoraka ne pripada C klasi s Hy >8 cmol<sup>+</sup>kg. Ukupno 2 analizirana uzorka pripadaju A klasi s srednjom vrijednošću hidrolitičke kiselosti od 1,05 cmol<sup>+</sup>kg, tla iz ove klase nije potrebno kalcizirati jer imaju pH vrijednost višu od 5 (Tablica 33.). Klasi B pripada 10 uzoraka čija se vrijednost Hy kreće od 2 do 4 cmol<sup>+</sup>kg, ukupno 3 tla iz ove klase imaju pH vrijednost > 5 te je na njima korisno izvršiti kalcizaciju ali nije neophodno, na ostalih 7 tala kalcizaciju je potrebno izvršiti srednjim količinama. Ukupno 29,41% uzoraka (Grafikon 21.) svrstano je u C klasu čija srednja vrijednost Hy iznosi 4,45 cmol<sup>+</sup>kg, te na tim tlima je kalcizaciju potrebno izvršiti u velikim količinama (Tablica 33.).



Grafikon 21. Udio uzoraka prema vrijednosti hidrolitičke kiselosti (Hy) na području Požeško – slavonske županij

*Sadržaj karbonata u tlu ( $\text{CaCO}_3$ ) i vrijednost hidrolitičke (Hy) kiselosti na području Virovitičko-podravske županije*

Na području Virovitičko-podravske županije analizirano je 6 uzoraka tla na vrijednost hidrolitičke kiselosti tla, te 50 uzoraka na sadržaj karbonata u tlu. Utvrđen je minimalan sadržaj karbonata u tlu iznosi 0,42%, te maksimalan sadržaj  $\text{CaCO}_3$  iznosi 2,09%. Analizom tla s područja ove županije utvrđeno je da se hidrolitička kiselost kretala u rasponu od 1,62 do 5,73  $\text{cmol}^+\text{kg}^{-1}$ . Prosječan sadržaj karbonata na području Virovitičko-podravske županije je 1,18%, te prosječna vrijednost hidrolitičke kiselosti iznosi 3,36  $\text{cmol}^+\text{kg}^{-1}$  (Tablica 22. i Tablica 23.).

Tablica 34. Raspodjela uzoraka prema postotnoj vrijednosti karbonata ( $\text{CaCO}_3$ ) u tlu na području Virovitičko – podravske županije

Klasa	$\text{CaCO}_3$ (%)	Uzorci	Srednja vrijednost $\text{CaCO}_3$ (%)
A	< 10	6	1,15
B	10 – 30	0	0,00
C	> 30	0	0,00
<b>Ukupno</b>		<b>6</b>	<b>1,15</b>

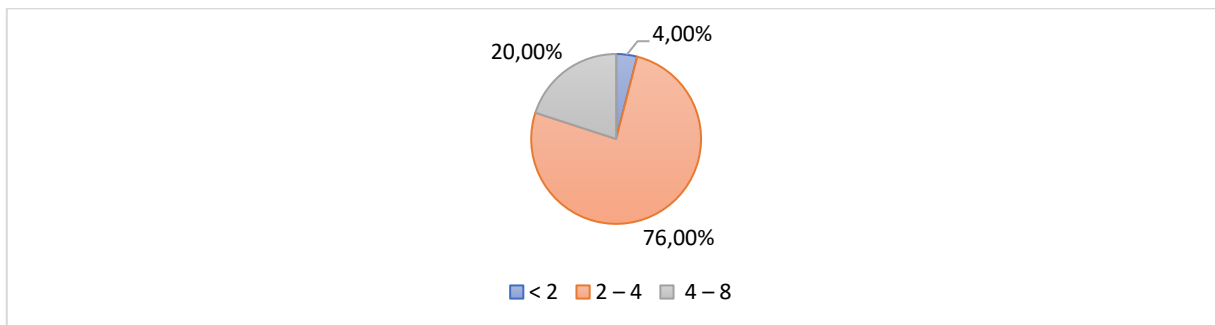
Svi uzorci koji su analizirani na sadržaj karbonata u tlu s područja ove županije pripadaju klasi A, odnosno slabo karbonatnim tlima uz srednju vrijednost sadržaja  $\text{CaCO}_3$  od 1,15% (Tablica 34.).

Tablica 35. Raspodjela uzoraka prema vrijednosti hidrolitičke kiselosti (Hy) na području Virovitičko – podravske županije

Klasa	Hy ( $\text{cmol}^+\text{kg}^{-1}$ )	Uzorci	Srednja vrijednost Hy ( $\text{cmol}^+\text{kg}^{-1}$ )
A	< 2	2	1,70
B	2 – 4	38	3,06
C	4 – 8	10	4,79
D	> 8	0	0,00
<b>Ukupno</b>		<b>50</b>	<b>3,44</b>

Razvrstavanjem po klasama najviše uzoraka pripada klasi B s vrijednošću Hy 2 – 4  $\text{cmol}^+\text{kg}^{-1}$ , ukupno B klasi pripada 38 uzoraka od kojih je 31 tlo potrebno klacizirati srednjim količinama, na preostalim tlima s pH vrijednošću većom od 5 korisno je sprovesti kalcizaciju tla (Tablica

35.). Klasi C pripada 20,00% uzoraka (Grafikon 22.) sa srednjom vrijednošću 4,79 cmol<sup>+</sup>kg, na tlima iz ove klase kalcizaciju je potrebno izvršiti u velikim količinama. Najmanji broj u količini od 2 uzorka pripada A klasi, na jednom od uzoraka kalcizacija nije potrebna, dok je na drugom uzorku korisna no nije neophodna. Niti jedan uzorak ne pripada klasi C s vrijednošću hidrolitičke kiselosti tla > 8 (Tablica 35.).



Grafikon 22. Zastupljenost uzoraka prema vrijednosti hidrolitičke kiselosti (Hy) na području Virovitičko – podravske županije

### 3.7. Sadržaj fosfora (AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) i kalija (K<sub>2</sub>O) u tlu

Ukupno 860 uzoraka prikupljenih s tala iz 5 županija na području istočne Hrvatske analizirano je na razinu opskrbljenosti kalijem, te je na 853 uzorka utvrđen sadržaj fosfora u tlu. Maksimalna vrijednost lako pristupačnog fosfora u tlu utvrđena je na području Osječko-baranjske županije u iznosu od 110,26 mg/100 g tla, dok je najniži sadržaj fosfora u iznosu od 1,1 mg/100 g tla utvrđen na području Brodsko-posavske županije. Najviša prosječna vrijednost sadržaja fosfora od 45,10 mg/100 g tla u uzorcima tla za dinju, dok je najniži sadržaj fosfora od 1,1 mg/100 g tla utvrđen u uzorcima tla za breskve (Tablica 36.). Obje krajnje vrijednosti su utvrđene na tlima Osječko-baranjske županije s maksimalnim sadržajem kalija od 117,83 mg/100 g tla, te minimalnim sadržajem K<sub>2</sub>O u količini od 3,60 mg/100 g tla. Najviša prosječna vrijednost kalija utvrđena je na tlima za talijanski ljulj u količini od 46,96 mg/100 g tla, dok je najniži sadržaj kalija od 3,60 mg/100 g tla utvrđen na tlima za jabuku (Tablica 37.).

Tablica 36. Sadržaj fosfora (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) u tlu po županijama

Županija	Broj uzoraka	Minimalan AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	Maksimalan AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	Prosjek AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g
Brodsko-posavska	67	1,1	86,57	16,19
Osječko-baranjska	659	2,33	110,26	22,84
Požeško-Slavonska	34	3,27	84,75	20,82
Virovitičko – podravska	56	6,92	64,39	18,22
Vukovarsko-srijemska	37	1,99	54,2	13,74
<b>Ukupni zbroj</b>	<b>853</b>	<b>1,1</b>	<b>110,26</b>	<b>21,54</b>

Tablica 37. Sadržaj kalija (K<sub>2</sub>O) u tlu po županijama

Županija	Broj uzoraka	Minimalan AL-K <sub>2</sub> O mg/100g	Maksimalan AL-K <sub>2</sub> O mg/100g	Prosjek AL-K <sub>2</sub> O mg/100g
Brodsko-posavska	67	6,62	51,93	18,17
Osječko-baranjska	665	3,60	117,83	20,42
Požeško-Slavonska	34	8,89	68,09	22,27
Virovitičko - podravska	56	8,85	51,02	20,72
Vukovarsko-srijemska	38	8,33	38,98	19,39
<b>Ukupni zbroj</b>	<b>860</b>	<b>3,60</b>	<b>117,83</b>	<b>20,29</b>

Tablica 38. Opskrbljenost tala fosforom na području istočne Hrvatske

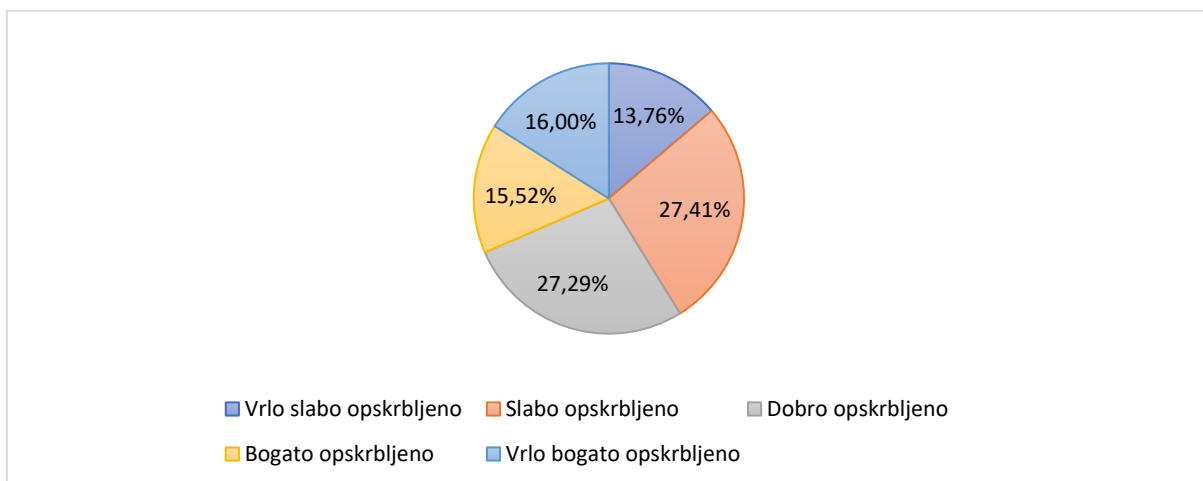
Klase opskrbljenosti		pH <sub>KCl</sub> < 6 mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> u 100g tla	Uzorci	pH <sub>KCl</sub> ≥ 6 mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> u 100g tla	Uzorci	Ukupno
<b>A</b>	<b>Vrlo slabo opskrbljeno</b>	< 8,0	100	< 5,0	17	117
<b>B</b>	<b>Slabo opskrbljeno</b>	8,1 – 16,0	192	5,1 – 12,0	41	233
<b>C</b>	<b>Dobro opskrbljeno</b>	16,1 – 25,0	119	12,1 – 24,0	113	232
<b>D</b>	<b>Bogato opskrbljeno</b>	25,1 – 45,0	94	24,1 – 35,0	38	132
<b>E</b>	<b>Vrlo bogato opskrbljeno</b>	> 45	63	> 35	73	136
<b>Ukupno</b>			<b>687</b>	<b>Ukupno</b>	<b>282</b>	<b>850</b>

