DINAMIKA KALIJA I USPOREDBA METODA ZA ODREĐIVANJE PRISTUPAČNOG KALIJA U TLIMA ISTOČNE HRVATSKE

Zebec, Vladimir

Doctoral thesis / Disertacija

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:
Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechical Sciences Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:852070

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

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

Image not found or type unknown

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Vladimir Zebec, dipl. ing.

DINAMIKA KALIJA I USPOREDBA METODA ZA ODREĐIVANJE PRISTUPAČNOG KALIJA U TLIMA ISTOČNE HRVATSKE

DOKTORSKI RAD

Osijek, 2015.

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Vladimir Zebec, dipl. ing.

DINAMIKA KALIJA I USPOREDBA METODA ZA ODREĐIVANJE PRISTUPAČNOG KALIJA U TLIMA ISTOČNE HRVATSKE

- Doktorski rad -

Osijek, 2015.

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Vladimir Zebec, dipl. ing.

DINAMIKA KALIJA I USPOREDBA METODA ZA ODREĐIVANJE PRISTUPAČNOG KALIJA U TLIMA ISTOČNE HRVATSKE

- Doktorski rad -

Mentor: izv. prof. dr. sc. Domagoj Rastija

Povjerenstvo za ocjenu:

dr. sc. Zdenko Lončarić, redoviti profesor Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, predsjednik i komentor

dr. sc. Domagoj Rastija, izvanredni profesor Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, mentor i član

dr. sc. Aleksandra Bensa, izvanredni profesor Agronomskog fakulteta u Zagrebu, član

Osijek, 2015.

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Vladimir Zebec, dipl. ing.

DINAMIKA KALIJA I USPOREDBA METODA ZA ODREĐIVANJE PRISTUPAČNOG KALIJA U TLIMA ISTOČNE HRVATSKE

- Doktorski rad -

Mentor: izv. prof. dr. sc. Domagoj Rastija

Javna obrana doktorskog rada održana je 7. svibnja 2015. godine pred Povjerenstvom za obranu:

dr. sc. Zdenko Lončarić, redoviti profesor Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, predsjednik i komentor

dr. sc. Domagoj Rastija, izvanredni profesor Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, mentor i član

dr. sc. Aleksandra Bensa, izvanredni profesor Agronomskog fakulteta u Zagrebu, član

Osijek, 2015.

Najsrdačnije zahvale upućujem mentoru izv. prof. dr. sc. Domagoju Rastiji na ukazanom povjerenju, strpljenju i prenesenom znanju kroz sve godine izrade doktorskoga rada.

Zahvaljujem komentoru i predstojniku Zavoda za agroekologiju Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku prof. dr. sc. Zdenku Lončariću na uloženom trudu u oblikovanju rada, podršci i korisnim savjetima.

Svoju zahvalnost upućujem i izv. prof. dr. sc. Aleksandri Bensi na sugestijama usmjerenim podizanju razine rada.

Također zahvaljujem svim djelatnicima i kolegama sa Zavoda za agroekologiju Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku na suradnji i pomoći u provedbi terenskih i laboratorijskih istraživanja, a ponajviše Zoranu, Borisu, Jurici,Darku, Meri, Kruni i Brigiti.

Posebnu zahvalnost dugujem cijeloj svojoj obitelji, supruzi Vedrani i sinu Marku na pomoći da dođem do željenog cilja.

Vladimir Zebec

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Doktorski rad
Poljoprivredni fakultet u Osijeku
Poslijediplomski doktorski studij: Poljoprivredne znanosti
Smjer: Agrokemija

UDK: 631.416.4:001.89(497.5)
Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
Znanstveno polje: Poljoprivreda
Grana: Agrokemija

DINAMIKA KALIJA I USPOREDBA METODA ZA ODREĐIVANJE PRISTUPAČNOG KALIJA U TLIMA ISTOČNE HRVATSKE

Vladimir Zebec

Rad je izrađen na Poljoprivrednom fakultetu Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Mentor: izv.prof. dr. sc. Domagoj Rastija

Kalij pripada alkalnoj grupi elemenata, sedmi je najrasprostranjeniji element u Zemljinoj kori te jedan od elemenata koji ulaze u sastav minerala koji tvore matične stijene iz kojih se procesima pedogeneze razvijaju tla. Kalij se nalazi u većini tala u relativno velikim količinama, premda može varirati u širokom rasponu ovisno o teksturi tla. Provedeno istraživanje usmjereno je na problematiku statusa kalija u različitim poljoprivrednim tlima Istočne Hrvatske, te je cilj istraživanja bio usporediti metode ekstrakcije lako pristupačnog kalija iz tla s AL-metodom kao najraširenijom metodom u Republici Hrvatskoj, odrediti utjecaj tipa tla na pogodnost metode za analizu lako pristupačnog kalija u tlu, odrediti utjecaj tipa tla i fizikalno-kemijskih svojstava na fiksaciju kalija te izraditi kompjutorski model procjene fiksacije kalija u različitim tlima. Uzorci su obuhvaćali devet sistematskih jedinica unutar sedam tipova tala: eutrično smeđe tlo, lesivirano tlo, lesivirano preudoglejno, pseudoglej, aluvij, pseudoglej glej, ritsku crnicu, močvarno glejno hipoglejno te močvarno glejno amfiglejno tlo. Fizikalna svojstva tla utvrđena su za sve uzorke i za sve tipove tala s izraženom heterogenošću rezulatata gdje je utvrđena statistički značajna razlika između svih tipova tala za sva istraživana svojstva. Svi tipovi tala statistički se značajno razlikuju u dinamici kalija, a značajno najviša frakcija kod svih tipova tala bila je ukupni kalij, zatim slijedi frakcija kalija uklopljenog u kristalnu rešetku minerala, frakcija teško pristupačnog kalija te na kraju frakcija lako pristupačnog kalija. Usporedba analiziranih kemijskih metoda ekstrakcije kalija iz tla visoke je preciznosti, a najpouzdanije su usporedbe AL metode s AAEDTA, zatim slijedi redom: AA, BaCl2, EUF, Bray, EUF1 i EUF 2 metoda. Regresijski modeli vrlo su jednostavni i primjenjivi jer mogu dati nove podatke već na temelju koncentracije kalija ekstrahiranog AL metodom. Preciznost modela značajno povećavaju podatci o ostalim agrokemijskim svojstvima tla, prije svih pH reakcija, te sadržaj humusa. Dopunski preciznost modela mogu povećati rjeđe raspoloživi podatci o fizikalnim svojstvima tla, veličini KIK-a i udjelu kalija na KIK-u. Razvijene modele potrebno je validirati setovima podataka poznatih analitički utvrđenih vrijednosti s poljskih pokusa.

Broj stranica: 157
Broj slika: 10
Broj tablica: 68
Broj literaturnih navoda: 156
Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: kalij, dinamika, usporedne ekstraktivne metode, fiksacija, modeli
Datum obrane:
Povjerenstvo za obranu:
prof. dr. sc. Zdenko Lončarić – predsjednik i komentor
izv.prof. dr. sc. Domagoj Rastija – mentor
izv.prof. dr. sc. Aleksandra Bensa – član
Rad je pohranjen u:
Nacionalna i sveučilišna knjižnica u Zagrebu, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Sveučilište u Zagrebu, Sveučilište u Rijeci, Sveučilište u Splitu

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek
PhD thesis
Faculty of Agriculture in Osijek
Postgraduate study: Agricultural sciences
Course: Agrochemistry

UDK: 631.416.4:001.89(497.5)
Scientific Area: Biotechnical Sciences
Scientific Field: Agriculture
Branch: Agrochemistry

POTASSIUM DYNAMICS AND COMPARISON OF METHODS FOR DETERMINATION OF AVAILABLE POTASSIUM IN SOILS OF EASTERN CROATIA

Vladimir Zebec

Thesis performed at Faculty of Agriculture in Osijek, University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek
Supervisor: PhD Domagoj Rastija, associate professor

Potassium belongs to the group of alkaline elements, it is the seventh most abundant element in the Earth's crust, and one of the elements that enter into the composition of minerals that form the parent rocks from which the soils are formed. Potassium is found in most soils in relatively large quantities, although its concentrations may vary based on the soil texture. The research is focused on the problem of the status of potassium in different agricultural soils of Eastern Croatian, and the aim of the study was to compare the extraction methods of readily available potassium in the soil with AL-method as the most common method in the Republic of Croatia, to determine the influence of soil type on the suitability of methods for the analysis of easily accessible potassium in the soil, to determine the effects of soil type and physico-chemical properties on the fixation of potassium, and to create a computer model that estimates fixation of potassium in different soils. Exchangeable acidity (pH KCl) of investigated soils ranged from 3.27 to 7.91, organic matter content ranged from 0.83 to 11.80%, AL-P ranged from 0.58 to 171.88mg/100g , AL-K from 6.88 to 63,35 mg 100g, Hy 0.22 to 8.40, and carbonate content from 0.84 to 16.13%, which means that the samples were very heterogeneous. All soil types have statistically significant difference in the dynamics of potassium, where substantially highest fraction at all soil types was total potassium fraction, followed by potassium fraction that is incorporated in the crystal structure, fraction of low available potassium, and finally fraction of the readily available potassium. Comparison of analyzed extraction methods of potassium from the soil is of high precision, and most reliable comparisons are of AL methods with AAEDTA, followed by a: AA, BaCl2, ECF, Bray, EUF1 and ECF 2 method. Regression models are very simple and applicable since they can provide new information based on the concentration of potassium extracted AL method. The accuracy of the model significantly increases by using additional soil properties data, mainly the pH reaction and organic matter content. Additional precision of the model can increase by adding some additional soil properties data such as CEC and proportion of potassium in CEC. The developed model is necessary to be validated on the data sets of known analytically determined values from field experiments.

Number of pages: 157
Number of figures: 10
Number of tables: 68
Number of references: 156
Original in: croatian
Key words: potassium , dynamics , comparative extractive methods , fixation , models
Date of the thesis defense:
Reviewers:
PhD Zdenko Lončarić, full professor – President and cosupervisor
PhD Domagoj Rastija,associate professor – Supervisor
PhD Aleksandra Bensa, associate professor – Member
Thesis deposited in:
National and University Library, University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek, University of Zagreb; University of Rijeka; University of Split

KAZALO

1. UVOD 1

1.1. PREGLED LITERATURE 5

1.2. CILJ ISTRAŽIVANJA 22

2. MATERIJAL I METODE RADA 23

2.1. TERENSKA ISTRAŽIVANJA 23

2.2. LABORATORIJSKA ISTRAŽIVANJA 27
2.2.1. Osnovne kemijske analize uzoraka tla 27
2.2.1.1. Određivanje pH reakcije tla 27
2.2.1.2. Određivanje sadržaja organske tvari (humusa) u tlu 28
2.2.1.3. Određivanje biljci pristpačnog fosfora AL metodom 28
2.2.1.4. Određivanje sadržaja karbonata u tlu 29
2.2.1.5. Određivanje hidrolitske kiselosti tla 30
2.2.1.6. Određivanje koncentracije baznih kationa u tlu 30
2.2.1.7. Određivanje kationskog izmjenjivačkog kapaciteta tla (KIK-a) barij klorid metodom 31
2.2.1.8. Određivanje stupnja zasićenosti tla bazama 31
2.2.1.9. Određivanje udjela K na KIK-u 32
2.2.2. Pedofizikalne analize 32
2.2.3. Ukupni kalij u tlu 38
2.2.4. Teško pristupačni kalij u tlu (fiksirani) 38
2.2.5. Kalij uklopljen u kristalnu rešetku minerala 38
2.2.6. Usporedne metode za određivanje lako pristupačnog kalija u tlu 39
2.2.6.1. Određivanje lako pristupačnog kalija u tlu AL metodom 39
2.2.6.2. Određivanje lako pristupačnog kalija u tlu AA metodom 40
2.2.6.3. Određivanje lako pristupačnog kalija u tlu AAEDTA metodom 40
2.2.6.4. Određivanje lako pristupačnog kalija u tlu BRAY metodom 40
2.2.6.5. Određivanje lako pristupačnog kalija u tlu barij klorid ($BaCl_2$) metodom 41
2.2.6.6. Određivanje lako pristupačnog kalija u tlu EUF metodom 41
2.2.7. Određivanje fiksacijske sposobnost tla za kalij 44

2.3. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA 44

2.4. KOMPJUTORSKI MODELI 44

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA 45

3.1. MORFOLOŠKE, FIZIKALNE I KEMIJSKE ZNAČAJKE ISTRAŽIVANIH TALA 45

3.2. OPIS I ZNAČAJKE ISTRAŽIVANIH TALA 57
3.2.1. Eutrično smeđe tlo 57
3.2.2. Lesivirano tlo 57
3.2.2.1. Lesivirano tipično tlo 57
3.2.2.2. Lesivirano pseudoglejno tlo 58
3.2.3. Pseudoglejno tlo 58
3.2.4. Aluvijalno tlo 59
3.2.5. Pseudoglej glej 59
3.2.6. Ritska crnica 60
3.2.7. Močvarno glejno tlo 60
3.2.7.1. Močvarno glejno hipoglejno tlo 60
3.2.7.2. Močvarno glejno amfiglejno tlo 61

3.3. OSNOVNA KEMIJSKA I FIZIKALNA SVOJSTVA ISTRAŽIVANIH TALA 62
3.3.1. Reakcija tla 62
3.3.2. Sadržaj organske tvari (humusa) 63
3.3.3. Sadržaj karbonata 64
3.3.4. Hidrolitska kiselost 65
3.3.5. Sadržaj lako pristupačnog fosfora 66
3.3.6. Sadržaj lako pristupačnog kalija 67
3.3.7. Kationski izmjenjivački kapacitet tla 68
3.3.8. Sadržaj krupnog pijeska 69
3.3.9. Sadržaj sitnog pijeska 70
3.3.10. Sadržaj krupnog praha 71
3.3.11. Sadržaj sitnog praha 71
3.3.12. Sadržaj gline 72

3.4. DINAMIKA KALIJA 75
3.4.1. Ukupni kalij u tlu 75
3.4.2. Kalij u kristalnoj rešetki minerala 76
3.4.3. Teško pristupačni kalij u tlu 77
3.4.4. Lako pristupačni kalij u tlu 78

3.5. USPOREDNE METODE ODREĐIVANJA LAKO PRISTUPAČNOG KALIJA U TLU 84
3.5.1. Koncentracije lako pristupačnog kalija utvrđene AL metodom 86
3.5.2. Koncentracije lako pristupačnog kalija utvrđene AA metodom 86
3.5.3. Koncentracije lako pristupačnog kalija utvrđene AA EDTA metodom 87
3.5.4. Koncentracije lako pristupačnog kalija utvrđene BRAY metodom 87
3.5.5. Koncentracije lako pristupačnog kalija utvrđene $BaCl_2$ metodom 88
3.5.6. Koncentracije lako pristupačnog kalija utvrđene EUF metodom 89

3.6. UDIO KALIJA U KATIONSKOM IZMJENJIVAČKOM KAPACITETU 92

3.7. FIKSACIJSKA SPOSOBNOST TLA 94

3.8. REGRESIJSKI MODELI 97
3.8.1. Regresijski modeli procjene kationskog izmjenjivačkog kapaciteta tla (KIK-a) 97
3.8.2. Regresijski modeli procjene udjela kalija na KIK-u 99
3.8.3. Regresijski modeli procjene fiksacijske sposobnosti tla za kalij 104

4. RASPRAVA 107

5. ZAKLJUČCI 127

6. LITERATURA 130

7. SAŽETAK 140

8. SUMMARY 141

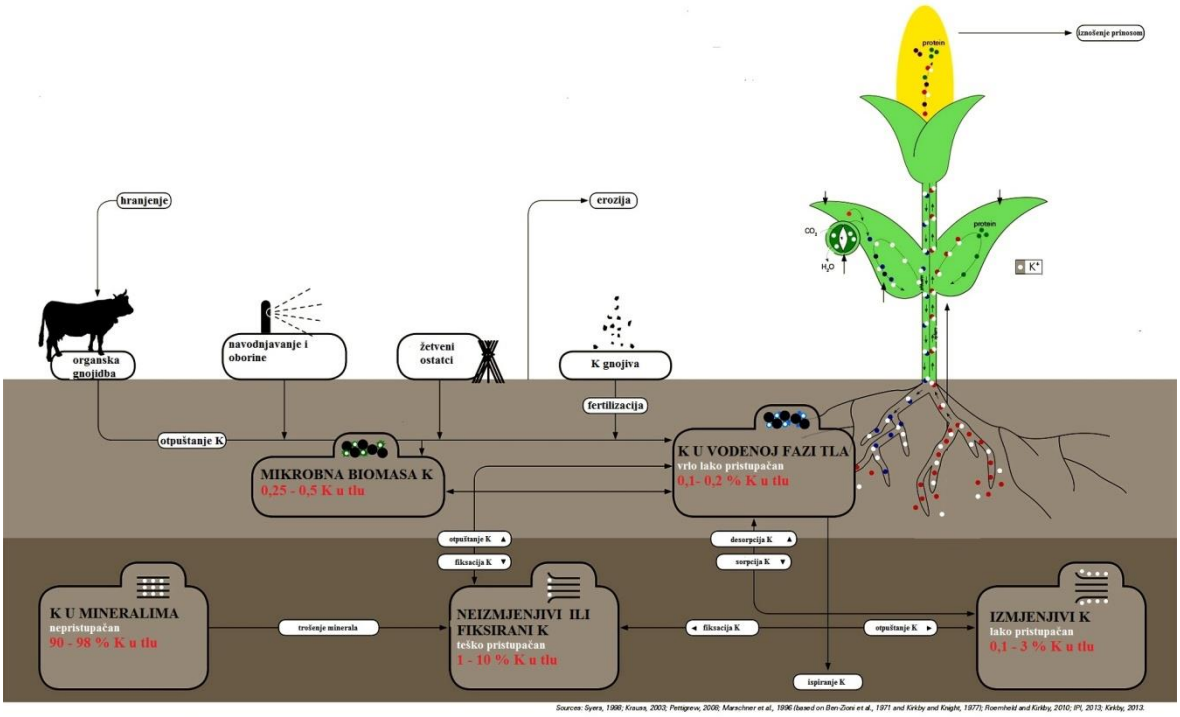
9. PRILOG 142

10. ŽIVOTOPIS 157

1. UVOD

Kalij pripada alkalnoj grupi elemenata, sedmi je najrasprostranjeniji element u Zemljinoj kori te jedan od elemenata koji ulaze u sastav minerala koji tvore matične stijene iz kojih se procesima pedogeneze razvijaju tla. Kalij se nalazi u većini tala u relativno velikim količinama, premda može varirati u širokom rasponu ovisno o teksturi tla. Kalij se u tlu nalazi u nekoliko oblika (Slika 1.) :

- vodotopivi kalij - nalazi se u vodenoj otopini tla i izravno je pristupačan biljci
- lako izmjenjivi kalij - elektrostatskim silama vezan za negativno nabijene koloide tla i lako pristupačan biljkama
- teško izmjenjivi ili fiksirani kalij - privremeno fiksiran u međulamelarne prostore sekundarnih minerala gline i nepristupačan biljkama
- kalij uklopljen u kristalnu rešetku minerala i nepristupačan biljkama.



Slika 1. Oblici, pristupačnost i kruženje kalija u tlu (*Izvor: autor prema* http://www.ipipotash.org/en/infographics.php)

Do 98 % ukupnog kalija u tlu nalazi se uklopljeno u kristalnu rešetku minerala (nepristupačan biljkama) ili fiksirano u međulamelarne prostore sekundarnih minerala gline (teško pristupačan biljkama), dok 2 % čine vodotopivi i lako izmjenjivi oblici kalija koji su pristupačni biljkama za usvajanje. Različiti oblici kalija u tlu međusobno pokazuju

signifikantan odnos, kao i signifikantnost s nekim kemijskim i fizikalnim svojstvima tla (pH, humus, kationski izmjenjivački kapacitet, teksturni sastav, itd.). Količina ukupnog kalija u tlu, kao i pojedinih njegovih oblika, uglavnom ovisi o mineraloškom sastavu matične stijene ili trošine te teksturnom sastavu tla. Pristupačnost kalija biljci ovisi o obliku u kojem se nalazi u tlu, te je od ukupnog kalija u tlu samo mali dio pristupačan za biljke i stoga se nameće potreba za kvalitetnim i točnim bilanciranjem hraniva. Značenje lako izmjenljivog odnosno lako pristupačnog kalija u poljoprivredi je veliko i parametar je koji se često koristi u analizama za preporuke u gnojidbi. Kalija u otopini tla ima u niskoj koncentraciji (od 1 do 10 % od lako izmjenjivog kalija), zatim dolazi vezan u izmjenjivu obliku na adsorpcijskom kompleksu tla te se nalazi u teško izmjenjivom obliku fiksiran u međulamelarne prostore sekundarnih minerala gline kao i u nepristupačnom obliku za biljku vezan u kristalnoj rešetki raznih primarnih i sekundarnih minerala. Kalij iz otopine tla, kao i onaj s adsorpcijskog kompleksa biljci su pristupačni, dok je pristupačnost kalija fiksiranog u međulamelamim prostorima sekundarnih minerala gline ovisna o vlazi tla i tipu gline. Organski vezanog kalija u tlu ima malo te ne predstavlja značajniji izvor hraniva. Količina raspoloživog kalija mijenja se tijekom vegetacije ovisno o klimatskim uvjetima, pedodinamskim procesima u tlu, agrotehničkim zahvatima (ponajprije gnojidbi), vrsti biljke itd.

Kalij u tlu potječe iz primarnih minerala. Njihovim raspadanjem oslobađa se kalij koji se najvećim dijelom odmah veže na adsorpcijski kompleks tla te mu je pokretljivost i opasnost od ispiranja iz tla mala. Kationski izmjenjivački kapacitet (KIK) predstavlja ukupnu količinu izmjenjivih kationa koju tlo može adsorbirati, a tijelo sorpcije čine svi mineralni i organski spojevi visoke disperznosti: sitni fragmenti primarnih minerala, minerali gline, amorfne mineralne tvari, humusne tvari i organomineralni koloidi. Adsorpcijski izmjenjivački kompleks neutralnog tla pretežito je popunjen ionima Ca^{2+} (oko 80 %), Mg^{2+} (10-15 %), a ostatak zauzimaju K^{+}, Na^{+} i drugi ioni. U kiselim tlima H^{+} i Al^{3+} (često Fe^{3+}, Mn^{2+} i dr.) mogu zauzimati veći dio tijela sorpcije. Stupanj popunjenosti adsorpcijskog kompleksa bazama važno je mjerilo za procjenu mogućnosti opskrbe biljaka hranjivim tvarima s obzirom na njihov sadržaj, pokretljivost, kemijski oblik i druga agrokemijska svojstva tla.

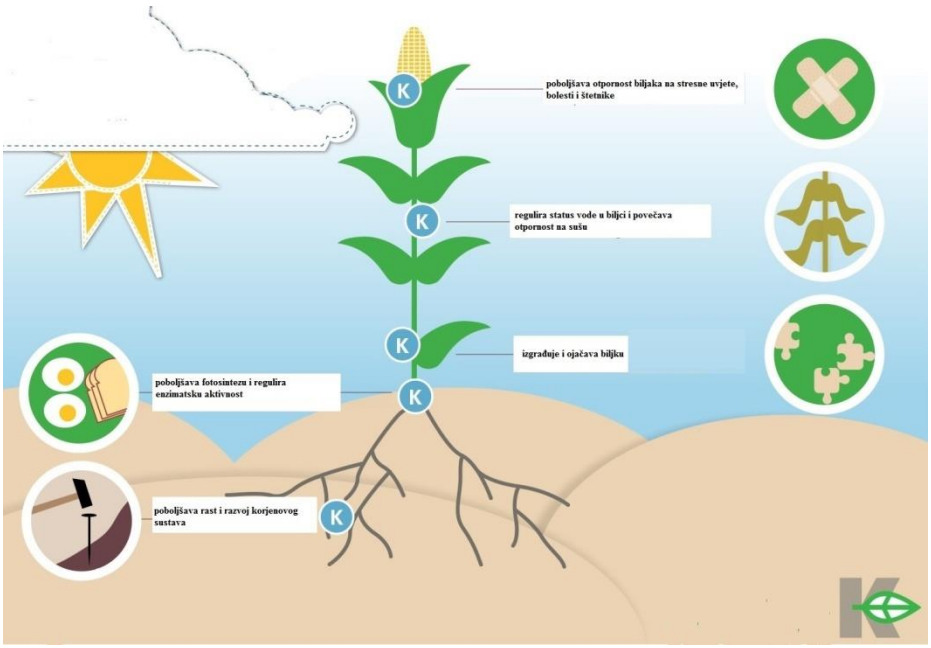
Pri gnojidbi kalijem, posebice melioracijskoj, odnosno gnojidbi na zalihu, dolazi do njegove fiksacije, ali ne u istom opsegu u svim tlima ili u svim uvjetima. Dinamika kalija ili međuodnos između pojedinih oblika kalija u tlu kao i intenzitet njegove fiksacije neposredno ovise o količini, svojstvima i vrsti minerala gline. Intenzitet fiksacije kalija raste od teksturno lakših prema teškim glinovitim tlima. Zahvaljujući fiksaciji i defiksaciji kalij se minimalno ispire iz tla, osim u lakim pjeskovitim tlima s vrlo slabom snagom adsorpcije i u humidnoj klimi s prevladavajućim descendentnim tokovima, gdje može doći do značajnog gubitka kalija ispiranjem.

Određivanje količine fiksiranog kalijevog i amonijevog iona u međulamelarnim prostorima sekundarnih minerala zasniva se na postupku međusobne zamjene tih iona. Sekundarni minerali gline koji imaju sposobnost fiksacije K^+ i NH_4^+ fiksiraju katione skupljanjem međulamelarnih prostora. Međulamelarna fiksacija iona sekundarnim mineralima gline ovisi o razmaku slojeva minerala u različitim stanjima vlažnosti i promjerima pojedinih iona. Nakon razmicanja lamela minerala ioni ulaze u međulamelarni prostor, a sušenjem se ti prostori sužavaju i ioni ostaju fiksirani. Fiksirana hraniva nisu potpuno i trajno izgubljena za ishranu bilja, već u fiksiranom stanju nisu pristupačna biljkama. Slaba opskrbljenost tla kalijem i teži teksturni sastav tla često pri AL-analizi tla zbog efekta defiksacije pokazuju višu koncentraciju pristupačnog kalija nego što biljka može usvojiti iz analiziranog tla.

Po građi se razlikuju tri osnovne važnije grupe minerala gline, a to su kaolinit, ilit i smektit. Minerali iz kaolinitne grupe imaju tip građe 1:1, odnosno lamela se sastoji od jednog sloja silicijevih tetraedara i jednog sloja aluminijevih oktaedara. Bazni razmak je malen i fiksan. U ovu grupu minerala ubrajaju se kaolinit i haloizit. Kod kaolinita bazni razmak iznosi 0,7 nm, a kod haloizita 1,0 nm. Minerali iz ove grupe ne bubre i imaju malen kapacitet adsorpcije. Minerali iz ilitne grupe tipa su građe 2:1, odnosno lamela se sastoji iz dva sloja silicijevih tetraedara unutar kojih je sloj aluminijevih oktaedara. U ovu grupu pripada ilit s baznim razmakom od cca 1 nm, a unutar njega nalazi se K^+ ili NH_4^+ ion. Radi promjera ovih iona, koji odgovara međulamelarnom razmaku u suhim uvjetima zbog kontrakcije, može doći do njihove fiksacije. Posljednju važniju grupu minerala gline čine smektiti (montmorilonti) koji su isto troslojne građe kao i iliti, ali s većim međulamelarnim razmakom (2-2,8 nm) i afinitetom prema ionima kalcija i magnezija.

Bazni razmak je varijabilan pa smektiti u vlažnom stanju bubre, a u suhom kontrahiraju. U ovu grupu ubrajaju se: montmorilont (bogat Ca i Mg), beidelit (bogat Al) i nontronit (bogat Fe). Glineni minerali iz smektitne grupe imaju najveći kapacitet adsorpcije koji iznosi 100 cmol (+)/kg.

Kalij je vrlo važno biljno hranivo unatoč tome što nije sastavni dio organske tvari. Biljke ga trebaju u velikim količinama tako da je on često dominantan ion u biljci. Njegova fiziološka uloga u biljci je raznovrsna (Slika 2.). Kalij ima važnu ulogu pri gospodarenju biljke vodom, smanjuje transpiraciju, potreban je za tvorbu ATP-a i aktivira čak 40 različitih enzima, pospješuje fotosintezu, poboljšava kakvoću prinosa i otpornost biljaka na bolesti i stres. Biljke kalij intenzivno usvajaju tijekom vegetacijskog razvoja te ga iznose u velikoj količini, stoga je gnojidba kalijem redovita agrotehnička mjera jer je manjak kalija vrlo česta pojava.



Slika 2.Uloga kalija u biljci (*Izvor: autor prema* http://www.ipipotash.org/en/infographics.php)

Gnojidbom želimo postići visok, stabilan, kvalitetan i ekonomski isplativ prinos, a za to su neophodni optimalna količina, oblik i odnos biljkama raspoloživih hraniva, koja su tijekom vegetacije neophodna za postizanje maksimalnog prinosa adekvatnog proizvodnim agroekološkim uvjetima. Da bismo proveli optimalnu gnojidbu, moramo zapravo znati kolika je optimalna gnojidba za konkretne proizvodne uvjete. Pored ciljnog prinosa koji utječe na proračun ukupno potrebne količine hraniva, potrebno je u proračun uvrstiti i rezultate analize tla, tj. neke pokazatelje plodnosti tla.

1.1. PREGLED LITERATURE

Republika Hrvatska raspolaže ukupnom površinom kopna od 5.662.031 ha *(Romić i Marušić, 2005.)* od čega poljoprivredne površine zauzimaju 47,6 % odnosno 2.695.037 ha. U Hrvatskoj su najzastupljenija automorfna i hidromorfna tla, od kojih su u poljoprivrednoj proizvodnji automorfna tla zastupljenija. Na poljoprivrednim površinama RH može se diferencirati 36 tipova tala, od kojih su najčešća močvarno glejna tla, koja zauzimaju 13,83 % poljoprivredne površine. Zatim slijedi lesivirani tip tla s 13,27 % udjela u poljoprivrednim površinama koji se ponajviše nalazi u kontinentalnom dijelu RH. Prema zastupljenosti slijede pseudoglejna tla s 11,87 % poljoprivrednih površina, također najviše zastupljena u kopnenom dijelu Hrvatske.

Proučavanje morfologije *(Ćirić, 1984.)* profila tla zajedno s proučavanjem ostalih kvalitativnih i kvantitativnih promjena nezamjenjiva je metoda rekonstrukcije pedogenetskih procesa i povjesti razvoja jednog tla, kao i ocjena osnovnih svojstava tla.

Kovačević i sur. (2005.) navode kako su svojstva tla značajan faktor prinosa ratarskih kultura, a većina poljoprivrednika nema osnovne informacije o svojim tlima. Stoga autori navode kako bi analiza tla trebala postati uobičajeno pomoćno sredstvo kod preporuka za gnojidbu.

Proučavajući mineralnu i organsku gnojidbu na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima u pograničnome području istočne Hrvatske *Lončarić i sur. (2014.)* navode kako jedna trećina obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava ne provodi analize tla i ne raspolaže podatcima o plodnosti tala, dok samo 55 % gospodarstava raspolaže dostatnim informacijama za gnojidbu primjerenu plodnosti tla. Autori također navode kako analizirana tla na gospodarstvima prosječno pripadaju višim klasama opskrbljenosti fosforom nego kalijem te je prosječan odnos potreba gnojidbe kalijem nego fosforom veći od korištenih odnosa fosfora i kalija u gnojidbi.

Prema *Rašić i sur. (2011.)* udio organske tvari i reakcija tla imaju važno mjesto u formiranju prinosa poljoprivrednih kultura. Organska tvar i pH tla imaju veliki utjecaj na fizikalna, kemijska i mikrobiološka svojstva tla te na kapacitet vode i biljnih hranjiva u tlu. Intenzivna biljna proizvodnja povečava mineralizaciju organske tvari, što zahtijeva

primjenu organskih gnojiva, odgovarajući plodored i podešavanje reakcije tla s ciljem održavanja optimalnog sadržaja organske tvari u tlu. Autori navode kako je anlizirano 14.448 uzoraka na području Istočne Hrvatske, odnosno 52.179 hektara zemljišta te dobiveni rezultati pokazuju da preko 90 % analiziranih površina ima vrijednost organske tvari manju od 3 %, a preko 50 % površina ima vrijednost ispod 5,5 pH jedinica.

Mesić i sur. (2009.) ističu kako kisela tla u Panonskoj podregiji zauzimaju 660.617 ha što predstavlja čak 79,5 % u odnosu na ukupnu površinu kiselih tala u Hrvatskoj. Od ukupne površine kiselih tala u panonskoj regiji autori posebno izdvajaju dva tipa tla - pseudoglej koji zauzima 42 % i lesivirano tlo koje zauzima 40 % površina.

Pernar i sur. (2004.) navode kako je osim aluvijacije, kao geološkog i pedogenetskog procesa, karakteristika ekosustava ritskog područja sjeveroistočne Baranje i visoka organska produkcija, što se mjestimice značajno manifestira u humizaciji pedosfere. Autori su utvrdili kako je dominantan tip tla fluvisol, a znatno su manje zastupljeni euglej i humofluvisol. Sva ova tri tipa tla međusobno se razlikuju s ekološko-proizvodnog aspekta. Autori nadalje ističu da su ekološko-proizvodne razlike unutar tipa tla u nekim slučajevima znatno veće nego li između tipova tala, što je usko povezano sa značajkama vodnog režima i s teksturom tala.

Sever i sur. (2011.) proučavajući kvalitetu humusa glavnih tipova tala kontinentalne Hrvatske navode kako prosječni sadržaj humusa opada sljedećim redom: černozem (2,99 %) > eutrični smeđe tlo (2,56 %) > lesivirano tlo (1,97 %). U černozemu i eutričnom smeđem tlu dominiraju strukture većeg stupnja aromatičnosti - huminske kiseline, dok su u lesiviranom tlu više zastupljene alifatske strukture, karakteristične za fulvo kiseline.

Bogunović i sur. (2010.) su pratili sadržaj humusa tijekom tri godine na černozemu, eutričnom smeđem tlu, lesiviranom tlu te pseudogleju. Autori navode kao se sadržaj humusa u černozemu kreće od 2,46 do 4,08 %, u eutričnom smeđem tlu od 0,86 do 3,56 %, u lesiviranom od 1,24 do 2,74 % te u pseudogleju od 2,10 do 3,42 %. Kao paralela praćen je sadržaj humusa u pseudogleju šuma koji se kretao od 3,04 do 5,16 %. Utvrđeno je veliko variranje sadržaja humusa unutar pojedinih lokaliteta, što dokazuje da uzorkovanje prosječnih uzoraka treba biti temeljito i propisno. Na kraju zaključuju kako

sadržaj humusa u glavnim tipovima tala u agrikulturi ne odudara od njegovih tipskih vrijednosti, a statistički nije dokazana dehumizacija u razdoblju od tri godine.

Tomašić (2011.) proučavajući kationsko izmjenjivački kapacitet na dominantnim tipovima tala Republike Hrvatske, navodi kako je korelacijski koeficijent (r), V (%) vrijednosti i pH vrijednosti za sva tla iznosio je r=0,79, odnosno za kisela tla r=0,82, neutralna tla r=0,75 te lužnata tla r=0,15. Vrijednosti KIK-a kretale su se od 2,39 cmol+/kg do 32,32 cmol+/kg ovisno o tipu tla, pH vrijednosti, sadržaju organske tvari i drugim parametrima tla. Udio pojedinih zamjenjivih kationa kretao se za Ca^{2+} (16 % - 94 %), Mg^{2+} (2 % - 38 %), K^{+} (1 % - 68 %) i Na^{+} (< 0,01 %), također ovisno o tipu tla, dubini, lokaciji uzorkovanja i ostalim kemijskim i fizikalnim parametrima.

Ivezić i sur. (2012.) su proučavajući vodotopive frakcije teških metala na tlima podunavskog područja u istočnoj Hrvatskoj utvrdili kationski izmjenjivački kapacitet poljoprivrednih i šumskih tala. Autori navode kako je prosječna vrijednost KIK-a svih istraživanih tala iznosila 9,6 cmol(+)/kg uz varijabilnost ovisno o tipu istraživanog tla. Prosječna utvrđena vrijenost KIK-a na lesiviranom tlu s prosječno 24 % gline iznosila je 5 cmol(+)/kg, dok je na glejnom tlu s prosječno 34 % gline utvrđeno 14 cmol(+)/kg.

Prema *Mesiću i sur. (2014.)* u zadnja dva desetljeća fosfor i kalij su bili predmetnom vrlo malog broja istraživanja u agroekološkim uvjetima Istočne Hrvatske. Autori stoga provode istraživanje na pokusnoj površini na kojoj je determinirano tlo pripadalo antropogeniziranoj ritskoj crnici, djelomično hidromelioriranoj. Tlo na pokusnoj površini prosječne je volumne gustoće od 1,50 g/cm^3 te gustoće čvrste faze od 2,50 g/cm^3. Raspon retencijskog kapaciteta tla za vodu varira od 30,8 do 46,1 %, a poroznost od 28,4 do 54,1 %. Reakcija tla ukazuje na neutralno tlo (pH 6,80) s prosječnim sadržajem fosfora (P_2O_5) koji iznosi 41,7 mg/100 g tla, a kalija (K_2O) 41,5 mg /100 tla. Isti autori navode kako je na drugom pokusnom polju u Istočnoj Hrvatskoj utvrđen djelomice amfiglej te hipoglej (65:35), uz prosječnu volumnu gustoću od 1,52 g/cm^3 te gustoću čvrste faze od 2,52 g/cm^3. Raspon retencijskog kapaciteta tla za vodu varira od 14,2 do 44,2 %, a poroznost od 27,1 do 52,9 %. Reakcija tla ukazuje na slabo kiselo tlo (pH 5,84). Prosječni sadržaj fosfora (P_2O_5) iznosi 23,8 mg/100 g tla, a kalija (K_2O) 30,9 mg /100 tla.

Proučavajući značajke i pogodnosti aluvijalnih tala u slivu rijeke Drave za poljoprivrednu proizvodnju *Deren (2011.)* ističe veliku heterogenost fizikalnih i kemijskih značajki koje izravno utječu na stupanj pogodnosti za poljoprivrednu proizvodnju.

Istražujući reakciju hibrida kukuruza na području Sopja *Antunović i sur. (2000.)* navode kako aluvijalno tlo kiselosti 6,81 pH jedinica u površinskom sloju (0-30 cm) sadrži nisku razinu humusa te dobru opskrbljenost fosforom i kalijem.

Bogunović i sur. (2014.) navode kako je prosječna vrijednost volumne gustoće tla (ρv) na temelju 48 uzoraka oraničnog horizonta pseudoglejnog tla iznosila 1,53 g cm^{-3}, gustoća čvrste faze tla (ρč) 2,57 gcm^{-3}, a prosječna vrijednost poroznosti tla (P) iznosi 40,02 %. Raspon zabilježenih vrijednosti P je od 34,04 do 45,97 % vol, što čini raspon od 11,93 jedinica. Autori nadalje ističu kako prema ρv i ρč vrijednostima možemo zaključiti da tla promatranog područja spadaju u zbijenija tla, s malom poroznošću.

Rubinić (2013.) navodi kako je pseudoglej tip tla koji se u sklopu klasifikacije u Hrvatskoj razvrstava prema položaju u reljefu, dubini nepropusnog sloja te zasićenosti bazama. On je i genetski heterogen jer nastaje kao primaran ili sekundaran, te se stoga se u prvom slučaju građa njegovog profila uglavnom označava s A-Ig-IIg-C, a u drugom, kada se u pravilu razvija iz luvisola, s A-Eg-Btg-C slijedom horizonata.

Šipek (2014.) istražujući utjecaj načina korištenja tla i nagiba terena na temeljna svojstva pseudogleja, navodi kako je sadržaj humusa mali i varira u rasponu 1,09-2,72 %, a karakter mu je blago kiseli u većini uzoraka. Prema hidrolitskom aciditetu (7,25-15,25) svim uzorcima su potrebne niske doze materijala za kalcifikaciju. Zasićenost adsorpcijskog kompleksa je niska i kreće se od 13,48 do 32,41 %, a opskrbljenost fiziološki aktivnim hranjivima niska je do osrednja, fosfora ima od 0,66 do 16,57 mg P_2O_5/100g tla i kalija od 8,4 do 29,5 mg K_2O/100g tla. Iz rezultata autori zaključuju da način korištenja utječe na pH tla, količinu humusa i opskrbljenost hranivima, a nagib terena ima utjecaj samo na teksturu i količinu fiziološki aktivnog kalija.

Rastija i sur. (2009.) su istražujući utjecaj kalcizacije i gnojidbe na promjene kemijskih svojstava tla i prinos kukuruza utvrdili da se sadržaj lako pristupačnog K_2O kretao se u

rasponu od 143,2 mg kg^{-1} na varijanti kalcizacije u Zelčinu do 313,0 mg kg^{-1} na varijanti pojačane gnojidbe s kalcizacijom na lokaciji Donji Miholjac. Autori na temelju provedenog istraživanja zaključuju kako je gnojidba mineralnim gnojivima utjecala na povećanje sadržaja pristupačnog fosfora i kalija u tlu, odnosno kroz razdoblje od pet godina povećala se opskrbljenosti tla fosforom za oko 50,0 mg kg^{-1} i kalijem za oko 65,0 mg kg^{-1}, dok je pojačana gnojidba povećala opskrbljenosti tla i fosforom i kalijem za više od 100 mg kg^{-1}.

Rastija i sur. (2011.) proučavajući utjecaj kalcizacije i gnojidbe na promjene kemijskih svojstava lesiviranog pseudoglejnog tla navode kako se na kontrolnom i kalcizacijskom tretmanu količina lako pristupačnog fosfora i kalija smanjila tijekom sedam godina poljskog pokusa, dok se na svim tretmanima koji su uključivali mineralnu gnojidbu, njihova pristupačnost postupno povećala. Najveće povećanje opskrbljenosti tla fosforom za 16,6 mg/100 g i kalijem za 14,6 mg/100 g utvrđeno je na tretmanu pojačane gnojidbe u kombinaciji s kalcizacijom.

Steffens (2006.) istražujući utjecaj makrohraniva na prinos i kvalitetu zrna kukuruza i pšenice dolazi do zaključka kako optimalna količina pristupačnog kalija povećava učinkovitost dušične gnojidbe te povećava prinos i kvalitetu zrna kukuruza i pšenice.

Popp i Gransee (2005.) istraživali su utjecaj gnojidbe kalijem na ratarske kulture. Istraživanjem su utvrdili da gnojidba kalijem povećava usvajanje dušika kod tritikalea s 57 % na kontrolnom tretmanu do čak 85 % na tretmanu gdje je dušična gnojidba kombinirana sa 150 kg K_2O/ha. Isti autori navode kako povaćana gnojidba kalijem značajno smanjuje pojavu pepelnice na ozimom ječmu u odnosu na tretmane gdje je izostala gnojidba kalijem.

Proučavajući interakciju između kalija i vode u tlu, *Fusheng (2006.)* dolazi do zaključka kako racionalna primjena K gnojiva može povećati učinkovitost korištenja vode te samim time povećati otpornost na sušu i prinos usjeva. Kako voda u tlu utječe na transformaciju kalija i na njegovu bioraspoloživost, autor ističe važnost učinkovite gnojidbe u kombinaciji s racionalnim navodnjavanjem.

Drenjančević (2011.) provodi istraživanje na kultivaru graševina, kao najznačajnijem bijelom kultivaru na prostoru vinogradarske podregije Podunavlje tijekom 2008. i 2009. godine. Autor navodi kako je gnojidba kalijem djelovala na signifikantno povećanje prinosa uz rizik pogreške od $P \leq 0,01$ u obje godine istraživanja u odnosu na kontrolni tretman. Gnojidba različitim izvorima kalija i uz dodatak zelene galice u osnovnoj gnojidbi nije utjecala na sadržaj šećera u moštu ni u jednoj godini.

Marković i sur. (2011.) proučavajući distribuciju kalija u organima vinove loze pri različitim dozama kalijevih gnojiva navode kako analizirajući sadržaj pristupačnog kalija u tlu u sve tri godine ispitivanja, može zaključiti da je sadržaj značajno varirao ovisno o primijenjenim dozama gnojiva. Gnojidba s dozom od 100 i 150 kg K_2O/ha značajno je utjecala na povećanje sadržaja pristupačnog kalija u tlu, a naročito u sloju 0-30 cm (13,50-26,05 mg K_2O/100 g tla).

Ping i sur. (2006.) proučavajući ulogu kalija u zdravlju biljaka, zaključuju kako K smanjuje učestalost truleži stabljike kukuruza, a time izravno utječe na povećanje prinosa. Nadalje ističu važnost uravnotežene ishrane bilja u svrhu borbe protiv biljnih bolesti s ciljem očuvanja okoliša kroz smanjenu upotrebu kemijskih sredstava.

Husnjak i sur. (2010.) navode kako poljoprivredna tla za razliku od tala na travnatim površinama pokazuju veće koncentracije makroelemenata kao što su K, Ca, Mg te P. Prema autorima, povećana koncentracija ovih elemenata posljedica je njihovog unosa poljoprivrednom aktivnošću odnosno gnojidbom organskim i mineralnim gnojivima.

Chen i sur. (2006.) proučavajući interakciju između kalijevih i amonijevih iona pri različitim temperaturama u tlu s 43 % gline, došli su do zaključka kako količina absorbiranih iona raste s porastom temperature, dok je količina absorbiranog amonijaka pri istoj temperaturi bila veća u odnosu na kalij.

Ponovljena kontrola plodnosti na nekim tlima u Baranji prema *Bertić i sur. (1998.)* ukazala je na određene promjene tijekom 24-godišnjeg razdoblja intenzivne biljne proizvodnje. Autori navode kako se razina pristupačnog kalija prosječno povećala 79 mg kg^{-1} tla, što

iznosi 48 % prema početnim vrijednostima te da je sadržaj humusa u negativnoj korelaciji s pristupačnim kalijem.

Kao rezultat dugogodišnjih ispitivanja u različitim krajevima svijeta, znanstvenici su uspjeli odrediti, razvrstati i preporučiti pojedina estraktivna sredstva za pojedine oblike kalija u tlu (Tablica 1.1.).

Tablica 1.1. Različita ekstraktivna sredstva za oblike kalija u tlu *(Blum 1983., Goulding 1987., Kastori i sur. 2013.,)*

Oblik kalija u tlu	Metoda
Ukupni kalij	HF
	Aqua regia (zlatotopka)
Teško pristupačni kalij (fiksirani)	Vrući HNO_3
	EUF
	HCl
	Vrući $MgCl_2$
Lako pristupačni kalij	AL
	DL
	CAL
	AA
	EUF
	Bray
	Mechlich 1 i 2
Fiksacijska sposobnost tla za kalij	Vlažna fiksacija
	Suha fiksacija

Benton (1998.) navodi kako je najveći izazov u analizi tla odabrati ekstraktante koji će moći zadovoljiti nekoliko faktora: da mogu ekstrahirati što više elemenata kako bi se u potpunosti iskoristila prednost ICP-a i ostalih tehnika te da su prihvatljivi za što veći raspon tala različitih karakteristika kao što je pH reakcija tla.

Romer i sur. (1999.) zaključuju kako slični rezultati ekstrakcijskih metoda na temelju kojih se provede slična gnojidba, mogu rezultirati bitno različitim učincima u gnojidbi pa je odgovarajući ekstraktant ključan za preciznost gnojidbene preporuke.

Kamprath i Watson (1980.) u svojim istraživanjima utvrdili su kako bi odgovarajući ekstraktant trebao izdvajati proporcionalni dio biljci pristupačnog hraniva kod tala koja se razlikuju po drugim svojstvima; postupak bi trebao dijelovati s razumnom točnošću i brzinom i dobivene vrijednosti bi trebale korelirati s rastom biljke kao reakcijom na brzinu apsorpcije hraniva.

Kiseli ekstraktanti pogodni su za utvrđivanje biljci pristupačnih hranjiva u kiselim tlima, dok njihova upotreba na tlima s visokim pH može biti neadekvatna zbog neutralizacije pH ekstraktanta karbonatima iz tla *(Indiati i sur., 2002.)*.

Kako su naveli *Lončarić i sur. (2003.)* u Hrvatskoj se kisela AL otopina koristi za ekstrakciju fosfora i kalija i na kiselim i na karbonatnim tlima, a rezultati analiza služe za izradu gnojidbenih preporuka za ratarske usjeve i trajne nasade.

Lončarić i sur. (2005.) ističu kako prema AL metodi preporučene visoke doze gnojiva nisu neophodne za postizanje ciljanih prinosa, te da bi upotrebom prikladnijeg ekstraktivnog sredstva preporučene doze bile bitno drugačije i prikladnije.

Shamra i sur. (1997.) proučavajući odnos frakcija (oblika) kalija u različitim tlima navode kako se koncentracija pristupačnog kalija kretala u rasponu od 32,2 do 137,5 mg K/kg.

Kozak i sur. (2005.) ističu pozitivnu korelaciju između lako izmjenjivog i pristupačnog oblika kalija u tlu, što objašnjavaju činjenicom da je lako izmjenjivi kalij glavi izvor pristupačnog kalija za biljke.

Istražujući odnose između različitih oblika kalija u tlu *Fotyma (2007.)* uočava jaku korelaciju između lako pristupačnog kalija u tlu s ukupnim i teško pristupačnim kalijem uklopljenim u međulamelarne prostore sekundarnih minerala gline, dok je slaba korelacija utvrđena između vodotopivog i ukupnog kalija u tlu.

Teklić (1996.) navodi kako je utvrđena prosječna vrijednost lako pristupačnog kalija na pseudoglejnom tlu Al metodom iznosila 207,7 mg K_2O/kg tla, što ova tla svrstava u klasu dobre (osrednje) opskrbljenosti kalijem.

Majumdar i sur. (2002.) provode terensko istraživanje prateći promjene u različitim oblicima K u tlu te zaključuju kako je količina K uklopljena u mineralima ostala gotovo nepromijenjena iako su primjenjena kalijeva gnojiva.

Sharma i sur. (2012.) navode kako se koncentracija lako pristupačnog kalija na pjeskovito ilovastim tlima kretala u rasponu od 41,5 do 314,0 mg K/kg u oraničnim horizontima istraživanih tala. Isti autori navode kako je lako pristupačni kalij statistički značajno korelirao sa sadržajem praha, gline te KIK-om, dok je statistički značajna negativna korelacija utvrđena sa sadržajem čestica pijeska.

Raskar i Pharande (1997.) uočavaju pozitivno i statistički značajno povećanje lako pristupačnog kalija sa sadržajem organske tvari na lesiviranim tlima, dok *Srinivasa i sur.) (2001.)* navode pozitivnu korelaciju sa sadržajem čestica gline.

Sharma i Bhandari (2003.) navode kako se raspon izmjenjivog kalija kretao u rasponu od 37,05 do 117,4 mg K/kg.

Prosječna utvrđena koncentracija izmjenjivog kalija prema istraživanjima u Indiji *(Singh i Datta, 1986.)* iznosila je 170 mg/kg što je predstavljalo 90,0 % u odnosu na pristupačnu količinu kalija u tlu, odnosno 5,3 % u odnosu na teško pristupačan kalij (K_{HCl}) te 0,6 % u odnosu na ukupni kalij.

Das i sur. (2000.) proučavajući distribuciju različitih oblika kalija na nekim tipičnim tlima ekosustava Zapadnog Bengala navode da se sadržaj fiksiranog K kretao u rasponu od 11,7 do 1084,0 mg/kg te je utvrđena značajna pozitivna korelacija fiksiranog kalija s frakcijom praha.

Prema *Ličini i Markoviću (2002.)* kalij ima jednu od najvažnijih uloga u ishrani, pa je redovna primjena visokih doza kalijevih gnojiva praksa u proizvodnji. Imajući u vidu da

mnogi uvjeti u tlu utječu na ishranu kalijem, praćena je primjena kalijevih gnojiva u rastućim dozama do 150 K_2O/ha. Sadržaj lako pristupačnog kalija određen je amonij laktat (AL) i amonij acetat (AA) metodom. Količine pristupačnog K koje su ovim metodama ekstrahirane bile su vrlo slične, bez statistički utvrđenih razlika. Fiksirani K^+ u tlu nije bio zavisan od gnojidbe, međutim rezultati analiza ukazuju na teškoće pri određivanju ove frakcije K u tlu.

Lončarić i sur. (2009.) istraživali su lako pristupačan kalij na dva tipa tla i pri tome su se koristili različitim ekstraktivnim metodama. Uspoređene analize razultirale su značajnom korelacijom između kalija ekstrahiranog AL, AA i AA-EDTA otopinama. Generalno, koncentracije K ekstrahirane AA metodom niže su nego koncentracije ekstrahirane AL i AA-EDTA metodama, koje su vrlo slične iako ponekad AA-EDTA metoda rezultira nešto većim vrijednostima. Najniže koncentracije ekstrahirane AA metodom mogu biti povezane s kraćim vremenom ekstrakcije, a najviše koncentracije ekstrahirane AA-EDTA metodom mogu biti rezultat dodatnog centrifugiranja u usporedbi s dužim vremenom ekstrakcije kod AL metode. Izmjenjivi K u tlu ekstrahiran s bilo kojom od ovih metoda može služiti za predviđanje koncentracije K koje će ekstrahirati preostale dvije metode. Stoga metoda ekstrakcije s AA ili AA-EDTA može biti korištena za preporuku gnojidbe jednako učinkovito kao i AL metoda.

Alva (1993.), između ostalog, uspoređuje koncentraciju kalcija, magnezija i kalija u 21 uzorku tla koristeći Mehlich 3 i AA metodu. Tim metodama koncentracije kalcija i magnezija jako su korelirale s pH tla (r=0,381 do 0,482), dok vrijednosti kalija nisu pokazale značajnu korelacijsku povezanost kada su određivane ovim metodama. Koncentracije kalcija, magnezija i kalija ekstrahirane s Mehlich 3 značajno su korelirale s koncentracijama dobivenim AA metodom.

Aramrak i sur. (2007.) uspoređivali su, između ostalog, raspoloživost kalija u tlima s različitom pH reakcijom (4,5-7,8) po Mehlich 3 i AA metodi. Količina ekstrahiranog kalija metodom Mehlich 3 visoko je korelirala s vrijednostima kalija određenim AA metodom (r=0,969**).

Bortolon i sur. (2010.) istražujući raspoloživost kalija koriste metode Mehlich 1, Mehlich 3, AA metodu i metodu s ionskim izmjenjivačima. Iako u rezultatima nije bilo značajnije razlike, autor ne preporučuje metodu s ionskim izmjenjivačem jer metoda ponekad kod niskog ekstrakcijskog kapaciteta pokazuje niže vrijednosti kalija što može dovesti do grešaka u analizi rezultata.

Uspoređujući tri ekstraktivne metode za određivanje pristupačnosti fosfora, kalija i magnezija *Njukeng i sur. (2013.)* analizom varijance utvrđuju statistički značajnu razliku između količine kalija ekstrahirane iz tla CAL metodom u odnosu na AAEDTA metodu. Autori su također utvrdili značajnu pozitivnu korelaciju između pH reakcije tla, organske tvari i kalija ekstrahiranog CAL metodom.

Jalali (2005.) istražujući sadržaj kalija u poljoprivrenim tlima, navodi kako je raspon lako pristupačnog kalija utvrđenog amon acetat (AA) metodom bio od 152,0 do 1294,0 mg K/kg tla, što predstavlja 6 do 80 % teško pristupačnog kalija ekstrahiranog vrućom HNO_3 metodom.

Chilimba i sur. (1999.) uspoređuju univerzalne ekstraktante za određivanje makro i mikro elemenata, kao što su: Mehlich 3 i modificirani Olsen s amonij-acetatom, Bray1 i DTPA u odnosu na količinu ekstrahiranih hraniva i njihove međusobne odnose. Kalij ekstrahiran Mehlich 3 i AA metodom visoko korelira (r=0,90**), kao i modificiranim Olsenom i AA metodom (0,94**).

Grzebisz i Oertili (1993.) uspoređujući sedam ekstraktivnih metoda za lako pristupačni kalij u tlu, navode uzlazni niz ekstraktivnih sredstava na temelju prosječnih utvrđenih vrijednosti kako slijedi: CaCl2 < Morgan < Mehlich1 < Mehlich2 < AAEDTA < Mehlich3 < DB-DTPA.

Csatho i sur. (2000.) istraživali su odnose između AA-EDTA metode (pH 4,65) i AA metode (pH 7) pri određivanju kalija, kalcija i magnezija. Vrijednosti izmjenjivog kalija bile su manje u karbonatnim tlima iako su sva tla bila ilovasta sa srednjim sadržajem gline.

Uspoređujući EUF metodu s kemijskim ekstraktivnim metodama *Bertić i Vukadinović (2009.)* naglašavaju kako metode koje koriste jača otapala (DL, AL, CAL i dr.) obuhvaćaju veće rezerve hranjivih elemenata, čija stvarna raspoloživost za biljku ostaje nepoznata jer se koncentracija u vodenoj otopini često mijenja i promjene se ne mogu predvidjeti. Autori nadalje navode kako je nedostatak kemijskih metoda u tome što ekstrahirana količina pristupačnog kalija može pripadati teksturno lakom tlu bez pufernog djelovanja, ali i na teksturno težem tlu bogatom glinom s velikim pufernim kapacitetom odnosno rezervom hraniva.

Grimme (1982.) smatra kako konvencionalne kemijske ekstraktivne metode daju informacije samo o količini hraniva, dok EUF metoda daje podatke o količini kalija oslobođenoj u izvjesnom vremenskom razdoblju, što znači da se mjere i kvantitet i intenzitet hraniva, što izravno doprinosi preciznosti procjene plodnosti tla.

Ivanov (1984.) je utvrdio, uspoređujući razne metode analize tla za kalij, da su najslabiju učinkovitost u ekstrakciji izmjenjivog kalija pokazale DL i CAL metoda te da AL metoda ekstrahira gotovo sav izmjenjivi kalij.

Kuhlmann i Werkmann (1984.) zaključuju da ukupan K_{EUF} po veličini odgovara sadržaju kalija koji se ekstrahira s AA metodom.

Prema istraživanjima *Vukadinovića i sur. (1990.)* u kojima je EUF metoda uspoređena s AL metodom na tri tipa tla u Baranji, varijabilnost rezultata obje metode je podjednaka, a povezanost EUF rezultata i AL podataka bila je vrlo značajna za obje frakcije EUF-K. Autori su u istraživanju utvrdili vrlo značajnu korelacijsku vezu sadržaja K_{EUF1} i sadržaja kalija po AL metodi (r=0,93). Prema utvrđenoj jednadžbi regresije kvadratnog oblika, 100,0 mg/kg tla KEUF1 odgovara 202,9 mg K_2O /kg tla po Al metodi.

Orlovius (1987.) navodi da na srednje teškim tlima sa sadržajem čestica gline od 10 do 24 % optimalan sadržaj K_{EUF1} iznosi 80-170 mg/kg, što odgovara 150-360 mg K_2O/kg tla po CAL metodi.

Opskrbljenost tla kalijem s gledišta potrebe biljaka utvrđuje se na osnovi sadržaja lako pristupačnog kalija u tlu. Za određivanje kalija u tlu i njegovih oblika, kao i lako pristupačnog kalija, postoji velik broj metoda. One se međusobno razlikuju u ekstrakcijskom sredstvu, trajanju ekstrakcije te odnosu tla i ekstrakcijskog sredstva. Za biljke je lako pristupačni kalij onaj koji se nalazi u otopini tla i veći dio izmjenjivog kalija na adsorpcijskom kompleksu tla. U literaturi se navode različite vrijednosti sadržaja lako pristupačnog kalija za određene klase opskrbljenosti tla kalijem *(Manojlović, 1986., Wunderer i sur., 2003,. Lončarić, 2005. i Vukadinović i Vukadinović, 2011).*

Kastori i sur. (2013.) navode kako od ukupne količine kationa vezanih na adsorpcijskom kompleksu tla na kalij odlazi 4 do 5 %. Izmjenjiva količina kalija u tlu u prosjeku se kreće od 40 do 400 ppm, što je oko 2 % prosječnog kapaciteta adsorpcije. Između pojedinih frakcija kalija u tlu postoji stanje dinamičke ravnoteže koja se mijenja kada se promjeni količina jednog od oblika kalija:
K+ u otopini tla $\rightleftharpoons$ izmjenjivi K+ $\rightleftharpoons$ neizmjenjivi, teško pristupačni ili fiksirani K+.

Lako pristupačni ili izmjenjivi kalij čini od 1 do 2 %, a sporo izmjenjivi ili teško pristupačni kalij od 1 do 10 % ukupnog kalija te predstavlja glavni izvor kalija za biljke *Romheld i Kirkby (2010.).*

Bičanić i sur. (1998.) navode kako je razina kalija u tlima u istočnoj Hrvatskoj zadovoljavajuća, ali da se nedostatak K može uočiti na nekim glejnim tlima u dolini rijeke Save odnosno na području Županje, Slavonskog Broda te području Nove Gradiške. Autor navodi kako je neadekvatno ispitivanje tla (AL - metodom) rezultiralo zadovoljavajućim statusom K u tlu unatoč evidentnom nedostatku elementa za poljoprivredne kulture.

Kovačević (2002.) je na glinastim tlima Posavine uočio poremećaje razvoja kukuruza i soje koji su upućivali na probleme ishrane kalijem (K), a što je potvrđeno kemijskim analizama tla i biljke te poljskim pokusima. Istraživane količine apliciranog KCl u nekim su slučajevima bile i više od deset puta veće od standardne gnojidbe. Sljedećih godina praćeni su naknadni učinci gnojidbe, a cijela pokusna površina gnojena je standardno. Autor navodi kako je gnojidba kalijem značajno povećala prinose kukuruza i soje, no prinose

iznad 8 t/ha imalo je u tim uvjetima dva hibrida, što ukazuje na činjenicu da se pravilnim izborom hibrida mogu povećati prinosi kukuruza i bez melioracijske gnojidbe.

Dostupnost kalija biljci može biti privremeno smanjena i zbog procesa fiksacije koji nisu jednako izraženi na svim tlima. Kod minerala ilita i vermikulita fiksacija kalija moguća je u vlažnim i aridnim uvjetima *(Conradie i Saayman, 1989.).* Isti autori navode da količina kalija u biljci može biti smanjena i uslijed interakcija s drugim elementima, a to se prvenstveno odnosi na kalcij i magnezij. Nedostatci kalija vidljivi su najčešće početkom ljetnog perioda (*Christensen i sur., 1990.)* i češći su u suhim klimatima *(Pearson i Goheen, 1998.).*

Vukadinović i sur. (2006.) u laboratorijskim su uvjetima istraživali utjecaj fiksacijske sposobnosti tla na učinkovitost gnojidbe. Istraživanje je provedeno na šest hidromorfnih tala s područja istočne Hrvatske. Tlo je gnojeno s 450 do 4500 kg ha^{-1} K_2O. Gnojidba teških tala sa srednjim ili vrlo visokim dozama kalija pokazalo je da AL metoda ekstrakcije daje relativno visoke vrijednosti lako pristupačnog kalija (dva puta veća od NH_4OAc). Također, najveći relativni iznos kalija fiksiran je na nižim gnojidbenim dozama (oko 76 %), dok povećanjem gnojidbenih doza raste apsolutna, ali se smanjuje relativna fiksacija. Rezultati dobiveni analizom tla pokazuju vezu između visoke fiksacije kalija dodanog gnojidbom i količine gline u tlu, kao i s nižom razinom raspoloživog kalija prije gnojidbe. Autori nadalje navode kako teška tla imaju visoku sposobnost fiksacije (iznad 70-90%) i vrlo nisku desorpciju i zahtijevaju posebnu pažnju prilikom utvrđivanja gnojidbenih doza.

Kovačević i sur. (2002.) utvrdili su kako su fiksacija kalija i suficit magnezija glavni razlozi za pojavu simptoma nedostatka K u biljaka kukuruza, a posebno inbred linija, kada se uzgaja na glejnim tlima Istočne Hrvatske. Utvrđeni stupanj otpornosti pojedinih samooplodnih linija prema stresu u tlu (standardna gnojidba) bio je različit. Tako je prinos zrna, ovisno o samooplodnoj liniji, varirao od 0,73 do 1,85 t/ha, polijeganje stabljike od 3 % do 51 %, dok je sastav lista ispod klipa (mg/100 g suhe tvari) bio u sljedećim rasponima: od 414 do 621 K, od 951 do 1458 Mg i od 751 do 1335 Ca. Analogne vrijednosti za tretman melioracijske gnojidbe kalijem bile su sljedeće: od 1,97 do 3,42 t/ha (prinos), od 3 do 24 % (polijeganje), od 1074 do 1907 K, od 442 do 1049 Mg i od 659 do 1203 Ca.

Općenito, slaba veza ustanovljena je između sastava lista i stupnja otpornosti samooplodnih linija prema stresu u tlu izazvana fiksacijom kalija.

Prema istraživanjima *Jakovljević i Radulović (1990.)* fiksacija kalija kretala se u rasponu od 30 do 50 % od unesene količine K_2O, na što je najviše utjecao sadržaj gline u tlu. Autori navode kako je intenzivna gnojidba utjecala na povećanje sadržaja pristupačnog kalija, ali nije dovela do znatnijeg smanjivanja fiksacijske sposobnosti tla za kalij.

Nielsen (1972.) napominje kako se od ukupne aplicirane količine kalija u površinskom horizontu fiksira najviše 20 do 30 %, dok je količina fiksiranog kalija u odnosu na apliciranu količinu znatno veća u dubljim horizontima i iznosi 50 do 80 %.

Mengel i Kirkby (2001.) navode kako je značaj fiksacije kalija s gledišta smanjenja pristupačnosti kalija za biljke u kiselim tlima (pH < 4,5) manji nego na karbonatnim tlima.

