

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI U OSIJEKU

Filip Vincek

Diplomski sveučilišni studij Bilinogojstvo, smjer Ishrana bilja i tloznanstvo

VREDNOVANJE POLJOPRIVREDNOG ZEMLJIŠTA U RAZLIČITIM  
AGROREGIJAMA

**Diplomski rad**

Osijek, 2023.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI U OSIJEKU

Filip Vincek

Diplomski sveučilišni studij Bilinogojstvo, smjer Ishrana bilja i tloznanstvo

**VREDNOVANJE POLJOPRIVREDNOG ZEMLJIŠTA U RAZLIČITIM  
AGROREGIJAMA**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. prof. dr. sc. Domagoj Rastija, predsjednik
2. doc. dr. sc. Vladimir Zebec, mentor
3. prof. dr. sc. Vesna Vukadinović, član

Osijek, 2023.

*Diplomski rad posvećujem svojoj obitelji, djedu Iliji i Marijanu koji više nisu s nama, svojim kolegama i kolegicama s fakulteta te prijateljima koji su mi pomogli svojom podrškom i vjerom u mene.*

*Zahvaljujem se kolegici Doris Adašević te kolegama Ivanu Šimi Branković i Janku Brlas na neizmjernej pomoći i podršci u svakom trenutku studiranja.*

*Također, zahvaljujem svim nastavnicima i profesorima koji su me usmjeravali na putu prema diplomi magistra inženjera agronomije.*

*Posebnu zahvalnost iskazujem mentoru doc. dr. sc. Vladimiru Zebecu, koji je tokom studiranja i izrade diplomskog rada uvijek našao vremena za pomoć i savjet za sva moja pitanja.*

*Najveće hvala mojim roditeljima i braći na potpori, savjetima i razumijevanju tokom školovanja i života.*

*Hvala vam svima na neizmjernej podršci i vjeri u mene.*

*Filip Vincek*

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>1.1. Cilj rada</b> .....	2
<b>2. PREGLED LITERATURE</b> .....	3
<b>2.1. Sustavi bonitiranja tla u svijetu</b> .....	4
2.1.1. Švedski sustav za procjenu kvalitete poljoprivrednih zemljišta .....	4
2.1.2. Sustav vrednovanja poljoprivrednog zemljišta u Novom Južnom Walesu (NSW).....	4
2.1.3. Bonitiranje zemljišta i tla u Hrvatskoj .....	5
<b>3. MATERIJAL I METODE</b> .....	7
<b>3.1. Otvaranje pedološkog profila</b> .....	7
<b>3.2. Metode mjerenja potrebne za provedbu bonitiranja tla</b> .....	7
3.2.1. Mjerenje pH vrijednosti .....	7
3.2.2. Određivanje sadržaja organske tvari (humusa) u tlu.....	8
3.2.3. Određivanje teksture tla .....	9
3.2.4. Metode mjerenja količine kalcijevog karbonata u tlu .....	10
3.2.5. Mjerenje količine fosfora i kalija .....	12
3.2.6. Mjerenje hidrolitičke kiselosti .....	13
3.2.7. Mjerenje poroznosti tla .....	13
3.2.8. Postupak mjerenja retencijskog kapaciteta tla za vodu .....	14
3.2.9. Kapacitet tla za zrak.....	15
3.2.10. Zbijenost tla.....	16
3.2.11. Propusnost tla za vodu .....	16
3.2.12. Infiltracija.....	17
3.2.13. Kationski izmjenjivački kapacitet tla.....	17
3.2.14. Pravilnik o mjerilima za utvrđivanje osobito vrijednog obradivog (P1) i vrijednog obradivog (P2) poljoprivrednog zemljišta NN23/2019.....	18
<b>4. REZULTATI</b> .....	21
<b>4.1. Svojstva istraživanih tala</b> .....	21
4.1.1. Lokacija Čepić Polje .....	23
4.1.2. Lokacija Belica.....	34
4.1.3. Lokacija Dravski rit .....	42
4.1.4. Lokacija Oriovac.....	49
<b>4.2. Bonitet zemljišta istraživanih tala</b> .....	58
<b>5. RASPRAVA</b> .....	60
<b>6. ZAKLJUČAK</b> .....	64

<b>7. POPIS LITERATURE</b> .....	65
<b>8. SAŽETAK</b> .....	69
<b>9. SUMMARY</b> .....	70
<b>10. POPIS TABLICA</b> .....	71
<b>11. POPIS SLIKA</b> .....	74
<b>12. POPIS GRAFIKONA</b> .....	75

## 1. UVOD

Prema navodima Bogunovića (1996.) tlo predstavlja značajnu povijesnu i prirodnu tvorevinu, kao i rastresitu Zemljinu koru, nastalu pod raznim utjecajima procesa pedogeneze. Specifična osobina tla je da ima plodnost, a tako i mogućnost da biljkama osigura potrebne edafske čimbenike, kao naprimjer zrak, toplinu, vodu i hraniva. Također, Gračanin (1947.) navodi da je tlo rahli sloj na površini Zemljine kore, te je nastalo postepenim trošenjem stijena uslijed djelovanja kemijskih, fizikalnih i bioloških procesa tokom pedogeneze.

Tlo nastaje spajanjem mineralnih čestica, vode, živih organizama, organske tvari i zraka. Zbog sporih procesa koji stvaraju tlo ono se smatra neobnovljivim ili uvjetovano obnovljivim. Koliko nam je tlo važno za život, isto tako je i osjetljivo te kompleksno, pa je podložno jakoj degradaciji i procesima koji čine štetu, zbog čega se može ozbiljno ugroziti i onesposobiti funkcija tla. Uslijed nepovoljnih uvjeta dolazi do smanjenja plodnosti tla, njegove bioraznolikosti, a time i kvalitete zraka na planetu što dovodi do klimatskih promjena (Dragičević i sur., 2008.). Bašić (1992.) navodi podatak da je približno 22 % kopna na planetu potencijalno obradivo, a visoko je produktivno samo 3 %. Ističe značaj zaštite i pametnog korištenja tla s ciljem osiguranja dovoljno hrane za opstanak modernog društva. Posljednjih nekoliko desetljeća znanstvenici i stručnjaci poklanjaju pažnju degradaciji poljoprivrednih površina, a za istu najvećim dijelom krive zbijanje tla koje se sve učestalije pojavljuje na oranicama diljem svijeta. Na podložnijim tlima kao što je pseudoglej, antropogeno zbijanje narušava odnose makro i mikro pora, narušava toplinska svojstva tla te bioraznolikost (Vlaović, 2018.). Da bi se izbjegao i umanjio gubitak humusa u tlima europska komisija navodi da je potrebno u prvim fazama antropogenizacije utvrditi količine u površinskom sloju tla, pa tako i otkriti izvore smanjenja količine u tlu (Van-Camp i sur., 2004.).

U građi tla najzastupljenija je kruta faza tla koja čini 50 % udjela, a krutu fazu tla čine mineralne tvari s 45 % te organska tvar s 5 % udjela. Preostalih 50 % građe tla čine tekuća i plinovita faza, čiji se omjer mijenja ovisno o teksturi i strukturi te vlažnosti tla. Mineralnu tvar čine primarni i sekundarni minerali. Primarni minerali slabo su podložni razgradnji, dok sekundarni zajedno s mrtvom organskom tvari stvaraju organomineralni kompleks. Neki od najzastupljenijih elemenata u tlu su kisik, silicij, željezo i aluminij, a nakon njih slijede kalcij, kalij, magnezij i ostali (Landeka, 2016.).

Tlo ima vrlo značajnu ulogu za ljude i druge organizme na planetu. Osnovna uloga tla je stvaranje i proizvodnja organske tvari procesom fotosinteze, tako što biljkama osigurava vodu, zrak i hraniva. Tlo ima ulogu akumuliranja oborina isto kao i filtracije svega što padne s oborinama. Jedna od vrijednih uloga tla je i pružanje prostora za širenje urbanih sredina i svih popratnih stvari (Bašić, 1992.).

Vukadinović i sur. (2011.) navode da je plodnost tla moguće ocijeniti vrednovanjem određenih funkcija tla, koje kvantificiraju biljnu produktivnost, a imaju utjecaja kako na okoliš tako i zdravlje čovječanstva. Plodnost tla se može definirati kao sposobnost tla da biljkama osigura sve potrebno za rast, pa tako i njegov kapacitet za funkcioniranje, a prema navodima iz prijašnjeg dijela teksta ona može biti i lako degradirana (Karlen i sur., 1997.; Pierce i Larson, 1993.). U znanosti procjena produktivnosti tla temelji se na otkrivanju indikatora plodnosti za koje je poželjno da su osjetljivi, pouzdani te da određuju promjene fizikalnih, kemijskih i bioloških svojstava tla (Mausbach i Tugel, 1997.). Landeka (2016.) navodi da su plodna tla ona neutralne pH reakcije, zatim ona koja sadrže puno lako pristupačnih hraniva te ne sadrže toksične tvari i povoljnih su fizikalno kemijskih svojstava.

## **1.1. Cilj rada**

Cilj ovog rada je:

1. prikupiti podatke o tlu, klimi, reljefu i drugim obilježjima istraživanih lokacija u različitim agroregijama u RH
2. utvrditi bonitetne klase zemljišta na istraživanim lokacijama: Čepić polje, Belica, Dravski rit i Oriovac.
3. prikazati način i proceduru utvrđivanja boniteta tla, boniteta klime i boniteta reljefa, a zatim i prikazati proceduru bonitiranja zemljišta.

## 2. PREGLED LITERATURE

Kako navodi Bogunović (1996.) bonitet zemljišta predstavlja ocjenu prirodne fizikalne, kemijske i biološke sposobnosti zemljišta za uzgoj pojedinih kultura, a ta je ocjena određena konstelacijom niza prirodnih čimbenika kao što su: tlo, klima, reljef i brojni drugi prirodni čimbenici. Bonitet zemljišta izražava se bonitetnim bodovima ili određenim bonitetnim klasama. Cilj višenamjenskog vrednovanja zemljišta je poboljšanje korištenja dragocjenih prirodnih resursa, a okvirna načela na osnovu kojih se vrši vrednovanje zemljišta su analiza i promatranje, usporedba i interpretacija staništa s ciljem utvrđivanja najboljeg načina za korištenje i poboljšanje pojedinih zemljišta (Halauš, 2015.). Mamut (2010.) navodi kako je cilj vrednovanja tla, odrediti zahtjeve predviđenog načina korištenja zemljišta, te na temelju toga utvrditi stupanj pogodnosti tla ili ograničenja koja su eventualno moguća. Bogunović (1996.) u svom radu također navodi da je bonitiranje zemljišta različito od izrađivanja pedološke karte i općenito pedološke kartografije, jer donosi novi kvalitativni pristup podolozkom pokrivaču određenog prostora. Bonitiranje zemljišta podrazumijeva bonitiranje tla, klime i reljefa te drugih prirodnih uvjeta. Nadalje, Bogunović navodi da su dobra tla ona koja su duboka, imaju neutralno do slabo kiselu reakciju ovisno o kulturi koju ćemo uzgajati, ona koja imaju ilovastu teksturu, dobru propusnost za vodu tj. optimalan vodozračni odnos i u svojem pedološkom profilu nemaju zbijenih slojeva koji sprječavaju protok vode i korijena u dublje slojeve tla.

Pravilnikom o bonitiranju zemljišta propisuju se određene osnove po kojima se određuju pogodnosti klime, reljefa, tla i drugih uvjeta za poljoprivrednu proizvodnju, pa to podrazumijeva ocjenjivanje stupnja raznolikosti korištenja određenog zemljišta. Prema tvrdnjama Kovačevića i sur. (1987.) opći bonitet zemljišta nije kvalitetno mjerilo za utvrđivanje optimalnog stanja nekog zemljišta za pojedinu kulturu, jer kod ocjenjivanja ne uključuje prirodna ograničenja zemljišta. Kod utvrđivanja boniteta zemljišta bez korekcije, ocjenjuju se četiri različita prirodna faktora, a oni su kako slijedi bonitet tla, vodnog režima, klime i reljefa. Najznačajniji faktor je naravno tlo, jer je ono osnovica za uzgoj kultura te se prema njemu mogu najlakše razvrstati zemljišta u bonitetne klase.

Prema navodima Bogunovića (1996.) u prve bonitetne klase, točnije one koje se svrstavaju u pogodna tla, zahvaljujući većoj ekološkoj dubini profila, dobroj dreniranosti i pH reakciji tla te porozitetu, reljefu i klimi pripadaju tla kao što su černoze, humofluvisol, eutrično smeđe tlo i ostala kvalitetna i plodna tla. U tla nepovoljne bonitetne klase pripadaju plitka,



stjenovita tla koja nemaju dobar kapacitet za vodu i hranive tvari te su ekstremno kisele reakcije, a također navodi da takva tla uvrštavamo u tla petog, šestog i sedmog razvojnog stupnja. U nepovoljne bonitetne klase tala ubrajamo kamenjare, regosole, vapneno dolomitne crnice, rendzine, rankere, podzole, smeđa podzolasta tla, močvarno glejna tla, halomorfna tla, ritske crnice te pseudogleje glejeve.

Halauš (2015.) u svom radu piše o tome da klasifikacijska pogodnost zemljišta za svrsishodno korištenje može biti kvantitativna i kvalitativna. Kvalitativna klasifikacija vrši se na osnovu kvalitativnih podataka koji ne uključuju brojčane vrijednosti dobivene istraživanjima, a kvantitativna klasifikacija uključuje ekonomske pokazatelje i podatke o količinama. Također Špoljar i sur. (2011.) zaključuju da je moguće klasificirati sadašnju i potencijalnu pogodnost zemljišta za određenu svrhu. Klasifikacija sadašnje pogodnosti podrazumijeva pogodnost zemljišta za određenu svrhu u postojećem stanju tog zemljišta, dok je potencijalna pogodnost ona koja se ostvari nakon mjera uređenja tj. poboljšanja zemljišta.

## **2.1. Sustavi bonitiranja tla u svijetu**

### *2.1.1. Švedski sustav za procjenu kvalitete poljoprivrednih zemljišta*

U Švedskom sustavu sortiranja ili klasificiranja tala i zemljišta postoji 5 klasa, od najpovoljnijih klase 1 do najnepovoljnijih klase 5. U njihovom sustavu ocjenjivanje se temelji na uvjetima za proizvodnju bilja te na podacima dobivenim kroz istraživanja. Takav sustav koriste za tumačenje kvalitativnog i kvantitativnog stanja tala te omogućuje relativnu usporedbu i pomaže nacionalnom programu praćenja stanja okoliša (Kirchmann i sur., 2001.).

### *2.1.2. Sustav vrednovanja poljoprivrednog zemljišta u Novom Južnom Walesu (NSW)*

Novi Južni Wales izradio je novi sustav ocjenjivanja pogodnosti zemljišta u poljoprivredne svrhe te ga je nazvao LSC sustav. Kako bi očuvali okoliš i vrlo važnu plodnost tla, jako je bitno poznavati potencijal zemljišta. Stoga su znanstvenici iz NSW-a razvili novi sustav koji se temelji na izradi karata pogodnosti zemljišta za uzgoj poljoprivrednih kultura. LSC sustav sadrži osam klasa, a poseban naglasak stavlja na ograničenja tla. Ovaj sustav se služi podacima bioloških svojstava tla, podacima o prirodnom položaju površine, nagibu, odvodnji, klimi, tipu tla te samim fizikalno kemijskim svojstvima tla. Također kod

vrednovanja tla po ovom sustavu potrebno je izvršiti korekciju rezultata za pojedino zemljište, a korekcija se provodi, ako je zemljište u opasnosti od erozije, kvarenja strukture tla, promjene pH vrijednosti i brojnih drugih ograničenja. Za sve navedene opasnosti provodi se bodovanje od 1 za najbolja tla do 8 za najlošija tla. NSW ovu metodu primjenjuje za procjenu zemljišta koje se slabije i manje intenzivno koristi (Halauš, 2015.)

### *2.1.3. Bonitiranje zemljišta i tla u Hrvatskoj*

Od šezdesetih i sedamdesetih godina prošlog stoljeća u Republici Hrvatskoj za bonitiranje zemljišta koriste se radovi Kovačevića i sur. (1987.) te Kovačevića (1983.) koji su objedinjeni pod nazivom Pravilnik o mjerilima za utvrđivanje osobito vrijednog obradivog (P1) i vrijednog obradivog (P2) poljoprivrednog zemljišta NN23/19, čiji su kriteriji najvećim dijelom temeljeni na radu bonitiranje zemljišta i radu pod nazivom Okvir za procjenu zemljišta FAO 1976 u doradoj verziji Vidaček, Ž. 1981. godine.

#### *2.1.3.1. Bonitiranje zemljišta Kovačević*

Suradnjom stručnjaka Republičke geodetske uprave Hrvatske i znanstvenika s Zagrebačkog Fakulteta poljoprivrednih znanosti, 1976. godine završena je izrada nove metode bonitiranja (Vidaček, 2019.). Isti autor navodi da u radu napisanom 1976. godine Kovačević navodi kako bonitet zemljišta predstavlja prirodnu proizvodnu snagu zemljišta koja proizlazi iz konstelacije više čimbenika, a najznačajniji od njih su tlo, klima i reljef. Nadalje napominje kako je bonitiranje zemljišta potpuno različito od bonitiranja tla, jer je bonitiranje tla sastavni dio bonitiranja zemljišta i kod bonitiranja tla određujemo samo klasu boniteta za unutarnja svojstva tla kao naprimjer pH, humus i ostala svojstva. U svom radu Vidaček (2019.) citira rad Kovačevića napisan 1983. godine te navodi da su osobine tla glavni i osnovni faktor stanja zemljišta odnosno proizvodne sposobnosti istog.

#### *2.1.3.2. Okvir za procjenu zemljišta FAO u doradoj verziji Vidaček, Ž. 1981.*

Ovakva usavršena verzija Okvira za procjenu zemljišta, prekontrolirana je semidetaljnog procjenom stanja tala za navodnjavanje poljoprivrednih kultura te detaljnog procjenom za navodnjavanje kukuruza na većem području istočne Slavonije i Baranje. Nakon uspješno provedenih opsežnih istraživanja i testiranja, doraden Okvir za procjenu zemljišta FAO počinje se koristiti za procjenu pogodnosti tla za obradu, proizvodnju i uzgoj poljoprivrednih kultura, zaštitu poljoprivrednog tla, projektiranje melioracijskih zahvata i mnogih drugih

stvari. U doradenoj verziji pedosistematske jedinice zemljišta razvrstavaju se u redove, klase i potklase pogodnosti. U tom slučaju postoje dva reda tala, a oni su (P) pogodna ili (N) nepogodna tla. Klase predstavljaju stupanj pogodnosti ili nepogodnosti pojedinih tala, pa tako postoje 3 klase pogodnosti za P tla, a to su P1 pogodna, P2 umjereno pogodna i P3 ograničeno pogodna tla. Ovim slijedom dolazimo do reda nepogodnih tala koji se dijeli u dvije klase, a to su N1 privremeno nepogodna tla i N2 trajno nepogodna tla koja se više ne mogu koristiti za uzgoj poljoprivrednih kultura već samo za izgradnju objekata. Potklase predstavljaju tla koja imaju dominantna privremena i/ili trajna ograničenja (Vidaček, 2019.).

Vidaček (2019.) u svom radu navodi kako je u Hrvatskoj plan izraditi strateški dokument kojem je cilj urediti poljoprivredu Hrvatske u razdoblju nakon 2020. godine. Danas 2023. godine počinje se raditi na analizama tla i sustavnom promatranju istih, ali se to provodi „puževim koracima“. Očekuje se da će nova strategija ispraviti greške kronično loših dosadašnjih strategija poljoprivrede, te da će se uskladiti zemljišno-knjižni sustav s preciznim terenskim istraživanjima znanstvenika i pedologa diljem Hrvatske.

#### *2.1.3.3. Utvrđivanje vrijednog obradivog poljoprivrednog zemljišta NN 23/19*

Vidaček (2019.) u svom radu navodi kako je posljednji pravilnik o mjerilima za utvrđivanje osobito vrijednog (P1) i vrijednog obradivog (P2) poljoprivrednog zemljišta donesen 16. ožujka u 2019. godini, a temelji se na radu Kovačevića i sur., napisanom 1987. godine. Ovim pravilnikom zemljišta se dijele u četiri klase. Prva klasa predstavlja P1 klasu osobito vrijednih obradivih zemljišta, zatim slijedi klasa P2 vrijednih obradivih zemljišta, pa klasa ostalih obradivih zemljišta P3 i kao zadnja klasa tu su ostala poljoprivredna zemljišta PŠ. Vidaček (2019.) navodi da u pravilniku stoji, kako bonitiranje zemljišta i ostalog mogu obavljati izrazito stručnjaci na području pedologije.

### **3. MATERIJAL I METODE**

#### **3.1. Otvaranje pedološkog profila**

Iskop pedološke jame obavlja se do dubine matičnog supstrata. U početku iskopa, potrebno je na površini tla štihlačom označiti oblik pedološke jame, a ona je većinom dimenzije 2 m duljine i 0,8 m širine. Čeona strana profila ili jame okrenuta je izravnom sunčevom osvjetljenju, a stepenice se izrađuju do čeone strane profila kako bi lakše obavljali daljnja uzorkovanja. Profil mora biti orijentiran izravnom sunčevom osvjetljenju zbog fotografiranja i zbog pravilnog opisa boje tla i ostalih značajki tla. Također na čeonoj strani površina tla mora biti čista od svih smetnji. Tokom kretanja prilikom uzorkovanja i samog iskopa pedoloških jama nije poželjno hodati po površini tla u neposrednoj blizini čeone strane, jer se mora očuvati izvorno stanje tla. Broj pedoloških jama ili profila tla po jedinici površine nije jednak za sve lokalitete, a ovisi o vrsti istraživanja te heterogenosti tala na području istraživanja (Lončarić, 2014.).

#### **3.2. Metode mjerenja potrebne za provedbu bonitiranja tla**

##### *3.2.1. Mjerenje pH vrijednosti*

Reakcija tla ili drugim riječima pH vrijednost tla predstavlja negativan dekadski logaritam koncentracije nevezanih vodikovih iona u tlu, odnosno njihovog aktiviteta (Vukadinović, 2016.). Prema radu Brankovića (2022.) postoji više načina na koji se može mjeriti pH vrijednost tla, a najčešće se koristi način da se 10 g zrakosuhog tla prelije s 25 ml otopine. Ovaj omjer tla i otopine najbitnija je stavka u postupku mjerenja reakcije tla, a omjer u ovom načinu mjerenja mora biti 1:2,5 (m/v).

Postupak mjerenja započinje tako da se tlo tj. uzorak tla prosijava kroz sito granulacije 2 mm. Kako ne bi došlo do kontaminacije otopine za mjerenje pH vrijednosti uzorak mora biti zrakosuh i ne smije sadržavati nikakve organske primjese. Uzima se određena količina zrakosuhog tla, u ovom slučaju to je 10 g te se premješta u posudu za mjerenje.