Opskrbljenost tala fosforom prikazuje se po grupama koje se često definiraju s aspekta kiselosti tla, s obzirom da je raspoloživost fosfora u tlu u velikoj mjeri određena pH reakcijom tla. Granice opskrbljenosti tala fosforom povećavaju se ako je supstitucijska kiselost tla veća od 6, a



smanjuju se ako je manja od 6 ( $pH_{KCL-u}$ ), prema tome granice se dijele na vrlo niske, niske, dobre, visoke, vrlo visoke (Zebec, 2015.).

Podjelom uzoraka prema sadržaju fosfora i pH vrijednosti tla, najveća zastupljenost uzoraka s podjednakom količinom i razlikom od 1 uzorka pripada klasama slabo opskrbljenih (233) i dobro opskrbljenih tala (232). U B klasi odnosno slabo opskrbljenim tlima pH vrijednost nižu od 6 ima 192 uzorka, i 41 uzorka ove klase ima pH viši od 6. Ukupno 119 uzorka iz C klase ima  $pH < 6$ , te ostatak od 113 uzoraka iz klase dobro opskrbljenih tala ima  $pH \geq 6$ . Najmanja količina od 117 uzoraka pripada klasi vrlo slabo opskrbljenih tala fosforom (Tablica 38.).



Grafikon 23. Udio uzoraka po opskrbljenosti tla fosforom ( $P_2O_5$ ) na području istočne Hrvatske

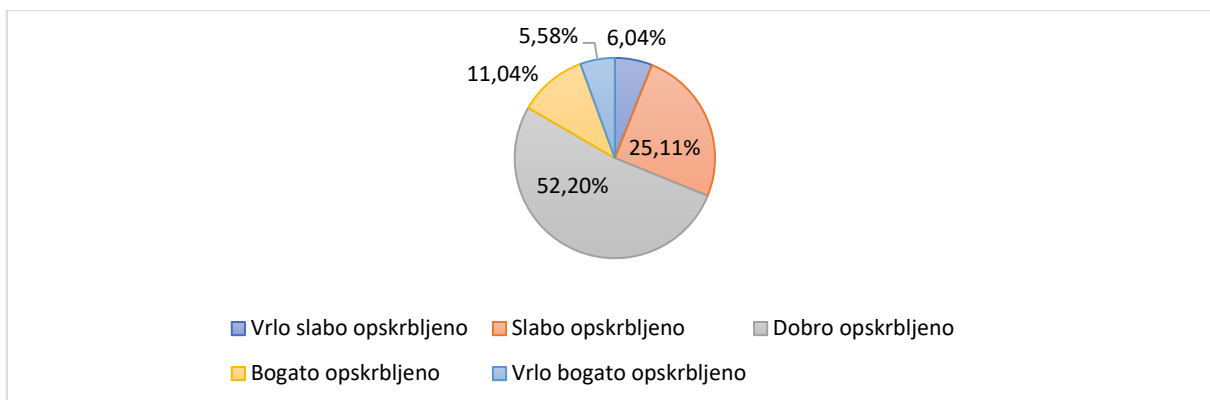
Istraživanjem Halauša potvrđeni su rezultati da najmanja količina uzorka pripada klasi vrlo slabo opskrbljenih tala, dok najveća količina uzoraka prema istraživanju *Halauša* pripada klasi dobro opskrbljenih tala, dolazimo do razlike ovim istraživanjem najveći postotak od 27,41% uzoraka pripadao je klasi slabo opskrbljenih tala, ali s razlikom od 1 uzorka, odnosno ukupno 27,29% uzoraka pripada klasi dobro opskrbljenih tala, s obzirom na to dolazimo do podjednakog postotka uzoraka u klasama slabo i dobro opskrbljenih tala fosforom (Grafikon 23.).

Tablica 39. Opskrbljenost tala kalijem (K<sub>2</sub>O) na području istočne Hrvatske

Klase opskrbljenosti		mg K <sub>2</sub> O u 100 g tla	Uzorci
A	Vrlo slabo opskrbljeno	< 8,0	52
B	Slabo opskrbljeno	8,1 - 14,0	216
C	Dobro opskrbljeno	14,1 - 28,0	449
D	Bogato opskrbljeno	28,1 - 40,0	95
E	Vrlo bogato opskrbljeno	> 40	48
		<b>Ukupno</b>	<b>860</b>

Analizom tla na opskrbljenost kalijem na području istočne Hrvatske utvrđeno je kako 449 od ukupno 860 uzoraka pripada klasi dobro opskrbljenih tala s količinom kalija od 14,1 do 28,0 mg na 100 g tla. Udio K<sub>2</sub>O od 8,1 do 14,0 mg ima 216 uzoraka, ova tla pripadaju slabo opskrbljenim tlima, vrijednost kalija < 8,0 mg odnosno klasi A pripada 52 uzorka. Bogato opskrbljenim tlima pripada 95 uzoraka, dok 48 uzoraka ima sadržaj kalija > 40 mg i to su tla koja su vrlo bogato opskrbljena K<sub>2</sub>O (Tablica 39.).

Opskrbljenost tla kalijem prikazuje se po grupama koje se često definiraju s aspekta teksturnog sastava tla, obzirom na to da je raspoloživost kalija u tlu u velikoj mjeri određena sadržajem čestica gline u tlu (Zebec, 2015.). Na području istočne Hrvatske u starijim istraživanjima, autori navode kako je zajednička karakteristika tala niska količina kalija u tlu ( Zebec prema Škoriću, 2015.). Prema istraživanju Halauša (2020.) utvrđena je zastupljenost od 61,68% od ukupnog broja analiziranih uzoraka koji pripadaju dobro opskrbljenim tlima kalijem, što potvrđuje dobivene rezultate da su na području istočne Hrvatske najzastupljenija tla dobre opskrbljenosti kalijem (Grafikon 24.).



Grafikon 24. Udio uzoraka prema opskrbljenosti tla kalijem ( $K_2O$ ) na području istočne Hrvatske

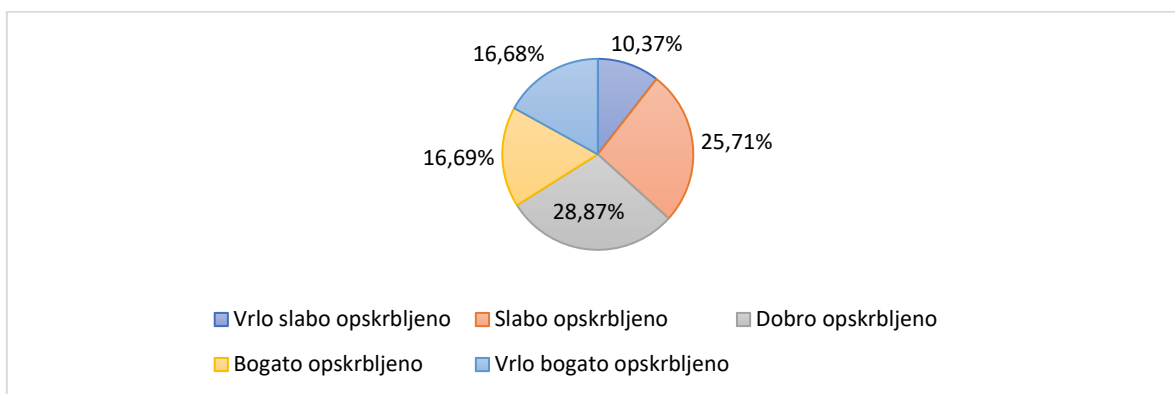
*Sadržaj fosfora ( $AL-P_2O_5$ ) i kalija ( $K_2O$ ) u tlu na području Osječko-baranjske županije*

Na području Osječko – baranjske županije na analiziranim uzorcima utvrđen je sadržaj fosfora i kalija u tlu, minimalna količina fosfora na područje ove županije iznosi  $2,33 P_2O_5$  mg/100g tla, dok ustanovljena maksimalna količina iznosi  $110,26 P_2O_5$  mg/100g tla. Prosječan sadržaj fosfora na području ove županije iznosi  $22,48 P_2O_5$  mg/100g tla (Tablica 36.). Sadržaj kalija u tlu kretao se u rasponu od  $3,60$  do  $117,83 K_2O$  mg/100g tla. Prosječan sadržaj kalija je iznosio  $20,42$  mg/100 g tla (Tablica 37.).

