



# -Izvještaj - Viridisfarm – 2024

**Prof. dr. sc. Danijel Jug**

HRVATSKO DRUŠTVO ZA PROUČAVANJE OBRADU TLA – HDPOT  
Adama Reisnera 34c, 31000 Osijek, Hrvatska

## Stručni istraživački projekt

"Učinkovitost proizvoda tvrtke Viridisfarm-AS d.o.o. u sustavu konzervacijske obrade tla"

# Izvještaj-2024

Izvještaj priredili:

- Prof. dr. sc. Irena Jug
- Prof. dr. sc. Danijel Jug

### *Aide mémoire*

*Ovaj Izvještaj-2024 proizašao je kao rezultat stručnog istraživačkog projekta provedenog u 2024. godini na temelju UGOVORA O DJELU između Viridisfarm-AS d.o.o., Rudarska 8, Potpićan OIB: 02700141454 (Naručitelj projekta), koji je potpisao dr. sc. Mirsad Sadiković i prof. dr. sc. Danijel Jug, redoviti profesor u trajnom izboru, zaposlen na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek, OIB: 49264410840, Kralja Zvonimira 61, 31216 Antunovac (Izvršitelj projekta), u Osijeku dana 20. ožujka 2024. godine.*





## Opći podaci o lokaciji istraživanja i pokusnom polju

### Opis lokacije istraživanja

Poljski pokus postavljen je u jesen 2023. godine na pokusnoj postaji u Križevcima u zapadnoj Hrvatskoj na tipu tla Glaysol. Pokus je smješten u podregiji Sjeverozapadne Panonije i spada u jednu od najproduktivnijih regija Hrvatske. Pokusno polje je postavljeno na nagibu od 1%, Long. 16,55835 E, lat. 46,02719 N i Alt. 141 m (*Prilog: lokacija pokusnog polja*).

Prosječna godišnja količina oborina za navedeno područje iznosi 877-1104 mm, a prosječna temperatura 9,3-9,9 °C. Najhladniji mjesec je siječanj s prosječnom temperaturom od 0,1 °C do -1,4 °C, a najtopliji srpanj s temperaturom između 18,9 °C i 19,7 °C. Vremenske i prostorne promjene glavnih klimatskih elementa slijede, u većini slučajeva, sljedeće sheme; temperature rastu od zapada prema istoku, te od sjeverozapada prema sjeveroistoku, a oborine slijede obrnutim slijedom (izvor DHMZ).

Lokacija istraživanja pripada područjima koja su pod jakim utjecajem klime i vremenskih prilika u Panonskom bazenu i peripanonskom području. Podregija ima širok raspon različitih krajolika i vrsta vegetacije. Zbog heterogenosti matičnog materijala i vrlo različitog reljefa, subregija obiluje vrlo različitim tipovima tala. Prevladavajući tipovi tla su Glejsoli, rasprostranjeni u brojnim dolinama koje su oblikovale rijeke i potoci. Zajednička obilježja tala ove podregije je intenzivna vodena erozija, ponajviše zbog ograničene propusnosti tala i intenzivnog otjecanja oborinske vode. Erozijski pridonose i klimatska obilježja.

Eksperiment je postavljen prema dizajnu slučajnog rasporeda s četiri ponavljanja (*Prilog: Shema pokusnog polja*). Veličina osnovnih pokusnih ploha za svaki pojedini tretman obrade tla je 640 m<sup>2</sup>, kalcizacije 320 m<sup>2</sup> i 40 m<sup>2</sup> za svaki pojedini tretman Viridisfarm folijarnim pripravkom. Osim tretmana obrade tla, kalcizacije i primjene folijarnog pripravka, svi ostali tehnološki zahvati (koji nisu izravno uključeni kao eksperimentalni čimbenici), npr. kultivar, sjetva, suzbijanje štetnika, strojevi i oprema korišteni su ujednačeno na svim tretmanima.