Nakon što se odvaže uzorak tlo se prelije s 25 ml deionizirane vode, ako želimo utvrditi aktualnu kiselost tla, a ukoliko želimo utvrditi supstitucijsku kiselost, tlo se prelije s 25 ml otopine 1M KCl-a. Nakon toga suspenzija tla i otopine se dobro promiješa i ostavlja u mirovanje 30 min. U toku mirovanja potrebno je izvršiti kalibraciju pH-metra, koja se

obavlja pomoću puferne otopine poznatih pH vrijednosti. Kalibracija se vrši u otopinama s 4, 7 i 9 pH jedinica te se potom mjeri CRM (*potvrđeni referentni materijal tj. materijal kojemu je utvrđen određeni udio analita*, koji iznosi 6,68 pH jedinica), da bi se utvrdila uspješnost kalibracije. Poslije svih navedenih postupaka može se početi s mjerenjem pH vrijednosti suspenzije tj. tla, tako da se elektroda pH-metra uranja u čašicu te se kod stabilizacije brojčanih vrijednosti izvrši očitavanje ukoliko se brojke unutar 10 sekundi ne promijene u okviru 0,02 pH jedinica.

Tablica 1. Tumačenje rezultata pH reakcije tla (izvor: Škorić, 1982.)

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

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

Zebec (2015.) u svom radu navodi da se sadržaj organske tvari u tlu određuje bikromatnom metodom u kojoj se provodi mokro spaljivanje organske tvari tla uz pomoć kalijevog bikromata ( $K_2Cr_2O_7$ ). Postupak mokrog spaljivanja podrazumijeva odvagivanje sitnice tla u količini od 0,2 do 0,5 g, koja se potom prenosi u Erlenmayerovu tikvicu u koju se potom dodaje kalijev bikromat. Nakon toga suspenzija se prokuhava 5 minuta te se prenaša u tikvicu od 150 ml koja se dopunjava do označenih 150 ml (Branković, 2022.). Poslije se dodaje fosforna kiselina sve do pojave zelenkaste boje. Predzadnji korak u određivanju sadržaja humusa je mjerenje uz pomoć spektrofotometra Varian Cary 50, a zatim slijedi posljednji korak u kojem se dobiveni rezultati preračunavaju kroz koeficijent 1,724 (Zebec, 2015.). Nakon svega navedenog rezultat se uspoređuje s tablicom broj 2.

Tablica 2. Granične vrijednosti sadržaja organske tvari u tlu (izvor: Škorić, 1982.)

Interpretacija	Rezultat (%)
Vrlo slabo humozno	<1
Slabo humozno	1-3
Dosta humozno	3-5
Jako humozno	5-10
Vrlo jako humozno	>10

### 3.2.3. Određivanje teksture tla

Jedan od brojnih načina i postupaka određivanja sadržaja pojedinih čestica tla je postupak s natrijevim-pirofosfatom. Prema navodima Perkovića (2013.) početkom postupka uzima se 10 g zrakosuhog tla u Erlenmayerovu tikvicu od 300 ml, zatim se dolije 25 ml natrijevog-pirofosfata, pa se promućka i ostavi preko noći na mirovanje. Sutradan suspenziju je potrebno mućkati na mućkalici u vremenu od 6 sati. Nakon mućkanja suspenzija se filtrira kroz sita od 200  $\mu\text{m}$  i 63  $\mu\text{m}$  u cilindar volumena 1000 ml. Nakon prethodnog postupka uzorak je potrebno mućkati 1 min, a potom prepustiti sedimentaciji. Kako navodi Stokesov zakon, čestice veličine 20  $\mu\text{m}$  u ovom slučaju prah i glina, pri temperaturi od 20°C put od 10 cm sedimentacijom pređu za 4 minute i 48 sekundi, stoga se nakon tog vremena pipetom uzima 10 ml uzorka na dubini od 10 cm čime se uzima uzorak čestica praha i gline koje se prenose u porculanski lončić poznate mase.

Označimo li početnu koncentraciju u 10 ml (0,2 g) kao 100 %, u tom slučaju lako dobivamo postotni odnos čestica manjih od 20  $\mu\text{m}$ . Postotak sitnog praha i gline dobiva se sljedećim postupkom:

$$\text{Sitni prah i glina \%} = (\text{masa uzorka sitnog praha i gline} / 0,1 \text{ g}) \cdot 100 \%$$

Na isti način uzorkuje se uzorak čestica manjih od 2  $\mu\text{m}$  što predstavlja glinu, a uzorak se uzima nakon 4 (8) sati s dubine od 5 (10) cm. Porculanski lončić stavlja se u sušionik na 105°C uzorak suši do konstantne mase, a postotak krupnog i sitnog pijeska dobiva se sljedećom formulom:

$$\text{Pijesak \%} = (\text{masa suhog pijeska/ukupna masa uzorka od 10 g}) \cdot 100 \%$$

Sličan je postupak i za frakciju gline:

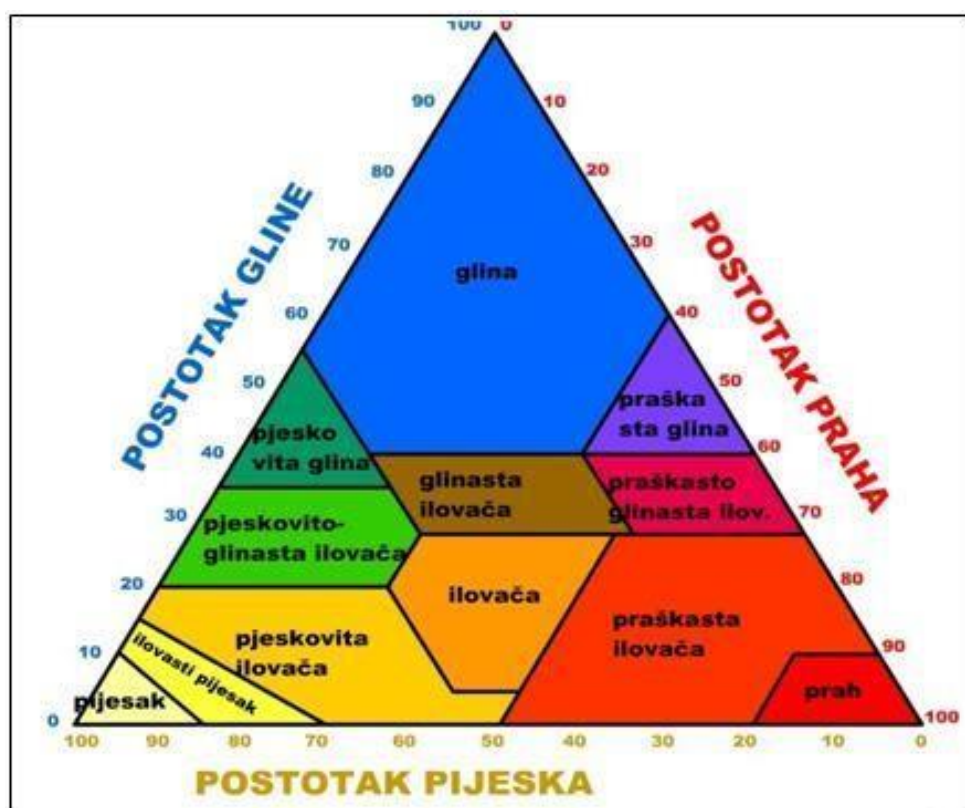
$$\text{Glina \%} = (\text{masa uzorka gline} / 0,1 \text{ g}) \cdot 100 \%$$

Od mase uzorka gline odbijamo masu otopljenog natrijevog-pirofosfata u iznosu od 0,0068 g.

Postupak izračuna krupnog praha je kako slijedi:

$$\text{Krupni prah \%} = 100 \% - (\text{Krupni pijesak \%} + \text{Sitni pijesak \%} + \text{Sitni prah \%} + \text{Glina \%})$$

Čestice krupnog pijeska predstavljaju čestice veličine 200-2000 μm, čestice sitnog pijeska su veličine od 20-200 μm, čestice praha su 2-20 μm, dok su čestice gline najsitnije i veličine su manje od 2 μm.

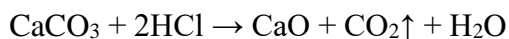


Slika 1. Teksturni trokut (izvor: Soil Survey Division Staff, 1993.)

#### 3.2.4. Metode mjerenja količine kalcijevog karbonata u tlu

Kvalitativno dokazivanje: uzorak se prelije s razrijeđenom klorovodičnom kiselinom u omjeru 1:3, uslijed doticaja kiseline i kalcijevog karbonata dolazi do oslobađanja ugljikovog dioksida, pa se javlja karakterističan zvuk šumljenja uz pojavu pjene. Po trajanju i jačini šumljenja utvrđuje se sadržaj kalcijevog karbonata (Mutavdžić Pavlović, 2014.).

Osnovica kvantitativnog volumetrijskog mjerenja je reakcija između karbonata i solne kiseline, koja dovodi do oslobađanja određene količine CO<sub>2</sub>.



Postupak prilikom volumetrijskog određivanja količine kalcijevog karbonata počinje s određivanjem količine uzorka za analizu. Sadržaj karbonata se odredi na osnovu intenziteta reakcije uzorka prelijevanog sa solnom kiselinom u omjeru 1:3 nakon čega se iz tablice broj 3. očitava potrebna masa tla.

Tablica 3. Određivanje mase uzorka tla za kvantitativno određivanje karbonata na bazi intenziteta reakcije (izvor: Mutavdžić Pavlović, 2014.)

Intenzitet reakcije	Sadržaj karbonata, g/kg	Masa uzorka za analizu, g
Nema reakcije ili je reakcija vrlo, vrlo slaba	<20	10,0
Slaba i dugotrajna reakcija	20-80	5,0
Jaka i dugotrajna reakcija	80-160	2,5
Vrlo jaka i dugotrajna reakcija	>160	<1,0 <sup>1</sup>

Tražena masa prebaci u reakcijsku posudu nakon čega se doda 20 ml deionizirane vode. Plastična posuda s tri puta više solne kiseline od tla (1:3) stavi se u reakcijsku posudu pazeći da se ne pomiješa s tlom. Nakon povezivanja s kalcimetrom potrebno je izjednačiti zaporne tekućine i mućkanjem pomiješati tlo i solnu kiselinu, uslijed čega se događa reakcija pri kojoj oslobođeni CO<sub>2</sub> povisi razinu tekućine u lijevoj cijevi za onoliko koliko je istisnuto zaporne tekućine iz desne cijevi. Nakon što se razina tekućine stabilizira, potrebno izjednačiti razinu tekućine u obje cijevi, pa očitati volumen istisnute tekućine u desnoj cijevi. Očitani rezultat jednak je onom koja je količina CO<sub>2</sub> oslobođena (Mutavdžić Pavlović, 2014.).

Maseni udio CaCO<sub>3</sub> u uzorku tla izračunava se prema sljedećem postupku tj. sljedećem primjeru:

$$w(\text{CaCO}_3) = \frac{V(\text{CO}_2) \cdot \gamma(\text{CO}_2) \cdot 2,28}{1000 \cdot m(\text{uzorka tla})} \cdot 100 = \frac{V(\text{CO}_2) \cdot 1,964 \cdot 2,28}{1000 \cdot m(\text{uzorka tla})} \cdot 100$$

$$= \frac{0,0445 \cdot V(\text{CO}_2)}{m(\text{uzorka tla})} \cdot 100$$



gdje je: 2,28 faktor koji odgovara omjeru molnih masa  $\text{CaCO}_3$  i  $\text{CO}_2$

$$\gamma(\text{CO}_2) \text{ je masa } \text{CO}_2 \text{ u g/l pri s.u.} \quad \gamma(\text{CO}_2) = \frac{M(\text{CO}_2)}{V_m(\text{CO}_2)} = \frac{44 \text{ g/mol}}{22,4 \text{ l/mol}} = 1,964 \text{ g/l}$$

1000 je faktor preračunavanja  $\text{dm}^3$  (l) u  $\text{cm}^3$  (ml)

Na ovaj način izbjegava se upotreba tablice ovisnosti mase  $\text{CO}_2$  u g/l o trenutnom tlaku i temperaturi koja je pri primjeni ove metode određivanja karbonata neophodna.

### 3.2.5. Mjerenje količine fosfora i kalija

#### 3.2.5.1. Određivanje biljci pristupačnog fosfora AL- metodom

Kako navode Čoga i Slunjski (2018.) postupak određivanja fosfora počinje postupkom ekstrakcije za određivanje biljci pristupačnog fosfora i kalija. Prvi korak u ovom postupku je odvaga 5 g tla u bočice od 500 ml, zatim se tlo prelije sa 100 ml AL-ekstraktivne otopine, nakon čega je suspenziju potrebno mućkati 2 sata. Posljednji korak u ovom postupku je filtracija suspenzije u Erlenmayerovu tikvicu od 250 ml.

Nakon prethodno opisanog postupka nastavljamo s određivanjem fiziološki aktivnog fosfora. Iz bistrog filtrata potrebno je pipetirati 10 ml filtrata u Erlenmayerovu tikvicu od 100 ml. U filtrat se dodaje 15 ml destilirane vode, 2 ml smjese amonijevog molibdata i fotoreksa te 1 ml otopine kositrovog klorida, zatim je potrebno lagano promućkati otopinu te ju ostaviti 30-60 minuta da se razvije plava boja. Paralelno sa uzorcima potrebno je postaviti i seriju standarda te slijepu probu, koja služi kao kalibrator spektrofotometra. Nakon svih postupaka provedenih do sada potrebno je pričekati 60 minuta te očitati koncentracije  $\text{P}_2\text{O}_5$  na spektrofotometru valne duljine 620 nm, koji se baždari na seriji standarda. Očitane vrijednosti izražavaju se u mg  $\text{P}_2\text{O}_5$  na 100 g tla.

#### 3.2.5.2. Određivanje biljci pristupačnog kalija AL-metodom

Prema navodima Čoge i Slunjskog (2018.) postupak ove metode počinje tako da se bistri filtrat dolije u male epruvete, zatim se koncentracija  $\text{K}_2\text{O}$  direktno očita na plamenom fotometru koji se prije očitavanja baždari serijom radnih standardnih otopina za kalijev oksid, prethodno pripremljenih iz osnovne otopine za standarde (1 ml = 0,1 mg  $\text{K}_2\text{O}$ ).

### 3.2.6. Mjerenje hidrolitičke kiselosti

Postupak počinje odvagom 20 g tla u plastičnu bocu za mućkanje volumena 500 ml, zatim se dodaje 50 ml natrijevog acetata. Na jednak način, samo bez tla treba pripremiti slijepu probu. Slijedeći korak je mućkanje u vremenu od 60 min pri 175 o/min. Poslije procesa mućkanja slijedi filtracija u staklene čašice od 100 ml, pa se ispipetira 10 ml filtrata u Erlenmayerovu tikvicu predviđenog volumena 50 ml. U tih 10 ml filtrata dodaje se 1-2 kapi fenoftaleina i titrira se sa 0,1 M natrijevog hidroksida do pojave ružičaste boje. U daljnjem tekstu prikazana je formula izračuna hidrolitičke kiselosti tla (Čoga i Slunjski, 2018.).

$$Hk (mmol (100 g)^{-1}tla) = \frac{(a - b) \cdot f \cdot 10 \cdot 1,75}{m(g)}$$

Gdje je: a = utrošak 0,1 M NaOH kod titracije

b = utrošak 0,1 M NaOH kod titracije slijepe probe

f = faktor lužine

1,75 = faktor za korekciju zbog nezamijenjenih H<sup>+</sup> iona (kod serijskih ispitivanja)

m = grami tla sadržani u alikvotnom dijelu uzetog uzorka

### 3.2.7. Mjerenje poroznosti tla

Prvi pojam koji Purgar (2019.) navodi u svom radu je porozitet tj. apsolutni porozitet označen kraticom (n) te se označava kao omjer volumena pora (V<sub>v</sub>) i ukupnog volumena (V) izražen u postotku. Formula za računanje poroznosti glasi ovako:

$$n = \frac{V_v}{V} \cdot 100[\%]$$

Sljedeći pojam predstavlja koeficijent pora (e), koji označava omjer volumena pora (V<sub>v</sub>) i volumena čvrstih čestica tla (V<sub>s</sub>) te se koristi prilikom analize slijeganja tla.

$$e = \frac{V_v}{V_s}$$

Također Purgar (2019.) ukazuje na vezu između relativnog poroziteta i koeficijenta pora te ju prikazuje kroz formulu:

$$S_r = \frac{V_w}{V_v} \cdot 100[\%]$$

Raspon stupnjeva zasićenosti određen je međusobnom zavisnosti  $0 \leq S_r \leq 1$  ili u postocima od 0 do 100 %. Moguća su tri stanja uzorka prema definiciji stupnja zasićenosti :

$S_r = 0$ , suho tlo

$S_r = 100 \%$ , potpuno zasićeno (saturirano) tlo

$0 \leq S_r \leq 100 \%$ , nezasićeno ili djelomično zasićeno tlo.

### 3.2.8. Postupak mjerenja retencijskog kapaciteta tla za vodu

Prema navodima Šimunića i sur. (2007.) uzorak tla koji se prethodno uzeo na profilu uz pomoć cilindra po Kopeckom stavlja se na stalak s vlažnim filter papirom do orošavanja površine uzorka. Uzorak tala u cilindrima mora biti apsolutno suh prilikom prve odvage. Uzorak je poslije ovog postupka potrebno staviti na suh filter papir 30 min. Kada se postigne takvo stanje uzorka postiže se stanje retencijskog kapaciteta tla. Prilikom izrade ovog postupka potrebno je poznavati mase navlaženog tla do ( $K_v$ ) zajedno s poklopcem i cilindrom, masu keramičke zdjelice, samog cilindra s poklopcem i masu tla osušenog na temperaturi od  $105^\circ\text{C}$  zajedno sa keramičkom zdjelicom. Kako bi dobili konačan rezultat i retencijski kapacitet tla za vodu koristi se sljedeća formula:

$$K_v = \frac{\text{masa vlažnog tla} - \text{masa apsolutno suhog tla}}{100} \cdot 100 \% \text{ vol}$$

čiji rezultat uspoređujemo sa tablicom 4. (Škorić, 1991.) :

Tablica 4. Retencijski kapacitet tla za vodu s obzirom na postotni udio vode u tlu (izvor: Škorić, 1991.)

Kapacitet tla za vodu (Kv)	% Vol
Vrlo mali	<25
Mali	25-35
Srednji	35-45
Veliki	45-60
Vrlo veliki	>60

### 3.2.9. Kapacitet tla za zrak

Kako bi izračunali kapacitet tla za zrak potrebno je poznavati podatke o ukupnom porozitetu i kapacitetu za vodu. Postupak izračunavanja kapaciteta tla za vodu prikazan je u prethodnom poglavlju, dok se ukupni porozitet računa formulom (Šimunić i sur., 2007.):

$$P = \left( 1 - \frac{\rho_V}{\rho_{\check{c}}} \right) \cdot 100 \%Vol$$

Gdje je ( $\rho_V$ ) volumna gustoća tla, a ( $\rho_{\check{c}}$ ) gustoća čvrstih čestica tla. Dobivenu vrijednost uspoređujemo s tablicom 5.

Tablica 5. Oznake poroznosti tla (izvor: Šimunić i sur., 2007.)

Sadržaj pora, P (%)	Tlo
>60	Vrlo porozno
46-60	Porozno
30-45	Malo porozno
<30	Vrlo malo porozno

Kapacitet za zrak računa se tako što se od ukupnog poroziteta (P) oduzme kapacitet tla za vodu (Kv), što je prikazano u sljedećoj formuli:

$$Kz = P - Kv \% Vol$$

### 3.2.10. Zbijenost tla

Najnovija i najtočnije metoda mjerenja zbijenosti tla je mjerenje penetrometrom (Knežević, 2017.). Penetrometar mjeri mehanički otpor tla na sondu kojom se uz ravnomjeran pritisak probija tlo do dubine od 80 cm s preciznom podjelom na dijelove od 1 do 5 cm. Otpor tla na sondu izražava se u MPa, a ovisno o penetrometru rezultat je moguće očitati odmah. Nakon obavljanog sondiranja otpor tla se rangira prema sljedećim graničnim vrijednostima (Silva i sur., 2000.):

- a) 1-2,5 MPa: povoljno rahlo tlo, nema zbijenih slojeva,
- b) 2,5-3,0 MPa: srednje zbijeno tlo, postoji zbijeni sloj,
- c) 3,0-5,0 MPa: jako zbijeno tlo, postoji izraziti zbijeni sloj.

### 3.2.11. Propusnost tla za vodu

Permeametar sa stalnim potencijalom radi na principu ujednačenog i jednodimenzionalnog strujanja, pri čemu je uzorak izložen konstantnoj razlici piezometarske razine ( $\Delta h$ ), kojoj je zadatak osigurati stalnu količinu toka ( $Q$ ). Pri navedenim uvjetima uz dužinu uzorka ( $L$ ) i presjek uzorka tj. površinu uzorka ( $A$ ), vodopropusnost se određuje pomoću Darcy-jeva zakona koji se prikazuje formulom (Petrinjak, 2018.):

$$k = \frac{Q \cdot L}{A \cdot \Delta h}$$

U slučaju permeametra s promjenjivim potencijalom količina vode koja se procijedila kroz uzorak, određuje se opažanjem iznosa pada razine vode u uspravnoj cijevi. Tokom određenog vremena označenog s kraticom ( $t$ ), razina vode pada s početne razine ( $h_1$ ) na ( $h_2$ ).

Kako glasi Darcy-ev zakon ( $v = k \cdot i$ ), a ( $i = \frac{\Delta h}{L}$ ), pa je ( $Q = A \cdot v \cdot dt = A \cdot \frac{h}{L} \cdot k \cdot dt = a \cdot dh$ )

Iz čega proizlazi diferencijalna jednačina:  $\frac{dh}{h} = k \cdot \frac{A}{a \cdot L} dt$

Kojoj je rješenje:  $\ln h = k \cdot t \cdot \frac{A}{a \cdot L}$

Na početku i na kraju vremenskog intervala ( $\Delta t$ ) mjeri se visina vode u cijevima ( $h_1$ ,  $h_2$ ), pa se uvrštavanjem dobiva:

$$k = 2,3 \cdot \frac{L \cdot a}{A \cdot \Delta t} \cdot \log \frac{h_1}{h_2}$$

Kratice u formuli su slijedećih značenja:

A – poprečni presjek uzorka

L – duljina uzorka

a – poprečni presjek vertikalne cijevi

$h_1$  – visina vode u vertikalnoj cijevi na početku mjerenja

$h_2$  – visina vode u vertikalnoj cijevi na kraju mjerenja

$\Delta h$  – promjena visine vode u vertikalnoj cijevi

### 3.2.12. Infiltracija

Svaka infiltracija se zasniva ne određenom infiltracijskom kapacitetu ( $f_0$ ) što dovodi do toga da se eksponencijalnim zakonom umanjuje na stalnu vrijednost jačine infiltracije ( $f_c$ ) koji je jednak infiltraciji slobodne gravitacijske vode u tlu, pri čemu se smatra da je vlažnost tla jednaka specifičnoj retenciji (Petričević i sur., 2014.)