Tablica 40. Prikaz uzoraka prema sadržaju  $P_2O_5$  na području Osječko – baranjske županije

Klase opskrbljenosti		$pH_{KCl} < 6$ mg $P_2O_5$ u 100g tla	Uzorci	$pH_{KCl} \geq 6$ mg $P_2O_5$ u 100g tla	Uzorci	Ukupno
A	Vrlo slabo opskrbljeno	< 8,0	66	< 5,0	3	69
B	Slabo opskrbljeno	8,1 – 16,0	141	5,1 – 12,0	30	171
C	Dobro opskrbljeno	16,1 – 25,0	96	12,1 – 24,0	96	192
D	Bogato opskrbljeno	25,1 – 45,0	80	24,1 – 35,0	31	111
E	Vrlo bogato opskrbljeno	> 45	61	> 35	51	112
		<b>Ukupno</b>	<b>444</b>	<b>Ukupno</b>	<b>211</b>	<b>665</b>

Najveći broj analiziranih uzoraka u postotnom udjelu od 28,87% (Grafikon 25.) pripada klasi C, odnosno dobro opskrbljenim tlima fosforom, ovoj klasi pripada ukupno 192 uzorka od kojih 96 ima  $pH_{KCL} < 6$ , te ostatak od 96 uzoraka ima vrijednost  $pH_{KCL} \geq 6$ . Bogato i vrlo bogato opskrbljenim tlima pripada gotovo jednaka količina uzoraka s razlikom u jednom uzorka, D i E klasi ukupno pripada 223 uzorka. Klasi A pripada najmanja količina uzoraka ukupno 69 od kojih vrijednost  $pH_{KCL} < 6$  i količinu  $P_2O_5$  manju od 8,0 mg u 100g tla, dok samo 3 uzorka iz klase vrlo slabo opskrbljenih tala fosforom ima  $pH_{KCL} \geq 6$  i sadržaj  $P_2O_5$  manji od 5,0 mg. Ukupno 171 uzorak pripada slabo opskrbljenim tlima gdje se opskrbljenost tla fosforom kretala u rasponu od 5,1 do 16,0 mg na 100g tla (Tablica 40.).

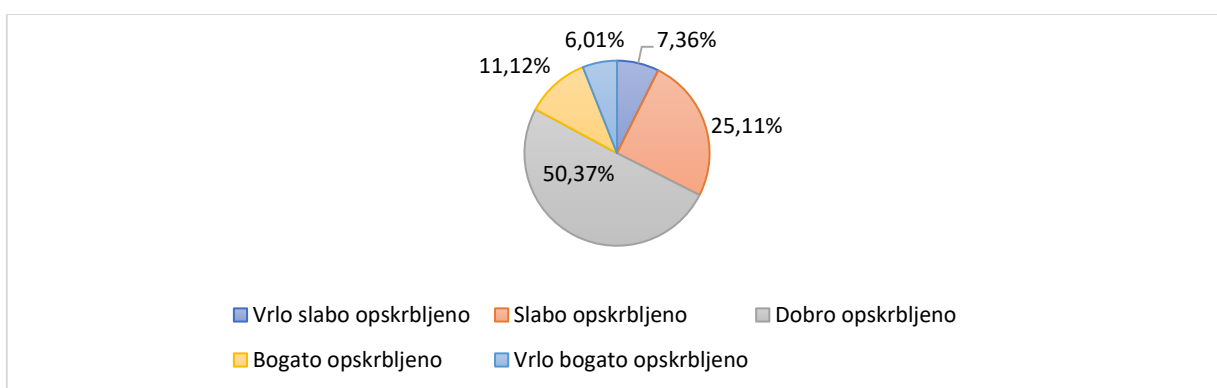


Grafikon 25. Udio uzoraka po opskrbljenosti tla fosforom ( $P_2O_5$ ) u Osječko – baranjskoj županiji

Tablica 41. Prikaz uzoraka prema sadržaju kalija ( $K_2O$ ) na području Osječko – baranjske županije

Klase opskrbljenosti		mg $K_2O$ u 100 g tla	Uzorci
A	Vrlo slabo opskrbljeno	< 8,0	49
B	Slabo opskrbljeno	8,1 - 14,0	167
C	Dobro opskrbljeno	14,1 - 28,0	335
D	Bogato opskrbljeno	28,1 - 40,0	74
E	Vrlo bogato opskrbljeno	> 40	40
		<b>Ukupno</b>	<b>665</b>

Raspodjelom uzoraka prema sadržaju kalija u tlu utvrđeno je kako na području Osječko – baranjske županije 50,37% analiziranih uzoraka (Grafikon 26.) pripada klasi C, odnosno dobro opskrbljenim tlima s količinom  $K_2O$  od 14,1 do 28,0 mg u 100 g tla. Bogato opskrbljenim tlima pripada 74 (11,12%) uzoraka, dok E klasi s količinom kalija višom od 40 mg pripada 6,01% uzoraka, što ukazuje da su tla vrlo bogate opskrbljenosti najmanje zastupljena na području ove županije (Tablica 41. i Grafikon 26.). Slabo opskrbljenim tlima pripada 167 uzoraka koji imaju raspon sadržaja kalija od 8,1 – 14,0 mg u 100 g tla, klasi A pripada 7,36% uzoraka koji imaju sadržaj  $K_2O$  niži od 8 mg (Grafikon 26.).



Grafikon 26. Udio uzoraka prema opskrbljenosti tla kalijem ( $K_2O$ ) na području Osječko – baranjske županije

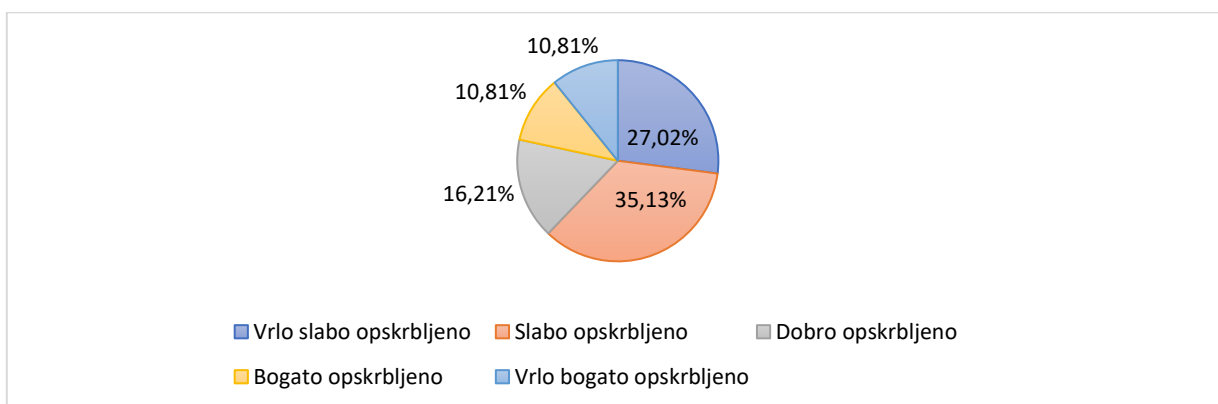
#### *Sadržaj fosfora ( $AL-P_2O_5$ ) i kalija ( $K_2O$ ) u tlu na području Vukovarsko – srijemske županije*

U Vukovarsko – srijemskoj županiji uzorci tla analizirani na sadržaj fosfora pokazuju da najniža vrijednost iznosi 1,99 mg  $P_2O_5/100$  g tla, dok je maksimalna vrijednost iznosila 54,2 mg  $P_2O_5/100$ g tla. Prosječan sadržaj fosfora u tlu iznosi 13,74 mg  $P_2O_5/100$ g tla (Tablica 36.). Minimalan sadržaj kalija ustanovljen na tlu ove županije iznosi 8,33 mg  $K_2O/100$ g tla, maksimalan sadržaj kalija iznosi 38,98 mg  $K_2O/100$ g tla. Prosječan sadržaj kalija je iznosio 19,39 mg  $K_2O/100$ g (Tablica 37.).

Tablica 42. Prikaz uzoraka prema sadržaju fosfora (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) na području Vukovarsko – srijemske županije

Klase opskrbljenosti		pH <sub>KCl</sub> < 6 mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> u 100g tla	Uzorci	pH <sub>KCl</sub> ≥ 6 mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> u 100g tla	Uzorci	Ukupno
A	Vrlo slabo opskrbljeno	< 8,0	5	< 5,0	5	10
B	Slabo opskrbljeno	8,1 – 16,0	6	5,1 – 12,0	7	13
C	Dobro opskrbljeno	16,1 – 25,0	2	12,1 – 24,0	4	6
D	Bogato opskrbljeno	25,1 – 45,0	3	24,1 – 35,0	1	4
E	Vrlo bogato opskrbljeno	> 45	2	> 35	2	4
		<b>Ukupno</b>	<b>18</b>	<b>Ukupno</b>	<b>19</b>	<b>37</b>

Analizom uzoraka na opskrbljenost tla fosforom na području Vukovarsko- srijemske županije utvrđeno je kako od ukupno 37 analiziranih uzoraka 23 uzorka pripadaju A i B klasama tj. vrlo slabo i slabo opskrbljenim tlima s P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Ukupno 16,21% uzoraka (Grafikon 27.) pripada klasi dobro opskrbljenih tala fosforom, količinu fosfora u ovoj klasi od 16,1 do 25 mg u 100g tla ima 2 uzorka, dok 4 uzorka s pH vrijednosti ≥6 i količinom P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> od 12,1 do 24,0 mg (Tablica 42.). Jednak broj uzoraka u količini od 4, odnosno ukupno 8 uzorka pripada D i E klasama s količinom fosfora u rasponu od 25,1 i višom od 45mg na 100g tla (Tablica 42.).