Fiksirani kalij postupno se oslobađa i prelazi u izmjenjivi oblik, koji je pristupačan biljkama.Važnu ulogu u procesima defiksacije kalija ima pH vrijednost tla jer pri visokoj koncentraciji vodikovih iona (jako kisela tla pH < 3,5) otpuštanje iona kalija dva je puta veće nego pri reakciji tla od 4,5 do 9 pH jedinica *(Kastori i sur., 2013.).*

Istraživanja *Pantović (1962.)* pokazala su da kod černozema, smonice (vertisola), eutričnog smeđeg tla i pseudogleja ne postoji visoka korelacija između fiksacije kalija i sadržaja gline. Navedeni tipovi tla pokazuju visoku sposobnost za mobilizaciju prirodnih neizmjenjivih odnosno teško pristupačnih rezervi kalija. Najveća mobilizacija teško pristupačnih oblika kalija je kod smonice, zatim dolazi eutrično smeđe tlo te zatim černozem i pseudoglej. Prema navedenom autoru najveća je fiksacija kalija utvrđena u ritskoj crnici i smonici, nešto manja u eutričnom smeđem tlu, a najmanja u pseudogleju.

Prema ispitivanjima Rajkovića *(Kastori i sur., 2013.)* u smonici, černozemu, eutričnom smeđem tlu i pseudogleju najveći dio od ukupnog kalija u tlu (70-90 %) nalazi se u rešetkama primarnih kalijevih minerala i glinenih minerala. Na drugom mjestu dolazi kalij fiksiran u međulamelarnim prostorima glinenih minerala, koji predstavlja mobilnu rezervu kalija, tj. dio teško pristupačnog kalija (izdvojen vrelom HNO_3), te se nalazi u znatnim i u

relativno izjednačenim količinama u černozemu, smonici i eutričnom smeđem tlu, dok ga u pseudogleju ima znatno manje. Lako pristupačni kalij također se u najvećoj količini nalazi u smonici, zatim u černozemu i eutričnom smeđem tlu te najmanje u pseudogleju. Isti autor nadalje navodi kako relativna fiksacijska sposobnost ispitivanih tala znatno varira, ali također varira i u istom tipu s raznih lokaliteta. Navedenu fiksacijsku sposobnost u najvećoj mjeri ima smonica, zatim černozem i eutrično smeđe tlo, dok pseudoglej ima znatno manju sposobnost fiksacije kalija.

Janković (1976.) je istraživao sadržaj pojedinih oblika kalija u različitim tipovima tala. Utvrđen je sadržaj ukupnog kalija u tlima kako slijedi: černozem 2924 mg K/kg, ritska crnica 3945 mg K/kg, eutrično smeđe tlo 3176 mg K/kg te pseudoglej 2441 mg K/kg, dok je utvrđeni sadržaj lako pristupačnog kalija u černozemu 175 mg K/kg, ritskoj crnici 234 mg K/kg, eutričnom smeđem tlu 130 mg K/kg te u pseugogleju 97 mg K/kg. Na osnovi rezultata autor je zaključo kako se istraživani tipovi tala razlikuju kako po ukupnom sadržaju kalija tako i po pojedinim njegovim oblicima.

Lončarić i sur. (2011.) proučavajući bilancu gnojidbe u ratarskoj proizvodnji na površinama Belje d.d. navode kako će negativna bilanca kalija rezultirati smanjenjem prosječne raspoloživosti kalija s početnih 22,9 na 20,8 mg K_2O 100 g^{-1},ali je vrlo značajna procjena povećanja jako siromašnih i dobro opskrbljenih površina uz smanjenje površina ekstremno bogatih, bogatih i siromašnih kalijem.

Bilanciranje hraniva u tlu potaklo je broje autore na izradu kalkulatora za proračun gnojidbe te modela za predviđanje količine hraniva u tlu na osnovi poznatih parametara.

Kalkulatori se koriste za proračun gnojidbe usjeva na temelju rezultata AL metode, pH vrijednosti tla i humusa, a rezultat proračuna je potrebna količina hraniva za planirani prinos umanjena za količinu bioraspoloživih hraniva iz procesa mineralizacije organskog gnojiva, žetvenih ostataka i aktivnog dijela organske tvari u tlu te preračunata u gnojidbenu dozu *(Vukadinović i Lončarić, 1998.)*.

Značajan iskorak u proračunu gnojidbenih preporuka predstavlja uporaba kompjutora jer se počinju integrirati različiti modeli (empirijski, regresijski) kojima se povezuje značajan

broj agrokemijskih i pedoloških svojstava tla i njihov utjecaj na ostvarivanje prinosa, a samim time i na preporuku gnojidbe. Takav regresijsko-empirijski model za utvrđivanje preporuka u gnojidbi povrća, uključujući i kupus, kreirali su *Vukadinović, i sur. (2000.).* Autori su u izradu preporuka za gnojidbu inkorporirali izbor načina proizvodnje i ciljni prinos te agrokemijske pokazatelje opskrbljenosti tla hranivima (pH, humus, AL-fosfor i AL-kalij, Nmin), zatim vrijeme zaoravanja i količinu organskog gnojiva kao i teksturu tla.

Potencijal fosfora pP i potencijal kalija pK usko su povezani sa statusom fosfora i kalija u tlu i time bitno utječu na konačan rezultat gnojidbene preporuke *(Teklić, 1996.).*

Miller i sur. (1997.) naveli su kako suvremeni kalkulatori za proračun gnojidbe koriste ulazne podatke kako bi uskladili potrebe biljke za pojedinim hranivima i ekonomsku isplativost poljoprivredne proizvodnje pa su ponekad preporučene doze gnojiva niže od onih koje sugerira pojedina kemijska metoda, ali još uvijek osiguravaju dostatni prinos i jamče financijsku dobit.

Preporuke gnojidbe dobivene različitim modelima međusobno se razlikuju, ali se ti modeli razlikuju i po opsegu ulaznih podataka koji su potrebni za njihovo funkcioniranje, pa su zbog toga modeli međusobno komparabilni (*Lončarić i sur., 2005.).*

Popović (2009.) navodi kako se odstupanja modelom predviđenih vrijednosti od analitički utvrđenih smanjuje prvenstveno podjelom tala u različite grupe kiselosti, ali i uvođenjem dopunskih svojstava tla. Autorica nadalje navodi kako su validacije dokazale sve međuovisnosti utvrđene u osnovnom setu uzoraka te potvrdile navedene preciznosti modela.

Karalić i sur. (2008.) navode, proučavajući specifičnosti modela za utvrđivanje preporuka kalcizacije, kako se polazni model temelji na hidrolitičkoj kiselosti i laboratorijski utvrđenoj vrijednosti KIK-a. Autori ističu kako je u slučaju kada je za preporuku kalcizacije potrebna vrijednost KIK-a, a podatak nije dostupan, moguće koristiti model za preporuku kalcizacije na temelju proračunate vrijednosti KIK-a. Navedeni je model vrlo malih odstupanja (greške) u ekstremno kiselim tlima (pH < 4), međutim za uzorke tla manje kiselosti (pH > 4) utvrđena su visoka odstupanja od polaznog modela uslijed različite točnosti izračuna KIK-a u ekstremno kiselom i kiselom tlu.

1.2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Provedeno istraživanje usmjereno je na problematiku statusa kalija u različitim poljoprivrednim tlima Istočne Hrvatske te je cilj istraživanja:

- usporediti metode ekstrakcije lako pristupačnog kalija iz tla s AL-metodom kao najraširenijom metodom u Republici Hrvatskoj
- odrediti utjecaj tipa tla na pogodnost metode za analizu lako pristupačnog kalija u tlu
- odrediti utjecaj tipa tla i fizikalno-kemijskih svojstava na fiksaciju kalija
- izraditi kompjutorski model procjene fiksacije kalija u različitim tlima

Osnovne hipoteze istraživanja su:

- tip tla utječe na raspoloživost i dinamiku kalija u tlu
- količine izmjenjivog kalija koje se ekstrahiraju iz tla različitim kemijskim metodama međusobno su usporedive
- tip tla i određeni opseg rezultata fizikalno-kemijskih svojstava tla dostatni su za procjenu fiksacije kalija u tlu

2. MATERIJAL I METODE RADA

2.1. TERENSKA ISTRAŽIVANJA

Terenska istraživanja *(JDPZ, 1967.)* obuhvatila su prostor Istočne Hrvatske (Slika 3.). Istočna Hrvatska kao zemljopisni pojam prema *Bašić i sur, (2001.)* obuhvaća istočni kontinentalni dio teritorija i najizrazitija je nizinska regija. Teritorijalnim ustrojstvom RH *(DZZS, 2014.)* ovaj prostor obuhvaća pet županija (Vukovarsko-srijemska, Osječko-baranjska, Požeško-slavonska, Brodsko-posavska i Virovitičko-podravska) ukupne površine 12 442 km^2 ili oko 22 % državnog teritorija (Tablica 2.1.). U makrozemljopisnom smislu ovaj je kraj dio velike zemljopisne cjeline jugoistočne i srednje Europe. Istočna hrvatska ravnica dio je velike međugorske podoline, oblikovane između Karpata, Dinarida i Alpa, odnosno dio je Panonske nizine.



Slika 3. Istraživano područje *(Izvor:autor)*

Tablica 2.1. Pregled površina županija Izvor*: DZZS (2014.)*

Županija	Površina (km^2)	Udio u površini RH (%)
Požeško-slavonska	1 823	3,22
Brodsko-posavska	2 030	3,59
Osječko-baranjska	4 155	7,34
Vukovarsko-srijemska	2 454	4,34
Virovitičko-podravska	2 024	3,58
Ukupno	12 486	22,07

Na istraživanom području uzorkovan je oranični sloj tla do dubine od 30 cm, uz utvrđivanje pedogenskih horizonata pomoću sondažnog izvatka tla za svaki pojedinačni uzorak. Sondiranje tla obavljeno je Edelmanovim svrdlom do dubine matičnoga supstrata ili do razine podzemne vode. Sukcesivnim slaganjem sondažnih izvadaka tla uočen je broj i redoslijed genetskih horizonata, koji služe za determinaciju tipa tla na određenom lokalitetu. Svaki pojedini sondažni izvadak tla (Slika 4.) detaljno je opisan u pripremljeni

obrazac *(JDPZ, 1967.)* tako da je svakom izvatku tla pridružen određeni broj, upisane su točne koordinate te datum sondiranja. Zatim su detaljno opisana ekto i endomorfološka svojstava tla *(JDPZ, 1967.)* za pripadajuću lokaciju odnosno uzorak tla. Svaki determinirani horizont opisan je dubinom na kojoj se javlja, bojom, teksturom, strukturom te prisustvom kalcijeva karbonata ($CaCO_3$) i pedodinamskih novotvorevina (R_2O_3). Također, svaki pojedinačni uzorak tla je klasificiran *(Škorić, 1973.)* što uključuje pravilno imenovanje horizonata pedološkog profila te određivanje odjela, klase, tipa i podtipa tla**.**

Klasifikacija tla *(Škorić i sur., 1985.)* je genetska te služi kao osnova za proizvodno-ekološku ocjenu tala. Bazirana je na svojstvima tala koja su morfološki vidljiva ili lako mjerljiva. Prema Gračaninu, tip tla je osnovna jedinica klasifikacije *(Mesić i sur., 2008.),* a određen je jednotipskom građom profila (karakterističnim slijedom horizonata), jednotipskim osnovnim procesima transformacije i migracije organske i mineralne tvari i kvalitativno sličnim fizikalnim i kemijskim karakteristikama pojedinih horizonata. Različiti tipovi tala s analognim razvojnim stadijima okupljeni se u više jedinice (klase), a različite klase jednakog karaktera vlaženja i sastava vode kojom se tlo navlažuje okupljene su u najviše jedinice klasifikacije ili odjele (automorfna, hidromorfna, halomorfna i subakvalna tla). Podjela tipova tala u niže jedinice (podtipovi, varijeteti, forme) određena je onim svojstvima koja uzrokuju varijabilnost pojedinih tipova tala. Uzorkovano je ukupno 165 lokaliteta na kojima su uzeti uzorci iz oraničnog horizonta. Broj uzoraka ovisno o tipu tla prikazan je u tablici 2.2.

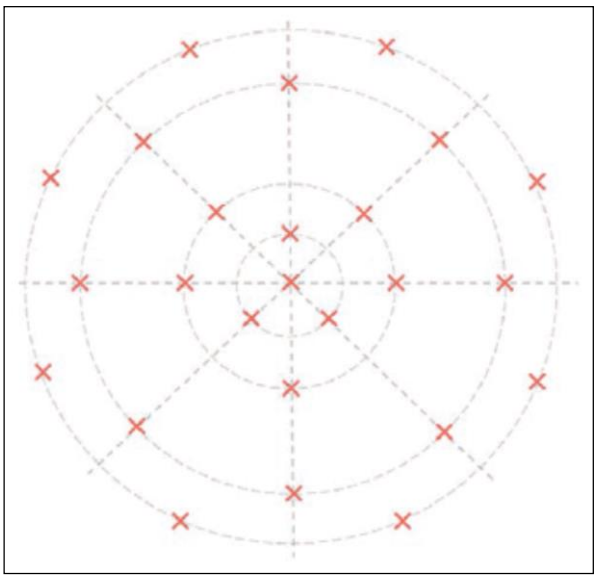
Tablica 2.2. Klasifikacija istraživanih tala, broj uzoraka oraničnog horizonta i brojevi profila za svaku sistematsku jedinicu

Odjel	**Klasa**	**Tip**	**Podtip/Varijetet**	**Broj uzoraka**	**Profil broj**
Automorfna	Kambična	Eutrično smeđe	-	20	1, 2
	Eluvijalno -iluvijalna	Lesivirano	Lesivirano tipično	20	3, 4
			Lesivirano pseudoglejno	20	5, 6
Hidromorfna	Pseudoglejna	Pseudoglej	-	15	7, 8
	Nerazvijena	Aluvij	-	20	9, 10
	Glejna	Pseudoglej glej	-	15	11, 12
		Ritska crnica	-	15	13, 14
		Močvarno glejna	Hipoglej	20	15, 16
			Amfiglej	20	17, 18
			Ukupno:	**165**	**18**

Kontrolno kružno uzorkovanje *(Lončarić i sur., 2014.)* koristilo se za pripremu prosječnoga uzorka s odabranih površina. Svaki prosječni uzorak tla težio je 4 do 5 kg i sačinjen je od dobro izmiješanih pojedinačnih uzoraka ravnomjerno uzetih s proizvodne površine Edelmanovim svrdlom do dubine 30 cm. U okviru kruga (Slika 5.) promjera 30 m (površina je kruga 707 m^2) čije je središte geodetski određeno i fiksirano uzeto je ukupno 20 do 25 poduzoraka, tj, pojedinačnih uzoraka tako da se od središta kruga povećavanjem radijusa u svakom idućem prstenu uzima sve više uzoraka, do 8 poduzoraka u vanjskom prstenu. Na navedeni način prikupljeni uzorci su označeni, dopremljeni u laboratorij, očišćeni od primjesa, osušeni na sobnoj temperaturi, usitnjeni mlinom za tlo i prosijani kroz sito promjera 2 mm *(Lončarić i sur., 2014.)*.



Slika 4. Sondažni izvadak tla *(Izvor:autor)*



Slika 5. Kontrolno kružno uzorkovanje tla *(Lončarić i sur., 2014.)*

Nakon uzorkovanja oraničnih horizonata odabranih tipova tala na istraživanom području, pristupilo se otvaranju pedoloških profila *(JDPZ, 1967.)*. Za svaki tip odnosno podtip tla (Tablica 2.2.) otvorena su dva pedološka profila (ukupno 18 profila) te su iz determiniranih horizonata uzeti uzorci u narušenom i nenarušenom stanju za potrebe standardnih, komparativnih kemijskih i fizikalnih analiza. Uzorci u narušenom stanju uzimani su tako

da predstavljaju čitavu debljinu horizonta, bez da prelaze njegovu granicu. Uzorkovanje je obavljeno od najnižega horizonta u profilu kako bi se izbjegla kontaminacija nižih horizonata uslijed uzimanja uzoraka iz horizonata bližih površini.

Uzorci tla u nenarušenom stanju poznatoga volumena (Slika 6.) uzimani su u svrhu ispitivanja fizikalnih svojstava tla. Za uzimanje uzorka tla služili su metalni valjci zapremine 100 cm^3. Uzorci su uzimani utiskivanjem valjaka okomito u prethodno iskopanu stepenicu *(Lončarić i sur., 2014.)* u visini horizonta na licu profila. Uzorkovanje je u ovom slučaju započeto od najvišega horizonta, a za jedan prosječni rezultat uzeta su najmanje tri cilindra iz pojedinog horizonta. Visina stepenice određena je tako da valjci nakon utiskivanja obuhvate središnji dio ispitivanoga horizonta.



Slika 6. Uzorkovanje tla u prirodnom nenarušenom stanju u cilindre Kopecki (Izvor: *autor prema Lončarić i sur., 2014.)*

Pedološki profili *(JDPZ, 1967.)* služili su za detaljna ispitivanja endomorfoloških te fizikalno kemijskih svojstava pojedinih tipova tala kao i za uzimanje uzoraka za laboratorijska istraživanja iz svih genetskih horizonata tla. Pedološki profili otvarani su na lokalitetima na kojima smo prethodno sondiranjem utvrdili da najbolje odgovaraju prosječnim svojstvima pojedinog tipa odnosno podtipa tla. Profili su otvoreni do dubine matičnoga supstrata, odnosno do dubine djelovanja pedogenetskih procesa.

Čeona strana profila *(Lončarić i sur., 2014.)* okrenuta je izravnom sunčevom osvjetljenju kako bi se profil mogao pravilno opisati i fotografirati. Tijekom rada izbjegnuto je svako nepotrebno gaženje tla iznad čeone strane profila kako bi se što bolje sačuvao prirodni izgled površine i prizemne vegetacije te kako ne bi došlo do zbijanja tla i narušavanja prirodno uspostavljene ravnoteže između pojedinih faza tla.

2.2. LABORATORIJSKA ISTRAŽIVANJA

Na uzorcima tala uzetih s poljoprivrednih površina na dubini od 0 do 30 cm (n=165) kao i na uzorcima iz genskih horizonata profila u svrhu determinacije tipa tla (n=64) provedene su laboratorijske analize osnovnih kemijskih svojstava tla: pH tla *(HRN ISO10390:2005.)*, sadržaj humusa u tlu *(HRN ISO14235:1994)*, koncentracija AL-pristupačnog fosfora i kalija *(Egner i sur., 1960.);* te ovisno o rezultatima supstitucijske kiselosti određivanje sadržaja karbonata u tlu *(HRN ISO10693:2004)*, odnosno hidrolitske kiselosti.

Na uzorcima tla uzetih iz oraničnog horizonta (n=165) provedena su dodatna laboratorijska istraživanja. Tako je za ekstrakciju ukupnog kalija u tlu korištena mikrovalna tehnika gdje je tlo u potpunosti razoreno zlatotopkom *(HRN ISO11466:2004)* te su zatim količine ukupnog kalija izmjerene koristeći atomski absorpcijski spektrofotometar (AAS) (PerkinElmer Aanalyst 200). Također, provedeno je i šest različitih usporednih ekstrakcijskih metoda za utvrđivanje biljci pristupačnih količina kalija: AL *(Egner i sur., 1960)*, AA *(Schollenberger i Simon, 1945.)*, AAEDTA *(Lakenen i Ervio, 1971.)*, BRAY *(Benton, 2001.)*, $BaCl_2$ *(HRN ISO11260:2005.)* i EUF *(Nemeth, 1976.)*. Na uzorcima tla iz genskih horizonata profila (n=64), osim osnovnih agrokemijskih analiza, provedene su dodatne fizikalne analize svojstava i to sadržaj higroskopne vlage tla, stabilnost mikrostrukturnih agregata tla, volumna gustoća tla, gustoća čvrste faze tla, retencijski kapacitet tla za vodu, poroznost tla i retencijski kapacitet tla za zrak prema *Škorić (1982.)* te teksturni sastav tla određen ISO metodom *(HRN ISO 11277:2004)*.

2.2.1. Osnovne kemijske analize uzoraka tla

2.2.1.1. Određivanje pH reakcije tla

Reakcija tla, izražena kao pH vrijednost, pokazatelj je niza agrokemijskih svojstava tla važnih za ishranu bilja. Jedinica pH vrijednosti predstavlja negativan logaritam aktiviteta H^+ iona te kao jedno od temeljnih svojstava tla kontrolira kemijska, biološka i fizikalna svojstva tla *(Vukadinović i Lončarić, 1998.)*. pH vrijednost uzoraka tla određena je elektrometrijski pH metrom *(HRN ISO10390:2000.)* u suspenziji tla u omjeru 1:2,5 s destiliranom vodom (aktualna kiselost) i u 1 M KCl (supstitucijska ili izmjenjiva kiselost) na pH metru Metrel MA 5750. Za interpretaciju rezultata supstitucijske kiselosti korištene su granične vrijednosti prema *Škorić (1982.)* prikazane u tablici 2.3.

Tablica 2.3. Granične vrijednosti supstitucijske kiselosti u tlu *(Škorić, 1982.)*

Interpretacija	Rezultat
jako kisela	< 4,5
kisela	4,5–5,5
slabo kisela	5,5–6,5
neutralna	6,5–7,2
alkalna	> 7,2

2.2.1.2. 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 2.4.

Tablica 2.4. Granične vrijednosti sadržaja organske tvari u tlu *(Škorić, 1982.)*

Interpretacija	Rezultat (%)
vrlo slabo humozno	< 1
slabo humozno	1–3
dosta humozno	3–5
jako humozno	5–10
vrlo jako humozno	> 10

2.2.1.3. Određivanje biljci pristpačnog fosfora AL metodom

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 *(Egner i sur., 1960)* ekstrakcijom tla s amonij laktatom (pH vrijednost ekstraktanta 3,75). Na tehničkoj vagi odvagano je 5 g zrakosuhog tla u plastičnu bocu za izmućkavanje. Potom su odvagani uzorci tla preliveni sa 100 ml AL-otopine. Uzorci su mućkani na rotacijskoj mućkalici 2 sata te profiltrirani. Nakon ekstrakcije koncentracija fosfora u ekstraktu određena je plavom metodom na način da je od bistrog filtrata tla odpipetirano 10 ml u odmjernu tikvicu od 100 ml, dodano je 9 ml 4 moldm^{-3} H_2SO_4 (213,2 ml konc. H_2SO_4 /1000 ml) i dopunjeno destiliranom vodom do pola tikvice. Tikvice su zatim zagrijavane na vodenoj kupelji te je dodano 10 ml 1,44 %-tnog amonij molibdata (1,44 g/100 ml) i 2 ml 2,5 %-tne askorbinske kiseline (2,5 g/100 ml). Tikvice su držane još pola sata na vodenoj kupelji radi razvijanja kompleksa plave boje. Paralelno je proveden isti postupak pripreme serije standardnih otopina, ali je umjesto filtrata u odmjerne tikvice pipetirano po 10 ml radnog standarda. Tako priređeni standardi odgovaraju količini od 0, 10, 20, 30, 40, 50 i 80 mg

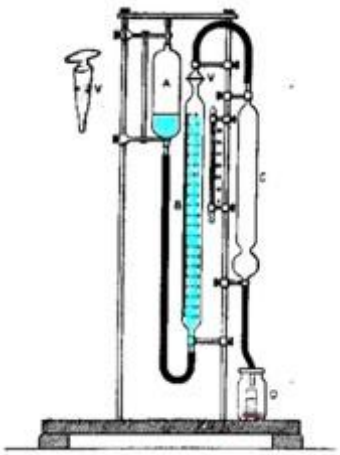
P_2O_5 100 g^{-1} tla. Ohlađene tikvice nadopunjene su do oznake destiliranom vodom. Serija standarda i uzorci mjereni su spekrtofotometrijskom tehnikom (Varian Carry 50) na 680 nm. Standardi korišteni za kalibraciju spektrofotometra služe da se pomoću softwera WinLAB izračunava količinu fosfora u uzorcima tla, a izražavaju se kao mg P_2O_5 100 g^{-1}. Za interpretaciju rezultata pristupačnog fosfora korištene su granične vrijednosti prema *Lončarić (2005.)* prikazane u tablici 2.5.

Tablica 2.5. Granične vrijednosti sadržaja fosfora (P_2O_5) u tlu određene AL metodom *(Vukadinović i Lončarić 1998., Lončarić, 2005.)*

Interpretacija	Rezultat (mg 100 g^{-1} tla)	
	pH > 6	pH < 6
vrlo niska	< 10	<6
niska	10-15	7-10
dobra	16-25	11-16
visoka	26-35	17-25
vrlo visoka	> 35	> 25

2.2.1.4. Određivanje sadržaja karbonata u tlu

Sadržaj karbonata u tlu određen je Scheiblerovim kalcimetrom (Slika 7.) 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_2 koji se iz karbonata tla razvija djelovanjem 10 %-tne HCl (klorovodične kiseline).



Slika 7. Scheiblerov kalcimetar *(Lončarić, 2005.)*

Očitan je volumen razvijenog CO_2 na skali graduirane cijevi te je količina $CaCO_3$ izračunata formulom:

$$\% CaCO_3 = (ml\ CO_2 * F * 2{,}274 * 100) / mg\ tla$$

Za preračunavanje CO_2 u $CaCO_3$ u prethodnoj jednadžbi koristi se faktor 2,274, a faktor F je težina 1 ml CO_2 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 (1982.)* prikazane u tablici 2.6.

Tablica 2.6. Granične vrijednosti sadržaja karbonata u tlu *(Škorić, 1982.)*

Interpretacija	Rezultat (%)
slabo karbonatna	< 8
srednje karbonatna	8-25
jako karbonatna	> 25

2.2.1.5. Određivanje hidrolitske kiselosti tla

Hidrolitska kiselost u tlu određena je u svim istraživanim uzorcima čije vrijednosti supstitucijske kiselosti (pH 1M KCl) ne prelaze 5,5 pH jedinica. Hidrolitska kiselost kao ukupna potencijalna kiselost tla određena je ekstrakcijom 20 g tla sa 50 ml 1 M natrijevim acetatom kao alkalnom hidrolitičkom soli pri čemu dolazi do zamjene kiselih H^+ i Al_3^+ iona adsorpcijskog kompleksa tla s alkalnim ionom Na^+ iz acetata *(ISO 10693, 1994.).* U navedenoj reakciji nastaje octena kiselina, pri čemu je količina kiseline ekvivalentna količini vodikovih iona na adsorpcijskom kompleksu tla te se utvrđuje titracijom odnosno neutralizacijom nastale kiseline 0,1 M natrijevim hidroksidom. Hidrolitska kiselost izražava se u cmol (+) kg^{-1} nezasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla alkalnim ionima. Vrijednost hidrolitičke kiselosti tla koristi se za izračunavanje kapaciteta adsorpcije kationa i stupnja zasićenosti tla alkalijama, te je osobito važna za određivanje potrebe u kalcizaciji.

2.2.1.6. Određivanje koncentracije baznih kationa u tlu

Koncentracija izmjenjivih kationa na adsorpcijskom kompleksu utvrđena je metodom ekstrakcije tla s 1 M amonijevim acetatom (AA) uz trostruko centrifugiranje tla *(Jones, 2001.).* Koncentracija navedenih alkalnih kationa Ca, Mg, K i Na dobivena je supstitucijom s NH_4^+ kationom iz otopine amonijevog acetata te se zatim određuje njihova koncentracija u otopini mjerenjem na atomskom adsorpcijskom spektrofotometru Perkin Elmer Analyst 200. Emisijskom tehnikom izmjerene su koncentracije K i Na na valnoj duljini 404,4 nm odnosno 589,0 nm, a koncentracije Ca i Mg apsorpcijskom tehnikom na valnoj duljini 422,7 nm odnosno 202,6 nm. Utvrđene koncentracije alkalnih kationa izražene su u mg kg^{-1} tla.

2.2.1.7. Određivanje kationskog izmjenjivačkog kapaciteta tla (KIK-a) barij klorid metodom

Brojne su metode predložene i koriste se za određivanje KIK-a tla, a mogu biti izravne i neizravne. Laboratoriji za ispitivanje tla obično ne koriste metode za izravno mjerenje KIK-a. Umjesto toga, koriste se ekstrakcijom tla amonijevim acetatom iz kojeg izračunom dobivaju rezultat KIK-a na temelju ekstrahiranih baznih kationa (Ca, Mg, K, Na) uz pribrajanje hidrolitske kiselosti. Barij klorid ($BaCl_2$) metoda *(HRN ISO11260:2005)* provedena je na sljedeći način: 2,5 g zrakosuhog uzorka tla preliveno je sa 30 ml 0,1 M otopine barij-klorida, mućkano na rotacijskoj mućkalici 1 sat, nakon čega se pristupilo centrifugiranju uzoraka tijekom 10 minuta. Supernatant je prenesen u odmjernu tikvicu od 100 ml te je postupak ponovljen još dva puta nakon čega su odmjerne tikvice nadopunjene do oznake. Ovim postupkom dobiven je ekstrakt koji služi za mjerenje pojedinačnih kationa u uzorcima. Ostatak tla u kivetama tretiran je s 30 ml otopine 0,0025 M otopine barij-klorida te je mućkan preko noći kako bi se isprali eventualno zaostali kationi na adsorpcijskom kompleksu. Dobiveni supernatant nakon centrifugiranja je odbačen. Preostalo tlo tretirano je s 30 ml 0,02 M magnezij sulfatom te je mućkano preko noći kako bi se prazna mjesta na adsorpcijskog kompleksu zasitila magnezijem. Dekantirani supernatant služio je za određivanje ostatka Mg koji se nije vezao na adsorpcijski kompleks iz čega je izračunata vrijednost KIK-a na način da se od koncentracije Mg u slijepoj probi (Mg_{sp}) oduzme koncentracija Mg u uzorcima (Mg_u) prema izrazu:

$$KIK = (Mg_{sp} - Mg_u) * 3000/m$$

Utvrđene vrijednosti KIK-a izražene su u cmol (+) kg^{-1}.

2.2.1.8. Određivanje stupnja zasićenosti tla bazama

Stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla bazama *(Lončarić, 2005.)* utvrđen je računski na osnovi vrijednosti hidrolitičke kiselosti tla (Hy) izražene u cmol (+) kg^{-1} tla te na osnovi veličine kationskog izmjenjivačkog kapaciteta (KIK) izraženog u cmol (+) kg^{-1} prema sljedećoj jednadžbi:

$$V\ \% = 100 – (Hy \times 100 / KIK)$$

2.2.1.9. Određivanje udjela K na KIK-u

Vrijednost udjela kalija na kationskom izmjenjivačkom kapacitetu *(Lončarić, 2005.)* određena je računskim putem na osnovi vrijednosti koncentracije kalija u tlu određenih barij klorid metodom (K_{BaCl2}) izraženih u mg 100 g^{-1} tla i veličine kationskog izmjenjivačkog kapaciteta tla (KIK) izraženog u cmol (+) kg^{-1} prema sljedećem odnosu:

$$K_{KIK}\,(\%) = ((\text{mg K } 100g^{-1} / 39{,}1) / \text{KIK cmol (+) } kg^{-1}) \times 100$$

2.2.2. Pedofizikalne analize

Higroskopicitet ili higroskopna vlaga tla predstavlja sposobnost tla da na površini svojih čestica kondenzira vodenu paru iz zraka. Postupak određivanja higroskopne vlage *(Škorić, 1965.)* izveden je termo gravimetrijskom metodom na način da su staklene posudice s brušenim poklopcem osušene na 105 ^{0}C do konstantne mase te je zabilježena njihova masa. Zatim je u njih odvagano 10 g zrakosuhog uzorka tla te su nakon toga uzorci stavljeni u električni sušionik, ali s koso položenim poklopcima na posudicama kako bi se omogućio nesmetan gubitak vlage iz uzorka tla. Sušenje se odvijalo na 105 ^{0}C u trajanju od 5 sati. Vrijednost higroskopne vlage izračunata je prema formuli:

$$Hy\ (\%\ mas.) = (b - c) / (c-a) \times 100$$

gdje je a masa staklene posudice s poklopcem, b masa staklene posudice s poklopcem i zrakosuhim uzorkom tla, a c masa staklene posudice s poklopcem i apsolutno suhim uzorkom tla.

Kvantitativni odnos pojedinih mehaničkih elemenata predstavlja teksturu odnosno granulometrijski ili mehanički sastav tla. Granulometrijskom analizom tla izdvajamo pojedine skupine (frakcije) mehaničkih elemenata. U istraživanju je primijenjena ISO metoda *(HRN ISO 11277:2004),* koja se zasniva dijelom na principu prosijavanja, a dijelom na principu sedimentacije u mirnoj vodi. Odvagano je 10 g zrakosuhog tla u plastičnu bocu od 500 ml i preliveno s 25 ml 0,4 n otopine $Na_4P_2O_7$ x 10 H_2O, promućkano i ostavljeno da stoji preko noći. Sljedeći dan dodano je 250 ml vode i mućkano 6 sati na rotacijskoj mućkalici. Nakon toga se pristupilo određivanju pojedinih frakcija.

Određivanje frakcije krupnog i sitnog pijeska

Suspenzija tla je nakon mućkanja kvantitativno prenešena u cilindar za sedimentaciju preko garniture sita s otvorima promjera 0,2 i 0,06 mm. Na sitima su ostale dobro isprane čestice pijeska, koje su zatim sa sita prenesene u porculansku zdjelicu, otparene su na

vodenoj kupelji, osušene u električnom sušioniku na 105 ^{o}C do konstantne mase i odvagane. Postotni udio čestica pijeska izračunavao se prema izrazu:

% krupnog pijeska (KP) = masa ostatka na situ (g) / masa aps.suhog tla (g) x 100

% sitnog pijeska (SP) = masa ostatka na situ (g) / masa aps.suhog tla (g) x 100

Određivanje frakcije praha i gline

Kada je suspenzija tla prenesena preko sita u cilindar za sedimentaciju, ostatak do 1000 ml dopunjen je destiliranom vodom. Zatim je cilindar zatvoren čepom i mućkan 1 minutu uvijek u istom smjeru, kako bi se postigla potpuna homogenizacija suspenzije, tako da se u svakih 10 ml suspenzije nalazi 1/100 uzorka odnosno 0,1 g. Potom je cilindar ostavljen da miruje uz skidanje čepa. Prema Stokesovom zakonu čestice ekvivalentnog promjera 20 μm (prah i glina) pri temperaturi od 20 °C put od 10 centimetara taloženjem pređu za 4 minute i 48 sekundi. Po isteku navedenog vremena pipetom je s dubine od 10 cm odpipetirano 10 ml suspenzije. Suspenzija iz pipete prenesena je u porculanski lončić, otparena na vodenoj kupelji, osušena u električnom sušioniku, ohlađena i odvagana. Frakcija praha i gline izračunata je prema izrazu:

% praha i gline (Pr+G) = (a – 0,0068) / 0,1 x 100

gdje je a masa čestica (g) u 10 ml suspenzije , a 0,0068g = masa $Na_4P_2O_7$ x 10 H_2O u 10 ml suspenzije.

Određivanje frakcije gline

Cilindar sa suspenzijom ostavljen je da miruje te se zatim se nakon 8 sati s dubine 10 cm (odnosno 4 sata s dubine 5 cm) pipetiralo 10 ml suspenzije koja je također otparena, osušena, ohlađena, odvagana te je izračunat sadržaj čestica gline prema izrazu:

% gline (G) = (a – 0,0068) / 0,1 x 100

gdje je a masa čestica (g) u 10 ml suspenzije ,0,0068g = masa $Na_4P_2O_7$ x 10 H_2O u 10 ml suspenzije.

Određivanje frakcije sitnog praha

Frakcija sitnog praha određena je tako da se od sadržaja (postotka) čestica gline i praha oduzeo sadržaj (postotak) čestica gline prema izrazu:

% sitnog praha (SPr) = % praha i gline - % gline

Određivanje frakcije krupnog praha

Udio čestica krupnog praha izračunat je tako da se od 100 % oduzme zbroj udjela ostalih čestica prema izrazu:

% krupnog praha (KPr) = 100 % – (% krupnog pijeska + % sitnog pijeska + % praha + % gline)

Interpretacija kvantitativnog udjela mehaničkih elemenata obavljena je na temelju američke klasifikacije teksture prema teksturnom trokutu *(Soil Survey Staff, 1951.)* prikazanom na Slici 8.



Slika 8. Teksturni trokut *((Soil Survey Staff, 1951.)*, prilagodio:*autor)*

Određivanje frakcije gline u H_20

Za potrebe određivanja stabilnosti mikrostrukturnih agregata određen je i sadržaj gline u uzorcima bez korištenja $Na_4P_2O_7$ x 10 H_2O kao dispergenta. Cilindar sa suspenzijom je također mućkan u trajanju od 1 minute nakon što se sitima izdvojio pijesak, a zatim se nakon 4 sata s dubine 5 cm pipetiralo 10 ml suspenzije, koja je zatim otparena, osušena, ohlađena i odvagana, nakon čega se pristupilo obračunavanju sadržaja čestica gline na prikazani način:

$$\% \text{ gline } (G_{H20}) = (a \ / \ 0{,}1) \times 100$$

gdje je a masa čestica (g) u 10 ml suspenzije.

Stabilnost mikrostrukturnih agregata tla predstavlja razliku u postotku glinastih čestica u prepariranom Fp ($Na_4P_2O_7$ x 10 H_2O) i neprepariranom Fnp (H_2O) uzorku tla, a izražava se indeksom stabilnosti (Ss) po Vageleru:

$$Ss\ (\%) = (Fp - Fnp) / Fp \times 100$$

Za interpretaciju rezultata stabilnosti mikrostrukturnih agregata tla korištene su granične vrijednosti prema *(Škorić, 1982.)* prikazane u Tablici 2.7.

Tablica 2.7. Granične vrijednosti stabilnosti mikrostrukturnih agregata tla *(Škorić, 1982.)*

Interpretacija	Rezultat
potpuno nestabilni	< 10
nestabilni	10-20
vrlo malo stabilni	20-30
malo stabilni	30-50
dosta stabilni	50-70
stabilni	70-90
vrlo stabilni	> 90

Volumna gustoća tla *(Škorić, 1982.)* je broj koji izražava odnos mase vode i istog volumena tla u prirodnom, nenarušenom stanju. Za određivanje volumne gustoće uzimamo uzorke tla u nenarušenom stanju u cilindre „Kopeckog“ poznatog volumena (najčešće 100 cm^3). Uzorci tla u nenarušenom stanju sušeni su na 105 ^0C do konstantne mase, ohlađeni u vakuum eksikatoru i odvagani. Od odvage je odbijena masu cilindra i mrežice kako bismo dobili masu apsolutno suhog uzorka tla (m_s) koju dijelimo s volumenom istog tla. Volumna gustoća tla izračunava se prema izrazu:

$$\rho_v\ (gcm^{-3}) = ms / V$$

Gustoća čvrste faze tla *(Škorić, 1982.)* je broj koji izražava odnos mase vode i istog volumena čvrste faze tla. Postupak je proveden na način da je u odmjernu tikvicu volumena 50 ml odvagano je 20 g zrakosuhog uzorka tla koje je računski prevodeno na apsolutno suho tlo na način da mu je oduzeta vrijednost higroskopne vlage. U odmjernu tikvicu s uzorkom dodavan je čisti ksilol iz graduirane birete uz povremeno mućkanje. Kada je odmjerna tikvica do oznake napunjena sa ksilolom, očitan je volumen ksilola preostalog u bireti, što predstavlja volumen tla (V). Gustoća čvrste faze tla ($\rho_č$) izračunata je dijeljenjem mase uzorka tla s njegovim volumenom prema izrazu:

$$\rho_č\ (gcm^{-3}) = ms / V$$

Pore u tlu *(Škorić, 1982.)* predstavljaju slobodne prostore između strukturnih agregata tla i unutar njih, ali i između mehaničkih elemenata kada su tla bestrukturna. Ukupni sadržaj pora u tlu ili ukupna poroznost tla je zbroj svih šupljina tla ispunjenih zrakom i vodom. Sadržaj pora dobiven je računskim putem koristeći vrijednosti volumne gustoće (ρ_v) i gustoće čvrste faze tla ($\rho_č$) prema sljedećem izrazu:

$$P = (1- (\rho v / \rho č)) \times 100$$

Za interpretaciju rezultata poroznosti tla korištene su granične vrijednosti prema *Gračanin (1947.)* prikazane u Tablici 2.8.

Tablica 2.8. Granične vrijednosti sadržaja pora u tlu *(Gračanin, 1947.)*

Interpretacija	Rezultat(% vol.)
vrlo porozna	> 60
porozna	60-45
malo porozna	45-30
vrlo malo porozna	< 30

Retencijski kapacitet tla za vodu *(Gračanin, 1947.)* predstavlja količinu vode koju tlo sadrži nakon 24 sata i nakon što je prethodno bilo maksimalno zasićeno vodom. Određuje se u laboratoriju pomoću uzoraka tla u nenarušenom stanju uzetim u cilindre Kopeckog poznatog volumena (najčešće 100 cm^3). Postupak je izvođen na način da se cilindar s tlom i donjom mrežicom stavljao na postolje obavijeno filter papirom čiji su krajevi uronjeni u vodu. Voda se ascedentno kreće preko filter papira i postepeno vlaži uzorak. Kada se ovlažila površina, uzorci su stavljeni na suhi fiter papir pod stakleno zvono na 30 minuta dok se nije odstranila suvišna voda s mrežice. U tom trenutku je uzorak zasićen do retencijskog kapaciteta tla za vodu, odnosno mikropore su zasićene vodom, a makropore zrakom. Uzorak je potom odvagan, a od odvage je odbijena masa metalnog cilindra i mrežice da bismo izračunali masu vlažnog uzorka tla (m_{av}) u gramima. Nakon toga uzorak je osušen u električnom sušioniku na 105 ^{0}C do konstantne mase, ohlađen u vakuum eksikatoru i ponovno odvagan. Od odvage je također odbijena masa cilindra i mrežice i izračunata masa apsolutno suhog uzorka tla (m_s). Retencijski kapacitet tla za vodu izračunat je pomoću izraza:

$$Kv (\% \text{ vol. }) = (m_{av} – m_s) / V \times 100$$

Za interpretaciju rezultata retencijskog kapaciteta tla za vodu korištene su granične vrijednosti prema *Škorić (1982.)* prikazane u Tablici 2.9.

Tablica 2.9. Granične vrijednosti retencijskog kapaciteta tla za vodu *(Škorić, 1982.)*

Interpretacija	Rezultat (%vol)
vrlo mali	< 25
mali	25-35
srednji	35-45
veliki	45-60
vrlo veliki	> 60

Kapacitet tla za zrak *(Škorić, 1982.)* je sadržaj zraka u tlu kad je ono zasićeno do retencijskog kapaciteta tla za vodu, što znači da su makropore ispunjene zrakom, a mikropore vodom.

Kapacitet tla za zrak određen je računskim putem pomoću izraza:

$$Kz = P - Kv \text{ (\% vol.)}$$

Za interpretaciju rezultata retencijskog kapaciteta tla za zrak korištene su granične vrijednosti prikazane u Tablici 2.10.

Tablica 10. Granične vrijednosti retencijskog kapaciteta tla za zrak *(Škorić, 1982.)*

Interpretacija	Rezultat (% vol)
vrlo mali	< 4
mali	4-8
srednji	8-12
veliki	12-16
vrlo veliki	> 16

Gustoća pakiranja čestica (Gp) služi za procjenu zbijenost tla, a izračunata je iz postotnog udjela čestica gline i volumne gustoće tla prema izrazu:

$$Gp\ (g/cm^3) = \rho_v + 0{,}009 \times \%\ \text{gline}$$

Za interpretaciju rezultata gustoće pakiranja korištene su granične vrijednosti prema *Škorić (1991.)* prikazane u Tablici 2.11.

Tablica 2.11. Granične vrijednosti gustoće pakiranja tla *(Škorić, 1991.)*

Interpretacija	Rezultat (% vol)
slabo zbijeno tlo	< 1,4
srednje zbijeno tlo	1,4-1,75
jako zbijeno tlo	> 1,75

2.2.3. Ukupni kalij u tlu

Ukupni kaliju (K_{UK}) tlu utvrđen je razaranjem uzoraka tla zlatotopkom prema ISO metodi *(HRN ISO11466:2004).* U kivete za razaranje odvagan je 1 g tla i preliven s 12 ml zlatotopke (smjesa konc. HCl i konc. HNO_3 u omjeru 1:3) te je pripremljeni uzorak prenesen u mikrovalnu peć CEM Mars 6 (Slika 9.) na digestiju u trajanju od 45 minuta. Ekstrhirani (razoreni) uzorci zatim su ohlađeni i kvantitativno preneseni u odmjerne tikvice od 50 ml te nadopunjeni dejoniziranom vodom. Koncentracija ukupnog kalija određena je emisijskom tehnikom na valnoj duljini 404,4 nm, a rezultati su izraženi kao mg K kg^{-1}.

2.2.4. Teško pristupačni kalij u tlu (fiksirani)

Fiksirani ili teško pristupačni kalij u tlu (K_{FIKS}) utvrđen je modificiranom ekstrakcijom tla s vrelom dušičnom kiselinom (HNO_3) prema *Prattu i Morseu (1954.).* Metoda je provedena na način da je 2,5 g tla odvagano u kivete za razaranje na bloku, uzorci su preliveni s 25 ml 1 M HNO_3^- te su tako pripremljeni uzorci stavljeni u zagrijani blok za razaranje KjelDigester K-437 (Slika 9.) (u originalnoj metodi uzorci su zagrijavani u uljnoj kupelji) na temperaturu od 113 °C u vremenu od 30 minuta. Istekom vremena supernatant je profiltriran u odmjerne tikvice od 100 ml, kivete za razaranje su višestruko (3 puta) ispirane s 15 ml 0,1 M HNO_3^- te su odmjerne tikvice nadopunjene do oznake s 0,1 M HNO_3^- nakon što se ekstrakt ohladio na sobnu temperaturu. Koncentracija kalija izmjerena je emisijom pomoću atomskog apsorpcijskog spektrofotometra (AAS) u ekstraktu tla, a utvrđene koncentracije kalija izražene su u mg K kg^{-1} tla.

2.2.5. Kalij uklopljen u kristalnu rešetku minerala

Sadržaj kalija uklopljenog u kristalnu rešetku minerala (K_{MIN}) izračunat je na temelju razlike ukupnog kalija (K_{UK}) u tlu utvrđenog razaranjem uzoraka tla zlatotopkom i sadržaja teško pristupačnog kalija u tlu (K_{FIKS}) utvrđenog HNO_3 metodom (poglavlje 2.2.4.) prema izrazu:

$$K_{MIN}\,(\text{mg K kg}^{-1}) = K_{UK}\,(\text{mg K kg}^{-1}) - K_{FIKS}\,(\text{mg K kg}^{-1})$$



Slika 9. Mikrovalna Mars 6 i blok za razaranje KjelDigester K-437
(izvor: http://www.cem.com, http://www.buchi.com)

2.2.6. Usporedne metode za određivanje lako pristupačnog kalija u tlu

2.2.6.1. Određivanje lako pristupačnog kalija u tlu AL metodom

Lako pristupačni kalij u tlu određen je AL metodom (K_{AL}) prema Egner-Riehm-Domingu *(Egner i sur., 1960.)* ekstrakcijom tla s amonij laktatom pH vrijednosti 3,75 (kao i pristupačni fosfor). Lako pristupačne količine kalija utvrđene su izravno iz ekstrakta tla emisijskom tehnikom i rezultati su izraženi u mg K_2O/100 g tla. Vrijednosti lako pristupačnog kalija dobivene AL metodom izražene su i kao mg K kg^{-1} kako bi bile usporedive s rezultatima drugih ekstraktivnih metoda za određivanje lako pristupačnog kalija u tlu. Za konstruiranje kalibracijskog dijagrama za kalij koristile su se iste standardne otopine kao i za fosfor, a njihove koncentracije odgovaraju količinama od 0, 1, 5, 10, 20, 30, 40 i 50 mg K_2O/100 g tla. Za interpretaciju rezultata lako pristupačnog kalija AL metodom korištene su granične vrijednosti prema *Lončarić (2005.)* prikazane u Tablici 2.12.

Tablica 2.12. Granične vrijednosti sadržaja lako pristupačnog kalija (K_2O) u tlu određene AL metodom *(Vukadinović i Lončarić 1998., Lončarić, 2005.).*

Interpretacija	Rezultat (mg $100g^{-1}$ tla)		
	Lako (< 20 % gline)	Srednje (20-27 % gline)	Teško(> 27 % gline)
vrlo niska	< 6	< 8	< 10
niska	6-12	8-15	10-16
dobra	12-25	15-28	16-32
visoka	25-35	28-40	32-45
vrlo visoka	> 35	> 40	> 45

2.2.6.2. Određivanje lako pristupačnog kalija u tlu AA metodom

Koncentracija lako pristupačnog kalija utvrđena je metodom ekstrakcije tla s 1 M amonijevim acetatom (K_{AA}) uz trostruko centrifugiranje tla *(Jones, 2001.)*. Metoda je provedena na sljedeći način: 10 g tla preliveno je s 50 ml otopine za ekstrakciju te mućkano na rotacijskoj mućkalici 30 minuta, nakon toga uzorci su centrifugirani 5 minuta te je supernatant profiltriran u odmjernu tikvicu od 100 ml. Postupak je ponovljen još dva puta dodavanjem 20 ml ekstrakcijskog sredstva te su odmjerene tikvice nadopunjene do oznake od 100 ml. Koncentracija K dobivena je supstitucijom s NH_4^+ kationom iz otopine amonijevog acetata te se zatim određuje koncentracija u otopini mjerenjem na atomskom adsorpcijskom spektrofotometru Perkin Elmer Analyst 200 emisijskom tehnikom na valnoj duljini 404,4 nm. Utvrđene koncentracije kalija izražene su kao mg K kg^{-1} tla.

2.2.6.3. Određivanje lako pristupačnog kalija u tlu AAEDTA metodom

Ekstrakcija lako pristupačnog kalija u tlu AA-EDTA metodom (K_{AAEDTA}) provedena je pomoću otopine kojoj je pH vrijednost 4,6. Otopinu čini smjesa 0,02 M EDTA (etilen-diamino-tetraoctena kiselina), 0,5 M amonijevog acetata i 0,5 M octene kiseline. Koristi se za utvrđivanje biljci pristupačnih hraniva (makro i mikroelemenata), kao i za utvrđivanje potencijalno toksičnih elemenata. Ekstrakcija je provedena prema sljedećem postupku *(Lakenen i Ervio, 1971.)*: 4 g zrakosuhog tla odvagano je u bočice volumena 100 ml i preliveno s 20 ml ekstrakcijske otopine. Uzorci su mućkani 1 h te su zatim centrifugirani na 4000 okretaja tijekom 10 min. Koncentracija kalija izmjerena je emisijskom tehnikom pomoću atomskog apsorpcijskog spektrofotometra (AAS) izravno u ekstraktu tla na valnoj duljini 404,4 nm. Utvrđene koncentracije kalija izražene su kao mg K kg^{-1} tla.

2.2.6.4. Određivanje lako pristupačnog kalija u tlu BRAY metodom

Bray metoda (K_{BRAY}) koristi se za određivanje raznih elemenata, a ponajviše za određivanje pristupačnog fosfora na kiselim tlima s malim udjelom gline. Provodi se na sljedeći način *(Benton, 2001.):* 2 g zrakosuhog tla odvagano je u bočice od 50 ml i preliveno s 20 ml otopine za ekstrakciju čiji je pH podešen na 2,6 (30 ml 1 M amonij fluorida i 50 ml 0,5 M HCl/1000 ml). Uzorci su mućkani na rotacijskoj mućkalici 5 minuta te filtrirani u Elernmayer tikvice volumena 100 ml. Iz prikupljenog filtrata kalij je određen emisijskom tehnikom na valnoj duljini 404,4 nm te je rezultat izražen u mg K kg^{-1}.

2.2.6.5. Određivanje lako pristupačnog kalija u tlu barij klorid ($BaCl_2$) metodom

Barij klorid (K_{BaCl2}) metoda *(HRN ISO11260:2005.)* provedena je na sljedeći način: 2,5 g zrakosuhog uzorka tla preliveno je s 30 ml 0,1 mol/L otopine barij-klorida, mućkano 1 sat, nakon čega se pristupilo centrifugiranju uzoraka tijekom 10 minuta. Supernatant je prenesen u odmjernu tikvicu od 100 ml te je postupak ponovljen još 2 puta nakon čega su odmjerne tikvice nadopunjene do oznake. Ovim postupkom dobiven je ekstrakt koji služi za mjerenje pojedinačnih kationa u uzorcima. Koncentracija kalija mjerena je emisijom pomoću atomskog apsorpcijskog spektrofotometra (AAS) izravno u ekstraktu tla, a utvrđene koncentracije kalija izražene su kao mg K kg^{-1} tla.

2.2.6.6. Određivanje lako pristupačnog kalija u tlu EUF metodom

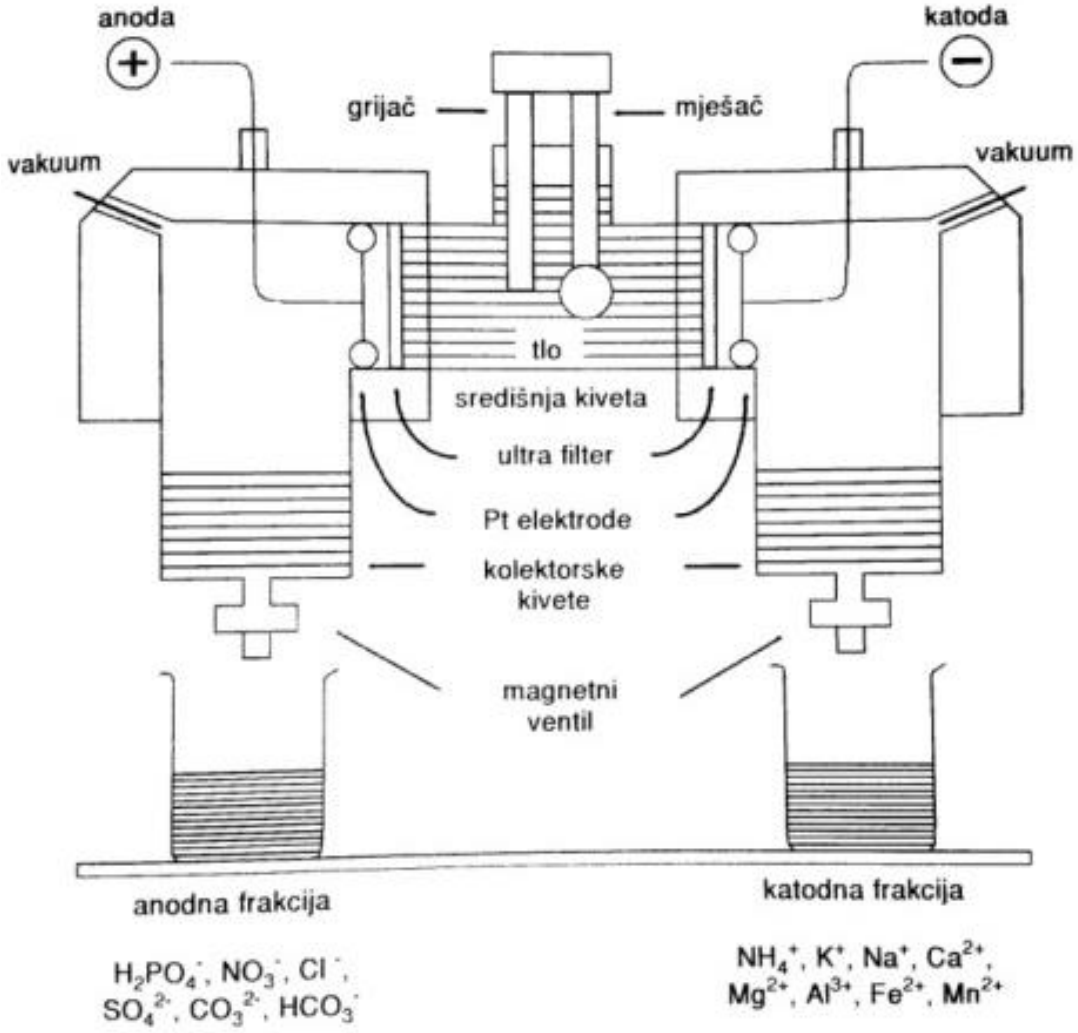
Metoda elektoultrafiltacije ili EUF metoda *(Nemeth, 1976.)* predstavlja kombinaciju elektrodijalize i ultrafiltracije koja u višefaznoj ekstrakciji pomoću vode, gradacijom temperature i napona ekstrahira dvije frakcije kalija:

I. frakcija (K_{EUF1}) : 30 min., 200 V, 20 ^oC i 15 mA

II. frakcija (K_{EUF2}) : 5 min., 400 V, 80 ^oC i 150 mA.

Ukupna frakcija (K_{EUF}) izračunava se pomoću izraza:

$$K_{EUF} = K_{EUF1} + K_{EUF2}$$



Slika 10. Shematski prikaz EUF uređaja *(Teklić, 1996.)*

Navedena ukupna frakcija (K_{EUF}) služi za izradu gnojidbenih preporuka te odgovara biljci pristupačnim frakcijama kalija utvrđenim kemijskim ekstraktivnim metodama. Analiza tla po EUF metodi izvršena je u laboratoriju Tvornice šećera u Osijeku (Inspecto d.o.o.) na ukupno 90 uzoraka, na način da je svaka sistematska jedinica (9) bila zastupljena s 10 uzoraka tla. Metoda je provedena na način da je odvagano 5 g tla i stavljeno u centralnu kivetu EUF uređaja (Slika 10.). Ekstrakcija je trajala ukupno 35 minuta uz kontinuirano dodavanje demineralizirane vode, tako da je odnos tla i vode stalan i iznosi 1:15 (5 g tla : 75 cm^3 vode). Nakon prvih 30 minuta ekstrakcije na 15 mA, 20 ^oC i 200 V dobivena je I. frakcija (K_{EUF1}), nakon čega je slijedila ekstrakcija II. frakcije (K_{EUF2}) u trajanju od 5 minuta na 150 mA, 80 ^oC i 400 V. Izravno u kationskom filtratu mjerena je koncentracija kalija emisijom pomoću atomskog apsorpcijskog spektrofotometra (AAS), a utvrđene koncentracije kalija izražene su u mg K kg^{-1} tla.

Sumarno, korištene metode za ekstrakciju pristupačnog kalija najlakše je prikazati tablično (Tablica 2.13.), pri čemu se lako uočava razlika u pH reakciji ekstrakcijskog sredstva, odnosa tla i ekstraktanta , kao i vremenu estrakcije pojedine metode.

Tablica 2.13. Usporedba ekstraktanata, pH reakcije ekstraktanta, odnosa tla i ekstraktanta i vremena ekstrakcije korištenih metoda za određivanje lako pristupačnog kalija

Metoda	Ekstraktant	pH ekstraktanta	Odnos tlo-ekstraktant	Vrijeme ekstrakcije	ISO norma/Izvor
K_{AL}	0,1 M mliječ.kis.+ 0,4 M CH_3COOH +0,1 M NH_4OH	3,75	1:20	120 minuta mućkanja	*(Egner i sur., 1960)*
K_{AA}	1M CH_3COONH_4	7,00	1:5	3 x 30 min. mućkanja 3 x 5min.centrifuga	*(Schollenberger i Simon 1945.)*
K_{AAEDTA}	0,5 M NH_4OAc + 0,02 M EDTA + 0,5 M CH_3COOH	4,65	1:5	60 min. mućkanja 10min.centrifuga	*(Lakenen i Ervio 1971.)*
K_{BRAY}	NH_4F + HCl	2,6	1:10	5 min mućkanja	*(Benton, 2001.)*
K_{BaCl2}	0,1 mol/L $BaCl_2$	8,10	1: 40	3 x 30 min. mućkanja 3x10min.centrifuga	*(HRN ISO11260:2005.)*
K_{EUF1}	H_2O 200 V,20°C i 15 mA	7,0	1:15	30 min.	*(Nemeth, 1976.)*
K_{EUF2}	H_2O 400 V,80°C i 150mA	7,0	1:15	5 min.	
K_{EUF}	***K_{EUF1+} K_{EUF2}***	7,0	1:15	35 min.	

2.2.7. Određivanje fiksacijske sposobnost tla za kalij

Fiksacijska sposobnost tla za kalij predstavlja apsolutnu ili relativnu količinu fiksiranog kalija, tj. količinu kalija koja prelazi u nepristupačan oblik u odnosu na količinu apliciranog kalija različitim gojidbenim dozama. Određivanje fiksacijske sposobnosti tla za kalij ($Kf_{(250,500,750,1000)}$) temelji se na postupku međusobne zamjene kalijevog i amonijevog iona u međulamelarnim prostorima sekundarnih minerala.

Metoda je provedena na način da je na tehničkoj vagi odvagano je 20 g zrakosuhog tla u seriju plastičnih boca za izmućkavanje (isti uzorak u 5 boca). Uzorci su zatim tretirani s 20 ml odgovarajuće otopine kalijevog gnojiva (KCl) koje sadrže redom 0, 250, 500, 750 i 1000 mg K 1000 ml^{-1}. Tako tretirani uzorci mućkani su na rotacijskoj mućkalici 2 sata te su ostavljeni na sobnoj temperaturi 24 sata. Nakon 24 sata uzorci su tretirani s 30 ml 1,67 M amonijevog acetata, mućkani na rotacijskoj mućkalici 2 sata, profiltrirani u odmjerne tikvice od 50 ml te nadopunjeni otopinom amonijevog acetata. Koncentracije kalija u filtratima izmjerene su izravno na AAS-u te izražene u mg K kg^{-1} tla. Količina fiksiranog K izračunata je po formuli:

$$K_{f\ (250,500,750,1000)}\ (mg\ kg^{-1}) = K_{G\ (250,500,750,1000)}\ (mg\ kg^{-1}) - K_{IZ}\ (mg\ kg^{-1}) + K_0\ (mg\ kg^{-1})$$

gdje je K_G količina kalija dodana gnojidbom (0, 250, 500, 750 i 1000 mg kg^{-1}), K_{IZ} izmjerena koncentracija kalija u uzorku s dodanim gnojivom, a K_0 izmjerena koncentracija u uzorku bez gnojidbe.

2.3. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA

Rezultati analiza uzoraka tla statistički su obrađeni PC aplikacijama SAS for Windows (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) i Excel za utvrđivanje analize varijance, korelacija i multiregresijskih ovisnosti.