Infiltraciju možemo izraziti kroz slijedeću formulu:

$$f(t) = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt}$$

### 3.2.13. Kationski izmjenjivački kapacitet tla

Prema navodima Brankovića (2020.) postupak ove metode započinje odvagom 10 g tla koje se prelije s 50 ml otopine za ekstrakciju, zatim se prelazi na mućkanje uz pomoć rotacijske mućkalice u vremenu od 30 minuta. Poslije navedenog postupka uzorak je potrebno centrifugirati 5 minuta, a potom filtrirati u odmjernu tikvicu od 100 ml. Sadržaj elemenata dobiven je suspdstitucijom  $\text{NH}_4^+$  iz otopine amonijevog acetata, nakon čega se pristupa određivanju koncentracije u otopini, koja se dobiva mjerenjem na atomskom adsorpcijskom

spektrofotometru Perkin Elmer Analyst 200, a utvrđena koncentracija se izražava kao mg/kg tla. KIK je utvrđen preračunom kationa u ekvivalentnu vrijednost i zbrajanjem Ca, Mg, K i Na prema formuli u nastavku:

$$KIK(cmol(+)kg^{-1}) = \frac{Ca(mg100g^{-1})}{40,08/2} + \frac{Mg(mg100g^{-1})}{24,305/2} + \frac{K(mg100g^{-1})}{39,098} + \frac{Na(mg100g^{-1})}{22,99} + \frac{Hk(mg100g^{-1})}{1}$$

### 3.2.14. Pravilnik o mjerilima za utvrđivanje osobito vrijednog obradivog (P1) i vrijednog obradivog (P2) poljoprivrednog zemljišta NN23/2019

#### 3.2.14.1. Opće odredbe

Temelj za vrednovanje P1 i P2 klase pogodnosti, ali i nižih bonitetnih vrijednosti zasniva se na vrijednostima tla, klime, reljefa i drugih prirodnih faktora bitnih za poljoprivrednu proizvodnju. Zbog utvrđivanja P1 i P2 klase zemljišta, ovaj pravilnik sadrži i klase ostalih obradivih zemljišta (P3) i ostalih poljoprivrednih zemljišta (PŠ).

#### 3.2.14.2. Mjerila za razvrstavanje zemljišta

Bonitiranje zemljišta dobiva se na razini općeg boniteta tj. boniteta zemljišta bez ikakvih korekcija, a opći bonitet dobiva se iz formule:

$$B = \sqrt{T * K * R}$$

Iz formule se može uvidjeti da je opći bonitet jednak korijenu iz umnoška bonitetnih bodova tla (T), klime (K) i reljefa (R). Također opći bonitet zemljišta boduje se od 7 bonitetnih bodova sve do 100 bodova, a isto vrijedi i za bonitet tla. Bonitet klime i reljefa boduje se od 7 do 10 bonitetnih bodova.

#### 3.2.14.3. Bonitiranje tla

Bonitiranje tla provodi se na osnovu razvojnog stupnja, mehaničkog sastava te geološkog podrijetla tla. Prema Pravilniku (NN23/2019) razvojne stupnjeve definiramo kao evolucijsko genetsko stanje tla. U pravilniku postoji sedam razvojnih stupnjeva tla, a njihove karakteristike su počevši od prvog koji ima postepen prijelaz između gornjeg humusno

akumulativnog horizonta i zdravice, ima dobar kapacitet za zrak i vodu, nema znakova zakiseljavanja (pH 6-7,5), dubina preko jedan metar i podzemne vode dublje od dva metra. Ove karakteristike označavaju jako kvalitetno tlo, koje je idealno za poljoprivrednu proizvodnju. Kako se preko drugog razvojnog stupnja približavamo sedmom razvojnem stupnju, karakteristike i tla su sve lošija, pa u sedmom stupnju Pravilnik (NN23/2019) navodi karakteristike potpuno suprotne prvom razvojnem stupnju što znači veliko zakiseljavanje, dubinu od 1-5 cm, vrlo mokro ili ekstremno suho tlo itd.

#### *3.2.14.4. Bonitiranje klime*

Pravilnik (NN23/2019) navodi da se klima boduje od 1 do 10 bonitetnih bodova. Bodovi se dodjeljuju na osnovu klimatsko-vegetacijskih područja i potpodručja, koje se formiraju po osnovi meteoroloških postaja po klimatskim elementima srednjih godišnjih temperatura zraka i količina oborina. Pri izračunu i procjeni bonitetnih bodova za klimu veći broj bodova dodjeljuje se područjima nižih nadmorskih visina, a povećavanjem nadmorske visine bodovi se smanjuju.

#### *3.2.14.5. Korekcija općeg boniteta zbog utjecaja prirodnih faktora*

Opći bonitet zemljišta koji se dobiva izračunom pomoću formule navedene u odlomku mjerila za razvrstavanje zemljišta, koja uključuje tlo, klimu i reljef korigira se prema Pravilniku (NN23/2019) te se dodjeljuju negativni postotci bonitetnih bodova uslijed utjecaja stjenovitosti i kamenitosti, utjecaju i učestalosti poplava, ekspoziciji terena, otvorenosti ili zatvorenosti položaja, zasjenjenosti zemljišta zbog šume i drugih smetnji, veličini i obliku parcele ili zemljišta.

#### *3.2.14.6. Konačan izračun bonitetnih bodova za zemljište*

Ukupan broj bodova nakon korekcije, pri čemu se u obzir uzima i negativan postotak bodova za zemljište, utvrđuje se formulom:

$$Bk = B - \frac{B * Snp}{100}$$

Navedena formula označava ukupan broj bodova konačno korigiranog boniteta zemljišta (Bk), koji se dobiva tako da od ukupnog broja bodova boniteta zemljišta bez korekcije (B)



oduzmemo količnik umnoška B i Snp (zbroj negativnih postotaka bonitetnih bodova dobiven korekcijom) podijeljen sa 100.

Dobiveni rezultat se svrstava u jednu od četiri bonitetne klase, a one su redom:

P1- osobito vrijedna obradiva zemljišta 80 do 100 bodova

P2- vrijedna obradiva zemljišta 60 do 79 bodova

P3- ostala obradiva zemljišta 40 do 59 bodova

PŠ- ostala poljoprivredna zemljišta 7 do 39 bodova

## 4. REZULTATI

### 4.1. Svojstva istraživanih tala

Zbog svoje prirodne raznolikosti Republika Hrvatska posjeduje brojne tipove tala. Na području Čepić Polja (Tablica 6.) profil P5 predstavlja močvarno glejno amfiglejno, karbonatno tlo koje je hidromeliorirano kanalima te je vrlo duboko i glinasto. Na lokaciji Belica (Tablica 23.), profil P10, istraživano je tlo koje označava lesivirano tipično na pijesku uz jaku antropogenizaciju, dok profil P7 na lokaciji Dravski rit (Tablica 37.) obilježavaju djelomična hidromeliorizacija, močvarno glejna i amfilejna obilježja te mineralno i karbonatno svojstvo. Posljednji istraživani profil nalazi se na području Oriovca (Tablica 50.), gdje je vršen iskop profila P3 kojeg karakterizira svojstvo epiglej nekarbonatnog tla koje je mineralno, vrlo duboko glinasto uz jaku vertičnost. Svako tlo karakterizira određeno svojstvo, pa tako postoje različite boje tla, teksture, strukture, reakcije tla, dubine, količine humusa itd.

Neke od najbitnijih značajki za profil P5 (Tablica 6.) su sivkasta boja nastala zbog povećanog sadržaja gline i praha točnije u oraničnom i podoraničnom horizontu približno 40 % (Tablica 7.) što uvelike otežava obradu i uzgoj kultura. Tekstura ovog tipa tla je praškasta glina, a ovakva teža tla imaju bolje apsorpcijske sposobnosti, zbog čega tlo profila P5 sadrži više humusa u odnosu na druge lokalitete, u postotku 3,14 % humusa u oraničnom sloju (Tablica 9.) te sadrži puno kalija čija je utvrđena količina u oraničnom horizontu iznosila 26,99 mg/100g tla (Tablica 8.). Pored povećanog sadržaja kalija, nešto je siromašnije fosforom, gdje je utvrđena količina iznosila 0,92 mg/100g tla, pri čemu je pH reakcija dosegla visokih 7,65 pH jedinica što predstavlja alkalnu reakciju (Tablica 1.). Prema tablici broj 10. tlo na lokaciji Čepić Polje je porozno, srednje zbijeno uz karakterističnu vrlo malu propusnost (Tablica 11.) što objašnjava povećanu količinu humusa. Infiltracija je vrlo niska do niska (Tablica 13.), dok je retencijski kapacitet tla za vodu velik (Tablica 14.), jer su čestice gline malog promjera, pa u određenom volumenu tla mogu vezati više vode nego čestice pijeska.

Na slijedećoj istraživanoj lokaciji također se pojavljuje sivkasto-smeđa boja u površinskom sloju tla. Kod profila P10 (Tablica 23.) teksturu tla predstavljaju obilježja pjeskovite ilovače što je u odnosu na profil P5 znatno povoljnije tlo za obradu i uzgoj kultura. Prema tablici broj 24. najveći je udio čestica sitnog pijeska koji se kreće u postotku od 39,55 % (dubina 0-

34 cm) do 53,31 % (dubina 71-96 cm). Reakcija tla profila P10 (Tablica 25.) u površinskom oraničnom horizontu iznosi 3,86 pH jedinica prema KCl metodi, što tablica broj 1. označava kao jako kiselo tlo. Lokacija Belica, točnije profil P10, prema tablici broj 25. ima dobro opskrbljeno tlo kalijem kojeg u oraničnom horizontu ima 21,56 mg/100g tla, dok mu je udio humusa s 1,62 % nizak (Tablica 26.), a sadržaj fosfora s 12,91 mg/100g tla umjereno siromašan. Ovakva laka tla imaju dobru poroznost, ali im je retencijski kapacitet za vodu mali. Gustoću pakovanja tla, označava srednja zbijenost i umjerena propusnost za vodu (Tablica 28.).

Slijedeća lokacija ima karakteristično močvarno glejno, amfiglejno tlo koje je djelomično hidromeliorirano i koje uz karbonate ima i druge minerale i karakterističnog je izgleda (Tablica 37.), a ima tamnosivu do mramorirano sivo-žutu boju. Za oranični sloj profila P7 karakteristična je tekstura praškasta glina, koja se pojavljuje i na lokaciji Čepić Polje (Tablica 6.). Mehanički sastav tla na lokaciji Dravski rit (Tablica 38.) je dosta sličan lokaciji Čepić polje, jer je sadržaj gline i praha dosta visok. Sadržaj gline prelazi 50 % u oraničnom horizontu, a takvo tlo ima dobra apsorpcijska svojstva što možemo vidjeti u tabličnim prikazima broj 39. i 40., koji prikazuju da je oranični horizont dosta humozan i da sadrži visokih 4,11 % humusa, ali je u ovom tlu sadržaj kalija i fosfora dosta nizak te je prema klasifikaciji umjereno siromašno tlo s 16,45 mg/100g tla  $P_2O_5$  i 10,17 mg/100g  $K_2O$ . Poroznost tla je jako bitno svojstvo, a prema tablici broj 41. tlo lokaliteta Dravski Rit je porozno te sadržaj pora u tlu prelazi 51 % Vol uz srednju zbijenost.

Posljednja lokacija istraživanja je profil P3 koji se nalazi u okolici Oriovca. Kao na svim dosadašnjim lokacijama oranični horizont je sive boje, ali je za ovaj profil karakteristično to da je sastavljen od šest horizonata u kojima se pojavljuju tonovi žute, crne i sive boje (Tablica 50.). Na ovoj lokaciji teksturno je teško tlo (glina), koje u oraničnom horizontu sadrži čak 62,66 % gline te je obradivo samo u slučaju smanjene vlažnosti tla. Na ovakvim tlima pojavljuje se vertičnost tla tj. miješanje horizonata u tlu. Kemijska svojstva tla za profil P3 u području oraničnog horizonta nisu loša, što je prikazano u tablicama 52. i 53. reakcija tla u KCl-u je neutralna te iznosi 6,59 pH jedinica, a i sadržaj fosfora i kalija odgovara dobroj opskrbljenosti (Tablica 52.). Ocjena humoznosti za ovaj profil odgovara dosta humoznom tlu. Tablica broj 54. dokazuje dobru poroznost tla, velik kapacitet tla za vodu, ali i nepoželjnu jaku zbijenost i slabu propusnost tla (Tablica 55.). Infiltracija je vrlo niska te iznosi 1,6 mm/h, a takva loša infiltracija uzrokovana je upravo visokim sadržajem gline u teksturi tla.

#### 4.1.1. Lokacija Čepić Polje



Slika 2. Parcela na lokaciji Čepić polje dimenzija 268m x 217m

##### 4.1.1.1. Tlo

Tablica 6. Pedomorfološke značajke profila P5: Močvarno glejno amfiglejno, karbonatno, hidromeliorirano kanalima, vrlo duboko glinasto (5)

	Dubina	Horizont	Endomorfologija
	0-35	P	Boja tla: Maslinasto siva Tekstura: Praškasta glina Struktura: Poliedrična CaCO <sub>3</sub> : +++
	35-124	Gr	Boja tla: Siva Tekstura: Praškasta glina Struktura: - CaCO <sub>3</sub> : +++
	124-165	GrGso	Boja tla: Rđasto siva Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: - CaCO <sub>3</sub> : +++

Tablica 7. Mehanički sastav i teksturna oznaka tla za profil P5

Profil	Sistematska jedinica	Dubina	Sadržaj mehaničkih čestica (%)				Teksturna oznaka	
			Krupni pijesak	Sitni pijesak	Krupni prah	Sitni prah		Glina
P5	Močvarno glejno amfiglejno,	0-35	1,12	3,57	0,55	53,88	40,88	Praškasta glina
	karbonatno, hidromeliorirano	35 -124	0,06	1,21	3,43	54,46	40,85	Praškasta glina
	kanalima, vrlo duboko glinasto	124-165	0,06	6,60	29,25	45,08	19,00	Praškasta ilovača

Tablica 8. Kemijska svojstva tla za profil P5

Profil	Dubina (cm)	Reakcija tla (pH)			mg/100g	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O	
		(H <sub>2</sub> O)	(KCl)	Ocjena reakcije		Ocjena opskrbljenosti	mg/100g	Ocjena opskrbljenosti	
P5	0-35	8,46	7,65	Alkalna	0,92	Izrazito siromašna	26,99	Bogata	
	35-124	8,60	7,68	Alkalna	0,57	Izrazito siromašna	19,05	Umjerena	
	124-165	8,72	8,02	Alkalna	0,23	Izrazito siromašna	9,23	Siromašna	

Tablica 9. Nastavak tablice 8. kemijska svojstva tla za profil P5

Profil	Humus		CaCO <sub>3</sub>	KIK
	%	Ocjena humoznosti	%	cmol(+)kg-1
P5	3,14	Dosta humozno	33,60	36,85
	2,88	Slabo humozno	33,18	34,31
	1,63	Slabo humozno	32,80	17,60

Tablica 10. Pedofizikalna i hidropedološka svojstva i propustnost tla za vodu na profilu P5

Profil	Dubina (cm)	Poroznost tla		Retencijski kapacitet tla za vodu(kv)		Retencijski kapacitet tla za zrak (kz)	
		% Vol	Ocjena	% Vol	Ocjena	% Vol	Ocjena
P5	0-35	48,86	Porozno	46,46	Veliki	2,40	Vrlo mali
	35-124	43,33	Porozno	42,53	Osrednji	0,80	Vrlo mali

Tablica 11. Nastavak tablice 10. pedofizikalna i hidropedološka svojstva i propustnost tla za vodu na profilu P5

Profil	Gustoća tla (g/cm <sup>3</sup> )		Gustoća pakovanja		Koeficijent propusnosti	
	(pv)	(pč)	g/cm <sup>3</sup>	Ocjena zbijenosti	(cm/s*10-3)	Ocjena propusnosti
P5	1,34	2,62	1,71	Srednja zbijenost	1	Vrlo mala
	1,50	2,65	1,87	Jaka zbijenost	1	Vrlo mala

Tablica 12. Hidropedološke konstante za profil P5

Profil	Dubina,x (cm)	Kapacitet tla za vodu (PKv)mm	Nepristupačna voda u tlu (Nv)mm	Fiziološki	Zaliha vode	Zaliha vode
				aktivna voda (FAv)mm	u tlu (0-10 cm) (Z1)mm	u tlu (10-x cm) (Z2)mm
P5	30	139,4	61,00	78,4	26,1	52,2
	40	183,9	81,4	102,5	26,1	76,4
	50	226,4	101,3	125,1	26,1	99,0
	60	268,9	121,1	147,8	26,1	121,7

Tablica 13. Infiltracija za profil P5

Profil	Infiltracija mm/h				Ocjena
	Mjerenje I	Mjerenje II	Mjerenje III	Prosjeak	
P5	3	3	3	3,0	Vrlo niska

Tablica 14. Retencija vode u tlu (% mas.) za profil P5

Profil	Dubina (cm)	TV	LKv	PKv
		15 bara	6,25 bara	0,33 bara
P5	0-35	22	32	38
	35-124	20	32	40

Tablica 15. Maksimalno dopuštene količine (MDK) teških metala i potencijalno onečišćujućih elemenata za profil P5.

Element	MDK mg/kg	Utvrđena količina
Cd	1,0-2,0	0,21
Cr	80-120	88,50
Cu	90-120	29,34
Hg	1,0-1,5	0
Ni	50-75	70,41
Pb	100-150	8,53
Zn	150-200	62,02

#### 4.1.1.2. Klima

##### 4.1.1.2.1. Temperatura

Prosječna godišnja temperatura zraka na postaji Čepić iznosila je 13°C, a u vegetaciji je iznosila 18,5°C (Tablica 17.). Najviša srednja godišnja temperatura u promatranom razdoblju iznosila je 14,1°C. Posljednjih godina uočava se globalno zatopljenje koje dovodi do raznih nepovoljnih učinaka za prirodu i čovječanstvo. Najniža srednja godišnja temperatura na klimatološkoj postaji Čepić iznosila je 11,4°C, a to dokazuje tablica broj 17.

Tablica 16. Srednje mjesečne vrijednosti i osnovne statističke veličine temperature zraka u [°C] na klimatološkoj postaji Čepić u razdoblju od 1981. do 2017. godine

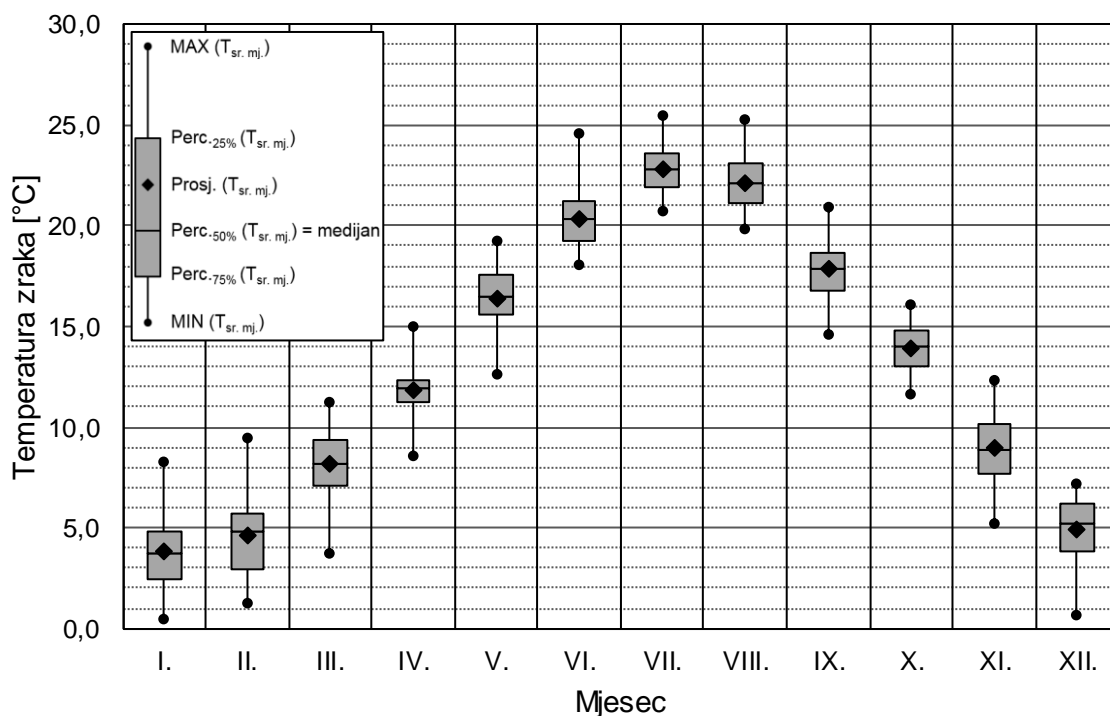
	Mjesec						
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Sr.	3,9	4,6	8,2	11,8	16,4	20,3	22,8
Min.	0,5	1,3	3,7	8,6	12,6	18,1	20,7
Max	8,3	9,5	11,2	15,0	19,2	24,6	25,5

Tablica 17. Nastavak tablice 16. Srednje mjesečne vrijednosti i osnovne statističke veličine temperature zraka u [°C] na klimatološkoj postaji Čepić u razdoblju od 1981. do 2017. godine

	Mjesec					God.	Veg.
	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.		
Sr.	22,1	17,8	14,0	9,0	4,9	13,0	18,5
Min.	19,8	14,6	11,6	5,2	0,7	11,4	16,9
Max.	25,3	20,9	16,1	12,3	7,2	14,1	20,4

Na slici 3. grafički je prikazano kretanje prosječne srednje mjesečne temperature na klimatološkoj postaji Čepić za razdoblje promatranja od 1981. do 2017. godine. Osim toga prikazane su minimalne, maksimalne i vrijednosti 25 %, 50 % (medijan) i 75 % -tnog percentila. Za biljnu proizvodnju značajan je podatak da su od početka lipnja, pa sve do kraja kolovoza prosječne srednje mjesečne temperature iznad 20°C što utječe na evapotranspiraciju tj. gubitak vode iz tla i biljaka, pa to ima za posljedicu venuće biljaka, a sve češće i potpuno propadanje biljaka. Iz slike broj 3. može se zaključiti da je mjesec s najnižim prosječnim temperaturama, točnije 3,9°C siječanj, a najtopliji srpanj s 22,8°C. Minimalna temperatura koja je izmjerena na klimatološkoj postaji Čepić zabilježena je u siječnju te je iznosila 0,5°C. Najniža maksimalna temperatura zabilježena je u prosincu kada je izmjereno 7,2°C, a najviša 25,5°C izmjerena je u srpnju.





Slika 3. Srednja mjesečna temperatura zraka na klimatološkoj postaji Čepić temeljena na podacima za razdoblje od 1981. do 2017. godine

#### 4.1.1.2.2. Oborine

Na klimatološkoj postaji Čepić, u trideset šestogodišnjem razdoblju (1981. – 2017.) izmjerena je srednja količina oborina od 1140,1 mm (Tablica 19.). U periodu vegetacije, što znači u razdoblju od travnja do rujna, srednja količina oborina iznosila je u prosijeku 496,5 mm. Najviše oborina mjereno je od rujna do prosinca, a u srpnju je mjerena najmanja količina oborina. Nedostatak oborina uočava se tijekom cijelog razdoblja vegetacije, a takav nedostatak oborina dovodi do smanjena prinosa i velikih ekonomskih šteta.