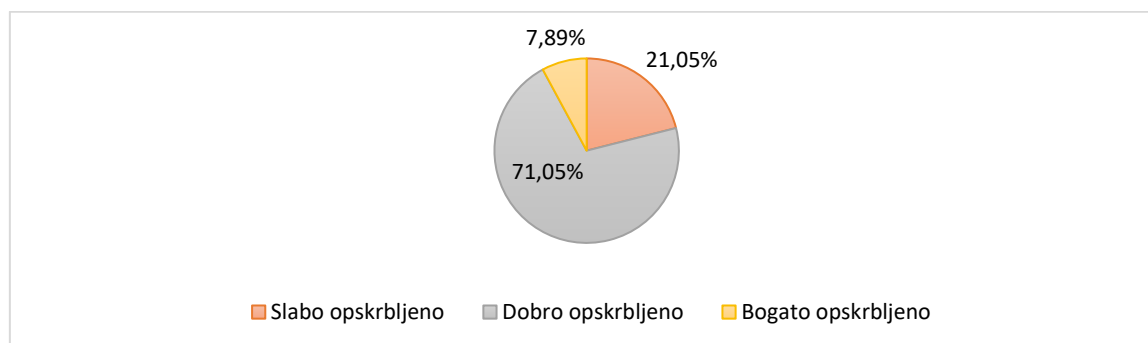


Grafikon 27. Udio uzoraka po opskrbljenosti tla fosforom (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) u Vukovarsko – srijemskoj županiji

Tablica 43. Prikaz uzoraka prema sadržaju kalija ( $K_2O$ ) na području Vukovarsko – srijemske županije

Klase opskrbljenosti		mg $K_2O$ u 100 g tla	Uzorci
A	Vrlo slabo opskrbljeno	< 8,0	0
B	Slabo opskrbljeno	8,1 - 14,0	8
C	Dobro opskrbljeno	14,1 - 28,0	27
D	Bogato opskrbljeno	28,1 - 40,0	3
E	Vrlo bogato opskrbljeno	> 40	0
		<b>Ukupno</b>	<b>38</b>

Najveći postotak uzoraka od 71,05% od ukupnog broja analiziranih uzoraka pripada klasi dobro opskrbljenih tala kalijem (Grafikon 28.). Sadržaj kalija u rasponu od 8,1 do 14,0 mg u 100 g tla ima 8 uzoraka koji pripadaju B klasi, dok bogato opskrbljenim tlima pripada 3 (7,89%) uzoraka. Niti jedan od analiziranih uzoraka nema sadržaj  $K_2O$  niži od 8 mg i viši od 40 mg na 100g tla (Tablica 43.).



Grafikon 28. Udio uzoraka prema opskrbljenosti tla kalijem ( $K_2O$ ) na području Vukovarsko – srijemske županije

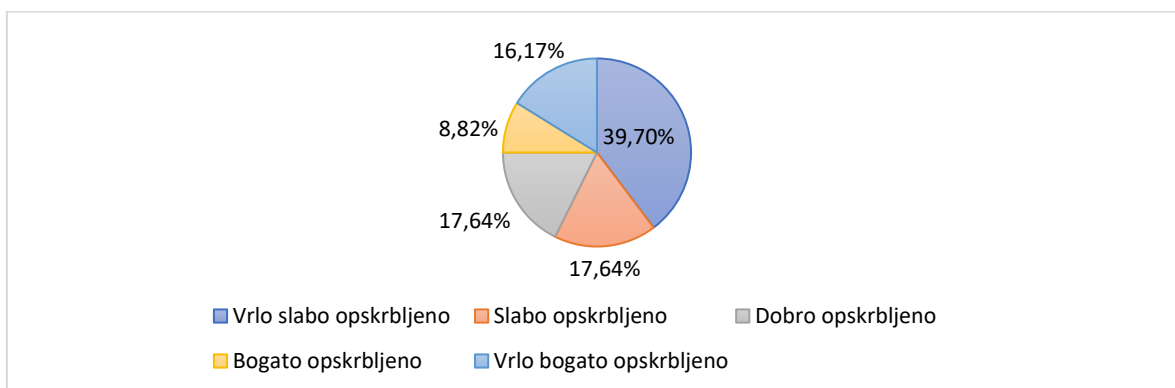
*Sadržaj fosfora ( $AL-P_2O_5$ ) i kalija ( $K_2O$ ) u tlu na području Brodsko – posavske županije*

Na području Brodsko – posavske županije na analiziranim uzorcima utvrđen je sadržaj fosfora u rasponu od 1,1 do 86, 57 mg  $P_2O_5/100g$  tla, te sadržaj kalija se kretao od 6,62 do 51,93 mg  $K_2O/100 g$  tla. Prosječan sadržaj  $P_2O_5$  iznosi 16,19 mg/100g tla, dok je prosječan sadržaj kalija na tlima Brodsko – posavske županije 18,17 mg/100g tla (Tablica 36. i Tablica 37.)

Tablica 44. Prikaz uzoraka prema sadržaju fosfora (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) na području Brodsko -posavske županije

Klase opskrbljenosti		pH <sub>KCl</sub> < 6 mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> u 100g tla	Uzorci	pH <sub>KCl</sub> ≥ 6 mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> u 100g tla	Uzorci	Ukupno
A	Vrlo slabo opskrbljeno	< 8,0	18	< 5,0	9	27
B	Slabo opskrbljeno	8,1 – 16,0	9	5,1 – 12,0	3	12
C	Dobro opskrbljeno	16,1 – 25,0	4	12,1 – 24,0	8	12
D	Bogato opskrbljeno	25,1 – 45,0	3	24,1 – 35,0	3	6
E	Vrlo bogato opskrbljeno	> 45	0	> 35	11	11
		<b>Ukupno</b>	34	<b>Ukupno</b>	34	68

Raspodjelom analiziranih uzoraka po klasama opskrbljenosti fosforom utvrđeno je da jednak broj od po 12 uzoraka pripada klasama B, C, dok najveći postotak uzoraka od 39, 70% (Grafikon 29.) pripada klasi A odnosno tlima koja su vrlo slabo opskrbljena fosforom, od ukupno 27 uzoraka iz klase A, vrijednost pH<sub>KCL</sub> ispod 6 i sadržaj fosfora manji od 8,0 mg ima 18 uzoraka, preostalih 9 uzoraka ima pH<sub>KCL</sub> ≥ 6 i količinu P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ispod 5,0 mg u 100g tla. Bogato opskrbljenim tlima fosforom pripada najmanji broj uzoraka u ukupno 6, niti jedan od analiziranih uzoraka nema pH<sub>KCL</sub> vrijednost < 6 i sadržaj P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> viši od 45mg u 100g tla, dok 11 uzoraka ima pH<sub>KCl</sub> vrijednost ≥ 6 i sadržaj fosfora >35mg, te pripadaju klasi bogato opskrbljenih tala (Tablica 44.).



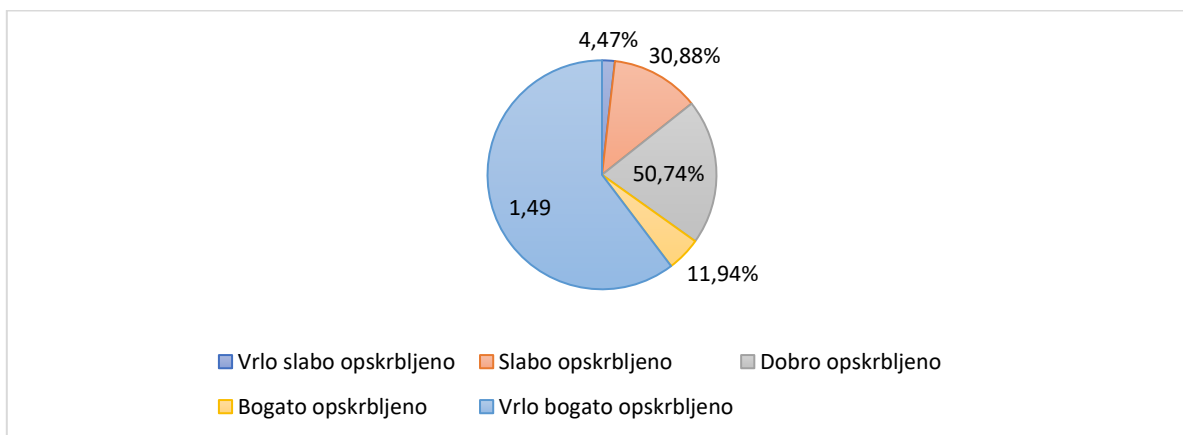
Grafikon 29. Udio uzoraka po opskrbljenost tla fosforom (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) u Brodsko – posavskoj županiji



Tablica 45. Prikaz uzoraka prema sadržaju kalija (K<sub>2</sub>O) na području Brodsko – posavske županije

Klase opskrbljenosti		mg K <sub>2</sub> O u 100 g tla	Uzorci
<b>A</b>	<b>Vrlo slabo opskrbljeno</b>	< 8,0	3
<b>B</b>	<b>Slabo opskrbljeno</b>	8,1 - 14,0	21
<b>C</b>	<b>Dobro opskrbljeno</b>	14,1 - 28,0	34
<b>D</b>	<b>Bogato opskrbljeno</b>	28,1 - 40,0	8
<b>E</b>	<b>Vrlo bogato opskrbljeno</b>	> 40	1
		<b>Ukupno</b>	<b>67</b>

Provedenom analizom tla na području Brodsko – posavske županije utvrđeno je kako klasi vrlo bogato opskrbljenih tala kalijem pripada 1 uzorak, te klasi bogato opskrbljenih tala sa sadržajem K<sub>2</sub>O u količini od 28,1 do 40,0 mg udjelom od 11,94% pripada 8 uzoraka (Tablica 45.). Vrijednost K<sub>2</sub>O nižu od 8 mg na 100g tla ima 3 uzorka koji pripadaju klasi A. Slabo opskrbljenim tlima kalijem, odnosno klasi B pripada 21 uzorak, najveći udio od 50,74% od ukupnog broja analiziranih uzoraka pripada dobro opskrbljenim tlima kalijem (Grafikon 30.).