2.4. KOMPJUTORSKI MODELI

Prikupljanjem dovoljnog broja podataka kreirani su kompjutorski (regresijski) modeli za utvrđivanje kationskog izmjenjivačkog kapaciteta tla, udjela kalija na KIK-u kao i fiksacijske sposobnosti tla za kalij ovisno o teksturnoj klasi.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

3.1. MORFOLOŠKE, FIZIKALNE I KEMIJSKE ZNAČAJKE ISTRAŽIVANIH TALA

Tablica 3.1. Pedomorfološke značajke profila P1: Eutrično smeđe (Grabovo)

P - 1	Dubina	Horizont	Endomorfologija
	0-35	Ap	Boja tla: tamno smeđa Tekstura: Praškasto glinasta ilovača Struktura: sitno mrvičasta $CaCO_3$:-
	35-105	(B)v	Boja tla :smeđa Tekstura: Praškasto glinasta ilovača Struktura: mrvičasta $CaCO_3$:-
	105-128	(B)vC	Boja tla: sivo smeđa Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: praškasta $CaCO_3$:+++
	128-140	C	Boja tla: siva Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: praškasta $CaCO_3$:+++

Tablica 3.2. Pedomorfološke značajke profila P2: Eutrično smeđe (Osijek)

P - 2	Dubina	Horizont	Endomorfologija
	0-32	Ap	Boja tla: tamno smeđa Tekstura: Praškasto glinasta ilovača Struktura: mrvičasta CaCO3:-
	32-61	(B)v	Boja tla: rđasto smeđa Tekstura: Praškasto glinasta ilovača Struktura: mrvičasta CaCO3:+
	61-100	(B)vC	Boja tla: žuto smeđa Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: sitno mrvičasta CaCO3:+++
	100-120	C	Boja tla: žuta Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: praškasta CaCO3:+++

Tablica 3.3. Pedomorfološke značajke profila P3: Lesivirano tipično na lesu (Ervenica)

P - 3	Dubina	Horizont	Endomorfologija
	0-38	P	Boja tla: sivo smeđa Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: mrvičasta $CaCO_3$: -
	38-72	Bt	Boja tla: rđasto sivo smeđa Tekstura: Praškasto glinasta ilovača Struktura: krupno mrvičasta $CaCO_3$: -
	72-145	C	Boja tla: rđasto žuta Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: praškasta $CaCO_3$: +++

Tablica 3.4. Pedomorfološke značajke profila P4: Lesivirano tipično na lesu (Kitišanci)

P - 4	Dubina	Horizont	Endomorfologija
	0-40	P	Boja tla:žuto siva Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: sitno mrvičasta $CaCO_3$: -
	40-66	Bt	Boja tla: žuto smeđa Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: mrvičasta $CaCO_3$: -
	66-150	C	Boja tla: žuta Tekstura: Prah Struktura: praškasta $CaCO_3$: +++

Tablica 3.5. Pedomorfološke značajke profila P5: Lesivirano pseudoglejno (Mandićevac)

P - 5	Dubina	Horizont	Endomorfologija
	0-20	Ap	Boja tla: tamno siva Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: mrvičasta $CaCO_3$:-
	20-50	Eg	Boja tla: siva Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: praškasta $CaCO_3$:-
	50-100	Btg	Boja tla: rđasto siva Tekstura: Praškasto glinasta ilovača Struktura: sitno mrvičasta CaCO3:-
	100-	BtgC	Boja tla: žuto siva Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: sitno mrvičasta $CaCO_3$:-

Tablica 3.6. Pedomorfološke značajke profila P6: Lesivirano pseugoglejno (Arduševac)

P - 6	Dubina	Horizont	Endomorfologija
	0-34	P	Boja tla: sivo smeđa Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: sitno mrvičasta $CaCO_3$:-
	34-79	Btg	Boja tla: rđasto sivo smeđa Tekstura: Praškasto glinasta ilovača Struktura: mrvičasta $CaCO_3$:-
	79-125	C	Boja tla: sivo žuta Tekstura: Praškasto glinasta ilovača Struktura: sitno mrvičasta $CaCO_3$: (+)

Tablica 3.7. Pedomorfološke značajke profila P7: Pseudoglej na zaravni (Podgorač)

P - 7	Dubina	Horizont	Endomorfologija
	0-45	P	Boja tla: tamno siva Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: krupno mrvičasta $CaCO_3$:-
	45-92	Btg	Boja tla: rđasto sivo smeđa Tekstura: Praškasto glinasta ilovača Struktura: mrvičasta $CaCO_3$:-
	92-125	C	Boja tla: rđasto sivo žuta Tekstura: Praškasto glinasta ilovača Struktura: sitno mrvičasta do praškasta CaCO3:+

Tablica 3.8. Pedomorfološke značajke profila P8: Pseudoglej na zaravni (Kapinci Vaška)

P - 8	Dubina	Horizont	Endomorfologija
	0-32	P	Boja tla: siva Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: pjeskovita $CaCO_3$: -
	32-83	Btg	Boja tla: sivo žuta Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: sitno mrvičasta $CaCO_3$: -
	83-127	IC	Boja tla: smeđe žuta Tekstura: Ilovasti pijesak Struktura: pjeskovita $CaCO_3$: -
	127-163	II C	Boja tla: rđasto sivo žuta Tekstura: Pjeskovita ilovača Struktura: pjeskovita $CaCO_3$:-

Tablica 3.9. Pedomorfološke značajke profila P9: Aluvij (Sopje)

P - 9	Dubina	Horizont	Endomorfologija
	0-30	Ap	Boja tla: sivo smeđa Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: sitno mrvičasta do pjeskovita $CaCO_3$:+++
	30-90	I-III C	Boja tla: rđasto siva Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: pjeskovita $CaCO_3$:+++
	90-110	IV-XII C	Boja tla: siva Tekstura: Pijesak Struktura: pjeskovita $CaCO_3$:++

Tablica 3.10. Pedomorfološke značajke profila P10: Aluvij (Jagodnjak)

P - 10	Dubina	Horizont	Endomorfologija
	0-38	Ap	Boja tla: tamno siva Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: sitno mrvičasta $CaCO_3$:++
	38-75	I-VI C	Boja tla: žuto siva Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: pjeskovita $CaCO_3$:+++
	75-125	VI-XIV C	Boja tla: siva Tekstura: Pjeskovita ilovača Struktura: pjeskovita $CaCO_3$: +++

Tablica 3.11. Pedomorfološke značajke profila P11: Pseudoglej glej (Miholjački Poreč)

P - 11	Dubina	Horizont	Endomorfologija
	0-30	P	Boja tla: maslinasto siva Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: graškasta $CaCO_3$: -
	30-62	Btg	Boja tla: maslinasto sivo žuta Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: mrvičasta $CaCO_3$: -
	62-78	BtgGso	Boja tla: žuto siva Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: praškasta $CaCO_3$: +++
	78-120	Gso	Boja tla: sivo žuta Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: praškasta $CaCO_3$:+++
	120-140	GsoGr	Boja tla: sivo rđasta Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: praškasta $CaCO_3$: +++

Tablica 3.12. Pedomorfološke značajke profila P12: Pseudoglej glej (Kapelna)

P - 12	Dubina	Horizont	Endomorfologija
	0-35	P	Boja tla: svijetlo siva Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: sitno mrvičasta $CaCO_3$: -
	35-80	Btg	Boja tla: rđasto smeđa Tekstura: Praškasto glinasta ilovača Struktura: krupno mrvičasta $CaCO_3$: -
	80-120	Gso	Boja tla: sivo žuta Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: praškasta $CaCO_3$: +++

Tablica 3.13. Pedomorfološke značajke profila P13: Ritska crnica (Mirkovac)

P - 13	Dubina	Horizont	Endomorfologija
	0-35	Ap	Boja tla:tamno siva Tekstura: Praškasto glinasta ilovača Struktura: krupno mrvičasta $CaCO_3$:+
	35-51	A	Boja tla: tamno siva Tekstura: Praškasto glinasta ilovača Struktura: mrvičasta $CaCO_3$:+
	51-85	Gso	Boja tla: žuto siva Tekstura: Praškasto glinasta ilovača Struktura:- CaCO3:++
	85-122	Gso/Gr	Boja tla: sivo žuta Tekstura: Praškasta ilovača Struktura:- $CaCO_3$:+++

Tablica 3.14. Pedomorfološke značajke profila P14: Ritska crnica (Banovci)

P - 14	Dubina	Horizont	Endomorfologija
	0-33	Ap	Boja tla: sivo crna Tekstura: Praškasto glinasta ilovača Struktura: krupno mrvičasta $CaCO_3$:+++
	33-50	A	Boja tla: sivo crna Tekstura: Praškasto glinasta ilovača Struktura: mrvičasta $CaCO_3$:+++
	50-59	A/Gso	Boja tla: žuto/sivo crna Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: mrvičasta $CaCO_3$:+++
	59-112	Gso	Boja tla: žuto siva Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: praškasta $CaCO_3$:+++

Tablica 3.15. Pedomorfološke značajke profila P15: Močvarno glejno hipoglejno (Miholjački Poreč)

P - 15	Dubina	Horizont	Endomorfologija
	0-40	P	Boja tla: tamno siva Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: krupno mrvičasta $CaCO_3$: +
	40-100	Gso	Boja tla: siva Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: praškasta $CaCO_3$: +++
	100-140	GsoGr	Boja tla: rđasto žuto siva Tekstura: Praškasto glinasta ilovača Struktura: praškasta $CaCO_3$: +++

Tablica 3.16. Pedomorfološke značajke profila P16: Močvarno glejno hipoglejno (Novaki)

P - 16	Dubina	Horizont	Endomorfologija
	0-34	P	Boja tla: tamno siva Tekstura: Praškasto glinasta ilovača Struktura: mrvičasta $CaCO_3$:+++
	34-72	Gso	Boja tla: rđasto žuta Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: sitno mrvičasta $CaCO_3$:+++
	72-120	GrGso	Boja tla: sivo žuta Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: praškasta $CaCO_3$:+++

Tablica 3.17. Pedomorfološke značajke profila P17: Močvarno glejno amfiglejno (Stari Mikanovci)

P-17	Dubina	Horizont	Endomorfologija
	0-35	Ap	Boja tla: tamno siva Tekstura: Praškasto glinasta ilovača Struktura: mrvičasta $CaCO_3$:+++
	35-55	Gr	Boja tla: sivo/žuta Tekstura: Praškasto glinasta ilovača Struktura: sitno mrvičasta $CaCO_3$:+++
	55-90	Gso/Gr	Boja tla: žuto siva Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: sitno mrvičasta do praškasta $CaCO_3$:+++
	90-120	GrGso	Boja tla: sivo žuta Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: praškasta $CaCO_3$:+++

Tablica 3.18. Pedomorfološke značajke profila P18: Močvarno glejno amfiglejno (Orlovnjak)

P - 18	Dubina	Horizont	Endomorfologija
	0-38	Ap	Boja tla: tamno siva Tekstura: Praškasto glinasta ilovača Struktura: graškasta $CaCO_3$:-
	38-53	Gr	Boja tla: tamno siva Tekstura: Praškasto glinasta ilovača Struktura: krupno mrvičasta $CaCO_3$:-
	53-80	Gr/Gso	Boja tla: rđasto siva Tekstura: Praškasto glinasta ilovača Struktura:- $CaCO_3$:+
	80-103	GsoGr	Boja tla: rđasto žuta Tekstura: Praškasta ilovača Struktura:- $CaCO_3$:+++

Tablica 3.19. Teksturni sastav istraživanih tala

Profil	Sistematska jedinica	Dubina (cm)	Sadržaj mehaničkih čestica (%)					Teksturna	Stabilnost	
			Krupni pijesak	Sitni pijesak	Krupni prah	Sitni prah	Glina	oznaka	Ss	Ocjena
P1	Eutrično smeđe	0-35	0,30	1,20	44,60	26,60	27,20	Praškasto glinasta ilovača	77,70	stabilni
		35-105	0,20	0,90	43,30	27,30	28,30	Praškasto glinasta ilovača		
		105-128	1,30	3,10	43,90	31,50	20,20	Praškasta ilovača		
		128-145	3,00	3,10	49,10	29,60	15,20	Praškasta ilovača		
P2	Eutrično smeđe	0-32	0,30	1,20	39,90	30,30	28,20	Praškasto glinasta ilovača	74,00	stabilni
		32-61	0,20	0,90	36,70	31,70	30,50	Praškasto glinasta ilovača		
		61-100	2,60	3,20	35,00	35,60	23,60	Praškasta ilovača		
		100-120	3,30	3,80	43,20	30,60	19,10	Praškasta ilovača		
P3	Lesivirano tipično	0-38	1,27	1,31	39,43	31,56	26,42	Praškasta ilovača	75,10	stabilni
		38-72	0,98	0,84	37,24	31,25	29,69	Praškasto glinasta ilovača		
		72-145	5,06	2,41	46,01	30,09	16,42	Praškasta ilovača		
P4	Lesivirano tipično	0-40	1,20	3,00	47,70	24,90	23,20	Praškasta ilovača	86,40	stabilni
		40-66	0,90	3,60	46,00	22,50	26,90	Praškasta ilovača		
		66-150	3,90	6,80	57,60	21,80	4,80	Prah		
P5	Lesivirano pseudoglejno	0-20	0,94	1,68	43,71	30,69	22,97	Praškasta ilovača	76,20	stabilni
		20-50	0,77	1,60	44,28	30,01	23,33	Praškasta ilovača		
		50-100	0,79	1,66	38,57	28,30	30,69	Praškasto glinasta ilovača		
P6	Lesivirano pseudoglejno	0-34	0,90	1,70	43,50	34,60	19,40	Praškasta ilovača	69,30	dosta stabilni
		34-79	0,30	0,80	35,70	28,70	34,50	Praškasto glinasta ilovača		
		79-125	0,40	1,00	40,20	31,50	27,00	Praškasto glinasta ilovača		
P7	Pseudoglej	0-45	3,80	3,70	33,50	34,40	24,60	Praškasta ilovača	62,30	dosta stabilni
		45-92	0,90	3,40	35,20	26,90	33,60	Praškasto glinasta ilovača		
		92-125	1,20	5,10	41,00	23,30	29,50	Praškasto glinasta ilovača		
P8	Pseudoglej	0-32	10,30	25,30	30,70	21,50	12,20	Praškasta ilovača	86,40	stabilni
		32-83	10,40	26,20	29,50	16,90	17,10	Praškasta ilovača		
		83-127	24,90	44,50	18,40	4,50	7,80	Ilovasti pijesak		
		127-163	2,90	56,70	32,80	4,50	3,00	Pjeskovita ilovača		
P9	Aluvij	0-30	1,20	10,50	38,70	38,20	11,40	Praškasta ilovača	70,30	stabilni
		30-90	0,80	34,20	44,20	13,30	7,40	Praškasta ilovača		
		90-110	74,30	14,60	7,00	0,70	3,40	Pijesak		
P10	Aluvij	0-38	0,50	24,50	33,50	28,30	13,20	Praškasta ilovača	59,70	dosta stabilni
		38-75	1,90	5,80	52,20	28,90	11,20	Praškasta ilovača		
		75-125	5,90	50,30	39,80	1,40	2,60	Pjeskovita ilovača		
P11	Pseudoglej glej	0-30	0,40	2,50	44,10	29,70	23,40	Praškasta ilovača	85,29	stabilni
		30-63	0,30	2,20	43,40	28,50	25,60	Praškasta ilovača		
		63-78	3,40	5,60	50,30	22,10	18,60	Praškasta ilovača		
		78-120	1,70	6,20	62,30	16,50	13,30	Praškasta ilovača		
		120-140	0,60	2,00	28,90	46,90	21,70	Praškasta ilovača		
P12	Pseudoglej glej	0-35	1,40	6,70	42,90	25,30	23,70	Praškasta ilovača	81,80	stabilni
		35-80	1,00	5,60	42,20	23,50	27,70	Praškasto glinasta ilovača		
		80-120	1,00	3,70	48,40	25,30	21,60	Praškasta ilovača		
P13	Ritska crnica	0-35	1,40	10,20	18,50	36,10	33,90	Praškasto glinasta ilovača	71,90	stabilni
		35-51	1,20	7,60	18,20	38,40	34,70	Praškasto glinasta ilovača		
		51-85	0,20	4,30	29,30	33,70	32,40	Praškasto glinasta ilovača		
		85-122	0,80	16,90	44,40	24,70	13,30	Praškasta ilovača		
P14	Ritska crnica	0-33	0,90	2,90	34,80	30,80	30,60	Praškasto glinasta ilovača	78,80	stabilni
		33-44	0,80	1,70	34,60	32,60	30,30	Praškasto glinasta ilovača		
		44-59	1,50	3,30	33,10	33,00	29,00	Praškasto glinasta ilovača		
		59-112	3,00	1,80	40,10	34,40	20,70	Praškasta ilovača		
		112-	2,70	1,80	46,10	31,40	18,10	Praškasta ilovača		
P15	Močvarno glejno hipoglejno tlo	0-40	0,90	4,30	39,90	29,00	25,90	Praškasta ilovača	88,87	stabilni
		40-100	1,70	8,90	44,90	31,50	12,90	Praškasta ilovača		
		100-140	1,10	2,50	16,70	49,00	30,70	Praškasto glinasta ilovača		
P16	Močvarno glejno hipoglejno tlo	0-34	1,40	3,80	36,50	25,90	32,50	Praškasto glinasta ilovača	89,40	stabilni
		34-72	3,10	4,00	43,40	31,30	18,10	Praškasta ilovača		
		72-120	0,80	2,30	52,80	28,10	16,10	Praškasta ilovača		
P17	Močvarno glejno amfiglejno tlo	0-35	2,40	2,90	30,40	36,40	27,90	Praškasto glinasta ilovača	73,10	stabilni
		35-55	4,20	3,70	31,20	32,30	28,70	Praškasto glinasta ilovača		
		55-90	3,70	2,10	38,80	31,90	23,40	Praškasta ilovača		
		90-120	2,20	2,40	39,60	30,60	25,10	Praškasta ilovača		
P18	Močvarno glejno amfiglejno tlo	0-38	0,60	1,00	31,80	30,60	36,00	Praškasto glinasta ilovača	85,40	stabilni
		38-53	0,10	0,30	33,90	29,10	36,60	Praškasto glinasta ilovača		
		53-80	0,20	0,30	34,50	29,90	35,10	Praškasto glinasta ilovača		
		80-103	3,60	2,60	32,50	34,40	27,00	Praškasta ilovača		

Tablica 3.20. Fizikalna svojstva istraživanih tala

Profil	Dubina (cm)	Poroznost tla		Retencijski kapacitet tla za vodu (Kv)		Retencijski kapacitet tla za zrak		Gustoća tla (g/cm^3)		Gustoća pakovanja	
		% vol	Ocjena	% vol.	Ocjena	% vol.	Ocjena	(ρv)	(ρč)	g/cm^3	Ocjena zbijenosti
P1	0-35	45,59	porozno	38,44	osrednji	7,15	mali	1,55	2,86	1,80	jaka zbijenost
	35-105	42,06	malo porozno	36,52	osrednji	5,54	mali	1,64	2,83	1,90	jaka zbijenost
P2	0-32	43,13	malo porozno	37,92	osrednji	5,20	mali	1,61	2,83	1,86	jaka zbijenost
	32-61	46,18	porozno	39,87	osrednji	6,31	mali	1,52	2,83	1,80	jaka zbijenost
P3	0-38	40,86	malo porozno	37,12	osrednji	3,74	vrlo mali	1,56	2,65	1,80	jaka zbijenost
	38-72	38,79	malo porozno	36,26	osrednji	2,53	vrlo mali	1,62	2,65	1,89	jaka zbijenost
P4	0-40	40,87	malo porozno	37,86	osrednji	3,01	vrlo mali	1,60	2,71	1,81	jaka zbijenost
	40-66	40,24	malo porozno	38,35	osrednji	1,89	vrlo mali	1,62	2,70	1,86	jaka zbijenost
P5	0-20	43,16	malo porozno	37,63	osrednji	5,54	mali	1,55	2,73	1,76	jaka zbijenost
	20-50	46,64	porozno	38,36	osrednji	8,27	osrednji	1,47	2,76	1,68	srednja zbijenost
P6	0-34	46,48	porozno	37,96	osrednji	8,52	osrednji	1,54	2,87	1,71	srednja zbijenost
	34-79	45,74	porozno	37,77	osrednji	7,96	mali	1,61	2,96	1,92	jaka zbijenost
P7	0-45	48,52	porozno	39,14	osrednji	9,38	osrednji	1,42	2,76	1,64	srednja zbijenost
	45-92	42,90	malo porozno	38,61	osrednji	4,29	mali	1,59	2,79	1,89	jaka zbijenost
P8	0-32	43,77	malo porozno	33,82	mali	9,95	osrednji	1,49	2,64	1,43	srednja zbijenost
	32-83	36,60	malo porozno	34,28	mali	2,32	vrlo mali	1,67	2,64	1,61	srednja zbijenost
P9	0-30	51,44	porozno	45,10	velik	6,34	mali	1,35	2,78	1,45	srednja zbijenost
	30-90	55,51	porozno	44,86	osrednji	10,65	osrednji	1,30	2,93	1,37	mala zbijenost
P10	0-38	46,24	porozno	43,34	osrednji	2,90	vrlo mali	1,45	2,69	1,56	srednja zbijenost
	38-75	49,99	porozno	44,46	osrednji	5,53	mali	1,40	2,80	1,50	srednja zbijenost
P11	0-30	40,36	malo porozno	37,18	osrednji	3,17	vrlo mali	1,60	2,68	1,53	srednja zbijenost
	30-63	38,90	malo porozno	35,69	osrednji	3,21	vrlo mali	1,65	2,70	1,59	srednja zbijenost
P12	0-35	38,27	malo porozno	36,63	osrednji	1,64	vrlo mali	1,63	2,65	1,82	jaka zbijenost
	35-80	42,89	malo porozno	40,47	osrednji	2,42	vrlo mali	1,57	2,75	1,82	jaka zbijenost
P13	0-35	47,22	porozno	35,11	osrednji	12,11	velik	1,40	2,65	1,70	srednja zbijenost
	35-51	46,30	porozno	42,61	osrednji	3,69	vrlo mali	1,41	2,63	1,73	srednja zbijenost
P14	33-44	46,04	porozno	36,75	osrednji	9,30	osrednji	1,51	2,79	1,78	jaka zbijenost
	44-59	47,77	porozno	38,02	osrednji	9,75	osrednji	1,46	2,80	1,73	srednja zbijenost
P15	0-40	42,22	malo porozno	37,40	osrednji	4,82	mali	1,60	2,76	1,53	srednja zbijenost
	40-100	46,34	porozno	39,05	osrednji	7,29	mali	1,48	2,76	1,42	srednja zbijenost
P16	0-34	45,58	porozno	40,98	osrednji	4,59	mali	1,56	2,86	1,85	jaka zbijenost
	34-72	45,44	porozno	39,23	osrednji	6,21	mali	1,48	2,72	1,65	srednja zbijenost
P17	0-35	50,42	porozno	42,28	osrednji	8,14	osrednji	1,36	2,74	1,61	srednja zbijenost
	35-55	47,92	porozno	42,45	osrednji	5,47	mali	1,43	2,75	1,69	srednja zbijenost
P18	0-38	48,59	porozno	37,47	osrednji	11,12	osrednji	1,50	2,91	1,82	jaka zbijenost
	38-53	44,16	malo porozno	35,63	osrednji	8,53	osrednji	1,65	2,95	1,98	jaka zbijenost

Tablica 3.21. Kemijska svojstva istraživanih tala

Pr.	Dubina (cm)	Reakcija tla (pH)			AL P_2O_5		AL K_2O		Humus		$CaCO_3$	HK	KIK
		(H_2O)	(KCl)	Ocjena reakcije	mg/ 100g	Ocjena opskrbljenosti	mg/ 100g	Ocjena	%	Ocjena humoznosti	%	c mol(+) kg^{-1}	
P1	0-35	6,78	4,85	kisela	11,97	dobra	24,91	dobra	2,65	slabo humozno	-	2,84	16,74
	35-105	6,82	5,73	slabo kisela	6,79	niska	14,14	niska	1,28	slabo humozno	1,25	-	15,14
	105-128	8,50	7,70	alkalna	1,61	vrlo niska	9,17	vrlo niska	1,30	slabo humozno	17,46	-	16,66
	128-145	8,67	7,73	alkalna	0,82	vrlo niska	6,84	vrlo niska	1,11	slabo humozno	18,29	-	15,77
P2	0-32	6,95	5,15	kisela	25,45	vrlo visoka	29,02	dobra	2,45	slabo humozno	-	2,19	18,18
	32-61	8,31	7,22	alkalna	2,63	vrlo niska	23,04	dobra	1,57	slabo humozno	2,91	-	29,56
	61-100	8,67	7,74	alkalna	1,04	vrlo niska	12,60	niska	1,13	slabo humozno	27,44	-	20,51
	100-120	8,76	7,90	alkalna	0,77	vrlo niska	10,70	niska	1,23	slabo humozno	22,45	-	17,38
P3	0-38	6,42	5,44	kisela	14,84	dobra	23,54	dobra	1,79	slabo humozno	0,83	-	18,55
	38-72	6,75	5,70	slabo kisela	7,16	niska	17,35	dobra	0,89	vrlo slabo humozno	0,83	-	23,41
	72-145	8,68	7,72	alkalna	1,63	vrlo niska	8,80	vrlo niska	0,69	vrlo slabo humozno	14,13	-	17,15
P4	0-40	7,37	6,32	slabo kisela	15,74	dobra	22,90	dobra	1,06	slabo humozno	0,83	-	14,53
	40-66	6,74	5,35	kisela	3,53	vrlo niska	15,95	niska	0,89	vrlo slabo humozno	-	1,93	18,26
	66-150	8,64	7,67	alkalna	0,56	vrlo niska	4,57	vrlo niska	0,45	vrlo slabo humozno	14,45	-	14,86
P5	0-20	6,18	4,89	kisela	17,61	dobra	20,05	dobra	2,46	slabo humozno	-	2,63	13,72
	20-50	6,65	5,19	kisela	13,27	dobra	14,15	niska	1,75	slabo humozno	-	1,01	12,51
	50-100	6,58	4,65	kisela	6,98	niska	13,90	niska	1,17	slabo humozno	-	2,41	18,86
P6	0-34	5,64	4,40	jako kisela	4,82	vrlo niska	7,45	vrlo niska	1,49	slabo humozno	-	4,38	13,42
	34-79	5,94	4,32	jako kisela	7,64	niska	11,80	niska	0,82	vrlo slabo humozno	-	4,11	20,93
	79-125	6,08	4,97	kisela	10,14	niska	8,28	vrlo niska	0,69	vrlo slabo humozno	-	1,75	22,24
P7	0-45	4,96	3,76	jako kisela	23,15	visoka	35,01	visoka	2,60	slabo humozno	-	4,64	8,47
	45-92	5,65	4,16	jako kisela	4,48	vrlo niska	17,65	dobra	1,35	slabo humozno	-	2,98	19,95
	92-125	6,20	4,98	kisela	4,89	vrlo niska	12,79	niska	0,80	vrlo slabo humozno	-	1,75	18,96
P8	0-32	5,80	4,72	kisela	37,13	vrlo visoka	22,15	dobra	1,32	slabo humozno	-	3,59	5,15
	32-83	5,71	4,63	kisela	11,71	dobra	23,35	dobra	0,42	vrlo slabo humozno	-	2,28	7,29
	83-127	5,85	4,77	kisela	7,02	niska	13,54	niska	0,22	vrlo slabo humozno	-	1,84	6,19
	127-163	5,97	4,93	kisela	15,16	dobra	10,06	niska	0,04	vrlo slabo humozno	-	1,53	4,47
P9	0-30	8,62	7,48	alkalna	21,19	dobra	10,10	niska	1,66	slabo humozno	6,61	-	19,38
	30-90	8,72	7,88	alkalna	0,25	vrlo niska	2,90	vrlo niska	0,43	vrlo slabo humozno	7,43	-	12,03
	90-110	8,81	8,27	alkalna	0,37	vrlo niska	0,88	vrlo niska	0,24	vrlo slabo humozno	3,30	-	5,80
P10	0-38	8,57	7,48	alkalna	14,12	niska	13,08	niska	2,30	slabo humozno	2,48	-	18,06
	38-75	8,65	7,71	alkalna	0,66	vrlo niska	3,58	vrlo niska	0,88	vrlo slabo humozno	6,19	-	19,51
	75-125	8,96	8,12	alkalna	0,24	vrlo niska	1,72	vrlo niska	0,23	vrlo slabo humozno	4,13	-	7,56
P11	0-30	6,45	5,30	kisela	19,17	visoka	18,75	dobra	1,61	slabo humozno	-	1,93	14,44
	30-63	6,86	5,90	slabo kisela	6,16	niska	12,98	niska	0,87	vrlo slabo humozno	0,83	-	20,78
	63-78	8,76	7,82	alkalna	0,60	vrlo niska	6,98	vrlo niska	0,44	vrlo slabo humozno	12,39	-	14,55
	78-120	8,96	8,12	alkalna	1,84	vrlo niska	5,17	vrlo niska	0,34	vrlo slabo humozno	6,61	-	8,59
	120-140	8,97	8,15	alkalna	0,44	vrlo niska	6,18	vrlo niska	0,31	vrlo slabo humozno	29,73	-	16,88
P12	0-35	6,72	5,57	slabo kisela	26,60	vrlo visoka	19,88	dobra	1,31	slabo humozno	0,41	-	14,50
	35-80	7,28	6,17	slabo kisela	5,71	vrlo niska	7,30	vrlo niska	0,83	vrlo slabo humozno	1,65	-	19,47
	80-120	8,54	7,67	alkalna	3,92	vrlo niska	6,49	vrlo niska	0,30	vrlo slabo humozno	2,06	-	18,76
P13	0-35	8,53	7,24	alkalna	34,14	visoka	21,03	dobra	5,41	jako humozno	3,33	-	35,78
	35-51	8,49	7,22	alkalna	22,14	dobra	17,16	dobra	5,06	jako humozno	3,33	-	42,26
	51-85	8,70	7,39	alkalna	5,13	vrlo niska	8,41	vrlo niska	3,32	dosta humozno	4,16	-	29,28
	85-122	8,85	7,82	alkalna	0,64	vrlo niska	3,75	vrlo niska	1,35	slabo humozno	14,96	-	10,39
P14	0-33	8,39	7,41	alkalna	5,19	vrlo niska	18,32	dobra	4,26	dosta humozno	7,48	-	35,69
	33-44	8,58	7,51	alkalna	3,29	vrlo niska	14,32	niska	3,18	dosta humozno	14,96	-	32,01
	44-59	8,69	7,69	alkalna	0,49	vrlo niska	9,49	vrlo niska	1,83	slabo humozno	32,42	-	20,50
	59-112	8,74	7,82	alkalna	0,34	vrlo niska	6,92	vrlo niska	1,04	slabo humozno	26,60	-	19,35
	112-	8,62	7,74	alkalna	1,70	vrlo niska	7,36	vrlo niska	0,82	vrlo slabo humozno	6,65	-	15,49
P15	0-40	8,66	7,55	alkalna	25,52	visoka	18,90	dobra	1,46	slabo humozno	2,06	-	22,16
	40-100	8,92	8,07	alkalna	0,32	vrlo niska	5,88	vrlo niska	0,49	vrlo slabo humozno	34,28	-	15,75
	100-140	8,84	7,95	alkalna	0,26	vrlo niska	7,36	vrlo niska	0,28	vrlo slabo humozno	39,13	-	24,60
P16	0-34	8,63	7,65	alkalna	24,02	dobra	23,96	dobra	2,94	slabo humozno	6,61	-	31,02
	34-72	8,74	7,93	alkalna	1,33	vrlo niska	5,02	vrlo niska	0,73	vrlo slabo humozno	20,65	-	16,92
	72-120	8,91	8,01	alkalna	0,38	vrlo niska	4,47	vrlo niska	0,70	vrlo slabo humozno	15,69	-	19,94
P17	0-35	8,34	7,43	alkalna	53,18	vrlo visoka	12,60	niska	3,96	dosta humozno	13,12	-	37,61
	35-55	8,69	7,72	alkalna	1,47	vrlo niska	4,96	vrlo niska	1,20	slabo humozno	27,26	-	23,60
	55-90	8,63	7,80	alkalna	0,48	vrlo niska	5,99	vrlo niska	0,67	vrlo slabo humozno	13,12	-	18,27
	90-120	8,92	7,88	alkalna	1,59	vrlo niska	6,90	vrlo niska	0,52	vrlo slabo humozno	11,56	-	20,86
P18	0-38	7,63	6,27	slabo kisela	39,00	vrlo visoka	38,50	visoka	2,94	slabo humozno	0,83	-	29,88
	38-53	7,68	6,30	slabo kisela	9,48	vrlo niska	15,42	niska	1,60	slabo humozno	0,83	-	31,08
	53-80	8,48	7,39	alkalna	6,05	vrlo niska	12,62	niska	1,13	slabo humozno	2,06	-	25,86
	80-103	8,96	8,04	alkalna	0,12	vrlo niska	7,35	vrlo niska	0,64	vrlo slabo humozno	28,91	-	23,33

3.2. OPIS I ZNAČAJKE ISTRAŽIVANIH TALA

Na istraživanom području determinirana su tla iz odjela automorfnih i hidromorfnih tala. Tla obuhvaćena istraživanjem prikazana su u okviru devet sistematskih jedinica (sedam tipova tala) jer je lesivirano tlo zastupljeno s dva varijeteta, dok je močvarno glejno tlo zastupljeno s dva podtipa tla (Tablica 2.2.).

3.2.1. Eutrično smeđe tlo

Eutrično smeđe tlo prikazano je s profilima P1 i P2 (Tablica 3.1. i Tablica 3.2.). Istraživana tla su praškasto glinasto ilovaste teksture u oraničnom i podoraničnom horizontu sa sadržajem čestica gline od 27,2 % u oraničnom horizontu na profilu P1 do 30,5 % u podoraničnom horizontu na profilu P2. Mikrostrukturni agregati ove sistematske jedinice su stabilni s rasponom vrijednosti od 74,0 do 77,7 (Tablica 3.19.). Poroznost tla oraničnog horizonta kreće se u rasponu od malo poroznog tla (43,13 % vol.) na profilu P2 do poroznog (45,59 % vol.) na profilu P1. Oranični i podoranični horizonti oba profila su jake zbijenosti, osrednjeg retencijskog kapaciteta tla za vodu te malog retencijskog kapaciteta tla za zrak (Tablica 3.20.). Reakcija tla u oraničnom horizontu svrstava ova tla u kisela tla s rasponom pH vrijednosti od 4,85 do 5,15. Opskrbljenost oraničnih horizonta kalijem je dobra, dok opskrbljenost fosforom varira od dobre na profilu P1 do vrlo visoke opskrbljenosti na profilu P2. Sadržaj organske tvari ne prelazi 2,65 %, što ovo tlo svrstava u klasu slabo humoznih tala (Tablica 3.21.).

3.2.2. Lesivirano tlo

Lesivirano tlo zastupljeno je s dva varijeteta, lesivirano tipično tlo i lesivirano pseudoglejno tlo.

3.2.2.1. Lesivirano tipično tlo

Lesivirana tipična tla predstavljena su profilima P3 i P4 (Tablica 3.3. i Tablica 3.4.). Lesivirana tipična tla u površinskim su horizontima praškasto ilovaste teksture sa sadržajem čestica gline od 23,2 % do 26,4 % sa stabilnim mikrostrukturnim agregatima (Tablica 3.19.). Ova tla su malo porozna u oraničnim i podoraničnim horizontima (38,79 do 40,87 % vol.), osrednjeg kapaciteta tla za vodu i vrlo malog kapaciteta tla za zrak te jake zbijenosti (Tablica 3.20.). Reakcija tla je kisela do slabo kisela s rasponom od 5,44 na profilu P3 do 6,32 na profilu P4. Sadržaj organske tvari u oraničnom horizontu je ispod 2,5 % što ova tla tla svrstava u klasu slabo humoznih tala. Opskrbljenost tla biljci pristupačnim

P_2O_5 i K_2O u oraničnom horizontu je dobra, dok opskrbljenost podoraničnih horizonata varira od vrlo niske do dobre opskrbljenosti. Vrijednosti kationskog izmjenjivačkog kapaciteta oraničnog horizonta za ovaj tip tla kreću se u rasponu od 14,53 c mol (+) kg^{-1} na profilu P4 do 18,55 c mol (+) kg^{-1} na profilu P3 (Tablica 3.21.).

3.2.2.2. Lesivirano pseudoglejno tlo

Lesivirano pseudoglejno tlo predstavljeno je profilima P5 i P6 (Tablica 3.5. i Tablica 3.6.). U oraničnom horizontu tlo je praškasto ilovaste teksture sa sadržajem čestica gline od 19,40 % na profilu P6 do 22,97 % na profilu P5. Stabilnost mikrostrukturnih agregata kreće se od dosta stabilnih na profilu P6 do stabilnih na profilu P5 (Tablica 3.19.). Ovo tlo je malo porozno do porozno u oraničnom horizontu (43,16 do 46,48 % vol.), osrednjeg retencijskog kapaciteta tla za vodu (~38 % vol.), malog retencijskog kapaciteta tla za zrak te srednje do jake zbijenosti (Tablica 3.20.). Reakcija tla u oraničnom horizontu je kisela do jako kisela s rasponom vrijednosti od 4,40 do 4,89. Sadržaj organske tvari je u rasponu od 1,49 % na profilu P6 do 2,46 % na profilu P5, što ova tla tla svrstava u klasu slabo humoznih tala. Opskrbljenost tla biljci pristupačnim P_2O_5 i K_2O je dobra u oraničnom horizontu na profilu P5, dok je opskrbljenost tla biljci pristupačnim hranjivima u oraničnom horizontu na profilu P6 vrlo niska (Tablica 3.21.).

3.2.3. Pseudoglejno tlo

Tla ove sistematske jedinice predstavljena su profilima P7 i P8 (Tablica 3.7. i Tablica 3.8.). Ova tla su praškasto ilovaste teksture u površinskom antropogenom oraničnom horizontu. Ispod ovih površinskih horizonata nalaze se iluvijalni pseudoglejni argiluvični horizonti praškasto ilovaste (P8) do praškasto glinaste ilovaste (P7) teksture sa sadržajem čestica gline od 17,10 % na profilu P8 do 33,60 % na profilu P7. Stabilnost mikrostrukturnih agregata na profilu P7 je dosta stabilna (62,3), dok je na profilu P8 stabilna s vrijednosti od 86,4 (Tablica 3.19.). Ova tla su malo porozna do porozna (43,77 do 48,52) s malim do osrednjim retencijskim kapacitetom tla za vodu (33,82 do 39,14) te osrednjim retencijskim kapacitetom tla za zrak (9,38 do 9,95). Rezultati gustoće pakovanja ukazuju da su oranični i podoranični horizonti srednje zbijenosti, izuzev podoraničnog horizonta na profilu P7 koji s vrijednosti gustoće pakovanja od 1,89 pripada jako zbijenoj klasi (Tablica 3.20.). Reakcija tla u oraničnom horizontu je jako kisela (P7) do kisela (P8), humoznost slaba, opskrbljenost fosforom visoka (P7) do vrlo visoka (P8), a kalijem dobra (P8) do visoka (P7) (Tablica 3.21.).

3.2.4. Aluvijalno tlo

Aluvijalno tlo predstavljeno je profilima P9 i P10 (Tablica 3.9. i Tablica 3.10.). Oranični horizonti istraživanih aluvijalnih tala pripadaju praškasto ilovastoj teksturi sa sadržajem čestica gline u rasponu od 11,40 do 13,20 %. Porastom dubine sadržaj čestica gline se još smanjuje do vrijednosti od 2,6 % na profilu P10, dok se sadržaj pijeska dubinom povećava i do preko 85 % na profilu P9. Strukturni agregati na profilu P10 su dosta stabilni (59,7), a na profilu P9 stabilni (70,3) (Tablica 3.19.). Ovu sistematsku jedinicu karakterizira porozno tlo u oraničnom i podoraničnom horizontu s vrijednostima od 46,24 na profilu P10 do 51,44 na profilu P9. Retencijski kapacitet tla za vodu na profilu P9 je velik (45,1), dok je na profilu P10 osrednji. Zbijenost horizonata je srednja uz mali do osrednji kapacitet tla za zrak (Tablica 3.20.). Ova su tla vrlo slabo do slabo humozna sa sadržajem humusa i ispod 1 % na profilu P10. Reakcija ovih tala je alkalna cijelim profilom, a vrijednosti se za oranični horizont kreću oko 7,5 pH jedinica. Opskrbljenost oraničnog horizonta hranjivima je niska, izuzev dobre opskrbljenosti oraničnog horizonta fosforom na profilu P9 (Tablica 3.21.).

3.2.5. Pseudoglej glej

Pseudoglej glej je opisan profilima P 11 i P 12 (Tablica 3.11. i Tablica 3.12.). Ova su tla u površinskom horizontu praškasto ilovaste teksture, dok su niži horizonti nešto težeg teksturnog sastava s povećanim sadržajem čestica gline. Stabilnost strukturnih agregata oraničnog horizonta ovih tala pripada u klasu stabilnih, a vrijednosti su od 81,8 na profilu 12 do 85,3 na profilu 11 (Tablica 3.19.). To su malo porozna tla u površinskim horizontima s rasponom od 36,63 % pora na profilu P 12 do 37,18 % na profilu P 11. Ova tla karekterizira osrednji kapacitet tla za vodu u oraničnom i podoraničnom horizontu (38,27 do 40,36 % vol.), vrlo mali kapacitet tla za zrak (1,64 do 3,17 % vol.) te jaka do srednja zbijenost (Tablica 3.20.). Reakcija tla u oraničnom i podoraničnom horizontu svrstava ova tla u kisela do slabo kisela tla s rasponom od 5,30 do 6,17. Sadržaj humusa kretao se u rasponu od 1,31 % do 1,61 %, što ukazuje na slabu humoznost ovih tala. Sadržaj fiziološki aktivnog fosfora kretao se od visokog na profilu P 11 do vrlo visokog na profilu P 12. Opskrbljenost oraničnog horizonta kalijem kretala se od niske do dobre, dok je opskrbljenost podoraničnog horizonta vrlo niska do niska (Tablica 3.21.).

3.2.6. Ritska crnica

Predstavljena je profilima P 13 i P 14 (Tablica 3.13. i Tablica 3.14.). Ovo tlo karakterizira izrazito težak teksturni sastav oraničnih i podoraničnih horizonata sa sadržajem gline od 30,30 do 34,70 %. Porastom dubine opada i sadržaj gline te su dublji horizonti praškasto ilovaste teksture. Strukturni agregati ove sistematske jedinice su stabilni s vrijednostima od 71,9 do 78,8 (Tablica 3.19.). Fizikalna svojstva površinskih horizonata na istraženim profilima ukazuju da je ovo porozno tlo, osrednjeg retencijskog kapaciteta tla za vodu i zrak, dok vrijednosti gustoće pakiranja ukazuju na srednju do jaku zbijenost (Tablica 3.20.). Ovu sistematsku jedinicu karakterizira dosta humozno (4,26 % na profilu P 14) do jako humozno (5,41 % na profilu P 13) tlo kako u oraničnom tako i u podoraničnom horizontu (3,18 do 5,06 %). Reakcija tla je alkalna cijelim profilom s vrijednostima od 7,24 do 7,41 pH jedinice u oraničnih horizontima. Opskrbljenost fiziološki aktivnim fosforom je vrlo niska na profilu P 14 do visoka na profilu P 13 visoka, dok je opskrbljenost oraničnih horizonata kalijem dobra s vrijednostima od 18,32 do 21,03 mg 100 g^{-1} (Tablica 3.21.).

3.2.7. Močvarno glejno tlo

Močvarno glejno tlo zastupljeno je s dva podtipa tla, močvarno glejno hipoglejno tlo i močvarno glejno amfiglejno tlo.

3.2.7.1. Močvarno glejno hipoglejno tlo

Močvarno glejno hipoglejno tlo prikazano je profilima P 15 i P 16 (Tablica 3.15. i Tablica 3.16.). Tekstura tla u oraničnom horizontu je praškasta ilovača do praškasto glinasta ilovača sa sadržajem čestica gline od 25,90 % do 32,50 %. S povećanjem dubine postupno se smanjuje sadržaj čestica gline do matičnog supstrata koji je pretaloženi, odnosno zamočvareni les i u njemu je sadržaj čestica gline ispod 20,0 %. (Tablica 3.19.). Tlo je malo porozno do porozno, osrednjeg retencijskog kapaciteta tla za vodu i malog retencijskog kapaciteta tla za zrak u oraničnim i podoraničnim horizontima. Gustoća pakovanja ukazuje na srednju do jaku zbijenost tla (Tablica 3.20.). Reakcija tla je alkalna, a tlo je slabo humozno sa sadržajem organske tvari u površinskom horizontu od 1,46 do 2,94 %. Opskrbljenost tla biljci pristupačnim P_2O_5 u oraničnom horizontu je dobra do visoka, a opskrbljenost podoraničnog horizonta je vrlo niska. Opskrbljenost oraničnog horizonta biljci pristupačnim K_2O je dobra (18,90 do 23,96 mg 100 g^{-1} tla) dok je opskrbljenost podoraničnog horizonta vrlo niska (Tablica 3.21.).

3.2.7.2. Močvarno glejno amfiglejno tlo

Močvarno glejno amfiglejno tlo nalazi se na topografski nižim pozicijama istraživanog područja i razvijeno je na pretaloženom lesu te je predstavljeno profilima P 17 i P 18 (Tablica 3.15. i Tablica 3.16.). Tekstura tla je praškasto glinasta ilovača u oraničnom i podoraničnom horizontu sa sadržajem glinastih čestica od 27,90 do 36,60 %. Tekstura horizonata koji se nalaze ispod podoraničnog sloja je nešto lakše teksture te pripada praškasto ilovastoj klasi. Prema prosječnom indeksu mikroagregati močvarno glejnog amfiglejnog tla su stabilni s vrijednostima od 73,1 do 85,4 (Tablica 3.19.). Tlo je porozno s osrednjim kapacitetom tla za vodu i osrednjim kapacitetom tla za zrak u oraničnom sloju. Vrijednosti prosječne gustoće pakovanja ukazuju da je ovo tlo srednje zbijenosti do jake zbijenosti u oraničnom i podoraničnom horizontu (Tablica 3.20.). Reakcija tla u oraničnom horizontu je slabo kisela do alkalna, a sadržaj organske tvari svrstava ova tlo u klasu slabo do dosta humoznih tala. Opskrbljenost tla fiziološki aktivnim fosforom u oraničnom horizontu je vrlo visoka, a kalijem niska do visoka. Oposkrbljenost podoraničnog sloja tla fiziološki aktivnim fosforom i kalijem je vrlo niska (Tablica 3.21.).

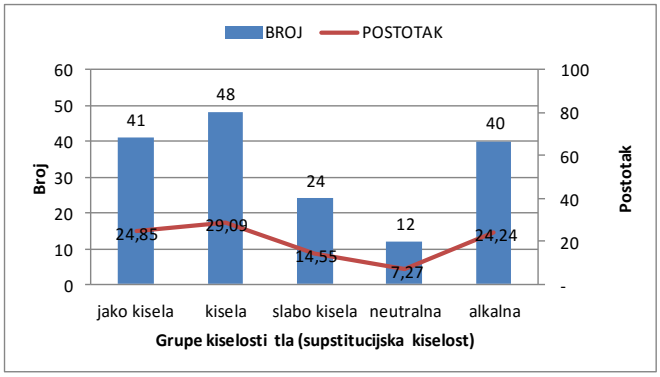
3.3. OSNOVNA KEMIJSKA I FIZIKALNA SVOJSTVA ISTRAŽIVANIH TALA

3.3.1. Reakcija tla

Najniža izmjerena vrijednost supstitucijske kiselosti (pH $_{KCl}$) u oraničnom sloju utvrđena je na močvarno glejnom amfiglejnom tlu (3,27), dok je najveća izmjerena vrijednost utvrđena na eutrično smeđem tlu (7,91) (Tablica 3.22.). Prosječno najmanja vrijednost supstitucijske kiselosti zabilježena je na lesiviranom tipičnom tlu (4,39), a najveća na aluvijalnom tlu (7,44). Na tlu srednje teksturne klase zabilježena je najmanja izmjerena vrijednost supstitucijske kiselosti (3,27), a najveća na lakom tlu (7,91), dok je tlo teške teksture imalo prosječnu izmjerenu vrijednost od 5,90 pH jedinica (Tablica 3.22.). Najmanje odstupanje od prosjeka zabilježeno je na aluvijalnom tlu i iznosilo je 0,19, dok je najveće odtupanje od 1,19 zabilježeno na močvarnom glejnom amfiglejnom tlu. Prosječna odstupanja supstitucijske kiselosti s obzirom na teksturnu klasu kretala su se od 1,00 na teškim do 1,57 na lakim tlima (Tablica 3.22.). Prosječna supstitucijska kiselost (pH $_{KCl}$) svih analiziranih uzoraka iznosila je 5,65, s rasponom od 3,27 (jako kisela tla) do 7,91 (alkalna tla). Grupi jako kiselih tala (pH < 4,5) pripada 41 uzorak (24,85 %), kiselim tlima (pH 4,5-5,5) 48 uzoraka (29,09 %), slabo kiselim tlima (pH 5,5-6,5) 24 uzorka (14,55 %), 12 uzoraka (7,27 %) pripada grupi neutralnih tala (pH 6,5-7,2), a grupi alkalnih (pH > 7,2) tala pripada 40 uzoraka (24,24 %) od ukupno 165 analizirana uzorka (Graf 1.).

Tablica 3.22. Deskriptivna statistika reakcije tla (supstitucijska kiselost u 1M KCl-u)

pH KCl	n	Min.	Maks.	Median	St.devijacija	Prosjek
Svi uzorci	165	3,27	7,91	5,40	1,31	5,65
Tip tla						
ES	20	3,68	7,91	6,36	1,17	6,35
L	20	3,71	5,84	4,28	0,59	4,39
LPs	20	3,69	7,43	4,78	1,06	5,03
Ps	15	3,81	5,41	4,25	0,52	4,40
A	20	7,02	7,72	7,44	0,19	7,44
PsG	15	3,68	7,18	4,89	1,14	5,03
RC	15	5,30	7,54	6,34	0,82	6,42
MGH	20	4,32	7,70	5,63	0,94	5,73
MGA	20	3,27	7,49	5,38	1,19	5,75
Teksturna klasa						
lako	59	3,68	7,91	5,07	1,57	5,67
srednje	56	3,27	7,62	5,12	1,22	5,40
teško	50	4,32	7,70	5,69	1,00	5,90



Graf 1. Distribucija uzoraka prema grupama supstitucijske kiselosti (broj i postotak)

3.3.2. Sadržaj organske tvari (humusa)

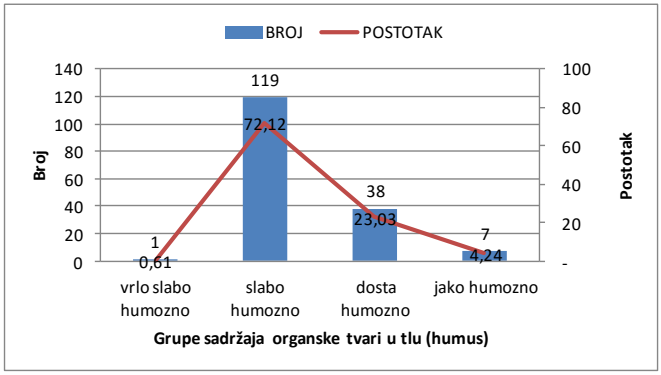
Prema utvrđenim vrijednostima sadržaja organske tvari u tlu uzorci su podjeljeni u kategorije te je utvrđena njihova distribucija: slabo humozna tla (< 1 % humusa) 1 uzorak ili 0,61 %, slabo humozna tla (1-3 % humusa) 119 uzoraka ili 72,12 % , dosta humozna tla (3-5 % humusa) 38 uzoraka ili 23,03 % te jako humozna tla (5-10 % humusa) 7 uzoraka ili 4,24 % istraživanih tala (Graf 2.).

Tablica 3.23. Deskriptivna statistika sadržaja organske tvari tla (humusa)

Humus	n	Min.	Maks.	Median	St.devijacija	Prosjek
Svi uzorci	165	0,83	11,80	2,38	1,24	2,65
Tip tla						
ES	20	1,21	3,17	2,61	0,53	2,51
L	20	1,31	2,86	1,78	0,44	1,87
LPs	20	1,31	3,10	1,78	0,43	1,93
Ps	15	1,62	3,11	2,25	0,48	2,26
A	20	1,14	5,58	2,29	1,05	2,43
PsG	15	1,52	3,41	2,20	0,59	2,37
RC	15	2,62	11,80	4,28	2,08	4,94
MGH	20	1,93	4,90	2,52	0,71	2,68
MGA	20	0,83	7,03	3,30	1,23	3,24
Teksturna klasa						
lako	59	1,14	5,58	1,99	0,73	2,12
srednje	56	1,31	5,81	2,26	0,72	2,36
teško	50	0,83	11,80	3,30	1,62	3,59

Prosječan sadržaj organske tvari za sve uzorke iznosio je 2,65 % s rasponom od 0,83 % izmjerenim na močvarno glejnom amfiglejnom tlu do 11,80 % na ritskoj crnici. Prosječno najveća vrijednost sadržaja organske tvari zabilježena je na ritskoj crnici (4,94 %), a najmanja na lesiviranom tipičnom tlu (1,87 %). Prosječno odstupanje od srednje vrijednosti za sve uzorke iznosilo je 1,24 s rasponom od 0,43 na lesiviranom

pseudoglejnom tlu do 2,08 na ritskoj crnici. Teksturno laka tla imala su u prosjeku i najmanji sadržaj organske tvari od 2,12 %, dok su teksturno teška tla imala i najveći prosječni sadržaj organske tvari od 3,59 % (Tablica 3.23.).



Graf 2. Distribucija uzoraka prema sadržaju organske tvari u tlu (broj i postotak)

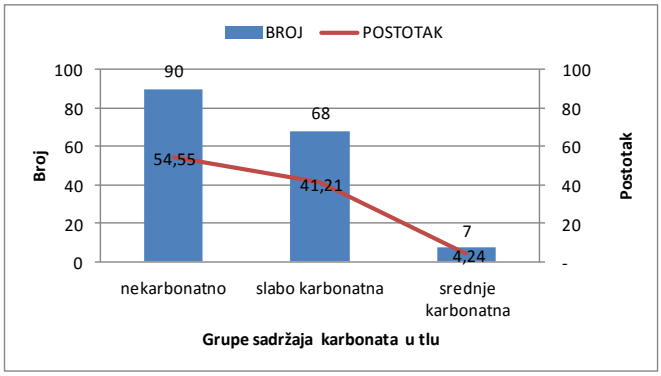
3.3.3. Sadržaj karbonata

Sadržaj karbonata utvrđen je u 75 uzoraka (45,45 % uzoraka) viših pH vrijednosti .. (pH_{KCl} > 5,5), a u preostalim uzorcima niske pH vrijednosti (pH_{KCl} < 5,5) sadržaj karbonata nije utvrđen (54,55 % uzoraka). Raspon karbonatnosti analiziranih uzoraka kretao se od nekarbonatnih tala (90 uzorka ili 54,55 % ukupnog broja uzoraka) do srednje karbonatnih tala (7 uzoraka ili 4,24 % ukupnog broja uzoraka), dok je u grupi slabo karbonatnih tala utvrđeno 68 uzoraka, što predstavlja 41,21 % od ukupnog broja uzoraka (Graf 3.).

Tablica 3.24. Deskriptivna statistika sadržaja karbonata u tlu

$CaCO_3$	n	Min.	Maks.	Median	St.devijacija	Prosjek
Svi uzorci	75	0,84	16,13	2,12	2,86	3,16
Tip tla						
ES	15	0,84	16,13	1,67	4,14	3,48
L	2	0,85	1,27	1,06	0,30	1,06
LPs	4	1,27	2,51	1,88	0,53	1,89
Ps	0	-	-	-	-	-
A	20	1,26	6,39	2,93	1,31	2,95
PsG	3	2,55	3,41	2,93	0,43	2,96
RC	13	1,26	8,79	2,09	2,98	3,65
MGH	9	1,27	3,77	1,70	0,81	1,97
MGA	9	0,85	14,05	2,55	4,54	4,67
Teksturna klasa						
lako	27	0,85	16,13	2,93	2,86	3,41
srednje	20	0,84	8,79	1,67	1,80	2,23
teško	28	0,85	14,05	2,09	3,39	3,69

Prosječna karbonatnost svih uzoraka iznosila je 3,16 % s rasponom od 0,84 do 16,13 % karbonata uz prosječno odstupanje 2,86 od prosjeka. Močvarno glejno amfiglejno tlo imalo je u prosjeku najveći sadržaj karbonata (4,67 %), lesivirano tipično najmanji utvrđeni prosjek sadržaja karbonata (1,06 %), dok prisustvo karbonata nije utvrđeno u pseudoglejnom tlu. Najmanja prosječna utvrđena karbonatnost bila je na tlima srednje teksture (2,23 %), dok je najveća utvrđena na teksturno teškim tlima (3,69 %) gdje je utvrđeno i najveće prosječno odstupanje od prosjeka 3,39 (Tablica 3.24.).



Graf 3. Distribucija uzoraka prema sadržaju karbonata u tlu (broj i postotak)

3.3.4. Hidrolitska kiselost

Hidrolitska kiselost utvrđena je u 90 uzoraka (54,55 % uzoraka) nižih pH vrijednosti supstitucijske kiselosti od 5,5 (pH = 1 M KCl), a u preostalim uzorcima više pH vrijednosti (pH_{KCl} > 5,5) hidrolitska kiselost nije utvrđivana (45,45 % uzoraka). Prosječna vrijednost hidrolitske kiselosti na svim istraživanim uzorcima iznosila je 3,21 cmol (+) kg^{-1}. Najniža zabilježena vrijednost hidrolitske kiselosti zabilježena je na pseudoglejnom tlu (0,22 cmol (+) kg^{-1}), dok je najviša vrijednost zabilježena na lesiviranom tipičnom tlu (8,40 cmol (+) kg^{-1}). Kod ritske crnice zabilježen je najmanji broj uzoraka tala na kojima je utvrđivana hidrolitska kiselost (2), kao i najmanje odstupanje od prosjeka (0,74). Na teksturno lakim tlima utvrđene su najmanje (0,22 cmol (+) kg^{-1}) i najveće (8,40 cmol (+) kg^{-1}) pojedinačne vrijednosti. U istoj teksturnoj klasi utvrđena je i najveća prosječna vrijednost (3,55 cmol (+) kg^{-1}) i najveće odstupanje od prosjeka (1,80) ovisno o teksturnoj klasi tla (Tablica 3.25.).

Tablica 3.25. Deskriptivna statistika hidrolitske kiselosti tla

HK	n	Min.	Maks.	Median	St.devijacija	Prosjek
Svi uzorci	90	0,22	8,40	3,06	1,58	3,21
Tip tla						
ES	5	1,23	3,68	2,28	1,01	2,37
L	18	1,84	8,40	4,49	1,52	4,49
LPs	16	1,53	6,04	2,91	1,18	3,13
Ps	15	0,22	5,47	3,06	1,56	2,80
A	0	-	-	-	-	-
PsG	12	0,88	5,64	3,57	1,63	3,26
RC	2	0,79	1,84	1,32	0,74	1,32
MGH	10	1,09	4,90	2,17	1,34	2,55
MGA	12	1,18	6,96	2,59	1,65	3,15
Teksturna klasa						
lako	32	0,22	8,40	3,61	1,80	3,55
srednje	34	1,23	6,96	3,19	1,42	3,37
teško	24	0,79	5,69	2,49	1,32	2,59

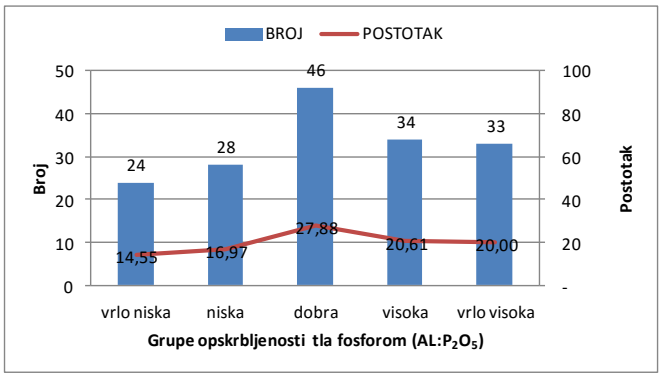
3.3.5. Sadržaj lako pristupačnog fosfora

Ekstrakcija lakopristupačne frakcije fosfora AL metodom (uvažavajući grupu kiselosti kao kriterij graničnih vrijednosti) rezultirala je količinama fosfora od minimalnih 0,58 mg P_2O_5 kg^{-1} do maksimalnih 171,88 mg P_2O_5 kg^{-1} uz prosjek od 21,39 mg P_2O_5 kg^{-1}.

Tablica 3.26. Deskriptivna statistika opskrbljenosti tla fiziološki aktivnim fosforom

AL P_2O_5	n	Min.	Maks.	Median	St.devijacija	Prosjek
Svi uzorci	165	0,58	171,88	16,55	19,78	21,39
Tip tla						
ES	20	2,78	47,14	12,79	10,75	15,70
L	20	3,40	59,16	13,98	15,04	19,07
LPs	20	3,68	68,04	13,95	14,18	16,88
Ps	15	2,70	25,48	14,46	7,99	12,97
A	20	6,89	48,26	17,88	12,13	21,94
PsG	15	1,79	171,88	17,14	41,46	30,30
RC	15	1,85	53,80	24,84	16,86	28,59
MGH	20	4,10	85,47	22,02	20,72	26,25
MGA	20	0,58	90,36	15,51	22,03	22,68
Teksturna klasa						
lako	59	2,70	59,16	16,46	12,32	18,82
srednje	56	2,78	68,04	17,52	14,51	19,74
teško	50	0,58	171,88	16,19	29,28	26,25

Prosječno najniže estrahirane vrijednosti zabilježene su na pseudoglejnom tlu (12,97 mg P_2O_5 kg^{-1}), koje je imalo i najmanje odstupanje od prosjeka, a najviše na pseudoglej glejnom tlu (30,30 mg P_2O_5 kg^{-1}), gdje je zabilježena i najveća pojedinačna izmjerena vrijednost (171,88 mg P_2O_5 kg^{-1}). Na teksturno teškim tlima zabilježene su najniže (0,58 mg P_2O_5 kg^{-1}) i najviše izmjerene vrijednosti (171,88 mg P_2O_5 kg^{-1}), kao i najviša prosječna vrijednost (26,25 mg P_2O_5 kg^{-1}), što je rezultiralo i najvišim prosječnim odstupanjem. (Tablica 3.26.). Približno 30 % istraživanih tala pripada grupi vrlo niske (14,55 %) i niske (16,97 %) opskrbljenosti tla fosforom, dok ostatak čine tla dobro (27,88 %), visoko (20,61 %) i vrlo visoko (20,00 %) opskrbljena fosforom (Graf 4.).



Graf 4. Distribucija uzoraka prema sadržaju fosfora u tlu (broj i postotak)

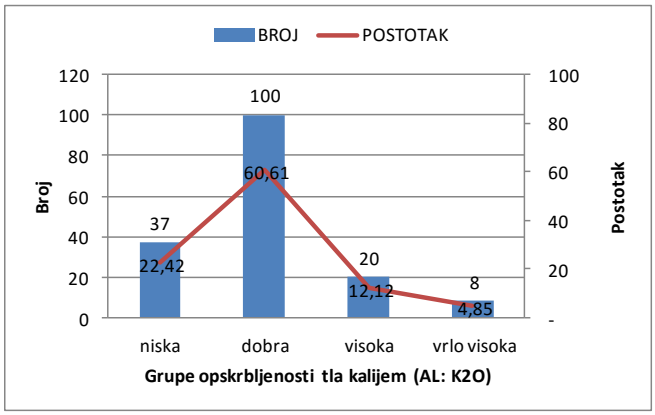
3.3.6. Sadržaj lako pristupačnog kalija

Ekstrakcija lako pristupačne frakcije kalija AL metodom rezultirala je količinama kalija od minimalnih 6,88 mg K_2O kg^{-1} (aluvijalno tlo) do maksimalnih 63,35 mg K_2O kg^{-1} (pseudoglejno tlo) uz prosjek od 21,64 mg K_2O kg^{-1}. Također, prosječno najniže estrahirane vrijednosti zabilježene su na aluvijalnom tlu (10,44 mg K_2O kg^{-1}), koje je imalo i najmanje odstupanje od prosjeka, a najviše izmjerene vrijednosti pristupačnog kalija su na lesiviranom tipičnom tlu (25,33 mg K_2O kg^{-1}). Najveće odstupanje od prosjeka zabilježeno je na pseudoglej glejnom tlu (12,08) na kojem je utvrđena i pojedinačno izmjerena maksimalna vrijednost od 63,35 mg K_2O kg^{-1}. Na teksturno teškim tlima zabilježene su najviše vrijednosti pristupačnog kalija s prosječnom vrijednosti od 22,83 mg K_2O kg^{-1}, što je neznatno više u odnosu na srednje teška tla na kojima je zabilježena prosječna vrijednost od 22,39 mg K_2O kg^{-1}. Najveće odstupanje vrijednosti od prosjeka zabilježeno je kod teksturno lakih tala (10,83), gdje je zabilježen raspon vrijednosti od minimalnih 6,88 mg K_2O kg^{-1} do maksimalnih 58,16 mg K_2O kg^{-1} (Tablica 3.27.).

Približno 78 % istraživanih tala pripada grupi dobre (60,61 %), visoke (12,12 %) te vrlo visoke (4,85 %) opskrbljenosti tla kalijem, dok ostatak od 22 % istraživanih tala ili njih 37 pripada grupi niske opskrbljenosti tla pristupačnim kalijem (Graf 5.).

Tablica 3.27. Deskriptivna statistika opskrbljenosti tla lako pristupačnim kalijem

AL K_2O	n	Min.	Maks.	Median	St.devijacija	Prosjek
Svi uzorci	165	6,88	63,35	20,94	9,38	21,64
Tip tla						
ES	20	15,82	30,86	24,86	3,95	24,44
L	20	10,88	58,16	23,59	11,09	25,33
LPs	20	11,81	39,75	21,06	7,68	22,66
Ps	15	11,59	51,97	19,53	11,21	23,74
A	20	6,88	16,06	9,55	2,88	10,44
PsG	15	13,80	63,35	22,84	12,08	23,85
RC	15	14,55	35,94	21,92	6,23	23,51
MGH	20	12,00	52,71	20,09	10,98	22,29
MGA	20	11,43	35,11	18,79	6,00	20,00
Teksturna klasa						
lako	59	6,88	58,16	18,04	10,83	19,90
srednje	56	10,88	52,71	22,38	7,73	22,39
teško	50	11,58	63,35	21,85	9,12	22,83



Graf 5. Distribucija uzoraka prema sadržaju lako pristupačnog kalija u tlu (broj i postotak)

3.3.7. Kationski izmjenjivački kapacitet tla

Kationski izmjenjivački kapacitet tla određen je na ukupnom broju od 165 uzoraka tla iz oraničnog horizonta do dubine od 30 cm te su izmjerene vrijednosti imale raspon od minimalno 4,00 cmol (+) kg^{-1} do maksimalno 47,50 cmol (+) kg^{-1} uz prosjek od 21,71 cmol (+) kg^{-1} Prosječno najveću izmjerenu vrijednost KIK-a imala je ritska crnica (37,34 cmol (+) kg^{-1}), a najmanju pseudoglejno tlo (9,81cmol (+) kg^{-1}). Kod pseudoglejnog tla

zabilježeno je najmanje odstupanje od prosjeka 3,25. Močvarno glejno amfiglejno tlo imalo je najveću izmjerenu vrijednost KIK-a (47,50 cmol (+) kg^{-1}), kao i najveće odstupanje od prosjeka 9,79. Teksturno laka tla imala su prosječno najnižu vrijednost KIK-a od 15,41 cmol (+) kg^{-1}, slijedi tlo srednje teksture s 19,05 cmol (+) kg^{-1}, dok su prosječno najviše vrijednosti izmjerene na teškim teksturnim tlima s vrijednošću od 32,85 cmol (+) kg^{-1}. Odstupanja od prosjeka ovisno o teksturnoj klasi tala kretala su se u rasponu od 6,5 na lakim tlima do 7,83 na teškim teksturnim tlima (Tablica 3.28.).

Tablica 3.28. Deskriptivna statistika kationskog izmjenjivačkog kapaciteta tla

KIK	n	Min.	Maks.	Median	St.devijacija	Prosjek
Svi uzorci	165	4,00	47,50	20,75	9,98	21,71
Tip tla						
ES	20	8,99	32,12	20,59	6,32	20,99
L	20	5,43	23,37	11,66	4,78	13,52
LPs	20	10,83	33,34	15,45	6,44	18,01
Ps	15	4,00	14,95	10,28	3,25	9,81
A	20	13,41	31,88	22,40	4,54	22,28
PsG	15	6,39	28,21	18,78	7,30	17,21
RC	15	26,46	44,89	37,21	6,07	37,34
MGH	20	12,50	35,70	24,19	6,67	24,19
MGA	20	7,63	47,50	32,01	9,79	31,81
Teksturna klasa						
lako	59	4,00	31,88	13,30	6,50	15,41
srednje	56	5,43	37,21	18,75	7,05	19,05
teško	50	17,69	47,50	31,85	7,83	32,11

3.3.8. Sadržaj krupnog pijeska

Sadržaj krupnog pijeska kretao se od 0,13 % utvrđenih na eutrično smeđem tlu do 26,61 % na aluvijalnom tlu, uz prosjek od 1,84 % na svim istraživanim uzorcima. Prosječno najmanji sadržaj krupnog pijeska utvrđen je na eutričnom smeđem tlu (0,57%), a najveći na aluvijalnom tlu (3,58 %). Teksturno lakša tla imala su najveći prosječni sadržaj krupnog pijeska (3,10 %), ali i najveće odstupanje od prosjeka 3,89. Manji sadržaj krupnog pijeska u odnosu na laka teksturna tla utvrđen je na srednje teškim (1,55 %) i teškim tlima (0,85 %) (Tablica 3.29.).