## Vegetacijska sezona (2023/2024)

### Materijal i metode

#### Tretmani obrade tla

*Tri (3) različita sustava obrade tla primijenjena su kao glavni faktor kako slijedi:*

- ST – Konvencionalna / Standardna obrada tla s oranjem do dubine 30 cm,
- CTD – Konzervacijska duboka obrada tla – rahljenje do dubine 25 cm,
- CTS – Konzervacijska plitka obrada – plitko rahljenje do dubine 10 cm.

### **Tretman kalcizacije**

*Dva (2) tretmana kalcizacije kao drugi faktor, kako slijedi:*

- N-tretman bez kalcizacije
- Y-tretman uz primjenu kalcizacije

### **Tretman gnojidbe**

*Dva (2) tretmana gnojidbe kao treći faktor, kako slijedi:*

- FR-gnojidba prema preporuci (N:P:K-0:20:30 750 kg/ha, UREA 98 kg/ha, KAN 444 kg/ha)
- FD-gnojidba prema preporuci umanjena za 50% (N:P:K-0:20:30 375 kg/ha, UREA 49 kg/ha, KAN 222 kg/ha)

### **Folijarni pripravci (testirani proizvodi)**

*Tri (3) različita tretmana folijarnim pripravcima Viridisfarm, kako slijedi:*

- I – Kontrola = bez primjene folijarnog pripravka,
- II – VibroCalcit (2 kg/ha, 05% koncentracija),
- III – VibroPhosphate (2 kg/ha, 05% koncentracija),
- IV – VibroSorb (2 kg/ha, 05% koncentracija),

### **Svojstva tla na pokusnom polju**

Prema prijedlogu hrvatske klasifikacije tala tlo na pokusnom polju u Križevcima svrstano je u red *hidromorfnih tala, razred hipoglejna tla*. Tip tla je *hipoglej*, podtip *nekarbonatni*, varijetet *mineralni*, forma: *srednje duboko glejni, nezaslanjeni i nealkalizirani*.

Prema WRB (2015) tlo na lokalitetu pripada u referentnu grupu Gleysols.

Građa profila je Pa – Gso – Gso/Gr (Slika 1.)

U genezi hipogleja reljef je najznačajniji čimbenik. To su tla nizinskih područja nastala uz vodotoke, u najnižim zonama riječnih terasa. Uz ovakve reljefne forme tipično je prisustvo podzemne vode unutar 1 m od površine tla. Tijekom godine, ovisno o količini oborina, dubina podzemne vode oscilira što ima za posljedicu stvaranje tri zone cijelom dubinom u kojima se izmjenjuju oksidacijski i redukcijski procesi.

U donjoj zoni glejni horizont je u potpunosti zasićen vodom, dominiraju redukcijski procesi (Gr) čiji se intenzitet pojačava s dubinom zbog anaerobnih uvjeta. Redukcijom nastaju spojevi divovalentnog željeza i mangana tako da tlo poprima različite nijanse sivo plave i zelenkaste boje.

U srednjoj zoni (Gso) uslijed kolebanja podzemne vode izmjenjuju se redukcijski i oksidacijski procesi. Intenzivni su procesi sekundarne oksidacije što je vidljivo u velikoj količini netopivih oksidiranih spojeva željeza i mangana u vidu tamnih zrnatih konkrecija i žučkastih, crvenkastih i smeđih mazotina i pjega.

U gornjoj zoni nastaje horizont različitih nijansi sive do crne boje debljine do 50 cm. Zbog veće količine organskih ostataka porijeklom od hidrofilne vegetacije stvara se akvatični ili močvarni humus. Međutim, spuštanjem razine podzemnih voda procesi zamočvarivanja (hidrogenizacije) slabe, a posljedica je razvoj tipičnih terestričnih humusnih horizonata.