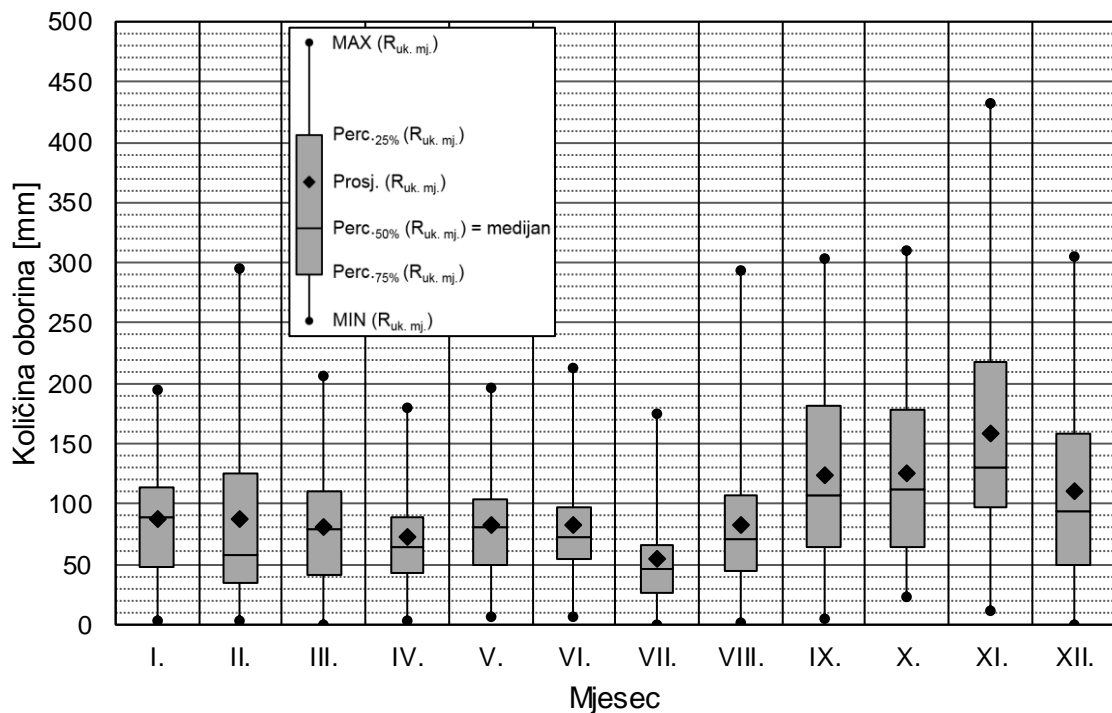
Tablica 18. Ukupne mjesečne vrijednosti i osnovne statističke veličine količine oborina u [mm] na klimatološkoj postaji Čepić u razdoblju od 1981. do 2017. godine

	Mjesec						
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Sr.	86,7	87,5	80,4	72,7	82,1	81,6	53,9
Min.	3,8	3,5	0,0	2,8	7,0	5,8	0,0
Max.	195,2	294,6	205,5	179,4	196,0	213,0	174,0

Tablica 19. Nastavak tablice 18. ukupne mjesečne vrijednosti i osnovne statističke veličine količine oborina u [mm] na klimatološkoj postaji Čepić u razdoblju od 1981. do 2017. godine

	Mjesec					God.	Veg.
	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.		
Sr.	82,9	123,4	125,5	158,3	109,8	1140,1	496,5
Min.	1,7	4,3	22,7	10,5	0,5	673,7	295,6
Max.	293,6	302,8	310,2	431,8	305,6	1848,7	830,0

Na slici broj 4. grafički je prikazano variranje parametara mjesečne količine oborina u razdoblju od 1981. do 2017. godine. Izuzev variranja prosječne mjesečne količine oborina za navedeno razdoblje, prikazane su i minimalne, maksimalne te vrijednosti 25 %, 50 % (medijan) i 75 % -tnog percentila. Iz slike 4. možemo iščitati da je najmanja prosječna mjesečna količina oborina bila u srpnju, a iznosila je 53,9 mm što je 104,4 mm manje nego u studenom koji je uvjerljivo mjesec s najvišim prosjekom oborina koji iznosi 158,3 mm. Minimalne vrijednosti su zabilježene u ožujku, srpnju te prosincu, a najviše maksimalne količine oborina prikazane su za studeni.



Slika 4. Ukupna mjesečna količina oborina na klimatološkoj postaji Čepić temeljena na podacima za razdoblje od 1981. do 2017. godine

#### 4.1.1.2.3. Vjetar

U tablicama 20. i 21. prikazane su vrijednosti prosječnih mjesečnih brzina vjetrova izraženih u boforima, koje su dobivene mjerenjem u razdoblju od 1981. do 2017. godine na klimatološkoj postaji Čepić, također važno je navesti i da se na ovoj klimatološkoj postaji brzina vjetra mjeri u 7h, 14h i 21h. Osim toga prikazani su podatci o minimalnim i maksimalnim brzinama vjetra u navedenom razdoblju. Svi navedeni podatci u boforima mogu se uz pomoć Beaufortove ljestvice (Tablica 22.) konvertirati u m/s isto tako i u km/h. Prema tablici 21. prosječna godišnja brzina vjetra za promatrano razdoblje iznosi 2,1 stupnjeva bofora što odgovara povjetarcu brzine 6-11 km/h, a mjesec s najjačim prosječnim brzinama vjetra je ožujak s brzinom od 2,5 stupnjeva bofora. Maksimalna brzina vjetra izmjerena na klimatološkoj postaji Čepić iznosila je 3,4 stupnja bofora što je prema Beaufortovoj ljestvici slab vjetar brzine 12-19 km/h.

Možemo zaključiti da na Čepićkom polju postoji problem erozije tla vjetrom i da su stoga potrebne vjetrozaštitne mjere. Tla na području Čepićkog polja uglavnom su osrednje erodibilnosti i stoga su podložna eroziji vjetrom, osobito jer je na promatranom području prisutna pojava jakog vjetra, izrazito niskih temperatura i sušnih razdoblja.

Tablica 20. Srednje mjesečne vrijednosti i osnovne statističke veličine jačine vjetra u [bof] na klimatološkoj postaji Čepić u razdoblju od 1981. do 2017. godine

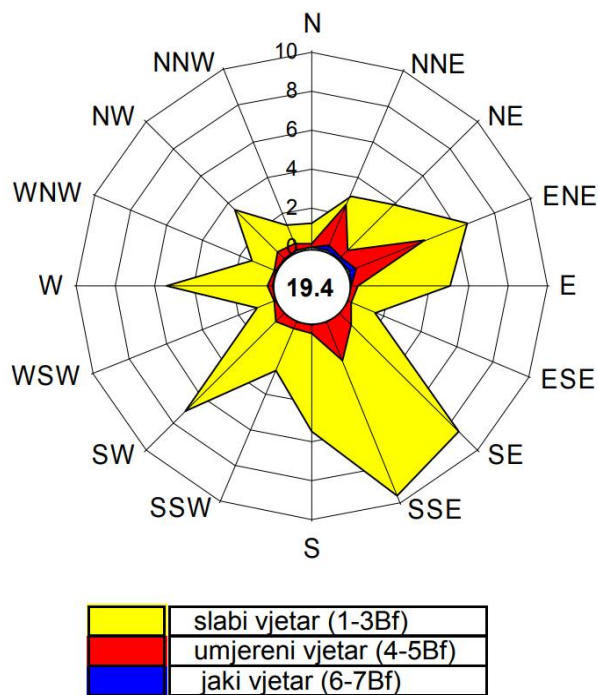
	Mjesec						
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Sr.	2,0	2,2	2,5	2,3	2,1	2,0	2,1
Min.	0,8	1,2	0,8	1,2	0,8	0,5	0,5
Max.	3,1	3,3	3,3	3,3	3,1	3,2	3,3

Tablica 21. Nastavak tablice 20. srednje mjesečne vrijednosti i osnovne statističke veličine jačine vjetra u [bof] na klimatološkoj postaji Čepić u razdoblju od 1981. do 2017. godine

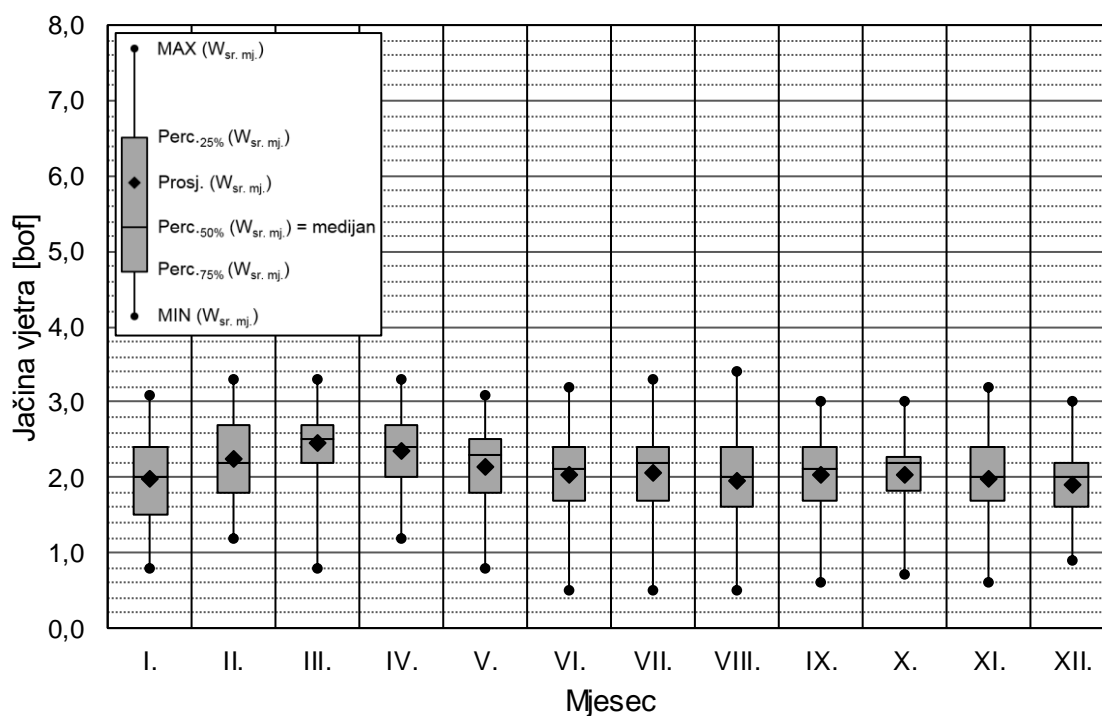
	Mjesec					God.	Veg.
	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.		
Sr.	2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	2,1	2,1
Min.	0,5	0,6	0,7	0,6	0,9	1,1	0,8
Max.	3,4	3,0	3,0	3,2	3,0	3,0	3,0

Tablica 22. Boforova ljestvica

	<b>Opis vjetra</b>	<b>Glavni učinci vjetra na kopnu</b>	<b>Brzina (km/h)</b>	<b>Brzina(m/s)</b>
0	Tišina	Dim se diže okomito uvis	0-1	0-0,2
1	Lahor	Smjer vjetra zapaža se po dimu	1-5	0,3-1,5
2	Povjetarac	Vjetar se osjeća u licu, vjetrulja se pokreće	6-11	1,6-3,3
3	Slab vjetar	Lišće i grančice stalno se njišu	12-19	3,4-5,4
4	Umjeren vjetar	Vjetar podiže prašinu i pokreće manje grane	20-28	5,5-7,9
5	Umjereno jak vjetar	Tanja lisnata stabla počinju se njihati	29-38	8,0-10,7
6	Jak vjetar	Pokreću se velike grane, čuje se zujanje telefonskih žica	39-49	10,8-13,8
7	Žestok vjetar	Njišu se cijela stabla, hodanje otežano	50-61	13,9-17,1
8	Olujni vjetar	Vjetar lomi grane na drveću	62-74	17,2-20,7
9	Jak olujni vjetar	Nastaju laka oštećenja na zgradama	75-88	20,8-24,4
10	Orkanski vjetar	Velike štete na zgradama, čupa drveće iz zemlje	89-102	24,5-24,5
11	Jak orkanski vjetar	Velika razaranja	103-117	28,5-32,6
12	Orkan	Katastrofalna razaranja	>118	32,7-36,9



Slika 5. Godišnja ruža vjetrova za klimatološku postaju Čepić za razdoblje od 1981. do 2010. godine (izvor: Kisić i sur.,2013.)



Slika 6. Srednja mjesečna jačina vjetra u [bof] na klimatološkoj postaji Čepić temeljena na podacima za razdoblje od 1981. do 2017. godine

#### 4.1.1.3. Vrednovanje poljoprivrednog zemljišta na lokaciji Čepić polje (P5)

##### 4.1.1.3.1. Utvrđivanje boniteta tla (T)

Bonitet tla utvrđuje se na osnovi razvojnog stupnja, teksture (mehaničkog sastava) i geološkog supstrata tla. Tlo na lokaciji Čepić polje pripada u 4. razvojni stupanj, zbog toga što je prisutna loša dreniranost, dubina glejnog horizonta je na dubini između 30 i 70 cm, pH reakcija se kreće od 8 do 9. Tekstura tla na profilu P5 je ilovasta glina, dok je geološko podrijetlo tla aluvij. Prema navedenim karakteristikama tla i prema Pravilniku (NN23/19) možemo zaključiti kako za tlo na lokaciji Čepić polje možemo dodijeliti 50 bonitetnih bodova.

##### 4.1.1.3.2. Utvrđivanje boniteta klime (K)

Klima se boduje od 1 do 10 bodova, a utvrđuje se uz pomoć tablice iz Pravilnika (NN23/19) i podataka dobivenih višegodišnjim mjerenjima na klimatološkoj postaji Čepić. Najbitniji podatci za klimu navedeni su u poglavlju 4.1.1.2., a na osnovu njih klimatološku postaju Čepić svrstavamo u klimatsko vegetacijsko područje Pazin, Mosor – Ljuvač te dodjeljujemo 7 bodova za klimu.

##### 4.1.1.3.3. Utvrđivanje boniteta reljefa (R)

Bonitetni bodovi za reljef dodjeljuju se u rasponu od 1 do 10 bonitetnih bodova, a utvrđuju se na osnovu nagiba zemljišta izraženog u stupnjevima i postotcima, a za lokaciju Čepić polje dodjeljujemo oznaku reljefa (b), pa prema tome i 9 bonitetnih bodova za reljef.

##### 4.1.1.3.4. Utvrđivanje ukupnih bodova zemljišta bez korekcije (B) na lokaciji Čepić polje

Utvrđivanje ukupnih bodova za zemljište bez korekcije vrši se uz pomoć formule iz Pravilnika (NN23/19), koja slijedi u tekstu dolje.

$$B = \sqrt{T * K * R} = \sqrt{50 * 7 * 9} = \sqrt{3150} = 56,124$$

Prema navedenoj formuli zemljište na lokaciji Čepić polje ostvaruje 56 bonitetnih bodova.

#### 4.1.2. Lokacija Belica



Slika 7. Parcela na lokaciji Belica dimenzija 324m x 18m

##### 4.1.2.1. Tlo

Tablica 23. Pedomorfološke značajke profila P10: Lesivirano tipično na pijesku, jako antropogenizirano (1)

Ektomorfologija	Dubina	Horizont	Endomorfologija
	0-34	P	Boja tla: siva Tekstura: pjeskovita ilovača Struktura: krupno mrvičasta CaCO <sub>3</sub> :-
	34-71	Bt	Boja tla: smeđa Tekstura: ilovača Struktura: mrvičasta CaCO <sub>3</sub> :-
	71-96	I C	Boja tla: tamno smeđa Tekstura: pjeskovita ilovača Struktura: sitno mrvičasta CaCO <sub>3</sub> :-
	96-138	II C	Boja tla: mramorirano siva Tekstura: ilovača Struktura:- CaCO <sub>3</sub> :-

Tablica 24. Mehanički sastav i teksturna oznaka tla za profil P10

Profil	Sistematska jedinica	Dubina	Sadržaj mehaničkih čestica (%)				Teksturna oznaka	
			Krupni pijesak	Sitni pijesak	Krupni prah	Sitni prah		Glina
P10	Lesivirano tipično na pijesku, jako antropogenizirano	0-34	10,97	39,55	23,59	15,57	8,28	Pjeskovita ilovača
		34-71	15,51	46,29	19,22	10,71	10,31	Ilovača
		71-96	16,69	53,31	12,83	4,67	12,50	Pjeskovita ilovača
		96-138	6,40	43,06	33,08	9,65	7,82	Ilovača

Tablica 25. Kemijska svojstva tla za profil P10

Profil	Dubina (cm)	Reakcija tla (pH)			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	K <sub>2</sub> O mg/100g	Ocjena opskrbljenosti	Ocjena opskrbljenosti
		(H <sub>2</sub> O)	(KCl)	Ocjena reakcije				
P10	0-34	4,6	3,86	Jako kisela	12,91	21,56	Umjereno siromašna	Dobra
	34-71	4,53	3,93	Jako kisela	1,97	11,28	Izrazito siromašna	Umjereno siromašna
	71-96	5,36	4,58	Kisela	1,5	13,79	Izrazito siromašna	Umjereno siromašna
	96 -138	5,87	4,90	Kisela	9,75	4,46	Siromašna	Izrazito siromašna

Tablica 26. Nastavak tablice 25. kemijska svojstva tla za profil P10

Profil	Humus		Hk cmol(+) <sup>kg</sup> <sup>-1</sup>	KIK cmol(+) <sup>kg</sup> <sup>-1</sup>
	%	Ocjena humoznosti		
P10	1,62	Slabo humozno	5,80	7,04
	0,64	Vrlo slabo humozno	5,75	
	0,71	Vrlo slabo humozno	3,83	
	0,53	Vrlo slabo humozno	2,77	



Tablica 27. Pedofizikalna i hidropedološka svojstva i propustnost tla za vodu na profilu P10

Profil	Dubina	Poroznost tla		Retencijski kapacitet tla za vodu (Kv)		Retencijski kapacitet tla za zrak (Kz)	
	(cm)	% Vol	Ocjena	% Vol	Ocjena	% Vol	Ocjena
P10	0-34	46,02	Porozno	32,78	Mali	13,24	Velik
	34-71	45,03	Porozno	32,87	Mali	12,16	Velik

Tablica 28. Nastavak tablice 27. pedofizikalna i hidropedološka svojstva i propustnost tla za vodu na profilu P10

Profil	Gustoća tla (g/cm <sup>3</sup> )		Gustoća pakovanja	Koeficijent propusnosti		
	(pv)	(pč)	g/cm <sup>3</sup>	Ocjena zbijenosti	(cm/s*10 <sup>-3</sup> )	Ocjena propusnosti
P10	1,49	2,68	1,58	Srednja zbijenost	158	Umjerena
	1,47	2,76	1,54	Srednja zbijenost	6	Mala

Tablica 29. Hidropedološke konstante za profil P10

Profil	Dubina,x	Kapacitet tla za vodu	Nepristupačna voda u tlu	Fiziološki aktivna voda	Zaliha vode u tlu (0-10 cm)	Zaliha vode u tlu (10-x cm)
	(cm)	(PKv)mm	(Nv)mm	(FAv)mm	(Z1)mm	(Z2)mm
P10	30	90,52	28,16	62,36	20,79	41,57
	40	119,11	36,41	82,69	20,79	61,91
	50	146,64	43,91	102,73	20,79	81,94
	60	174,17	51,41	122,77	20,79	101,98

Tablica 30. Infiltracija za profil P10

Profil	Infiltracija mm/h				
	Mjerenje I	Mjerenje II	Mjerenje III	Prosjek	Ocjena
P10	7	11	12	10	niska

Tablica 31. Retencija vode u tlu (% mas.) za profil P10

Profil	Dubina (cm)	TV	LKv	PKv
		15 bara	6,25 bara	0,33 bara
P10	0-34	6,34	8,38	18,53
	34-71	5,09	6,44	15,12

Tablica 32. Maksimalno dopuštene količine (MDK) teških metala i potencijalno onečišćujućih elemenata za profil P10.

Element	MDK mg/kg	Utvrđena količina
Cd	0,5-1,0	0,12
Cr	40-80	26,33
Cu	60-90	8,23
Hg	0,5-1,0	0
Ni	30-50	13,61
Pb	50-100	6,5
Zn	60-150	34,93

#### 4.1.2.2. Klima

##### 4.1.2.2.1. Oborine

Tablice 33. i 34. prikazuju podatke dobivene mjerenjem oborina na kišomjernoj postaji Čakovec. Mjerenjem su dobiveni podatci o prosječnim srednjim mjesečnim i srednjim godišnjim te minimalnim i maksimalnim mjesečnim količinama oborina i prosječnim godišnjim količinama oborina za razdoblje od 1981.-2010. godine. Prema tablici 34. srednja godišnja količina oborina u razdoblju od 1981.-2010. godine iznosila je 786,1 mm. Prosječna količina oborina u periodu vegetacije što znači od travnja do rujna iznosila je 469,4 mm. Mjesec koji u prosjeku za period istraživanja ima najviše oborina je lipanj s 93,6 mm, prema čemu možemo zaključiti da se radi o kontinentalnoj klimi.

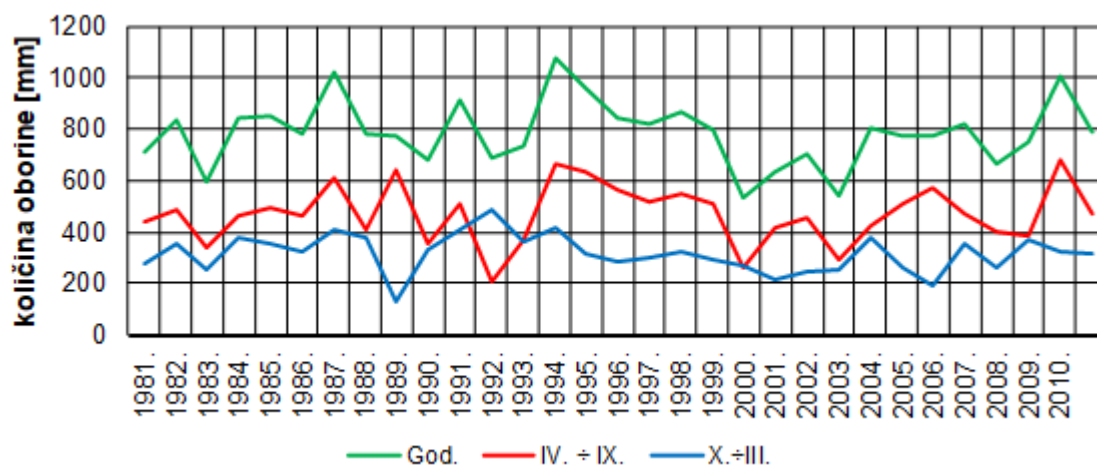
Tablica 33. Mjesečne i godišnje količine oborina na kišomjernoj postaji Čakovec

	Mjesec						
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Min.	3,4	0,2	1,0	2,3	15,1	26,6	23,0
Sr.	36,3	36,8	50,0	56,5	68,5	93,6	73,7
Max.	134,0	97,8	92,4	113,9	141,1	160,7	164,8

Tablica 34. Nastavak tablice 33. mjesečne i godišnje količine oborina na kišomjernoj postaji Čakovec

	Mjesec					God.	Veg.
	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.		
Min.	0,9	27,9	2,2	15,4	18,1	-	-
Sr.	87,4	89,7	76,8	63,0	53,8	786,1	469,4
Max.	207,1	156,7	216,9	179,9	130,0	-	-

Na slici broj 8. prikazan je graf kretanja godišnjih količina oborina, količina oborina u razdoblju vegetacije i količina oborina izvan vegetacijskog razdoblja na kišomjernoj postaji Čakovec u razdoblju od 1981. do 2010. godine. Iz grafičkog prikaza možemo zaključiti da je u periodu vegetacije od 1994.-1999. godine nešto veći prosjek oborina u odnosu na ostatak razdoblja istraživanja. Također je vidljivo da je od 2000. godine do 2009. palo manje oborina nego u prijašnjim godinama što se može potvrditi brojkama .