Tablica 3.29. Deskriptivna statistika sadržaja krupnog pijeska

KP	n	Min.	Maks.	Median	St.devijacija	Prosjek
Svi uzorci	165	0,13	26,61	1,09	2,68	1,84
Tip tla						
ES	20	0,13	2,12	0,41	0,49	0,57
L	20	0,64	7,86	1,71	2,32	2,61
LPs	20	0,51	4,57	1,26	1,11	1,73
Ps	15	1,67	6,25	2,35	1,67	3,00
A	20	0,39	26,61	0,99	6,19	3,58
PsG	15	0,47	5,08	1,58	1,20	1,81
RC	15	0,18	1,61	0,49	0,41	0,60
MGH	20	0,22	10,77	0,98	2,25	1,46
MGA	20	0,47	2,69	0,96	0,61	1,16
Teksturna klasa						
lako	59	0,40	26,61	1,96	3,89	3,10
srednje	56	0,13	10,77	1,11	1,55	1,39
teško	50	0,18	2,69	0,72	0,56	0,85

3.3.9. Sadržaj sitnog pijeska

Prosječan sadržaj čestica sitnog pijeska utvrđen na svim istraživanim uzorcima iznosio je 7,81 %, uz raspon od 0,51 % utvrđenih u ritskoj crnici do 60,25 % na aluvijalnom tlu. Prosječno najveći sadržaj sitnog pijeska utvrđen je na aluvijalnom tlu (32,84 %) gdje je bilo i najveće odstupanje od prosjeka od 14,90.

Tablica 3.30. Deskriptivna statistika sadržaja sitnog pijeska

SP	n	Min.	Maks.	Median	St.devijacija	Prosjek
Svi uzorci	165	0,51	60,25	2,76	11,65	7,81
Tip tla						
ES	20	0,68	10,72	1,72	2,78	2,78
L	20	1,77	33,94	2,49	9,23	6,65
LPs	20	0,78	9,27	2,30	2,38	2,97
Ps	15	1,67	16,20	3,71	4,19	5,46
A	20	4,85	60,25	33,74	14,90	32,84
PsG	15	1,37	23,25	4,18	5,80	6,06
RC	15	0,51	12,35	2,25	3,42	3,10
MGH	20	1,08	25,31	2,13	5,62	4,51
MGA	20	0,81	10,46	2,50	2,79	3,67
Teksturna klasa						
lako	59	1,76	60,25	7,60	16,27	15,64
srednje	56	0,77	25,31	2,40	4,11	4,04
teško	50	0,51	12,35	1,93	2,51	2,78

Najmanji sadržaj sitnog pijeska imalo je eutrično smeđe tlo s vrijednosti od 2,78 % i rasponom od 0,68 do 10,72 % sitnog pijeska. Teksturno laka tla imala su najveći prosječni sadržaj pijeska od 15,64 %, dok je utvrđeni sadržaj kod srednje teških tala 4,04, a teških 2,78 % (Tablica 3.30.).

3.3.10. Sadržaj krupnog praha

Sadržaj krupnog praha imao je raspon od 6,32 % utvrđenih na močvarnom glejnom amfiglejnom tlu do 56,27 % utvrđenih na lesiviranom pseudoglejnom tlu, uz prosjek na svim tlima od 36,49 %. Lesivirano pseudoglejno tlo imalo je i prosječno najveći sadržaj krupnog praha (43,59 %) što je više od utvrđenog sadržaja na pseudoglejnom tlu (43,26 %). Močvarno glejno amfiglejno tlo sadrži najmanju prosječnu količinu krupnog praha sa sadržajem čestica od 26,08 % uz najveće odstupanje od prosjeka od 10,68. Na tlima teške teksture utvrđen je najmanji sadržaj čestica krupnog praha od 29,01 %, na tlima srednje teksturne klase utvrđeno najviše krupnog praha od 39,81 %, dok su laka teksturna tla imala 39,68 % krupnog praha (Tablica 3.31.).

Tablica 3.31. Deskriptivna statistika sadržaja krupnog praha

KPr	n	Min.	Maks.	Median	St.devijacija	Prosjek
Svi uzorci	165	6,32	56,27	38,51	9,05	36,49
Tip tla						
ES	20	37,53	45,69	42,46	2,73	41,85
L	20	27,27	46,21	40,30	5,38	39,59
LPs	20	35,75	56,27	43,34	5,09	43,59
Ps	15	37,37	47,73	42,77	2,98	43,26
A	20	15,38	44,06	34,61	8,93	31,98
PsG	15	29,10	49,38	38,43	5,21	38,75
RC	15	10,06	39,26	31,47	8,68	27,80
MGH	20	19,92	41,87	38,31	6,25	35,61
MGA	20	6,32	42,64	23,72	10,68	26,08
Teksturna klasa						
lako	59	15,38	49,70	41,81	7,94	39,68
srednje	56	19,15	56,27	40,18	5,38	39,81
teško	50	6,32	41,87	31,75	9,21	29,01

3.3.11. Sadržaj sitnog praha

Prosječan sadržaj čestica sitnog praha promatrajući sve uzorke iznosio je 30,39 %. Najmanji (7,84 %) i najveći (62,92 %) sadržaj sitnog praha utvrđen je na aluvijalnom tlu što je rezultirao najvećim odstupanjem od prosjeka (13,12). Na aluvijalnom tlu utvrđen je prosječno najmanji (23,58 %) sadržaj čestica sitnog praha, dok je najveći utvrđen kod

ritske crnice (33,58 %). Laka teksturna tla imala su prosječno najmanji sadržaj čestica sitnog praha (28,22 %) i najveće odstupanje od prosjeka (8,72), dok su teška teksturna tla imala najveći sadržaj čestica sitnog praha (32,28 %) uz najmanje odstupanje od prosjeka (Tablica 3.32.).

Tablica 3.32. Deskriptivna statistika sadržaja sitnog praha

SPr	n	Min.	Maks.	Median	St.devijacija	Prosjek
Svi uzorci	165	7,84	62,92	30,90	6,41	30,39
Tip tla						
ES	20	24,67	35,16	30,90	2,44	31,21
L	20	17,51	38,56	33,44	5,53	31,69
LPs	20	17,43	35,37	32,21	4,07	31,02
Ps	15	22,54	37,35	31,71	3,81	31,77
A	20	7,84	62,92	20,17	13,12	23,58
PsG	15	18,88	34,90	30,63	3,81	29,57
RC	15	25,63	40,34	32,81	4,20	33,58
MGH	20	21,99	41,24	29,80	3,85	30,02
MGA	20	21,98	42,18	31,36	3,99	32,03
Teksturna klasa						
lako	59	7,84	62,92	29,65	8,72	28,22
srednje	56	17,43	50,36	30,84	4,74	30,99
teško	50	25,63	42,18	31,36	3,57	32,28

3.3.12. Sadržaj gline

Utvrđeni sadržaj čestica gline imao je širok raspon od svega 1,83 % na aluvijalnom tlu do 58,86 % na močvarnom glejnom amfiglejnom tlu uz prosjek svih uzoraka od 23,47 %. Aluvijalno tlo imalo je i prosječno najmanju utvrđenu vrijednost (8,03 %), dok je najveću prosječnu vrijednost imalo močvarno glejno amfiglejno tlo (37,07 %) na kojem je utvrđeno i najveće odstupanje od prosjeka od 9,93. Na tlima lakše teksturne klase utvrđen je prosječno najmanji sadržaj čestica gline (13,36 %), dok je najveći prosječni sadržaj od 35,09 % utvrđen na teškim teksturnim tlima koja imaju i najveće odstupanje od prosjeka koje iznosi 7,33 (Tablica 3.33.).

Tablica 3.33. Deskriptivna statistika sadržaja gline

G	n	Min.	Maks.	Median	St.devijacija	Prosjek
Svi uzorci	165	1,83	58,86	23,18	10,27	23,47
Tip tla						
ES	20	16,86	29,97	24,66	3,79	23,59
L	20	11,95	25,03	18,92	3,53	19,46
LPs	20	12,18	27,11	20,94	4,13	20,69
Ps	15	10,76	24,02	16,42	3,93	16,52
A	20	1,83	22,76	7,29	5,31	8,03
PsG	15	11,96	33,66	23,57	7,44	23,81
RC	15	26,01	46,81	34,26	6,59	34,92
MGH	20	22,00	38,76	27,93	4,18	28,40
MGA	20	23,32	58,86	37,40	9,93	37,07
Teksturna klasa						
lako	59	1,83	19,80	15,28	5,25	13,36
srednje	56	20,09	26,90	23,55	2,23	23,76
teško	50	27,11	58,86	33,43	7,33	35,09

Prema dobivenim rezultatima (Tablica 3.34. i 3.35.) nije utvrđen statistički značajan utjecaj tipa tla na sadržaj karbonata i pristupačnog fosfora u tlu, no analizom je utvrđeno kako aluvijalno tlo ima statistički značajno manje pristupačnog kalija te statistički značajno više sitnog pijeska, a manje sitnog praha u odnosu na ostala tla između kojih nije utvrđena statistički značajna razlika. Nadalje, kod ritske crnice i močvarnog glejnog amfiglejnog tla utvrđen je statistički značajno veći kationski izmjenjivački kapacitet tla i sadržaj gline u odnosu na ostala tla kod kojih je utvrđena statistički značajno manja vrijednost kationskog izmjenjivačkog kapaciteta (pseudoglejno tlo) i sadržaja gline (aluvijalno tlo). Utvrđene vrijednosti supstitucijske kiselosti aluvijalnog tipa tla statistički su značajno veće u odnosu na utvrđene vrijednosti kod ostalih tipova tala. Nadalje, statistički značajne razlike utvrđene su između ritske crnice i lesiviranog tipa tla, kao i između ritske crnice i pseudogleja (Tablica 3.34.). Prema dobivenim rezultatima nije utvrđen statistički značajan utjecaj teksture na supstitucijsku kiselost, sadržaj karbonata, hidrolitsku kiselost te koncentraciju pristupačnih fosfora i kalija (Tablica 3.34.). Nadalje, statistički značajno manji sadržaj krupnog i sitnog pijeska u odnosu na laka teksturna tla utvrđen je na srednje teškim i teškim tlima, dok između njih nije utvrđena statistički značajna razlika u sadržaju krupnog pijeska. Na tlima teške teksture utvrđen je statistički značajno manji sadržaj čestica krupnog praha u odnosu na tla srednje i lake teksturne grupe, dok između tala srednje i lake teksture nije utvrđena statistički značajna razlika. Isto tako, teksturna grupa statistički je značajno utjecala na manji sadržaj sitnog praha na lakim

tlima u odnosu na srednju i tešku teksturu, dok je za druge dvije teksturne grupe taj značaj izostao. Statistički značajna razlika između svih teksturnih grupa utvrđena je kod prosječnog kationskog izmjenjivačkog kapaciteta tla kao i kod prosječnog sadržaja čestica gline (Tablica 3.35.).

Tablica 3.34. Statistička značajnost prosječnih kemijskih svojstava istraživanih tala

	pH KCL		Humus		$CaCO_3$		HK		AL P2O5		AL K2O		KIK	
Tip tla														
ES	6,35	b	2,51	bc	3,48	a	2,37	ab	15,70	a	24,44	a	20,99	bc
L	4,39	d	1,87	c	1,06	a	4,49	a	19,07	a	25,33	a	13,52	de
LPS	5,03	cd	1,93	c	1,89	a	3,13	ab	16,88	a	22,66	a	18,01	bcd
Ps	4,40	d	2,26	bc	-	-	2,80	b	12,97	a	23,74	a	9,81	e
A	7,44	a	2,43	bc	2,95	a	-	-	21,94	a	10,44	b	22,28	bc
PsG	5,03	cd	2,37	bc	2,96	a	3,26	ab	30,30	a	23,85	a	17,21	cd
RC	6,42	b	4,94	a	3,65	a	1,32	ab	28,59	a	23,51	a	37,34	a
MGH	5,73	bc	2,68	bc	1,97	a	2,55	b	26,25	a	22,29	a	24,19	b
MGA	5,75	bc	3,24	b	4,67	a	3,15	ab	22,68	a	20,00	a	31,81	a
Teksturna klasa														
lako	5,67	a	2,12	b	3,41	a	3,55	a	18,82	a	19,90	a	15,41	c
srednje	5,40	a	2,36	b	2,23	a	3,37	a	19,74	a	22,39	a	19,05	b
teško	5,90	a	3,59	a	3,69	a	2,59	a	26,25	a	22,83	a	32,11	a

Vrijednosti označene različitim slovima odnose se na statistički značajne razlike (P<0,05) prosječnih vrijednosti svojstva ovisno o tipu ili teksturnoj klasi tla

Tablica 3.35. Statistička značajnost prosječnih fizikalnih svojstava istraživanih tala

	KP		SP		KPr		SPr		G	
Tip tla										
ES	0,57	b	2,78	b	41,85	ab	31,21	a	23,59	bc
L	2,61	ab	6,65	b	39,59	ab	31,69	a	19,46	cd
LPS	1,73	ab	2,97	b	43,59	a	31,02	a	20,69	cd
Ps	3,00	ab	5,46	b	43,26	a	31,77	a	16,52	d
A	3,58	a	32,84	a	31,98	cd	23,58	b	8,03	e
PsG	1,81	ab	6,06	b	38,75	abc	29,57	ab	23,81	bc
RC	0,60	b	3,10	b	27,80	d	33,58	a	34,92	a
MGH	1,46	ab	4,51	b	35,61	bc	30,02	a	28,40	b
MGA	1,16	ab	3,67	b	26,08	d	32,03	a	37,07	a
Teksturna klasa										
lako	3,10	a	15,64	a	39,68	a	28,22	b	13,36	c
srednje	1,39	b	4,04	b	39,81	a	30,99	a	23,76	b
teško	0,85	b	2,78	b	29,01	b	32,28	a	35,09	a

Vrijednosti označene različitim slovima odnose se na statistički značajne razlike (P<0,05) prosječnih vrijednosti svojstva ovisno o tipu ili teksturnoj klasi tla

3.4. DINAMIKA KALIJA

Stanje dinamičke ravnoteže između pojedinih oblika kalija u tlu ili dinamika kalija određena je apsolutnim (mg K kg-1) i/ili relativnim (%) odnosima između ukupnog kalija u tlu, kalija uklopljenog u kristalnoj rešetki minerala te teško i lako pristupačnog oblika kalija u tlu.

3.4.1. Ukupni kalij u tlu

Najniža izmjerena vrijednost ukupnog kalija utvrđena je na aluvijalnom tlu (2007,8 mg K kg^{-1}), dok je najveća izmjerena vrijednost utvrđena na močvarnom glejnom amfiglejnom tlu (9427,0 mg K kg^{-1}) (Tablica 3.36.). Prosječno najmanja vrijednost ukupnog kalija utvrđena je kod aluvijalnog tla (3653,7 mg K kg^{-1}), dok je najveća prosječna ukupna količina kalija utvrđena na ritskoj crnici (6169,0 mg K kg^{-1}). Na tlu lake teksturne klase zabilježena je najmanja prosječna vrijednost ukupnog kalija (2007,8 mg K kg^{-1}), a najveća vrijednost utvrđena je na tlu teške teksturne klase (5876,2 mg K kg^{-1}), dok je tlo srednje teksturne klase imalo prosječnu izmjerenu vrijednost od 4736,4 mg K kg^{-1}. Najmanje odstupanje zabilježeno je na eutrično smeđem tlu i iznosilo je 568,5, dok je najveće odstupanje od 1059,4 zabilježeno na aluvijalnom tlu. Prosječno odstupanje vrijednosti ukupnog kalija s obzirom na teksturnu klasu kretalo se od 833,1 na tlima srednje teksturne klase do 1086,0 na teškim teksturnim tlima (Tablica 3.36.).

Tablica 3.36. Deskriptivna statistika sadržaja ukupnog kalija u tlu

UKUPNI K	n	Min.	Maks.	Median	St.devijacija	Prosjek
Svi uzorci	165	2007,8	9427,0	4706,6	1232,6	4759,7
Tip tla						
ES	20	4137,0	6458,2	5523,3	568,5	5411,7
L	20	2853,0	5018,0	4262,5	615,9	4130,4
LPs	20	2829,0	5729,0	4314,0	820,0	4341,9
Ps	15	3149,0	5267,3	3877,0	685,2	4019,7
A	20	2007,8	6495,8	3465,9	1059,4	3653,7
PsG	15	3192,0	6493,0	4791,0	909,7	4646,6
RC	15	5161,8	7149,4	5964,9	624,2	6169,0
MGH	20	2610,0	6908,0	4787,0	996,0	4748,9
MGA	20	3310,0	9427,0	5739,2	1665,5	5854,1
Teksturna klasa						
lako	59	2007,8	6495,8	3792,0	835,1	3835,6
srednje	56	2610,0	7149,4	4691,4	833,1	4736,4
teško	50	3310,0	9427,0	5693,5	1086,0	5876,2

3.4.2. Kalij u kristalnoj rešetki minerala

Prosječna vrijednost kalija u kristalnoj rešetki minerala za sve uzorke iznosila je 4013,2 mg K kg^{-1} uz raspon od minimalnih 1254,0 mg K kg^{-1} do maksimalnih 8938,6 mg K kg^{-1} (Tablica 3.37.). Najmanju prosječnu vrijednost kalija u kristalnoj rešetki minerala imalo je aluvijalno tlo s izmjerenom vrijednosti od 2605,2 mg K kg^{-1}, dok je najveća prosječna vrijednost izmjerena na ritskoj crnici 5417,8 mg mineralnog K kg^{-1}. Tla lake teksturne klase imala su najmanju prosječnu vrijednost kalija u kristalnoj rešetki minerala s utvrđenom vrijednosti od 3044,0 mg K kg^{-1}, dok je najveća utvrđena prosječna vrijednost od 5204,2 mg K kg^{-1} utvrđena na tlima teške teksturne klase (Tablica 3.37.). Unutar sistematskih jedinica najmanje odstupanje utvrđeno je na eutrično smeđem tlu (420,2) a najveće na močvarno glejnom amfiglejnom tlu (1550,3), dok je kod teksturnih klasa najmanje odstupanje utvrđeno na tlima srednje teksture (692,1) a najveće kod teških teksturnih tala (1014,5). U odnosu na ukupni kalij, prosječna utvrđena vrijednost kalija u kristalnoj rešetki minerala kod svih tala iznosila je 84 % uz raspon vrijednosti od minimalnih 71 % kalija u kristalnoj rešetki minerala na aluvijalnom tlu do maksimalnih 91 % kalija u kristalnoj rešetki minerala utvrđenog na močvarnom glejnom amfiglejnom tlu (Graf 7.).

Tablica 3.37. Deskriptivna statistika sadržaja kalija u kristalnoj rešetki minerala

K	n	Min.	Maks.	Median	St.devijacija	Prosjek
Svi uzorci	165	1254,0	8938,6	3906,2	1223,0	4013,2
Tip tla						
ES	20	3449,0	4995,1	4451,9	420,2	4405,4
L	20	2239,4	4374,5	3538,9	578,7	3456,8
LPs	20	2319,4	5242,9	3614,5	750,2	3667,7
Ps	15	2498,2	4310,6	3204,6	569,1	3281,3
A	20	1254,0	5445,3	2341,9	1102,4	2605,2
PsG	15	2797,9	5246,6	4324,4	772,5	4017,4
RC	15	4460,5	6420,3	5443,8	641,5	5417,8
MGH	20	2195,6	6141,6	3956,0	882,0	4129,2
MGA	20	3082,8	8938,6	5131,9	1550,3	5307,3
Teksturna klasa						
lako	59	1254,0	5445,3	3136,8	851,6	3044,0
srednje	56	2195,6	6420,3	3904,3	692,1	3970,9
teško	50	3082,8	8938,6	5004,1	1014,5	5204,2

3.4.3. Teško pristupačni kalij u tlu

Minimalne vrijednosti teško pristupačnog kalija u tlu utvrđene su na močvarnom glejnom amfiglejnom tlu (103,1 mg K kg^{-1}), dok su maksimalne vrijednosti utvrđene na aluvijalnom tlu (1337,1 mg K kg^{-1}) na kojemu je utvrđena i najveća prosječna vrijednost od 961,8 mg teško pristupačnog kalija promatrajući sistematske jedinice (Tablica 3.38.). Tla teške teksturne klase s prosječnom vrijednosti od 482,4 mg teško pristupačnog kalija kg^{-1} imala su najmanju utvrđenu vrijednost, dok je najveća utvrđena vrijednost od 626,4 mg teško pristupačnog K kg^{-1} bila na lakim teksturnim tlima. Najmanje odstupanje od prosjeka utvrđeno je na lesiviranom tlu (157,0), promatrano unutar sistematskih jedinica, dok je najmanje odstupanje promatrajući teksturne klase utvrđeno na teškim teksturnim tlima (232,2) (Tablica 3.38.). Prosječna utvrđena vrijednost teško pristupačnog kalija svih tala iznosila je 12 % u odnosu na ukupni kalij, uz raspon vrijednosti od minimalnih 6 % na močvarnom glejnom amfiglejnom tlu do maksimalnih 26 % teško pristupačnog kalija utvrđenog na aluvijalnom tlu (Graf 7.).

Tablica 3.38. Deskriptivna statistika sadržaja teško pristupačnog kalij u tlu

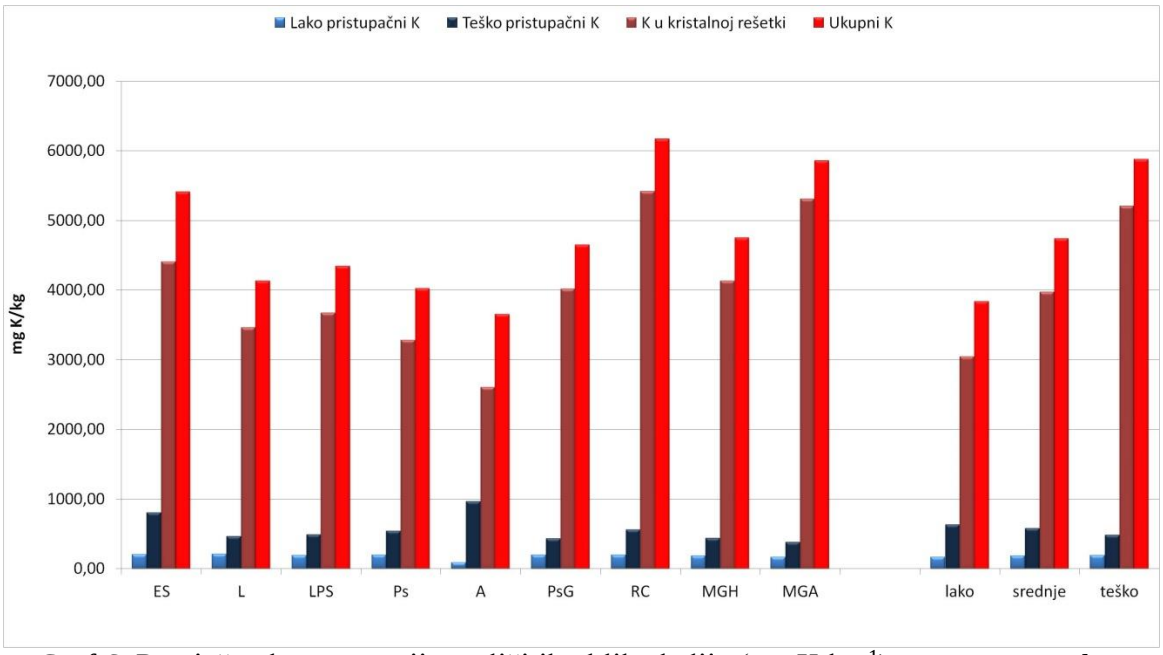
K	n	Min.	Maks.	Median	St.devijacija	Prosjek
Svi uzorci	165	103,1	1337,1	510,7	277,4	566,9
Tip tla						
ES	20	437,5	1216,7	821,4	217,2	803,4
L	20	196,9	790,2	477,9	157,0	463,4
LPs	20	264,8	876,5	458,2	159,5	486,1
Ps	15	177,8	996,4	441,4	287,0	541,4
A	20	436,8	1337,1	998,8	209,7	961,8
PsG	15	205,1	941,4	333,4	205,1	431,2
RC	15	252,4	917,0	565,8	193,2	556,0
MGH	20	189,0	1072,7	381,7	231,5	434,7
MGA	20	103,1	894,0	332,4	197,8	380,9
Teksturna klasa						
lako	59	177,8	1337,1	525,7	299,4	626,4
srednje	56	179,3	1224,0	542,7	276,5	579,6
teško	50	103,1	1072,7	460,3	232,2	482,4

3.4.4. Lako pristupačni kalij u tlu

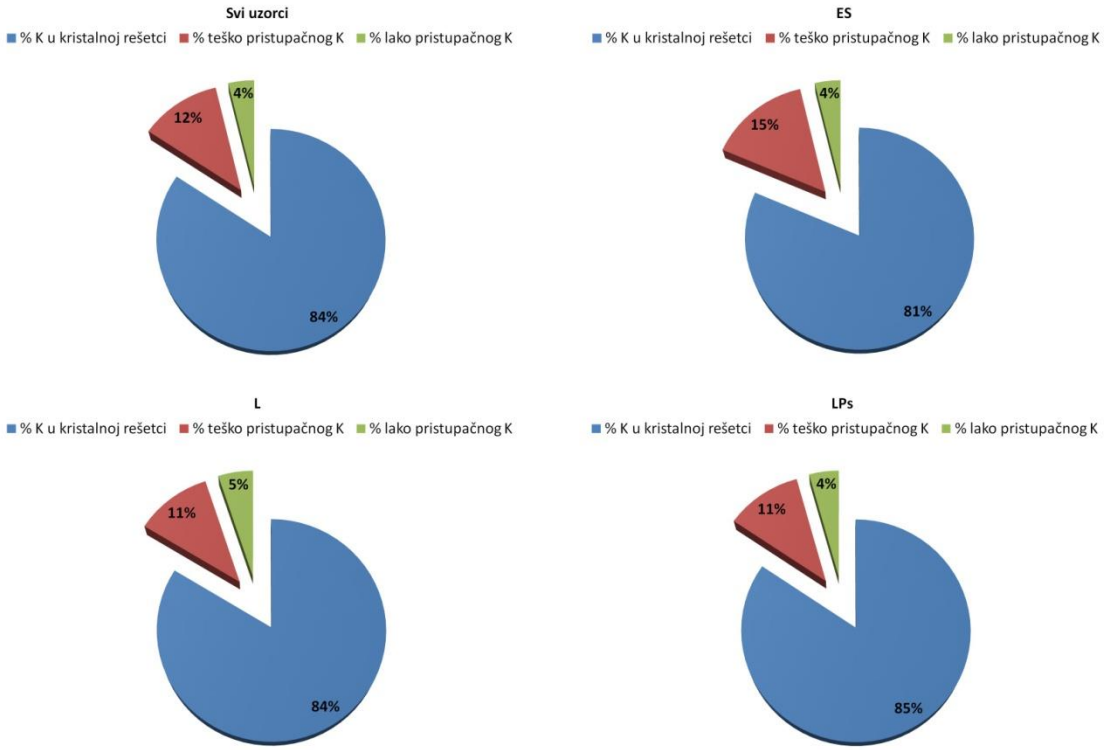
Prosječna vrijednost lako pristupačnog kalija promatramo li sve istraživane uzorke iznosila je 179,6 mg K kg^{-1}, uz raspon od minimalnih 57,1 mg K kg^{-1} na aluvijalnom tlu do maksimalnih 525,8 mg K kg^{-1} utvrđenih na pseudoglej glejnom tipu tla, na kojemu je također utvrđeno i najveće odstupanje od prosjeka (100,2) (Tablica.3.39.). Najveća prosječna vrijednost lako pristupačnog kalija zabilježena je na lesiviranom tlu (210,3 mg K kg^{-1}), dok je najmanja prosječna vrijednost utvrđena na aluvijalnom tlu s 86,7 mg lako pristupačnog K kg^{-1}. Prosječne vrijednosti lako pristupačnog kalija ovisno o teksturnoj klasi kretale su se u rasponu od 165,2 mg K kg^{-1} na lakim tlima do 189,5 mg K kg^{-1} na teškim tlima (Tablica 3.39.). Prosječna utvrđena vrijednost lako pristupačnog kalija svih tala iznosila je 4 % u odnosu na ukupni kalij, uz raspon vrijednosti od minimalnih 3 % pristupačnog kalija na aluvijalnom tlu, ritskoj crnici i močvarnom glejnom amfiglejnom tlu, do maksimalnih 5 % pristupačnog kalija utvrđenog na lesiviranom i pseudoglejnom tlu (Graf 7.).

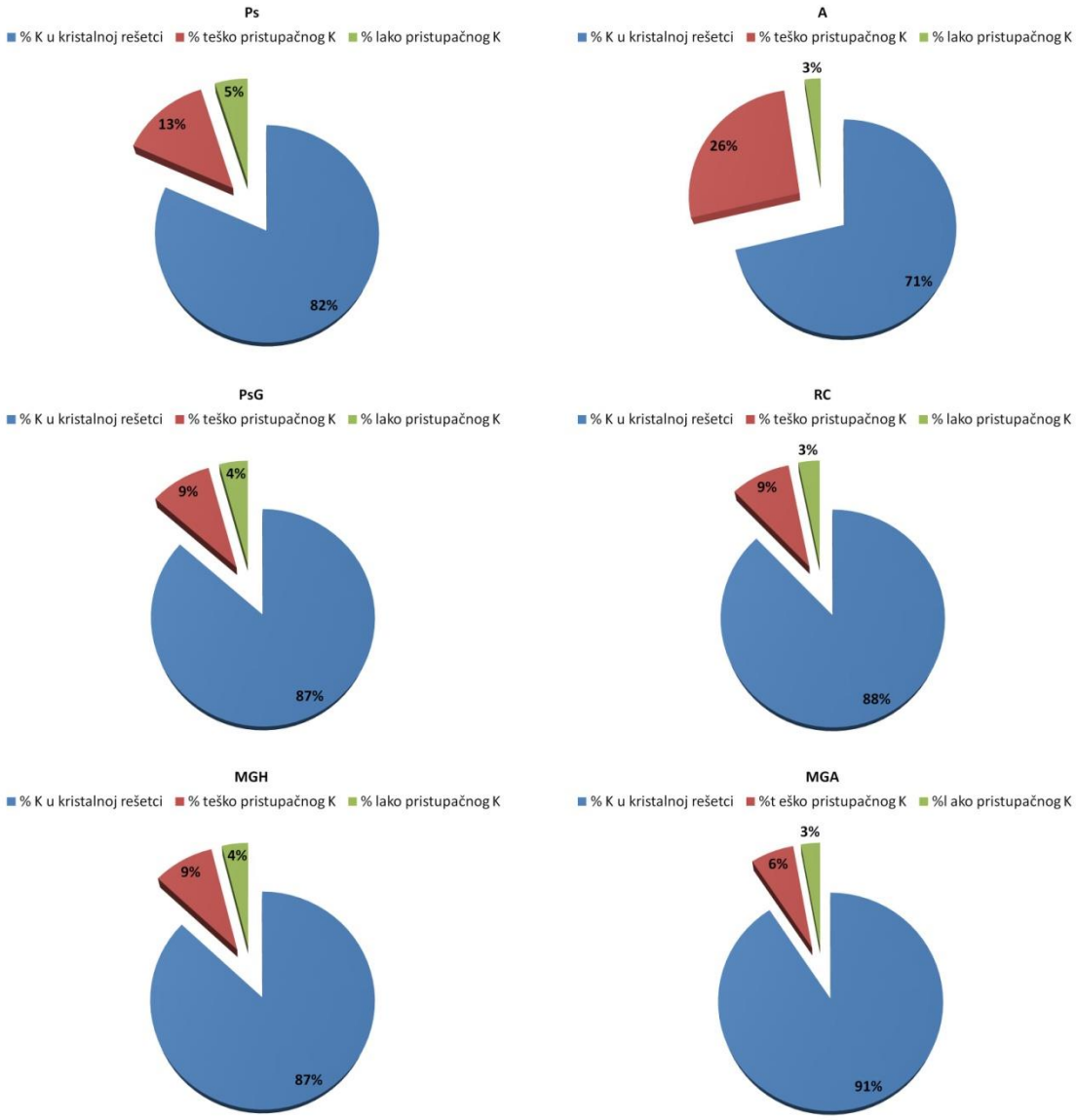
Tablica 3.39. Deskriptivna statistika sadržaja lako pristupačnog kalija u tlu

K	n	Min.	Maks.	Median	St.devijacija	Prosjek
Svi uzorci	165	57,1	525,8	173,8	77,9	179,6
Tip tla						
ES	20	131,3	256,1	206,3	32,7	202,9
L	20	90,3	482,7	195,8	92,0	210,3
LPs	20	98,0	329,9	174,8	63,7	188,1
Ps	15	96,2	431,4	162,1	93,1	197,0
A	20	57,1	133,3	79,3	23,9	86,7
PsG	15	114,5	525,8	189,6	100,2	198,0
RC	15	120,8	298,3	181,9	51,7	195,1
MGH	20	99,6	437,5	166,7	91,2	185,0
MGA	20	94,9	291,4	156,0	49,8	166,0
Teksturna klasa						
lako	59	57,1	482,7	149,7	89,9	165,2
srednje	56	90,3	437,5	185,8	64,1	185,9
teško	50	96,1	525,8	181,4	75,7	189,5



Graf 6. Prosječne koncentracije različitih oblika kalija (mg K kg^{-1}) ovisno o tipu tla i teksturnoj klasi





Graf 7. Relativne količine različitih oblika kalija (%) ovisno o tipu tla u odnosu na ukupni kalij

Temeljem rezultata utvrđeno je kako ritska crnica i močvarno glejno amfiglejno tlo imaju statistički značajno više koncentracije ukupnog i mineralnog kalija u odnosu na ostale tipove tala s izuzetkom količine ukupnog kalija utvrđenog na eutričnom smeđem tlu gdje je statistički značajna razlika izostala (Tablica 3.40.). Utvrđene količine ukupnog kalija na aluvijalnom tlu statistički su značajno manje u odnosu na močvarno glejno hipoglejno i amfiglejno tlo, ritsku crnicu i eutrično smeđe tlo, dok su utvrđene vrijednosti mineralnog kalija na aluvijalnom tlu statistički značajno manje u odnosu na sva istraživana tla osim lesiviranog i pseudoglejnog tla (Tablica 3.40.). Statistički značajna razlika između sve tri teksturne klase zabilježena je kod koncentracija ukupnog i mineralnog kalija, s najvišom

koncentracijom ukupnog i mineralnog kalija na teškom tlu (Tablica 3.40.). Vrijednosti teško pristupačnog (fiksiranog) kalija na aluvijalnom i eutričnom smeđem tlu statistički su značajno veće u odnosu na preostale tipove tala među kojima nisu utvrđene statistički značajnije razlike. Utvrđene količine teško pristupačnog kalija na lakim teksturnim tlima statistički su značajno veće u odnosu na utvrđene vrijednosti na teškim teksturnim tlima, dok je statistički značajna razlika s tlima srednje teksturne klase izostala (Tablica 3.40.).

Tablica 3.40. Analiza varijance utjecaja tipova tala i teksturnih klasa na koncentracije analiziranih oblika kalija

	K_{UK}		K_{MIN}		K_{FIKS}		K_{AL}	
Tip tla								
ES	5411,7	ab	4405,4	b	803,4	a	202,9	a
L	4130,4	cd	3456,8	cd	463,4	b	210,3	a
LPS	4341,9	cd	3667,7	bc	486,1	b	188,1	a
Ps	4019,7	cd	3281,3	cd	541,4	b	197,0	a
A	3653,7	d	2605,2	d	961,8	a	86,7	b
PsG	4646,6	bcd	4017,4	bc	431,2	b	198,0	a
RC	6169,0	a	5417,8	a	556,0	b	195,1	a
MGH	4748,9	bc	4129,2	bc	434,7	b	185,0	a
MGA	5854,1	a	5307,3	a	380,9	b	166,0	a
Teksturna klasa								
lako	3835,6	c	3044,0	c	626,4	a	165,2	a
srednje	4736,4	b	3970,9	b	579,6	ab	185,9	a
teško	5876,2	a	5204,2	a	482,4	b	189,5	a

Statističkom analizom odnosa između različitih oblika kalija u tlu utvrđene su vrlo značajne ($P < 0,01$) pozitivne korelacije između količine ukupnog kalija u tlu i količine kalija uklopljenog u kristalnu rešetku minerala tla ($r=0,97$; $N=165$). Sve istraživane sistematske jedinice imale su statistički vrlo značajne utvrđene korelacije između ukupnog kalija i kalija u kristalnoj rešetci minerala s rasponom korelacija ovisno o tipu tla od $r=0,87$ na pseudoglejnom tlu ($N=15$) do $r=0,99$ na močvarnom glejnom amfiglejnom tlu ($N=20$). Također, sve istraživane teksturne klase imale su statistički vrlo značajne utvrđene korelacije s rasponom od $r=0,93$ (srednje teška tla, $N=56$) do $r=0,96$ (teška tla, $N=50$) (Tablica 3.41.). Statistički vrlo značajne pozitivne korelacije ($P < 0,01$) utvrđene su između ukupnog kalija u tlu i količine teško pristupačnog kalija na eutričnom smeđem tlu ($r=0,75$, $N=20$), pseudoglej glejnom tlu ($r=60$, $N=15$) i močvarnom glejnom amfiglejnom tlu ($r=0,54$, $N=20$), kao i na tlima srednje ($0,60$, $N=56$) i teške ($r=0,37$, $N=50$) teksturne klase.

Statistički značajne pozitivne korelacije (P < 0,05) utvrđene su između ukupnog kalija u tlu i količine teško pristupačnog kalija na svim istraživanim uzorcima (r=0,15, N=165) te na lesiviranom pseudoglejnom tlu (r=0,47, N=20), pseudogleju (r=0,56, N=15) i močvarnom glejnom hipoglejnom tlu (r=0,50, N=20) (Tablica 3.41.). Statistički vrlo značajne pozitivne korelacije (P < 0,01) utvrđene su također i između ukupnog kalija u tlu i količine lako pristupačnog kalija određenog Al metodom na svim istraživanim uzorcima (r=0,26, N=165), zatim na močvarnom glejnom amfiglejnom tlu (r=0,55, N=20), kao i na tlima teške teksturne klase (r=0,29, N=50). Na eutričnom smeđem tlu (r=0,44, N=20) i na tlima srednje teklsturne klase (r=0,26, N=56) utvrđene su statistički značajne korelacije (P < 0,05) između ukupnog i lako pristupačnog kalija, dok je na lesiviranom, lesiviranom pseudoglejnom,pseudoglejnom, aluvijalnom, pseudoglej glejnom, ritskoj crnici i močvarnom glejnom hipoglejnom tlu kao i na tlima lake teksturne klase izostala statistički značajna korelacija (Tablica 3.41.). Na svim istraživanim uzorcima utvrđena je statistički vrlo značajna (P < 0,01) pozitivna korelacija (r=0,39, N=165) između lako pristupačnog i teško pristupačnog kalija u tlu. Također, statistički vrlo značajna pozitivna korelacija između lako i teško pristupačnog kalija utvrđena je na svim sistematskim jedinicama (izuzev aluvijalnog tla) s rasponom od r=0,56 (N=20) na lesiviranom pseudoglejnom tlu do r=0,92 (N=20) na močvarnom glejnom hipoglejnom tlu. Statistički vrlo značajna (P < 0,01) pozitivna korelacija između lako i teško pristupačnog kalija utvrđena je na tlima srednje(r=0,58, N=56) i teške (r=0,89, N=50) teksturne klase, dok je statistički značajna korelacija na lakim tlima izostala (Tablica 3.41).

Tablica 3.41. Koeficijenti korelacije i statistička značajnost između oblika kalija

Svi uzorci(N=165)	K_{UK}	K_{MIN}	K_{FIKS}	K_{AL}
K_{UK}	1			
K_{MIN}	0,97**	1		
K_{FIKS}	0,15*	-0,09	1	
K_{AL}	0,26**	0,17*	0,39**	1
L(N=20)	**K_{UK}**	**K_{MIN}**	**K_{FIKS}**	**K_{AL}**
K_{UK}	1			
K_{MIN}	0,94**	1		
K_{FIKS}	0,34	-0,01	1	
K_{AL}	0,15	-0,12	0,77**	1
Ps(N=15)	**K_{UK}**	**K_{MIN}**	**K_{FIKS}**	**K_{AL}**
K_{UK}	1			
K_{MIN}	0,87**	1		
K_{FIKS}	0,56*	0,08	1	
K_{AL}	0,31	-0,01	0,66**	1
PsG(N=15)	**K_{UK}**	**K_{MIN}**	**K_{FIKS}**	**K_{AL}**
K_{UK}	1			
K_{MIN}	0,96**	1		
K_{FIKS}	0,60**	0,34	1	
K_{AL}	0,40	0,15	0,86**	1
MGH(N=20)	**K_{UK}**	**K_{MIN}**	**K_{FIKS}**	**K_{AL}**
K_{UK}	1			
K_{MIN}	0,95**	1		
K_{FIKS}	0,50*	0,21	1	
K_{AL}	0,33	0,04	0,92**	1
laka(N=59)	**K_{UK}**	**K_{MIN}**	**K_{FIKS}**	**K_{AL}**
K_{UK}	1			
K_{MIN}	0,94**	1		
K_{FIKS}	0,11	-0,22	1	
K_{AL}	0,18	0,19	-0,03	1
teška(N=50)	K_{UK}	K_{MIN}	K_{FIKS}	K_{AL}
K_{UK}	1			
K_{MIN}	0,96**	1		
K_{FIKS}	0,37**	0,10	1	
K_{AL}	0,29**	0,05	0,89**	1

ES(N=20)	K_{UK}	K_{MIN}	K_{FIKS}	K_{AL}
K_{UK}	1			
K_{MIN}	0,93**	1		
K_{FIKS}	0,75**	0,46*	1	
K_{AL}	0,44*	0,25	0,61**	1
LPs(N=20)	**K_{UK}**	**K_{MIN}**	**K_{FIKS}**	**K_{AL}**
K_{UK}	1			
K_{MIN}	0,98**	1		
K_{FIKS}	0,47*	0,27	1	
K_{AL}	-0,02	-0,16	0,56**	1
A(N=20)	**K_{UK}**	**K_{MIN}**	**K_{FIKS}**	**K_{AL}**
K_{UK}	1			
K_{MIN}	0,98**	1		
K_{FIKS}	-0,10	-0,29	1	
K_{AL}	-0,08	-0,12	0,25	1
RC(N=15)	**K_{UK}**	**K_{MIN}**	**K_{FIKS}**	**K_{AL}**
K_{UK}	1			
K_{MIN}	0,93**	1		
K_{FIKS}	0,11	-0,25	1	
K_{AL}	-0,24	-0,52*	0,79**	1
MGA(N=20)	**K_{UK}**	**K_{MIN}**	**K_{FIKS}**	**K_{AL}**
K_{UK}	1			
K_{MIN}	0,99**	1		
K_{FIKS}	0,54**	0,43*	1	
K_{AL}	0,55**	0,46*	0,83**	1
srednja(N=56)	**K_{UK}**	**K_{MIN}**	**K_{FIKS}**	**K_{AL}**
K_{UK}	1			
K_{MIN}	0,93**	1		
K_{FIKS}	0,60**	0,28*	1	
K_{AL}	0,26*	0,05	0,58**	1

Koeficijenti korelacije (r) označeni zvjezdicom (*) su statistički značajni (P <0,05) a označeni (**) su statistički vrlo značajni (P<0,01)

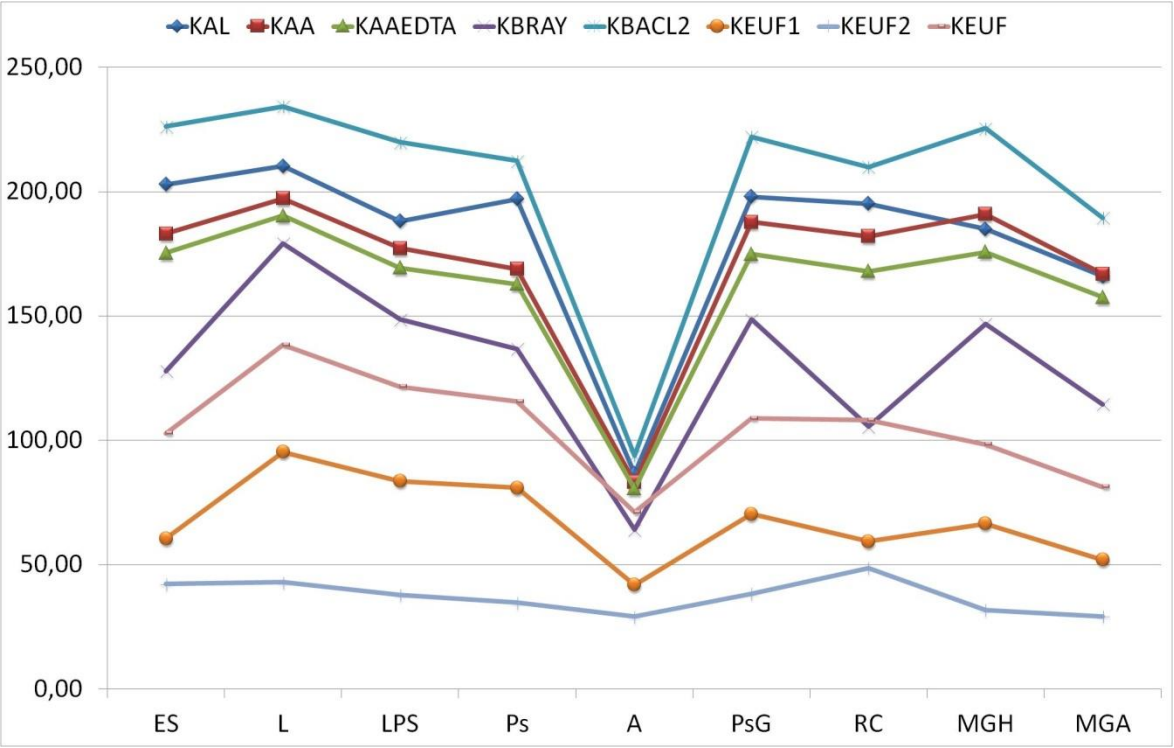
3.5. USPOREDNE METODE ODREĐIVANJA LAKO PRISTUPAČNOG KALIJA U TLU

S obzirom na to da se izrada preporuka za gnojidbu kalijevim gnojivima uglavnom temelji na utvrđivanju biljci lako pristupačne frakcije kalija u tlu, tj. na rezultatima kemijskih ekstrakcijskih metoda, utvrđeni sadržaj kalija u tlu trebao bi biti u korelaciji s reakcijom biljke na opskrbljenost kalijem. Kako bi ta veza bila što kvalitetnija, pored AL metode za određivanje lako pristupačnog kalija, korišteno je još pet usporednih metoda za utvrđivanje koncentracije lako pristupačnog kalija u tlu. U Republici Hrvatskoj uobičajeno je rezultate kemijskih analiza koncentracije kalija i fosfora u tlu temeljem AL metode izražavati u mg K_2O i P_2O_5 100 g^{-1} tla s obzirom na to da su i podjele opskrbljenosti tala ovim elementima bazirane na istoj mjernoj jedinici. Međutim, za sve ostale ekstrakcijske metode koncentracija kalija izražena je u mg K kg^{-1} tla pa su i vrijednosti lako pristupačnog kalija dobivene AL metodom izražene kao mg K kg^{-1} kako bi bile usporedive s rezultatima drugih ekstraktivnih metoda (Tablica 3.35.).

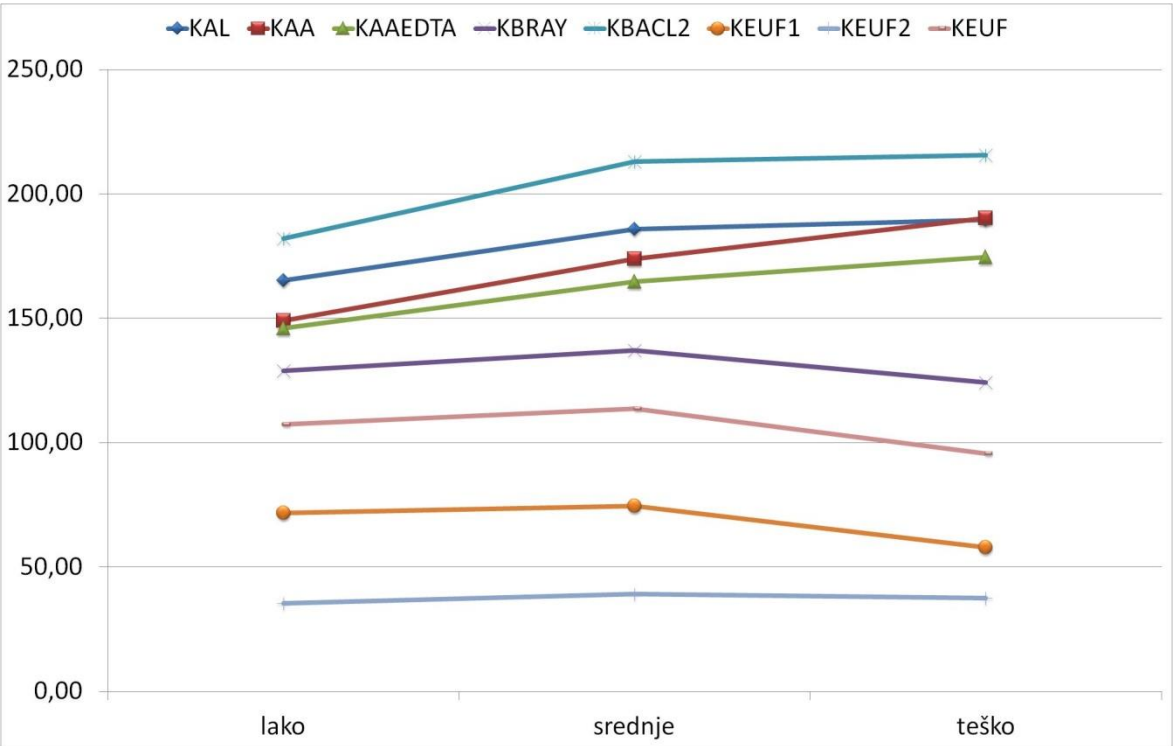
Tablica 3.42. Minimalne, maksimalne i prosječne koncentracije lako pristupačnog kalija (mg K kg^{-1}) utvrđene različitim ekstrakcijskim metodama

Metoda	K_{AL}	K_{AA}	K_{AAEDTA}	K_{BRAY}	K_{BaCl2}	K_{EUF1}	K_{EUF2}	K_{EUF}
Min.	57,10	52,68	51,60	36,95	55,60	23,66	13,70	41,23
Maks.	525,81	559,80	485,40	404,60	578,00	237,30	100,80	338,10
Prosjek	179,57	170,00	161,00	130,25	202,73	67,67	37,18	104,85

Koncentracije lako pristupačnog kalija utvrđene različitim ekstraktivnim metodama (Tablica 3.42). imale su širok raspon utvrđenih vrijednosti. Utvrđeni raspon prosječnih vrijednosti pojedine metode kretao se od 37,18 mg K kg^{-1} (K_{EUF2}) do 202,73 mg K kg^{-1} (K_{BaCl2}). Prosječne vrijednosti lako pristupačnog kalija ovisno o tipu tla odnosno teksturnoj klasi tla prikazane su Grafovima 8. i 9. te je utvrđeno kako K_{EUF2} ekstrahira prosječno najmanje, a K_{BaCl2} ekstrahira prosječno najviše lako pristupačnog kalija kod svih sistematskih jedinica i teksturnih klasa.



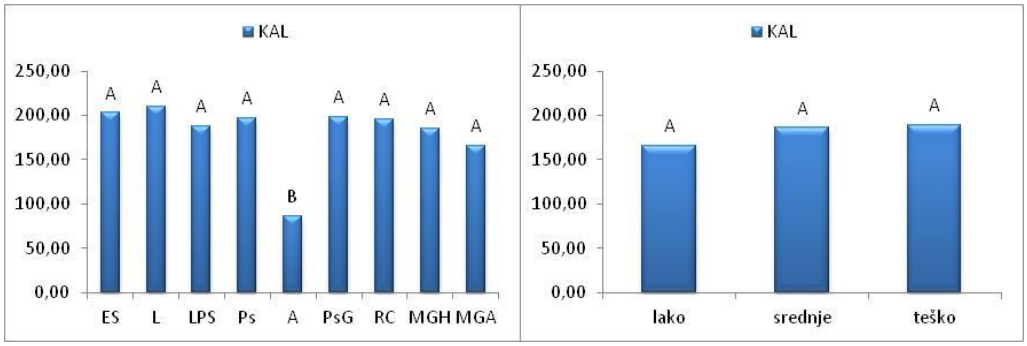
Graf 8. Prosječne koncentracije lako pristupačnog kalija (mg K kg-1) utvrđene različitim ekstrakcijskim metodama ovisno o tipu tla



Graf 9. Prosječne koncentracije lako pristupačnog kalija (mg K kg-1) utvrđene različitim ekstrakcijskim metodama ovisno o teksturnoj klasi tla

3.5.1. Koncentracije lako pristupačnog kalija utvrđene AL metodom

Koncentracije lako pristupačnog kalija izmjerene AL metodom prikazane su i opisane u poglavlju 3.3.6., a ovdje su prosječne vrijednosti prikazane grafički i izražene kao mg K kg^{-1} kako bi bile usporedive brojčano i vizualno s ostalim korištenim metodama za određivanje lako pristupačnog kalija u tlu (Graf 10.).

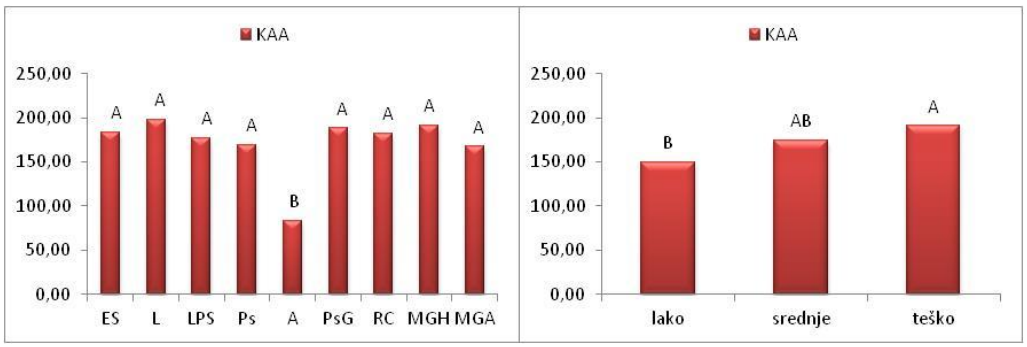


Vrijednosti označene različitim slovima odnose se na statistički značajne razlike (P<0,05) prosječnih vrijednosti metode ovisno o tipu ili teksturnoj klasi tla

Graf 10. Prosječne koncentracije lako pristupačnog kalija (mg K kg^{-1}) utvrđene AL metodom ovisno o tipu tla i teksturnoj klasi

3.5.2. Koncentracije lako pristupačnog kalija utvrđene AA metodom

Prosječna ekstrahirana vrijednost lako pristupačnog kalija AA metodom iznosila je 170,0 mg K kg^{-1} s rasponom od 52,68 do 559,80 mg K kg^{-1} (Tablica 3.41.). Prosječno najmanja vrijednost zabilježena je na aluvijalnom tlu (83,14 mg K kg^{-1}) i statistički se značajno razlikuje od ostalih istraživanih tala između kojih nije utvrđena značajna razlika u količini ekstrahiranog kalija AA metodom (Graf 11.). AA metoda ekstrahirala je statistički značajno manje kalija na lakim tlima (148,99 mg K kg^{-1}) u odnosu na teška teksturna tla gdje je ekstrahirano 190,38 mg K kg^{-1}, dok je izostao statistički značaj u usporedbi s tlima srednje teksture na kojima je prosječna izmjerena vrijednost pristupačnog kalija AA metodom iznosila 173,95 mg K kg^{-1} (Graf 11.).

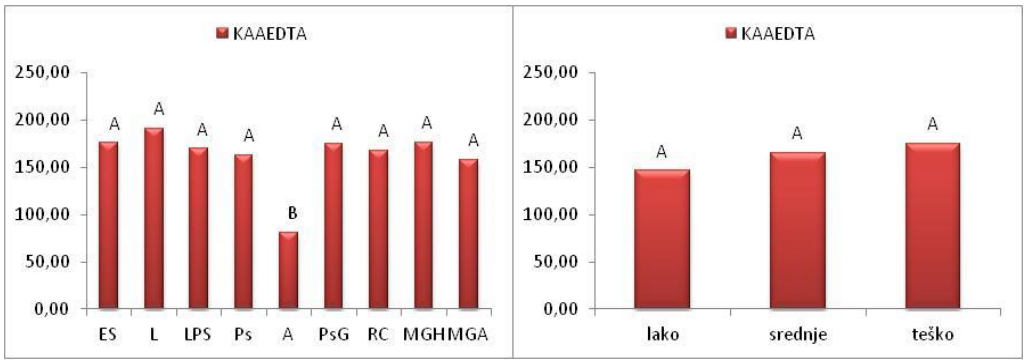


Vrijednosti označene različitim slovima odnose se na statistički značajne razlike (P<0,05) prosječnih vrijednosti metode ovisno o tipu ili teksturnoj klasi tla

Graf 11. Prosječne koncentracije lako pristupačnog kalija (mg K kg^{-1}) utvrđene AA metodom ovisno o tipu tla i teksturnoj klasi

3.5.3. Koncentracije lako pristupačnog kalija utvrđene AA EDTA metodom

Utvrđeni raspon lako pristupačnog kalija utvrđen AAEDTA kretao se od 51,60 mg K kg^{-1} do 485,40 mg K kg^{-1} (Tablica 3.41.), a prosječne koncentracije lako pristupačnog kalija ekstrahirane AAEDTA metodom bile su prosječno manje u odnosu na koncentracije prema AL metodi za sve tipove tala i sve teksturne klase (Graf 12.). Prosječna koncentracija lako pristupačnog kalija dobivena AAEDTA metodom iznosila je 161,00 mg K kg^{-1} uz raspon prosječnih vrijednosti od 80,59 mg K kg^{-1} na aluvijalnom tlu, na kojemu je utvrđena vrijednost statistički značajno manja u odnosu na prosječne vrijednosti drugih tipova tala, do 190,32 mg K kg^{-1} utvrđenih na lesivitanom tlu gdje nije utvrđena statistička značajnost u odnosu na ostala tla. S obzirom na teksturnu klasu tala, prosječni rezultati lako pristupačnog kalija dobiveni AAEDTA metodom nisu se statistički značajno razlikovali, a raspon prosječnih vrijednost pristupačnog kalija dobivenih AAEDTA metodom ovisno o teksturi kretao se od 146,08 mg K kg^{-1} na lakim do 174,52 mg K kg^{-1} na tlima teške teksture (Graf 12.).



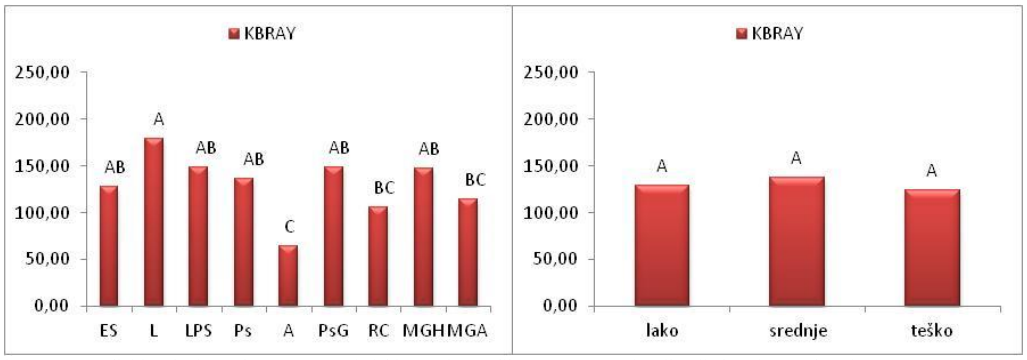
Vrijednosti označene različitim slovima odnose se na statistički značajne razlike (P<0,05) prosječnih vrijednosti metode ovisno o tipu ili teksturnoj klasi tla

Graf 12. Prosječne koncentracije lako pristupačnog kalija (mg K kg^{-1}) utvrđene AAEDTA metodom ovisno o tipu tla i teksturnoj klasi

3.5.4. Koncentracije lako pristupačnog kalija utvrđene BRAY metodom

BRAY metoda prosječno je ekstrahirala 130,25 mg lako pristupačnog K kg^{-1} uz raspon od 36,95 do 404,60 mg K kg^{-1} (Tablica 3.41.). Najveća prosječna vrijednost lako pristupačnog kalija utvrđena je na lesiviranom tlu (179,25 mg K kg^{-1}) i statistički je značajno viša u odnosu na ritsku crnicu, močvarno glejno amfiglejno te aluvijalno tlo na kojemu je utvrđena količina pristupačnog kalija BRAY metodom iznosila 64,10 mg K kg^{-1} (Graf 13.). Između teksturnih klasa nisu utvrđene značajne razlike lako pristupačnog kalija ekstrahiranog Bray metodom iako su na tlima srednje teksture zabilježene najviše vrijednosti lako pristupačnog kalija od 137,05 mg K kg^{-1}, što je neznatno više u odnosu na

laka tla na kojima je zabilježena prosječna vrijednost od 128,98 mg K kg^{-1} te teška tla s prosječnom ekstrahiranom vrijednosti od 124,13 mg K kg^{-1} (Graf 13.).

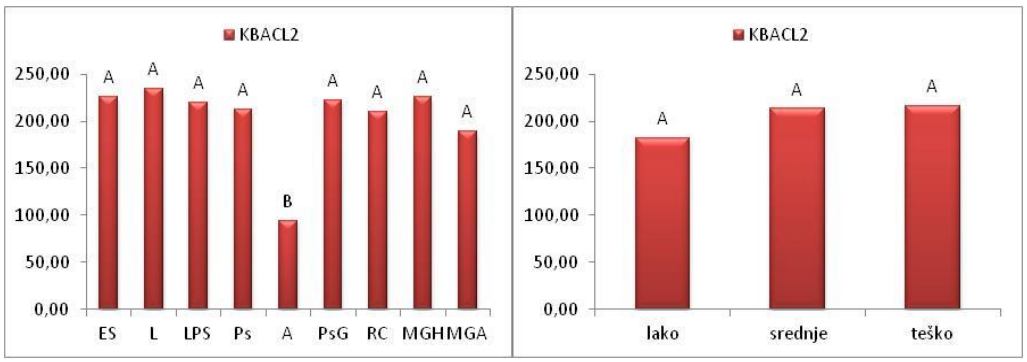


Vrijednosti označene različitim slovima odnose se na statistički značajne razlike (P<0,05) prosječnih vrijednosti metode ovisno o tipu ili teksturnoj klasi tla

Graf 13. Prosječne koncentracije lako pristupačnog kalija (mg K kg^{-1}) utvrđene BRAY metodom ovisno o tipu tla i teksturnoj klasi

3.5.5. Koncentracije lako pristupačnog kalija utvrđene $BaCl_2$ metodom

Prosječna izmjerena koncentracija lako pristupačnog kalija $BaCl_2$ metodom bila je najveća u odnosu na ostale metode i iznosila je 202,73 mg K kg^{-1} uz raspon od minimalnih 55,60 do 578,00 mg K kg^{-1} (Tablica 3.41.). Prosječna ekstrahirana vrijednost lako pristupačnog kalija $BaCl_2$ metodom bila je statistički značajno najmanja na aluvijalnom tlu (93,92 mg K kg^{-1}) u odnosu na prosječne vrijednosti preostalih tipova tala kod kojih je razlika izostala analogno rezultatima AL, AA te AAEDTA metode. Prosječno najveća količina lako pristupačnog kalija $BaCl_2$ metodom utvrđena je na lesiviranom tlu i iznosila je 234,34 mg K kg^{-1}, ali statistički značaj u odnosu na ostale tipove tla izuzev aluvijalnog tla je izostao (Graf 14.). Utjecaj teksture tla na statistički značajne razlike lako pristupačnog kalija ekstrahiranog $BaCl_2$ metodom nije utvrđen iako je prisutna tendencija povećanja pristupačnog kalija povećanjem teksturne klase od utvrđenih 182,14 mg K kg^{-1} na teksturno lakom tlu, preko 212,95 mg K kg^{-1} na srednjem teksturnom tlu do 215,60 mg K kg^{-1} na tlu teške teksture (Graf 14.).