Slika 1. Profil hipogleja na pokusnom polju u Križevcima

### Kemijska svojstva hipogleja

U Tablici 1. prikazana su kemijska svojstva hipogleja na pokusnom polju u Križevcima. Vrijednosti pH rastu s dubinom pa je uz pH-KCl od 5,22 u antropogenom hidromorfnom horizontu (Pa) do 5,68 u glejnom (Gso/Gr) horizontu reakcija cijelom dubinom profila jako do umjereno kisela. Aktivna kiselost u rasponu pH-H<sub>2</sub>O 6,65 do 7,50 ukazuje na neutralnu do slabo neutralnu reakciju. S obzirom da je hidrolitička kiselost 2,47 cmol<sup>(+)</sup> kg<sup>-1</sup> (Tablica 1.) kalcizacija nije obvezna mjera. Međutim, antropogeni hidromorfni horizont je slabo opskrbljen humusom (1,64 %) i lake teksture (praškasta) s niskim udjelom gline (9,61 %). Stoga će unošenje kalcizacijskog materijala pomoći u neutralizaciji kisele reakcije i poboljšati stabilnost strukture, odnosno otpornost agregata na promjene.

Tablica 1. Kemijska svojstva hipogleja u Križevcima

Dubina cm	Horizont	Reakcija tla		mg 100 g <sup>-1</sup> tla		OT	CaCO <sub>3</sub>	Hk
		pH-KCl	pH-H <sub>2</sub> O	AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	AL-K <sub>2</sub> O			
0 - 36	Pa	5,22	6,65	15,37	7,45	1,64	-	2,47
36 - 97	Gso	5,73	7,44	2,59	5,21	0,52	1,27	-
97 - 175	Gso/Gr	5,68	7,50	3,15	4,84	0,41	1,69	-

Tumač kratica: OT = organska tvar tla, %; CaCO<sub>3</sub> = sadržaj karbonata, %vol.; Hk = hidrolitička kiselost, cmol<sup>(+)</sup> kg<sup>-1</sup>

AL-metodom utvrđen je sadržaj biljkama raspoloživog fosfora i kalija (Tablica 1.). Razina opskrbljenosti fosforom je dobra (15,37 mg AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 100g<sup>-1</sup> tla), a biljkama pristupačnim kalijem vrlo niska (7,45 mg AL-K<sub>2</sub>O 100g<sup>-1</sup> tla) u Pa horizontu. S dubinom njihova koncentracija značajno opada.

Karbonati nisu prisutni u Pa horizontu, dok u glejnim horizontima (Gso i Gso/Gr) nizak sadržaj karbonata (1,27 – 1,69 % CaCO<sub>3</sub>) uzrokuje neutralnu do slabo alkalnu reakciju (Tablica 1.).

Tablica 2. Sastav adsorpcijskog kompleksa hipogleja u Križevcima

Dubina cm	Horizont	KIK	Udio kationa na adsorpcijskom kompleksu tla, %						BS	BSe
			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	H <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>		
0 - 36	Pa	11,46	61,24	14,93	1,00	0,76	21,56	0,51	77,93	99,35
36 - 97	Gso	9,76	72,31	25,10	0,93	1,16	-	0,49	99,51	99,51
97 - 175	Gso/Gr	10,10	70,68	26,40	0,92	1,53	-	0,48	99,52	99,52

Tumač kratica: KIK = kationski izmjenjivački kapacitet, cmol<sup>(+)</sup> kg<sup>-1</sup>; BS = zasićenost bazama, %; BSe = efektivna zasićenost bazama, %

Kationski izmjenjivački kompleks (KIK) je cijelom dubinom profila na granici između osrednjeg (9,76 cmol<sup>(+)</sup> kg<sup>-1</sup> u Gso do 11,46 cmol<sup>(+)</sup> kg<sup>-1</sup> u Pa horizontu (Tablica 2.). Udio baznih kationa Ca<sup>2+</sup> i Mg<sup>2+</sup> se s dubinom povećava. U antropogenom hidromorfnom horizontu najviši je udio kalcija (61,24 %), zatim vodika (21,56 %), a udio magnezija je 14,93 %. Zastupljenost aluminija se smanjuje s dubinom, od 0,51 % u Pa do 0,48 % u Gso/Gr. U dubljim horizontima koji su neutralne do slabo alkalne reakcije nema vodikovih iona pa u sastavu adsorpcijskog kompleksa dominiraju Ca<sup>2+</sup> ioni (72,31 – 70,68 %) i Mg<sup>2+</sup> ioni (25,10 – 26,40 %).