Slika 8. Prosječna količina oborina po mjesecima za period 1981. – 2010.g. izmjerena na klimatološkoj postaji Čakovec.

#### 4.1.2.2.2. Temperatura

Prema podacima iz tablica 35. i 36. na klimatološkoj postaji Čakovec srednja godišnja temperatura u razdoblju od 1981.-2010. godine iznosila je 10,3°C, što je prema usporedbi s klimatološkom postajom Čepić polje (Tablica 16. i 17.) dosta niska srednja godišnja temperatura. Iz ove usporedbe se može zaključiti da se na klimatološkoj postaji Čakovec radi o kontinentalnoj klimi s nešto hladnijim zimama koje snižavaju prosječnu godišnju temperaturu. Mjesec s najnižim prosječnim temperaturama u razdoblju istraživanja bio je siječanj u kojem je prosječna temperatura iznosila -0,2°C, dok je najviša srednja temperatura za isto razdoblje iznosila 20,7°C u mjesecu srpnju.

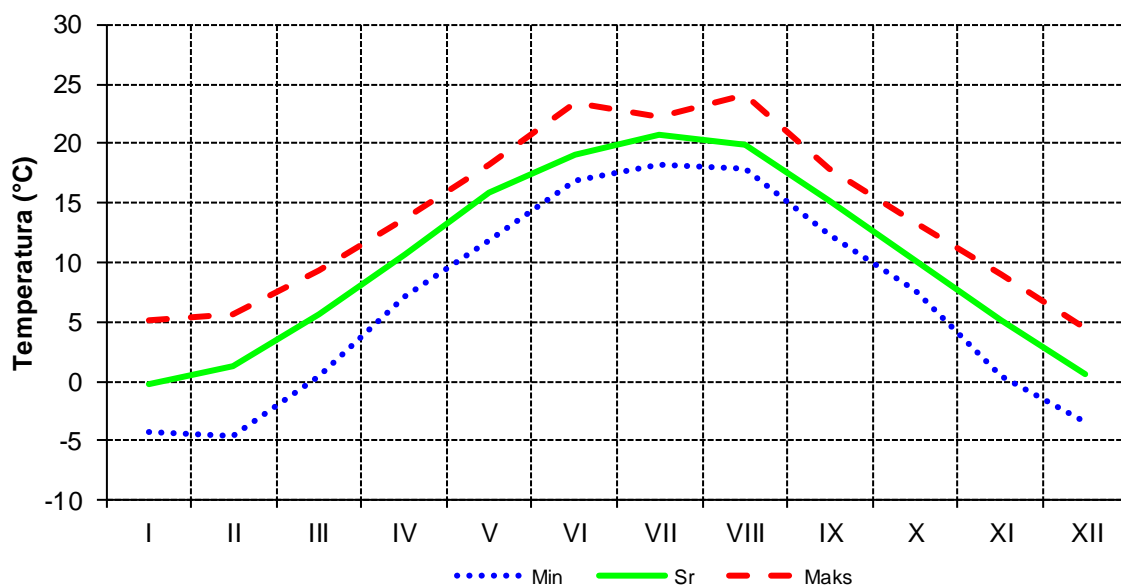
Tablica 35. Temperatura zraka na klimatološkoj postaji Čakovec (1981. – 2010.)

	Mjesec						
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Sr.	-0,2	1,2	5,7	10,7	15,8	19,1	20,7
Min.	-4,3	-4,6	0,5	7,2	11,9	16,9	18,3
Max.	5,1	5,7	9,3	13,7	18,2	23,4	22,2

Tablica 36. Nastavak tablice 35. temperatura zraka na klimatološkoj postaji Čakovec  
(1981. – 2010.)

	Mjesec					God.
	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	
Sr.	19,9	15,2	10,2	5,1	0,6	10,3
Min.	17,8	12,3	7,7	0,5	-3,5	7,6
Max.	24,1	17,9	13,3	9,0	4,4	12,2

Slika broj 9. prikazuje raspored srednjih temperatura zraka u razdoblju od 1981.-2010. godine na klimatološkoj postaji Čakovec. Iz grafičkog prikaza može se primijetiti da su u prosjeku najviše maksimalne temperature postignute u lipnju i kolovozu, dok je u srpnju najviša srednja mjesečna temperatura iz čega možemo zaključiti, da je kao posljedica većeg broja toplijih dana tokom srpnja i manjeg broja tokom lipnja i kolovoza, srednja mjesečna temperatura viša u srpnju.



Slika 9. Temperatura zraka na klimatološkoj postaji Čakovec (1981. – 2010.)

#### *4.1.2.3. Vrednovanje poljoprivrednog zemljišta na lokaciji Belica (P10)*

##### *4.1.2.3.1. Utvrđivanje boniteta tla (T)*

Tlo na lokaciji Belica pripada u 3. razvojni stupanj, a razlog tomu je loša dreniranost, dubina glejnog horizonta na samo 34 cm, nizak pH tla, nizak kapacitet tla za vodu i druge nepovoljne karakteristike. Dodijeljen je jedan razvojni stupanj više nego za profil P5 zbog bolje dubine tla i dubine podzemne vode. Tekstura tla na profilu P10 je pjeskovita ilovača, a geološko podrijetlo prapor. Prema navedenim karakteristikama tla i prema Pravilniku (NN23/19) možemo zaključiti kako tlo na lokaciji Belica ocjenjujemo sa 65 bonitetnih bodova za tlo.

##### *4.1.2.3.2. Utvrđivanje boniteta klime (K)*

Najbitniji podatci za klimu na klimatološkoj postaji Čakovec navedeni su u poglavlju 4.1.2.2., a uz pomoć njih klimatološku postaju Čakovec svrstavamo u 7. klimatsko vegetacijsko područje (NN23/19) te dodjeljujemo 8 bodova za klimu.

##### *4.1.2.3.3. Utvrđivanje boniteta reljefa (R)*

Bonitetni bodovi za reljef dodjeljuju se u rasponu od 1 do 10 bonitetnih bodova, a utvrđuju se na osnovu nagiba zemljišta izraženog u stupnjevima i postotcima, a za lokaciju Belica dodjeljujemo oznaku reljefa (b), pa prema tome i 9 bonitetnih bodova za reljef.

##### *4.1.2.3.4. Utvrđivanje ukupnih bodova zemljišta bez korekcije (B) na lokaciji Belica*

Utvrđivanje ukupnih bodova za zemljište bez korekcije vrši se uz pomoć formule iz Pravilnika (NN23/19), koja slijedi u tekstu dolje.

$$B = \sqrt{T * K * R} = \sqrt{65 * 8 * 9} = \sqrt{4680} = 68,41$$

Prema rezultatu iz formule gore, zemljište na lokaciji Belica ostvaruje 68 bonitetnih bodova.

#### 4.1.3. Lokacija Dravski rit



Slika 10. Parcela na lokaciji Dravski rit dimenzija 880m x 880m

##### 4.1.3.1. Tlo

Tablica 37. Pedomorfološke značajke profila P7: Močvarno glejno, amfoglejno, mineralno, karbonatno, djelomično hidromeliorirano (4)

Ektomorfologija	Dubina	Horizont	Endomorfologija
	0-37	Ap	Boja tla: tamno siva Tekstura: praškasta glina Struktura: mrvičasta-krupno mrvičasta CaCO <sub>3</sub> :-
	37-55	Gr/Gso	Boja tla: mramorirano sivo-žuta Tekstura: praškasto glinasta ilovača Struktura: poliedrična CaCO <sub>3</sub> :+

Tablica 38. Mehanički sastav i teksturna oznaka tla za profil P7

Profil	Sistematska jedinica	Dubina	Sadržaj mehaničkih čestica (%)				Teksturna oznaka	
			Krupni pijesak	Sitni pijesak	Krupni prah	Sitni prah		Glina
P7	Močvarno glejno amfiglejno, mineralno, karbonatno, djelomično	0-37	1,71	3,10	8,73	36,14	50,32	Praškasta glina
	hidromeliorirano kanalima	37-55	3,07	2,21	13,89	38,51	42,31	Praškasto glinasta ilovača

Tablica 39. Kemijska svojstva tla za profil P7

Profil	Dubina (cm)	Reakcija tla (pH)			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O	
		(H <sub>2</sub> O)	(KCl)	Ocjena reakcije	mg/100g	Ocjena opskrbljenosti	mg/100g	Ocjena opskrbljenosti
P7	0-37	6,75	5,19	Kisela	16,45	Umjereno siromašna	10,17	Umjereno siromašna
	37-55	7,04	5,74	Slabo kisela	2,93	Izrazito siromašna	4,29	Izrazito siromašna

Tablica 40. Nastavak tablice 39. kemijska svojstva tla za profil P7

Profil	Humus		CaCO <sub>3</sub>	Hk	KIK
	%	Ocjena humoznosti	%	cmol(+) <sup>kg</sup> <sup>-1</sup>	cmol(+) <sup>kg</sup> <sup>-1</sup>
P7	4,11	Dosta humozno	-	5,47	35,30
	2,37	Slabo humozno	0,83	-	28,06

Tablica 41. Pedofizikalna i hidropedološka svojstva i propustnost tla za vodu na profilu P7

Profil	Dubina (cm)	Poroznost tla		Retencijski kapacitet tla za vodu (K <sub>v</sub> )		Retencijski kapacitet tla za zrak (K <sub>z</sub> )	
		% Vol	Ocjena	% Vol	Ocjena	% Vol	Ocjena
P7	0-37	51,44	Porozno	45,37	Velik	6,08	Mali



Tablica 42. Nastavak tablice 41. pedofizikalna i hidropedološka svojstva i propusnost tla za vodu na profilu P7

Profil	Gustoća tla (g/cm <sup>3</sup> )		Gustoća pakovanja		Koefficient propusnosti	
	(pv)	(pč)	g/cm <sup>3</sup>	Ocjena zbijenosti	(cm/s*10 <sup>-3</sup> )	Ocjena propusnosti
P7	1,25	2,58	1,71	Srednja zbijenost	2	Vrlo mala

Tablica 43. Hidropedološke konstante za profil P7

Profil	Dubina,x (cm)	Kapacitet tla za vodu (PKv) mm	Nepristupačna voda u tlu (Nv)mm	Fiziološki	Zaliha vode	Zaliha vode
				aktivna voda (FAv)mm	u tlu (0-10 cm) (Z1)mm	u tlu (10-x cm) (Z2)mm
P7	30	138,6	90	48,6	16,2	32,4
	40	183,7	120,5	63,2	16,2	47,0
	50	226,4	152,2	74,2	16,2	58,0
	60	269,1	183,9	85,1	16,2	68,9

Tablica 44. Infiltracija za profil P7

Profil	Infiltracija mm/h				Ocjena
	Mjerenje I	Mjerenje II	Mjerenje III	Prosjek	
P7	2	1	4	2	Vrlo niska

Tablica 45. Retencija za profil P7

Profil	Dubina (cm)	TV	LKv	PKv
		15 bara	6.25 bara	0.33 bara
P7	0-37	24	34	47
	37-55	21	29	40

#### 4.1.3.2. Klima

##### 4.1.3.2.1. Oborine

Podatci o oborinama za klimatološku postaju Valpovo prikazani su u tablicama 46. i 47., a pomoću njih možemo vidjeti rezultate dobivene mjerenjima prosječne količine oborina po mjesecima i podatke o prosječnoj godišnjoj količini oborina u razdoblju istraživanja. Prosječna godišnja količina oborina za razdoblje istraživanja je 709,8 mm. Na klimatološkoj postaji Valpovo, mjesec s ukupno najmanjim prosjekom količine oborina bila je veljača, kada je palo samo 37,9 mm, dok je najveća količina oborina pala u lipnju, a taj je mjesec u prosjeku palo čak 91,0 mm. U periodu vegetacije srednja količina oborina u godinama istraživanja bila je 398,4 mm što čini 56,1 % ukupnih oborina.

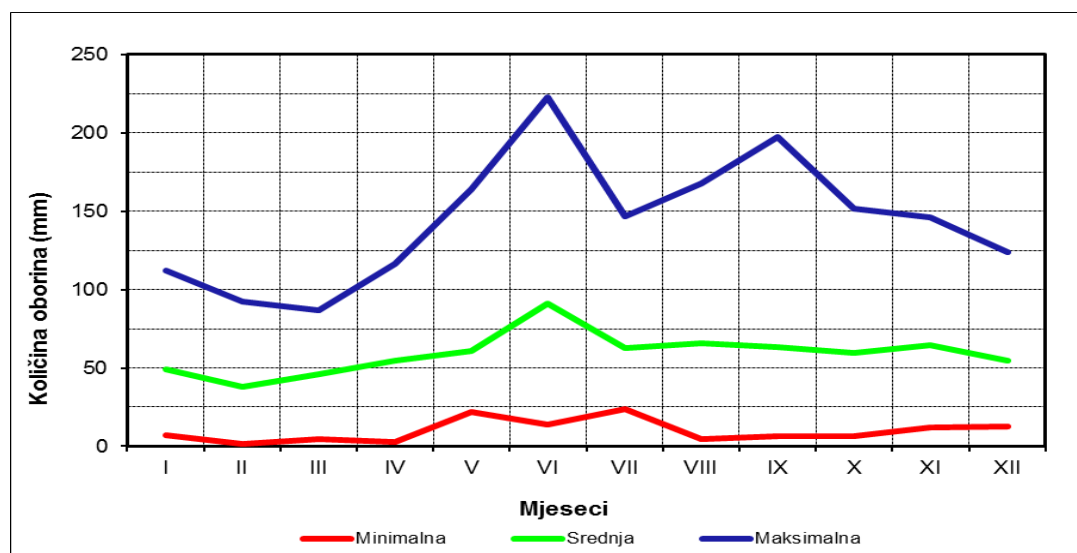
Tablica 46. Srednje, maksimalne i minimalne količine oborina za klimatološku postaju Valpovo u periodu 1981. – 2010.g.

	Mjesec						
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Min.	7,1	1,4	4,9	2,5	22,1	13,7	23,5
Sr.	49,0	37,9	46,2	54,5	60,9	91,0	62,7
Max.	111,8	92,6	87,0	116,5	164,0	222,7	146,4

Tablica 47. Nastavak tablice 46. Srednje, maksimalne i minimalne količine oborina za klimatološku postaju Valpovo u periodu 1981. – 2010.g

	Mjesec					God.	Veg.
	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.		
Min.	4,4	6,2	6,2	12,1	12,8	402,5	-
Sr.	65,9	63,4	59,3	64,4	54,6	709,8	398,4
Max.	167,4	197,2	151,4	146,1	124,1	1105,3	-

Prema slici 11. može se prepoznati da je u periodu vegetacije nešto veća količina oborina nego u ostatku godine, također je vidljivo da je lipanj uvjerljivo mjesec s najvećim količinama oborina te da nakon lipnja postoji kontinuiran pad količina oborina, sve do veljače kada se opet povećavaju. Srednja mjesečna količina oborina kreće se od 37,9 mm, pa sve do 91 mm.



Slika 11. Prosječna količina oborina po mjesecima za period 1981. – 2010.g. izmjerena na klimatološkoj postaji Valpovo

#### 4.1.3.2.2. Temperatura

Iz tabličnih prikaza (Tablice 48. i 49.) mogu se iščitati podatci o prosječnim srednjim mjesečnim i srednjim godišnjim temperaturama te podatci o minimalnim i maksimalnim temperaturama na klimatološkoj postaji Valpovo u razdoblju od 1981.-2010. godine. Prema istraživanjima na klimatološkoj postaji Valpovo srednja godišnja temperatura za razdoblje istraživanja iznosila je 11,1°C. Najniža prosječna srednja mjesečna temperatura iznosila je -0,1°C u siječnju, a najviša u srpnju kada je izmjeren prosjek iznosio 21,7°C. U razdoblju istraživanja prosječne mjesečne temperature su se kretale od -5,5°C do +24,3°C.

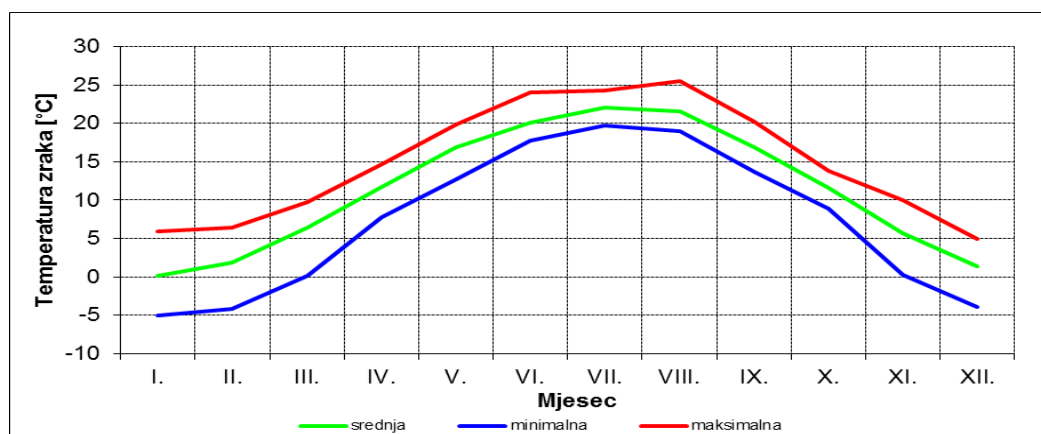
Tablica 48. Srednje mjesečne i godišnje temperature zraka izmjerene na klimatološkoj postaji Valpovo u razdoblju od 1981. do 2010. godine

	Mjesec						
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Min.	-5,5	-4,2	0,3	7,8	13,0	16,8	18,9
Sr.	-0,1	1,7	8,4	11,6	18,9	19,8	21,7
Max.	5,8	6,3	10,1	14,0	19,9	23,9	24,0

Tablica 49. Nastavak tablice 48. srednje mjesečne i godišnje temperature zraka izmjerene na klimatološkoj postaji Valpovo u razdoblju od 1981. do 2010. godine

	Mjesec					God.
	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	
Min.	18,9	12,9	8,6	0,2	-3,8	9,7
Sr.	21,0	16,4	11,3	6,8	1,2	11,1
Max.	24,3	20,0	13,5	9,5	4,9	12,6

Na slici 12. vidljiv je raspored prosječnih temperatura kroz godinu. Najniža prosječna mjesečna temperatura izmjerena je u siječnju, a kao što je prikazano u grafu iznosila je -5,5°C, dok je najviša temperatura za taj mjesec bila 5,8°C. Najviša prosječna mjesečna temperatura zabilježena na klimatološkoj postaji Valpovo izmjerena je u kolovozu, a iznosila je 24,3°C. Iz slike možemo zaključiti da se radi o kontinentalnoj klimi s hladnim zimama i toplim ljetima.



Slika 12. Srednje mjesečne, minimalne mjesečne i maksimalne mjesečne temperature zraka na klimatološkoj postaji Valpovo u razdoblju od 1981. do 2010. g

#### *4.1.3.3. Vrednovanje poljoprivrednog zemljišta na lokaciji Dravski rit (P7)*

##### *4.1.3.3.1. Utvrđivanje boniteta tla (T)*

Tlo na lokaciji Dravski rit, profil P7, pripada u 5. razvojni stupanj, a tako loše rezultate ostvaruje zbog dubine glejnog horizonta od samo 37 cm, zatim zbog loše dreniranosti, velike vlažnosti tla, visoke podzemne vode i ostalih loših karakteristika navedenih u radu. Tekstura tla na profilu P7 je glinasta ilovača, a geološko podrijetlo aluvij. Prema navedenim karakteristikama tla i prema Pravilniku (NN23/19) možemo zaključiti kako tlo na lokaciji Dravski rit možemo ocijeniti sa 42 bonitetna boda.

##### *4.1.3.3.2. Utvrđivanje boniteta klime (K)*

Najbitniji podatci za klimu na klimatološkoj postaji Valpovo navedeni su u poglavlju 4.1.3.2., a uz pomoć njih Dravski rit svrstavamo u 9. klimatsko vegetacijsko područje (NN23/19) te dodjeljujemo 9 bodova za klimu.

##### *4.1.3.3.3. Utvrđivanje boniteta reljefa (R)*

Bonitetni bodovi za reljef dodjeljuju se u rasponu od 1 do 10 bonitetnih bodova, a utvrđuju se na osnovu nagiba zemljišta izraženog u stupnjevima i postocima, a za lokaciju Dravski rit dodjeljujemo oznaku reljefa (a), pa prema tome i 10 bonitetnih bodova za reljef.

##### *4.1.3.3.4. Utvrđivanje ukupnih bodova zemljišta bez korekcije (B) na lokaciji Dravski rit*

Utvrđivanje ukupnih bodova za zemljište bez korekcije vrši se uz pomoć formule iz Pravilnika (NN23/19), koja slijedi u tekstu dolje.

$$B = \sqrt{T * K * R} = \sqrt{42 * 9 * 10} = \sqrt{3780} = 61,48$$

Prema rezultatu iz formule gore, zemljište na lokaciji Dravski rit ostvaruje 61 bonitetni bod.