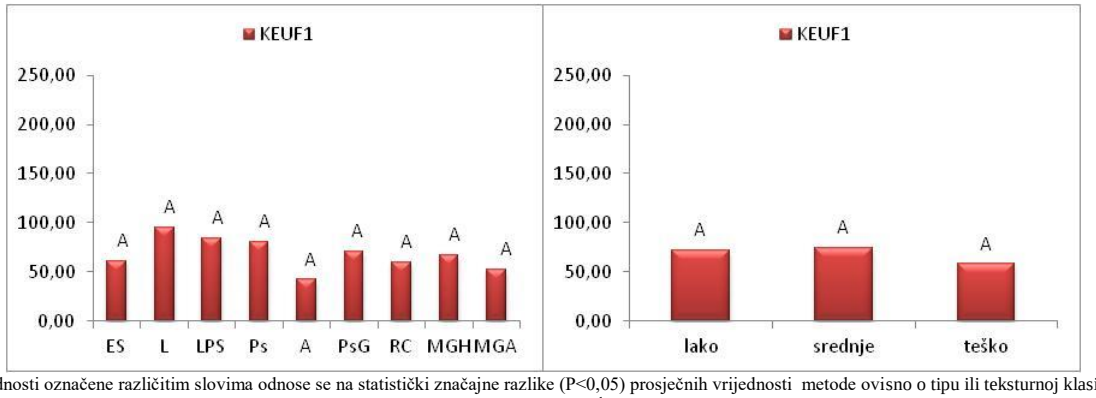


Vrijednosti označene različitim slovima odnose se na statistički značajne razlike (P<0,05) prosječnih vrijednosti metode ovisno o tipu ili teksturnoj klasi tla

Graf 14. Prosječne koncentracije lako pristupačnog kalija (mg K kg^{-1}) utvrđene $BaCl_2$ metodom ovisno o tipu tla i teksturnoj klasi

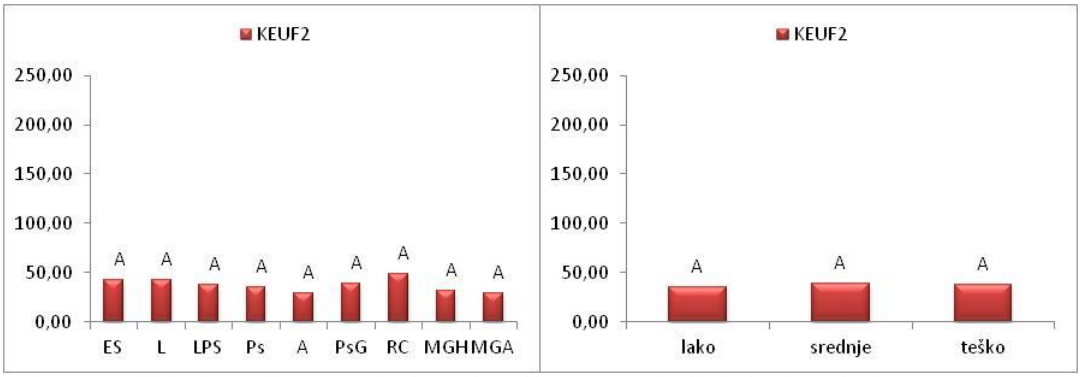
3.5.6. Koncentracije lako pristupačnog kalija utvrđene EUF metodom

Utvrđena koncentracija lako pristupačnog kalija u prvoj EUF frakciji (K_{EUF1}) iznosila je prosječno 67,67 mg K kg^{-1}, uz raspon izmjerenih vrijednosti od 23,66 do 237,30 mg K kg^{-1} (Tablica 3.41.). Prosječne vrijednosti unutar sistematskih jedinica kretale su se u rasponu od 52,02 mg K kg^{-1} na močvarnom glejnom tlu do 95,38 mg K kg^{-1} na lesiviranom tlu, no bez statistički utvrđene značajne razlike. Statistički značajna razlika izostala je i između teksturnih klasa na kojima su prosječne utvrđene vrijednosti na lakom tlu iznosile 71,81 mg K kg^{-1}, na srednjem 74,64 mg K kg^{-1}, a na teškom teksturnom tlu 57,91 mg K kg^{-1} (Graf 15.). Izmjerene koncentracije lako pristupačnog kalija u drugoj EUF frakciji (K_{EUF2}) imale su raspon vrijednosti od 13,70 do 100,80 mg K kg^{-1} uz prosječnu izmjerenu vrijednost od 37,18 mg K kg^{-1} (Tablica 3.41.). Prosječne koncentracije lako pristupačnog K unutar sistematskih jedinica imale su raspon od 29,16 mg K kg^{-1} na aluvijalnom tlu do 48,71 mg K kg^{-1} na ritskoj crnici, ali bez utvrđene statistički značajne razlike. Statistički značajna razlika nije utvrđena ni između teksturnih klasa na kojima su utvrđene vrijednosti lakih tala iznosile 35,51, srednjih 39,04, a teških 37,60 mg K kg^{-1} (Graf 16.). Prosječna ukupna utvrđena EUF frakcija lako pristupačnog kalija (K_{EUF}) iznosila je 104,85 mg K kg^{-1} te je imala raspon vrijednosti od 41,23 do 338,10 mg K kg^{-1} (Tablica 3.41.). Aluvijalna tla sadržavala su prosječno najmanje (71,3 mg K kg^{-1}), a lesivirana najveće (138,35 mgK kg^{-1}) koncentracije lako pristupačnog K, ali bez utvrđene statistički značajne razlike između pojedinih tipova tala. Isto tako, statistički značajan utjecaj teksture na ukupnu koncentraciju kalija utvrđenu EUF metodom nije utvrđen, a raspon prosječnih utvrđenih vrijednosti kretao se od 95,51 do 113,68 mg K kg^{-1} na teškom tlu (Graf 17.).



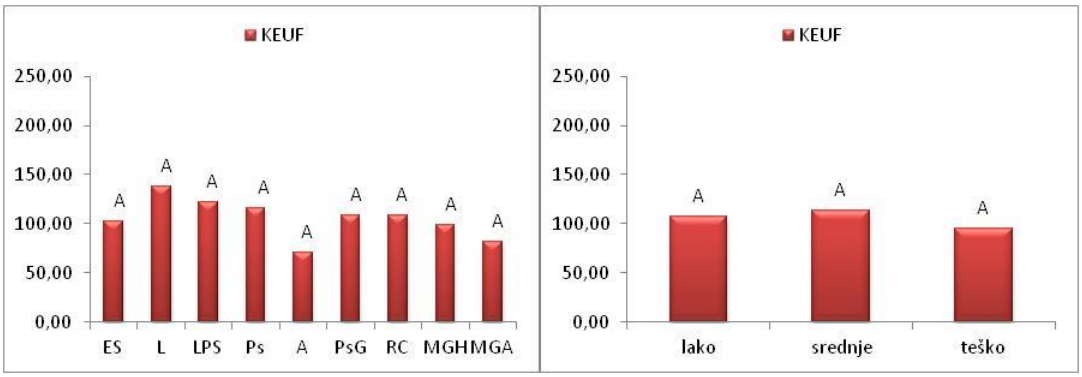
Vrijednosti označene različitim slovima odnose se na statistički značajne razlike (P<0,05) prosječnih vrijednosti metode ovisno o tipu ili teksturnoj klasi tla

Graf 15. Prosječne koncentracije kalija (mg K kg^{-1}) utvrđene EUF1 metodom ovisno o tipu tla i teksturnoj klasi



Vrijednosti označene različitim slovima odnose se na statistički značajne razlike (P<0,05) prosječnih vrijednosti metode ovisno o tipu ili teksturnoj klasi tla

Graf 16. Prosječne koncentracije kalija (mg K kg^{-1}) utvrđene EUF2 metodom ovisno o tipu tla i teksturnoj klasi



Vrijednosti označene različitim slovima odnose se na statistički značajne razlike (P<0,05) prosječnih vrijednosti metode ovisno o tipu ili teksturnoj klasi tla

Graf 17. Prosječne koncentracije kalija (mg K kg^{-1}) utvrđene EUF metodom ovisno o tipu tla i teksturnoj klasi

Prema prosječnim koncentracijama svih istraživanih metoda utvrđeno je kako K_{BaCl2} metoda prosječno ekstrahira statistički značajno najveće koncentracije kalija u odnosu na druge provedene metode izuzev kalija određenog AL metodom (K_{AL}), dok statistički značajno manje koncentracije ekstrahiraju prva i druga EUF frakcija (K_{EUF1},K_{EUF2}) u odnosu na ostale korištene metode. Kod eutričnog smeđeg tla i tala srednje teksturne klase barij klorid metoda (K_{BaCl2}) prosječno je ekstrahirala značajno više kalija u odnosu na sve komparativne metode izuzev K_{AL}. Utvrđene koncentracije kalija K_{BaCl2} metodom statistički su značajno veće od prve i druge frakcije kalija utvrđenog EUF metodom na lesiviranom i pseudoglejnom tlu, dok su značajno veće koncentracije K_{BaCl2} na aluvijalnom tlu utvrđene u odnosu na prvu i drugu frakciju EUF metode, ali i u odnosu na koncentraciju dobivenu BRAY metodom (K_{BRAY}). Na lesiviranom psudoglenom tlu, ritskoj crnici, močvarnom glejnom amfiglejnom tlu, kao i na tlima lake teksturne klase koncentracije kalija utvrđene u svim EUF frakcijama kao i koncentracije kalija utvrđene Bray metodom značajno su manje u odnosu na koncentracije utvrđene K_{BaCl2} metodom. AL metoda, kao priznata

metoda u RH, ekstrahirala je statistički značajno veće prosječne koncentracije kalija u odnosu na BRAY metodu i sve frakcije EUF metode promatrajući prosjek svih istraživanih tala, ritske crnice, močvarnog glejnog amfiglejnog tla te tala srednje i teške teksturne klase, dok je značajno veća koncentracija u odnosu na prvu i drugu ekstrakciju EUF metodom utvrđena na lesiviranom, lesiviranom pseudoglejnom, pseudoglejnom, aluvijalnom, pseudoglej glejnom i močvarnom glejnom hipoglejnom tlu (Tablica 3.43).

Tablica 3.43. Statistička značajnost razlika ekstrahiranih koncentracija K

	K_{AL}		K_{AA}		K_{AAEDTA}		K_{BRAY}		K_{BaCl2}		K_{EUF1}		K_{EUF2}		K_{EUF}	
Svi uzorci	179,57	ab	170,00	b	161,00	b	130,25	c	202,73	a	67,67	d	37,18	d	104,85	c
Tip tla																
ES	202,89	ab	183,09	b	175,34	b	127,91	bc	226,16	a	60,51	de	42,28	e	102,79	cd
L	210,26	a	197,23	a	190,32	ab	179,25	ab	234,34	a	95,38	bc	42,97	c	138,35	abc
LPs	188,07	ab	177,28	ab	169,41	ab	148,63	bc	219,91	a	83,65	cd	37,93	d	121,58	bcd
Ps	197,05	a	168,88	ab	162,80	ab	136,79	abc	212,36	a	80,88	bc	34,76	c	115,64	abc
A	86,66	ab	83,14	ab	80,59	ab	64,10	bc	93,92	a	41,87	cd	29,16	d	71,03	abc
PsG	197,98	ab	187,73	ab	174,94	abc	148,62	abcd	222,05	a	70,43	cd	38,43	d	108,86	bcd
RC	195,13	a	182,01	a	167,97	a	105,58	b	209,95	a	59,35	b	48,71	b	108,05	b
MGH	184,98	ab	190,90	ab	175,75	ab	146,90	abc	225,47	a	66,51	cd	31,85	d	98,35	bcd
MGA	165,99	a	166,94	a	157,57	a	114,54	bc	189,49	a	52,02	cd	29,31	c	81,33	bc
Teksturna klasa																
lako	165,16	ab	148,99	abc	146,08	abc	128,98	bc	182,14	a	71,81	de	35,51	e	107,33	cd
srednje	185,86	ab	173,95	b	164,65	bc	137,05	cd	212,95	a	74,64	ef	39,04	f	113,68	de
teško	189,53	ab	190,38	ab	174,52	b	124,13	c	215,60	a	57,91	de	37,60	e	95,51	cd

Vrijednosti označene različitim slovima odnose se na statistički značajne razlike (P<0,05) prosječnih vrijednosti između metoda ovisno o tipu tla i teksturi

Statističkom analizom odnosa ekstraktivnih metoda za određivanje pristupačnog kalija u tlu utvrđene su vrlo značajne ($P < 0,01$) pozitivne korelacije između svih provedenih metoda, a najznačajnija korelacija utvrđena je između K_{AA} i K_{AAEDTA} ($r= 0,986$; $N= 165$). Statistički vrlo značajna ($P < 0,01$) korelacija utvrđena je između K_{BRAY} i K_{EUF2} metoda ($r=0,755$; $N=90$), iako je utvrđena vrijednost najmanji koeficijent korelacije između provedenih komparativnih metoda (Tablica 3.44.). Najraširenija metoda za određivanje pristupačnog kalija u tlu u Republici Hrvatskoj (K_{AL}) pokazala je vrlo značajne korelacije ($P < 0,01$) sa svim provedenim usporednim metodama, uz raspon koji se kretao od najmanje utvrđene korelacije s K_{EUF2} ($r= 0,869$; $N=90$) do najveće s K_{AAEDTA} ($r=0,973$; $N=165$) (Tablica 3.44.).

Tablica 3.44. Koeficijenti korelacije i statistička značajnost komparativnih metoda za određivanje pristupačnog kalija u tlu

Svi uzorci N=165	**K_{AL}**	**K_{AA}**	**K_{AAEDTA}**	**K_{BRAY}**	**K_{BACL2}**	**K_{EUF1}**	**K_{EUF2}**	**K_{EUF}**
K_{AL}	1							
K_{AA}	0,969**	1						
K_{AAEDTA}	0,973**	0,986**	1					
K_{BRAY}	0,904**	0,918**	0,931**	1				
K_{BACL2}	0,968**	0,960**	0,962**	0,906**	1			
*K_{EUF1}	0,887**	0,859**	0,867**	0,907**	0,894**	1		
*K_{EUF2}	0,869**	0,845**	0,861**	0,755**	0,844**	0,808**	1	
*K_{EUF}	0,920**	0,891**	0,903**	0,898**	0,917**	0,982**	0,904**	1

Koeficijenti korelacije (r) označeni zvjezdicom (*) su statistički značajni (P =0,05) a označeni (**) su statistički vrlo značajne (P=0,01)
*Broj uzoraka EUF ekstraktivne metode N=90

3.6. UDIO KALIJA U KATIONSKOM IZMJENJIVAČKOM KAPACITETU

Apsolutni udio kalija kretao se u rasponu od 0,14 cmol (+)/kg utvrđenih na aluvijalnom tlu do 1,48 cmol (+)/kg utvrđenih na pseudoglej glejnom tlu uz prosjek svih istraživanih tala od 0,52 cmol (+)/kg. Prosječno najniža izmjerena vrijednost utvrđena je na aluvijalnom tlu (0,24 cmol (+)/kg), odnosno na lakim tlima (0,47 cmol (+)/kg) promatramo li podjelu prema teksturnim klasama, dok su najviše vrijednosti utvrđene na lesiviranom tlu (0,60 cmol (+)/kg) te na tlima teške teksturne klase (0,55 cmol (+)/kg) (Tablica 3.45.). Relativni udio kalija kretao se u rasponu od 0,55 % utvrđenim na aluvijalnom tlu do 13,37 % utvrđenih na lesiviranom tlu uz prosjek svih istraživanih tala od 2,39 %. Prosječno najniža izmjerena vrijednost utvrđena je na aluvijalnom tlu (1,08 %) odnosno na teškim tlima (1,72 %) promatramo li podjelu prema teksturnim klasama, dok su najviše vrijednosti utvrđene na pseudoglejnom tlu (5,54 %) te na tlima lake teksturne klase (3,05 %) (Tablica 46.).

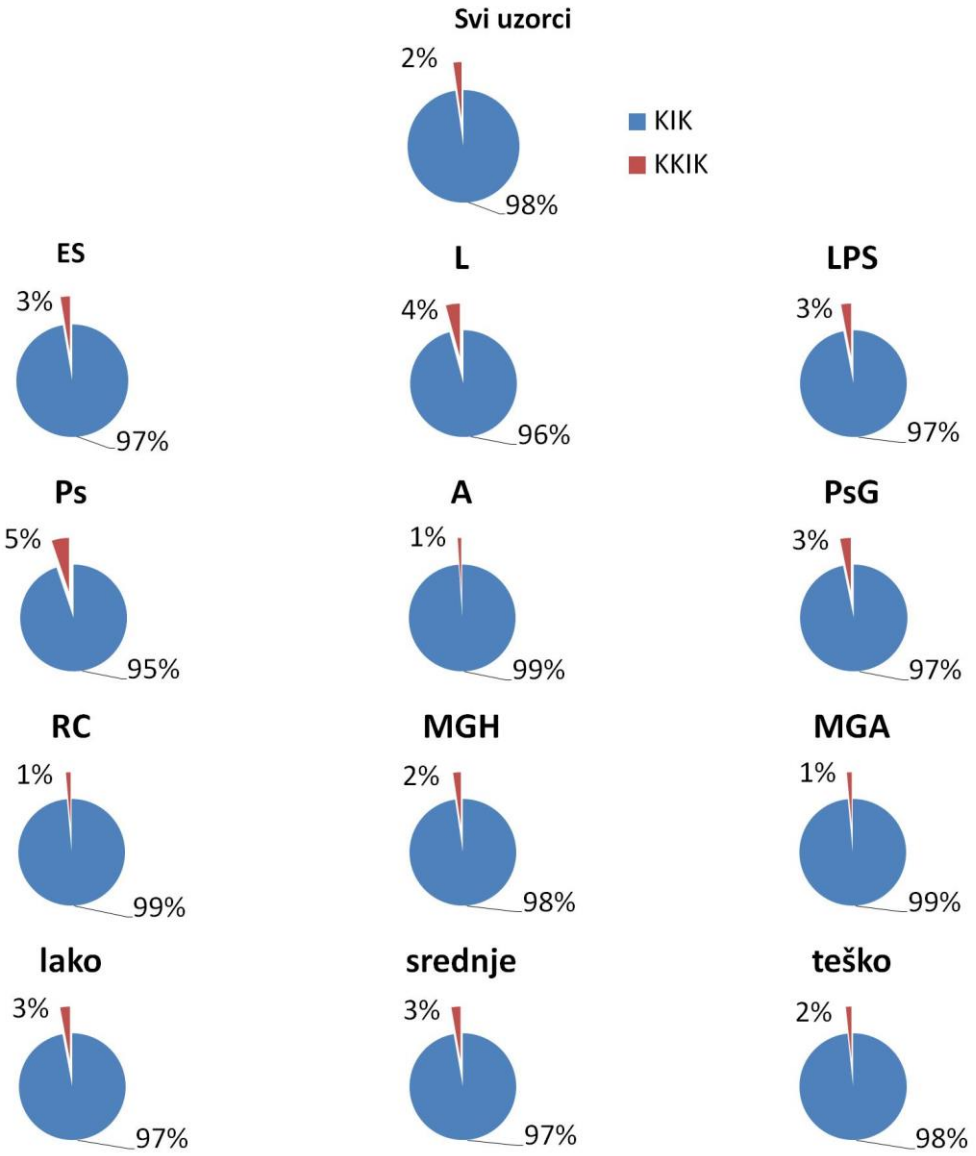
Tablica 3.45. Apsolutni udio kalija na KIK-u (cmol (+)/kg)

	Svi uzorci	**ES**	**L**	**LPs**	**Ps**	**A**	**PsG**	**RC**	**MGH**	**MGA**	**lako**	**srednje**	**teško**
Min.	0,14	0,28	0,26	0,26	0,19	0,14	0,31	0,34	0,27	0,27	0,14	0,26	0,29
Maks.	1,48	0,79	1,38	1,04	1,40	0,44	1,48	0,98	1,34	0,84	1,40	1,34	1,48
Prosjek	0,52	0,58	0,60	0,56	0,54	0,24	0,57	0,54	0,58	0,48	0,47	0,54	0,55

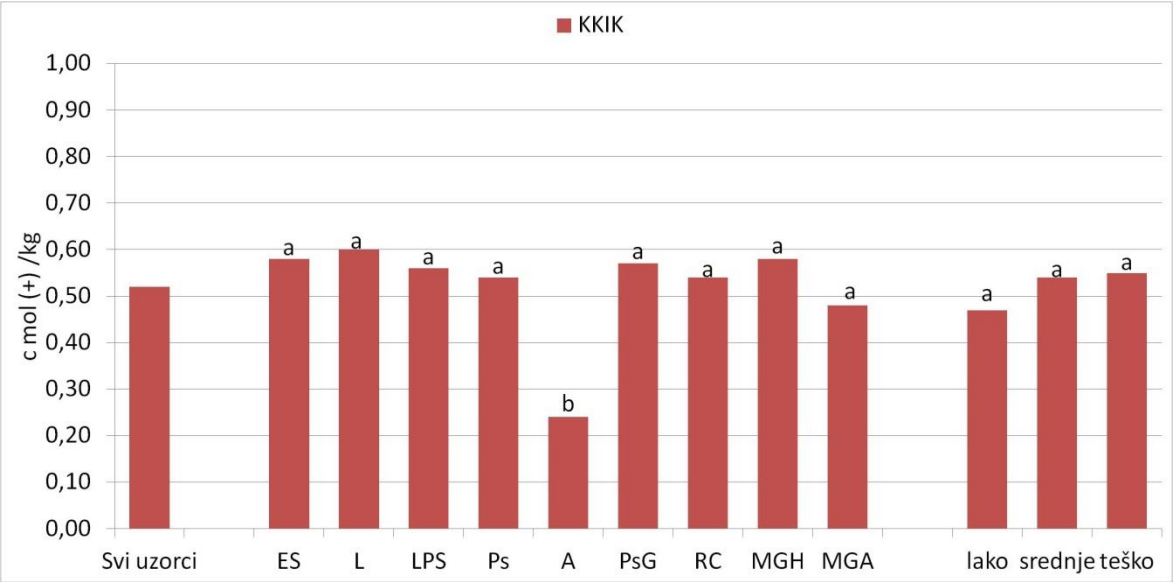
Tablica 3.46. Relativni udio kalija na KIK-u (%)

	Svi uzorci	**ES**	**L**	**LPs**	**Ps**	**A**	**PsG**	**RC**	**MGH**	**MGA**	**lako**	**srednje**	**teško**
Min.	0,55	1,16	1,17	0,89	1,28	0,55	1,29	0,92	1,13	0,81	0,55	0,84	0,81
Maks.	13,37	6,75	13,37	7,99	12,32	2,42	8,46	3,07	8,62	8,67	13,77	11,12	5,71
Prosjek	2,39	2,76	4,43	3,12	5,54	1,08	3,30	1,44	2,38	1,52	3,05	2,83	1,72

Statističkom analizom apsolutnog udjela kalija na KIK-u utvrđena je najveća vrijednost na lesiviranom tlu i iznosila je 0,60 cmol (+)/kg, ali statistički je značaj u odnosu na ostale tipove tla izuzev aluvijalnog tla izostao (Graf 18.). Utjecaj teksture tla na statistički značajne razlike apsolutnog udjela kalija na KIK-u $BaCl_2$ metodom nije utvrđen iako je prisutna tendencija povećanja apsolutnog udjela kalija kako se povećavao udio gline u tlu od utvrđenih 0,47 cmol (+)/kg na teksturno lakom tlu, preko 0,54 cmol (+)/kg na srednjem teksturnom tlu do 0,55 cmol (+)/kg na tlu teške teksture (Graf 19.).



Graf 18. Relativni udio kalija na KIK-u (%)



Graf 19. Apsolutni udio kalija na KIK-u (cmol (+)/kg)

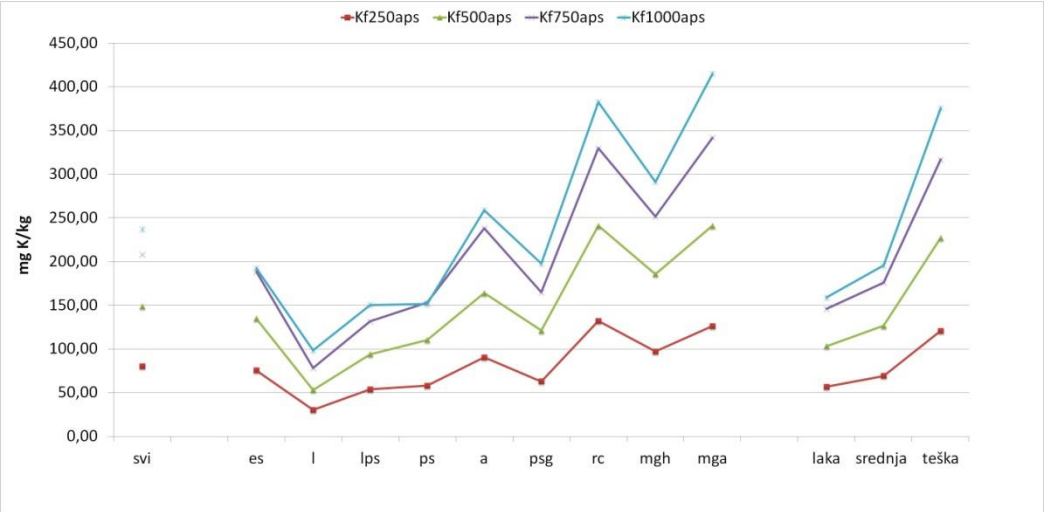
3.7. FIKSACIJSKA SPOSOBNOST TLA

Fiksacijska sposobnost tla za kalij (u mg K/kg) određena je na osnovu fiksacije gnojidbom dodanog kalija (aplicirane doze kalija od 250, 500, 750 i 1000 mg K/kg) (tablica 3.47.). Količina fiksiranog kalija na razini gnojidbe od 250 mg K/kg kretala se u rasponu od 5,50 do 242,08 mg K/kg što predstavlja 2,2 do 96,83 % od dodanog kalija uz prosječnu fiksaciju od 32,15 % ili 80,38 mg K/kg. Povećavanjem gnojidbenih doza povećane su apsolutne količine maksimalno (913,43 mg K/kg Kf_{1000}) i prosječno fiksiranog kalija (237,02 mg K/kg Kf_{1000}) dok se u relativnim odnosima maksimalna (91,34 % Kf_{1000}) i prosječna (23,70 % Kf_{1000}) količina fiksiranog kalija smanjila (Tablica 3.47.). Prosječne srednje vrijednosti apsolutno fiksiranog kalija kretale su se od 80,38 mg K/kg na razini gnojidbe od 250 mg K/kg do 237,02 mg K/kg na razini gnojidbe od 1000 mg K/kg što predstavlja raspon relativno fiksiranog kalija od 23,7 % do 32,15 % u odnosu na dodane količine kalija gnojidbom. S obzirom na pojedine sistematske jedinice utvrđeno je najmanje fiksiranog kalija na lesiviranom tlu na svim gnojidbenim razinama s rasponom od 30,17 mg K/kg (Kf_{250}) do 98,36 mg K/kg (Kf_{1000}) (Graf 20.), što predstavlja fiksaciju od 9,84 % do 12,07 % (Graf 21.) u odnosu na apliciranu količinu kalija gnojidbom. Najviše vrijednosti fiksiranog kalija utvrđene su na močvarnom glejnom amfiglejnom tlu s rasponom od 126,27 mg K/kg (Kf_{250}) do 414,94 mg K/kg (Kf_{1000}) (Graf 20.), što predstavlja fiksaciju od 41,5 % do 50,51 % (Graf 21.) u odnosu na apliciranu količinu kalija gnojidbom. Najmanje količine fiksiranog kalija utvrđene su na lakim tlima, gdje je fiksacija iznosila 56,85 mg

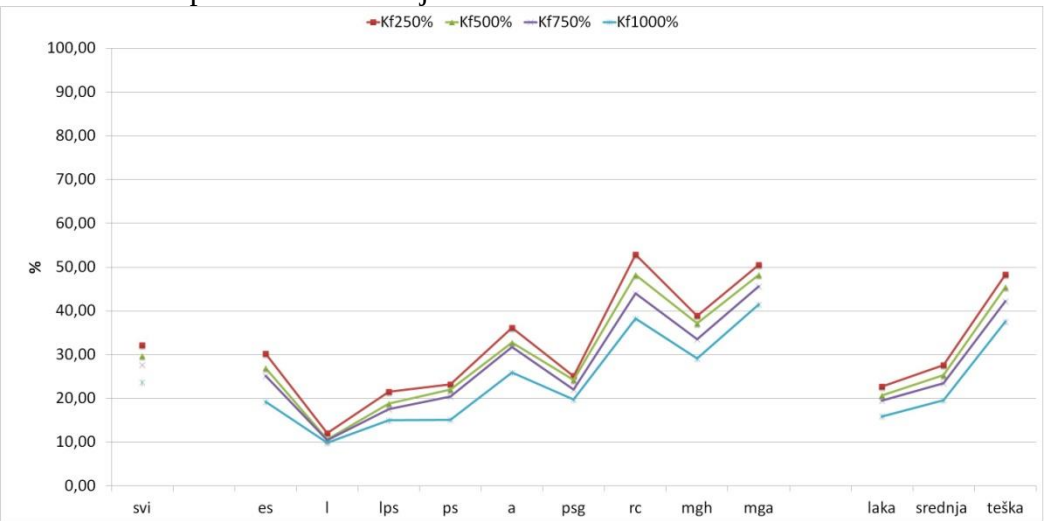
K/kg (Kf_{250}) do 159,07 mg K/kg (Kf_{1000}) (Graf 22.), tj. 15,91 (Kf_{1000}) do 22,74 % (Kf_{250}) u odnosu na apliciranu gnojidbu. Najveće količine fiksiranog kalija utvrđene su pak na teškim tlima gdje je fiksacija iznosila 120,79 mg K/kg (Kf_{250}) do 375,45 mg K/kg (Kf_{1000}) (Graf 22.), odnosno relativno 37,55 % (Kf_{1000}) do 48,32 % (Kf_{250}) gnojidbom apliciranih količina.

Tablica 3.47. Minimalne, maksimalne i prosječne količine fiksiranog kalija

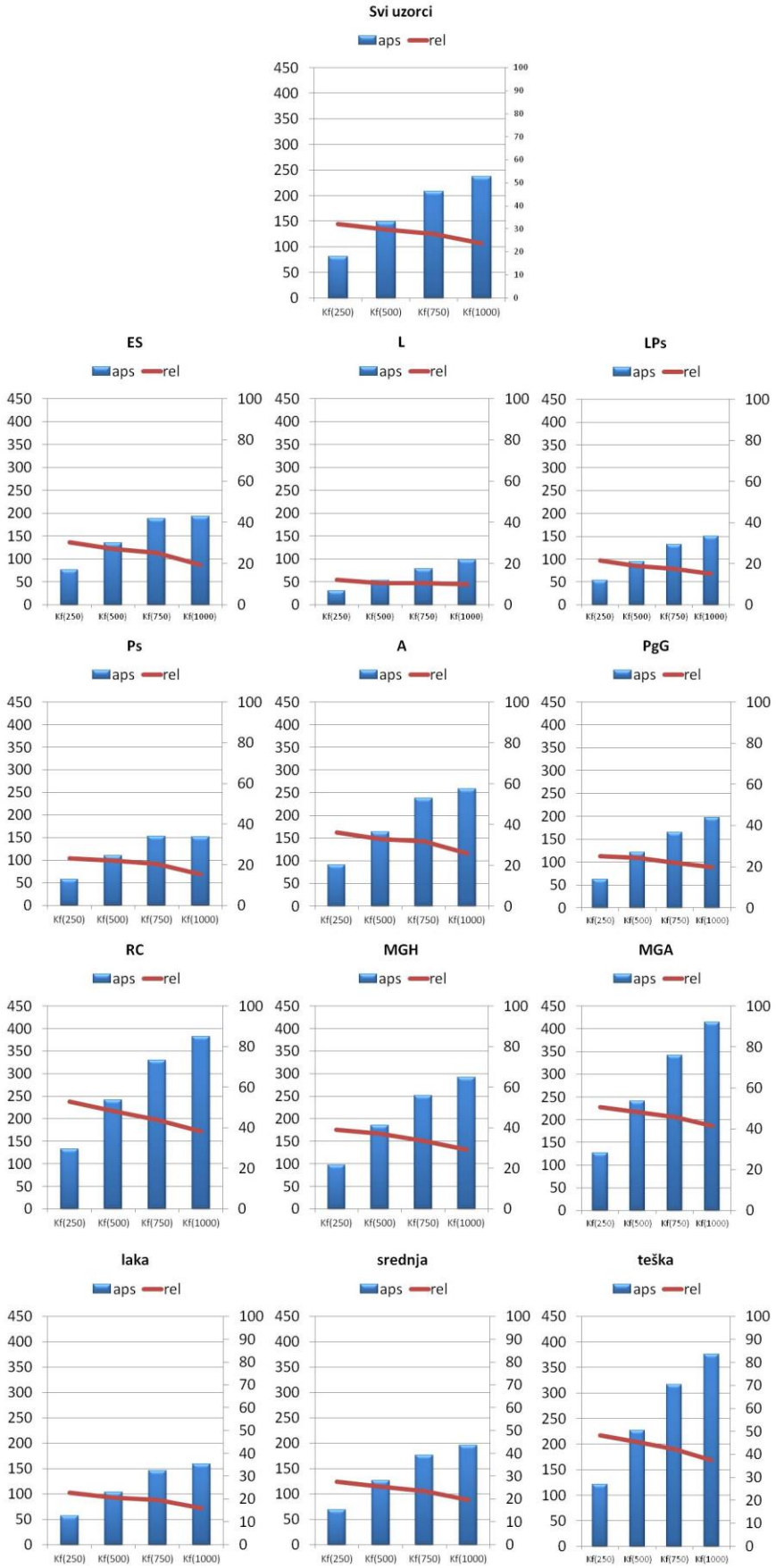
Svi uzorci N=165	Kf_O	Kf_{250}		Kf_{500}		Kf_{750}		Kf_{1000}	
		fiksirano							
		mg K/kg	%	mg K/kg	%	mg K/kg	%	mg K/kg	%
Minimum	49,28	5,50	2,20	5,00	1,00	9,42	1,26	10,03	1,00
Maksimum	519,75	242,08	96,83	477,10	95,42	708,35	94,45	913,43	91,34
Prosjek	162,30	80,38	32,15	148,73	29,75	207,98	27,73	237,02	23,70



Graf 20. Prosječne apsolutne vrijednosti fiksiranog kalija (mg K/kg) za gnojidbene tretmane ovisno o tipu tla te teksturnoj klasi tla



Graf 21. Prosječne relativne vrijednosti fiksiranog kalija (%) za gnojidbene tretmane ovisno o tipu tla te teksturnoj klasi tla



Graf 22. Prosječne relativne i apsolutne vrijednosti fiksiranog kalija (%) za gnojidbene tretmane ovisno o tipu tla te teksturnoj klasi tla

3.8. REGRESIJSKI MODELI

3.8.1. Regresijski modeli procjene kationskog izmjenjivačkog kapaciteta tla (KIK-a)

Regresijski modeli za procjenu kationskog izmjenjivačkog kapaciteta kreirani su kako bi omogućili proračune vrijednosti KIK-a bez provedene analize tla, a na temelju jednog ili više različitih svojstava tla dobivenih provedenom analizom uzorka. Razvijenim se modelima pomoću osnovnih agrokemijskih i fizikalnih analiza tla može izračunati (procijeniti) vrijednost KIK-a Modeli sadrže osnovnu jednadžbu koja za proračun KIK-a koristi samo podatak o sadržaju gline bez obzira na ostala svojstva tla (pH, humus, itd.).

Zbog različitosti uzoraka postoje određena odstupanja vrijednosti regresijskog modela od stvarnih utvrđenih vrijednosti te je takvo odstupanje prikazano kao apsolutno i relativno (%) odstupanje modela od prosjeka analitički utvrđenog KIK-a. Smanjivanje navedenih odstupanja znači veću preciznost modela, tj. manju pogrešku pri proračunu KIK-a. U razvoju modela prikazanih u ovom istraživanju odstupanje modela moguće je smanjiti na dva načina:

1. uporabom različitih osnovnih jednadžbi, tj. različitih modela za svaku pojedinu grupu uzoraka određenog teksturnog sastava tla
2. uvođenjem dopunskih svojstava tla (npr. pH u vodi i KCl-u, humus, sitni prah, krupni prah,) u regresijsku jednadžbu kreiranjem modela koji za ulazne podatke koriste više analitički utvrđenih svojstava.

Na temelju značajnosti postignutih rezultata i utjecaja na odstupanje modela u ovom je istraživanju prikazano šest razina modela koji kao ulazne vrijednosti koriste analitičke rezultate sadržaja mehaničkih elemenata tla, sadržaj humusa te aktualnu i supstitucijsku kiselost, kako slijedi:

I. $Y_I = a + bx1$

II. $Y_{II} = a + bx1 + cx2$

III. $Y_{III} = a + bx1 + cx2 + dx3$

IV. $Y_{IV} = a + bx1 + cx2 + dx3 + ex4$

V. $Y_V = a + bx1 + cx2 + dx3 + ex4 + fx5$

VI. $Y_{VI} = a + bx1 + cx2 + dx3 + ex4 + fx5 + gx6$ gdje je:

Y_I - Y_{VI} proračunata vrijednost KIK-a

a - odsječak na osi y

b, c, d, e, f, g - koeficijenti

x1 - sadržaj čestica gline (%)

x2 - aktualna kiselost (pH H_2O)

x3 - sadržaj humusa (%)

x4 - sadržaj čestica sitnog praha (%)

x5 – sadržaj čestica krupnog praha (%)

x6 – supstitucijska kiselost (pH KCl)

Osnovna je namjena ovog modela proračun vrijednosti kationskog izmjenjivačkog kapaciteta tla na temelju vrijednosti analizom utvrđenih svojstava tla. Uvođenje dodatnih svojstava tla u linearnu multiregresijsku jednadžbu doprinijelo je smanjivanju odstupanja modela (Tablica 3.48.), a ujedno je povećalo koeficijent korelacije s 0,67 na 0,91.

Tablica 3.48. Regresijski modeli procjene kationskog izmjenjivačkog kapaciteta tla

Svi uzorci	y	r	Odsječak	x1	x2	x3	x4	x5	x6	Odstupanje	% odstupanja
Razina modela	KIK c mol (+)/kg			% G	pH(H2O)	% Humus	% SPr	% KPr	pH(KCl)		
I	21,71	0,67	6,36	0,65	-	-	-	-	-	6,09	28,05
II		0,87	-27,01	0,65	4,39	-	-	-	-	5,00	23,03
III		0,89	-26,15	0,57	4,46	1,63	-	-	-	3,56	16,42
IV		0,90	-19,94	0,60	4,23	1,92	-0,21	-	-	3,42	15,78
V		0,90	-13,74	0,56	4,03	1,69	-0,19	-0,11	-	3,38	15,56
VI		0,91	-22,34	0,52	9,08	1,86	-0,19	-0,10	-4,40	3,32	15,29

Laka tla	y	r	Odsječak	x1	x2	x3	x4	x5	x6	Odstupanje	% odstupanja
Razina modela	KIK c mol (+)/kg			% G	pH(H2O)	% Humus	% SPr	% KPr	pH(KCl)		
I	15,41	0,42	22,40	-0,52	-	-	-	-	-	4,58	29,72
II		0,83	-15,77	0,15	4,34	-	-	-	-	2,66	17,27
III		0,83	-16,09	0,14	4,29	0,28	-	-	-	2,67	17,29
IV		0,83	-16,09	0,14	4,29	0,28	0,006	-	-	2,81	18,29
V		0,84	-14,46	0,17	4,28	0,16	0,006	-0,04	-	2,71	17,57
VI		0,86	-30,44	0,22	14,25	0,01	-0,009	-0,09	-8,65	3,31	21,47

Srednja tla	y	r	Odsječak	x1	x2	x3	x4	x5	x6	Odstupanje	% odstupanja
Razina modela	KIK c mol (+)/kg			% G	pH(H2O)	% Humus	% SPr	% KPr	pH(KCl)		
I	19,05	0,47	-16,68	1,50	-	-	-	-	-	5,00	26,23
II		0,70	-31,58	1,16	3,52	-	-	-	-	3,91	20,53
III		0,73	-29,33	0,97	3,08	2,16	-	-	-	3,84	20,14
IV		0,73	-30,75	0,98	3,08	2,12	0,04	-	-	3,83	20,10
V		0,73	-36,87	1,02	3,04	2,30	0,09	0,09	-	3,86	20,29
VI		0,74	-30,84	1,05	-1,35	2,05	0,12	0,11	3,89	3,86	20,29

Teška tla	y	r	Odsječak	x1	x2	x3	x4	x5	x6	Odstupanje	% odstupanja
Razina modela	KIK c mol (+)/kg			% G	pH(H2O)	% Humus	% SPr	% KPr	pH(KCl)		
I	32,11	0,70	5,77	0,75	-	-	-	-	-	4,15	12,93
II		0,82	-22,15	0,73	4,04	-	-	-	-	3,27	10,19
III		0,88	-22,83	0,71	3,41	1,59	-	-	-	2,89	9,01
IV		0,89	-14,15	0,71	3,65	1,99	-0,36	-	-	2,75	8,58
V		0,90	-40,28	0,97	3,93	2,14	-0,13	0,25	-	2,68	8,36
VI		0,90	-46,30	0,92	7,47	2,28	-0,14	0,25	-3,05	2,76	8,58

Idući korak u kreiranju i unapređenju modela bio je podjela uzoraka unutar tri teksturne klase tla s obzirom na sadržaj čestica gline. Ovakva podjela omogućila je veću preciznost modela za teška teksturna tla, dok je preciznost modela kod lakih i srednje teških tala bila smanjena. Odstupanje najjednostavnijeg modela koji uključuje sve uzorke tla i jedno analizirano svojstvo (sadržaj gline) bilo je 6,09 cmol (+)/kg (28,05 %). Uvođenjem ostalih svojstava tla (pH_{H20}, humus, % sitnog praha, % krupnog praha) te podjelom uzoraka na

teksturne klase, odstupanje modela smanjeno je na 2,68 cmol (+)/kg (8,36 %) na teškim teksturnim tlima, što znači da je preciznost modela povećana za 44 % (Tablica 3.48.). Dobiveni rezultati u skladu su s očekivanim jer uvođenjem većeg boja parametara u multiregresijsku jednadžbu možemo točnije procijeniti vrijednost kationskog izmjenjivačkog kapaciteta tla.

3.8.2. Regresijski modeli procjene udjela kalija na KIK-u

Regresijski modeli za procjenu udjela kalija na KIK-u u apsolutnim i relativnim odnosima kreirani su kako bi omogućili proračune vrijednosti udjela kalija na KIK-u na temelju jednog ili više različitih kemijskih odnosno fizikalnih svojstava tla. Razvijenim se modelima pomoću osnovnih agrokemijskih i fizikalnih svojstava tla može izračunati (procijeniti) udio kalija na KIK-u. Modeli sadrže osnovnu jednadžbu koja za proračun udjela kalija na KIK-u koristi samo podatak o koncentraciji lako pristupačnog kalija određenog AL metodom (K_{AL}), bez obzira na ostala svojstva tla (pH, humus, sadržaj teksturnih elemenata u tlu itd.).

Zbog različitosti uzoraka postoje određena odstupanja vrijednosti regresijskog modela od stvarnih utvrđenih vrijednosti te je takvo odstupanje prikazano kao apsolutno i relativno (%) odstupanje modela od prosjeka udjela kalija na KIK-u. Smanjivanje navedenih odstupanja znači veću preciznost modela i potencijalno manju pogrešku pri proračunu udjela kalija na KIK-u. U razvoju modela prikazanih u ovom istraživanju odstupanje modela moguće je smanjiti na nekoliko načina:

1. uporabom različitih osnovnih jednadžbi, tj. različitih modela za svaku pojedinu grupu uzoraka određenog teksturnog sastava tla
2. izravnim uvođenjem dopunskih svojstava tla (npr. pH u vodi i KCl-u, humus, sitni prah, krupni prah) u regresijsku jednadžbu kreiranjem modela koji za ulazne podatke koriste više analitički utvrđenih svojstava
3. uvođenjem vrijednosti KIK-a u regresijsku jednadžbu kreiranjem modela koji za ulazne podatke koriste više analitički utvrđenih svojstava tla kao i utvrđene vrijednosti KIK-a $BaCl_2$ metodom.

Na temelju značajnosti postignutih rezultata i utjecaja na odstupanje modela, u ovom je istraživanju prikazano šest razina modela koji kao ulazne vrijednosti koriste analitičke rezultate koncentracije lako pristupačnog kalija (K_{AL}), aktualnu kiselost, sadržaj mehaničkih elemenata tla te sadržaj humusa kako slijedi:

I. $Y_I = a + bx1$

II. $Y_{II} = a + bx1 + cx2$

III. $Y_{III} = a + bx1 + cx2 + dx3$

IV. $Y_{IV} = a + bx1 + cx2 + dx3 + ex4$

V. $Y_V = a + bx1 + cx2 + dx3 + ex4 + fx5$

VI. $Y_{VI} = a + bx1 + cx2 + dx3 + ex4 + fx5 + gx6$ gdje je:

$Y_I - Y_{VI}$ proračunata vrijednost udjela kalija na KIK-u

a - odsječak na osi y

b, c, d, e, f, g - koeficijenti

x1 – sadržaj lako pristupačnog kalija određenog AL metodom (mg/100g)

x2 - aktualna kiselost (pH H_2O)

x3 - sadržaj čestica gline (%)

x4 - sadržaj humusa (%)

x5 – sadržaj čestica sitnog praha (%)

x6 – sadržaj čestica krupnog praha (%)

Uvođenjem vrijednosti KIK-a u regresijsku jednadžbu i kreiranjem modela koji za ulazne podatke koriste više analitički utvrđenih svojstava tla kao i utvrđene vrijednosti KIK-a $BaCl_2$ metodom, razvijeno je sedam razina modela kako slijedi:

I. $Y_I = a + bx1$

II. $Y_{II} = a + bx1 + cx2$

III. $Y_{III} = a + bx1 + cx2 + dx3$

IV. $Y_{IV} = a + bx1 + cx2 + dx3 + ex4$

V. $Y_V = a + bx1 + cx2 + dx3 + ex4 + fx5$

VI. $Y_{VI} = a + bx1 + cx2 + dx3 + ex4 + fx5 + gx6$

VII. $Y_{VII} = a + bx1 + cx2 + dx3 + ex4 + fx5 + gx6 + hx7$ gdje je:

$Y_I - Y_{VII}$ proračunata vrijednost udjela kalija na KIK-u

a - odsječak na osi y

b, c, d, e, f, g - koeficijenti

x1 - sadržaj lako pristupačnog kalija određenog AL metodom (mg / 100g)

x2 – analitički utvrđena vrijednost KIK-a (c mol (+)/kg)

x3 - supstitucijska kiselost (pH KCl)

x4 - sadržaj čestica krupnog praha (%)

x5 – aktualna kiselost (pH H_2O)

x6 – sadržaj čestica gline (%)

x7 – sadržaj humusa (%)

Osnovna namjena ovih modela je proračun vrijednosti kalija na kationskom izmjenjivačkom kapacitetu tla u apsolutnim i relativnim odnosima na temelju vrijednosti analizom utvrđenih svojstava tla. Uvođenje dodatnih svojstava tla u linearnu multiregresijsku jednadžbu doprinijelo je smanjivanju odstupanja modela (Tablica 3.49.), a ujedno je povećalo koeficijent korelacije s 0,67 na 0,88 kod procjene relativne količine kalija na KIK-u, dok je kod procjene apsolutne količine kalija na KIK-u uvođenje dodatnih svojstava smanjilo odstupanje modela, ali nije povećalo koeficijent korelacije. Idući korak u kreiranju i unapređenju modela bio je podjela uzoraka unutar tri teksturne klase tla s obzirom na sadržaj čestica gline, te je ovakva podjela omogućila veću preciznost modela za određivanje relativne količine kalija kod svih teksturnih klasa. Teksturne klase smanjile su i odstupanje izrađenih modela i u apsolutnim vrijednostima kod srednje teških i teških tala, dok je kod lakih tala smanjena preciznost modela, odnosno povećano je prosječno odstupanje od srednje utvrđene vrijednosti. Odstupanje najjednostavnijeg modela koji uključuje sve uzorke tla i jedno analizirano svojstvo (lako pristupačni K određen Al metodom) bilo je 41,76 % kod relativnih, odnosno 9,38 % kod apsolutnih vrijednosti u odnosu na srednju utvrđenu vrijednost. Uvođenjem ostalih svojstava tla te podjelom uzoraka na teksturne klase, odstupanje modela smanjeno je na 17,70 % kod relativnog, odnosno 7,81 % kod apsolutnog odstupanja na teškim teksturnim tlima (Tablica 3.50.). Uvođenjem vrijednosti KIK-a u regresijske jednadžbe i kreiranjem modela koji za ulazne podatke koriste više analitički utvrđenih svojstava tla kao i utvrđene vrijednosti KIK-a $BaCl_2$ metodom, dodatno je povećana preciznost izrađenih modela kako u relativnim tako i apsolutnim vrijednostima (Tablica 3.51.). Uvođenjem KIK-a te ostalih svojstava tla te podjelom uzoraka na teksturne klase maksimalno je smanjeno odstupanje modela na 10,96 % kod relativnog, odnosno 7,09 % kod apsolutnog odstupanja na teškim teksturnim tlima (Tablica 3.52.).

Tablica 3.49. Regresijski modeli procjene udjela kalija na KIK-u (%)

Svi uzorci	y	r	Odsječak	x1	x2	x3	x4	x5	x6	Odstupanje	% odstupanja
Razina modela	KKIK (%)			Al K2O (mg/100g)	pH(H2O)	% G	% Humus	% SPr	% KPr		
I	2,39	0,67	-0,66	0,17	-	-	-	-	-	1,31	54,81
II		0,79	6,43	0,14	-0,95	-	-	-	-	1,13	47,39
III		0,87	7,74	0,16	-0,91	-0,09	-	-	-	0,83	34,73
IV		0,87	7,59	0,16	-0,85	-0,08	-0,17	-	-	0,82	34,31
V		0,87	6,90	0,16	-0,83	-0,08	-0,21	0,03	-	0,85	35,56
VI		0,88	8,13	0,17	-0,87	-0,09	-0,26	0,03	-0,02	0,87	36,40

Laka tla	y	r	Odsječak	x1	x2	x3	x4	x5	x6	Odstupanje	% odstupanja
Razina modela	KKIK (%)			Al K2O (mg/100g)	pH(H2O)	% G	% Humus	% SPr	% KPr		
I	3,05	0,88	-1,03	0,25	-	-	-	-	-	0,99	32,60
II		0,92	4,58	0,20	-0,69	-	-	-	-	0,86	28,23
III		0,93	6,84	0,22	-0,87	-0,11	-	-	-	0,77	25,20
IV		0,93	6,80	0,22	-0,87	-0,11	-0,05	-	-	0,76	24,92
V		0,93	6,79	0,22	-0,87	-0,12	0,02	0,005	-	0,76	24,92
VI		0,93	6,53	0,22	-0,87	-0,12	0,04	0,005	0,005	0,76	24,87

Srednja tla	y	r	Odsječak	x1	x2	x3	x4	x5	x6	Odstupanje	% odstupanja
Razina modela	KKIK (%)			Al K2O (mg/100g)	pH(H2O)	% G	% Humus	% SPr	% KPr		
I	2,83	0,67	-0,90	0,19	-	-	-	-	-	1,14	40,28
II		0,81	5,22	0,19	-0,93	-	-	-	-	0,92	32,42
III		0,83	9,46	0,18	-0,85	-0,19	-	-	-	0,87	30,79
IV		0,84	9,20	0,18	-0,79	-0,17	-0,26	-	-	0,85	30,04
V		0,84	8,60	0,18	-0,79	-0,17	-0,28	0,015	-	0,84	29,68
VI		0,84	8,39	0,18	-0,79	-0,16	-0,27	0,015	0,005	0,87	30,61

Teška tla	y	r	Odsječak	x1	x2	x3	x4	x5	x6	Odstupanje	% odstupanja
Razina modela	KKIK (%)			Al K2O (mg/100g)	pH(H2O)	% G	% Humus	% SPr	% KPr		
I	1,71	0,81	-0,08	0,08	-	-	-	-	-	0,40	23,38
II		0,88	2,46	0,09	-0,36	-	-	-	-	0,39	22,81
III		0,91	3,51	0,08	-0,35	-0,03	-	-	-	0,30	17,38
IV		0,93	3,49	0,08	-0,30	-0,03	-0,12	-	-	0,27	15,88
V		0,93	3,12	0,08	-0,31	-0,03	-0,13	0,02	-	0,28	16,48
VI		0,93	6,21	0,09	-0,34	-0,06	-0,15	-0,01	-0,03	0,33	19,30

Tablica 3.50.Regresijski modeli procjene udjela kalija na KIK-u (cmol (+)/kg)

Svi uzorci	y	r	Odsječak	x1	x2	x3	x4	x5	x6	Odstupanje	% odstupanja
Razina modela	KKIK cmol (+)/kg			Al K2O (mg/100g)	pH(H2O)	% G	% Humus	% SPr	% KPr		
I	0,52	0,97	-0,029	0,025	-	-	-	-	-	0,05	9,38
II		0,97	-0,001	0,025	-0,004	-	-	-	-	0,05	9,72
III		0,97	-0,013	0,025	-0,004	0,001	-	-	-	0,05	9,04
IV		0,97	-0,023	0,025	-0,001	0,001	-0,011	-	-	0,05	9,38
V		0,97	0,027	0,025	-0,002	0,002	-0,009	-0,002	-	0,05	8,62
VI		0,97	0,109	0,026	-0,005	0,001	-0,012	-0,002	-0,002	0,05	9,54

Laka tla	y	r	Odsječak	x1	x2	x3	x4	x5	x6	Odstupanje	% odstupanja
Razina modela	KKIK cmol (+)/kg			Al K2O (mg/100g)	pH(H2O)	% G	% Humus	% SPr	% KPr		
I	0,47	0,98	-0,043	0,026	-	-	-	-	-	0,04	8,64
II		0,98	-0,084	0,026	0,005	-	-	-	-	0,04	8,73
III		0,99	-0,019	0,026	-0,00002	-0,003	-	-	-	0,04	8,80
IV		0,99	-0,018	0,027	0,0001	-0,003	-0,001	-	-	0,04	8,31
V		0,99	-0,160	0,027	0,0004	-0,001	0,006	-0,001	-	0,04	9,04
VI		0,99	0,045	0,026	-0,001	-0,00045	0,002	-0,001	-0,002	0,04	9,16

Srednja tla	y	r	Odsječak	x1	x2	x3	x4	x5	x6	Odstupanje	% odstupanja
Razina modela	KKIK cmol (+)/kg			Al K2O (mg/100g)	pH(H2O)	% G	% Humus	% SPr	% KPr		
I	0,54	0,95	-0,044	0,026	-	-	-	-	-	0,05	9,33
II		0,95	0,003	0,026	-0,007	-	-	-	-	0,05	9,23
III		0,95	-0,118	0,026	-0,010	0,006	-	-	-	0,05	9,39
IV		0,96	-0,157	0,026	-0,002	0,009	-0,039	-	-	0,05	8,43
V		0,96	-0,098	0,026	-0,001	0,008	-0,037	-0,002	-	0,05	9,20
VI		0,96	0,029	0,027	-0,001	0,008	-0,041	-0,003	-0,002	0,04	8,25

Teška tla	y	r	Odsječak	x1	x2	x3	x4	x5	x6	Odstupanje	% odstupanja
Razina modela	KKIK cmol (+)/kg			Al K2O (mg/100g)	pH(H2O)	% G	% Humus	% SPr	% KPr		
I	0,55	0,96	0,009	0,024	-	-	-	-	-	0,05	8,93
II		0,96	0,109	0,024	-0,014	-	-	-	-	0,05	8,76
III		0,96	0,018	0,024	-0,015	0,003	-	-	-	0,05	8,37
IV		0,96	0,017	0,024	-0,013	0,003	-0,008	-	-	0,04	7,83
V		0,96	0,035	0,024	-0,012	0,003	-0,007	-0,001	-	0,04	7,88
VI		0,97	0,248	0,024	-0,014	0,001	-0,008	-0,003	-0,002	0,04	7,81

Tablica 3.51.Regresijski modeli procjene udjela kalija na KIK-u (%)

Svi uzorci	y	r	Odsječak	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	Odstupanje	% odstupanja
Razina modela	KKIK (%)			Al K2O (mg/100g)	KIK	pH(KCl)	% KPr	pH(H2O)	% G	% Humus		
I		0,67	-0,66	0,17	-	-	-	-	-	-	1,31	54,81
II		0,90	2,87	0,16	-0,15	-	-	-	-	-	0,76	31,80
III		0,91	4,06	0,15	-0,13	-0,25	-	-	-	-	0,71	29,71
IV	2,39	0,91	5,63	0,16	-0,15	-0,23	-0,04	-	-	-	0,70	29,29
V		0,92	4,11	0,16	-0,16	-0,85	-0,04	0,76	-	-	0,71	29,81
VI		0,92	4,19	0,16	-0,15	-1,04	-0,04	0,92	-0,02	-	0,73	30,54
VII		0,92	3,93	0,16	-0,15	-1,10	-0,04	1,00	-0,02	0,04	0,71	29,81

Laka tla	y	r	Odsječak	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	Odstupanje	% odstupanja
Razina modela	KKIK (%)			Al K2O (mg/100g)	KIK	pH(KCl)	% KPr	pH(H2O)	% G	% Humus		
I		0,88	-1,03	0,25	-	-	-	-	-	-	0,99	32,60
II		0,94	2,86	0,19	-0,18	-	-	-	-	-	0,77	25,25
III		0,94	2,84	0,19	-0,18	0,01	-	-	-	-	0,78	25,57
IV	3,05	0,95	3,89	0,19	-0,18	-0,04	-0,02	-	-	-	0,78	25,57
V		0,95	2,14	0,20	-0,19	-0,78	-0,03	0,92	-	-	0,76	24,92
VI		0,95	3,12	0,21	-0,17	-0,68	-0,01	0,67	-0,07	-	0,75	24,59
VII		0,95	3,09	0,21	-0,17	-0,62	-0,01	0,58	-0,07	0,10	0,73	23,93

Srednja tla	y	r	Odsječak	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	Odstupanje	% odstupanja
Razina modela	KKIK (%)			Al K2O (mg/100g)	KIK	pH(KCl)	% KPr	pH(H2O)	% G	% Humus		
I		0,67	-0,90	0,19	-	-	-	-	-	-	1,14	40,28
II		0,92	3,28	0,17	-0,19	-	-	-	-	-	0,60	21,20
III		0,93	3,97	0,17	-0,17	-0,22	-	-	-	-	0,58	20,64
IV	2,83	0,93	3,87	0,17	-0,17	-0,22	0,003	-	-	-	0,58	20,64
V		0,93	1,29	0,18	-0,17	-1,46	-0,003	1,41	-	-	0,60	21,20
VI		0,93	1,31	0,18	-0,17	-1,46	-0,003	1,41	-0,001	-	0,60	21,19
VII		0,93	0,41	0,18	-0,18	-1,70	0,005	1,67	0,001	0,26	0,64	22,61

Teška tla	y	r	Odsječak	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	Odstupanje	% odstupanja
Razina modela	KKIK (%)			Al K2O (mg/100g)	KIK	pH(KCl)	% KPr	pH(H2O)	% G	% Humus		
I		0,81	-0,08	0,08	-	-	-	-	-	-	0,40	23,38
II		0,95	1,81	0,08	-0,06	-	-	-	-	-	0,24	14,04
III		0,96	2,27	0,08	-0,05	-0,12	-	-	-	-	0,21	12,29
IV	1,71	0,96	2,65	0,09	-0,06	-0,11	-0,01	-	-	-	0,21	12,29
V		0,96	2,70	0,09	-0,06	-0,09	-0,01	-0,02	-	-	0,21	12,29
VI		0,96	1,97	0,08	-0,07	0,19	0,01	-0,29	0,03	-	0,23	13,45
VII		0,96	2,80	0,08	-0,06	0,28	-0,001	-0,43	0,02	-0,04	0,20	11,70

Tablica 3.52. Regresijski modeli procjene udjela kalija na KIK-u (cmol (+)/kg)

Svi uzorci	y	r	Odsječak	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	Odstupanje	% odstupanja
Razina modela	KKIK cmol (+)/kg			Al K2O (mg/100g)	KIK	pH(KCl)	% KPr	pH(H2O)	% G	% Humus		
I		0,97	-0,029	0,025	-	-	-	-	-	-	0,05	9,38
II		0,97	-0,035	0,025	0,002	-	-	-	-	-	0,05	9,41
III		0,97	-0,003	0,025	0,001	-0,007	-	-	-	-	0,05	9,07
IV	0,52	0,97	0,051	0,025	-0,0001	-0,006	-0,001	-	-	-	0,05	9,00
V		0,97	-0,019	0,025	-0,0004	-0,034	-0,001	0,035	-	-	0,05	9,00
VI		0,97	-0,021	0,025	-0,001	-0,029	-0,001	0,030	0,0004	-	0,05	9,25
VII		0,97	0,068	0,026	0,0004	-0,006	-0,002	0,003	0,0004	-0,015	0,04	8,58

Laka tla	y	r	Odsječak	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	Odstupanje	% odstupanja
Razina modela	KKIK cmol (+)/kg			Al K2O (mg/100g)	KIK	pH(KCl)	% KPr	pH(H2O)	% G	% Humus		
I		0,98	-0,043	0,026	-	-	-	-	-	-	0,04	8,64
II		0,98	-0,072	0,026	0,001	-	-	-	-	-	0,04	8,90
III		0,98	-0,069	0,026	0,001	-0,001	-	-	-	-	0,04	9,05
IV	0,47	0,99	0,034	0,026	0,002	-0,005	-0,002	-	-	-	0,04	8,22
V		0,99	-0,069	0,026	0,001	-0,049	-0,002	0,055	-	-	0,04	8,36
VI		0,99	-0,037	0,027	0,001	-0,046	-0,002	0,046	-0,002	-	0,04	8,53
VII		0,99	-0,035	0,027	0,001	-0,050	-0,002	0,052	-0,002	-0,006	0,04	8,24

Srednja tla	y	r	Odsječak	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	Odstupanje	% odstupanja
Razina modela	KKIK cmol (+)/kg			Al K2O (mg/100g)	KIK	pH(KCl)	% KPr	pH(H2O)	% G	% Humus		
I		0,95	-0,044	0,026	-	-	-	-	-	-	0,05	9,33
II		0,95	-0,019	0,026	-0,001	-	-	-	-	-	0,05	9,12
III		0,95	-0,006	0,026	-0,001	-0,004	-	-	-	-	0,05	9,24
IV	0,54	0,95	-0,011	0,026	-0,001	-0,004	0,0001	-	-	-	0,05	9,28
V		0,95	-0,101	0,026	-0,001	-0,047	-0,00002	0,049	-	-	0,05	9,57
VI		0,96	-0,281	0,026	-0,002	-0,037	0,0004	0,040	0,008	-	0,05	9,37
VII		0,96	-0,144	0,026	-0,001	0,0003	-0,001	0,001	0,010	-0,039	0,05	8,45

Teška tla	y	r	Odsječak	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	Odstupanje	% odstupanja
Razina modela	KKIK cmol (+)/kg			Al K2O (mg/100g)	KIK	pH(KCl)	% KPr	pH(H2O)	% G	% Humus		
I		0,96	0,009	0,024	-	-	-	-	-	-	0,05	8,93
II		0,96	-0,009	0,024	0,001	-	-	-	-	-	0,05	8,57
III		0,96	0,058	0,024	0,001	-0,017	-	-	-	-	0,05	8,37
IV	0,55	0,96	0,116	0,024	0,0004	-0,016	-0,001	-	-	-	0,05	7,92
V		0,96	0,182	0,024	0,001	0,007	-0,001	-0,028	-	-	0,05	8,33
VI		0,97	0,001	0,024	-0,001	0,077	0,002	-0,096	0,007	-	0,06	9,74
VII		0,97	0,341	0,024	0,001	0,115	-0,001	-0,151	0,003	-0,015	0,04	7,09

3.8.3. Regresijski modeli procjene fiksacijske sposobnosti tla za kalij

Regresijski modeli za procjenu fiksacijske sposobnosti tla u apsolutnim i relativnim odnosima kreirani su kako bi omogućili proračune fiksacijske sposobnosti na temelju jednog ili više različitih kemijskih odnosno fizikalnih svojstava tla. Razvijenim se modelima pomoću osnovnih agrokemijskih i fizikalnih svojstava tla može izračunati (procijeniti) vrijednost fiksiranog kalija. Modeli sadrže osnovnu jednadžbu koja za proračun fiksacijske sposobnosti koristi samo podatak o veličini kationskog izmjenjivačkog kapaciteta određenog $BaCl_2$ metodom, bez obzira na ostala svojstva tla (pH, humus, sadržaj teksturnih elemenata u tlu itd.).

Zbog različitosti uzoraka postoje određena odstupanja vrijednosti regresijskog modela od stvarnih utvrđenih vrijednosti te je takvo odstupanje prikazano kao apsolutno i relativno (%) odstupanje modela od prosjeka fiksiranog kalija. Smanjivanje navedenih odstupanja znači veću preciznost modela i potencijalno manju pogrešku pri proračunu fiksacijske sposobnosti tla. U razvoju modela prikazanih u ovom istraživanju odstupanje modela moguće je smanjiti na nekoliko načina:

1. uporabom različitih osnovnih jednadžbi, tj. različitih modela za svaku pojedinu grupu uzoraka određenog teksturnog sastava tla
2. izravnim uvođenjem dopunskih svojstava tla (npr. pH u vodi i KCl-u, humus, sitni prah, krupni prah,) u regresijsku jednadžbu kreiranjem modela koji za ulazne podatke koriste više analitički utvrđenih svojstava.