Grafikon 30. Udio uzoraka prema opskrbljenosti tla kalijem (K<sub>2</sub>O) na području Brodsko – posavske županije

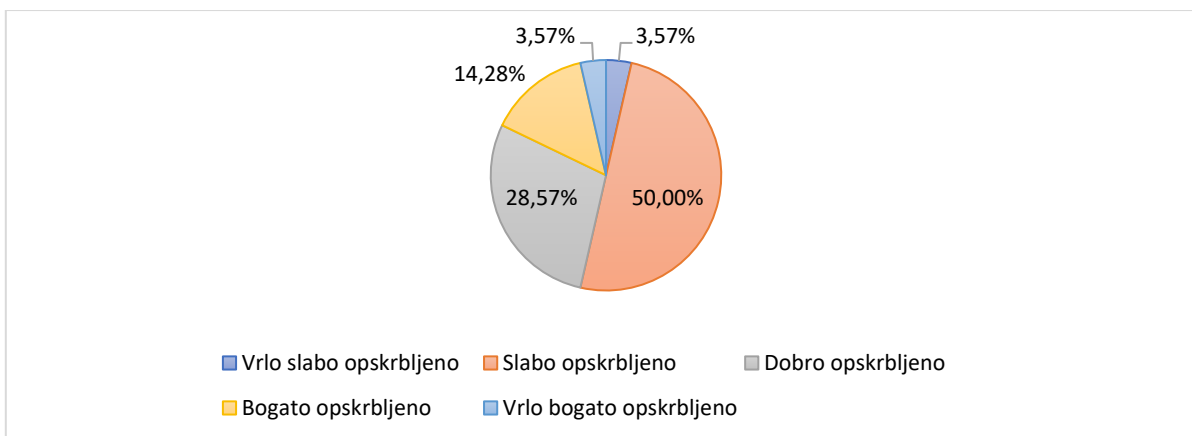
*Sadržaj fosfora (AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) i kalija (K<sub>2</sub>O) u tlu na području Virovitičko – podravske županije*

Analizom uzoraka tla s područja Virovitičko posavske županije utvrđeno je kako minimalan sadržaj fosfora iznosi 6,92 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g tla, dok maksimalan sadržaj P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> u tlu na ovom području 64, 39 mg/100g tla, prosječan sadržaj fosfora je 18, 22 mg/100 g tla (Tablica 36.). Količina kalija u tlu kretala se u rasponu od 8,85 do 51,02 mg K<sub>2</sub>O/100 g tla, prosječan sadržaj kalija u tlu na području Virovitičko – podravske županije je 20,72 mg K<sub>2</sub>O/100 g tla (Tablica 37.).

Tablica 46. Prikaz uzoraka prema sadržaju fosfora (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) na području Virovitičko – podravske županije

Klase opskrbljenosti		pH <sub>KCl</sub> < 6 mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> u 100g tla	Uzorci	pH <sub>KCl</sub> ≥ 6 mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> u 100g tla	Uzorci	Ukupno
A	Vrlo slabo opskrbljeno	< 8,0	2	< 5,0	0	2
B	Slabo opskrbljeno	8,1 – 16,0	27	5,1 – 12,0	1	28
C	Dobro opskrbljeno	16,1 – 25,0	16	12,1 – 24,0	0	16
D	Bogato opskrbljeno	25,1 – 45,0	6	24,1 – 35,0	2	8
E	Vrlo bogato opskrbljeno	> 45	0	> 35	2	2
		<b>Ukupno</b>	51	<b>Ukupno</b>	5	56

Klasi slabo opskrbljenih tala pripada 50,00% analiziranih uzoraka (Grafikon 31.), od kojih samo jedan uzorak ima vrijednost pH<sub>KCL</sub> ≥ 6 i sadržaj P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> u količini od 11,13mg u 100g tla (Tablica 46.). Vrlo slabo i vrlo bogato opskrbljenim tlima fosforom pripada jednak broj uzoraka, odnosno po 2 uzorka pripada A i E klasi, gdje je sadržaj fosfora < 8 i > 35mg. Raspon fosfora u količini od 16,1 do 25,0 u pH <6 ima ukupno 16 (28,57%) uzoraka koji su raspodijeljeni u klasu dobro opskrbljenih tala, dok D klasi odnosno bogato opskrbljenim tlima pripada ukupno 8 uzoraka od kojih 2 uzoraka imaju pH vrijednost ≥6 te sadržaju P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> u rasponu od 24,1 do 35,0mg (Tablica 46.).

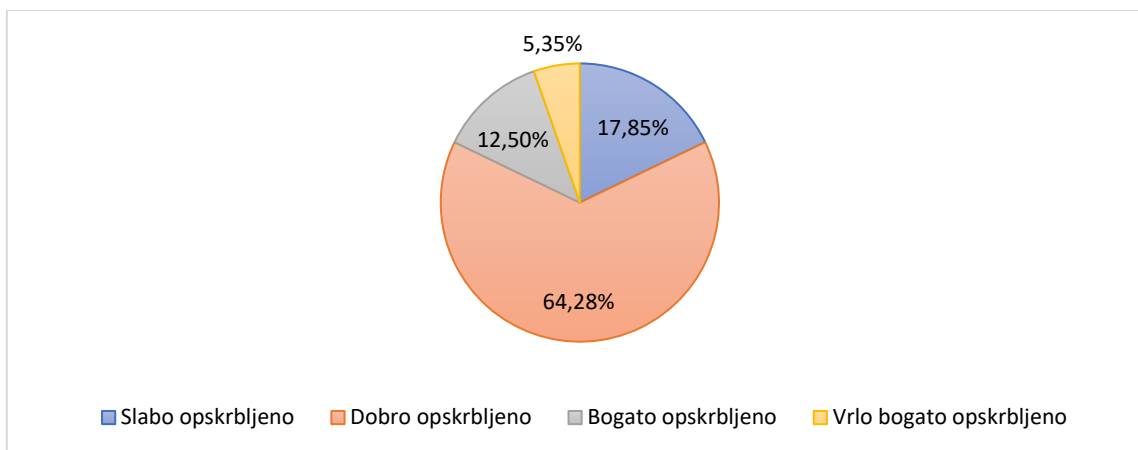


Grafikon 31. Udio uzoraka po opskrbljenost tla fosforom ( $P_2O_5$ ) u Virovitičko – podravskoj županiji

Tablica 47. Prikaz uzoraka prema sadržaju kalija ( $K_2O$ ) na području Virovitičko – podravske županije

Klase opskrbljenosti		mg $K_2O$ u 100 g tla	Uzorci
<b>A</b>	<b>Vrlo slabo opskrbljeno</b>	< 8,0	0
<b>B</b>	<b>Slabo opskrbljeno</b>	8,1 - 14,0	10
<b>C</b>	<b>Dobro opskrbljeno</b>	14,1 - 28,0	36
<b>D</b>	<b>Bogato opskrbljeno</b>	28,1 - 40,0	7
<b>E</b>	<b>Vrlo bogato opskrbljeno</b>	> 40	3
		<b>Ukupno</b>	<b>56</b>

Prema analiziranim uzorcima tla najveća zastupljenost od 64,28% uzoraka pripada klasi dobro opskrbljenih tala kalijem, dok klasi B (slabo opskrbljenim tlima) pripada 17,85% uzoraka (Grafikon 32.). Sadržaj kalija od 28,1 do 40,0 mg na 100 g tla ima 7 uzoraka iz klase bogato opskrbljenih tala, niti jedan od analiziranih uzoraka nema sadržaj  $K_2O$  niži od 8,0 mg, dok 3 uzorka imaju sadržaj kalija > 40 mg na 100 g tla, te pripadaju klasi vrlo bogato opskrbljenih tala (Tablica 47.).



Grafikon 32. Udio uzoraka prema opskrbljenosti tla kalijem ( $K_2O$ ) na području Virovitičko – podravske županije

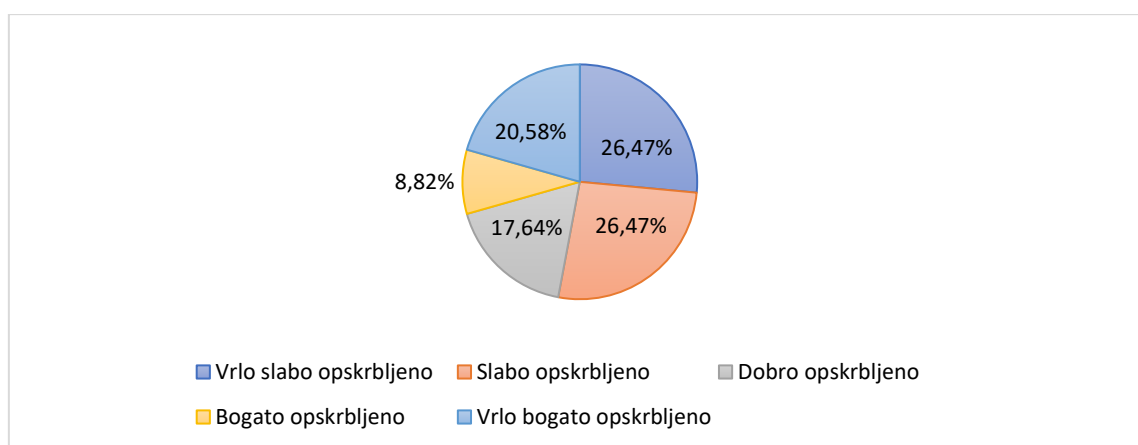
*Sadržaj fosfora ( $AL-P_2O_5$ ) i kalija ( $K_2O$ ) u tlu na području Požeško - slavonske županije*

Na području Požeško – slavonske županije analizom tla utvrđena je minimalna količina fosfora u iznosu od 3,37 mg/100g tla, dok je maksimalan sadržaj  $P_2O_5$  iznosio 84,85 mg/100 g tla, prosječan sadržaj fosfora je 20,82 mg/100g tla (Tablica 36.). Sadržaj kalija u tlu kretao se u rasponu od 8,89 do 68,09 mg  $K_2O$ /100 g tla, prosječan sadržaj kalija na tlima Požeško – slavonske županije iznosi 22,27 mg/100 g tla (Tablica 37.).

Tablica 48. Prikaz uzoraka prema sadržaju fosfora ( $P_2O_5$ ) na području Požeško – slavonske županije

Klase opskrbljenosti		$pH_{KCl} < 6$ mg $P_2O_5$ u 100g tla	Uzorci	$pH_{KCl} \geq 6$ mg $P_2O_5$ u 100g tla	Uzorci	Ukupno
A	Vrlo slabo opskrbljeno	< 8,0	9	< 5,0	0	9
B	Slabo opskrbljeno	8,1 – 16,0	9	5,1 – 12,0	0	9
C	Dobro opskrbljeno	16,1 – 25,0	1	12,1 – 24,0	5	6
D	Bogato opskrbljeno	25,1 – 45,0	2	24,1 – 35,0	1	3
E	Vrlo bogato opskrbljeno	> 45	0	> 35	7	7
		<b>Ukupno</b>	<b>21</b>	<b>Ukupno</b>	<b>13</b>	<b>34</b>

Ukupno 2 uzoraka s sadržajem fosfora od 25,1 do 45,0 mg i pH vrijednosti  $<6$ , te 1 od uzoraka iz D klase ima  $\text{pH}_{\text{KCL}} \geq 6$  i sadržaj  $\text{P}_2\text{O}_5$  u količini od 32,25 mg u 100g tla, uzorci iz ove klase su bogato opskrbljeni fosforom. Klasi E pripada 20,58% uzoraka (Grafikon 33.) čija je vrijednost  $\text{pH}_{\text{KCL}} \geq 6$ , te sadržaj  $\text{P}_2\text{O}_5$  niži od 35. Jednak broj uzoraka u količini od 9 pripada klasama A i B, odnosno 18 uzoraka pripada vrlo slabo i slabo opskrbljenim tlama što je više od polovine analiziranih uzoraka tala s područja Požeško-slavonske županije. Ukupno 6 analiziranih uzoraka nalazi se u klasi dobro opskrbljenih tala fosforom od toga jedan uzorak ima pH vrijednost nižu od 6, dok ostalih 5 uzoraka ima  $\text{pH}_{\text{KCL}} \geq 6$ , te sadržaj  $\text{P}_2\text{O}_5$  u rasponu od 12,1 do 24,0mg na 100g tla (Tablica 48.).