#### 4.1.4. Lokacija Oriovac



Slika 13. Parcela na lokaciji Oriovac dimenzija 1100m x 390m

##### 4.1.4.1. Tlo

Tablica 50. Pedomorfološke značajke profila P3: Epiglej nekarbonatni, mineralni, vrlo duboko glinasti, jako vertični

Ektomorfologija	Dubina	Horizont	Endomorfologija
	0-28	P	Boja tla: siva Tekstura: glina Struktura: - CaCO <sub>3</sub> : -
	28-63	GrGso	Boja tla: siva Tekstura: glina Struktura: - CaCO <sub>3</sub> : -
	63-99	Gr	Boja tla: sivo crna Tekstura: glina Struktura: stubasta CaCO <sub>3</sub> : +
	99-118	GsoGr	Boja tla: žuto siva Tekstura: glina Struktura: - CaCO <sub>3</sub> : +
	118-145	Gr	Boja tla: sivo crna Tekstura: praškasta glina Struktura: stubasta CaCO <sub>3</sub> : ++
	145-154	GrGso	Boja tla: žuto siva Tekstura: praškasto glinasta ilovača Struktura: - CaCO <sub>3</sub> : +++

Tablica 51. Mehanički sastav i teksturna oznaka tla za profil P3

Profil	Sistematska jedinica	Dubina	Sadržaj mehaničkih čestica (%)				Teksturna oznaka	
			Krupni pijesak	Sitni pijesak	Krupni prah	Sitni prah		Glina
P3	Epiglej nekarbonatni, mineralni, vrlo duboko glinasti, jako vertični	0-28	0,73	2,37	2,81	31,44	62,66	Glina
		28-63	0,56	1,36	2,82	23,54	71,73	Glina
		63-99	0,29	1,97	0,25	17,52	79,97	Glina
		99-118	0,39	0,89	0,10	18,49	80,14	Glina
		118-145	0,27	0,73	20,06	24,94	54,01	Praškasta glina
		145-154	0,65	2,55	23,77	40,08	32,94	Praškasto glinasta ilovača

Tablica 52. Kemijska svojstva tla za profil P3

Profil	Dubina (cm)	Reakcija tla (pH)			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O	
		(H <sub>2</sub> O)	(KCl)	Ocjena reakcije	mg/100g	Ocjena opskrbljenosti	mg/100g	Ocjena opskrbljenosti
P3	0-28	8,01	6,59	Neutralna	23,18	Dobra	23,92	Dobra
	28-63	7,86	6,32	Slabo kisela	8,84	Siromašna	19,86	Umjerena
	63-99	7,34	5,88	Slabo kisela	7,24	Siromašna	13,12	Umjereno siromašna
	99-118	7,51	6,21	Slabo kisela	5,51	Siromašna	13,84	Umjereno siromašna
	118-145	7,81	6,43	Slabo kisela	46,38	Bogata	11,07	Umjereno siromašna
	145-154	8,45	7,35	Alkalna	17,68	Umjerena	8,15	Siromašna

Tablica 53. Nastavak tablice 52. kemijska svojstva tla za profil P3

Profil	Humus		CaCO <sub>3</sub>	KIK
	%	Ocjena humoznosti	%	cmol(+)kg <sup>-1</sup>
P3	3,83	Dosta humozno	0,42	33,94
	3,00	Dosta humozno	0,42	36,78
	3,47	Dosta humozno	0,42	
	1,22	Slabo humozno	0,42	
	1,15	Slabo humozno	0,42	
	1,34	Slabo humozno	5,46	

Tablica 54. Pedofizikalna i hidropedološka svojstva i propustnost tla za vodu na profilu P3

Profil	Dubina (cm)	Poroznost tla		Retencijski kapacitet tla za vodu(Kv)		Retencijski kapacitet tla za zrak (Kz)	
		% Vol	Ocjena	% Vol	Ocjena	% Vol	Ocjena
P3	0-28	59,11	Porozno	50,51	Velik	8,60	Osrednji
	28-63	56,91	Porozno	47,87	Velik	9,03	Osrednji

Tablica 55. Nastavak tablice 54. pedofizikalna i hidropedološka svojstva i propustnost tla za vodu na profilu P3

Profil	Gustoća tla (g/cm <sup>3</sup> )		Gustoća pakovanja		Koefficient propusnosti	
	(pv)	(pč)	g/cm <sup>3</sup>	Ocjena zbijenosti	(cm/s*10 <sup>-3</sup> )	Ocjena propusnosti
P3	1,19	2,91	1,75	Jaka zbijenost	2	Vrlo mala
	1,27	2,95	1,92	Jaka zbijenost	2	Vrlo mala



Tablica 56. Hidropedološke konstante za profil P3

Profil	Dubina,x	Kapacitet tla za vodu	Nepristupačna voda u tlu	Fiziološki aktivna voda	Zaliha vode u tlu (0-10 cm)	Zaliha vode u tlu (10-x cm)
	(cm)	(PKv)mm	(Nv)mm	(FAv)mm	(Z1)mm	(Z2)mm
P3	30	151,5	103,5	48,0	16,0	32,0
	40	201,5	138,7	62,8	16,0	46,8
	50	249,4	176,8	72,5	16,0	56,5
	60	297,3	214,9	82,3	16,0	66,3

Tablica 57. Infiltracija za profil P3

Profil	Infiltracija mm/h				
	Mjerenje I	Mjerenje II	Mjerenje III	Prosjeak	Ocjena
P3	2	1	2	1,6	Vrlo niska

Tablica 58. Retencija vode za profil P3

Profil	Dubina (cm)	TV	LKv	PKv
		15 bara	6,25 bara	0,33 bara
P3	0-38	29	36	48
	38-56	30	36	50

#### 4.1.4.2. Klima

##### 4.1.4.2.1. Oborine

Za ovo istraživanje na klimatološkoj postaji Slavonski Brod uzeti su podatci dobiveni mjerenjima od 1976. do 2005. godine. Pomoću višegodišnjeg praćenja oborina dobiveni su podatci za tablice 59. i 60., koje prikazuju prosječne srednje mjesečne i godišnje količine oborina za razdoblje istraživanja te podatke o minimalnim i maksimalnim oborinama u pojedinim mjesecima. Prosječna godišnja količina oborina za klimatološku postaju Slavonski Brod iznosila je 773,9 mm, a mjesec s najvećim prosjekom srednjih mjesečnih oborina bio je lipanj, kada je palo 85,4 mm oborina, dok je najmanje oborina palo u veljači,

kada je prosječna količina oborina bila 39,4 mm. U prosjeku, mjesec s najmanje oborina bila je veljača sa samo 3,3 mm oborina. Najveće količina oborina pala je u kolovozu, kada je pala rekordna količina oborina, a iznosila je 232 mm za taj mjesec.

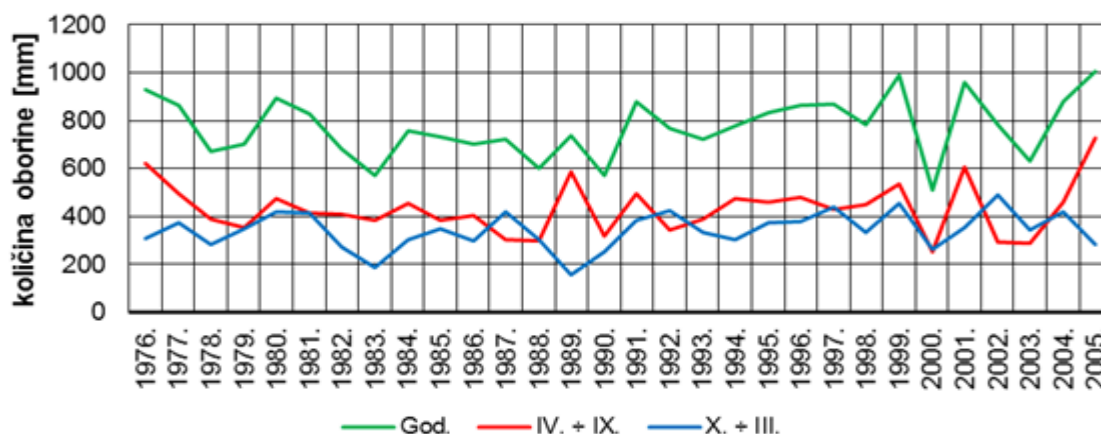
Tablica 59. Mjesečne i godišnje količine oborina u [mm] za meteorološku postaju Slavonski Brod

	Mjesec						
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Min.	12,4	3,3	6,6	23,0	17,3	25,3	6,4
Sr.	53,9	39,4	48,8	59,3	68,6	85,4	80,7
Max.	111,7	83,6	98,8	169,9	179,5	191,4	209,9

Tablica 60. Nastavak tablice 59. mjesečne i godišnje količine oborina u [mm] za meteorološku postaju Slavonski Brod

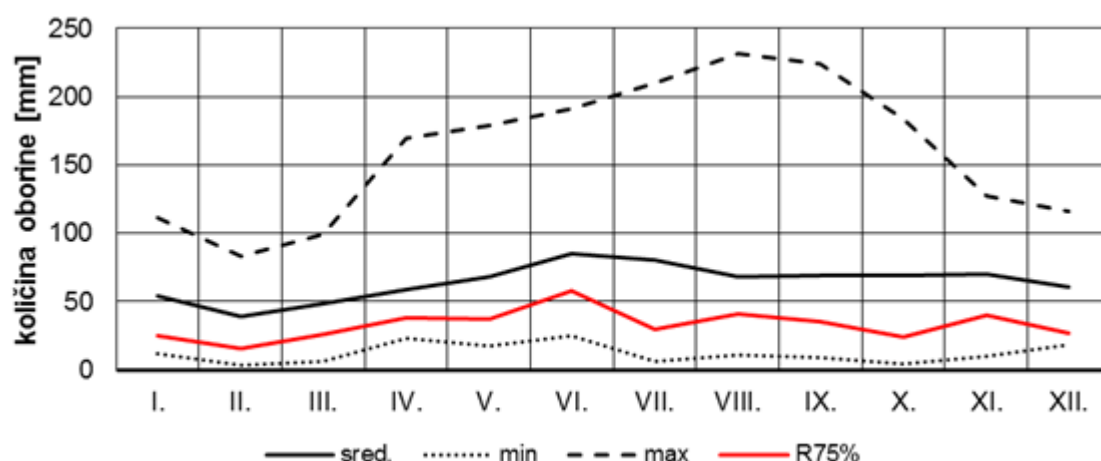
	Mjesec					God.	Veg.
	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.		
Min.	10,9	9,5	4,1	10,5	18,2	-	-
Sr.	68,5	69,7	68,8	70,5	60,4	773,9	432,2
Max.	232,0	224,4	183,4	127,7	116,1	-	-

Iz slike broj 14. može se uočiti već spomenuta najmanja količina oborina 2000. godine, kada je i u doba vegetacije od travnja do rujna i u doba mirovanja biljaka od listopada do ožujka količina oborina bila umanjena. Također je vidljivo, da je u zadnjim godinama istraživanja sve češća povećana količina oborina što može biti posljedica globalnog zatopljenja.



Slika 14. Kretanje godišnjih količina oborina, količina oborina u vegetacijskom razdoblju i količina oborina izvan vegetacijskog razdoblja na meteorološkoj postaji Slavonski Brod od 1976. do 2005. godine

Slika 15. grafički pojašnjava raspored srednjih mjesečnih oborina za klimatološku postaju Slavonski Brod. Iz slike možemo zaključiti da su u ljetnom periodu na ovoj postaji količine oborina nešto više nego u zimskom periodu te da se od veljače do lipnja količina oborina povećava, te potom smanjuje sve do veljače kada završava ciklus. Maksimalne količine oborina se postižu također u periodu vegetacije tj. od travnja do rujna što se može potvrditi grafičkim prikazom (slika 15.).



Slika 15. Kretanje srednjih, srednjih minimalnih i srednjih maksimalnih količina oborina tijekom godine te oborina sušnoj godini prema mjesečnim podacima o oborinama na meteorološkoj postaji Slavonski Brod od 1975. do 2005. godine

#### 4.1.4.2.2. Temperatura

Pomoću tablica 61. i 62., dobivenih višegodišnjim praćenjem temperature zraka na klimatološkoj postaji Slavonski Brod može se utvrditi kolike su bile prosječne srednje mjesečne i godišnje temperature zraka te najmanje i najveće zabilježene srednje mjesečne temperature zraka. Srednja godišnja temperatura zraka u razdoblju od 1976. do 2005. godine iznosila je 10,8°C. Najniža prosječna mjesečna temperatura zabilježena je u siječnju kada je iznosila -0,2°C, a najviša prosječna temperatura zabilježena je u srpnju te je iznosila 21,2°C. Najmanja srednja mjesečna temperatura zabilježena je u siječnju te je iznosila -6,3°C, dok je najviša izmjerena temperatura iznosila 25,8°C u kolovozu.

Tablica 61. Srednja mjesečna, minimalna mjesečna i maksimalna mjesečna i godišnje temperature zraka [°C], od 1976. do 2005. god., meteorološka postaja Slavonski Brod

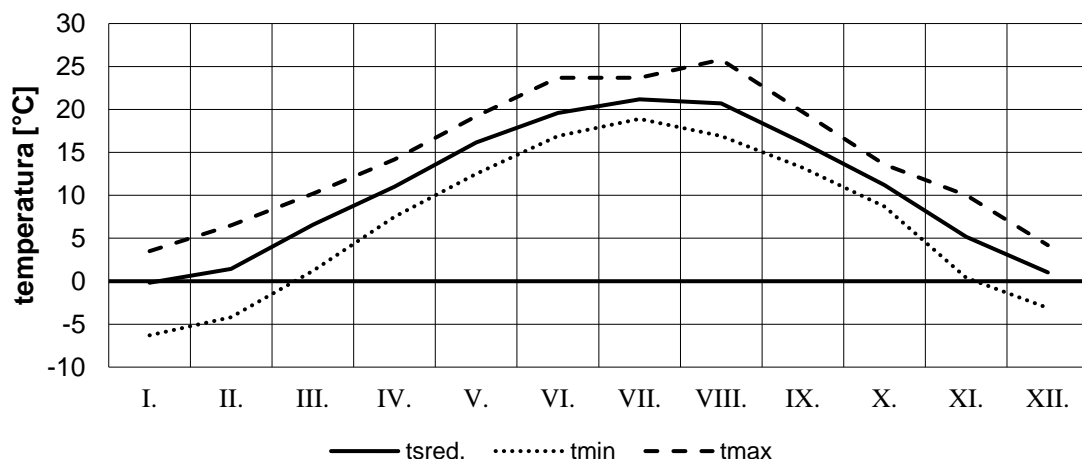
	Mjesec						
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Sr.	-0,2	1,4	6,6	11,0	16,1	19,6	21,2
Min.	-6,3	-4,2	1,2	7,5	12,5	16,9	18,9
Max.	3,5	6,5	10,2	14,2	19,2	23,7	23,7

Tablica 62. Nastavak tablice 61. srednja mjesečna, minimalna mjesečna i maksimalna mjesečna i godišnje temperature zraka [°C], od 1976. do 2005. god., meteorološka postaja Slavonski Brod

	Mjesec					God.
	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	
Sr.	20,7	16,1	11,2	5,2	1,0	10,8
Min.	16,9	13,2	8,7	0,4	-3,1	9,5
Max.	25,8	19,7	13,6	10,0	4,2	12,4

Slika broj 16. prikazuje raspored srednjih mjesečnih, minimalnih i maksimalnih temperatura tokom godine. Najniža zabilježena temperatura za klimatološku postaju Slavonski Brod u razdoblju istraživanja iznosila je -6,3°C, a zabilježena je u siječnju. Iz grafa prikazanog na slici vidljivo je da je najveća temperatura zabilježena u kolovozu, a ona je prema tablicama broj 61. i 62. iznosila 25,8°C. Također se može zapaziti da na klimatološkoj postaji

Slavonski Brod nema temperaturnih ekstrema te da je temperatura pravilno raspoređena za uvjete kontinentalne klime.



Slika 16. Kretanje srednjih, srednjih minimalnih i srednjih maksimalnih vrijednosti temperature zraka tijekom godine prema mjesečnim podacima na meteorološkoj postaji Slavonski Brod od 1976. do 2005. godine

#### 4.1.4.3. Vrednovanje poljoprivrednog zemljišta na lokaciji Oriovac (P3)

##### 4.1.4.3.1. Utvrđivanje boniteta tla (T)

Tlo na lokaciji Oriovac svrstavamo u 6. razvojni stupanj, a razlog tomu je loša dreniranost, dubina glejnog horizonta na samo 28 cm, pH reakcija tla koja je alkalna, jaka zbijenost tla i visok udio gline u teksturi. Tekstura tla na profilu P3 je glina, a geološko podrijetlo prapor ili aluvij. Prema navedenim karakteristikama tla i prema Pravilniku (NN23/19) možemo zaključiti kako tlo na lokaciji Oriovac možemo ocijeniti sa 30 bonitetnih bodova.

##### 4.1.4.3.2. Utvrđivanje boniteta klime (K)

Najbitniji podatci za klimu na klimatološkoj postaji Slavonski Brod navedeni su u poglavlju 4.1.4.2., a prema tome Oriovac svrstavamo u 8. klimatsko vegetacijsko područje (NN23/19) te dodjeljujemo 9 bodova za klimu.

#### *4.1.4.3.3. Utvrđivanje boniteta reljefa (R)*

Bonitetni bodovi za reljef dodjeljuju se u rasponu od 1 do 10 bonitetnih bodova, a utvrđuju se na osnovu nagiba zemljišta izraženog u stupnjevima i postocima, a za profil P3 dodjeljujemo oznaku reljefa (b), pa prema tome i 9 bonitetnih bodova za reljef.

#### *4.1.4.3.4. Utvrđivanje ukupnih bodova zemljišta bez korekcije (B) na lokaciji Oriovac*

Utvrđivanje ukupnih bodova za zemljište bez korekcije vrši se uz pomoć formule iz Pravilnika (NN23/19), koja slijedi u tekstu dolje.

$$B = \sqrt{T * K * R} = \sqrt{30 * 9 * 9} = \sqrt{2430} = 49,30$$

Prema rezultatu iz formule gore zemljište na lokaciji Oriovac ostvaruje 49 bonitetnih bodova.

## 4.2. Bonitet zemljišta istraživanih tala

Tablica 63. Rezultati boniteta zemljišta po lokacijama

	Čepić polje P5	Belica P10	Dravski rit P7	Oriovac P3
Tlo	50	65	42	30
Klima	7	8	9	9
Reljef	9	9	10	9
Bonitet bez korekcije	56	68	61	49

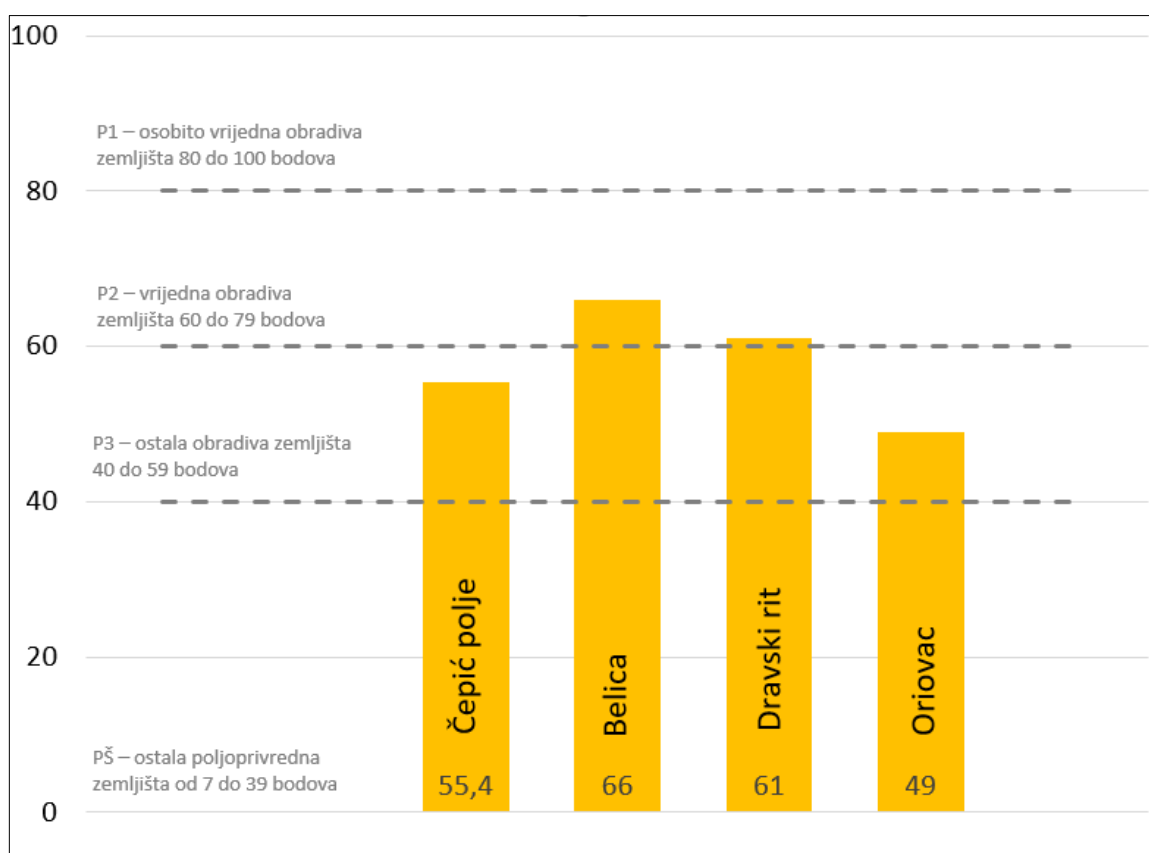
Tablični prikaz 63. prikazuje rezultate boniteta zemljišta za sve istraživane lokalitete. Iz tablice se zaključuje da je na lokaciji Belica tlo najkvalitetnije te zaslužuje 65 bodova, dok je najlošije tlo s 30 bonitetnih bodova na lokaciji Oriovac. Klimatski najpovoljnija područja za uzgoj kultura su Dravski rit i Oriovac koji pripadaju u kontinentalnu klimu, pa tako zaslužuju 9 bodova za klimu. Svi istraživani lokaliteti nemaju veće reljefno ograničenje te zbog toga lokaliteti Čepić polje, Belica i Oriovac ostvaruju 9 bodova za reljef, a lokalitet Dravski rit maksimalnih 10 bodova. Na kraju možemo zaključiti da je po svim parametrima prije korekcije najbolje zemljište na lokaciji Belica, jer ostvaruje 68 bonitetnih bodova, dok je najlošije zemljište lokaliteta Oriovac s ostvarenih 49 bodova.

Tablica 64. Korekcija boniteta zemljišta zbog utjecaja ostalih prirodnih uvjeta

	Koeficijent oblika katastarske čestice	Negativni postoci bonitetnih bodova
Čepić polje	2,19	1
Belica	2,53	3
Dravski rit	1,13	0
Oriovac	1,29	0

Tablica 65. Ukupan broj bodova konačno korigiranog boniteta zemljišta

	Čepić polje P5	Belica P10	Dravski rit P7	Oriovac P3
Bonitet bez korekcije	56	68	61	49
Negativni postoci bonitetnih bodova	1	3	0	0
Ukupan broj bodova konačno korigiranog boniteta zemljišta	55,4	66,0	61,0	49,0
Svrstavanje zemljišta u prostorne kategorije	P3	P2	P2	P3



Grafikon 1. Ukupan broj bodova konačno korigiranog boniteta zemljišta i svrstavanje zemljišta u prostorne kategorije



## 5. RASPRAVA

Lesivirano tipično tlo nastaje u području umjereno humidne klime uz prisustvo ilovastog mehaničkog sastava. Kod ovog tipa tla ukoliko dođe do povećanog sadržaja čestica gline ili ubrzanog ispiranja koloida, Bt horizont postaje ekstremno glinovit što dovodi do sve jačih procesa pseudooglejavanja uslijed čega nastaje podtip Lesivirano pseudoglejno tlo (Škorić, 1986.). Prema navodima Posejpal (2015.) pseudoglej predstavlja tlo koje se može pojaviti na pleistooceanskim i holocenskim ilovačama, a pripada nekarbonatnim praporima. Također navodi da su pedofizikalna svojstva ovih tala teže propusni sloj, slaba drenaža, i stagnirajuće površinske oborinske vode. Kraljičković i Husnjak (2004.) pak navode da su u području Zagrebačke županije lesivirana tla najrasprostranjenija, a može ih se vidjeti u raznim tipovima. Isto tako navodi da lesivirano tlo pripada drugoj klasi pogodnosti. Isti autor svrstava pseudoglej u tla brežuljkastih terena i pleistocenskih zaravni, gdje je utjecaj poplavnih voda sveden na minimum.