Na temelju značajnosti postignutih rezultata i utjecaja na odstupanje modela, u ovom je istraživanju prikazano sedam razina modela koji kao ulazne vrijednosti koriste analitičke rezultate kationskog izmjenjivačkog kapaciteta tla, lako pristupačnog kalija određenog AL metodom, postotni udio sitnog praha, postotni udio kalija na KIK-u, postotni udio gline te aktualnu i supstitucijsku kiselost tla kako slijedi:

I. $Y_I = a + bx1$

II. $Y_{II} = a + bx1 + cx2$

III. $Y_{III} = a + bx1 + cx2 + dx3$

IV. $Y_{IV} = a + bx1 + cx2 + dx3 + ex4$

V. $Y_V = a + bx1 + cx2 + dx3 + ex4 + fx5$

VI. $Y_{VI} = a + bx1 + cx2 + dx3 + ex4 + fx5 + gx6$

VII. $Y_{VII} = a + bx1 + cx2 + dx3 + ex4 + fx5 + gx6 + hx7$ gdje je:

Y_I - Y_{VII} proračunata vrijednost fiksacijske sposobnosti tla za kalij

a - odsječak na osi y

b, c, d, e, f, g, h – koeficijenti

x1 - analitički utvrđena vrijednost KIK-a (cmol (+)/kg)

x2 - sadržaj lako pristupačnog kalija određenog AL metodom (mg / 100g)

x3 – sadržaj čestica sitnog praha (%)

x3 - supstitucijska kiselost (pH KCl)

x4 – udio kalija na KIK-u (%)

x5 – sadržaj čestica sitnog praha (%)

x6 – aktualna kiselost (pH H_2O)

x7 – supstitucijske kiselost (pH KCl)

Osnovna namjena ovih modela je proračun fiksacijske sposobnosti tla za kalij u apsolutnim i relativnim odnosima na temelju vrijednosti analizom utvrđenih svojstava tla. Uvođenje dodatnih svojstava tla u linearnu multiregresijsku jednadžbu doprinijelo je smanjivanju odstupanja modela (Tablica 3.53.), a ujedno je povećalo koeficijent korelacije s 0,67 na 0,83 kod procjene relativne fiksacijske sposobnosti, dok je kod procjene apsolutne fiksacijske sposobnosti uvođenje dodatnih svojstava smanjilo odstupanje modela, ali koeficijent korelacije je povećan s 0,57 na 0,71. Idući korak u kreiranju i unapređenju modela bio je podjela uzoraka unutar tri teksturne klase tla s obzirom na sadržaj čestica gline, te je ovakva podjela omogućila veću preciznost modela za određivanje fiksacijske sposobnosti na srednje teškim i teškim tlima, dok je na lakim tlima utvrđeno veće odstupanje u odnosu na osnovni model. Teksturne klase smanjile su i odstupanje izrađenih modela i u apsolutnim vrijednostima kod srednje teških i teških tala, dok je kod lakih tala smanjena preciznost modela, odnosno povećano je prosječno odstupanje od srednje utvrđene vrijednosti. Odstupanje najjednostavnijeg modela koji uključuje sve uzorke tla i jedno analizirano svojstvo (vrijednost KIK-a utvrđenog $BaCl_2$ metodom) bilo je 37,55 % kod relativnih, odnosno 49,36 % kod apsolutnih vrijednosti u odnosu na srednju utvrđenu vrijednost. Uvođenjem ostalih svojstava tla te podjelom uzoraka na teksturne klase, odstupanje modela smanjeno je na 20,01 % kod relativnog, odnosno 37,43 % kod apsolutnog odstupanja na teškim teksturnim tlima (Tablica 3.54.).

Tablica 3.53. Regresijski modeli procjene fiksacijske sposobnosti tla KF(%)

Svi uzorci	y	r	Odsječak	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	Odstupanje	% odstupanja
Razina modela	KF (%)			KIK	Al K2O (mg/100g)	% SPr	% KKIK	% G	pH(H2O)	pH(KCl)		
I	28,33	0,67	0,58	1,28	-	-	-	-	-	-	10,64	37,55
II		0,73	14,18	1,23	-0,58	-	-	-	-	-	9,81	34,63
III		0,78	-6,41	1,15	-0,73	0,84	-	-	-	-	9,00	31,76
IV		0,80	-13,98	1,58	-1,20	0,81	2,90	-	-	-	8,77	30,94
V		0,81	-10,26	1,29	-1,22	0,67	2,57	0,36	-	-	8,52	30,09
VI		0,83	-39,17	0,88	-1,28	0,65	3,17	0,68	4,50	-	8,16	28,82
VII		0,83	-58,74	0,85	-1,20	0,65	2,99	0,59	15,83	-9,85	8,07	28,50

Laka tla	y	r	Odsječak	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	Odstupanje	% odstupanja
Razina modela	KF (%)			KIK	Al K2O (mg/100g)	% SPr	% KKIK	% G	pH(H2O)	pH(KCl)		
I	19,70	0,61	-3,46	1,50	-	-	-	-	-	-	9,86	50,04
II		0,64	5,30	1,28	-0,27	-	-	-	-	-	9,60	48,75
III		0,73	-10,18	1,27	-0,51	0,72	-	-	-	-	8,42	42,76
IV		0,76	-20,73	1,88	-1,18	0,77	3,35	-	-	-	8,01	40,67
V		0,76	-20,94	1,89	-1,19	0,76	3,37	0,03	-	-	8,00	40,59
VI		0,77	-39,30	1,50	-1,22	0,74	3,62	0,30	3,14	-	8,52	43,25
VII		0,79	-90,16	1,15	-1,08	0,68	3,35	0,30	30,04	-22,02	7,47	37,93

Srednja tla	y	r	Odsječak	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	Odstupanje	% odstupanja
Razina modela	KF (%)			KIK	Al K2O (mg/100g)	% SPr	% KKIK	% G	pH(H2O)	pH(KCl)		
I	23,99	0,43	9,71	0,75	-	-	-	-	-	-	8,70	36,29
II		0,52	21,48	0,69	-0,48	-	-	-	-	-	8,26	34,42
III		0,57	1,66	0,67	-0,46	0,64	-	-	-	-	8,14	33,92
IV		0,57	0,44	0,76	-0,54	0,63	0,47	-	-	-	8,15	33,97
V		0,63	-37,40	0,47	-0,48	0,71	0,26	1,69	-	-	7,69	32,06
VI		0,66	-54,51	0,31	-0,60	0,69	0,87	1,81	2,85	-	7,40	30,84
VII		0,66	-49,61	0,31	-0,63	0,70	0,98	1,83	-0,27	2,80	7,36	30,68

Teška tla	y	r	Odsječak	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	Odstupanje	% odstupanja
Razina modela	KF (%)			KIK	Al K2O (mg/100g)	% SPr	% KKIK	% G	pH(H2O)	pH(KCl)		
I	43,39	0,46	6,31	1,15	-	-	-	-	-	-	12,90	29,73
II		0,75	37,48	1,11	-1,30	-	-	-	-	-	9,58	22,08
III		0,78	5,02	1,03	-1,28	1,07	-	-	-	-	9,26	21,35
IV		0,79	-13,70	1,48	-1,93	1,21	7,99	-	-	-	9,20	21,21
V		0,81	-19,58	0,62	-1,39	1,30	2,45	0,83	-	-	9,03	20,80
VI		0,83	-55,42	0,31	-1,59	1,15	4,99	1,09	5,71	-	8,75	20,18
VII		0,83	-69,86	0,36	-1,59	1,21	5,34	0,99	12,53	-5,92	8,68	20,01

Tablica 3.54. Regresijski modeli procjene fiksacijske sposobnosti tla KF(mg K/kg)

Svi uzorci	y	r	Odsječak	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	Odstupanje	% odstupanja
Razina modela	KF (mg K /kg)			KIK	Al K2O (mg/100g)	% SPr	% KKIK	% G	pH(H2O)	pH(KCl)		
I	168,53	0,57	1,12	7,71	-	-	-	-	-	-	83,18	49,36
II		0,62	87,43	7,42	-3,69	-	-	-	-	-	79,60	47,24
III		0,67	-41,02	6,90	-4,64	5,27	-	-	-	-	75,82	44,99
IV		0,68	-86,73	9,53	-7,43	5,08	17,52	-	-	-	73,94	43,87
V		0,69	-61,77	7,56	-7,56	4,12	15,27	2,42	-	-	72,98	43,31
VI		0,70	-227,58	5,18	-7,94	4,02	18,70	4,26	25,81	-	72,04	42,74
VII		0,71	-352,03	5,01	-7,44	4,02	17,55	3,67	97,87	-62,62	71,51	42,43

Laka tla	y	r	Odsječak	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	Odstupanje	% odstupanja
Razina modela	KF (mg K /kg)			KIK	Al K2O (mg/100g)	% SPr	% KKIK	% G	pH(H2O)	pH(KCl)		
I	116,32	0,55	-24,24	9,12	-	-	-	-	-	-	66,80	57,42
II		0,56	30,32	7,74	-1,67	-	-	-	-	-	65,61	56,41
III		0,65	-66,78	7,70	-3,21	4,55	-	-	-	-	61,00	52,44
IV		0,68	-129,51	11,32	-7,19	4,81	19,89	-	-	-	57,19	49,17
V		0,68	-134,72	11,55	-7,42	4,58	20,55	0,76	-	-	57,09	49,08
VI		0,69	-233,24	9,42	-7,59	4,47	21,86	2,22	16,86	-	56,64	48,70
VII		0,71	-527,46	7,42	-6,79	4,13	20,30	2,23	172,43	-127,36	55,43	47,65

Srednja tla	y	r	Odsječak	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	Odstupanje	% odstupanja
Razina modela	KF (mg K /kg)			KIK	Al K2O (mg/100g)	% SPr	% KKIK	% G	pH(H2O)	pH(KCl)		
I	141,78	0,33	59,47	4,32	-	-	-	-	-	-	66,64	47,00
II		0,43	140,88	3,94	-3,31	-	-	-	-	-	64,10	45,21
III		0,48	18,28	3,79	-3,19	3,96	-	-	-	-	63,08	44,49
IV		0,48	14,03	4,11	-3,48	3,92	1,66	-	-	-	62,98	44,42
V		0,53	-213,39	2,33	-3,09	4,43	0,35	10,16	-	-	61,11	43,10
VI		0,55	-313,17	1,42	-3,83	4,29	3,94	10,88	16,63	-	59,60	42,03
VII		0,55	-297,93	1,43	-3,92	4,32	4,29	10,92	6,92	8,71	59,57	42,02

Teška tla	y	r	Odsječak	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	Odstupanje	% odstupanja
Razina modela	KF (mg K /kg)			KIK	Al K2O (mg/100g)	% SPr	% KKIK	% G	pH(H2O)	pH(KCl)		
I	260,69	0,34	37,50	6,93	-	-	-	-	-	-	117,25	45,08
II		0,57	231,19	6,63	-8,05	-	-	-	-	-	101,93	39,19
III		0,59	40,78	6,16	-7,95	6,29	-	-	-	-	99,59	38,29
IV		0,59	-79,23	9,05	-12,15	7,19	51,23	-	-	-	98,66	37,93
V		0,61	-117,96	3,45	-8,56	7,75	14,74	5,29	-	-	97,36	37,43
VI		0,63	-320,95	1,68	-9,72	6,93	29,17	6,90	32,36	-	97,64	37,54
VII		0,63	-412,64	2,00	-9,68	7,31	31,38	6,30	75,63	-37,56	97,66	37,55

4. RASPRAVA

Na istraživanom području Istočne Hrvatske *(Bašić i sur., 2001.)* analizirano je ukupno 165 oraničnih horizonata poljoprivrednih tala u svrhu utvrđivanja dinamike kalija, usporedbe metoda za određivanje lako pristupačnog kalija te fiksacijske sposobnosti tala s obzirom na tip odnosno teksturnu klasu tla. Također, analizirani su uzorci iz 18 pedoloških profila u svrhu određivanja endomorfoloških, kemijskih te fizikalnih značajki pojedine sistematske jedinice. Svi istraživani profili tla, kao i svi pojedinačni oranični uzoraci tla klasificirani su *(Škorić, 1973.)* uz utvrđivanje genskih horizonata na sondažnom izvatku tla za uzorke iz oraničnih horizonata. Terenskim istraživanjem područja Istočne Hrvatske utvrđena su tla koja pripadaju automorfnihm te hidromorfnim odjelima tala, što potvrđuje ranija istraživanja brojnih autora na ovom području *(Škorić, 1977., Janeković, 1971., Martinović, 1997., Vidaček i sur., 1997. itd.).* Unatoč tome što je tip tla osnovna jedinica klasifikacije, površinom najzastupljeniji tipovi tala na istraživanom području (lesivirano i močvarno glejno tlo) zastupljeni su s dva podtipa močvarno glejnog tla, odnosno dva varijeteta lesiviranog tla. Tako su automorfna tla zastupljena s tri sistematske jedinice u okviru dva tipa tla i to eutričnog smeđeg tla i lesiviranog tla koje je zastupljeno dvama varijetetima i to lesiviranim tipičnim te lesiviranom pseudoglejnim tipom tla. Hidromorfna tla zastupljena su pseudoglenim, aluvijalnim i pseudoglej glejnim tlom, ritskom crnicom te močvarno glejnim tlom, koje je zastupljeno s dva podtipa i to močvarno glejnim hipoglejnim te močvarno glejnim amfiglejnim tlom, čija je varijabilnost uzrokovana djelovanjem površinske i podzemne vode. Utvrđena endomorfološka svojstva svih istraživanih tala kao što su dubina horizonata, broj i slijed horizonata, boja, tekstura, struktura, prisustvo konkrecija kalcijevog karbonata i pedodinamskih novotvorevina ili seskvioksida (R_2O_3) odgovaraju važečoj klasifikaciji tala u RH te se podudaraju s utvrđenim svojstvima drugih autora *(Martinović, 1997., Husnjak, 2014., itd.).* S obzirom na to da su istraživanja provedena isključivo na poljoprivrednim površinama koje se dugi niz godina koriste u intenzivnoj proizvodnji, došlo je do stvaranja antropogenog P horizonta koji je nastao uslijed agrotehničkih zahvata te je time narušen prirodni tijek razvoja tala, no unatoč tome osnovna podjela izvršena je prema utvrđenim tipovima tala.

Pedomorfološke i fizikalno kemijske značajke istraživanih tala

Istraživanjem utvrđeno eutrično smeđe tlo pripada odjelu automorfnih tala, klasi kambičnih tala sa sklopom profila A-(B)v-C. Dominantan pedogenetski proces tipičan za

ovaj tip tla je argilosinteza, prilikom koje se pretežno formiraju troslojni minerali gline *(Škorić, 1977.)* na što ukazuju dobiveni rezultati teksturnog sastava koji pokazuju kako podoranični horizonti imaju povećan sadržaj čestica gline u odnosu na oranične horizonte (28,3 % i 30,5 %). Utvrđena poroznost eutrično smeđeg tla oraničnog horizonta kreće se u rasponu od malo poroznog (43,13 % vol.) do poroznog tla (45,59 % vol.). Oranični i podoranični horizonti su jake zbijenosti, osrednjeg retencijskog kapaciteta tla za vodu te malog retencijskog kapaciteta tla za zrak, što nije u skladu s istraživanjima *Martinović (2000.)* koji navodi kako ovo tlo ima dobru dreniranosti te povoljan zračni režim.

Lesivirano tlo zatupljeno je dvama varijetetima i to lesiviranim tipičnim te lesiviranim pseudoglejnim tipom tla. Lesivirano tlo pripada klasi eluvijalno-iluvijalnih tala koju karakterizira građa profila s A-E-B-C horizontima *(Škorić, 1977.)* koji su utvrđeni i na istraživanim tlima uz činjenicu da je uslijed antropogenog utjecaja obradom došlo do miješanja humusno akumulativnog i eluvijalnog horizonta na profilima P 3, P 4 i P 6, što je rezultiralo determinacijom antropgenog P horizonta na dubini od 34 do 40 cm. Za ovo je tlo karakteristično ispiranje (lesivaža) čestica gline iz eluvijalnog (E) horizonta i njihovo akumuliranje u iluvijalnom (Bt) horizontu što je utvrđeno i teksturnom analizom koja ukazuje na povećan sadržaj gline u iluvijalnom horizontu uslijed djelovanja descedentnog kretanja oborinske vode. Korišteni kriterij za podjelu na varijetete je dostignuti stadij razvoja *(Husnjak, 2014.)*, pa tako tipični varijetet upućuje na prisutnost pedogenetskih procesa koji dovode do formiranja glinom osiromašenog eluvijalnog te obogaćenog iluvijalnog horizonta, dok pseudoglejni varijetet dodatno karakterizira povremeno kraće stagniranje oborinske vode. U prilog tomu idu utvrđeni rezultati teksturnog sastava, kao i rezultati zbijenosti iluvijalnih horizonata kod lesiviranog pseudoglejnog tla koji su veći u odnosu na lesivirano tipično tlo, te se uslijed toga javlja slabija perkolacija vode i pojava inicijalnog procesa pseudooglejavanja.

Za pseudoglejni tip tla značajno je da se stagnirajuća oborinska voda zadržava duže vrijeme u profilu tla što se manifestira znacima pseudooglejavanja i karakteristične mramorizacije profila *(Škorić, 1977.)*, što je utvrđeno dijagnosticiranjem karakterističnog iluvijalnog pseudoglejnog (Btg) horizonta na istraživanim tlima. Istovremenim odvijanjem redukcijskih i oksidacijskih procesa dolazi do izražene diferencijacije profila u boji te migracije čestica gline što uvjetuje i teksturnu diferencijaciju unutar samog profila *(Antić i sur., 1982.)*, što je vidljivo iz endomorfoloških karakteristika istraživanih tala, kao i iz rezultata teksturnog sastava po horizontima. Raspon zabilježenih vrijednosti poroznosti

oraničnih horizonata je od 43,77 (tlo male poroznosti) do 48,50 % vol. (porozno tlo), dok utvrđene vrijednosti zbijenosti svrstavaju ova tlo u klasu srednje zbijenih tala što je približno vrijednostima koje su utvrdili *Bogunović i sur. (2014..)*

Endomorfologiju aluvijalnih tala karakterizira pojava većeg ili manjeg broja horizonata različitog teksturnog sastava koji su manje ili više oštro odvojeni jedan od drugog te se sklop profila aluvijalnog tla može prikazati kao (A)-I-II-III... *(Antić i sur., 1982.)*. Također, karakteristika je ovih tala da nastaju na poplavnoj terasi rijeka, dok dinamiku vodnog režima ovih tala karakterizira veliko sezonsko kolebanje razine vode. Prema *Husnjak (2014.)* aluvijalno tlo ima razvijen tek inicijalni humusno akumulativni horizont (A), što je u skladu s utvrđenim endomorfološkim svojstvima na istraživanim tlima (Tablica 3.9. i Tablica 3.10.). Oranični horizonti analiziranh aluvijalnih tala su praškasto ilovaste teksture s višim sadržajem čestica gline u odnosu na niže horizonte, koji su pjeskovito ilovaste do pjeskovite teksture što potvđuju i istraživanja *Škorić (1977.)* koji navodi kako su u sklopu kartirane jedinice broj 30., uz rijeke Dravu i Dunav, izdvojena duboka aluvijalna tla pjeskovito do pjeskovito ilovaste teksture.

Pseudoglej glejni tip tla pripada klasi glejnih tala, a karakterizira ga vlaženje stagnirajućom oborinskom i podzemnom vodom *(Škorić, 1977., Martinović, 2000.)*. Za ovu sistematsku jedinicu tla značajno je da se stagnirajuća oborinska voda zadržava duže vrijeme u profilu tla što se manifestira znacima pseudooglejavanja u gornjem dijelu profila, dok su istovremeno u donjem dijelu profila prisutni znakovi oglejavanja uzrokovani plitkom i srednje dubokom podzemnom vodom, što je vidljivo i u endomorfološkim svojstvima istraživanih tala na profilima P 11 i P 12. Utvrđena fizikalno kemijska svojstva ovog tla podudaraju se s rezultatima drugih autora *(Martinović, 1997., Husnjak, 2014.)*. Ritska crnica pripada klasi glejnih tala, dominanto je pod utjecajem podzemne vode koja jako oscilira u pretaloženome lesu (*Škorić, 1977., Rastija, 2014.)*. Ovu sistematsku jedinicu karakterizira humusno akumulativni horizont deblji od 50 cm moličnoga karaktera te je tip građe A-Gso, što je utvrđeno na profilima P 13 i P 14. *Škorić (1977.)* navodi kako se ovaj tip tla javlja na području istočne Slavonije i manje u Baranji gdje topografsko hidrološke prilike omogućavaju dizanje podzemne vode do površine uz velike oscilacije i stvaranje dubokog humusnog horizonta ispod kojeg se nalazi glejni sekundarni oksidirani horizont (Gso), koji je utvrđen i na istraživanim tlima. Ovaj tip tla karakterizira visok sadržaj čestica gline te humusa u oraničnom horizontu, što su utvrdili i drugi autori *(Škorić, 1977., Husnjak, 2014.)*.

Močvarno glejno tlo zatupljeno je s dva podtipa i to močvarnim glejnim hipoglejnim te močvarno glejnim amfiglejnim tlom. Karakteristika ovog tipa tla je humusno akumulativni horizont sa znakovima hidromorfizma i dubinom manjom od 50 cm te jasno diferencirani Gso i Gr podhorizonti *(Škorić, 1977.).* Djelovanja suvišne vode odnosno način vlaženja ovih tala su od presudnog značaja za podjelu močvarno glejnog tla na podtipove *(Rastija, 2014.).* Istraživanjem je utvrđeno kako močvarno glejno hipoglejno tlo karakterizira povremeno prekomjerno vlaženje plitkom podzemnom vodom te je utvrđena građa profila A-Gso-Gr sklopa. Zbog svoje topografski uvjetovane pozicije, močvarno glejno amfiglejno tlo karakterizira povremeno prekomjerno vlaženje stagnirajućom vodom koja se nakon obilnijih oborina sporije procjeđuje uslijed težeg mehaničkog sastava i lošije vertikalne vodopropusnosti oraničnog i podoraničnog horizonta te prekomjerno vlaženje plitkom podzemnom vodom, što je rezultiralo građom sklopa profila A-Gr-Gso.

Fizikalno kemijska svojstva istraživanih oraničnih horizonata

Količina biljci pristupačnih hraniva usko je povezana s kemijskim svojstvima tla, a pri tome reakcija tla utječe na oblik hraniva u tlu te na njegovu pristupačnost te istovremeno ima i velik utjecaj na efikasnost gnojidbe. Naime, kako navodi *Benton (2001.),* odnos pojedinih oblika hraniva u tlu ovisi prvenstveno o pH rekciji tla. S obzirom na očekivani veliki utjecaj pH reakcije tla na pristupačnost hraniva u istraživanim tlima, utvrđena je aktualna i supstitucijska kiselost tala. Prosječna supstitucijska kiselost (pH_{KCl}) svih analiziranih uzoraka iznosila je 5,65 pH jedinica, s rasponom od 3,27 (jako kisela tla) do 7,91 (alkalna tla). Grupi jako kiselih tala (pH < 4,5) pripada 24,85 %, kiselim tlima (pH 4,5-5,5) 29,09 %, slabo kiselim tlima (pH 5,5-6,5) 14,55 %, grupi neutralnih tala (pH 6,5-7,2) pripada 7,27 %, dok grupi alkalnih (pH > 7,2) tala pripada 24,24 % od ukupno 165 analizirana uzorka. Prosječno najmanja vrijednost supstitucijske kiselosti zabilježena je na lesiviranom tipičnom tlu (4,39), što je prema *Rastiji (2006.)* posljedica uznapredovalih procesa debazifikacije i pojačane acidifikacije površinskih horizonata lesiviranih tala uslijed descedentnog kretanja vode uz utvrđene količine oborina za ovo područje od preko 700 mm/god. Najveća prosječna vrijednost supstitucijske kiselosti utvrđena je na aluvijalnom tlu (7,44) za što *Husnjak (2014.)* smatra da je posljedica toga što je > 95 % aluvijalnih tala u RH karbonatno.

Jedno od važnijih kemijskih svojstava tla je i ukupan sadržaj karbonata u tlu. Ukupni karbonati u tlu djeluju na smanjenje kiselosti tla, izvor su kalcija i magnezija, poboljšavaju primanje ostalih bitnih hranjiva, poboljšavaju strukturu tla i ostale fizikalno kemijske karakteristike tla. Sadržaj ukupnih karbonata u tlu određen je pomoću Scheiblerovog kalcimetra *(JDPZ, 1967.)* na ukupno 75 uzoraka koji su imali utvrđenu vrijednost supstitucijske kiselosti (pH_{KCl}) preko 5,5 pH jedinica. Prosječni sadržaj ukupnih karbonata kretao se od 0,85 na močvarno glejnom amfiglejnom tlu do 16,13 % na eutričnom smeđem tlu. Utvrđeni sadržaj karbonata eutrično smeđeg tla nije u skladu s rezultatima *Škorića (1977.)* koji nisu utvrdili prisutnost karbonata u oraničnom horizontu ovog tipa tla. Utvrđeni sadržaja karbonata u oraničnom horizontu eutričnih smeđih tala može biti posljedica agrotehničkih zahvata provedenih na istraživanom području, o čemu nemamo podataka jer su uzorci uzimani nasumičnim odabirom parcela.

Kiselost tla predstavlja sposobnost tla da otpušta H^+ ione *(Scheffer i sur.,1970.).* Brojni autori razlikuju aktualnu, supstitucijsku te ukupnu ili hidrolitsku kiselost tla. Hidrolitska kiselost tla (Hy) određena je ekstrakcijom s otopinom natrij-acetata *(Vukadinović i Bertić 1988.)* na ukupno 90 uzoraka u kojima je analitički utvrđeno stanje izmjenjive kiselosti ($pH_{KCl.}$) bilo manje od 5,5 pH jedinica. Utvrđeni raspon hidrolitske kiselosti kretao se od 0,22 na pseudoglejnom tlu do 8,4 cmol (+)/kg na lesiviranom tlu, što potvrđuje navode *Živkovića (1991.)* kako veličina hidrolitske kiselosti, koja spada u najvažnije kemijske karakteristike nekarbonatnih tala, varira u raznim tlima u širokom rasponu.

Organska tvar tla ili humus u tlu utječe na vrlo značajna kemijska i fizikalna svojstva kao što su struktura, kapacitet za vodu, sorpcija iona te sadržaj neophodnih elemenata. Gledano s aspekta pristupačnosti hranjiva u tlu, veća količina organske tvari u tlu povezana je s većom pristupačnosti fosfora u tlu, dok je utjecaj na pristupačnost kalija zanemariva. Prema analitički utvrđenim vrijednostima koncentracije humusa, istraživani uzorci tla svrstani su u pet kategorije prema Gračaninu (vrlo slabo humozna tla (< 1 % humusa), slabo humozna tla (1-3 % humusa), dosta humozna tla (3-5 % humusa), jako humozna (5-10 % humusa) i vrlo jako humozna (> 10 % humusa), gdje je najveći broj uzoraka (119) utvrđen u grupi slabo humoznih tala. Ovakvi rezultati potvrđuju trend smanivanja količine humusa u oraničnom sloju tla kontinentalnog dijela Republike Hrvatske zbog intenzivne poljoprivredne proizvodnje. Rezultati istraživanja različitih autora pokazuju kako je u Republici Hrvatskoj velika zastupljenost tala s prosječnom količinom humusa oko 2 % *(Popović, 2009.),* a na takvo stanje prije svega utječe suvremena poljoprivredna

proizvodnja i nedovoljno unošenje organske tvari u tlo. Prosječno najveća vrijednost sadržaja humusa u tlu utvrđena je na ritskoj crnici i iznosila je 4,94 %, što je u skladu sa rezultatima drugih autora, a razlog tomu je dobra plodnost ove sistematske jedinice, uvjetovana reljefnim položajem i hipoglejnim načinom vlaženja.

Grupe opskrbljenosti tala fosforom (P_2O_5) definiraju se često s aspekta kiselosti tla, s obzirom da je raspoloživost fosfora u tlu u velikoj mjeri određena pH reakcijom tla. Tako se granice vrlo niske, niske, dobre, visoke i vrlo visoke opskrbljenosti tla fosforom povećavaju ako je supstitucijska kiselost tla veća od 6, a smanjuju ako je manja od 6 (pH KCl-u). Uvažavajući takvu interpretaciju rezultata ekstrakcije lakopristupačnog fosfora AL metodom, utvrđena je zbirna distribucija uzoraka unutar različitih kategorija opskrbljenosti, što je rezultiralo najvećim brojem dobro opskrbljenih tala fosforom koji čine 27,88 % istraživanih tala, dok je grupama visoke i vrlo visoke opskrbljenosti tala fosforom pripadao približno jednak broj istraživanih uzoraka, što čini zastupljenost od približno 40,0 % tala. U grupama niske i vrlo niske opskrbljenosti tla fosforom utvrđeno je 28 odnosno 24 uzorka što čini 16,97 te 14,55 % istrživanih tala. Dobiveni rezultati se neznatno razlikuju u odnosu na rezultate distribucije lako pristupačnog fosfora u tlima kontinentalne Hrvatske *(Popović, 2009.).*

Za razliku od lako pristupačnog fosfora, grupe opskrbljenosti tala kalijem definiraju se često s aspekta teksturnog sastava tla, s obzirom da je raspoloživost kalija u tlu u velikoj mjeri određena sadržajem čestica gline u tlu. Tako se granice vrlo niske, niske, dobre, visoke i vrlo visoke opskrbljenosti tla kalijem povećavaju ako sadržaj čestica gline raste od lake (< 20 % gline), preko srednje (20-27 % gline) do teške (< 27 % gline) teksturne grupe. Uvažavajući takvu interpretaciju rezultata ekstrakcije lakopristupačnog kalija AL metodom, utvrđena je zbirna distribucija uzoraka unutar različitih kategorija opskrbljenosti uvažavajući teksturu tla kao kriterij graničnih vrijednosti. Približno 78 % istraživanih tala pripada grupi dobre (60,61 %), visoke (12,12 %) te vrlo visoke (4,85 %) opskrbljenosti tla kalijem, dok ostatak od 22 % istraživanih tala ili njih 37 pripada grupi niske opskrbljenosti tla pristupačnim kalijem. U starijim istraživanjima na području Istočne Hrvatske autori *(Škorić, 1977.)* navode kako je zajednička karakteristika tala niska koncentracija kalija u tlu. U većini tih tala kreću se količine AL kalija do 240 mg K_2O/kg *(Janeković, 1971.)*, uz naglasak slabije opskrbljenosti lesiviranih tala. U novije vrijeme *Bičanić i sur. (1998.)* i *Kovačević i sur. (1997.)* navode kako je razina kalija u tlima u Istočnoj Hrvatskoj zadovoljavajuća, ali da se nedostatak K može uočiti na nekim glejnim tlima, no autori

nadalje navode kako je neadekvatno ispitivanje tla (AL-metodom) rezultiralo zadovoljavajućim statusom K u tlu unatoč evidentnom nedostatku elementa za poljoprivredne kulture.

Među značajna svojstva tla pripada njegova sposobnost da u manjoj ili većoj mjeri veže, odnosno zadržava tvari s kojima dolazi u dodir i to predstavlja njegovu sorptivnu sposobnost. Kationski izmjenjivački kapacitet (KIK) predstavlja ukupnu količinu izmjenjivih kationa koju tlo može adsorbirati. Tijelo sorpcije čine svi mineralni i organski spojevi visoke disperznosti: sitni fragmenti primarnih minerala, minerali gline, amorfne mineralne tvari, humusne tvari i organomineralni koloidi. Svi navedeni koloidi tla su pretežno acidoidi, tj. nositelji negativnog naboja koji su sposobni adsorbirati katione i zamjenjivati ih s kationima iz otopine tla te ih učiniti lako pristupačnim za biljke. Glavninu adsorbiranih kationa u tlu čine Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}, Na^{+}, $NH4^{+}$, H^{+}, a u kiselim tlima Al^{3+} i Fe^{3+}. Kationski izmjenjivački kapacitet izražava se u cmol (+) kg^{-1}, a kapacitet sorpcije svih poljoprivrednih tala kreće se u širokim granicama (5-200 cmol (+) kg^{-1} tla), dok su najčešće vrijednosti 15-45 mekv/100g tla *(Vukadinović i Lončarić, 1998.).* Analitički utvrđene vrijednosti KIK-a imale su raspon od minimalno 4,00 cmol (+) kg^{-1} do maksimalno 47,50 cmol (+) kg^{-1}, uz prosijek od 21,71 cmol (+) kg^{-1}, što su nešto više vrijednosti u odnosu na istraživanja *Tomašića (2011.),* koji proučavajući KIK na dominantnim tipovima tala Republike Hrvatske navodi kako se vrijednosti KIK-a kreću od 2,39 cmol (+)/kg do 32,32 cmol (+)/kg ovisno o tipu tla, pH reakciji, sadržaju organske tvari i drugim parametrima tla. Prosječne utvrđene vrijednosti su više i u odnosu na istraživanja *Ivezića i sur. (2011.)* koji navode kako je prosječna vrijednost KIK-a svih istraživanih tala iznosila 9,6 cmol (+) kg^{-1}, uz varijabilnost ovisno o tipu istraživanog tla. Prosječno najveću izmjerenu vrijednost KIK-a imala je ritska crnica (37,34 cmol (+) kg^{-1}), a najmanju pseudoglejno tlo (9,81 cmol (+) kg^{-1}), što je u skladu s navodima brojnih autora *(Helling i sur., 1964., Hendershot i Duquette, 1986.)* kako kapacitet adsorpcije ovisi o sadržaju gline i humusa i pH reakciji tla. Sukladno tome, teksturno lakša tla imala su prosječno najnižu vrijednost KIK-a od 15,41 cmol (+) kg^{-1}, zatim slijedi tlo srednje teksture s 19,05 cmol (+) kg^{-1}, dok su prosječno najviše vrijednosti izmjerene na teškim teksturnim tlima s vrijednošću od 32,85 cmol (+) kg^{-1}.

Teksturni, mehanički ili granulometrijski sastav tla jedan je od najvažnijih parametara koji utječe na fizička i kemijska svojstava tla, kao i plodnosti tla u cjelini *(Perković i sur., 2013.).* Tekstura je također jedno od važnijih svojstava tla koje se uzima u obzir prilikom

procjene njegove pogodnosti za poljoprivrednu proizvodnju. Za ishranu bilja je od izuzetnog značaja poznavanje sadržaja pojedinih čestica u tlu kako bi se mogao procjeniti puferni kapacitet za biljna hraniva jer tla s većim sadržajem gline mogu vezati veću količinu hraniva potrebnih za rast i razvoj, dok su kod teksturno lakših tala hraniva podložna ispiranju. Prema *Škoriću (1982.)* tekstura je postotni maseni udio primarnih čestica u tlu klasificiranih prema veličini. Utjecaj teksture na pojedina svojstva tla ovisi o zastupljenosti pojedinih kategorija čestica, kao i o njihovom mineraloškom sastavu. Čestice gline su zbog velike aktivne vanjske i unutarnje površine, velikog kapaciteta adsorpcije i mineralnog sastava kojeg predstavljaju sekundarni alumosilikati najaktivnije čestice tla *(Škorić, 1991.)* te time imaju najznačajniji utjecaj na status i dinamiku hraniva u tlu. Labaratorijskim analizama određeno je pet frakcija čestica u tlu, korištenjem pipet metode: krupni pijesak (2,0-0,2 mm), sitni pijesak (0,2-0,063 mm), krupni prah (0,063-0,02 mm), sitni prah (0,02-0,002 mm) i glina (< 2 mm). Kao i u navodima drugih autora *(Martinović, 2000., Husnjak, 2014.)* rezultati su pokazali heterogenost za svaku istraživanu frakciju primarnih čestica sa širokim rasponom utvrđenih vrijednosti na pojedinom tipu tla. Razlog tomu su svojstva pedogenetskih faktora i njihova varijabilnost te njima uvjetovanih pedogenetskih procesa, što za posljedicu ima razmjerno veliki broj nastalih pedosistematskih jedinica različitog teksturnog sastava te fizikalno kemijskih i proizvodnih svojstava. Prosječano utvrđeni sadržaj krupnog pijeska kretao se u rasponu od 0,57 % do 3,58 %, dok je utvrđeni raspon čestica sitnog pijeska bio od 2,78 % do 32,84 %. Statističkom analizom utvrđeno je kako aluvijalno tlo ima statistički značajno više čestica sitnog pijeska te manje sitnog praha u odnosu na druge tipove istraživanih tala, što je posljedica djelovanja pedogenetskih činitelja karakterističnih za razvoj ovih tala i to prvenstveno djelovanja poplavne vode. Također, prema stupnju pedogeneze aluvijalna tla pripadaju mladim tlima te pedogenetski procesi nisu uznapredovali, što se odražava i na građu profila, teksturni sastav tla kao i na fiziklno kemijska svojstva *(Živković, 1991.)*. Utvrđeni sadržaj čestica gline imao je širok raspon od svega 1,83 % na aluvijalnom tlu do 58,86 % na močvarnom glejnom amfiglejnom tlu uz prosjek svih uzoraka od 23,47 %, što je u skladu s navodima raznih autora *(Janeković, 1971.,Ćirić, 1984., Husnjak, 2014.)* koji ističu heterogenost sadržaja čestica gline u raznim tipovima tala uslijed pedogenetskog utjecaja. Istraživana hidromorfna glejna tla (ritska crnica, močvarno glejno hipoglejno i močvarno glejno amfiglejno tlo) u teksturnom sastavu pokazuju dosta sličnosti u pogledu povećanog sadržaja čestica gline u odnosu na ostale tipove tala, što ih svrstava u kategoriju

teških tala na temelju odabranog kriterija *(Soil Survey Staff, 1951.)* za podjelu tala u lake (< 20 % gline), srednje (20-27 % gline) i teške (> 27 % gline) teksturne klase.

Dinamika kalija u tlu

Hraniva u tlu podložna su različitim transformacijama pri čemu oblici hraniva prelaze jedni u druge i teže uspostavi ravnoteže, što rezultira promjenom njihove pristupačnosti za biljke *(Vukadinović i Lončarić 1998.)*. Stanje dinamičke ravnoteže između pojedinih oblika kalija u tlu ili dinamika kalija određena je apsolutnim (mg K kg^{-1}) i/ili relativnim (%) odnosima između ukupnog kalija u tlu (K_{UK}), kalija uklopljenog u kristalnoj rešetki minerala (K_{MIN}) te teško (K_{FIKS}) i lako pristupačnog (K_{AL}) oblika kalija u tlu. Različitim ekstraktivnim postupcima utvrđuju se ukupne količine hranjivih elemenata u tlu kao i pojedini oblici, te se na temelju utvrđenih rezultata određuje potreba za gnojidbom. Široki spektar različitih metoda koristi se u određivanju različitih oblika kalija, a metode se međusobno razlikuju po jakosti ekstrakcijskog sredstva, te dobivene vrijednosti predstavljaju varirajući omjer u odnosu na ukupni kalij u tlu. Utvrđena ukupna količina kalija u tlu ne predstavlja pristupačnu količinu kalija biljci, te se za determinaciju biljci raspoložive odnosno pristupačne količine kalija koriste razne metode ekstrakcije neutralnim solima, kiselinama ili pomoću elektoultrafiltracijske metode. Neki autori dovode u pitanje opravdanost uporabe pojedinih ekstrakcijskih metoda zbog slabe korelacije između ekstrahiranih količina kalija s koncentracijama istog elemenata utvrđenog u biljci. Tako su *Reitmeier i sur. (1948.)* predložili 10-minutnu ekstrakciju tla vrelom 1 M dušičnom kiselinom i zaključili da kalij ekstrahiran ovom metodom dobro korelira s usvojenim kalijem u djetelini. Koristeći istu metodu, *Mortland i sur. (1957.)* utvrdili su jaku korelaciju između ekstrahiranog kalija i usvajanja kod pšenicu, dok je *Ståhlberg (1980.)* predložio nešto modificiranu ekstrakciju istom kiselinom. Shodno navedenim istraživanjima, *Egner i sur. (1960.)* su istražili pogodnost HCl metode, koja je također dala prihvatljive rezultate korelacije, te stoga autori predlažu 2 M koncentraciju HCl-a kao ekstrakcijsko sredstvo. *Ogaard i Krogstad (2005.)* naveli su kako je 'kiselinsko topivi kalij' (K-HNO_3 minus K-AL) dobar parametar za procjenu sposobnosti tla da opskrbljuje biljke kalijem. U mnoštvu metoda koje su istražene pripada i elektroultrafiltracijska metoda *(Nemeth, 1976.)* kao i ekstrakciju zlatotopkom *(Salminen, 2005.)*, koja se koristi za procjenu pseudo ukupne koncentracije kalija u tlima jer se stvarna ukupna koncentracija kalija može odrediti kiselom digestijom s fluoridnom kiselinom *(Sawhney i Stilwell 1994.)* ili iz analize

rendgenske fluorescencije (XRF) nakon razgradnje uzorka *(Amonette i Sanders 1994.).* Stoga korištenje niza ekstrakcija, a ne samo jedne ekstrakcije, u kombinaciji s modeliranjem usvajanja hraniva, može dati bolje i preciznije informacije za kvantitativno predviđanje dostupnosti kalija u tlu. U korištenoj literaturi termini koji se koriste za ekstrahirani kalij sredstvima različite jakosti su vodotopivi, izmjenjivi ili lako pristupačni, teško pristupačni ili fiksirani, kalij uklopljen u kristalnu rešetku minerala te ukupni kalij u tlu. Zbog čitavog niza metoda važno je naglasiti kako je u istraživanju biljci lako pristupačni kalij (K_{AL}) u tlu određen AL ekstrakcijskom metodom kao priznatom i najčešće korištenom metodom u RH *(Lončarić i sur., 2006.),* koja istovremeno ekstrahira vodotopivu i izmjenjivu frakciju kalija, što zapravo rezultira ekstrakcijom biljci lako pristupačnog oblika hraniva. Za određivanje teško pristupačnog ili fiksiranog kalija (K_{FIKS}), koji se nalazi u međulamelarnim prostorima minerala, koristila se vrela dušična kiselina *(Pratt i Morse 1954.).* Količina kalija uklopljena u kristalnim rešetkama minerala (K_{MIN}) utvrđena je računski, umanjenjem određene pseudo ukupne količine kalija zlatotopkom *(HRN ISO11466:2004.)* (K_{UK}) za vrijednost utvrđenog teško pristupačnog kalija (K_{FIKS}).

Najznačajniji potencijalni izvor kalija za biljke u prirodnim uvjetima su minerali *(Kastori i sur., 2013.)* koji sadrže kalij koji se tijekom njihovog trošenja (razlaganja) oslobađa. Kalij iz minerala nije pristupačan biljkama, ali nakon njihovog trošenja pod utjecajem vlage, slabih kiselina, temperature ili silikatnih bakterija oslobađa se ion kalija, koji ulazi u otopinu tla i time postaje pristupačan za biljke ili se adsorbira na zemljišne koloide. Za optimalnu ishranu biljaka kalijem i s tim u vezi racionalnu primjenu kalijevih gnojiva od velikog je značaja poznavanje dinamike kalija u tlu. Količina ukupnog kalija u tlu u omjeru je 1:3 (zlatotopka ili aqua regia) te predstavlja uobičajnu analitičku metodu za određivanje ukupnog sadržaja elemenata u tlu, što navode i brojni autori *(Pratt i Morse, 1954.,Ming i Lena, 2001.*), iako ne predstavlja stvarnu ukupnu količinu. Prosječno najmanja vrijednost ukupnog kalija utvrđena je na aluvijalnom tlu (3653,7 mg K kg^{-1}), dok je najveća prosječna ukupna količina kalija utvrđena na ritskoj crnici (6169,0 mg K kg^{-1}), što je prema navodima raznih autora posljedica povećanog sadržaja gline, odnosno težeg teksturnog sastava tla *(Fotyma, 2007.).* Rezultati pokazuju kako se najveći dio ukupnog kalija nalazi u kristalnoj rešetki minerala, s rasponom prosječnih vrijednosti od 2605,2 mg K kg^{-1} na aluvijalnom tlu do 5417,8 mg mineralnog K kg^{-1} na ritskoj crnici. Viši sadržaj ukupnog kalija i kalija uklopljenog u kristalnu rešetku minerala utvrđen je na teškim glinastim tlima.

Romheld i Kirkby (2010.) navode kako je upravo kalij iz minerala glavna zaliha i istovremeno potencijalna rezerva ovog elementa u pedosferi, no takav kalij postaje pristupačan za biljke tek trošenjem minerala, što je dugotrajan proces, te je stoga gnojidba uobičajna mjera za osiguravanje dovoljne količine kalija za ostvarenje planiranog prinosa poljoprivrednih kultura. Minimalne vrijednosti teško pristupačnog kalija u tlu utvrđene su na močvarnom glejnom amfiglejnom tlu (103,1 mg K kg^{-1}), dok su maksimalne vrijednosti utvrđene na aluvijalnom tlu (1337,1 mg K kg^{-1}) na kojemu je utvrđena i najveća prosječna vrijednost od 961,8 mg/kg teško pristupačnog kalija, što nije u skladu s rezultatima *Rajkovića (1965.,)* koji navodi kako je količina teško pristupačnog kalija ekstrahiranog vrelom dušičnom kiselinom najniža u pseudoglejnom tipu tla. Tla teške teksturne klase s prosječnom vrijednošću od 482,4 mg teško pristupačnog kalija kg^{-1} imala su najmanju utvrđenu vrijednost, dok je najveća utvrđena vrijednost od 626,4 mg teško pristupačnog K kg^{-1} bila na lakim teksturnim tlima. Promatramo li utvrđenu količinu teško pristupačnog kalij ovisno o teksturoj klasi, uočavamo trend opadanja količine ekstrahiranog kalija povećanjem sadržaja čestica gline, što je u skladu s rezultatima *Raheba i Heidaria (2012.),* koji kao razlog navode mineraloški sastav istraživanih tala.

Komparativne metode za određivanje lako pristupačnog kalija

Usporedba različitih metoda za određivanje lako pristupačnog kalija temelji se na upotrebi različitih ekstakcijskih otopina koje su u stanju estrahirati kalij, a prema *Kamprath i Watson (1980.)* ekstrakcijska otopina može se nazvati prikladnom ako je u stanju ekstrahirati odgovarajuću količini biljci pristupačnog kalija s obzirom na ostala svojstva tla, mora biti dovoljno precizna i brza, a utvrđena koncentracija kalija u tlu mora korelirati s intenzitetom porasta biljke.

Prosječne koncentracije lako pristupačnog kalija utvrđene različitim ekstraktivnim metodama imale su širok raspon utvrđenih vrijednosti. Utvrđeni raspon prosječnih vrijednosti pojedine metode kretao se od 104,85 mg K kg^{-1} (KEUF) do 202,73 mg K kg^{-1} ($KBaCl_2$). Količine ekstrahiranog lako pristupačnog kalija razlikovale su se prema metodi ekstrakcije, što su utvrdili i brojni drugi autori. Tako *Aramrak (2007.)* u istraživanju navodi kako se količina lako pristupačnog kalija kretala od 145 do 254 mg K kg^{-1}, ovisno o tome je li korišteno multielementarno ekstrakcijsko sredstvo (AB-DTPA) ili AA. *Grzebisz (1993.)* istražujući univerzalna ekstrakcijska sredstva za određivanje biljci pristupačnog

kalija navodi kako AA metoda prosječno ekstrahira 81,6 mg K kg^{-1}, dok AAEDTA ekstrahira prosječno 180,1 mg K kg^{-1}.

Prosječna količina ekstrahiranog lako pristupačnog kalija $BaCl_2$ metodom imala je 12,9 % više vrijednosti u odnosu na AL metodu kao standardnu metodu korištenu u RH, dok su preostale korištene ekstrakcijske metode ekstrahirale 5,3 % (AA), 10,3 % (AAEDTA), 27,5 % (Bray) te 41,6 % (EUF) manje lakopristupačnog kalija u odnosu na Al metodu. Više koncentracije kalija ekstrahirane $BaCl_2$ metodom potvrđuju istraživanja *Hosseinpura (2013.)* koji je utvrdio rastući niz ekstrakcijskih sredstava: Mehlich 1, $CaCl_2$, AB-DTPA, $MgNO_3$, NaCl, AA te $BaCl_2$. Istraživajući dinamiku kalija *Lončarić i sur. (2009.)* su utvrdili kako AA ekstrahira 14 % manje, a AAEDTA 6 % više lakopristupačnog kalija u odnosu na AL metodu, što autori pojašnjavaju razlikom u vremenu ekstrakcije. *Lierop (1984.)*, uspoređujući EUF ekstrakciju s nekim kemijskim ekstraktantima (AA, DA, Mehlich i $SrCl_2$), zaključuje kako je značajna razlika u količini ekstrahiranog kalija posljedica manje snage ekstrakcije EUF metode.

Koncentracije pristupačnog kalija temeljem različitih metoda ekstrakcije imale su širok raspon utvrđenih vrijednosti od minimalnih 13,7 mg K kg^{-1} do 578,00 mg K kg^{-1}. Ovako širok raspon utvrđenih vrijednosti najbolji je pokazatelj važnosti kvalitetnog odabira metode ekstrakcije za pojedini tip tla, te su *Romer i sur. (1999.)* zaključili kako slični rezultati različitih ekstraktivnih metoda imaju bitno različit učinak u gnojidbi, pa je odgovarajući ekstraktant ključan za preciznost gnojidbene preporuke kalijem.

Zajedničko za sve tipove tala i teksturne klase je da je EUF2 metoda ekstrahirala najmanje, a $BaCl_2$ najviše biljci lako pristupačnog kalija. Međutim, unatoč širokom rasponu rezultata, utvrđena je vrlo snažna korelacija između svih istraživanih metoda (n=165, od r=75 do r=0,98), kao i između AL metode i svih ostalih metoda (od r=87 do r= 0,97), a prema istraživanjima *Lončarića i sur. (2009.)* svaka od metoda ekstrakcije kalija može biti korištena za izradu preporuka gnojidbe jednako učinkovito kao i AL metoda. Isto tako, AL metoda pokazala se pogodna i za sve tipove tala jer je jedino kod aluvijalnog tipa tla došlo do statistički značajne razlike u koncentraciji ekstrahiranog kalija, dok između teksturnih klasa nije utvrđena statistički značajna razlika.

Pojedinačno gledano, korelacija između AL i AA metode iznosila je r=0,97 te je AA metoda unutar pojedinih tipova tala statistički značajno manje kalija ekstrahirala na aluvijalnom tlu. Za razliku od AL metode, podjela uzoraka po teksturnim klasama rezultirala je statstički značajnom razlikom između estrahiranih količina kalija na lakom i

teškom tlu, što je vjerojatno posljedica kraćeg vremena ekstrakcije u odnosu na AL metodu. Slične rezultate dobili su i *Ličina i Marković (2002.)* te *Lončarić i sur., (2009.)* koji navode da su koncentracije pristupačnog kalija estrahirane ovim metodama vrlo slične s izraženo visokom korelacijom. Generalno, možemo reći da su koncentracije kalija estrahirane AA metodom niže nego koncentracije estrahirane AL metodom.

Između AL metode i AA EDTA metode utvrđena je statistički visoka korelacija r=0,97, te je isto kao i kod AA metode koncentracija kalija AA EDTA metodom bila niža od koncetracija AL metodom (K_{AL} 179,57 mg K kg^{-1} : K_{AAEDTA} 161,00 mg K kg^{-1}). Promatrano unutar pojedinih tipova tala utvrđena je statistički značajna razlika u koncentraciji kalija na aluvijanom tlu u odnosu na druge tipove tala, dok između teksturnih klasa nije utvrđena statistički značajna razlika. Izostanak statisitički značajne razlike između pojedinih tipova tala može biti posljedica dodatnog centrifugiranja kod AA EDTA metode.

Uspoređujući AL i Bray metodu utvrđena je statistčki vrlo značajna korelacija r=0,90, iako je Bray metoda estrahirala značajno manje kalija u odnosu na AL metodu (K_{AL} 179,57 mg K kg^{-1}: K_{Bray} 130,25 mg K kg^{-1}). Ekstrakcijska otopina Bray metode ima vrlo nizak pH (2,6), što je za posljedicu imalo vrlo različit učinak Bray metode na ekstrakciju kalija u pojedinim tipovima tala. Tako je kod lesiviranog tla utvrđena statistički značajno najviša koncentracija kalija (179,25mg K kg^{-1}), dok je kod aluvijalnog tla ta koncentracija bila značajno niža (64,10 mg K kg^{-1}). Uzemo li u obzir pH tla, ovakvi rezultati bili su očekivani jer je prema *Bentonu (2001.)* Bray metoda pogodna za upotrebu na kiselim tlima zbog snažne veze s tzv. „kiselim“ ionima u tlu, što je rezultiralo višim vrijednostima estrahiranog kalija u lesiviranom tlu (pH 4,39). Suprotno tome, aluvijalno tlo imalo je prosječan pH 7,44, gdje je vjerojatno došlo do neutralizacije ekstrakcijske otopine karbonatima iz tla te je pogodnost i preciznost ove ekstrakcije metode kod karbonatnih tala nešto niža. Slične rezultate potvrđuje i *Popović (2009.)* navodeći da je povećanjem pH tla rasla razlika u količini estrahiranih kationa AL i Bray metodom. Promatrano s aspekta teksturnih klasa nije utvrđena statistički značajna razlika u koncentraciji estrahiranog kalija.

Nasuprot Bray metodi, metoda ekstrakcije kalija $BaCl_2$ imala je najviši pH (8,2) i estrahirala je najveće pristupačne koncentracije kalija u odnosu na sve druge metode. Uspoređujući je s AL metodom, možemo reći da je $BaCl_2$ estrahirala 20 % više kalija s vrlo visokom koeficijentom korelacije r=0,97. Unutar pojedinih tipova tala utvrđena je

statistički značajno niža koncentracija kalija na aluvijalnom tlu u odnosu na sve ostale, dok između teksturnih klasa nije utvrđena statistički značajna razlika. Međutim, ekstrakcijom s $BaCl_2$ dobivene su statistički značajno više koncentracije pristupačnog kalija u svim tipovima i klasama tala.

EUF metoda jedina je metoda čiji je kemizam ekstrakcije kalija potpuno drugačiji u odnosu na sve druge metode, te su i dobivne vrijednosti koncentracije kalija statistički značajno niže kako u odnosu na AL metodu (K_{AL} 179,5725 mg K kg^{-1}: K_{EUF} 104,8525 mg K kg^{-1}) tako i u odnosu na sve druge (izuzetak je Bray). Ova metoda imala je dvije frakcije kalija, tzv. EUF1 i EUF2 frakciju, te su u obje frakcije utvrđene statistički značajno niže koncentracije kalija s obzirom na druge istraživane metode.

Utvrđena koncentracija kalija u prvoj EUF frakcij (KEUF1) iznosila je prosjčno 67,67 mg K kg^{-1} (raspon od 23,66 do 237,30 mg K kg^{-1}) , prosječna koncentracija u drugoj EUF frakcij (KEUF2) iznosila je 37,18 mg K kg^{-1} (raspon od 13,70 do 100,80 mg K kg^{-1}) , dok je ukupna utvrđena EUF frakcija kalija (KEUF) iznosila je 104,85 mg K kg^{-1} (raspon od 41,23 do 338,10 mg K kg^{-1}). Utvrđene vrijednosti su veće u odnosu na rezultate *Lieropa (1984.)* koji u istraživanju navodi kako prva EUF frakcij (KEUF1) ekstrahira 10,2 mg K kg^{-1}, druga EUF frakcij (KEUF2) ekstrahira 48 mg K kg^{-1}, dok je ukupna utvrđena EUF frakcija kalija (KEUF) prema autoru iznosila je 53 mg K kg^{-1}.

Međutim, iako je EUF meotoda pokazala najniže koncentracijue biljci pristupačnog kalija, prema istraživanjima *Grimme (1982.)* konvencionalne kemijske ekstraktivne metode daju informacije samo o količini hraniva, dok EUF metoda daje podatke o količini kalija oslobođenoj u izvjesnom vremenskom periodu, što znači da se mjere i kvantitet i intenzitet hraniva, što izravno doprinosi preciznosti procjene plodnosti tla. Uspoređujući EUF metodu s kemijskim ekstraktivnim metodama *Bertić i sur. (1994.)* naglašavaju kako metode koje koriste jača otapala (DL, AL, CAL i dr.) obuhvaćaju veće rezerve hranjivih elemenata, čija stvarna raspoloživost za biljku ostaje nepoznata jer se koncentracija u vodenoj otopini često mijenja i promjene se ne mogu predvidjeti. Autori nadalje navode kako je nedostatak kemijskih metoda u tome što ekstrahirana količina pristupačnog kalija može pripadati teksturno lakom tlu bez pufernog djelovanja, ali i na teksturno težem tlu bogatom glinom s velikim pufernim kapacitetom odnosno rezervom hraniva. Ovakvo gledište potvrđuju dobiveni rezultati koji pokazuju da nije bilo statistički značajne razlike u koncnetraciji estrahiranog kalija EUF metodom niti između tipova tala niti između teksturnih klasa. Nadalje, unatoč drugačijem kemizmu i načinu ekstrakcije kalija, EUF

metoda imala je visoku korelaciju sa svim itraživanim metodama, a s AL metodom taj je koeficijent iznosio r=0,92. Prema istraživanjima *Vukadinovića i sur. (1990.)* u kojima je EUF metoda uspoređena s AL metodom na tri tipa tla u Baranji, varijabilnost rezultata obje metode je podjednaka, a povezanost EUF rezultata i AL podataka je bila vrlo značajna za obje frakcije EUF-K. Autori su u istraživanju utvrdili vrlo značajnu korelacijsku vezu sadržaja KEUF1 i sadržaja kalija po AL metodi (r=0,93). Prema utvrđenoj jednadžbi regresije kvadratnog oblika, 100,0 mg/kg tla K_{EUF1} odgovara 202,9 mg K_2O /kg tla po AL metodi. *Orlovius (1987.)* navodi da na srednje teškim tlima sa sadržajem čestica gline od 10 do 24 % optimalan sadržaj KEUF1 iznosi 80-170 mg/kg, što odgovara 150-360 mg K_2O/kg tla po CAL metodi.

Udio kalija na kationskom izmjenjivačkom kapacitetu tla

Relativna vrijednost udjela kalija na kationskom izmjenjivačkom kapacitetu određena je računskim putem na osnovi vrijednosti koncentracije kalija u tlu (K_{BaCl2}) i veličine kationskog izmjenjivačkog kapaciteta tla određenih barij klorid metodom te su vrijednosti udjela kalija na KIK-u izražene u apsolutnim (cmol (+)/kg) i relativnim (%) odnosima kao što navodi *Miljković (2005.).* Utvrđeni udio kalija na KIK-u kretao se u rasponu od 0,14 cmol (+)/kg utvrđenih na aluvijalnom tlu do 1,48 cmol (+)/kg utvrđenih na pseudoglej glejnom tlu uz prosjek svih istraživanih tala od 0,52 cmol (+)/kg. Udio pojedinih kationa na KIK-u ovisi o kemijskom i mineraloškom sastavu supstrata iz kojeg se razvilo tlo, tipu pedogeneze, stupnju razvoja tla, kao i od agrotehničkih mjera kojima čovjek djeluje na tlo. To potvrđuju i navodi *Karalića (2009.)* koji, proučavajući utjecaj mineralne i organske gnojidbe te kalcizacije na kationski izmjenjivački kapacitet na dva kisela tla, navodi kako su tretmani kalcizacije te mineralne i organske gnojidbe statistički značajno utjecali na promjenu veličine KIK-a u tlu, kao i na sastav i stupanj zasičenosti tla bazama. Utvrđeni relativni udio kalija kretao se u rasponu od 0,55 % utvrđenih na aluvijalnom tlu do 13,37 % utvrđenih na lesiviranom tlu, uz prosjek svih istraživanih tala od 2,39 %. Prosječno najniža izmjerena vrijednost utvrđena je na aluvijalnom tlu (1,08 %), odnosno na teškim tlima (1,72 %) promatramo li podjelu prema teksturnim klasama, dok su najviše vrijednosti utvrđene na pseudoglejnom tlu (5,54 %) te na tlima lake teksturne klase (3,05 %). Statističkom analizom apsolutnog udjela kalija na KIK-u utvrđena je najveća vrijednost na lesiviranom tlu i iznosila je 0,60 cmol (+)/kg, ali statistički značaj u odnosu na ostale tipove tla izuzev aluvijalnog tla je izostao. Utjecaj teksture tla na statistički značajne

razlike apsolutnog udjela kalija na KIK-u $BaCl_2$ metodom nije utvrđen, iako je prisutna tendencija povećanja apsolutnog udjela kalija kako se povećavao udio gline u tlu od utvrđenih 0,47 cmol (+)/kg na teksturno lakom tlu, preko 0,54 cmol (+)/kg na srednjem teksturnom tlu, do 0,55 cmol (+)/kg na tlu teške teksture.

Fiksacijska sposobnost tla za kalij

Ekstrakcije teško pristupačnog ili fiksiranog kalija vrelom dušićnom kiselinom nije u mogućnosti u potpunosti ekstrahirati fiksirani kalij, što rezultira podcjenjivanjem količine fiksiranog kalija u tlu *(Andrist-Rangel i sur., 2006.).* Prema *Reitmeier i sur. (1948.)* precjenjena količina teško pristupačnog kalija također se može dogoditi ako je proces ekstrakcije vremenski dug ili je ekstrakcijsko sredstvo prejako. Zbog ovakvih nedostataka u proceduri, autori smatraju kako je vjerojatno prikladnije odnositi se prema vrijednostima teško pristupačnog odnosno fiksiranog kalija kao referentnim vrijednostima, a ne stvarnim mjerama fiksacije. Prema navodima *Živkovića (1991.)* sadržaj fiksiranog kalija određenog u tlu određenim ekstrakcijskom sredstvom, pa i dušičnom kiselinom, nije dovoljan pokazatelj stvarne fiksacije, već je potrebno utvrditi sposobnost tla za dopunsku fiksaciju. Laboratorijsko određivanje fiksacijske sposobnosti tla za kalij varira toliko da gotovo i nema istraživača koji koriste isti pristup. Kalijev klorid (KCl) je najraširenije korišten izvori kalija u provedenim istraživanjima fiksacijske sposobnosti brojnih autora *(Barber, 2006., Najafi Ghiri i Abtahi, 2012., itd.),* dok se kao ekstrakcijsko sredstvo u većini istraživanja koristi amon acetat *(Aramrak i sur., 2007., Zhang i sur., 2009., Lončarić i sur., 2009.).* Razlike u provedenim istraživanjima najviše se odnose na vrijeme uravnotežavanja sustava nakon dodavanja gnojiva, koncentracijama dodanog kalija i ekstrakcijskih otopina, kao i trajanju i broju provedenih ekstrakcija. Stoga *Quemener (1979.)* navodi da iako je mnogo postignuto u mjerenju fiksiranog kalija, odnosno u mjerenju fiksacijske sposobnosti tla za kalij, istovremeno je nedovoljno učinjeno za sistemtizaciju i uniformiranje metode. Budući da količina izmjerenog fiksiranog kalija ovisi o izvoru i količini kalija te korištenom ekstrakcijskom sredstvu, neki autori smatraju kako je teško usporediti rezultate koristeći različite metodologije *(Cassman, 1990., Simonis i Setatou, 1998.).* Većina istraživanja fiksacijske sposobnosti oslanja se na ekstrakcije sredstvima koja sadržavaju amonijev ion jer se vjeruje da uklanja sve izmjenjive katione s adsorpcijkog kompleksa tla. Ipak, neki autori *(Mosser-Ruck i sur., 2000.)* navode kako amonijak može i podbaciti u ekstrakciji nefiksiranog kalija, uzrokujući tako precjenjivanje fiksacije kalija.

Zbog metodoloških razlika važno je napomenuti kako se u istraživanju fiksacijske sposobnosti tla za kalij kao izvor kalija koristio kalijev klorid (KCl) apliciran u nekoliko rastućih doza (250, 500, 750 i 1000 mg/kg), korišteno ekstrakcijsko sredstvo je 1,67 M amonijev acetat, a vrijeme uspostave ravnoteže između tla i apliciranog kalija prije ekstrakcije iznosi 24 sata. Količina fiksiranog kalija na razini aplicirane gnojidbe od 250 mg K/kg kretala se u rasponu od 5,50 do 242,08 mg K/kg što predstavlja 2,2 do 96,83 % od dodanog kalija uz prosječnu fiksaciju od 32,15 % ili 80,38 mg K/kg, dok je pri maksimalnoj gnojidbenoj dozi od 1000 mg K/kg fiksirano od 10,03 do 913,43 mg K, što predstavlja raspon od 1,0 do 91,34 %. Širok raspon fiksiranog kalija u tlu utvrdio je *Simonis (1981.)* koji navodi da se prosječno fiksiralo 36 % dodanog kalija neovisno o dozi uz raspon od 9,4 % do 66,9 %, dok *Vukadinović i sur. (2006.)* navode raspon fiksiranog kalija na šest teških teksturnih tala od 41,8 do 98,3 % u odnosu na gnojidbene doze. Povećavanjem gnojidbenih doza, povećane su apsolutne količine maksimalno (913,43 mg K/kg Kf_{1000}) i prosječno fiksiranog kalija (237,02 mg K/kg Kf_{1000}), dok se u relativnim odnosima maksimalna (91,34 % Kf_{1000}) i prosječna (23,70 % Kf_{1000}) količina fiksiranog kalija smanjila. Sličan trend utvrđen je i u istraživanjima brojnih autora *(Simonis 1981., Vukadinović i sur., 2006.).* S obzirom na istraživane sistematske jedinice utvrđeno je najmanje fiksiranog kalija na lesiviranom tlu na svim gnojidbenim razinama s rasponom od 30,17 mg K/kg (Kf_{250}) do 98,36 mg K/kg (Kf_{1000}), što predstavlja fiksaciju od 9,84 % do 12,07 % u odnosu na apliciranu količinu kalija gnojidbom. Najviše vrijednosti fiksiranog kalija utvrđene su na močvarnom glejnom amfiglejnom tlu s rasponom od 126,27 mg K/kg (Kf_{250}) do 414,94 mg K/kg (Kf_{1000}) što predstavlja fiksaciju od 41,5 % do 50,51 % u odnosu na apliciranu količinu kalija gnojidbom. Promatramo li teksturne klase, najmanje količine fiksiranog kalija utvrđene su na lakim tlima, gdje je fiksacija iznosila 56,85 mg K/kg (Kf_{250}) do 159,07 mg K/kg (Kf_{1000}) promatramo li fiksaciju u apsolutnim vrijednostima, odnosno promatrajuću u relativnom odnosu 15,91 (Kf_{1000}) do 22,74 % (Kf_{250}) s obzirom na aplicirane količine gnojiva. Najveće količine fiksiranog kalija utvrđene su pak na teškim tlima, gdje je fiksacija iznosila 120,79 mg K/kg (Kf_{250}) do 375,45 mg K/kg (Kf_{1000}), odnosno promatrajući u relativnom odnosu 37,55 % (Kf_{1000}) do 48,32 % (Kf_{250}) u odnosu na aplicirane gnojidbene količine. *Vukadinović i sur. (2006.)* u istraživanju ističu više relativne količine fiksiranog kalija pri nižim gnojidbenim dozama, dok povećanje gnojidbene doze povečava apsolutnu, no smanjuje relativnu fiksaciju kalija.