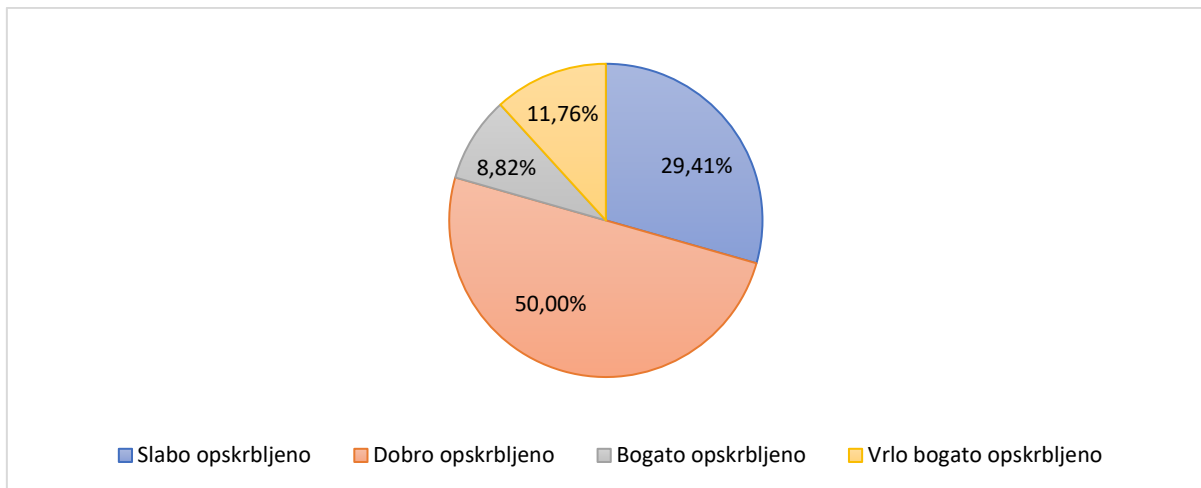


Grafikon 33. Udio uzoraka po opskrbljenost tla fosforom ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) u Požeško – slavonskoj županiji

Tablica 49. Prikaz uzoraka prema sadržaju kalija ( $\text{K}_2\text{O}$ ) na području Požeško – slavonske županije

Klase opskrbljenosti		mg $\text{K}_2\text{O}$ u 100 g tla	Uzorci
A	Vrlo slabo opskrbljeno	$< 8,0$	0
B	Slabo opskrbljeno	8,1 - 14,0	10
C	Dobro opskrbljeno	14,1 - 28,0	17
D	Bogato opskrbljeno	28,1 - 40,0	3
E	Vrlo bogato opskrbljeno	$> 40$	4
		<b>Ukupno</b>	<b>34</b>

Niti jedan od uzoraka prikupljenih s ovog područja nema sadržaj kalija <8 mg. Klasi slabo opskrbljenih tala pripada 10 uzoraka, s rasponom K<sub>2</sub>O od 8,1 do 14,0 mg na 100 g tla (Tablica 49.). Dobro opskrbljenim tlima, odnosno C klasi pripada polovina analiziranih uzoraka (50,00%) (Grafikon 34.). Udio od 11,94% uzoraka pripada bogato opskrbljenim tlima, dok 4 uzorka imaju sadržaj kalija viši od 40 mg i pripadaju E klasi (Tablica 49.).



Grafikon 34. Udio uzoraka prema opskrbljenosti tla kalijem (K<sub>2</sub>O) na području Požeško - slavonske županije

### 3.8. Sadržaj humusa u tlu na području istočne Hrvatske

Na području Istočne hrvatske na sadržaj humusa u tlu analizirano je 860 uzoraka na sadržaj humusa u tlu, najviši postotak humusa u tlu utvrđen je na području Osječko – baranjske županije te iznosi 11,83% na tlu gdje je kukuruz uzgajan kao predusjev, dok je najniži sadržaj humusa od ukupnog broja analiziranih uzoraka iznosi 0,28% utvrđen na tlu gdje se kao trajni nasad uzgaja jabuka na području Osječko – baranjske županije. Najviši prosječan sadržaj humusa utvrđen je na području Brodsko – posavske županije u količini od 2,41% (Tablica 50.).

Istraživanjem koje proveo Rašić (2019.) najviši postotak humusa iznosi 18% u uzorcima tla za povrće, minimalan sadržaj humusa ovim istraživanjem je utvrđen u uzorcima tla za suncokret u postotku od 0,32, usporedbom rezultata, potvrđujemo smanjenje količine humusa u oraničnom

sloju tla kontinentalnog dijela Republike Hrvatske zbog intenzivne poljoprivredne proizvodnje (Zebec, 2015.). Rezultati istraživanja brojnih autora pokazuju kako je velika zastupljenosti tala na s prosječnom količinom humusa oko 2% u Republici Hrvatskoj, na takvo stanje utječe suvremena poljoprivredna proizvodnja i nedovoljno unošenje organske tvari u tlo (Zebec prema Popović 2015.).

Tablica 50. Sadržaj humusa u tlu po županijama

<b>Županija</b>	<b>Minimalan Humus (%)</b>	<b>Maksimalan Humus (%)</b>	<b>Prosjek od Humus (%)</b>
Brodsko-posavska	0,79	4,69	2,41
Osječko-baranjska	0,28	11,83	2,01
Požeško-Slavonska	0,79	6,38	2,31
Virovitičko - podravska	1,14	2,76	1,89
Vukovarsko-srijemska	0,76	3,38	1,98
<b>Ukupni zbroj</b>	<b>0,28</b>	<b>11,83</b>	<b>2,04</b>

Tablica 51. Klase tala prema postotnoj vrijednosti za humus

<b>Vrijednost za humus (%)</b>	<b>Opis</b>
≤0,5	Ekstremno slabo humozno tlo
<b>0,6-1,0</b>	Vrlo slabo humozno
<b>1,1-2,0</b>	Slabo humozno tlo
<b>2,1 – 3,0</b>	Umjereno/osrednje humozno tlo
<b>3,1 - 5,0</b>	Dosta humozno tlo
<b>5,1 – 10,0</b>	Jako humozno tlo
<b>10,1 – 30,0</b>	Vrlo jako humozno
≥ 30,1	Tresetno

#### *Sadržaj humusa u tlu na području Osječko – baranjske županije*

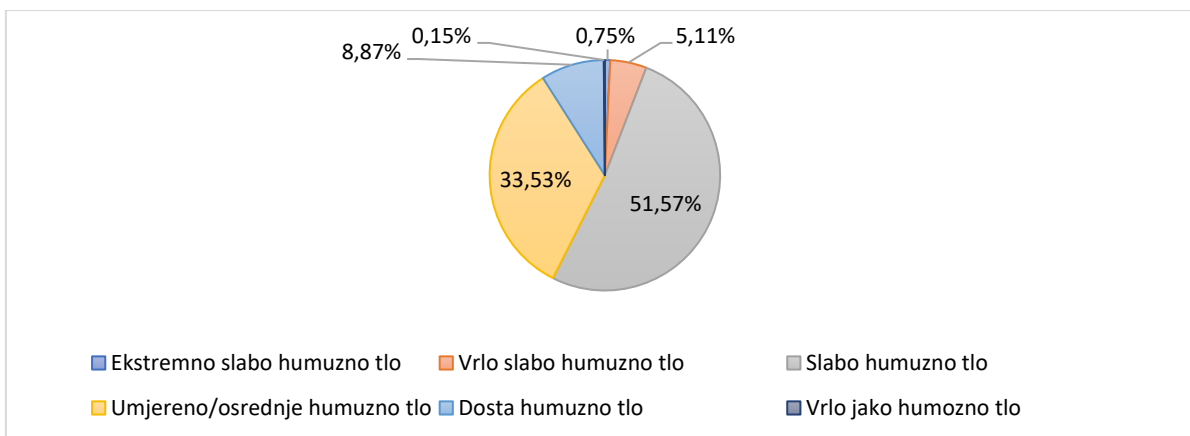
Na području Osječko – baranjske analizirano je 665 uzoraka na sadržaj humusa u tlu. Maksimalna vrijednost humusa u tlu iznosila je 11,83%, dok je minimalan sadržaj humusa iznosio 0,28%. Prosječan sadržaj humusa u tlu na području Osječko – baranjske županije iznosio je 2,01% (Tablica 50.).