Gore navedenim svojstvima odgovara profil na lokaciji Belica, gdje je iskopan profil P10 čije tlo ima osrednja fizikalno-kemijska svojstva. Provedenim terenskim i laboratorijskim istraživanjima utvrđeno je da se pH reakcija tla u KCl-u kreće od 3,86 u površinskom oraničnom horizontu, sve do 4,9 u najdubljem horizontu (Tablica 25.). Zebec (2015.) u svojim istraživanjima na lesiviranim tipičnim tlima, dobiva rezultate pH mjerenja koji pokazuju 5,44 pH jedinice, pa sve do 6,32 što također obilježava kiselu tla. Mjereno u vodi, Škorić (1977.) svojim istraživanjem na lesiviranim tlima utvrđuje kretanje pH vrijednosti od 4,2 pH jedinice do 6,2 jedinice. Reakcija na šumskim tlima nešto je niža nego na ratarskim površinama, gdje je izmjereno 5,7 pH jedinica u odnosu na područje šume gdje je dobivena vrijednost iznosila 5,1 (Martinović, 2000.). Glavna karakteristika ovih tala je ispiranje gline u dublje slojeve, a tomu pomažu uvjeti kisele reakcije, točnije od 4,5 do 6,5 pH jedinica (Škorić, 1986.). Isti autor navodi da podtip ovih tala nastaje kao posljedica nakupljanja veće količine gline u iluvijalnoj zoni, a takav tip tla se naziva pseudoglejno tlo. Sadržaj organske tvari u lesiviranim tlima je različit, a istraživanjima provedenim u pokusu utvrđeno je da se u profilu P10 (Tablica 26.) kretao od vrlo slabo humoznog (0,53 %) do slabo humoznog (1,62 %) u oraničnom horizontu. Zebec (2015.) u svojim istraživanjima dokazuje da sadržaj humusa varira, a to potvrđuje mjerenjima koji rezultiraju s 2,5 % humusa. Na lesiviranim tlima većina uzoraka odgovara tipu slabo humoznog tla, a Martinović (2000.) utvrđuje prosječnu vrijednost humusa od 1,8 %. Husnjak i Bosak istraživanjima na području

Virovitičko-Podravske županije tokom 2014. godine, utvrđuju da se na uzorcima sadržaj humusa kretao od 0,1 % sve do 2,8 %. Prema Škoriću (1986.) pseudoglejna tla imaju nešto veći sadržaj humusa koji iznosi 2,26 %, a isti autor 1977. godine utvrđuje sadržaj od 2,8 %, a i da se vrijednost kreće od 1,2 do visokih 12,7 %. Slijedeća odlika lesiviranih tala je sadržaj gline, koji je dosta često na ovom tipu tla visok i predstavlja velik ograničavajući faktor u proizvodnji. Na istraživanom tlu sadržaj gline kretao se od 7,82 % sve do 12,5 % (Tablica 24. ). Profil P10 ima manje gline nego li je to karakteristično za lesivirano tipično tlo. Zebec (2015.) navodi da se u horizontima praškasto ilovaste teksture sadržaj gline u istraživanim uzorcima kretao od 23,2 % do 26,4 %, dok je Radić (2017.) utvrdio prosječni udio gline u istraživanim uzorcima od 19,22 %. Također Martinović (2000.) utvrđuje 19,5 % gline, što je gotovo jednak udio gline kao i u istraživanjima Radića. Na lesiviranim tlima sadržaj gline varira od niskih 1,2 % sve do 28,2 % (Husnjak i Bosak, 2014.).

Močvarno glejno amfiglejno tlo se većinom dijeli prema načinu vlaženja, sadržaju humusa i gline, a neki od tipova tala ove grupe su: hipoglej humozni i mineralni, amfiglej mineralni vertični i obični mineralni, amfiglej humozni vertični, epiglej mineralni karbonatno vertični i brojni drugi tipovi tala (Posejpal, 2015.). Kraljičković i Husnjak (2004.) navode kako tlo koje pripada u močvarno glejna amfiglejna tla služi u svrhu pašnjaka i livada te ponekad i oranica, te isti autori navode da se ovakva tla nalaze u najnižim dijelovima Zagrebačke županije. Također napominju da su ova tla vrlo ograničenih pedofizikalnih svojstava, pa ukoliko ne prakticiramo melioraciju koriste kao travnjak i pašnjak. Najčešći podtip ovih tala je amfiglej kojeg karakteriziraju slabi vodo-zračni odnosi, visok kapacitet za vodu te vrlo mali kapacitet za zrak, ovakva tla imaju jako lošu propusnost za vodu, a i količina fosfora i kalija im nije najoptimalnija te su vrlo slabo opskrbljena istima (Kraljičković i Husnjak, 2004.).

Karakteristike ovog tla prikazane su u slijedećem tekstu. Tokom istraživanja na lokalitetima P7 i P5 utvrđeno je da se pH vrijednost tla u KCl-u kretala od 5,19 do 5,74 pH jedinice na profilu P7 (Tablica 39.) te na profilu P5 u rasponu od 7,65 do 8,02 (Tablica 8.). Raspon od 5,19 do 8,02 pH jedinice govori nam da je močvarno glejno tlo heterogeno te da može imati karakteristike kiselog, neutralnog i alkalnog tla. Zebec (2015.) u svom radu također potvrđuje gore navedene tvrdnje s naglaskom na to da se na močvarno glejnom amfiglejnom tlu reakcija tla kreće od slabo kisele do alkalne. Iste tvrdnje navode u svom radu Kraljičković i Husnjak (2004.) koji dodaju da prema vrijednosti hidrolitičke kiselosti brojna tla ove skupine zahtijevaju kalcifikaciju. Močvarno glejno amfiglejno tlo ima srednju pH vrijednost

od 6,8 pH jedinica, a tokom istraživanja najniža je iznosila 5,1 jedinice, dok je najviša izmjerena vrijednost dosegla 8,5 pH jedinice (Škorić, 1977.). Slijedeće bitno svojstvo tla je sadržaj humusa. U već navedenim profilima P7 i P5 sadržaj humusa kretao se od 2,37 % do 4,11 % za profil P7 i 1,63 % do 3,14 % za profil P5. Prema navedenom, vidljivo je da su močvarno glejna amfiglejna tla slabo humozna do dosta humozna tla. Rezultate dobivene provedenim istraživanjima potvrđuju istraživanja Zebece, koji 2015. godine na močvarno glejnim amfiglejnima utvrđuje kretanje humoznosti od slabo humoznog do dosta humoznog tla. Nešto drugačije tvrdnje za amfiglejno tlo imaju Kraljičković i Husnjak (2004.) koji istraživanjima na amfiglejnom tlu dobivaju rezultate jako humoznog tla, a bilježe vrijednosti do čak 21 % humusa. Branković (2022.) svojim istraživanjima utvrđuje da se u setu uzoraka na močvarno glejnom amfiglejnom tlu sadržaj humusa kretao od 0,83 % sve do 3,43 %. U prosjeku sadržaj humusa na amfiglejnima iznosi 5,2 % pri čemu se kreće od 1,1-22,5 % (Škorić, 1977.). Slijedeće svojstvo bitno za namjenu poljoprivredne proizvodnje je sadržaj gline u tlu. Istraživanjem teksture tla za profil P7 i P5 dobiveni su rezultati sadržaja gline koji za profil P7 iznose 42,31 % u podoraničnom horizontu do 50,32 % u površinskom oraničnom horizontu (Tablica 38.) te za profil P5 od 19,00 % u podoraničnim horizontima sve do 40,88 % u oraničnom horizontu (Tablica 7.). Močvarno glejno amfiglejno tlo je praškasto glinaste ilovaste teksture sa udjelom čestica gline od 27,90 % do 36,60 % (Zebec, 2015.). Kraljičković i Husnjak (2004.) pišu o tome kako su amfigleji tla slabih vodo-zračnih odnosa te da imaju velik kapacitet za vodu, a mali za zrak, što nije neobično za tla sa velikim udjelom gline u teksturi tla. Čestice gline su sitnije od čestica pijeska i praha, pa imaju veću gustoću pakovanja, a samim time i veći udio mikropora. Svojim istraživanjima Škorić (1977.) otkriva da se u uzorcima amfiglejnih tala sadržaj gline kretao od 19 % do 84,40 % uz prosječnu vrijednost 37,2 %. Isti autor (1986.) navodi da sva glejna tla imaju specifičnost visokog sadržaja gline, saturaciju vodom i tešku propusnost.

Prema navodima Kraljičković i Husnjak (2004.) da bi došlo do stvaranja epiglejnih tala potrebno je prisustvovanje poplavnih i slivnih voda koje se zadržavaju na slojevima gline smektitnog tipa, zbog čega su epiglejna tla isključivo vertična. Također isti autori navode da se epiglej može pojaviti kao mineralni i humozni. Ovaj tip tla je izrazito nepovoljan za poljoprivrednu proizvodnju, jer su to glinasta i vertična tla koja bubre u vlažnom stanju, a kada je suho dolazi do stvaranja pokorice i pucanja površine tla.

Karakteristike koje su dobivene u istraživanjima provedenim na epiglejnom nekarbonatnom tlu profila P3 slijede u daljnjem tekstu. Reakcija tla u KCl-u na lokalitetu Belica kretala se

od 5,88 sve do 7,35 pH jedinica iz čega utvrđujemo da profil ima dosta heterogenu pH vrijednost. U svojim istraživanjima Vidaček (2020.) prilikom mjerenja pH vrijednosti epiglejnog tla dobiva rezultate karakteristične za neutralna tla, a u slučaju KCl-a blago kiselu reakciju. Mjerenjem pH vrijednosti u vodi mjeri rezultate od 7,0 pH jedinica do 7,3 te pri mjerenju u KCl-u od 6,1 do 6,9 pH jedinica. Sadržaj humusa koji se nalazi u istraživanom tlu kreće se od 1,15 % do 3,83 % za profil P3 (Tablica 53.). Epiglej pripada redu hidromorfni tala, a razredu amfiglejnih tala. Prema tome epiglej je moguće podijeliti na osnovu sadržaja humusa tj. organske tvari, pa tako postoje mineralni s manje od 10 % humusa, zatim slijedi humozni epiglej s 10 do 30 % humusa i tresetno glejni epiglej s više od 30 % humusa (Presečki, 2020.). Prema navodima Vidačeka (2020.) postotak humusa u epiglejnem tlu kreće se od 2,1 % do 6,1 %. Posljednje i najbitnije svojstvo epiglejnih tala je udio čestica gline u teksturi tla. Udio gline na profilu P3 kretao se od 32,94 % u najdubljem horizontu sve do visokih 80,14 % u srednjem dijelu profila (Tablica 51.). U svojim istraživanjima Vidaček (2020.) na epiglejnem tlu također utvrđuje visoke vrijednosti udjela gline u površinskom sloju tla, pri čemu mjerenja rezultiraju udjelom 50 % gline. Zbog djelovanja prekomjerne površinske i podzemne vode na dubini od 75 cm do 100 cm dolazi do stvaranja nepropusnog horizonta s ekstremno puno gline (Presečki, 2020.).

## 6. ZAKLJUČAK

Na temelju provedenih istraživanja i rezultata utvrđenih istraživanjem, zaključuje se :

1. Zemljišta koja imaju bolja fizikalno-kemijska svojstva nisu nužno više bonitetne klase od lošijih tala, jer na bonitetnu klasu zemljišta utječu brojna prirodna ograničenja.
2. Bonitiranje zemljišta je izrazito bitno za pravilno vrednovanje zemljišta te raspolaganje istim.
3. Za provedbu pravilnog boniteta zemljišta potrebni su točni i provjereni podatci o tlu, klimi, reljefu i prirodnim ograničenjima zemljišta.
4. Na temelju rezultata dobivenih istraživanjem tala na području Hrvatske i usporedbom rezultata istraživanja s istraživanjima drugih autora, utvrđena je velika heterogenost tipova tala na području Hrvatske.
5. Teksturno teža tla s većim udjelom gline imaju bolja apsorpcijska svojstva od teksturno lakših tala s većim udjelom pijeska.
6. Dubina glejnog horizonta uvelike utječe na bonitetnu ocjenu tla i predstavlja veliko ograničenje u proizvodnji.
7. Nakon provedenih istraživanja i boniteta zemljišta zaključuje se da je zbog teksture tla, povoljne dubine tla i dubine podzemne vode te povoljne klime i reljefa zemljište na lokaciji Belica s ostvarenih 66 bonitetnih bodova najkvalitetnije, dok je zemljište na lokaciji Oriovac, zbog loše dreniranosti, dubine glejnog horizonta, alkalne pH reakcije tla te ponajviše zbog visokog udjela gline u teksturi tla koja prelazi 60 %, najlošije te ostvaruje niskih 49 bonitetnih bodova.
8. Uključivanjem prirodnih ograničenja u bonitet ocjenjivanih zemljišta utvrđuje se da na lokacijama Dravski rit i Oriovac nema prirodnih ograničenja u proizvodnji, dok su na lokacijama Čepić polje i Belica neznatna ograničenja, zbog čega se kod lokaliteta Belica dodjeljuju tri negativna postotka, a kod Čepić polja samo jedan.

## 7. POPIS LITERATURE

1. Čoga L. i Slunjski S. (2018.): Dijagnostika tla u ishrani bilja. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb
2. Gračanin, M. (1947.): Pedologija. Poljoprivredni nakladni zavod, Zagreb
3. Karlen D.L., Mausbach M. J., Doran J.W., Clinem R.G., Harris R. F. and Schuman G. E. (1997): Soil quality: A concept, definition, and framework for evaluation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61:4-10.
4. Kirchmann, H., Andersson, R. (2001): The Swedish System for Quality Assessment of Agricultural Soils. *Environmental Monitoring and Assessment*, Volume 72, Issue 2, pp 129-139
5. Kovačević P. (1983.): Bonitiranje zemljišta. *Agronomski glasnik*, Zagreb
6. Kovačević P., sur. (1987.): Nova metoda bonitiranja zemljišta u Hrvatskoj. *Agronomski glasnik*, Zagreb.
7. Kučar Dragičević S., sur. (2008.): Program trajnog motrenja tala Hrvatske. Agencija za zaštitu okoliša, Zagreb
8. Lončarić, Z., sur., (2014.): Uzorkovanje tla i biljke za agrokemijske i pedološke analize. Poljoprivredni fakultet, Osijek
9. Mamut, M. (2010): Primjena metode relativnog vrednovanja reljefa na primjeru otoka Rave (Hrvatska). *Odjel za geografiju Sveučilište u Zadru, Naše more*, 57 (5- 6)/2010, 260-271 str.
10. Martinović, J. (2000.): Tla u Hrvatskoj. *Pokret prijatelja prirode Lijepa Naša*, Zagreb
11. Mausbach M.J. and Tugel A. (1997): Soil quality - A multitude of approaches. *Kearney Foundation Symposium*, Berkeley, California, March 25, 1997.
12. Pierce F.J. and W.E. Larson (1993): Developing criteria to evaluate sustainable land management. p. 7-14. In: J. M. Kimble (ed), *Proceedings of the Eighth International Soil Management Workshop: Utilization of Soil survey Information for Sustainable Land Use*, May 3, 1993. USDA Soil Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE.
13. Scheffer F., Schachtschabel P. (2015.): *Soil Science*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp: 123-172
14. Silva, V. R., sur. (2000): Soil strenght as affected by combine wheel traffic and two soil tillage systems. *Ciencia rural*, Vol. 30, No. 5, pp. 795-801.
15. Soil Survey Division Staff (1993.): *Soil survey manual*. Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 18.
16. Škorić, A. (1982.): *Priručnik za pedološka istraživanja*. Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb.

17. Škorić, A. (1986.): Postanak, razvoj i sistematika tla. Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb
18. Škorić A. (1991.): Sastav i svojstva tla, Pedološko i biljnoekološko značenje. Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb.
19. Škorić, A., sur. (1977.): Tla Slavonije i Baranje. Izdavački zavod Jugoslavenske akademije, Zagreb
20. Špoljar, A., sur. (2011): Onečišćenje okoliša. Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, 1-63. str
21. Van-Camp. L., Bujarrabal, B., Gentile, A-R., Jones, R.J.A., Montanarella, L., Olazabal, C., Selvaradjou, S-K. (2004.): Reports of the Technical Working Groups Established under the Thematic Strategy for Soil Protection. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. EUR 21319 EN/3. 872 pp.
22. Bašić Ferdo. Klasifikacija oštećenja tala Hrvatske. 4/1992. <https://hrcak.srce.hr/file/217106>. 1/2023.
23. Bašić Ferdo. Velevrstnik hrvatske prirodoslovne znanosti akademik Mijo Kišpatić: autor Zemljoznanstva, prvog udžbenika o tlu na hrvatskom jeziku. 1/2020. <https://hrcak.srce.hr/file/372143>. 1/2023.
24. Beaufortova ljestvica, 2021., <https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=70347>, 3/2023.
25. Bogunović Matko. Tlo u prostornom planu Hrvatskog poljodjelstva. 3/1996. <https://hrcak.srce.hr/file/216272>. 2/2023.
26. Branković, I., Š. (2020.): Utvrđivanje kationskog izmjenjivačkog kapaciteta tala Istočne Hrvatske amonij acetat metodom, završni rad. Sveučilište J.J.Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:278698>
27. Branković, I., Š. (2022.): Usporedba metoda za određivanje reakcije tla, diplomski rad. Sveučilište J.J.Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek. <https://repozitorij.fazos.hr/islandora/object/pfos:2831>
28. Halauš, D. (2015.): Vrednovanje poljoprivrednog zemljišta na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu Halauš, diplomski rad. Visoko gospodarsko učilište u Križevcima. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:185:440043>
29. Husnjak Stjepan i Bosak Matija. Utjecaj značajki tla na retenciju vlage u tlu. 2/2014. <https://hrcak.srce.hr/file/190771>. 12/2022.
30. Kisić Ivica, Husnjak Stjepan, Gajić-Čapka Marjana, Cindrić Ksenija. Erozijska tla vjetrom u Čepić polju – uzroci, posljedice i mjere ublažavanja. 2/2013., <https://www.researchgate.net/publication/291148152> Erozijska tla vjetrom u Čepić polju - uzroci posljedice i mjere ublažavanja. 3/2023.

31. Knežević, Š. (2017.): Agrotehničke mjere popravke zbijenih tala, završni rad. Sveučilište J.J.Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:572514>,
32. Kraljičković Josip i Husnjak Stjepan. Regionalizacija poljoprivredne proizvodnje u Zagrebačkoj županiji. 12/2004. [https://www.zagrebacka-zupanija.hr/media/filer\\_public/59/e0/59e0add0-6819-4e95-b43c-5d9599f9d008/regionalizacija\\_poljoprivredne\\_proizvodnje.pdf](https://www.zagrebacka-zupanija.hr/media/filer_public/59/e0/59e0add0-6819-4e95-b43c-5d9599f9d008/regionalizacija_poljoprivredne_proizvodnje.pdf). 3/2023.
33. Landeka, M. (2016.): Određivanje kemijskih karakteristika tla u svrhu podizanja trajnih nasada smilja, diplomski rad. Sveučilište u Splitu, Kemijsko-tehnološki fakultet Split. <https://zir.nsk.hr/islandora/object/ktfst:197/preview>
34. Ministarstvo poljoprivrede. NN 23/2019 (8.3.2019.). Pravilnik o mjerilima za utvrđivanje osobito vrijednog obradivog (P1) i vrijednog obradivog (P2) poljoprivrednog zemljišta. 3/2019, [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2019\\_03\\_23\\_470.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2019_03_23_470.html). 2/2023.
35. Mutavdžić Pavlović Dragana. Kemijski i biokemijski procesi u tlu i sedimentu. 2014., [https://www.fkit.unizg.hr/download/repository/skripta-Kem\\_i\\_biokem\\_procesi.pdf](https://www.fkit.unizg.hr/download/repository/skripta-Kem_i_biokem_procesi.pdf). 12/2022.
36. Perković Ivan, Pernar Nikola, Bakšić Darko. Usporedba dvije metode prosijavanja i sedimentacije za određivanje granulometrijskog sastava tla – mogućnosti i ograničenja interpretacije. 12/2013. <https://hrcak.srce.hr/file/166069>. 1/2023
37. Petričević Vladimir, Kopljar Ana, Đurin Bojan. Analiza infiltracije oborina na aluvijanom tlu. 5/2014. <https://hrcak.srce.hr/file/191231>. 10/2022.
38. Petrinjak, I. (2018.): Usporedba različitih metoda određivanja koeficijenta vodopropusnosti nekoherentnog tla, završni rad. Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet Zagreb. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:130:671966>
39. Posejpal, B. (2015.): Lonjsko polje – kvaliteta tla, vode i zraka, završni rad. Veleučilište u Karlovcu, Specijalistički diplomski stručni studij sigurnosti i zaštite Karlovac. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:128:396339>
40. Presečki, P. (2020.): Procjena pogodnosti dreniranog poljoprivrednog zemljišta za primjenu navodnjavanja u Zagrebačkoj županiji, diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet Zagreb. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:035584>
41. Purgar, M. (2019.): Mjerenje pornih pritisaka tijekom konsolidacije uzoraka tla u hidrauličkom edometru, završni rad. Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet Zagreb. <https://zir.nsk.hr/islandora/object/gfv%3A393/datastream/PDF/view>
42. Radić, D. (2017.): Utjecaj kemijskih i fizikalnih svojstava tla na plastičnost tla, završni rad. Sveučilište J.J.Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:772491>
43. Šimunić Ivan, Špoljar Andrija, Peremin Volf Tomislava. Vježbe iz tloznanstva i popravka tla. 7/2007. [https://www.vguk.hr/upload/E\\_skripte/Vjebze\\_iz\\_Tloznanstva\\_i\\_popravka\\_tla.pdf](https://www.vguk.hr/upload/E_skripte/Vjebze_iz_Tloznanstva_i_popravka_tla.pdf). 11/2022.