Kompjutorski (regresijski) modeli

S obzirom na širok obim dobivenih rezulata te utvrđenu visoku korelaciju između uspoređivanih ekstrakcijskih metoda razvijeni su regresijski modeli koji su išli u tri pravca: procjena KIK-a, procjena udjela kalija na KIK-u te fiksacijske sposobnosti tla za kalij. Iako mnogi regresijski modeli za svoje funkcioniranje trebaju vrijednost KIK-a, čest je slučaj da taj podatak o tlu nije dostupan. Tako *Karalić i sur. (2008.)* navode kako je u slučaju kada je za preporuku kalcizacije potrebna vrijednost KIK-a, a podatak nije dostupan, moguće koristiti model za preporuku kalcizacije na temelju proračunate vrijednosti KIK-a. Navedeni je model proračuna KIK-a vrlo malih odstupanja (greške) u ekstremno kiselim tlima (pH < 4), međutim za uzorke tla manje kiselosti (pH > 4) utvrđena su visoka odstupanja od polaznog modela uslijed različite točnosti izračuna KIK-a u ekstremno kiselom i kiselom tlu. Uslijed toga, temeljem dobivenih rezulatata razvijen je *model za procjenu KIK-a* koji ima šest razina. Prvi, osnovni model za procjenu KIK-a kao ulazne podatke koristi analitičke rezultate sadržaja mehaničkih elemanata, primarno postotni sadržaj gline. Dalje se model razvija uvođenjem dopunskih analitički utvrđenih fizikalnih i kemijskih svojstava tla. Treba istaknuti da je model kreiran za sve uzorke neovisno o tipu tla te pojedinačno za svaku teksturnu klasu. Ovakav pristup omogućio je različitu preciznost modela te samim tim uvid u odabir najboljeg modela za pojedini tip tla. Najveće odstupanje uvrđeno je kod osnovnog modela kod lakih tala od 29,72 %, dok je najniže odstupanje zabilježeno kod modela za teška tla i to u pet razina (% gline, pH_{H2O}, % humusa, % SPr, % KPr) od 8,36 %.

Kako navode *Kastori i sur. (2013.)*, od ukupne količine kationa vezanih na adsorpcijskom kompleksu tla na kalij odlazi 4 do 5 %. Izmjenjiva količina kalija u tlu u prosjeku se kreće od 40 do 400 ppm, što je oko 2 % prosječnog kapaciteta adsorpcije. Na ove činjenice utječu brojni faktori primarno vezani uz fizikalna i kemijska svojstva tla. Upravo iz tog razloga razvijeni *model procjene udjela kalija na KIK-u* imao je nekoliko razina gdje je svaka razina podrazumijevala uvođenje određenih analitički utvrđenih rezultata koji opisuju pojedino tlo i njegovo svojstvo sorpcije kalija. Tako je model za procjenu udjela kalija na KIK-u imao ukupno šest razina. Prva razina modela bazirala se samo na podatcima o koncentraciji lako pristupačnog kalija AL metodom, zatim su se uvodile dodatne varijeble pa sve do do šeste razine koja je kao ulazne varijable koristila podatke o AL kaliju, aktualnoj pH vrijednosti, postotnom udjelu gline u tlu, sadržaju organske tvari, postotnom udjelu sitnog praha te postotnom udjelu krupnog praha. Očekivano, uvođenjem

dodatnih varijabli, došlo je do promjene u preciznosti modela za procjenu kalija na KIK-u. Tako je u početnoj, prvoj razini modela utvrđeno odstupanje od 54,81 %, dok je uvođenje dvije dodatne varijable (aktualna pH i % gline, treća razina modela) doprinijelo povećanju preciznosti modela za 20 %, tj. odstupanje je smanjeno na 34,73 %. Tendencija povećanja preciznosti nastavila se i kroz ostale razine modela.

Upravo u svrhu proračuna procjena i pogodnosti tala *Miller (1997.)* je naveo kako suvremeni modeli koriste ulazne podatke kako bi uskladili potrebe biljke za pojedinim hranivima i ekonomsku isplativost poljoprivredne proizvodnje te osiguravaju dostatni prinos i jamče financijsku dobit.

Sukladno dobivenim rezultatima, osim za set svih uzoraka, kreirani su i modeli po pojedinim klasama tla jer dostupnost kalija biljci može biti privremeno smanjena i zbog procesa fiksacije koji nisu jednako izraženi na svim tlima. Prema *Conradie i Saayman (1989.)* kod minerala ilita i vermikulita fiksacija kalija moguća je u vlažnim i aridnim uvjetima. Isti autori navode da količina kalija u biljci može biti smanjena i uslijed interakcija s drugim elementima, a to se prvenstveno odnosi na kalcij i magnezij.

Modeli po klasama imali su iste razine i iste ulazne varijable, a generalno možemo reći kako je kod svih tipova tala osnovna razina modela imala veću preciznost u odnosu na osnovnu razinu koja je obuhvaćala sve uzorke neovisno o tipu tla. Najpreciznji osnovni model utvrđen je kod teških tala s odstupanjem od 23,38 %, zatim slijedi model razvijen za laka tla (odstupanje 32,60 %) te srednja tla s odstupanjem od 40,28 %. Nadalje, uvođenje dodatnih varijabli dovelo je do smanjenja odstupanja kod svih modela u svim teksturnim klasama. Tendencija najpreciznijeg modela zadržana je konstantno kod teksturno teških tala gdje je četvrta razina modela (K_{AL}, pH_{H2O}, % gline, % humusa) imala odstupanje od 15,88 %, što je najmanje utvrđeno odstupanje uopće. Kako se udio kalija na KIK-u osim u relativnim vrijednostima izražava i u apsolutnim kreirani su i takvi modeli s predviđanjem apsolutnih vrijednosti, gdje su utvrđena odstupanja bila na razini 0,05 cmol (+) kg^{-1}.

Nadalje, kreiran je *dopunjeni model za procjenu udjela kalija na KIK-u* na sedam razina koji je osim predhodno opisanih svojstava kao ulaznu varijablu koristio i podatak o KIK-u utvrđenom u $BaCl_2$. I ovi modeli razvijeni su za sve uzorke te posebno po pojedinim teksturnim klasama, gdje je najveće odstupanje opet utvrđeno kod prve razine za sve uzorke (54,81 %), a najmanje kod četvrte razine modela (K_{AL}, KIK $_{BaCl2,}$ pH_{KCl}, sadržaj ukupnog praha) od 8,22 %.

Vukadinović i sur. (2006.) su u laboratorijskim uvjetima istraživali utjecaj fiksacijske sposobnosti tla na učinkovitost gnojidbe. Istraživanje je provedeno na šest hidromorfnih tala s područja istočne Hrvatske. Tlo je gnojeno s 450 do 4500 kg ha^{-1} K_2O. Gnojenje teških tala sa srednjim ili vrlo visokim dozama kalija pokazalo je da AL metoda ekstrakcije daje relativno visoke vrijednosti lako pristupačnog kalija (dva puta veća od NH4OAc). Također, najveći relativni iznos kalija fiksiran je na nižim gnojidbenim dozama (oko 76 %), dok povećanjem gnojidbenih doza raste apsolutna, ali se smanjuje relativna fiksacija. Rezultati dobiveni analizom tla pokazuju vezu između visoke fiksacije kalija dodanog gnojidbom i količine gline u tlu, kao i s nižom razinom raspoloživog kalija prije gnojidbe.

Što se tiče *modela za procjenu fiksacijske sposobnosti tla* za kalij razvijen je model na sedam razina s osnovnim modelom koji kao jednu, glavnu varijablu uzima u obzir utvrđenu vrijednost KIK-a. Iako su pri analitičkom utvrđivanju fiksacije kalija korištene različite razine gnojidbe od 250, 500, 750 i 100 mg K kg^{-1}, kod modela su u obzir uzimane prosječne vrijednosti svih razina radi jednostavnijeg prikaza. Model je također razvijen za sve uzorke te po teksturnim klasama gdje je za sve uzorke u prvoj razini utvrđeno odstupanje od 37,55 %, dok je najmanje odstupanje utvrđeno kod teških tala u sedmoj razini modela od 20,01 %. Općenito možemo reći da se povećanjem opsega ulaznih podataka potrebnih za rad pojedinog modela te podjelom uzoraka po teksturnim klasama značajno doprinijelo povećanju preciznosti svih kreiranih modela. Prema *Lončariću i sur., (2005.)* preporuke gnojidbe dobivene različitim modelima međusobno se razlikuju, ali se ti modeli razlikuju i varijablama koje su potrebne za njihovo funkcioniranje pa su zbog toga modeli međusobno komparabilni.

5. ZAKLJUČCI

1. Analizirana tla bila su izrazito heterogena sa širokim rasponom utvrđenih vrijednosti.
   a. Agrokemijska svojstva unutar pojedinih pedosistematskih jedinica su bila izrazito heterogena sa širokim rasponom vrijednosti po svim svojstvima.
   b. Između istraživanih pedosistematskih jedinica utvrđena je statistički značajna razlika u svim agrokemijskim svojstvima izuzev sadržaja karbonata i AL-P.
   c. Između teksturnih klasa nisu utvrđene statistički značajne razlike ni za jedno svojstvo osim za sadržaj humusa.
   d. Vrijednosti KIK-a kretale su se od 4,0 do 47,5 c mol (+) kg^{-1} sa statistički značajnim razlikama između pedosistematskih jedinica i teksturnih klasa.

2. Statistički značajna razlika utvrđena je između pedosistematskih jedinica za sva istraživana pedofizikalna svojstva.

3. Velika heterogenost koncentracija lako pristupačnog kalija u tlu utvrđena je svim metodama ekstrakcije unutar svake pedosistematske jedinice, izuzev aluvijalnog tla, gdje su utvrđene i najmanje koncentracije lako pristupačnog kalija.

4. Usporedbom ekstraktivnih metoda za određivanje lako pristupačnog kalija dobivene su statistički vrlo značajne korelacije unutar pojedinih pedosistematskih jedinica, kao i za sve uzorke, a najpouzdanije su usporedbe AL metode s AAEDTA, zatim slijedi redom: AA, $BaCl_2$, EUF, Bray, EUF1 i EUF 2 metoda.
   a. Koncentracije kalija neovisno o metodi kretale su se u rasponu od 37,18 do 202,73 mg kg^{-1}.
   b. $BaCl_2$ metoda ekstrahira najveće koncentracije lako pristupačnog kalija (202,73 mg K kg^{-1}), a najniže koncentracije EUF2 metoda (37,18 mgKkg^{-1}).
   c. U odnosu na AL metodu kao standard $BaCl_2$ metoda prosječno ekstrahira 12,9 % više lako pristupačnog kalija.
   d. U odnosu na AL metodu kao standard AA metoda prosječno ekstrahira 5,3 %, AAEDTA 10,3 %, Bray 27,5 %, a EUF 41,6 % manje lako pristupačnog kalija.

e. Najviši koeficijenti korelacija utvrđeni su između AL metode i svih istraživanih metoda, od r=0,86 do r= 0,97.
f. Usporedivost AA i AAEDTA metode vrlo je visoka s koeficijentom korelacije od r=0,98.
g. Između AAEDTA i $BaCl_2$ utvrđena je korelacija od r=0,96.
h. Bray metoda imala je najviše koeficijente korelacije s AAEDTA metodom (r=0,93).
i. EUF metodom također je utvrđena vrlo visoka korelacija sa svim ostalim metodama, posebno s AL metodom (r=0,92), iako EUF nije metoda kemijske ekstrakcije kalija.

5. Statistički značajno veća koncentracija lako pristupačnog kalija utvrđena je na teksturno teškim tlima u odnosu na laka tla AA metodom, dok kod svih ostalih metoda između teksturnih klasa nije utvrđena statistički značajna razlika u koncentraciji lako pristupačnog kalija.

6. Povećanje gnojidbenih doza povećavaju se apsolutne količine fiksiranog kalija, dok se relativna fiksacija smanjuje.
   a. Za dodanih 250 mg K kg^{-1} tla kod svih uzoraka tala fiksacijska sposobnost kretala se od 2,2 % do 96,83 %, za 500 mg K od 1 do 95,2 %, za 750 od 1,6 do 94,45 % te za 1000 od 1 % do 91,34%.
   b. Najveću fiksacijsku sposobnost za sve razine kalija po pedosistematskim jedinicama imalo je močvarno glejno amfiglejno tlo (41,5%), a najnižu sposobnost fiksacije lesivirano tlo (9,84 %).

7. Regresijski modeli vrlo su jednostavni i primjenjivi jer mogu dati nove podatke na temelju raspoloživih varijabli. Preciznost modela značajno se povećava uvođenjem većeg broja agrokemijskih svojstva tala, a dopunsku preciznost modela mogu povećati rjeđe raspoloživi podatci o fizikalnim svojstvima tla, veličini KIK-a i udjelu kalija na KIK-u. Područja primjene modela:
   a. Dobiveni regresijski modeli mogu poslužiti za procjenu KIK-a, kalija na KIK-u, fiksacijske sposobnosti tla za kalij te su usporedivi s drugim

razvijenim modelima sličnog tipa kako u relativnim tako i u apsolutnim vrijednostima.

b. Veličina KIK-a može se predvidjeti na osnovi sadržaja čestica gline.

c. Udio kalija na KIK-u moguće je predvidjeti na temelju podatka o ekstrakciji kalija AL metodom.

d. Preciznost modela procjene udjela kalija na KIK-u povećava se za 20 % uvođenjem dopunskih varijabli.

e. Preciznost modela procjene udjela kalija na KIK-u dopunski se povećava podjelom uzoraka po teksturnim klasama te je najveća preciznost utvrđena kod modela na teškim teksturnim tlima.

f. Uvođenjem analitički utvrđene vrijednosti KIK-a preciznost modela procjene udjela kalija na KIK-u dodatno se povećava.

g. Fiksacijsku sposobnost tla za kalij moguće je predvidjeti temeljem analitički utvrđene vrijednosti KIK-a.

h. Kod modela za procjenu fiksacije kalija uvođenje dopunskih varijabli i podjela uzoraka na teksturne klase doprinosi povećanju preciznosti modela, s izuzetkom teksturno lakih tala gdje je utvrđeno smanjenje preciznosti modela.

i. Razvijene modele potrebno je validirati setovima podataka poznatih, analitički utvrđenih vrijednosti s poljskih pokusa.

8. Dinamika kalija u tlu statistički se značajno razlikovala između pedosistemskih jedinica, a značajno najviša frakcija je bila ukupni kalij, zatim kalij uklopljen u kristalnu rešetku minerala (84 %), teško pristupačni kalij (12 %) te na kraju frakcija lako pristupačnog kalija (4 %).

a. Vrijednosti svih oblika kalija u tlu statistički su se značajno razlikovale između teksturnih klasa izuzev lakopristupačnog kalija.

b. Utvrđena je vrlo visoka korelacija između frakcija ukupnog kalija, kalija uklopljenog u kristalnu rešetku minerala i lakopristupačnog kalija promatramo li sve istraživane uzorke

c. Podjelom na teksturne klase kod lakih tala utvrđena je vrlo visoka korelacija samo za frakciju ukupnog kalija i kalija uklopljenog u kristalnu rešetku minerala.

6. LITERATURA

Alva, A.K., 1993., 'Comparison of Mehlich 3, Mehlich 1, ammonium bicarbonate-DTPA, 1.0 M ammonium acetate, and 0.2 M ammonium chloride for extraction of calcium, magnesium, phosphorus, and potassium for a wide range of soils.', 24:603-612, Communications in Soil Science and Plant Analysis.

Andrist-Rangel, Y., Simonsson, M.S.A., Oborn, I., Hillier, S., 2006., 'Mineralogical budgeting of potassium in soi: lA basis for understanding standard measures of reserve potassium', J. Plant Nutr. Soil Sci.169: 605.

Antić, M., Jović, N., Avdalović, V., 1982., 'Pedologija', Novi dani, Beograd.

Antunović, M., Rastija, M. , Rastija, D., 2000., 'Reakcija hibrida kukuruza na dva tipa tla slatinske Podravice', Poljoprivredni fakultet, Osijek.

Aramrak, S, Chanchareonsook, J , Sarobol, E 2007., 'Assessment of available phosphorus and potassium in soils by the Melich-3 extraction method.', p.p.50-57, Proceedings of the 45th Kasetsart University Annual Conference, Bangkok.

Aramrak, S., Chanchareonsook, J., Suwannarat, C. , Sarobol, E., 2007., 'Assessment of Multielement Extractants for prediction of potassium in Thai soils', Kasetsart J.Nat.Sci: 41:461-466.

Barber, R.G., 2006., 'Potassium fixation in some Kenyan soils', Journal of Soil Science Volume 30, Issue 4, 785–792.

Bašić, F., Bogunović, M., Božić, M., Husnjak, S., Jurić, I., Kisić, I., Mesić, M., Mirošević, M., Romić, D. , Žugec, I., 2001., 'Regionalizacija hrvatske poljoprivrede', Agronomski fakultet, Zagreb.

Benton, J.J., 1998., 'Soil test methods: Past, present and future use of soil extractants.', 29. 1543-1552., Commun. Soil. Sci. Plant anal.

Benton, J.J., 2001., 'Extractable Phosphorus in Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis', 62-73, CRC Press LCC.

Bertić, B., Vukadinović, V., 2009., 'Primjena EUF metode u gnojidbi šećerne repe', Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.

Bertić, B., Vukadinović, V., Dropulić, D., 1998., 'Promjene agrokemijskih svojstava tla Baranje nakon 24 godine intenzivne proizvodnje', Prilagodba poljoprivrede i šumarstva klimi i njenim promjenama, Zagreb.

Bičanić, V., Kovačević, V., Vidaček, Ž. , Čoga, L., 1998., 'Potassium status in soils of the Eastern Croatia', 1999. 137-143., International Potash Institute,16th World Congress of Soil Science, Montpellier.

Blum, W.E.H., 1983., 'Kalium-Dynamik im Boden.', 4: 1-20, Dynamik und Verfügbarkeit des Kalis im Boden.Fachinformation der Österreichisches Düngerberatungsstelle..

Bogunović, M., Bensa, A., Ćorić, R. , Sever, Z., 2010., 'Dehumizacija glavnih tipova tala kontinentalne Hrvatske', XI. kongres Hrvatskog tloznanstvenog društva, Perspektive gospodarenja tlom u budućnosti, Zagreb.

Bogunović, I., Jurišić, A., Birkas, M., Mesić, M., 2014., 'Prostorna varijabilnost fizikalnih svojstava pseudogleja na zaravni', Agronomski glasnik, Zagreb.

Bortolon, L., Gianello, C., Schlindwein, J.A., 2010., 'Available potassium in soils of southern Brazil estimated by multielement methods', 34 (5)., Revista Brasileira de Ciência do Solo.

Chen, X., Zhou, J-M. , Huang, P.M., 2006., 'Interaction of Potassium and Ammonium ions in Soil', IPI-ISSAS International Workshop on Soil K and K fertilizer management, Zhuhai.

Chilimba, A.D.C., Mughogho, S.K. , Wendt, J., 1999., 'Mehlich 3 or modified olsen for soil testing in Malawi', 30 (7-8): 1231-1250., Communications in Soil Science and Plant Analysis.

Christensen, P.L., Boggero, J., Bianchi, M., 1990., 'Comparative Leaf Tissue Analysis of Potassium Deficiency and Disorder Resembling Potassium Deficiency inThompson Seedless Grapevines', 41; 77-83., Am. J. Enol. Vitic.

Conradie, W.J., Saayman, D., 1989., 'Effect of Long Term Nitrogen, Phosphorus and Potassium Fertilization on Chenin Blanc Vines', 40; 85-90., I. Nutrient Demand and VinePerformance, Am. J. Enol. Vitic.

Csatho, P., Debreczeni, K. , Sardi, K., 2000., 'K-Ca-Mg interactions in winter wheat in a network of Hungarian long-term field trials.', 31 (11-14): 2067-2079., Communications in Soil Science and Plant Analysis.

Ćirić, M., 1984., *Pedologija*, Svjetlost, Sarajevo.

Das, K., Dipak, S., Nayak, D.C., 2000., 'Forms of potassium and their distribution in some soils representing red and laterite ecosystem of West Bengal', Vol. 16 No. 1/4 pp. 1-6, Journal of Potassium Research.

Deren,V., 2011., 'Značajke i pogodnosti aluvijalnih tala u slivu rijeke Drave za poljoprivrednu proizvodnju', Agronomski fakultet, Zagreb.

Drenjančević, M., 2011., 'Fe-kloroza vinove loze na Podunavskoj podregiji', Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.

DZZS, 2014., 'Statistički ljetopis Republike Hrvatske', Državni zavod za statistiku, Zagreb.

Egner, H., Riehm, H., Domingo, W.R., 1960, 'Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nahrstoffzustandes derBoden, II: Chemische Extractionsmetoden zu Phosphorund Kaliumbestimmung'.

Egner, H., Riehm, H. , Domingo, W.R. 1960., 'Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nahrstoffzustandes der Boden II.

Chemische Extractionsmetoden zu Phosphor- und Kaliumbestimmung.', 26: 199-215., Kungliga Lantbrukshügskolans Annaler.

Fotyma, M., 2007., 'Content of potassium in different forms in the soils of southeast Poland.', XL., 1, 19-32, Polish J. Soil Sci.

Fusheng, L., 2006., 'Potassium and Water Interaction', IPI-ISSAS International Workshop on Soil K and K fertilizer management, Zhuhai.

Goulding, K.W.T., 1987., 'Potassium fixation and release. In: Methodology in soil-K research.', Proceedings of the 20th Colloquium of the International Potash Institute., Baden bei Wien, Austria.

Gračanin, M., 1947., 'Pedologija, II dio – Fiziologija tla.', Poljoprivredni nakladni zavod u Zagreb, Zagreb.

Grimme, H., 1982., 'K desorption in an external electric field as related to clay content', vol 64,5-6:49-54, Plant and Soil.

Grzebisz, W., Oertili, J.J., 1993., 'Evaluation of universal extractants for determining plant available potassium in intensively cultivated soils', 24:1295-1308, Communications in Soil Science and Plant Analysis.

Helling, C., Charles, S., Chesters, G. , Corey, R.B., 1964., 'Contribution of Organic Matter and Clay to Soil Cation-Exchange Capacity as Affected by the pH of the Saturating Solution', Soil Science Society of America Journal, Madison, WI.

Hendershot, W.H., Duquette, M., 1986., 'A Simple Barium Chloride Method for Determining Cation Exchange Capacity and Exchangeable Cations', Soil Science Society of America Journal, Madison, WI.

HRN ISO 11277:2004, 'Kvaliteta tla -- Određivanje raspodjele veličine čestica (mehaničkog sastava) u mineralnom dijelu tla', Hrvatski zavod za norme, Zagreb.

HRN ISO10390:2005, 'Kakvoća tla-Određivanje pH vrijednosti', Hrvatski zavod za norme, Zagreb.

HRN ISO10693:2004, 'Kakvoća tla-Određivanje sadržaja karbonata-Volumetrijska metoda', Hrvatski zavod za norme, Zagreb.

HRN ISO11260:2005, 'Kvaliteta tla -- Određivanje stvarnog kapaciteta zamjene kationa i stupnja zasićenosti bazama s otopinom barijeva klorida', Hrvatski zavod za norme, Zagreb.

HRN ISO11466:2004, 'Kakvoća tla -- Ekstrakcija elemenata topljivih u zlatotopci', Hrvatski zavod za norme, Zagreb.

HRN ISO14235:1994, 'Kakvoća tla -- Određivanje organskog ugljika sulfokromnom oksidacijom', Hrvatski zavod za norme, Zagreb.

Husnjak, S., 2014., 'Sistematika tala Hrvatske', Agronomski fakultet, Zagreb.

Husnjak, S., Halamić, J., Šorša, A, Rubinić, V., 2010., 'Pedološke, geološke i geokemijske značajke lokacija uključenih u projekt geokemijskog kartiranja poljoprivrednog zemljišta i pašnjaka u Republici Hrvatskoj', Agronomski glasnik, Zagreb.

Indiati, R., Neri, U., Magyar, M. , Csatho, P., 2002., 'Effect of time, fertilizer phos-phorus sources, and fertilization systems on phosphorus extractability of two soils from Hungary', 33: 545-560., Communications in Soil Science and Plant Analysis.

Ivanov, P., 1984., 'Determination of plant avalable phosphorus and potassium of the soil in a soil extract by new acetate-lactate solvent', vol. 3, 287-290, Proceedings of the 9th World Fertilizer Congress Fight against hunger through improved plant nutrition, Budapest.

Ivezić, V., Singh, B.R., Almas, A.R., 2011., 'Water extractable concentrations of Fe, Mn, Ni, Co, Mo, Pb and Cd under different land uses of Danube basin in Croatia', Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil , Plant Science.

Ivezić, V., Singh, B.R., Almas, A.R., 2012., 'Predicting the solubility of Cd, Cu, Pb and Zn in uncontaminated Croatian soils under different land uses by applying established regression models', 89-95, Geoderma.

Jakovljević, M., Radulović, M., 1990., 'Određivanje fisacione sposobnosti za kalijum u zemljištima Zete i Tuzi', XXXXVI,3-4,40-45, Poljoprivreda i šumarstvo, Titograd.

Jalali, M., 2005., 'Release kinetics of non-exchangeable potassium in calcareous soils', 36;1903-1917, Communications in Soil Science and Plant Analysis.

Janeković, Đ., 1971., 'Pedološke karakteristike Slavonije i Baranje ', Zbornik radova 1.znanstvenog sabra Slavonije i Baranje , Osijek.

Janković, M., 1976., 'Uzajamni odnos između zasićenosti zemljišta bazama, sadržaja kalijuma u adsorptivnom kompleksu i ishrani biljaka kalijumom', Poljoprivredni fakultet, Beograd.

JDPZ 1967., 'Metodika terenskog ispitivanja zemljišta i izrade pedoloških karata', Priručnik, Beograd.

Jones, J.B.J., 2001., 'Laboratory guide for conducting soil test and Plant analysis', CRC Press. Boca Raton.

Kamprath, E.J. , Watson, M.E., 1980., 'Conventional soil and tissue tests for assessing the phosphorus status of soils', In The Role of Phosphorus in Agriculture.

Karalić, K., 2009., 'Utvrđivanje potrebe u kalcizaciji i utjecaj kalcizacije na status hraniva u tlu', Poljoprivredni fakultet,Doktorska disertacija, Osijek.

Karalić, K., Lončarić, Z., Popović, B., Vukadinović, V., Engler, M., 2008., 'Specifičnosti modela za utvrđivanje preporuka kalcizacije', 2008. 74-78, Zbornik radova 43. hrvatski , 3. međunarodni simpozij agronoma , Opatija.

Kastori, R., Ilin, Ž., Maksimović, I., Putnik Delić, M., 2013., 'Kalijum u ishrani biljaka-kalijum i povrće', Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.

Kastori, R., Ilin, Ž., Maksimović, I., Putnik-Delić, M., 2013., 'Kalijum u ishrani biljaka-kalijum i povrće', Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.

Kovačević, V., 2002., 'Prevladavanje debalansa kalija i magnezija u tlu gnojidbom i genotipom', 3 (2002), 1; 14-26, Agroznanje.

Kovačević, V., Brkić, I., Šimić, D., Šimić, B., 2002., 'RResponse of corn (Zea mays L.)inbred lines to stress and potassium fertilization on K-fixing soil.', 8 (2002), 1; 5-9, Agriculture Scientific and Professional Review).

Kovačević, V., Lončarić, Z. , Rastija, M., 2005., 'Analize tla i gnojidba u funkciji povećanja prinosa kukuruza', Poljoprivredni fakultet, Opatija.

Kovačević, V., Vukadinović, V. , Bertić, B., 1997., 'Response of maize (Zea mays L.) to soil stress and to P and K fertilization on strong K-fixing soil', Plant nutrition - for sustainable food production and environment, Tokio.

Kozak, M., Stepien, M., Joarder, A.H., 2005., 'Relationships between available and exchangeable potassium content and other soil properties', 38(2): 1-8., Polish Journa lof Soil Science.

Kuhlmann, H., Werkmann, 1984., 'Prufung verschiedener Metoden der Bodenanayse auf ihre Eignung zur Ermittlung des K-Dungerbedrfs auf Lossboden', 147,334-348, Z.Pflanzenernahr Bodenk.

Lakenen, E., Ervio, R., 1971., 'A comparison of eight extractants for the determination of plant available micronutrients in soil', 123: 223-232., Acta Agr. Fenn.

Ličina, V., Marković, N., 2002., 'Effect of potassium fertilization on its available and fixed content in vineyard soil', Vol. 47, No 1.,p.p.37-44, Journal of Agricultural Science.

Lončarić, Z., 2005., 'Agrokemija', Praktikum za studente, Poljoprivredni fakultet , Osijek.

Lončarić, Z., Kovačević, V., Šeput, M., Šimić, B. , Stojić, B., 2005., 'Influences of fertilization on yield and nutritional status of maize', 33 (1.): 259-262., Cereal Research Communications.

Lončarić, Z., Malić, L., Karalić, K., Vučković, M. , Popović, B,. 2011., 'Bilanca gnojidbe u ratarskoj proizvodnji na površinama Belje d.d.', 2011. 9-10, Zbornik sažetaka 46. hrvatskog i 6. međunarodnog simpozija agronoma, Opatija.

Lončarić, Z., Popović, B., Engler, M., Karalić, K., Rastija, D. , Teodorović, B., 2009., 'Four-Year Dynamic of Potassium on Two Sites Interpreted by Different Soil Tests', Volume 40, Numbers 1-6,pp.854-870, Communications in Soil Science and Plant Analysis.

Lončarić, Z., Popović, B., Ivezić, V., Karalić, K., Manojlović, M., Čabilovski, R., Lončarić, R., 2014., 'Mineralna i organska gnojidba na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima u pograničnom području Hrvatske i Srbije', Poljoprivredni fakultet, Dubrovnik.

Lončarić, Z., Popović, B., Teklić, T., Engler, M. , Karalić, K., 2006., 'Comparision of two soil phosphorus analitycal methods in Croatia', Commun. Soil Sci. Plant anal. 37: 2867-2881.

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.

Lončarić, Z., Vukadinović, V., Bertić, B. , Teklić, T., 2003., 'Calculator for the Brassicas fertilization recommendation', 627: 153-160., Acta Horticulturae.

Majumdar, B., Venkatesh, M.S. , Kumar, K., 2002., 'Effect of levels of potassium and FYM on yield and uptake of nutrients by sweet potato and different forms of K in an acid alfisol of Meghalaya', 18: 84-89., J. Potassium Res.

Manojlović, S., 1986., 'Teorijske osnove jedinstvenog sistema kontrole plodnosti ', Agrohemija.

Marković, N., Ličina, V., Antić Mladenović, S., Atanacković, Z. , Trajković, I., 2011., 'Distribucija kalija u organima vinove loze pr irazličitim dozama kalijevih gnojiva', Agronomski fakultet, Zagreb.

Martinović, J., 1997., 'Tloznanstvo u zaštiti okoliša', Pokret prijatelja prirode Lijepa Naša, Zagreb.

Martinović, J., 2000., 'Tla u Hrvatskoj', Pokret prijatelja prirode Lijepa Naša, Zagreb.

Mengel, K., Kirkby, E.A., 2001., 'Principles of Plant Nutrition', Springer Netherlands.

Mesić, H, Bakšić, D, Bašić, F, Ćidić, A, Durn, G, Husnjak, S, Kisić, I, Klaić, D, Komesarović, B, Mesić, M, Pernar, N, Pilaš, I, Romić, D, Vrbek, B , Zgorelec, Ž 2008., 'Program trajnog motrenja tala Hrvatske', Agencija za zaštitu okoliša, Zagreb.

Mesić, M., Husnjak, S., Bašić, F., Kisić, I. , Gašpar, I., 2009., 'Suvišna kiselost tla kao negativni čimbenik razvitka poljoprivrede u Hrvatskoj', Agronomski fakultet, Zagreb.

Mesić, M., Zgorelec, Ž., Šestak, I., Jurišić, A., Bilandžija, D., Bogunović, I. , Milas, P., 2014., 'Učinkovitost gnojidbe fosforom i kalijem', Agronomski fakultet, Zagreb.

Miller, M., Reid, K. , Stevenson, K., 1997., 'The phosphorus and potassium soil testing and fertilizer recommendation system in Ontario', 1198-712X, Ministry of agriculture food and rural affairs.

Miljković, N., 2005., 'Meliorativna pedologija', Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.

Ming, C. , Lena, Q.M., 2001., 'Comparison of Three Aqua Regia Digestion Methods for Twenty Florida Soils', Soil Science Society of America Journa,lVol. 65 No. 2, p. 491-499.

Mortland, M.M., Lawton, K. , Uehara, G., 1957., 'Fixation and release of potassium by some clay minerals', Soil.Sci.Amer.Proc. 21:381-384.

Najafi Ghiri, M. , Abtahi, A., 2012., 'Factors affecting potassium fixation in calcareous soils of southern Iran', Archives of Agronomy and Soil Science Volume 58, Issue 3,pages 335-352.

Nemeth, K., 1976., ': Die effektive und potentielle Nährstoffverfügbarkeit im Boden und ihre Bestimmung mit Elektro-Ultrafiltration (EUF)', Justus-Liebig Universität , Giessen.

Nielsen, J.D., 1972., 'Fixation and release of potassium and ammnonium ions in Danish soils', 36(1) 71-88, Plant Soil.

Njukeng, N.J., Nkeng, E.G., Ehabe, E.E. , Schnug, E., 2013., 'A Comparative Study on the use of Calcium Acetate Lactate, Calcium Chloride and Acidic Ammonium Acetate-Ethylene Diaminetetra Acetic Acid (AAAc-EDTA) for the Quantification of Extractable, P, K and Mg from Acidic Soils', Vol.: 3, Issue.: 1, International Research Journal of Pure and Applied Chemistry.

Ogaard, A.F. , Krogstad, T., 2005., 'Release of interlayer potassium in Norwegian grassland soils', Journal of Plant Nutrition and Soil Science168,80-88.

Orlovius, K., 1987., 'Entwicklung der K-Gehalte im Boden (CAL und EUF) bei optimaler Kali-Düngung, dargestelt an Hand langjähriger Feldversuche', 24: 175-185., VDLUFA-Schriftenreihe.

Pantović, M., 1962., 'Fiksaciona sposobnost za kalijum glavnih tipova zemljišta Srbije', Poljoprivredni fakultet, Beograd.

Pearson, R.C. , Goheen, A.C., 1998., 'Compendium of Grape Diseases.', The American Phytopathological Society, USA.

Perković, I., Pernar, N. , Bakšić, D. 2013., 'Comparison of two sieving and sedimentation methods for determination of particle size distribution – possibilities and limitations of interpretation', Šumarski list, 11–12, 567–574, Zagreb.

Pernar, N., Vukelić, D., Bakšić, D. , Baričević, D. 2004., 'Prilog poznavanja geneze i svojstava tla ritskog područja sjeveroistočne Baranje', Hrvatsko šumarsko društvo, Zagreb.

Ping, H., Jiyun, J., Li, W. , Liu, X., 2006., 'Potassium and plant health', IPI-ISSAS International Workshop on Soil K and K fertilizer management, Zhuhai.

Popović, B., 2009., 'Usporedba metoda za određivanje pristupačnosti fosfora u tlu', Poljoprivredni fakultet, Doktorska disertacija, Osijek.

Popp, T., Gransee, A., 2005., 'Long-term potassium balance on field, farm and country levels,', AUP-IMPHOS-IPI Field Day and Seminar, Bierglinek.

Pratt, P.F., Morse, H.H. 1954., 'Potassium release from non excangeable forms in Ohio soils', Agricultural experiment station, Ohio.

Quemener, J., 1979., 'The measurement of soil potassium', IPI Research Topics,No.4., Bern.

Raheb, A., Heidari, A., 2012., ' Effects of clay mineralogy and physico-chemical properties on potassium availability under soil aquic conditions', J. Soil Sci. Plant Nut., vol.12, n.4, pp. 747-761.

Rajković, Ž., 1965., 'Lakopristupačni oblici kalijuma u zemljištima Srbije', Letopis naučnih radova, Poljoprivrednog fakulteta, 11: 49-71., Novi Sad.

Raskar, B.N. , Pharande, A.L., 1997., 'Different forms of potassium and their distribution in some important soil series of Vertisol and Alfisol of western Maharashtra', 13(1): 21-30., J. Pot. Res.

Rastija, D., 2006., 'Režim vlažnosti i prinosi kukuruza i pšenice na kalciziranim kiselim tlima', Osijek.

Rastija, D., 2014., 'Plodnost i opterećenost tala u pograničnom području', Poljoprivredni fakultet , Osijek.

Rastija, D, Lončarić, Z, Škripek, Ž, Japundžić Palenkić, B , Varošić, A 2009., 'Utjecaj kalcizacije i gnojidbe na promjene kemijskih svojstava tla iprinos kukuruza', Poljoprivredni fakultet, Osijek.

Rastija, D., Zebec, V., Semialjac, Z., Matijević, J., 2011., 'Utjecaj kalcizacije i gnojidbe na promjene kemijskih svojstava lesiviranog pseudoglejnog tla', Poljoprivredni fakultet, Osijek.

Rašić, D., Šeput, M., Halter, J., Andrišić, M., Komesarović, B., Cvjetković, S., 2011., 'Organska tvar i pH u tlima istočne Hrvatske', Agronomski fakultet , Opatija.

Reitmeier, R.F., Holmes, R.S., Brown, I.C., Klip, L.W. , Parks, R.T., 1948., 'Release of non exchangeable potassium by greenhouse, Neubauer and laboratory methods', Soil Sci.Soc.Amer.Proc.12:158-162.

Romer, W., Wulf, F. , Classen, N., 1999., 'Auswirkungen einer zehnjahrigen differenzierten P-Dungung auf zwei Sandboden und die Aussagefahigkeit der DL-methode.', 52. 287-295., Tagung der DGP, Halle.

Romheld, V. , Kirkby, E.A., 2010., 'Research on Potassium in Agriculture Needs and Prospects', 335:155-180, Plant and Soil.

Romheld, V , Kirkby, E 2010., 'Research on potassium in agriculture: needs and prospects', Plant Soil 335: 155-180.

Romić, D., Marušić, J., 2005., 'NAPNAV – Nacionaln iprojekt navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj', Agronomski fakultet, Zagreb.

Rubinić, V., 2013., 'Geneza pseudogleja kontinentalne Hrvatske', Agronomski fakultet, Zagreb.

Salminen, R., 2005., 'Geochemical Atlas of Europe. Part 1 - ackground Information, Methodology and Maps', Geological Survey of Finland, Otatieto.

Schollenberger, C.J., Simon, R.H., 1945., 'Determination of exchange capacity and exchangeable bases in soils-ammonium acetate method', 59:13-24, Soil Sci.

Sever, Z., Bensa, A., Bogunović, M, , Krklec, K.,2011., 'Kvaliteta humusa glavnih tipova tala kontinentalne Hrvatske', Agronomski fakultet, Zagreb.

Shamra, B.D., Rajinder, S., Brar, M.S., Sidhu, P.S., 1997., 'Forms of potassium in Typic Haplustalfs of Punjab II. Naura soil series.', 13(3/4): 195-202, Journal of Potassium Research.

Sharma, U., Bhandari, A.R., 2003., 'Potassium distribution in some apple orchards of high hill wet temperate zone of Himachal', 19: 29-32., J. Potassium Res.

Sharma, A., Sanjay, A., Jalali, V.K., Verma, V.S. , Brinder, S., 2012., 'Nonexchangeable Potassium Displacement in Relation to Potassium Availability to Rainfed Maize under Nitrogen Fertilization', Communications in Soil Science and Plant Analysis.

Singh, O.P. , Datta, B., 1986., 'Forms of potassium in some soils of Mizoram', 34,187-190, Jurnal of the Indian Society of Soil Science.

SoilSurveyStaff 1951., 'Soil Survey Staff', Soil survey manual, USDA-ARS. Govt.

Srinivasa, R., Subba, R., Rupa, T., 2001., 'Need for inclusion of nonexchangeable potassium in soil test based potassium fertilizer recommendations', 46:31-40, Fertilizer News.

Ståhlberg, S 1980., 'A New Extraction Method for Estimation of Plant-available P, K and Mg', Acta Agriculturæ Scandinavica, 30,93-107.

Steffens, D., 2006., 'Interaction between K and N for Maize and Wheat', IPI-ISSAS International Workshop, Zhuhai.

Šimunić, I, Pandžić, K, Ivančan Picek, B, Bogunović, M , Husnjak, S 2007., 'Analiza manjka vode za razne biljne kulture', Agronomski glasnik, Zagreb.

Šipek, M., 2014., 'Utjecaj načina korištenja tla i nagiba terena na temeljna svojstva pseudogleja', Agronomski fakultet, Zagreb.

Škorić, A., 1965., 'Pedološki praktikum', Zagreb.

Škorić, A., 1973., 'Pedološki praktikum', Agronomski fakultet, Zagreb.

Škorić, A 1977., 'Tla Slavonije i Baranje', Izdavački zavod Jugoslavenske akademije, Zagreb.

Škorić, A., 1982., 'Priručnik za pedološka istraživanja', Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb.

Škorić, A., 1991., 'Sastav i svojstva tla; Pedološko i biljnoekološko značenje', Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb.

Škorić, A., Filipovski, G. , Ćirić, M., 1985., 'Klasifikacija tala Jugoslavije', Poljoprivredni i šumarski fakultet, Zagreb.

Teklić, T., 1996., 'EUF - metoda u kontroli plodnosti pseudoglejnih tala', Poljoprivredni fakultet, Osijek.

Tomašić, M., 2011., 'Kationsko izmjenjivački kompleks na dominantnim tipovima tala Republike Hrvatske', Agronomski fakultet, Zagreb.

Vidaček, Ž., Karavidović, P., Mihalić, A., Galović, V., 1997., 'Agroekološke značajke Istočne Slavonije i Baranje', Agronomski glasnik, Zagreb.

Vukadinović, V. , Bertić, B., 1988., 'Prktikum iz agrokemije i ishrane bilja', Poljoprivredni fakultet , Osijek.

Vukadinović, V., Bertić, B., Kovačević, V., Vukadinović, V., Lončarić, Z., 2006., 'Potassium fixation in heavy soils of east Croatia', 34 (2006), 1; 351-354, Cereal Research Communications.

Vukadinović, V, Bertić, B, Laktić, V, Dropulić, D , Brnović, M 1990., 'Komparacija EUF i AL metode za područje Baranje', 20,328-335, Research and practice in agriculture and food technology.

Vukadinović, V., Lončarić, Z., 1998., 'Ishrana bilja', Poljoprivredni fakultet, Osijek.

Vukadinović, V., Lončarić, Z. , Teklić, T., 2000., 'Kalkulator za preporuku gnojidbe povr', Zbornik sažetaka 36. znanstvenog skupa hrvatskih agronoma s međunarodnim sudjelovanjem:Postignućai perspektive hrvatskog poljodjelstva , Opatija.

Vukadinović, V. , Vukadinović, V., 2011., 'Ishrana bilja', Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.

Wunderer, W., Fardosi, A., Baumgatren, A., Bauer, K., 2003., 'Richtlinien für die Sachgerechte Dügung im Weinbau', Tulln.

Zhang, H., Xu, M., Zhang, W., He, X., 2009., 'Factor affecting potassium fixation in sevensoils under 15 year ter,fertilization', Chinese Science Bulletin 54:1773-1780.

Živković, M., 1991., 'Pedologija, Prva knjiga, Geneza sastav i osobine zemljišta', Naučna knjiga, Beograd.

7. SAŽETAK

Kalij pripada alkalnoj grupi elemenata, sedmi je najrasprostranjeniji element u Zemljinoj kori te jedan od elemenata koji ulaze u sastav minerala koji tvore matične stijene iz kojih se procesima pedogeneze razvijaju tla. Kalij se nalazi u većini tala u relativno velikim količinama, premda može varirati u širokom rasponu ovisno o teksturi tla. Provedeno istraživanje je usmjereno na problematiku statusa kalija u različitim poljoprivrednim tlima Istočne Hrvatske te je cilj istraživanja bio usporediti metode ekstrakcije lako pristupačnog kalija iz tla s AL-metodom kao najraširenijom metodom u Republici Hrvatskoj, odrediti utjecaj tipa tla na pogodnost metode za analizu lako pristupačnog kalija u tlu, odrediti utjecaj tipa tla i fizikalno-kemijskih svojstava na fiksaciju kalija, te izraditi kompjutorski model procjene fiksacije kalija u različitim tlima. Supstitucijska kiselost (pH_{KCl}) istraživanih tala kretala se od 3,27 do 7,91, sadržaj humusa od 0,83 do 11,80 %, AL-P od 0,58 do 171,88, AL-K 6,88 do 63,35, Hk 0,22 do 8,40, te sadržaj karbonata 0,84 do 16,13 %, što znači da su uzorci bili izrazito heterogeni. Uzorci su obuhvaćali devet sistematskih jedinica unutar sedam tipova tala: eutrično smeđe tlo, lesivirano tlo, lesivirano preudoglejno, pseudoglej, aluvij, pseudoglej glej, ritsku crnicu, močvarno glejno hipoglejno te močvarno glejno amfiglejno tlo. Fizikalna svojstva tla utvrđena su za sve uzorke i za sve tipove tala s izraženom heterogenošću rezulatata gdje je utvrđena statistički značajna razlika između svih tipova tala za sva istraživana svojstva. Svi tipovi tala statistički se značajno razlikuju u dinamici kalija, a značajno najviša frakcija kod svih tipova tala bila je ukupni kalij, zatim slijedi frakcija kalija uklopljenog u kristalnu rešetku minerala, frakcija teško pristupačnog kalija te na kraju frakcija lako pristupačnog kalija. Usporedba analiziranih kemijskih metoda ekstrakcije kalija iz tla visoke je preciznosti, a najpouzdanije su usporedbe AL metode s AAEDTA, zatim slijedi redom: AA, $BaCl_2$, EUF, Bray, EUF1 i EUF 2 metoda. Regresijski modeli vrlo su jednostavni i primjenjivi jer mogu dati nove podatke već na temelju koncentracije kalija ekstrahiranog AL metodom. Preciznost modela značajno povećavaju podatci o ostalim agrokemijskim svojstvima tla, prije svih pH reakcija te sadržaj humusa. Dopunski preciznost modela mogu povećati rjeđe raspoloživi podatci o fizikalnim svojstvima tla, veličini KIK-a i udjelu kalija na KIK-u. Razvijene modele potrebno je validirati setovima podataka poznatih, analitički utvrđenih vrijednosti s poljskih pokusa.

8. SUMMARY

Potassium belongs to the group of alkaline elements, it is the seventh most abundant element in the Earth's crust, and one of the elements that enter into the composition of minerals that form the parent rocks from which the soils are formed. Potassium is found in most soils in relatively large quantities, although its concentrations may vary based on the soil texture. The research is focused on the problem of the status of potassium in different agricultural soils of Eastern Croatian, and the aim of the study was to compare the extraction methods of readily available potassium in the soil with AL-method as the most common method in the Republic of Croatia, to determine the influence of soil type on the suitability of methods for the analysis of easily accessible potassium in the soil, to determine the effects of soil type and physico-chemical properties on the fixation of potassium, and to create a computer model that estimates fixation of potassium in different soils. Exchangeable acidity (pH KCl) of investigated soils ranged from 3.27 to 7.91, organic matter content ranged from 0.83 to 11.80%, AL-P ranged from 0.58 to 171.88mg/100g , AL-K from 6.88 to 63,35 mg 100g, Hy 0.22 to 8.40, and carbonate content from 0.84 to 16.13%, which means that the samples were very heterogeneous. The physical properties of the soil were determined for all samples and for all soil types with significant heterogeneity of results where statistical significant difference has been determined between all soil types for all studied properties. All soil types have statistically significant difference in the dynamics of potassium, where substantially highest fraction at all soil types was total potassium fraction, followed by potassium fraction that is incorporated in the crystal structure, fraction of low available potassium, and finally fraction of the readily available potassium. Comparison of analyzed extraction methods of potassium from the soil is of high precision, and most reliable comparisons are of AL methods with AAEDTA, followed by a: AA, BaCl2, ECF, Bray, EUF1 and ECF 2 method. Regression models are very simple and applicable since they can provide new information based on the concentration of potassium extracted AL method. The accuracy of the model significantly increases by using additional soil properties data, mainly the pH reaction and organic matter content. Additional precision of the model can increase by adding some additional soil properties data such as CEC and proportion of potassium in CEC. The developed model is necessary to be validated on the data sets of known analytically determined values from field experiments.

9. PRILOG

I. Popis kratica

ES	Eutrično smeđe tlo
L	Lesivirano tlo
LPs	Lesivirano pseudoglejno tlo
Ps	Pseudoglejno tlo
A	Aluvijalno tlo
PsG	Pseudoglej glejno tlo
RC	Ritska crnica
MGH	Močvarno glejno hipoglejno tlo
MGA	Močvarno glejno amfiglejno tlo
K_{UK}	Ukupni kalij
K_{MIN}	Kalij uklopljen u kristalnu rešetku minerala
K_{FIKS}	Teško pristupačni ili fiksirani kalij
K_f	Fiksacijska sposobnost tla za kalij
K_G	Kalij apliciran gnojidbom pri određivanju fiksacijske sposobnosti
K_{IZ}	Izmjerena koncentracija kalija pri određivanju fiksacijske sposobnosti
K_{AL}	Lako pristupačni kalij određen AL metodom
K_{AA}	Lako pristupačni kalij određen AA metodom
K_{AAEDTA}	Lako pristupačni kalij određen AAEDTA metodom
K_{BRAY}	Lako pristupačni kalij određen BRAY metodom
K_{BACL2}	Lako pristupačni kalij određen $BaCl_2$ metodom
K_{EUF1}	Prva frakcija kalija određenog EUF metodom
K_{EUF2}	Druga frakcija kalija određenog EUF metodom
K_{EUF}	Ukupna frakcija kalija određenog EUF metodom
KIK	Kationski izmjenjivački kapacitet tla
K_{KIK}	Udio kalija na kationskom izmjenjivačkom kapacitetu tla
HY	Higroskopna vlaga
KP	Sadržaj čestica krupnog pijeska
SP	Sadržaj čestica sitnog pijeska
KPr	Sadržaj čestica krupnog praha
SPr	Sadržaj čestica sitnog praha
G	Sadržaj čestica gline
G_{H2O}	Sadržaj čestica gline bez disperznog sredstva
Ss	Stabilnost mikrostrukturnih agregata tla
ρ_V	Volumna gustoća tla
ρč	Gustoća čvrste faze tla
P	Sadržaj pora u tlu
Kv	Retencijski kapacitet tla za vodu
Kz	Retencijski kapacitet tla za zrak
Gp	Gustoća pakovanja
Ap	Humusno akumulativni antropogeni horizont
(B)v	Kambični horizont
Bt	Iluvijalni horizont
Btg	Iluvijalni pseudoglejni horizont
Eg	Eluvijalni horizont

Gso	Glejni sekundarno oksidirani horizont
Gr	Glejni reducirani horizont
C	Matični supstrat
HK	Hidrolitska kiselost
mav	Masa apsolutno vlažnog uzorka tla
ms	Masa apsolutno suhog uzorka tla
Mgsp	Utvrđena koncentracija Mg u slijepoj probi (barij klorid metoda)
Mgu	Utvrđena koncentracija Mg u uzorkui (barij klorid metoda)
a	Masa natrij pirofosfata u 10 ml suspenzije
n	Broj uzoraka
Al_{K20}	Lako pristupačni kalij određen Al metodom (mg K_2O/100g tla)
Al_{P2O5}	Lako pristupačni fosfor određen Al metodom (mg P_2O_5/100g tla)
pH_{KCl}	Supstitucijska kiselost tla
pH_{H2O}	Aktualna kiselost tla
min.	Minimum
maks.	Maksimum
St.devijacija	Standardna devijacija
Y_I-Y_{VII}	Razina modela
r	Koeficijent korelacije

II. Koeficijenti korelacije komparativnih metoda za određivanje pristupačnog kalija u tlu ovisno o tipu tla

ES	K_{AL}	K_{AA}	K_{AAEDTA}	K_{BRAY}	K_{BACL2}	K_{EUF1}	K_{EUF2}	K_{EUF}
K_{AL}	1							
K_{AA}	0,805	1						
K_{AAEDTA}	0,851	0,844	1					
K_{BRAY}	0,594	0,814	0,739	1				
K_{BACL2}	0,719	0,542	0,509	0,431	1			
K_{EUF1}	0,838	0,761	0,730	0,582	0,714	1		
K_{EUF2}	0,860	0,667	0,679	0,447	0,537	0,817	1	
K_{EUF}	0,888	0,755	0,742	0,550	0,669	0,966	0,938	1

L	K_{AL}	K_{AA}	K_{AAEDTA}	K_{BRAY}	K_{BACL2}	K_{EUF1}	K_{EUF2}	K_{EUF}
K_{AL}	1							
K_{AA}	0,998	1						
K_{AAEDTA}	0,998	0,998	1					
K_{BRAY}	0,991	0,992	0,994	1				
K_{BACL2}	0,985	0,989	0,991	0,984	1			
K_{EUF1}	0,951	0,961	0,952	0,962	0,949	1		
K_{EUF2}	0,981	0,982	0,984	0,979	0,983	0,953	1	
K_{EUF}	0,970	0,977	0,971	0,977	0,969	0,996	0,977	1

Lps	K_{AL}	K_{AA}	K_{AAEDTA}	K_{BRAY}	K_{BACL2}	K_{EUF1}	K_{EUF2}	K_{EUF}
K_{AL}	1							
K_{AA}	0,983	1						
K_{AAEDTA}	0,991	0,996	1					
K_{BRAY}	0,937	0,919	0,939	1				
K_{BACL2}	0,986	0,971	0,974	0,914	1			
K_{EUF1}	0,864	0,798	0,831	0,834	0,804	1		
K_{EUF2}	0,853	0,874	0,871	0,616	0,854	0,685	1	
K_{EUF}	0,928	0,890	0,912	0,819	0,887	0,963	0,856	1

Ps	K_{AL}	K_{AA}	K_{AAEDTA}	K_{BRAY}	K_{BACL2}	K_{EUF1}	K_{EUF2}	K_{EUF}
K_{AL}	1							
K_{AA}	0,987	1						
K_{AAEDTA}	0,983	0,998	1					
K_{BRAY}	0,937	0,972	0,982	1				
K_{BACL2}	0,987	0,999	0,996	0,968	1			
K_{EUF1}	0,979	0,991	0,995	0,987	0,989	1		
K_{EUF2}	0,996	0,977	0,974	0,926	0,980	0,971	1	
K_{EUF}	0,989	0,993	0,995	0,976	0,992	0,998	0,985	1

A	K_{AL}	K_{AA}	K_{AAEDTA}	K_{BRAY}	K_{BACL2}	K_{EUF1}	K_{EUF2}	K_{EUF}
K_{AL}	1							
K_{AA}	0,986	1						
K_{AAEDTA}	0,984	0,983	1					
K_{BRAY}	0,947	0,939	0,963	1				
K_{BACL2}	0,961	0,935	0,961	0,953	1			
K_{EUF1}	0,929	0,859	0,912	0,907	0,946	1		
K_{EUF2}	0,770	0,707	0,743	0,756	0,814	0,842	1	
K_{EUF}	0,912	0,842	0,892	0,892	0,938	0,986	0,920	1

PsG	K_{AL}	K_{AA}	K_{AAEDTA}	K_{BRAY}	K_{BACL2}	K_{EUF1}	K_{EUF2}	K_{EUF}
K_{AL}	1							
K_{AA}	0,980	1						
K_{AAEDTA}	0,986	0,996	1					
K_{BRAY}	0,952	0,965	0,981	1				
K_{BACL2}	0,984	0,976	0,987	0,976	1			
K_{EUF1}	0,950	0,906	0,929	0,925	0,950	1		
K_{EUF2}	0,934	0,873	0,896	0,871	0,913	0,981	1	
K_{EUF}	0,949	0,899	0,923	0,912	0,942	0,998	0,991	1

RC	K_{AL}	K_{AA}	K_{AAEDTA}	K_{BRAY}	K_{BACL2}	K_{EUF1}	K_{EUF2}	K_{EUF}
K_{AL}	1							
K_{AA}	0,883	1						
K_{AAEDTA}	0,850	0,968	1					
K_{BRAY}	0,718	0,941	0,901	1				
K_{BACL2}	0,898	0,863	0,805	0,785	1			
K_{EUF1}	0,892	0,803	0,686	0,728	0,924	1		
K_{EUF2}	0,808	0,911	0,939	0,858	0,809	0,749	1	
K_{EUF}	0,911	0,912	0,859	0,843	0,931	0,944	0,926	1

MGH	K_{AL}	K_{AA}	K_{AAEDTA}	K_{BRAY}	K_{BACL2}	K_{EUF1}	K_{EUF2}	K_{EUF}
K_{AL}	1							
K_{AA}	0,978	1						
K_{AAEDTA}	0,995	0,985	1					
K_{BRAY}	0,967	0,922	0,947	1				
K_{BACL2}	0,991	0,970	0,990	0,957	1			
K_{EUF1}	0,974	0,979	0,970	0,972	0,973	1		
K_{EUF2}	0,968	0,975	0,958	0,963	0,962	0,994	1	
K_{EUF}	0,973	0,979	0,968	0,971	0,972	1,000	0,996	1

MGA	K_{AL}	K_{AA}	K_{AAEDTA}	K_{BRAY}	K_{BACL2}	K_{EUF1}	K_{EUF2}	K_{EUF}
K_{AL}	1							
K_{AA}	0,943	1						
K_{AAEDTA}	0,926	0,953	1					
K_{BRAY}	0,722	0,758	0,781	1				
K_{BACL2}	0,925	0,971	0,948	0,820	1			
K_{EUF1}	0,864	0,689	0,735	0,921	0,789	1		
K_{EUF2}	0,711	0,650	0,704	0,583	0,614	0,677	1	
K_{EUF}	0,880	0,722	0,773	0,897	0,796	0,984	0,796	1

laka tla	K_{AL}	K_{AA}	K_{AAEDTA}	K_{BRAY}	K_{BACL2}	K_{EUF1}	K_{EUF2}	K_{EUF}
K_{AL}	1							
K_{AA}	0,988	1						
K_{AAEDTA}	0,987	0,993	1					
K_{BRAY}	0,962	0,977	0,976	1				
K_{BACL2}	0,983	0,986	0,981	0,962	1			
K_{EUF1}	0,925	0,926	0,923	0,916	0,941	1		
K_{EUF2}	0,892	0,896	0,908	0,854	0,891	0,884	1	
K_{EUF}	0,938	0,940	0,941	0,920	0,950	0,991	0,939	1

srednja tla	K_{AL}	K_{AA}	K_{AAEDTA}	K_{BRAY}	K_{BACL2}	K_{EUF1}	K_{EUF2}	K_{EUF}
K_{AL}	1							
K_{AA}	0,966	1						
K_{AAEDTA}	0,971	0,991	1					
K_{BRAY}	0,876	0,925	0,928	1				
K_{BACL2}	0,952	0,945	0,948	0,871	1			
K_{EUF1}	0,906	0,921	0,912	0,917	0,905	1		
K_{EUF2}	0,833	0,805	0,784	0,628	0,779	0,771	1	
K_{EUF}	0,930	0,932	0,918	0,870	0,912	0,978	0,887	1

teška tla	K_{AL}	K_{AA}	K_{AAEDTA}	K_{BRAY}	K_{BACL2}	K_{EUF1}	K_{EUF2}	K_{EUF}
K_{AL}	1							
K_{AA}	0,959	1						
K_{AAEDTA}	0,953	0,981	1					
K_{BRAY}	0,875	0,951	0,931	1				
K_{BACL2}	0,958	0,952	0,943	0,891	1			
K_{EUF1}	0,921	0,936	0,884	0,911	0,930	1		
K_{EUF2}	0,881	0,848	0,880	0,737	0,854	0,810	1	
K_{EUF}	0,949	0,947	0,924	0,888	0,945	0,976	0,919	1

III. Koeficijenti korelacije osnovnih kemijskih i fizikalnih svojstava tala

Svi uzorci	pH(H_2O)	pH(KCl)	AL-P_2O_5	AL-K_2O	Humus	$CaCO_3$	HK	KP	SP	KPr	SPr	G	KIK
pH(H_2O)	1												
pH(KCl)	0,991	1											
AL-P_2O_5	0,176	0,201	1										
AL-K_2O	-0,260	-0,237	0,506	1									
Humus	0,265	0,258	0,244	0,090	1								
$CaCO_3$	0,523	0,527	0,069	0,037	0,122	1							
HK	-0,766	-0,787	0,194	0,353	-0,249	0,000	1						
KP	-0,063	-0,023	0,000	-0,109	-0,202	0,011	0,231	1					
SP	0,335	0,370	0,019	-0,396	-0,127	-0,048	0,072	0,461	1				
KPr	-0,330	-0,295	-0,083	0,146	-0,504	-0,088	0,134	-0,164	-0,229	1			
SPr	-0,120	-0,140	-0,021	0,250	0,340	0,187	-0,019	-0,394	-0,715	-0,109	1		
G	0,002	-0,066	0,065	0,193	0,430	-0,001	-0,205	-0,394	-0,607	-0,510	0,386	1	
KIK	0,561	0,507	0,216	-0,085	0,588	0,109	-0,291	-0,259	-0,111	-0,636	0,130	0,673	1

ES	pH(H_2O)	pH(KCl)	AL-P_2O_5	AL-K_2O	Humus	$CaCO_3$	HK	KP	SP	KPr	SPr	G	KIK
pH(H_2O)	1												
pH(KCl)	0,988	1											
AL-P_2O_5	0,688	0,670	1										
AL-K_2O	0,432	0,393	0,603	1									
Humus	0,025	0,003	0,498	0,150	1								
$CaCO_3$	0,539	0,627	-0,008	0,268	-0,400	1							
HK	-0,968	-0,928	-0,709	-0,440	0,179	0,000	1						
KP	0,100	0,158	-0,059	-0,084	-0,264	0,198	0,447	1					
SP	-0,171	-0,132	-0,110	0,063	-0,015	0,254	0,598	0,705	1				
KPr	0,311	0,358	0,290	0,035	-0,133	0,498	-0,449	-0,148	-0,288	1			
SPr	0,436	0,412	0,004	-0,145	-0,270	0,082	-0,609	-0,212	-0,459	0,191	1		
G	-0,393	-0,448	-0,124	0,033	0,315	-0,543	0,124	-0,403	-0,321	-0,614	-0,419	1	
KIK	0,416	0,398	0,323	0,058	0,299	-0,230	0,002	0,040	-0,096	-0,391	-0,107	0,416	1

L	pH(H_2O)	pH(KCl)	AL-P_2O_5	AL-K_2O	Humus	$CaCO_3$	HK	KP	SP	KPr	SPr	G	KIK
pH(H_2O)	1												
pH(KCl)	0,984	1											
AL-P_2O_5	-0,078	-0,038	1										
AL-K_2O	-0,326	-0,262	0,591	1									
Humus	0,013	0,108	0,405	0,347	1								
$CaCO_3$	-1,000	1,000	1,000	-1,000	1,000	1							
HK	-0,733	-0,700	0,292	0,521	0,098	0,000	1						
KP	-0,308	-0,347	-0,282	-0,120	-0,540	1,000	-0,052	1					
SP	-0,140	-0,183	-0,279	-0,159	-0,583	-1,000	-0,256	0,903	1				
KPr	-0,075	-0,032	0,387	0,267	0,305	-1,000	0,370	-0,687	-0,766	1			
SPr	0,107	0,143	0,265	0,172	0,692	1,000	0,152	-0,775	-0,875	0,439	1		
G	0,517	0,531	-0,090	-0,182	0,332	-1,000	-0,097	-0,758	-0,670	0,243	0,563	1	
KIK	0,621	0,641	-0,104	-0,312	0,211	1,000	-0,291	-0,368	-0,295	-0,054	0,292	0,637	1

LPs	pH(H_2O)	pH(KCl)	AL-P_2O_5	AL-K_2O	Humus	$CaCO_3$	HK	KP	SP	KPr	SPr	G	KIK
pH(H_2O)	1												
pH(KCl)	0,987	1											
AL-P_2O_5	0,455	0,477	1										
AL-K_2O	-0,096	-0,090	0,446	1									
Humus	0,412	0,415	0,157	-0,272	1								
$CaCO_3$	0,968	0,966	0,906	0,869	0,847	1							
HK	-0,861	-0,868	-0,018	0,170	-0,135	0,000	1						
KP	-0,277	-0,236	-0,009	0,489	-0,342	-0,833	0,365	1					
SP	-0,092	-0,061	-0,128	-0,145	-0,290	-0,764	0,403	0,350	1				
KPr	-0,141	-0,115	-0,016	0,081	-0,374	-0,510	-0,021	0,282	-0,087	1			
SPr	0,037	0,026	-0,143	-0,013	0,254	-0,034	-0,222	-0,276	-0,307	-0,648	1		
G	0,265	0,214	0,237	-0,136	0,470	0,833	-0,062	-0,547	-0,261	-0,621	0,065	1	
KIK	0,587	0,589	0,465	-0,165	0,770	0,908	-0,231	-0,502	-0,303	-0,570	0,368	0,650	1

Ps	pH(H_2O)	pH(KCl)	AL-P_2O_5	AL-K_2O	Humus	$CaCO_3$	HK	KP	SP	KPr	SPr	G	KIK
pH(H_2O)	1												
pH(KCl)	0,987	1											
AL-P_2O_5	-0,152	-0,138	1										
AL-K_2O	0,172	0,172	0,592	1									
Humus	0,478	0,583	-0,084	0,240	1								
$CaCO_3$	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1							
HK	-0,833	-0,840	0,432	0,226	-0,483	0,000	1						
KP	-0,343	-0,339	0,078	-0,360	-0,194	0,000	0,219	1					
SP	-0,046	-0,045	0,064	-0,186	-0,291	0,000	0,131	0,653	1				
KPr	0,108	0,030	-0,220	-0,138	-0,155	0,000	-0,300	-0,087	-0,374	1			
SPr	0,289	0,344	0,068	0,230	0,398	0,000	-0,294	-0,424	-0,490	-0,271	1		
G	-0,166	-0,164	-0,001	0,234	0,125	0,000	0,280	-0,645	-0,586	-0,059	-0,059	1	
KIK	0,416	0,421	0,209	0,149	0,016	0,000	-0,149	-0,395	0,100	-0,420	0,052	0,329	1