Tablica 52. Raspodjela uzoraka prema postotnoj vrijednosti za humus na području Osječko – baranjske županije

Vrijednost za humus (%)	Opis	Broj uzoraka
≤0,5	Ekstremno slabo humuzno tlo	5
0,6-1,0	Vrlo slabo humuzno tlo	34
1,1-2,0	Slabo humuzno tlo	343
2,1 – 3,0	Umjereno/osrednje humuzno tlo	223
3,1 - 5,0	Dosta humuzno tlo	59
5,1 – 10,0	Jako humozno tlo	0
10,1 – 30,0	Vrlo jako humozno tlo	1
≥ 30,1	Tresetno tlo	0
	<b>Ukupno</b>	<b>665</b>

Analizom tla na sadržaj humusa utvrđeno je da najveći broj uzoraka u postotnom udjelu od 51,57% (Grafikon 35.) pripada slabo humoznim tlima, čija se vrijednost za humus kreće u rasponu od 1,1 do 2,0%. Postotnu vrijednost sadržaja humusa od 2,1 do 3,0 ukupno ima 223 uzorka koji pripadaju umjereno/osrednje humoznim tlima. Utvrđeno je kako 59 uzoraka pripada dosta humoznim tlima, te jedan od uzoraka ima postotnu vrijednost humusa od 10,1 do 30,0 te pripada u skupinu vrlo jako humoznih tala. Ukupno 39 uzoraka pripada kategorijama ekstremno slabo i vrlo slabo humozno tlo, te ovi uzorci zajedno imaju postotni udio od 5,86 od ukupnog broja analiziranih uzoraka. Na području Osječko - baranjske županije niti jedan od analiziranih uzoraka nema sadržaj humusa viši od 30,1% (Tablica 52.).





Grafikon 35. Udio uzoraka prema humoznosti tla na području Osječko – baranjske županije

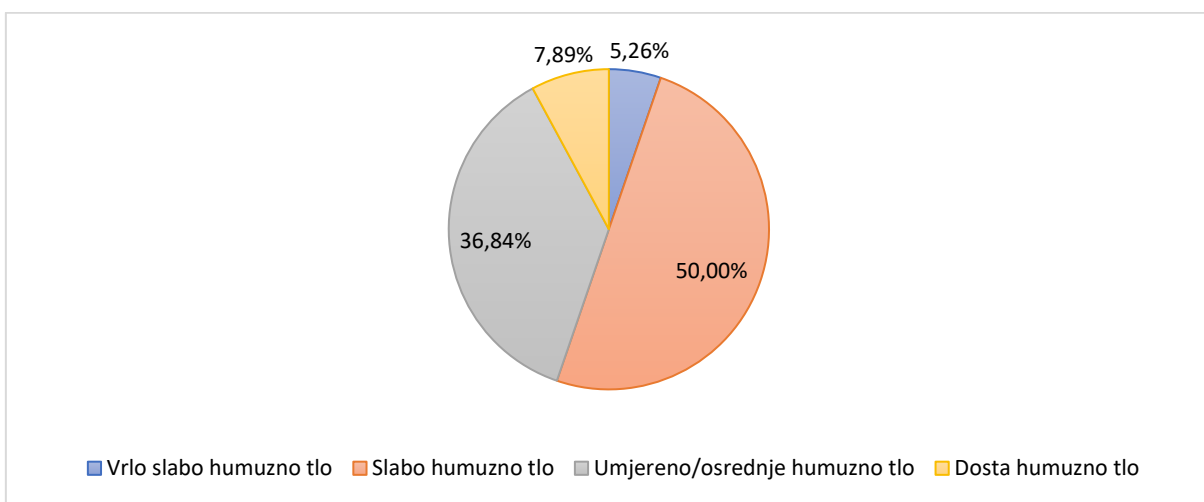
#### *Sadržaj humusa u tlu na području Vukovarsko – srijemske županije*

Postotak humusa u tlu analiziran je na 38 uzoraka tla s području Vukovarsko – srijemske županije. Prosječan sadržaj humusa iznosi 1,98%, dok je maksimalan sadržaj humusa u tlu iznosio 3,38%, te je sadržaj humusa od 0,76% najniža vrijednost utvrđena u uzorcima tla s ovog područja (Tablica 50.).

Tablica 53. Raspodjela uzoraka prema postotnoj vrijednosti za humus na području Vukovarsko – srijemske županije

Vrijednost za humus (%)	Opis	Broj uzoraka
≤0,5	Ekstremno slabo humuzno tlo	0
0,6-1,0	Vrlo slabo humuzno tlo	2
1,1-2,0	Slabo humuzno tlo	19
2,1 – 3,0	Umjereno/osrednje humuzno tlo	14
3,1 - 5,0	Dosta humuzno tlo	3
5,1 – 10,0	Jako humuzno tlo	0
10,1 – 30,0	Vrlo jako humuzno tlo	0
≥ 30,1	Tresetno tlo	0
	<b>Ukupno</b>	<b>38</b>

Vrlo slabo humoznim tlima pripada 2 uzorka čija se postotna vrijednost humusa kreće od 0,6 do 1,0, dok niti jedan od uzoraka ne pripada ekstremno slabo humoznim tlima. Najzastupljenija su slabo humozna tla s postotnim udjelom uzoraka od 50,00% (Grafikon 36.), umjereno/osrednje humoznim tlima pripada 14 uzoraka čija je vrijednost humusa od 2,1 do 3,0%. Ukupno 3 uzorka imaju najviši sadržaj humusa u rasponu od 3,1 do 5,0 i pripadaju grupi dosta humoznih tala. Jako humoznim, vrlo jako humoznim te tresetnim tlima na području ove županije ne pripada niti jedan od analiziranih uzoraka tla (Tablica 53.).



Grafikon 36. Udio uzoraka prema humoznosti tla na području Vukovarsko – srijemske županije

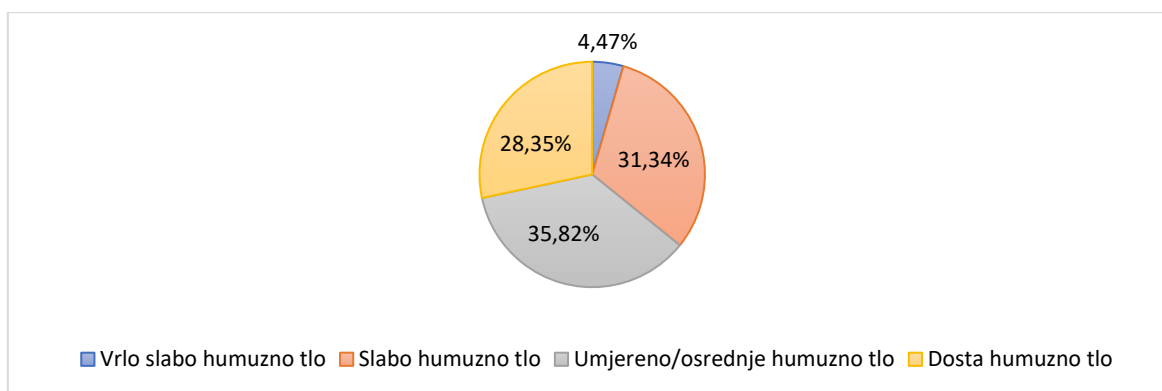
#### *Sadržaj humusa u tlu na području Brodsko – posavske županije*

Na području Brodsko – posavske županije ukupno je analizirano 67 uzoraka tla, na svim uzorcima utvrđen je sadržaj humusa u tlu. Količina humusa u tlu kretala se u rasponu od 0,79 do 4,69%. Prosječan sadržaj humusa u tlu na ovom području je 2,41% (Tablica 50.).

Tablica 54. Raspodjela uzoraka prema postotnoj vrijednosti za humus na području Brodsko – posavske županije

Vrijednost za humus (%)	Opis	Broj uzoraka
≤0,5	Ekstremno slabo humuzno tlo	0
0,6-1,0	Vrlo slabo humuzno tlo	3
1,1-2,0	Slabo humuzno tlo	21
2,1 – 3,0	Umjereno/osrednje humuzno tlo	24
3,1 - 5,0	Dosta humuzno tlo	19
5,1 – 10,0	Jako humozno tlo	0
10,1 – 30,0	Vrlo jako humozno tlo	0
≥ 30,1	Tresetno tlo	0
	<b>Ukupno</b>	<b>67</b>

Najviša postotna vrijednost humusa na području Brodsko-posavske županije kretala se u rasponu od 3,1 do 5,0 te je ukupno 19 uzoraka opisano kao dosta humusno tlo s postotnim udjelom od 28,35% (Grafikon 37.). Umjereno/osrednje humoznim tlima pripada 24 uzorka, nešto manji broj u količini od 21 uzorka pripada slabo humoznim tlima. Najmanji broj uzoraka čiji ukupan udio iznosi 4,47% (Grafikon 37.) pripada vrlo slabo humoznim tlima. Niti jedan od ukupno 67 uzoraka testiranih uzoraka ne pripada tlima s postotnom vrijednosti za humus od 5,1 do 30,0, tresetnim tlima, također niti jedan uzorak nema sadržaj humusa ispod 0,5 (Tablica 54.).



Grafikon 37. Udio uzoraka prema humoznosti tla na području Brodsko – posavske županije

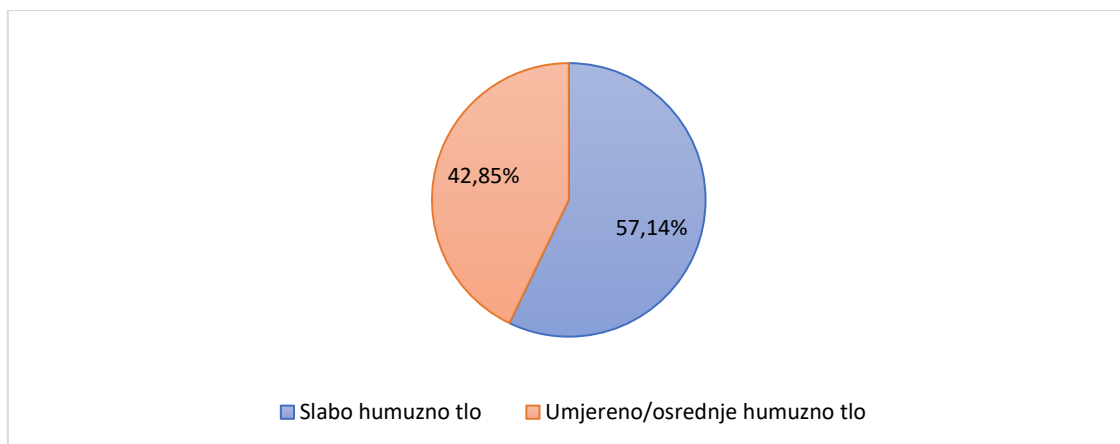
### *Sadržaj humusa u tlu na području Virovitičko - podravske županije*

Količina humusa u tlu na području Virovitičko – podravske županije utvrđena je na 56 uzoraka tla. Minimalna količina humusa u tlu iznosila je 1,14%, dok je maksimalan sadržaj humusa na području Virovitičko – podravske županije iznosio 2,76%. Prosječna količina humusa na tlima ove županije je 1,89% (Tablica 50.).