44. Vidaček Željko. Površine i procjena poljoprivrednog zemljišta u Hrvatskoj. 10/2019. <https://hrcak.srce.hr/file/355686>. 1/2023.
45. Vidaček Željko. Zemljišne karakteristike i pogodnost tla za oranice Crnačkog i Stajničkog polja. 7/2020. <https://hrcak.srce.hr/file/380770>. 12/2022.
46. Vlaović, S. (2018.): Pseudoglejna tla Slavonije i Baranje, diplomski rad. Sveučilište J.J.Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:195655>
47. Vukadinović Vladimir, Bertić Blaženka, Đurđević Boris, Vukadinović Vesna, Jug Irena, Kraljičak Ž. Analiza pogodnosti zemljišnih resursa Istočne Hrvatske funkcijskim modelom. 6/2011. [http://pedologija.com.hr/Literatura/Tekstovi/Analiza\\_pogodnosti\\_tala.pdf](http://pedologija.com.hr/Literatura/Tekstovi/Analiza_pogodnosti_tala.pdf). 2/2023.
48. Vukadinović Vladimir i Vukadinović Vesna. pH vrijednost tla. 6/2016. [https://tlo-i-biljka.eu/Tekstovi/pH\\_tla.pdf](https://tlo-i-biljka.eu/Tekstovi/pH_tla.pdf). 11/2022.
49. Zebec, V. (2015.): Dinamika kalija i usporedba metoda za određivanje pristupačnog kalija u tlima istočne Hrvatske, disertacija. Sveučilište J.J.Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:852070>

## 8. SAŽETAK

Bonitet zemljišta predstavlja ocjenu prirodne fizikalne, kemijske i biološke sposobnosti zemljišta za uzgoj pojedinih kultura. Nadalje, prema zakonu o bonitiranju, dobra tla ona koja su duboka, imaju neutralno do slabo kiselu reakciju ovisno o kulturi koja se uzgaja, imaju ilovastu teksturu, dobru propusnost za vodu tj. optimalan vodozračni odnos i u svojem pedološkom profilu nemaju zbijenih slojeva. Prilikom određivanja bonitetne klase zemljišta, potrebno je provesti opći bonitet zemljište nakon čega se provodi korekcija bonitetnih bodova. Opći bonitet zemljišta boduje se od 7 bonitetnih bodova sve do 100 bodova, a isto vrijedi i za bonitet tla, dok se bonitet klime i reljefa boduje se od 7 do 10 bonitetnih bodova. Negativni postotci bonitetnih bodova ostvaruju se uslijed utjecaja stjenovitosti i kamenitosti, utjecaju i učestalosti poplava, ekspoziciji terena, otvorenosti ili zatvorenosti položaja, zasjenjenosti zemljišta zbog šume i drugih smetnji, veličini i obliku parcele ili zemljišta i ostalih ograničenja u proizvodnji. Nakon što se uzmu u obzir sva ograničenja nekog zemljišta, dodjeljuju se negativni postotci bonitetnih bodova, koji se uvrštavaju u formulu izračuna boniteta zemljišta. Rezultat dobiven formulom svrstava se u jednu od četiri bonitetne klase, a one su redom: P1- osobito vrijedna obradiva zemljišta s 80 do 100 bodova, P2- vrijedna obradiva zemljišta s 60 do 79 bodova, P3- ostala obradiva zemljišta s 40 do 59 bodova i PŠ- ostala poljoprivredna zemljišta s 7 do 39 bodova. Tokom istraživanja provedene su slijedeća mjerenja: mjerenje pH vrijednosti tla, sadržaja organske tvari u tlu, određivanje teksture tla, mjerenje količine kalcijevog karbonata u tlu, određivanje sadržaja fosfora i kalija u tlu AL-metodom, mjerenje hidrolitičke kiselosti tla, poroznosti tla, određivanje retencijskog kapaciteta tla za vodu i kapaciteta za zrak, mjerenje zbijenosti tla penetrometrom, mjerenje propusnosti tla za vodu i infiltracije i kao zadnje mjerenje kationskog izmjenjivačkog kompleksa tla. Nakon provedenih mjerenja, istraživanja i samog boniteta zemljišta zaključuje se da je zbog teksture tla, povoljne dubine tla i dubine podzemne vode te povoljne klime i reljefa zemljište na lokaciji Belica s ostvarenih 66 bonitetnih bodova najkvalitetnije, dok je zemljište na lokaciji Oriovac, zbog loše dreniranosti, dubine glejnog horizonta, alkalne pH reakcije tla te ponajviše zbog visokog udjela gline u teksturi tla koja prelazi 60%, najlošije te ostvaruje niskih 49 bonitetnih bodova.

## 9. SUMMARY

Land quality is an assessment of the natural physical, chemical and biological ability of the land to grow certain crops. Furthermore, according to the bonitization law, good soils are those that are deep, have a neutral to weakly acidic reaction depending on the culture that is grown, have a loamy texture, good permeability for water, i.e. an optimal water-air relationship and do not have compacted layers in their pedological profile. When determining the credit rating class of land, it is necessary to carry out a general credit rating of the land, after which the correction of credit points is carried out. The general credit rating of the land is scored from 7 credit points up to 100 points, and the same applies to the credit rating of the soil, while the credit rating of the climate and relief is scored from 7 to 10 credit points. Negative percentages of credit points are achieved due to the influence of rockiness, the impact and frequency of floods, the exposure of the terrain, the openness or closedness of the location, the shading of the land due to forest and other obstacles, the size and shape of the plot or land and other limitations in production. After taking into account all the limitations of a land, negative percentages of credit points are assigned, which are included in the formula for calculating the credit rating of the land. The result obtained by the formula is classified into one of four rating classes, which are: P1- particularly valuable arable land with 80 to 100 points, P2- valuable arable land with 60 to 79 points, P3- other arable land with 40 to 59 points and PŠ - other agricultural lands with 7 to 39 points. During the research, the following measurements were carried out: measurement of soil pH, soil organic matter content, determination of soil texture, measurement of the amount of calcium carbonate in the soil, determination of phosphorus and potassium content in the soil using the AL method, measurement of soil hydrolytic acidity, soil porosity, determination of retention soil capacity for water and air capacity, measurement of soil compaction with a penetrometer, measurement of soil permeability for water and infiltration, and finally measurement of the cation exchange complex of the soil. After the measurements, research and the bonitization of the land, it is concluded that due to the texture of the soil, the favorable depth of the soil and the depth of the underground water, as well as the favorable climate and relief, the land in the Belica location with 66 creditworthiness points is the highest quality, while the land in the Oriovac location is due to poor drainage. , the depth of the gley horizon, the alkaline pH reaction of the soil and mainly due to the high proportion of clay in the soil texture, which exceeds 60%, the worst and achieves a low 49 credit rating points.

## 10. POPIS TABLICA

Broj tablice	Naziv tablice	Broj stranice
Tablica 1.	Tumačenje rezultata pH reakcije tla (izvor: Škorić, 1982.)	8
Tablica 2.	Granične vrijednosti sadržaja organske tvari u tlu (izvor: Škorić, 1982.)	9
Tablica 3.	Određivanje mase uzorka tla za kvantitativno određivanje karbonata na bazi intenziteta reakcije (izvor: Mutavdžić Pavlović, 2014.)	11
Tablica 4.	Retencijski kapacitet tla za vodu s obzirom na postotni udio vode u tlu (izvor: Škorić, 1991.)	15
Tablica 5.	Oznake poroznosti tla (izvor: Šimunić i sur., 2007.)	15
Tablica 6.	Pedomorfološke značajke profila P5: Močvarno glejno amfiglejno, karbonatno, hidromeliorirano kanalima, vrlo duboko glinasto (5)	23
Tablica 7.	Mehanički sastav i teksturna oznaka tla za profil P5	24
Tablica 8.	Kemijska svojstva tla za profil P5	24
Tablica 9.	Nastavak tablice 8. kemijska svojstva tla za profil P5	24
Tablica 10.	Pedofizikalna i hidropedološka svojstva i propustnost tla za vodu na profilu P5	25
Tablica 11.	Nastavak tablice 10. pedofizikalna i hidropedološka svojstva i propustnost tla za vodu na profilu P5	25
Tablica 12.	Hidropedološke konstante za profil P5	25
Tablica 13.	Infiltracija za profil P5	25
Tablica 14.	Retencija vode u tlu (% mas.) za profil P5	26
Tablica 15.	Maksimalno dopuštene količine (MDK) teških metala i potencijalno onečišćujućih elemenata za profil P5	26
Tablica 16.	Srednje mjesečne vrijednosti i osnovne statističke veličine temperature zraka u [°C] na klimatološkoj postaji Čepić u razdoblju od 1981. do 2017. godine	27
Tablica 17.	Nastavak tablice 16. Srednje mjesečne vrijednosti i osnovne statističke veličine temperature zraka u [°C] na klimatološkoj postaji Čepić u razdoblju od 1981. do 2017. godine	27
Tablica 18.	Ukupne mjesečne vrijednosti i osnovne statističke veličine količine oborina u [mm] na klimatološkoj postaji Čepić u razdoblju od 1981. do 2017. godine	28
Tablica 19.	Nastavak tablice 18. ukupne mjesečne vrijednosti i osnovne statističke veličine količine oborina u [mm] na klimatološkoj postaji Čepić u razdoblju od 1981. do 2017. godine	29

	Srednje mjesečne vrijednosti i osnovne statističke veličine jačine	
Tablica 20.	vjetra u [bof] na klimatološkoj postaji Čepić u razdoblju od 1981. do 2017. godine	30
Tablica 21.	Nastavak tablice 20. srednje mjesečne vrijednosti i osnovne statističke veličine jačine vjetra u [bof] na klimatološkoj postaji Čepić u razdoblju od 1981. do 2017. godine	30
Tablica 22.	Boforova ljestvica	31
Tablica 23.	Pedomorfološke značajke profila P10: Lesivirano tipično na pijesku, jako antropogenizirano (1)	34
Tablica 24.	Mehanički sastav i teksturna oznaka tla za profil P10	35
Tablica 25.	Kemijska svojstva tla za profil P10	35
Tablica 26.	Nastavak tablice 25. kemijska svojstva tla za profil P10	35
Tablica 27.	Pedofizikalna i hidropedološka svojstva i propustnost tla za vodu na profilu P10	36
Tablica 28.	Nastavak tablice 27. pedofizikalna i hidropedološka svojstva i propustnost tla za vodu na profilu P10	36
Tablica 29.	Hidropedološke konstante za profil P10	36
Tablica 30.	Infiltracija za profil P10	36
Tablica 31.	Retencija vode u tlu (% mas.) za profil P10	37
Tablica 32.	Maksimalno dopuštene količine (MDK) teških metala i potencijalno onečišćujućih elemenata za profil P10	37
Tablica 33.	Mjesečne i godišnje količine oborina na kišomjernoj postaji Čakovec	38
Tablica 34.	Nastavak tablice 33. mjesečne i godišnje količine oborina na kišomjernoj postaji Čakovec	38
Tablica 35.	Temperatura zraka na klimatološkoj postaji Čakovec (1981. – 2010.)	39
Tablica 36.	Nastavak tablice 35. temperatura zraka na klimatološkoj postaji Čakovec (1981. – 2010.)	40
Tablica 37.	Pedomorfološke značajke profila P7: Močvarno glejno, amfiglejno, mineralno, karbonatno, djelomično hidromeliorirano (4)	42
Tablica 38.	Mehanički sastav i teksturna oznaka tla za profil P7	43
Tablica 39.	Kemijska svojstva tla za profil P7	43
Tablica 40.	Nastavak tablice 39. kemijska svojstva tla za profil P7	43
Tablica 41.	Pedofizikalna i hidropedološka svojstva i propustnost tla za vodu na profilu P7	43
Tablica 42.	Nastavak tablice 41. pedofizikalna i hidropedološka svojstva i propustnost tla za vodu na profilu P7	44
Tablica 43.	Hidropedološke konstante za profil P7	44
Tablica 44.	Tablica 44. Infiltracija za profil P7	44
Tablica 45.	Retencija za profil P7	44

Tablica 46.	Srednje, maksimalne i minimalne količine oborina za klimatološku postaju Valpovo u periodu 1981. – 2010.g.	45
Tablica 47.	Nastavak tablice 46. Srednje, maksimalne i minimalne količine oborina za klimatološku postaju Valpovo u periodu 1981. – 2010.g	45
Tablica 48.	Srednje mjesečne i godišnje temperature zraka izmjerene na klimatološkoj postaji Valpovo u razdoblju od 1981. do 2010. godine	47
Tablica 49.	Nastavak tablice 48. srednje mjesečne i godišnje temperature zraka izmjerene na klimatološkoj postaji Valpovo u razdoblju od 1981. do 2010. godine	47
Tablica 50.	Pedomorfološke značajke profila P3: Epiglej nekarbonatni, mineralni, vrlo duboko glinasti, jako vertični	49
Tablica 51.	Mehanički sastav i teksturna oznaka tla za profil P3	50
Tablica 52.	Kemijska svojstva tla za profil P3	50
Tablica 53.	Nastavak tablice 52. kemijska svojstva tla za profil P3	51
Tablica 54.	Pedofizikalna i hidropedološka svojstva i propustnost tla za vodu na profilu P3	51
Tablica 55.	Nastavak tablice 54. pedofizikalna i hidropedološka svojstva i propustnost tla za vodu na profilu P3	51
Tablica 56.	Hidropedološke konstante za profil P3	52
Tablica 57.	Infiltracija za profil P3	52
Tablica 58.	Retencija vode za profil P3	52
Tablica 59.	Mjesečne i godišnje količine oborina u [mm] za meteorološku postaju Slavonski Brod	53
Tablica 60.	Nastavak tablice 59. mjesečne i godišnje količine oborina u [mm] za meteorološku postaju Slavonski Brod	53
Tablica 61.	Srednja mjesečna, minimalna mjesečna i maksimalna mjesečna i godišnje temperature zraka [°C], od 1976. do 2005. god., meteorološka postaja Slavonski Brod	55
Tablica 62.	Nastavak tablice 61. srednja mjesečna, minimalna mjesečna i maksimalna mjesečna i godišnje temperature zraka [°C], od 1976. do 2005. god., meteorološka postaja Slavonski Brod	55
Tablica 63.	Rezultati boniteta zemljišta po lokacijama	58
Tablica 64.	Korekcija boniteta zemljišta zbog utjecaja ostalih prirodnih uvjeta	58
Tablica 65.	Ukupan broj bodova konačno korigiranog boniteta zemljišta	59

## 11. POPIS SLIKA

Broj slike	Naziv slike	Broj stranice
Slika 1.	Teksturni trokut (izvor: Soil Survey Division Staff, 1993.)	10
Slika 2.	Parcela na lokaciji Čepić polje dimenzija 268m x 217m	23
Slika 3.	Srednja mjesečna temperatura zraka na klimatološkoj postaji Čepić temeljena na podacima za razdoblje od 1981. do 2017. godine	28
Slika 4.	Ukupna mjesečna količina oborina na klimatološkoj postaji Čepić temeljena na podacima za razdoblje od 1981. do 2017. godine	29
Slika 5.	Godišnja ruža vjetrova za klimatološku postaju Čepić za razdoblje od 1981. do 2010. godine (izvor: Kisić i sur.,2013.)	32
Slika 6.	Srednja mjesečna jačina vjetra u [bof] na klimatološkoj postaji Čepić temeljena na podacima za razdoblje od 1981. do 2017. godine	32
Slika 7.	Parcela na lokaciji Belica dimenzija 324m x 18m	34
Slika 8.	Prosječna količina oborina po mjesecima za period 1981. – 2010.g. izmjerena na klimatološkoj postaji Čakovec	39
Slika 9.	Temperatura zraka na klimatološkoj postaji Čakovec (1981. – 2010.)	40
Slika 10.	Parcela na lokaciji Dravski rit dimenzija 880m x 880m	42
Slika 11.	Prosječna količina oborina po mjesecima za period 1981. – 2010.g. izmjerena na klimatološkoj postaji Valpovo	46
Slika 12.	Srednje mjesečne, minimalne mjesečne i maksimalne mjesečne temperature zraka na klimatološkoj postaji Valpovo u razdoblju od 1981. do 2010. g	47
Slika 13.	Parcela na lokaciji Oriovac dimenzija 1100m x 390m	49
Slika 14.	Kretanje godišnjih količina oborina, količina oborina u vegetacijskom razdoblju i količina oborina izvan vegetacijskog razdoblja na meteorološkoj postaji Slavonski Brod od 1976. do 2005. godine	54
Slika 15.	Kretanje srednjih, srednjih minimalnih i srednjih maksimalnih količina oborina tijekom godine te oborina sušnoj godini prema mjesečnim podacima o oborinama na meteorološkoj postaji Slavonski Brod od 1975. do 2005. godine	54
Slika 16.	Kretanje srednjih, srednjih minimalnih i srednjih maksimalnih vrijednosti temperature zraka tijekom godine prema mjesečnim podacima na meteorološkoj postaji Slavonski Brod od 1976. do 2005. godine	56

## 12. POPIS GRAFIKONA

<b>Broj grafikona</b>	<b>Naziv grafikona</b>	<b>Broj stranice</b>
Grafikon 1.	Ukupan broj bodova konačno korigiranog boniteta zemljišta i svrstavanje zemljišta u prostorne kategorije	59



**VREDNOVANJE POLJOPRIVREDNOG ZEMLJIŠTA U RAZLIČITIM AGROREGIJAMA**

Filip Vincek

**Sažetak:** Bonitet zemljišta predstavlja ocjenu prirodne fizikalne, kemijske i biološke sposobnosti zemljišta za uzgoj pojedinih kultura. Prilikom određivanja bonitetne klase zemljišta, potrebno je provesti opći bonitet zemljište nakon čega se provodi korekcija bonitetnih bodova. Opći bonitet zemljišta boduje se od 7 bonitetnih bodova sve do 100 bodova, a isto vrijedi i za bonitet tla, dok se bonitet klime i reljefa boduje se od 7 do 10 bonitetnih bodova. Negativni postotci bonitetnih bodova ostvaruju se uslijed utjecaja stjenovitosti i kamenitosti, utjecaju i učestalosti poplava, ekspoziciji terena i ostalih ograničenja u proizvodnji. Nakon što se uzmu u obzir sva ograničenja nekog zemljišta, dodjeljuju se negativni postotci bonitetnih bodova, koji se uvrštavaju u formulu izračuna boniteta zemljišta. Rezultat dobiven formulom svrstava se u jednu od četiri bonitetne klase, a one su redom: P1- osobito vrijedna obradiva zemljišta s 80 do 100 bodova, P2- vrijedna obradiva zemljišta s 60 do 79 bodova, P3- ostala obradiva zemljišta s 40 do 59 bodova i PŠ- ostala poljoprivredna zemljišta s 7 do 39 bodova. Tokom istraživanja provedene su slijedeća mjerenja: mjerenje pH vrijednosti tla, sadržaja organske tvari u tlu, određivanje teksture tla, mjerenje količine kalcijevog karbonata u tlu, određivanje sadržaja fosfora i kalija u tlu AL-metodom, mjerenje hidrolitičke kiselosti tla, poroznosti tla, određivanje retencijskog kapaciteta tla za vodu i kapaciteta za zrak, mjerenje zbijenosti tla penetrometrom, mjerenje propusnosti tla za vodu i infiltracije i kao zadnje mjerenje kationskog izmjenjivačkog kompleksa tla. Nakon provedenih mjerenja, istraživanja i samog boniteta zemljišta zaključuje se da je zbog teksture tla, povoljne dubine tla i dubine podzemne vode te povoljne klime i reljefa zemljište na lokaciji Belica s ostvarenih 66 bonitetnih bodova najkvalitetnije, dok je zemljište na lokaciji Oriovac, zbog loše dreniranosti, dubine glejnog horizonta, alkalne pH reakcije tla te ponajviše zbog visokog udjela gline u teksturi tla koja prelazi 60%, najlošije te ostvaruje niskih 49 bonitetnih bodova.

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

**Mentor:** doc.dr.sc. Vladimir Zebec

**Broj stranica:** 75

**Broj grafikona i slika:** 1 grafikon i 16 slika

**Broj tablica:** 65

**Broj literaturnih navoda:** 49

**Broj priloga:** 0

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** Bonitiranje tla, kvaliteta tla, dubina glejnog horizonta

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. prof.dr.sc. Domagoj Rastija, predsjednik
2. doc.dr.sc. Vladimir Zebec, mentor
3. prof.dr.sc. Vesna Vukadinović, član

**Rad je pohranjen u:** Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište J.J. Strossmayer u Osijeku i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Vladimira Preloga 1.

**BASIC DOCUMENTATION CARD**  
**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek**

**Graduate thesis Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek**  
**University Graduate Studies, Plant nutrition and soil science**

**Graduate thesis**

**VALUATION OF AGRICULTURAL LAND IN DIFFERENT AGRICULTURAL REGIONS**

Filip Vincek

**Abstract:** Land quality is an assessment of the natural physical, chemical and biological ability of the land to grow certain crops. When determining the credit rating class of land, it is necessary to carry out a general credit rating of the land, after which the correction of credit points is carried out. The general credit rating of the land is scored from 7 credit points up to 100 points, and the same applies to the credit rating of the soil, while the credit rating of the climate and relief is scored from 7 to 10 credit points. Negative percentages of credit points are achieved due to the influence of rockiness, the impact and frequency of floods, the exposure of the terrain, and other limitations in production. After taking into account all the limitations of a land, negative percentages of credit points are assigned, which are included in the formula for calculating the credit rating of the land. The result obtained by the formula is classified into one of four rating classes, which are: P1- particularly valuable arable land with 80 to 100 points, P2- valuable arable land with 60 to 79 points, P3- other arable land with 40 to 59 points and PŠ - other agricultural lands with 7 to 39 points. During the research, the following measurements were carried out: measurement of soil pH, soil organic matter content, determination of soil texture, measurement of the amount of calcium carbonate in the soil, determination of phosphorus and potassium content in the soil using the AL method, measurement of soil hydrolytic acidity, soil porosity, determination of retention soil capacity for water and air capacity, measurement of soil compaction with a penetrometer, measurement of soil permeability for water and infiltration, and finally measurement of the cation exchange complex of the soil. After the measurements, research and the bonitization of the land, it is concluded that due to the texture of the soil, the favorable depth of the soil and the depth of the underground water, as well as the favorable climate and relief, the land in the Belica location with 66 creditworthiness points is the highest quality, while the land in the Oriovac location is due to poor drainage, the depth of the gley horizon, the alkaline pH reaction of the soil and mainly due to the high proportion of clay in the soil texture, which exceeds 60%, the worst and achieves a low 49 credit rating points.

**Thesis performed at:** Faculty of agrobiotechnical sciences Osijek

**Mentor:** Assoc. Ph.D.Sc. Vladimir Zebec

**Number of pages:** 75

**Number of figures:** 1 figures and 16 photos

**Number of tables:** 65

**Number of references:** 49

**Number of appendices:** 0

**Original in:** Croatian

**Key words:** Soil grading, soil quality, depth of the gley horizon

**Thesis defended on date:**

**Reviewers:**

1. Prof. Ph.D.Sc. Domagoj Rastija, president
2. Assoc. Ph.D.Sc. Vladimir Zebec, mentor
3. Prof. Ph.D.Sc. Vesna Vukadinović, member

**Thesis deposited at:** Library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical sciences Osijek, Vladimira Preloga 1.