A	pH(H_2O)	pH(KCl)	AL-P_2O_5	AL-K_2O	Humus	$CaCO_3$	HK	KP	SP	KPr	SPr	G	KIK
pH(H_2O)	1												
pH(KCl)	0,674	1											
AL-P_2O_5	-0,282	0,200	1										
AL-K_2O	-0,651	-0,288	0,349	1									
Humus	-0,358	-0,407	-0,337	0,559	1								
$CaCO_3$	0,468	0,540	-0,310	-0,129	0,178	1							
HK	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1						
KP	-0,334	0,103	0,344	0,203	-0,234	0,006	0,000	1					
SP	-0,125	0,431	0,454	0,005	-0,311	-0,246	0,000	0,301	1				
KPr	0,775	0,380	-0,132	-0,653	-0,339	0,031	0,000	-0,492	-0,104	1			
SPr	-0,137	-0,519	-0,475	0,251	0,552	0,307	0,000	-0,333	-0,870	-0,269	1		
G	-0,228	-0,686	-0,282	0,229	0,353	-0,129	0,000	-0,357	-0,832	-0,154	0,813	1	
KIK	0,387	-0,056	-0,113	-0,338	0,034	0,032	0,000	-0,280	-0,447	0,608	0,154	0,178	1

PsG	pH(H_2O)	pH(KCl)	AL-P_2O_5	AL-K_2O	Humus	$CaCO_3$	HK	KP	SP	KPr	SPr	G	KIK
pH(H_2O)	1												
pH(KCl)	0,984	1											
AL-P_2O_5	-0,059	-0,047	1										
AL-K_2O	-0,099	-0,095	0,913	1									
Humus	0,088	0,035	0,397	0,301	1								
$CaCO_3$	0,581	0,728	-0,795	-0,764	-0,149	1							
HK	-0,681	-0,719	0,270	0,334	-0,117	0,000	1						
KP	-0,162	-0,054	-0,118	0,063	-0,438	0,912	0,551	1					
SP	-0,113	-0,025	-0,130	-0,125	-0,006	-0,413	0,042	0,163	1				
KPr	0,020	0,100	-0,209	-0,207	-0,465	0,287	0,140	0,519	0,124	1			
SPr	0,060	0,017	0,131	0,106	-0,171	0,103	0,170	0,008	-0,780	-0,083	1		
G	0,070	-0,051	0,199	0,178	0,489	0,067	-0,316	-0,657	-0,493	-0,839	0,153	1	
KIK	0,323	0,215	0,266	0,182	0,511	0,900	-0,168	-0,489	-0,555	-0,670	0,258	0,849	1

RC	pH(H_2O)	pH(KCl)	AL-P_2O_5	AL-K_2O	Humus	$CaCO_3$	HK	KP	SP	KPr	SPr	G	KIK
pH(H_2O)	1												
pH(KCl)	0,985	1											
AL-P_2O_5	0,700	0,766	1										
AL-K_2O	0,406	0,450	0,586	1									
Humus	0,088	0,201	0,394	-0,085	1								
$CaCO_3$	0,718	0,746	0,448	0,225	0,390	1							
HK	1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	0,000	1						
KP	0,430	0,437	0,152	-0,174	0,567	0,721	-1,000	1					
SP	0,438	0,459	0,373	-0,119	0,685	0,458	-1,000	0,743	1				
KPr	-0,396	-0,349	-0,365	0,131	-0,313	-0,258	-1,000	-0,292	-0,512	1			
SPr	-0,049	0,001	0,303	-0,119	0,559	0,352	-1,000	0,190	0,128	-0,485	1		
G	0,299	0,195	0,085	-0,024	-0,334	-0,169	1,000	-0,184	0,028	-0,724	-0,077	1	
KIK	0,553	0,542	0,538	-0,035	0,332	0,255	1,000	0,264	0,512	-0,687	0,121	0,546	1

MGH	pH(H_2O)	pH(KCl)	AL-P_2O_5	AL-K_2O	Humus	$CaCO_3$	HK	KP	SP	KPr	SPr	G	KIK
pH(H_2O)	1												
pH(KCl)	0,977	1											
AL-P_2O_5	0,503	0,543	1										
AL-K_2O	0,030	0,131	0,672	1									
Humus	0,232	0,253	0,180	0,051	1								
$CaCO_3$	0,843	0,798	0,298	0,284	-0,303	1							
HK	-0,929	-0,862	0,232	0,729	0,086	0,000	1						
KP	0,100	0,152	-0,012	-0,073	0,206	-0,329	0,000	1					
SP	0,063	0,123	-0,041	-0,176	0,012	-0,325	-0,172	0,879	1				
KPr	-0,157	-0,134	0,157	0,154	-0,481	0,611	0,448	-0,627	-0,520	1			
SPr	0,066	0,075	0,019	0,158	0,499	-0,181	0,161	-0,449	-0,574	-0,177	1		
G	0,036	-0,115	-0,191	-0,100	0,133	-0,010	-0,450	-0,369	-0,510	-0,296	0,356	1	
KIK	0,526	0,392	0,373	0,076	0,274	0,425	-0,474	-0,103	-0,310	-0,181	0,118	0,635	1

MGA	pH(H_2O)	pH(KCl)	AL-P_2O_5	AL-K_2O	Humus	$CaCO_3$	HK	KP	SP	KPr	SPr	G	KIK
pH(H_2O)	1												
pH(KCl)	0,987	1											
AL-P_2O_5	-0,034	0,038	1										
AL-K_2O	-0,128	-0,073	0,571	1									
Humus	-0,051	-0,028	0,345	0,617	1								
$CaCO_3$	0,721	0,677	0,214	-0,522	-0,171	1							
HK	-0,929	-0,959	0,003	-0,055	-0,232	0,000	1						
KP	0,428	0,406	-0,136	-0,389	-0,104	0,911	-0,420	1					
SP	-0,008	-0,007	-0,204	-0,081	-0,309	0,158	0,107	0,277	1				
KPr	-0,189	-0,109	0,326	-0,107	-0,421	-0,017	0,314	-0,195	-0,046	1			
SPr	0,365	0,372	0,179	0,226	0,478	0,558	-0,128	0,424	-0,286	-0,362	1		
G	0,033	-0,055	-0,357	0,071	0,354	-0,382	-0,315	-0,100	-0,134	-0,905	0,042	1	
KIK	0,363	0,299	-0,202	0,059	0,367	-0,176	-0,498	-0,016	-0,268	-0,808	0,223	0,856	1

laka	pH(H_2O)	pH(KCl)	AL-P_2O_5	AL-K_2O	Humus	$CaCO_3$	HK	KP	SP	KPr	SPr	G	KIK
pH(H_2O)	1												
pH(KCl)	0,995	1											
AL-P_2O_5	0,100	0,121	1										
AL-K_2O	-0,556	-0,536	0,205	1									
Humus	0,210	0,202	-0,021	0,000	1								
$CaCO_3$	0,326	0,466	-0,218	0,350	-0,088	1							
HK	-0,766	-0,773	0,436	0,429	-0,343	0,000	1						
KP	-0,027	-0,005	0,110	-0,093	-0,207	-0,071	0,092	1					
SP	0,583	0,589	0,227	-0,530	0,027	-0,275	0,013	0,320	1				
KPr	-0,419	-0,435	-0,233	0,288	-0,260	0,126	-0,141	-0,510	-0,723	1			
SPr	-0,330	-0,338	-0,190	0,418	0,331	0,278	-0,023	-0,376	-0,826	0,333	1		
G	-0,604	-0,603	-0,116	0,582	-0,085	0,188	0,226	-0,338	-0,872	0,552	0,673	1	
KIK	0,830	0,807	0,161	-0,498	0,210	-0,034	-0,047	-0,111	0,444	-0,351	-0,204	-0,423	1

srednja	pH(H_2O)	pH(KCl)	AL-P_2O_5	AL-K_2O	Humus	$CaCO_3$	HK	KP	SP	KPr	SPr	G	KIK
pH(H_2O)	1												
pH(KCl)	0,993	1											
AL-P_2O_5	0,336	0,362	1										
AL-K_2O	-0,015	0,009	0,457	1									
Humus	0,358	0,387	0,298	-0,041	1								
$CaCO_3$	0,545	0,557	0,137	0,369	0,102	1							
HK	-0,830	-0,847	0,350	0,341	-0,108	0,000	1						
KP	-0,189	-0,155	0,047	0,049	-0,039	-0,137	0,367	1					
SP	-0,005	0,018	0,023	-0,173	0,130	-0,043	-0,013	0,640	1				
KPr	-0,078	-0,091	0,014	0,208	-0,334	0,278	-0,095	-0,359	-0,554	1			
SPr	0,059	0,043	-0,117	-0,056	0,124	-0,130	0,143	-0,337	-0,396	-0,452	1		
G	0,205	0,203	0,141	-0,097	0,331	-0,336	-0,220	-0,294	-0,113	-0,182	-0,069	1	
KIK	0,604	0,614	0,313	-0,106	0,488	-0,032	-0,269	-0,131	-0,110	-0,128	0,061	0,475	1

teška	pH(H_2O)	pH(KCl)	AL-P_2O_5	AL-K_2O	Humus	$CaCO_3$	HK	KP	SP	KPr	SPr	G	KIK
pH(H_2O)	1												
pH(KCl)	0,984	1											
AL-P_2O_5	0,133	0,198	1										
AL-K_2O	0,034	0,102	0,804	1									
Humus	0,208	0,270	0,210	0,120	1								
$CaCO_3$	0,713	0,696	0,167	-0,191	0,187	1							
HK	-0,833	-0,838	0,164	0,182	-0,065	0,000	1						
KP	0,341	0,333	0,030	-0,181	0,112	0,661	-0,051	1					
SP	0,357	0,363	0,017	-0,100	0,399	0,353	-0,144	0,529	1				
KPr	-0,256	-0,191	0,109	0,183	-0,365	-0,296	0,121	-0,394	-0,470	1			
SPr	0,260	0,287	0,088	-0,045	0,535	0,424	-0,274	0,351	0,133	-0,456	1		
G	0,047	-0,049	-0,188	-0,160	0,052	-0,113	-0,032	0,066	0,143	-0,844	0,013	1	
KIK	0,463	0,406	0,066	-0,033	0,439	0,175	-0,185	0,112	0,311	-0,714	0,164	0,703	1

IV Osnovna kemijska i fizikalna svojstva oraničnih horizonata istraživanih tala

TIP TLA	pH(H2O)	pH(KCl)	AL-P2O5	AL-K2O	Humus	CaCO3	HK	KP	SP	KPr	SPr	G	Hy
Eutrično smeđe	8,23	7,18	17,89	24,98	1,83	2,13		0,35	1,68	43,20	30,22	24,55	3,05
Eutrično smeđe	6,83	5,72	9,08	22,14	2,28	0,85		2,12	9,92	38,95	29,41	19,60	2,06
Eutrično smeđe	7,12	5,67	11,10	28,88	2,10	0,85		0,25	1,35	38,28	31,04	29,08	3,03
Eutrično smeđe	8,17	7,55	17,44	23,31	1,90	2,97		0,99	2,51	41,81	34,88	19,80	2,53
Eutrično smeđe	6,99	5,83	2,78	15,82	2,34	1,27		0,48	1,68	37,91	35,16	24,77	2,72
Eutrično smeđe	8,32	7,91	10,94	27,93	1,21	16,13		1,25	4,59	45,16	31,58	17,42	1,84
Eutrično smeđe	5,48	4,22	6,40	24,94	2,88		3,68	0,88	10,72	37,53	24,67	26,21	2,31
Eutrično smeđe	8,20	7,40	23,23	21,75	2,90	1,67		1,15	1,08	42,46	28,74	26,57	2,91
Eutrično smeđe	6,94	6,07	18,85	20,87	3,07	0,84		0,29	1,37	42,83	30,28	25,23	2,89
Eutrično smeđe	8,24	7,23	21,66	29,68	2,91	1,67		0,24	1,75	37,91	33,20	26,89	3,32
Eutrično smeđe	8,47	7,59	23,03	25,11	3,15	8,79		0,55	3,57	41,79	31,53	22,56	2,94
Eutrično smeđe	6,79	5,50	13,59	29,18	2,70		1,23	0,40	1,32	42,44	30,91	24,93	2,93
Eutrično smeđe	7,49	6,64	11,98	22,57	2,61	1,67		0,45	2,12	44,59	33,90	18,95	2,36
Eutrično smeđe	8,37	7,62	32,23	28,84	3,09	5,02		0,27	3,07	45,69	30,83	20,14	2,68
Eutrično smeđe	8,11	7,21	47,14	30,86	3,17	1,67		0,50	2,22	43,02	30,02	24,24	3,07
Eutrično smeđe	6,38	5,28	5,18	20,87	2,45		2,01	0,13	0,77	42,45	29,76	26,88	2,90
Eutrično smeđe	5,88	4,63	3,74	20,51	2,60		3,37	0,21	0,84	43,23	30,02	25,71	2,74
Eutrično smeđe	8,44	7,46	21,02	24,77	2,55	5,44		0,41	3,35	44,63	34,75	16,86	2,72
Eutrično smeđe	5,95	4,55	5,18	20,18	1,85		2,54	0,27	1,04	44,87	32,33	21,49	2,27
Eutrično smeđe	6,87	5,73	11,56	25,70	2,61	1,26		0,29	0,68	38,17	30,90	29,97	3,22

TIP TLA	pH(H2O)	pH(KCl)	AL-P2O5	AL-K2O	Humus	CaCO3	HK	KP	SP	KPr	SPr	G	Hy
Lesivirano	5,12	3,78	14,16	19,96	1,41		5,03	7,86	20,33	34,75	25,11	11,95	1,24
Lesivirano	5,47	4,16	9,71	21,92	1,38		3,06	3,56	14,16	39,91	25,10	17,27	1,58
Lesivirano	5,92	4,61	8,17	16,30	1,31		2,54	7,39	33,94	28,10	17,51	13,06	1,21
Lesivirano	5,16	3,87	11,87	31,09	1,31		4,81	7,64	25,14	27,27	22,96	16,99	1,13
Lesivirano	6,96	5,68	13,79	23,20	1,41	0,85		1,11	3,09	44,14	28,73	22,92	1,85
Lesivirano	4,96	3,78	19,64	27,41	1,55		5,34	0,64	4,05	46,21	28,61	20,49	1,42
Lesivirano	5,04	3,71	7,70	16,76	1,72		6,91	3,95	1,85	46,20	29,65	18,34	1,87
Lesivirano	5,43	4,16	15,38	26,52	2,41		3,85	1,94	3,10	40,87	38,56	15,53	1,46
Lesivirano	5,83	4,47	12,74	19,56	1,90		3,89	0,90	2,66	38,68	35,17	22,59	2,19
Lesivirano	5,30	4,26	21,10	44,66	2,31		4,94	2,44	2,00	40,69	36,76	18,12	1,78
Lesivirano	5,65	4,29	49,95	31,33	1,79		4,11	1,93	2,32	41,04	35,60	19,12	1,67
Lesivirano	5,08	3,83	41,38	58,16	2,24		8,40	1,50	1,91	43,32	34,87	18,40	1,62
Lesivirano	5,49	4,36	8,41	17,97	1,97		4,03	1,47	2,11	43,69	32,30	20,42	1,55
Lesivirano	5,76	4,68	27,26	28,62	2,86		4,46	1,92	3,73	39,35	32,85	22,14	1,99
Lesivirano	5,45	4,10	24,41	32,61	1,72		4,51	1,50	1,88	45,36	32,55	18,71	1,68
Lesivirano	5,69	4,53	59,16	26,68	2,38		4,64	0,93	1,81	44,63	34,03	18,60	2,14
Lesivirano	5,57	4,26	3,50	10,88	1,66		3,06	2,22	3,13	37,02	35,83	21,81	2,32
Lesivirano	6,91	5,84	16,84	16,94	1,76	1,27		1,37	2,07	38,49	35,17	22,90	2,18
Lesivirano	6,34	5,16	12,92	23,98	2,38		1,84	0,82	1,77	37,91	34,47	25,03	2,51
Lesivirano	5,68	4,31	3,40	12,11	2,00		5,43	1,10	2,04	34,18	37,89	24,79	2,48

TIP TLA	pH(H2O)	pH(KCl)	AL-P2O5	AL-K2O	Humus	CaCO3	HK	KP	SP	KPr	SPr	G	Hy
Lesivirano pseudoglejno	4,90	3,69	18,33	23,23	1,76		6,04	3,55	9,27	39,63	24,23	23,32	1,78
Lesivirano pseudoglejno	5,75	4,40	25,16	39,04	1,31		3,19	2,17	2,91	43,67	30,60	20,64	1,65
Lesivirano pseudoglejno	6,44	4,92	13,86	23,60	1,76		2,76	0,59	2,44	35,75	34,71	26,52	2,33
Lesivirano pseudoglejno	6,14	4,71	10,69	25,74	1,76		2,98	0,92	2,38	42,32	32,30	22,08	2,16
Lesivirano pseudoglejno	6,58	5,19	14,03	18,21	1,76		2,06	1,89	2,81	56,27	17,43	21,60	1,87
Lesivirano pseudoglejno	7,21	6,18	7,98	18,04	1,48	1,27		2,55	8,54	48,00	28,72	12,18	1,47
Lesivirano pseudoglejno	4,77	3,79	9,77	19,75	1,79		5,03	1,07	1,76	49,70	29,99	17,49	1,64
Lesivirano pseudoglejno	6,16	4,86	5,92	12,61	1,97		1,88	1,11	7,00	36,27	35,37	20,24	2,18
Lesivirano pseudoglejno	5,50	4,26	20,58	31,25	1,55		4,16	2,90	2,23	42,05	32,73	20,09	1,93
Lesivirano pseudoglejno	6,11	4,85	4,37	11,81	3,10		3,59	0,51	1,22	37,30	34,21	26,76	3,13
Lesivirano pseudoglejno	6,07	4,67	14,66	22,37	2,10		3,06	1,19	2,76	46,94	30,56	18,54	1,84
Lesivirano pseudoglejno	5,63	4,25	9,26	19,68	1,62		3,59	3,13	2,05	47,27	30,99	16,56	1,58
Lesivirano pseudoglejno	5,76	4,52	11,12	39,75	2,14		2,84	4,57	1,89	46,26	33,38	13,90	1,45
Lesivirano pseudoglejno	5,81	4,52	3,68	18,13	1,76		2,63	0,66	1,81	47,35	32,37	17,81	1,76
Lesivirano pseudoglejno	6,26	5,01	28,83	17,20	1,79		2,01	2,04	1,89	46,54	32,14	17,39	1,67
Lesivirano pseudoglejno	7,53	6,55	5,87	14,82	2,31	1,67		1,33	2,42	40,16	34,80	21,29	2,30
Lesivirano pseudoglejno	8,32	7,43	68,04	31,25	2,64	2,51		1,11	2,38	43,00	29,99	23,52	2,64
Lesivirano pseudoglejno	5,50	4,19	21,60	24,18	1,52		2,76	1,09	1,41	43,98	32,28	21,25	2,09
Lesivirano pseudoglejno	8,21	7,32	26,89	23,01	2,06	2,09		1,48	1,49	41,01	30,53	25,49	2,72
Lesivirano pseudoglejno	6,68	5,23	17,01	19,52	2,40		1,53	0,66	0,78	38,36	33,09	27,11	2,99

TIP TLA	pH(H2O)	pH(KCl)	AL-P2O5	AL-K2O	Humus	CaCO3	HK	KP	SP	KPr	SPr	G	Hy
Pseudoglej	5,23	3,99	25,48	39,24	2,17		5,47	1,92	2,31	42,65	34,56	18,56	1,92
Pseudoglej	5,04	3,81	21,21	18,80	1,62		4,59	6,25	16,20	37,37	29,43	10,76	1,45
Pseudoglej	5,58	4,27	21,51	29,39	1,69		3,68	2,64	4,82	44,93	29,05	18,55	1,89
Pseudoglej	6,56	5,41	18,92	51,97	2,92		1,53	1,67	7,60	41,81	34,83	14,10	2,09
Pseudoglej	6,61	5,40	2,70	12,75	2,55		0,22	1,73	3,60	40,91	37,35	16,42	2,54
Pseudoglej	5,89	4,61	8,48	16,63	2,43		2,10	5,81	10,97	47,32	22,54	13,36	1,94
Pseudoglej	5,35	4,20	3,98	24,71	2,86		3,59	2,35	4,22	39,72	29,69	24,02	2,99
Pseudoglej	5,22	4,04	14,54	17,13	2,57		3,68	6,18	6,20	41,27	34,63	11,71	1,83
Pseudoglej	5,44	4,15	4,23	19,53	2,04		1,93	3,22	2,01	47,12	35,20	12,45	1,98
Pseudoglej	5,01	3,82	11,65	17,91	2,25		4,20	1,75	1,75	43,62	30,76	22,12	2,80
Pseudoglej	6,14	5,07	21,53	22,73	3,11		0,31	1,96	2,74	42,87	35,81	16,62	2,55
Pseudoglej	5,72	4,49	3,47	14,38	2,29		1,05	2,63	3,71	47,73	31,71	14,22	2,23
Pseudoglej	5,64	4,25	18,34	22,87	1,69		3,06	3,05	3,50	46,38	28,73	18,34	1,85
Pseudoglej	5,63	4,34	4,04	11,59	1,62		2,84	2,06	10,53	42,50	29,60	15,31	1,35
Pseudoglej	5,45	4,10	14,46	36,48	2,16		3,72	1,71	1,67	42,77	32,63	21,21	1,95

TIP TLA	pH(H2O)	pH(KCl)	AL-P2O5	AL-K2O	Humus	CaCO3	HK	KP	SP	KPr	SPr	G	Hy
Aluvijalno	8,16	7,33	6,89	14,03	4,83	6,39		1,01	4,85	15,38	62,92	15,83	3,37
Aluvijalno	8,45	7,70	15,01	9,58	1,96	3,35		6,52	36,42	39,87	14,45	2,73	1,05
Aluvijalno	8,50	7,57	12,36	7,91	2,32	3,72		0,58	28,57	43,07	19,46	8,31	1,33
Aluvijalno	8,49	7,51	34,85	8,45	1,85	3,35		0,97	20,48	44,06	23,70	10,78	1,71
Aluvijalno	8,31	7,48	24,36	7,37	1,44	2,93		1,13	51,88	29,83	14,13	3,03	0,94
Aluvijalno	8,46	7,53	11,62	8,44	2,51	4,19		0,74	31,18	38,45	27,80	1,83	1,44
Aluvijalno	8,04	7,41	40,28	14,43	1,88	2,93		26,61	38,83	15,86	14,86	3,84	1,06
Aluvijalno	8,18	7,58	33,51	9,52	1,14	2,51		12,02	60,25	17,88	7,84	2,01	0,54
Aluvijalno	8,04	7,28	22,33	16,06	5,58	1,67		1,84	52,11	24,09	17,01	4,96	1,22
Aluvijalno	8,33	7,21	17,67	10,08	2,33	1,67		0,67	13,38	38,02	34,31	13,62	2,35
Aluvijalno	8,51	7,64	10,83	6,88	1,81	3,77		1,17	35,38	38,51	20,88	4,05	1,34
Aluvijalno	8,04	7,36	48,26	12,08	2,28	1,67		0,68	34,18	33,37	22,74	9,04	1,50
Aluvijalno	8,06	7,02	9,52	13,95	3,09	1,26		0,39	7,34	19,15	50,36	22,76	2,90
Aluvijalno	8,21	7,32	18,08	8,15	2,52	2,51		5,54	33,31	34,38	18,96	7,81	1,39
Aluvijalno	8,11	7,27	13,79	8,95	1,95	2,09		5,20	42,20	30,26	15,57	6,78	1,11
Aluvijalno	8,24	7,47	18,81	10,79	2,29	2,93		0,63	41,33	35,60	16,89	5,56	1,10
Aluvijalno	8,23	7,23	22,44	9,97	2,38	1,67		0,40	22,63	34,83	29,41	12,72	1,74
Aluvijalno	8,49	7,69	16,46	8,90	2,72	5,44		4,33	23,02	37,47	26,47	8,72	1,39
Aluvijalno	8,34	7,72	45,23	15,57	1,77	2,93		0,71	50,60	31,46	12,09	5,14	0,77
Aluvijalno	8,37	7,39	16,55	7,71	1,99	2,09		0,41	28,96	37,97	21,67	10,99	1,70

TIP TLA	pH(H2O)	pH(KCl)	AL-P2O5	AL-K2O	Humus	CaCO3	HK	KP	SP	KPr	SPr	G	Hy
Pseudoglej glej	6,59	5,49	14,98	15,40	2,17		1,62	1,39	8,68	35,50	30,85	23,57	2,44
Pseudoglej glej	7,20	6,61	23,40	23,54	1,69	2,55		2,14	7,05	43,38	31,45	15,98	1,73
Pseudoglej glej	5,07	3,68	28,26	22,77	1,97		5,64	2,82	9,53	43,15	32,53	11,96	1,32
Pseudoglej glej	7,74	7,08	14,81	13,80	1,52	3,41		3,04	4,18	44,35	31,75	16,69	2,35
Pseudoglej glej	5,09	3,81	17,14	32,34	1,66		5,47	5,08	2,00	41,43	30,89	20,60	1,92
Pseudoglej glej	6,74	5,36	13,97	23,16	1,97		0,88	0,47	1,68	37,27	27,93	32,65	2,60
Pseudoglej glej	5,62	4,30	61,97	24,72	2,62		5,29	1,08	2,53	40,70	29,07	26,62	2,31
Pseudoglej glej	6,01	4,52	12,84	22,84	2,48		3,81	0,72	1,63	29,10	34,90	33,66	3,14
Pseudoglej glej	6,29	4,94	1,79	14,87	2,38		1,93	0,58	5,26	34,21	28,37	31,57	3,08
Pseudoglej glej	6,22	4,89	16,09	17,31	3,03		3,50	0,81	1,37	33,75	30,63	33,43	3,37
Pseudoglej glej	6,18	5,00	171,88	63,35	3,14		3,68	1,18	2,20	33,60	32,29	30,74	3,05
Pseudoglej glej	5,61	4,24	6,05	17,08	2,20		1,79	1,58	3,21	49,38	30,55	15,28	1,80
Pseudoglej glej	5,68	4,61	20,35	16,42	3,10		1,93	2,01	6,05	36,79	29,03	26,12	3,91
Pseudoglej glej	8,04	7,18	25,61	26,83	3,41	2,93		2,18	12,26	40,20	24,44	20,93	3,01
Pseudoglej glej	4,93	3,79	25,30	23,36	2,17		3,63	2,07	23,25	38,43	18,88	17,36	1,51

TIP TLA	pH(H2O)	pH(KCl)	AL-P2O5	AL-K2O	Humus	CaCO3	HK	KP	SP	KPr	SPr	G	Hy
Ritska crnica	6,76	5,30	6,01	15,70	2,62		1,84	0,41	0,83	28,66	33,91	36,19	3,57
Ritska crnica	8,01	7,02	40,78	23,15	5,28	2,12		0,49	4,17	10,06	38,46	46,81	5,36
Ritska crnica	8,31	7,23	35,97	21,78	3,97	2,55		0,65	9,40	21,51	25,63	42,81	5,17
Ritska crnica	8,40	7,30	46,81	27,54	4,28	8,49		0,67	2,34	12,75	39,48	44,76	5,27
Ritska crnica	7,06	5,70	1,85	14,55	3,90	1,70		1,09	3,11	26,91	30,12	38,77	4,05
Ritska crnica	8,40	7,54	40,67	33,97	4,13	7,12		0,93	3,14	39,26	28,39	28,29	3,49
Ritska crnica	8,26	7,36	21,86	21,19	3,99	7,12		0,95	2,25	34,59	33,08	29,13	3,87
Ritska crnica	7,82	6,88	53,80	35,94	3,74	2,09		0,20	0,54	32,61	31,86	34,78	3,97
Ritska crnica	7,96	7,23	51,57	22,41	11,80	8,79		1,61	12,35	16,90	40,34	28,81	6,29
Ritska crnica	6,99	5,98	40,74	19,36	5,81	1,26		0,36	1,58	33,97	38,07	26,01	3,87
Ritska crnica	6,76	5,59	17,24	31,75	4,19	1,67		0,18	0,71	32,57	32,28	34,26	3,97
Ritska crnica	7,01	5,88	15,97	19,35	5,63	1,67		0,24	1,05	35,22	32,63	30,86	3,77
Ritska crnica	6,86	5,70	21,16	21,02	4,87	1,67		0,23	0,90	32,62	32,81	33,44	4,31
Ritska crnica	6,61	5,31	9,64	21,92	5,41		0,79	0,72	3,68	31,47	35,90	28,23	4,73
Ritska crnica	7,38	6,34	24,84	23,02	4,45	1,26		0,31	0,51	27,87	30,67	40,65	4,79

TIP TLA	pH(H2O)	pH(KCl)	AL-P2O5	AL-K2O	Humus	CaCO3	HK	KP	SP	KPr	SPr	G	Hy
Močvarno glejno hipoglejno	6,95	6,06	4,10	12,00	4,90	1,28		1,54	3,20	25,58	41,24	28,44	4,70
Močvarno glejno hipoglejno	7,95	7,27	31,27	20,94	2,00	1,70		0,79	5,69	36,86	32,54	24,12	2,58
Močvarno glejno hipoglejno	7,17	6,35	35,04	21,52	2,28	2,13		0,96	6,85	38,93	27,40	25,86	2,93
Močvarno glejno hipoglejno	6,15	4,79	11,10	14,91	2,38		2,76	1,01	2,23	40,13	28,52	28,11	3,24
Močvarno glejno hipoglejno	7,73	6,80	26,47	23,71	2,10	2,55		1,35	4,29	41,34	26,77	26,25	2,87
Močvarno glejno hipoglejno	5,51	4,32	10,72	29,45	2,52		4,90	0,22	1,60	41,87	28,56	27,74	2,32
Močvarno glejno hipoglejno	7,13	5,77	33,04	19,23	3,24	1,28		1,00	2,02	30,96	31,18	34,84	4,12
Močvarno glejno hipoglejno	7,01	5,48	17,44	15,40	2,79		1,09	0,50	1,14	26,39	33,22	38,76	4,28
Močvarno glejno hipoglejno	6,04	4,68	24,63	13,85	1,93		2,23	0,55	10,97	37,74	27,57	23,18	2,06
Močvarno glejno hipoglejno	6,95	6,05	25,90	18,62	3,24	1,27		10,77	25,31	19,92	21,99	22,00	2,23
Močvarno glejno hipoglejno	5,85	4,63	11,85	22,53	2,69		3,76	0,65	1,55	38,67	30,34	28,80	2,43
Močvarno glejno hipoglejno	6,63	5,26	9,01	14,34	2,07		1,09	0,47	1,08	32,03	30,82	35,60	3,64
Močvarno glejno hipoglejno	7,41	6,31	10,21	23,60	2,52	2,12		2,25	7,32	28,74	28,89	32,80	5,49
Močvarno glejno hipoglejno	5,79	4,83	38,86	52,71	2,17		4,20	1,43	2,31	34,96	34,40	26,90	1,75
Močvarno glejno hipoglejno	7,45	6,43	55,64	23,16	2,62	1,27		1,69	1,67	39,40	31,35	25,90	2,70
Močvarno glejno hipoglejno	6,52	5,19	10,56	14,11	2,31		2,10	1,03	1,43	41,30	29,35	26,89	2,56
Močvarno glejno hipoglejno	6,20	4,88	6,47	14,77	2,52		2,10	0,55	1,09	41,55	28,66	28,15	2,66
Močvarno glejno hipoglejno	7,35	6,42	85,47	48,25	3,71	1,67		0,44	1,45	37,95	31,53	28,63	3,25
Močvarno glejno hipoglejno	8,49	7,70	57,77	29,82	3,27	3,77		0,86	1,83	38,87	30,25	28,18	3,14
Močvarno glejno hipoglejno	6,55	5,42	19,41	12,81	2,41		1,31	1,24	7,08	39,09	25,78	26,81	2,63

TIP TLA	pH(H2O)	pH(KCl)	AL-P2O5	AL-K2O	Humus	CaCO3	HK	KP	SP	KPr	SPr	G	Hy
Močvarno glejno amfiglejno	6,31	5,11	90,36	22,25	2,48		2,63	0,75	2,30	40,23	28,67	28,05	3,04
Močvarno glejno amfiglejno	7,55	6,57	21,53	16,24	3,10	1,28		0,89	2,46	34,07	30,93	31,66	3,97
Močvarno glejno amfiglejno	8,43	7,49	34,09	16,70	3,31	8,09		2,34	4,56	22,94	42,18	27,98	3,51
Močvarno glejno amfiglejno	5,91	4,49	14,13	18,92	2,45		4,11	0,66	0,81	32,76	29,88	35,89	3,60
Močvarno glejno amfiglejno	6,37	5,03	8,69	11,43	2,00		2,36	1,73	1,86	42,64	30,43	23,34	1,87
Močvarno glejno amfiglejno	8,75	7,39	0,58	13,15	0,83	8,49		1,89	7,41	19,69	29,12	41,89	4,52
Močvarno glejno amfiglejno	6,30	5,08	3,97	13,69	1,93		2,54	1,20	10,46	40,11	21,98	26,25	2,20
Močvarno glejno amfiglejno	6,90	5,96	16,29	25,79	3,59		1,18	1,03	2,41	21,02	34,69	40,85	4,29
Močvarno glejno amfiglejno	5,92	4,37	6,78	11,58	3,17		5,69	0,55	1,46	28,46	30,63	38,91	3,36
Močvarno glejno amfiglejno	7,42	6,40	14,72	23,19	2,59	2,55		0,96	8,97	18,70	31,57	39,80	4,01
Močvarno glejno amfiglejno	6,66	5,21	14,36	21,44	3,93		2,76	1,63	3,29	6,32	29,91	58,86	5,70
Močvarno glejno amfiglejno	6,71	5,21	9,74	18,66	3,55		2,49	0,72	1,59	13,44	33,75	50,51	5,17
Močvarno glejno amfiglejno	6,98	5,36	6,43	17,85	3,86	1,27		0,78	1,59	14,24	30,97	52,42	5,38
Močvarno glejno amfiglejno	6,86	5,46	18,26	23,34	4,28		1,75	1,40	2,55	20,01	35,77	40,27	4,39
Močvarno glejno amfiglejno	8,16	7,36	33,35	25,38	3,29	3,35		0,54	1,23	37,85	32,05	28,33	3,28
Močvarno glejno amfiglejno	8,22	7,18	35,29	25,63	3,32	2,09		0,47	0,88	33,73	31,16	33,76	4,04
Močvarno glejno amfiglejno	6,47	5,24	64,75	35,11	7,03		2,93	0,87	4,00	21,12	34,62	39,39	5,56
Močvarno glejno amfiglejno	6,77	5,40	2,62	18,32	3,83	0,85	2,45	1,06	5,62	12,72	32,77	47,83	5,70
Močvarno glejno amfiglejno	8,40	7,49	27,78	14,96	3,86	14,05		2,69	3,26	24,49	37,55	32,01	4,40
Močvarno glejno amfiglejno	4,95	3,27	29,95	26,34	2,38		6,96	0,96	6,73	37,03	31,96	23,32	1,75

V. Rezultati utvrđenih vrijednosti oblika kalija u tlu, komparativnih ekstraktivnih metoda za određivanje lako pristupačnog kalija te fiksacijske sposobnosti tla za kalij

TIP TLA	Kuk	Kfiks	Kal	Kaa	Kaaedta	Kbray	Kbacl2	Keuf1	Keuf2	Keuf	KfO	Kf250	Kf500	Kf750	Kf1000
Eutrično smeđe	5767,00	811,60	207,33	210,70	187,90	169,50	206,40	72,20	46,30	118,50	195,55	383,75	591,25	806,50	1049,50
Eutrično smeđe	5344,00	1023,20	183,76	175,10	158,80	159,00	182,60	44,30	30,40	74,70	165,20	359,00	546,25	778,75	1012,00
Eutrično smeđe	5556,00	824,80	239,70	240,90	216,80	188,10	233,00	65,80	42,60	108,40	223,40	429,25	643,50	887,75	1107,50
Eutrično smeđe	4562,00	719,20	193,47	195,20	183,00	149,80	175,00	57,40	46,80	104,20	179,15	390,75	606,75	792,25	994,50
Eutrično smeđe	4475,00	568,80	131,31	125,80	116,60	100,80	111,00	28,60	20,80	49,40	117,05	250,75	397,50	575,75	767,50
Eutrično smeđe	4137,00	688,00	231,82	182,10	240,50	155,20	223,40	81,80	55,50	137,30	186,13	402,25	630,00	849,00	1091,25
Eutrično smeđe	5638,65	1114,49	207,00	219,40	198,25	150,40	308,20				206,55	399,25	590,50	768,75	1053,00
Eutrično smeđe	5490,69	1114,98	180,53	191,90	171,20	114,60	175,80				179,73	365,5	549,75	711,75	1031,25
Eutrično smeđe	5450,55	899,20	173,22	176,20	156,40	110,70	171,80				165,05	326,25	503,25	664,50	950,75
Eutrično smeđe	6458,17	1463,03	246,34	231,00	214,05	140,80	299,40				231,63	409,00	594,75	790,00	1053,50
Eutrično smeđe	5665,14	1120,68	208,41	178,60	207,20	111,80	230,20	42,07	32,89	74,95	179,40	355,25	561,25	745,00	1012,50
Eutrično smeđe	6083,68	1375,93	242,19	223,00	205,20	148,90	305,00	100,10	53,00	153,10	228,00	372,00	573,25	716,25	1007,25
Eutrično smeđe	5112,98	966,98	187,33	145,00	138,50	103,60	211,80				143,38	290,00	477,00	620,50	895,25
Eutrično smeđe	5381,64	1302,30	239,37	207,40	210,20	136,00	276,60				211,23	379,25	601,50	758,75	1052,50
Eutrično smeđe	5596,17	1307,87	256,14	201,60	189,65	130,50	257,40	75,24	74,05	149,29	206,95	361,50	550,00	711,75	963,00
Eutrično smeđe	5232,86	853,19	173,22	143,30	132,40	91,44	256,60				145,50	286,75	482,00	685,50	894,75
Eutrično smeđe	5691,73	1002,37	170,23	134,70	125,45	90,00	201,00				140,03	320,50	485,75	734,50	951,75
Eutrično smeđe	5754,33	1016,26	205,59	167,50	170,15	105,70	223,60				168,93	338,00	511,75	749,75	972,50
Eutrično smeđe	4808,51	906,11	167,49	133,50	121,50	93,91	237,00	37,60	20,41	58,02	130,68	316,75	489,25	735,50	950,00
Eutrično smeđe	6027,60	1046,14	213,31	178,90	162,95	107,50	237,40				177,75	334,25	498,75	727,75	920,50

TIP TLA	Kuk	Kfiks	Kal	Kaa	Kaaedta	Kbray	Kbacl2	Keuf1	Keuf2	Keuf	KfO	Kf250	Kf500	Kf750	Kf1000
Lesivirano	2857,00	362,60	165,67	149,80	155,45	154,10	182,80				150,30	363,50	583,50	839,75	1080,25
Lesivirano	3457,00	679,20	181,94	180,70	165,50	159,10	219,60	89,50	30,20	119,70	165,35	397,50	638,50	864,75	1093,75
Lesivirano	2853,00	613,60	135,29	129,90	123,90	129,90	159,40				127,68	348,50	575,75	802,75	1027,00
Lesivirano	3295,00	735,60	258,05	250,50	246,35	243,40	314,20				249,43	482,00	722,75	960,50	1199,50
Lesivirano	4262,00	616,00	192,56	185,30	178,65	164,70	227,00				183,50	400,25	604,50	837,50	1052,50
Lesivirano	4426,00	837,60	227,50	216,30	209,35	202,50	280,20				215,08	432,00	676,00	892,75	1117,00
Lesivirano	3792,00	387,04	139,11	131,60	124,85	121,10	143,40	65,90	25,70	91,60	128,68	344,25	581,75	832,25	1052,50
Lesivirano	3933,00	623,20	220,12	201,60	190,25	194,40	216,20	97,20	36,80	134,00	194,93	437,25	681,00	935,50	1180,50
Lesivirano	4351,00	812,00	162,35	154,60	140,60	132,40	154,00	61,54	31,20	92,74	146,15	370,00	598,25	792,50	1010,00
Lesivirano	3953,00	774,80	370,68	338,70	331,85	300,30	394,40	130,42	64,51	194,94	335,25	558,50	808,25	1042,00	1263,00
Lesivirano	4263,00	752,00	260,04	231,30	224,60	212,30	277,80				234,58	473,25	717,00	939,75	1184,75
Lesivirano	4503,00	1145,60	482,73	452,70	440,70	404,60	541,00	237,30	100,80	338,10	462,50	679,50	912,75	1144,00	1381,25
Lesivirano	4228,00	689,20	149,15	136,70	131,35	130,60	148,40	47,38	20,13	67,50	130,20	359,75	601,50	835,50	1076,25
Lesivirano	5018,00	782,80	237,55	216,60	211,65	195,90	242,00	107,60	45,50	153,10	228,60	444,25	666,25	891,25	1155,25
Lesivirano	4366,00	804,40	270,66	249,00	244,75	220,60	329,80				261,75	506,25	756,75	988,25	1214,25
Lesivirano	4875,00	1011,60	221,44	201,10	202,80	181,20	255,20	67,90	45,72	113,62	209,80	450,50	682,00	934,75	1141,75
Lesivirano	4180,00	311,72	90,30	91,95	86,20	77,59	115,20				90,80	313,50	511,25	704,00	918,50
Lesivirano	4514,00	581,20	140,60	134,40	127,60	124,30	160,40	49,10	29,10	78,20	142,50	324,25	509,75	688,50	944,50
Lesivirano	4788,00	632,80	199,03	190,50	176,20	150,50	224,80				196,18	374,00	572,25	783,75	1003,50
Lesivirano	4694,00	319,48	100,51	101,30	93,85	85,43	101,00				102,63	293,50	494,50	680,00	892,75

TIP TLA	Kuk	Kfiks	Kal	Kaa	Kaaedta	Kbray	Kbacl2	Keuf1	Keuf2	Keuf	KfO	Kf250	Kf500	Kf750	Kf1000
Lesivirano pseudoglejno	4077,00	457,60	192,81	182,10	177,75	166,60	230,00	109,10	34,50	143,60	183,08	410,50	647,00	900,25	1143,50
Lesivirano pseudoglejno	4451,00	885,60	324,03	312,40	301,35	281,80	395,80	170,60	67,40	238,00	311,25	526,75	765,00	1006,00	1250,75
Lesivirano pseudoglejno	4983,00	594,00	195,88	204,00	184,15	158,90	223,20	77,10	40,10	117,20	185,40	387,25	591,25	792,25	998,50
Lesivirano pseudoglejno	4776,00	734,80	213,64	218,60	203,30	176,90	263,80				203,53	420,00	632,00	826,00	1025,25
Lesivirano pseudoglejno	4269,00	699,20	151,14	148,80	140,20	128,70	168,80				138,05	348,50	557,75	758,50	970,75
Lesivirano pseudoglejno	2829,00	509,60	149,73	113,10	118,10	116,80	145,20	103,42	20,50	123,92	121,73	349,50	572,25	839,75	1054,25
Lesivirano pseudoglejno	4278,00	569,60	163,93	152,70	147,90	134,90	180,80	61,16	24,60	85,76	156,83	399,75	644,25	859,75	1112,00
Lesivirano pseudoglejno	3333,00	397,36	104,66	99,84	95,30	85,42	102,80				103,05	238,80	381,75	555,50	737,50
Lesivirano pseudoglejno	3991,00	601,60	259,38	238,00	228,65	209,30	307,60				249,30	484,25	717,50	985,00	1219,75
Lesivirano pseudoglejno	5636,00	393,08	98,02	102,90	94,30	75,67	103,00	35,77	22,39	58,15	101,70	204,65	336,75	473,75	660,50
Lesivirano pseudoglejno	4350,00	740,40	185,67	173,10	166,35	158,50	219,80	53,76	25,67	79,43	170,25	382,50	603,75	824,25	1066,50
Lesivirano pseudoglejno	3327,00	560,40	163,34	148,50	142,15	144,30	190,40				149,43	376,75	607,50	844,50	1079,75
Lesivirano pseudoglejno	3276,00	728,00	329,93	294,30	291,35	280,60	407,00				292,75	519,50	764,25	1006,50	1281,25
Lesivirano pseudoglejno	3798,00	661,20	150,48	134,50	134,65	131,00	184,80	51,30	24,80	76,10	133,45	354,00	589,75	818,50	1050,75
Lesivirano pseudoglejno	3701,00	536,40	142,76	130,90	126,85	127,90	167,80				123,85	300,50	493,00	689,50	882,25
Lesivirano pseudoglejno	4706,64	717,65	123,01	125,60	116,40	86,09	104,60				118,08	289	460,75	627,00	926,00
Lesivirano pseudoglejno	5422,66	1135,87	259,38	251,10	242,75	160,00	310,00	110,38	83,04	193,42	231,55	410,75	632,00	846,25	1133,50
Lesivirano pseudoglejno	4688,82	838,40	200,69	191,10	182,95	144,10	230,00				178,73	384,50	615,00	850,00	1095,75
Lesivirano pseudoglejno	5215,17	915,45	190,98	171,10	153,20	106,70	236,00				163,35	309,50	501,75	682,50	900,75
Lesivirano pseudoglejno	5728,95	806,93	162,02	153,00	140,50	98,45	226,80	63,90	36,29	100,18	149,75	291,00	471,75	648,00	868,00

TIP TLA	Kuk	Kfiks	Kal	Kaa	Kaaedta	Kbray	Kbacl2	Keuf1	Keuf2	Keuf	KfO	Kf250	Kf500	Kf750	Kf1000
Pseudoglej	3877,00	672,40	325,69	308,90	304,00	266,60	400,20	168,20	62,50	230,70	310,25	539,70	769,25	1010,00	1268,00
Pseudoglej	3995,00	382,12	156,04	149,60	141,80	139,90	183,00	73,40	24,50	97,90	144,90	376,75	583,50	802,75	1072,00
Pseudoglej	3539,00	589,20	243,94	228,20	226,35	211,00	298,00				225,40	437,25	667,00	867,50	1144,75
Pseudoglej	4118,83	1427,77	431,35	406,80	374,70	287,10	548,40	195,84	83,11	278,95	423,85	578,75	758,75	980,00	1285,50
Pseudoglej	3992,94	568,91	105,83	73,65	70,65	47,91	75,00	23,66	17,57	41,23	72,40	165,00	277,00	387,00	596,75
Pseudoglej	3484,57	986,40	138,03	105,70	102,10	83,99	133,60	53,66	27,37	81,03	104,35	301,25	494,75	703,50	950,75
Pseudoglej	5053,08	1186,45	205,09	157,40	149,60	110,00	185,20				163,58	350,50	567,75	764,00	986,75
Pseudoglej	3561,00	836,40	142,18	110,00	105,75	89,53	128,20				106,65	320,75	517,50	737,25	982,00
Pseudoglej	3148,95	339,91	162,10	114,90	115,20	96,23	137,40	60,11	31,15	91,26	121,83	330,00	529,75	762,75	1017,25
Pseudoglej	4900,68	590,09	148,65	114,10	111,00	82,94	146,20				118,23	317,25	515,25	731,25	982,00
Pseudoglej	4877,49	814,90	188,66	145,00	137,30	101,80	186,00	61,57	33,27	94,84	149,28	302,50	488,25	656,75	905,75
Pseudoglej	3325,15	464,74	119,35	83,38	79,65	62,34	97,00	42,73	21,11	63,84	82,98	262,50	450,50	634,50	885,50
Pseudoglej	3729,00	523,20	189,82	181,70	184,30	163,80	223,60	89,90	33,30	123,20	177,58	401,00	629,25	842,00	1077,50
Pseudoglej	3426,00	428,40	96,20	93,34	88,95	92,46	107,40	39,70	13,70	53,40	90,08	314,75	528,25	768,25	988,25
Pseudoglej	5267,26	1266,28	302,78	260,50	250,60	216,20	336,20				281,15	453,75	640,75	877,50	1157,50

TIP TLA	Kuk	Kfiks	Kal	Kaa	Kaaedta	Kbray	Kbacl2	Keuf1	Keuf2	Keuf	KfO	Kf250	Kf500	Kf750	Kf1000
Aluvijalno	4981,00	553,20	116,45	111,10	116,65	87,84	148,60				107,30	187,93	332,25	442,75	596,50
Aluvijalno	2837,27	1238,40	79,51	83,74	77,85	65,63	90,20	31,50	27,28	58,78	75,73	285,25	475,25	690,00	1008,50
Aluvijalno	3201,28	956,73	65,65	66,08	64,80	50,31	69,60	31,38	20,77	52,15	60,60	237,75	423,75	608,75	871,25
Aluvijalno	3936,81	892,37	70,14	68,18	67,45	48,04	59,20	30,21	20,38	50,59	61,93	170,50	310,00	448,25	662,25
Aluvijalno	2546,45	904,81	61,17	60,38	58,80	49,72	68,40	38,45	29,23	67,69	56,95	245,50	443,50	665,25	939,25
Aluvijalno	3600,36	1161,10	70,05	65,05	66,35	48,63	64,20	40,40	26,64	67,04	63,13	233,75	414,00	592,00	825,00
Aluvijalno	2461,38	948,23	119,77	113,10	112,55	97,22	128,20				112,78	326,25	566,75	799,00	1100,00
Aluvijalno	2007,79	753,83	79,02	75,01	75,10	66,85	97,60				73,53	296,25	531,00	801,50	1063,50
Aluvijalno	3262,50	1163,66	133,30	133,30	129,25	110,10	160,00				127,90	327,00	519,00	710,50	1035,25
Aluvijalno	4823,70	902,90	83,66	86,51	77,65	56,84	81,20				77,35	160,00	274,00	367,00	557,25
Aluvijalno	3003,00	1018,16	57,10	52,68	51,60	36,95	55,60				49,60	152,50	279,75	404,25	616,00
Aluvijalno	3331,45	1437,34	100,26	98,34	91,20	74,40	109,60				94,55	279,25	468,50	661,75	875,00
Aluvijalno	4012,85	1339,82	115,79	112,80	99,95	68,66	118,20				102,20	223,50	350,25	473,25	623,50
Aluvijalno	6495,76	1050,45	67,65	63,91	58,95	46,90	67,20				60,95	200,75	346,00	523,00	711,25
Aluvijalno	2784,56	1089,06	74,29	68,74	67,60	61,26	70,00				67,53	251,50	445,75	661,25	876,75
Aluvijalno	3681,88	1186,65	89,56	81,84	78,90	66,55	102,60	52,12	40,77	92,88	78,90	283,25	494,25	716,50	957,50
Aluvijalno	4796,04	1169,80	82,75	80,70	74,80	56,50	75,80	37,79	27,78	65,56	78,20	236,00	411,75	553,25	776,75
Aluvijalno	4029,83	1107,42	73,87	68,60	72,00	49,51	81,00	41,52	34,24	75,76	66,08	218,40	395,75	551,50	774,25
Aluvijalno	3009,80	1290,68	129,23	114,70	115,05	99,28	170,80	89,38	42,35	131,73	116,05	325,75	567,75	805,00	1048,75
Aluvijalno	4270,67	804,81	63,99	58,03	55,25	40,80	60,40	25,96	22,14	48,10	58,30	141,75	261,20	354,25	493,25

TIP TLA	Kuk	Kfiks	Kal	Kaa	Kaaedta	Kbray	Kbacl2	Keuf1	Keuf2	Keuf	KfO	Kf250	Kf500	Kf750	Kf1000
Pseudoglej glej	4057,00	551,20	127,82	125,90	120,05	108,20	177,40	55,80	29,40	85,20	124,33	295,50	475,50	652,00	838,00
Pseudoglej glej	3688,00	525,60	195,38	179,40	177,50	172,80	242,20	95,50	43,90	139,40	183,15	403,50	647,75	884,50	1114,75
Pseudoglej glej	3192,00	394,08	188,99	170,90	177,20	179,60	213,20				173,53	392,50	621,25	885,50	1094,75
Pseudoglej glej	4820,00	411,60	114,54	108,50	108,70	99,01	121,80	49,10	27,90	77,00	105,48	271,75	447,75	607,75	832,00
Pseudoglej glej	3660,00	550,40	268,42	254,90	246,95	224,10	339,00				257,25	474,25	697,50	935,00	1163,00
Pseudoglej glej	5543,00	688,40	192,23	205,00	186,10	150,10	236,80	54,60	29,20	83,80	185,35	364,75	549,50	729,75	958,25
Pseudoglej glej	5166,00	841,60	205,18	215,10	195,80	170,20	236,20				196,03	415,75	618,00	865,50	1092,75
Pseudoglej glej	4971,00	504,80	189,57	189,50	169,05	136,10	199,40	56,40	35,30	91,70	171,48	372,25	573,25	764,00	924,00
Pseudoglej glej	4956,00	456,80	123,42	132,30	116,45	99,91	129,80	28,60	20,30	48,90	118,83	253,00	396,75	540,25	739,25
Pseudoglej glej	4791,00	373,72	143,67	147,90	130,60	106,30	157,20	37,15	20,29	57,43	134,00	287,25	443,00	632,25	806,50
Pseudoglej glej	6493,00	1467,20	525,81	559,80	485,40	385,20	578,00	185,86	90,87	276,73	519,75	735,50	960,00	1213,25	1492,50
Pseudoglej glej	3990,80	458,04	141,76	107,90	103,75	86,59	133,40				108,70	303,50	495,25	694,50	944,50
Pseudoglej glej	5846,34	599,75	136,29	105,40	98,55	63,09	133,20	45,79	27,22	73,01	104,68	236,25	370,00	503,50	709,25
Pseudoglej glej	4669,65	974,77	222,69	169,80	168,25	120,30	221,80	95,48	59,94	155,43	179,48	353,75	537,75	754,75	951,50
Pseudoglej glej	3854,88	639,26	193,89	143,60	139,70	127,80	211,40				152,35	363,00	563,00	827,25	1087,25

TIP TLA	Kuk	Kfiks	Kal	Kaa	Kaaedta	Kbray	Kbacl2	Keuf1	Keuf2	Keuf	KfO	Kf250	Kf500	Kf750	Kf1000
Ritska crnica	6306,00	440,40	130,31	149,90	135,20	103,10	150,40				130,35	234,68	371,00	518,00	703,50
Ritska crnica	7038,00	802,40	192,15	215,30	184,70	133,90	229,80	62,50	52,30	114,80	171,10	269,75	377,00	526,50	686,50
Ritska crnica	5594,00	610,80	180,77	203,00	178,55	128,50	233,40	58,50	52,80	111,30	160,73	244,83	354,25	506,25	661,75
Ritska crnica	6189,00	745,20	228,58	233,30	230,15	153,10	266,40	65,10	59,50	124,60	183,98	276,75	399,00	553,75	713,25
Ritska crnica	5867,00	373,20	120,77	132,90	119,35	92,09	134,00	29,00	22,60	51,60	109,53	186,23	281,25	418,25	592,50
Ritska crnica	5639,43	1178,96	281,95	289,50	311,80	163,70	280,00	67,65	76,83	144,48	283,30	472,75	695,75	867,00	1211,00
Ritska crnica	5460,08	490,28	175,88	135,40	140,65	71,23	199,00	42,62	40,32	82,94	123,45	233,08	378,00	547,75	742,50
Ritska crnica	5964,89	864,15	298,30	256,40	232,90	152,00	383,20	96,82	63,66	160,48	253,25	414,75	600,00	830,75	1064,75
Ritska crnica	6650,66	913,00	186,00	160,80	152,20	73,10	186,80				129,63	213,00	316,75	430,25	581,75
Ritska crnica	7149,38	729,10	160,69	139,50	122,10	74,26	135,00				124,83	254,75	400,75	580,25	763,25
Ritska crnica	5920,28	1180,56	263,53	225,90	193,20	123,60	249,40	66,98	43,32	110,29	205,38	365,50	527,75	722,25	932,00
Ritska crnica	6818,52	769,47	160,61	135,60	121,75	77,46	167,40				127,23	268,00	411,00	569,50	785,75
Ritska crnica	5819,41	660,54	174,47	146,60	128,20	77,64	153,20	55,04	34,46	89,50	136,15	262,75	416,75	570,00	785,50
Ritska crnica	6956,66	809,54	181,94	145,90	131,30	81,82	158,80	49,25	41,28	90,53	146,38	272,50	422,75	561,00	762,00
Ritska crnica	5161,84	699,90	191,07	160,20	137,50	78,18	222,40				131,95	215,83	349,75	518,00	691,00

TIP TLA	Kuk	Kfiks	Kal	Kaa	Kaaedta	Kbray	Kbacl2	Keuf1	Keuf2	Keuf	KfO	Kf250	Kf500	Kf750	Kf1000
Močvarno glejno hipoglejno	4046,00	288,56	99,60	111,30	98,15	70,22	120,60	36,40	20,40	56,80	83,53	105,08	162,40	250,25	373,50
Močvarno glejno hipoglejno	3905,00	378,20	173,80	171,40	162,25	147,30	223,20				169,83	371,00	585,25	814,00	1024,25
Močvarno glejno hipoglejno	2610,00	414,40	178,62	176,80	171,55	145,70	211,00				169,53	339,50	523,25	741,25	960,50
Močvarno glejno hipoglejno	4942,00	385,48	123,75	133,80	119,80	98,16	160,40	46,80	25,20	72,00	117,95	253,75	394,00	550,00	743,00
Močvarno glejno hipoglejno	4534,00	660,00	196,79	196,80	187,60	165,40	260,20				186,18	357,50	544,50	731,75	962,25
Močvarno glejno hipoglejno	4976,00	807,20	244,44	308,50	233,55	197,90	288,80	124,70	51,90	176,60	234,75	451,00	669,00	871,75	1076,00
Močvarno glejno hipoglejno	5604,00	547,60	159,61	170,40	152,35	119,50	184,80				144,33	245,58	357,50	503,50	670,00
Močvarno glejno hipoglejno	5632,00	416,40	127,82	152,10	130,35	95,72	158,40	31,70	21,50	53,20	117,55	183,10	268,50	396,75	537,50
Močvarno glejno hipoglejno	4354,00	490,40	114,96	115,60	100,80	101,30	107,20				106,83	294,25	480,50	682,25	920,00
Močvarno glejno hipoglejno	3288,00	575,60	154,55	143,50	125,65	130,40	182,20	62,80	34,10	96,90	135,90	338,25	545,50	775,75	993,25
Močvarno glejno hipoglejno	5454,00	686,00	187,00	186,60	179,00	157,00	237,60				192,90	400,00	615,75	828,50	1060,25
Močvarno glejno hipoglejno	5295,00	389,36	119,02	129,90	117,35	93,49	131,20	29,20	20,90	50,10	114,08	196,30	281,50	408,00	588,50
Močvarno glejno hipoglejno	6908,00	766,40	195,88	189,50	181,40	154,60	214,40	69,20	32,90	102,10	191,88	372,50	552,00	768,25	1004,25
Močvarno glejno hipoglejno	4916,00	1172,80	437,49	396,10	395,90	371,00	523,20	182,16	68,67	250,83	386,30	555,20	726,75	994,50	1221,50
Močvarno glejno hipoglejno	4658,00	704,40	192,23	191,60	183,30	165,70	253,40				181,35	295,25	416,75	660,75	821,75
Močvarno glejno hipoglejno	4199,00	395,88	117,11	119,20	111,30	104,30	145,60				110,45	225,00	344,25	475,75	645,25
Močvarno glejno hipoglejno	4398,00	439,60	122,59	127,50	121,25	101,40	163,40	42,50	23,00	65,50	121,53	255,00	396,00	542,00	696,25
Močvarno glejno hipoglejno	5985,70	1473,14	400,48	412,40	385,75	267,20	514,60				399,25	601,25	799,25	984,50	1325,00
Močvarno glejno hipoglejno	5546,66	1075,25	247,51	263,60	249,05	150,90	286,20				255,05	440,5	634,25	793,75	1116,25
Močvarno glejno hipoglejno	3727,00	327,80	106,32	121,30	108,60	100,90	143,00	39,60	19,90	59,50	113,30	308,00	520,50	729,75	966,25

TIP TLA	Kuk	Kfiks	Kal	Kaa	Kaaedta	Kbray	Kbacl2	Keuf1	Keuf2	Keuf	KfO	Kf250	Kf500	Kf750	Kf1000
Močvarno glejno amfiglejno	4463,00	610,40	184,68	172,20	172,50	152,70	206,60	62,10	29,20	91,30	169,38	352,00	551,00	744,75	963,00
Močvarno glejno amfiglejno	5113,00	385,48	134,79	144,60	132,10	104,10	170,60	45,90	30,60	76,50	118,65	231,00	368,25	537,25	720,25
Močvarno glejno amfiglejno	5658,00	573,20	138,61	141,70	149,25	95,81	140,40	48,60	39,20	87,80	118,73	232,55	347,75	509,25	697,75
Močvarno glejno amfiglejno	5395,00	469,60	157,04	170,40	151,30	120,40	198,40	50,30	32,00	82,30	167,48	325,50	489,00	647,75	848,25
Močvarno glejno amfiglejno	3569,00	447,20	94,87	93,87	89,90	82,92	104,00	32,00	19,00	51,00	95,00	256,50	422,75	576,00	823,00
Močvarno glejno amfiglejno	5455,00	276,04	109,15	115,40	122,10	68,82	117,00				49,28	57,20	72,18	90,93	135,85
Močvarno glejno amfiglejno	4033,00	476,40	113,63	113,40	105,40	101,70	120,00	34,60	20,60	55,20	110,35	296,50	482,75	671,75	877,25
Močvarno glejno amfiglejno	6491,00	874,40	214,06	222,50	204,80	159,10	260,40	74,00	40,60	114,60	222,88	385,00	537,75	685,75	897,50
Močvarno glejno amfiglejno	5133,00	313,20	96,11	106,60	93,40	75,12	115,00				100,63	248,90	387,25	524,50	708,25
Močvarno glejno amfiglejno	6761,00	592,00	192,48	201,60	183,95	140,60	234,80				185,95	290,25	426,00	556,00	740,75
Močvarno glejno amfiglejno	9427,00	488,40	177,95	199,40	181,30	123,90	229,00				167,75	255,25	353,75	478,75	613,00
Močvarno glejno amfiglejno	6258,00	423,60	154,88	169,50	148,50	107,00	188,20				137,48	195,08	269,00	376,75	493,75
Močvarno glejno amfiglejno	7622,00	424,40	148,16	167,70	176,10	108,40	189,60	35,90	24,90	60,80	123,25	176,73	249,28	349,50	483,25
Močvarno glejno amfiglejno	7591,00	776,00	193,72	204,50	177,65	138,90	225,00				178,60	305,25	431,50	585,75	748,00
Močvarno glejno amfiglejno	5820,49	795,43	210,65	181,30	165,90	103,10	201,20				175,40	336,50	508,25	689,75	914,00
Močvarno glejno amfiglejno	6122,42	817,78	212,73	187,20	165,50	102,30	178,40				174,68	326,75	501,25	698,75	861,00
Močvarno glejno amfiglejno	9037,07	1185,40	291,45	258,50	236,20	137,20	329,80				256,20	419,00	599,50	800,00	1000,25
Močvarno glejno amfiglejno	5913,00	382,96	152,06	174,60	153,90	106,70	196,40	39,10	21,70	60,80	111,80	173,08	220,90	295,75	399,75
Močvarno glejno amfiglejno	3310,00	227,24	124,17	117,70	138,35	75,14	126,40	31,00	27,20	58,20	80,98	133,33	242,40	390,50	566,50
Močvarno glejno amfiglejno	3911,00	397,88	218,62	196,10	203,30	186,80	258,60	118,70	37,40	156,10	206,28	429,00	670,50	903,25	1159,50

10. ŽIVOTOPIS

Vladimir Zebec rođen je 19. srpnja 1983. godine u Osijeku. Osnovnu školu i opću gimnaziju završio je u Đakovu. Godine 2002. upisao je opći smjer Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku. Tijekom studija bio je korisnik državne stipendije A kategorije za posebno nadarene studente. Tijekom studija bio je demonstrator na predmetima Konjogojstvo i Govedarstvo te je bio aktivno uključen u rad studentskih organizacija Poljoprivrednog fakulteta, posebice u organizaciji susreta studenata PFOS-a „Zajedno za opće dobro“ te „Agronomijade“. Obnašao je novinarske i uredničke djelatnosti u studentskom časopisu Fenix. U jesen 2006. godine uključen je u pilot-projekt Poljoprivrednog fakulteta „Znanjem u proizvodnju hrane“ te je aktivno sudjelovao u provedbi terenskih i laboratorijskih istraživanja, što je rezultiralo objavom znanstvenih radova kao i diplomskog rada na temu „Utjecaj gnojidbe dušikom i obrade tla na prinos pšenice“. U srpnju 2009. godine stekao je zvanje diplomiranjog inženjera poljoprivrede općeg smjera. U rujnu 2009. zaposlio se kao znanstveni novak/asistent na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku na znanstvenom projektu prof. dr. sc. Zdenka Lončarića: „Utjecaj kondicioniranja tla na hraniva i teške metale u sustavu tlo - biljka“ (079-0790462-0450) uz mentorstvo izv. prof. dr. sc. Domagoja Rastije. U autorstvu i koautorstvu objavio je deset radova i deset sažetaka, sudjelovao je u radu pet međunarodnih savjetovanja, tri okrugla stola te dvije radionice. Koautor je sveučilišnog udžbenika „Uzorkovanje tla i biljke za agroekološke i pedološke analize“. Izvodi nastavu na preddiplomskom, diplomskom i stručnom studiju na modulima Pedologija i Terenska i laboratorijska istraživnja u poljoprivredi. Član je projektnog tima u sklopu IPA projekta prekogranične suradnje „Doprinos poljoprivrede čistom okolišu i zdravoj hrani“. Sudjelovao je u izradi 12 studija pogodnosti tala za navodnjavanje. Član je Hrvatskog tloznanstvenog društva.