Tablica 55. Raspodjela uzoraka prema postotnoj vrijednosti za humus na području Virovitičko – podravske županije

Vrijednost za humus (%)	Opis	Broj uzoraka
≤0,5	Ekstremno slabo humuzno tlo	0
0,6-1,0	Vrlo slabo humuzno tlo	0
1,1-2,0	Slabo humuzno tlo	32
2,1 – 3,0	Umjereno/osrednje humuzno tlo	24
3,1 - 5,0	Dosta humuzno tlo	0
5,1 – 10,0	Jako humozno tlo	0
10,1 – 30,0	Vrlo jako humozno tlo	0
≥ 30,1	Tresetno tlo	0
	<b>Ukupno</b>	<b>56</b>

Analizom uzoraka na postotni sadržaj humusa u tlu utvrđeno je kako najveći broj uzoraka s udjelom od 57,14% (Grafikon 38.) od ukupnog broja uzoraka pripada slabo humoznim tlima, dok ostatak od 32 uzorka pripada umjereno/osrednje humoznim tlima sa postotnim sadržajem humusa od 2,1 do 3,0. Niti jedan od uzoraka nema sadržaj humusa ispod 0,5% i viši od 30 %, obzirom na to testirani uzorci na ovom području ne pripadaju ekstremno slabo humoznim tlima, niti tresetnim tlima (Tablica 55.).



Grafikon 38. Udio uzoraka prema humoznosti tla na području Virovitičko – podravske županije

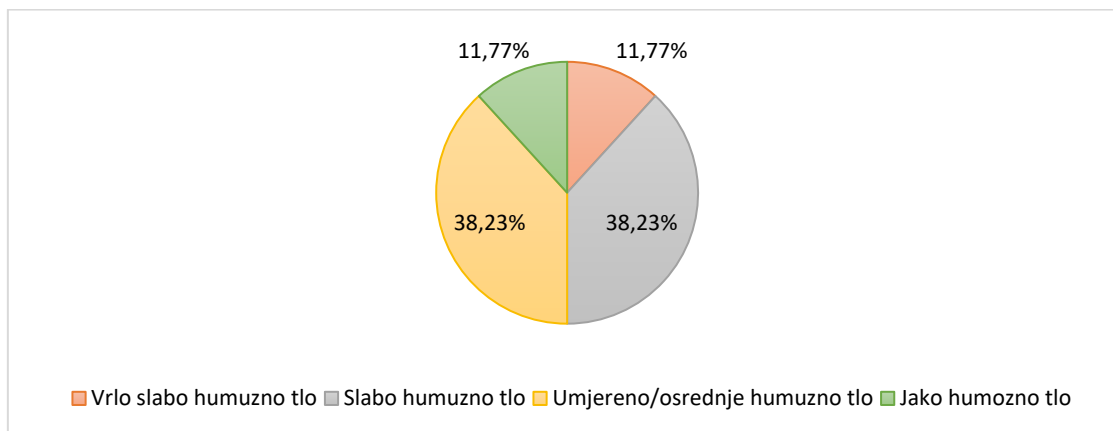
*Sadržaj humusa u tlu na području Požeško – slavonske županije*

Na području Požeško – slavonske županije ukupno je analizirano 34 uzorka na sadržaj humusa u tlu. Sadržaj humusa u tlima ove županije kretao se od 0,79% do 6,38%, prosječna količina humusa u tlu na ovom području iznosi 2,31% (Tablica 50.).

Tablica 56. Raspodjela uzoraka prema postotnoj vrijednosti za humus na području Požeško – slavonske županije

Vrijednost za humus (%)	Opis	Broj uzoraka
≤0,5	Ekstremno slabo humuzno tlo	0
0,6-1,0	Vrlo slabo humuzno tlo	4
1,1-2,0	Slabo humuzno tlo	13
2,1 – 3,0	Umjeren/osrednje humuzno tlo	13
3,1 - 5,0	Dosta humuzno tlo	0
5,1 – 10,0	Jako humozno tlo	4
10,1 – 30,0	Vrlo jako humozno tlo	0
≥ 30,1	Tresetno tlo	0
	<b>Ukupno</b>	<b>34</b>

Analizama tla na području ove županije utvrđeno je da se vrijednost količine humusa kretala u rasponu od 0,6 do 6,38% (Tablica 56.). Vrlo slabo humoznim tlima i jako humoznim tlima pripada jednak broj od 4 uzorka s ukupnim udjelom od 11,77% (Grafikon 39.). Dok ostatak uzoraka pripada slabo i umjereno/osrednje humoznim tlima, svakoj od ove dvije navedene klase pripada po 13 uzoraka tla. Ekstremno slabo humoznim tlima, vrlo jako humoznim i tresetnim tlima ne pripada niti jedan od analiziranih uzoraka (Tablica 56.).



Grafikon 39. Udio uzoraka prema humoznosti tla na području Požeško – slavonske županije

#### 4. ZAKLJUČAK

Na temelju provedenog istraživanja i utvrđenih rezultata može se zaključiti:

1. na području istočne Hrvatske prevladava uzgoj jednogodišnjih kultura te prevladava konvencionalan način poljoprivredne proizvodnje
2. u strukturi provedenih analiza u 2020.godini dominira privatno zemljište za koje je utvrđena zastupljenost u udjelu od 94,06 %
3. kako na temelju prosječne utvrđene vrijednosti aktualne i supstitucijske kiselosti tla Istočne Hrvatske pripadaju slabo kiselim do neutralnim tlima: prosječna vrijednost aktualne kiselosti tla (pH H<sub>2</sub>O) iznosi 6,62, te prosječna srednja vrijednost izmjenjive kiselosti tla (pH KCL) iznosi 5,49 pH jedinica
4. klasama smanjenog sadržaja fosfora u tlu pripada 41,17 % istraživanih tala, dok klasama smanjenog sadržaja kalija u tlu pripada 31,5 % istraživanih tala
5. prosječan sadržaj humusa na području istočne Hrvatske iznosi 2,04 % te je nužno provoditi agrotehničke mjere usmjerene povećanju organske tvar tla (zelena gnojidba, organska gnojidba)

Prema provedenim istraživanjima i utvrđenim rezultatima možemo također zaključiti kako su istraživana tla vrlo heterogena u pogledu osnovnih agro-kemijskih svojstava te je nužna provedba osnovnih analiza tla za svaku proizvodnu površinu u svrhu izrade gnojidbenih preporuka.

## 5. POPIS LITERATURE

1. Baličević, R., Rozman, V., Rapsudić, E., Brmež, M., Lončarić, Z., Bursić, V., Ravlić, M., Sarajlić, A., Lucić, P. (2015.) Uporaba sredstava za zaštitu bilja na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima na području istočne Hrvatske. t. U: Zbornik radova, 50. hrvatski i 10. međunarodni simpozij agronoma, Toth, N., Pospišil, A. (ur.). Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb. 49-53.
2. Ćosić, I. Flora pašnjaka Čistine, Sijena i Jošina na području Vukovarsko-srijemske županije. Diplomski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju. Osijek, 2013.
3. Dugalić, K., Jurić, R., Hefer, H., Andrišić, M., Zegnal, I., Rašić, D., Halter, J., Čoga, L., Husnjak, S., Rastija, D., Lončarić, Z., Popović, B., Zebec, V., Ivezić, V. Tehnološke upute za tumačenje rezultata analiza tla za praćenje stanja poljoprivrednog zemljišta, 2019.
4. Franić, R. (2013): Poljoprivreda istočne Hrvatske kao ključ održivosti hrvatske poljoprivrede u Europskoj uniji. U: Zbornik radova sa znanstvenog skupa Proizvodnja hrane i šumarstvo - temelj razvoja istočne Hrvatske. Matić, Slavko ; Tomić, Frani ; Anić, Igor (ur), Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb , 65-83.
5. Halauš, T. Potrebe u gnojidbi fosforom i kalijem u bilinogojstvu istočne Hrvatske. Diplomski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek. Osijek, 2020.
6. Husnjak, S., Bensa, A. (2018.) Pogodnost poljoprivrednog zemljišta za navodnjavanje u agroregijama Hrvatske. Izvorni znanstveni članak, 157-180.
7. Ilić, Lj. Faunističke značajke osolikih muha (Diptera: Syrphidae) na području Slavonije i Baranje. Diplomski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju. Osijek, 2012.
8. Iljkić, D., Kranjac, D., Zebec, V., Varga, I., Rastija, M., Antunović, M., Kovačević, V. (2013) Stanje i perspektiva proizvodnje žitarica i uljarica u Republici Hrvatskoj. Glasnik zaštite bilja 3/2019. 62-71.



9. Kralj, E. Pokazatelji i indeksi kakvoće podzemnih voda i površinskih voda istočne Hrvatske. Doktorska disertacija. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno – tehnološki fakultet Osijek. Osijek, 2017.
10. Lončarić, Z., Rastija, D., Popović, B., Karalić, K., Ivezić, V. , Zebec, V. (2014.): Uzorkovanje tla i biljke za agrokemijske i pedološke analize. Poljoprivredni fakultet. Osijek.
11. Radić, D. Utjecaj kemijskih i fizikalnih svojstava tla na plastičnost tla. Završni rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Osijek, 2017
12. Rašić, D. Agrokemijiski pokazatelji tla i učinak subvencionirane analize tla na području istočne Hrvatske. Doktorska disertacija. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek. Osijek, 2019.
13. Škorić, A. (1990.): Postanak, razvoj i sistematika tala. Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb. 172.
14. Tušek, K. Uloga i značaj obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava u Republici Hrvatskoj. Završni rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Osijek, 2014.
15. Vukadinović, V. , Bertić, B., 1988., 'Prktikum iz agrokemije i ishrane bilja', Poljoprivredni fakultet , Osijek.
16. Zebec, V. Dinamika kalija i usporedba metoda za određivanje pristupačnog kalija u tlima istočne Hrvatske. Doktorska disertacija. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Osijek, 2015.