Zasićenost bazama je, očekivano, najniža u antropogenom hidromorfnom horizontu (BS = 77,93 %). U dubljim horizontima vrijednosti BS su > 99 %. Efektivna zasićenost bazama (BSe) kreće se u granicama od 99,35 do 99,52 % što je vidljivo u Tablici 2.



### Fizikalna svojstva hipogleja

Mehanička analiza (Tablica 3.) uzoraka uzetih iz genetskih horizonata pokazuje da je profil cijelom dubinom lake teksture. Najniži sadržaj gline je u antropogenom hidromorfom horizontu (9,61 %), a tekstura je praškasta. U glejnim horizontima (tablica 3) tekstura je praškasta ilovača uz sadržaj gline 14,08 – 14,90 %. Indeks stabilnosti mikroagregata u Pa i Gso horizontima iznosi 80,25 – 78,26 što ukazuje na stabilne mikroagregate. U prijelaznom Gso/Gr horizontu stabilnost je manja (Tablica 3.).

Tablica 3. Tekstura tla i stabilnost mikroagregata u profilu hipogleja

Dubina cm	Horizont	%tni udio čestica tla			Teksturna klasa	Stabilnost mikroagregata	
		Pijesak	Prah	Glina		Ss	ocjena
0 - 36	Pa	7,44	82,95	9,61	Pr	80,85	stabilni
36 - 97	Gso	5,52	80,41	14,08	PrI	78,26	stabilni
97 - 175	Gso/Gr	6,15	78,96	14,90	PrI	69,86	dosta stabilni

Tumač kratica: Pr = prah; PrI = praškasta ilovača; Ss = indeks stabilnosti mikroagregata, %

Vrijednosti volumne gustoće tla označavaju umjerenu zbijenost u antropogenom hidromorfom ( $\rho_b = 1,42 \text{ g cm}^{-3}$ ) i glejnom horizontu sekundarne oksidacije ( $\rho_b = 1,60 \text{ g cm}^{-3}$ ). Podaci predočeni u tablici 4 ukazuju na povećanje zbijenosti u Gso horizontu što se može dovesti u vezu s povećanim sadržajem glinaste frakcije. Vrijednosti gustoće čvrste faze ovise o odnosu mineralne i organske tvari u tlu. Smanjivanjem organske tvari  $\rho_s$  postaje viša što se može uočiti i u profilu hipogleja (Tablica 4.).

Tablica 4. Fizikalna svojstva hipogleja

Horizont	$\theta_v$	FC	$\rho_b$	$\rho_s$	PD	$\epsilon$	AC	$\epsilon_{air}$
Pa	38,79	42,44	1,42	2,69	1,51	47,21	4,77	8,42
Gso	35,06	37,69	1,60	2,73	1,73	41,39	3,70	6,33

Tumač kratica:  $\theta_v$  = volumetrijski sadržaj vode, %vol.; FC = retencijski vodni kapacitet, %vol.;  $\rho_b$  = volumna gustoća tla,  $\text{g cm}^{-3}$ ;  $\rho_s$  = gustoća čvrste faze,  $\text{g cm}^{-3}$ ; PD = gustoća pakiranja,  $\text{g cm}^{-3}$ ;  $\epsilon$  = ukupna poroznost, %vol.; AC = kapacitet za zrak, %vol.;  $\epsilon_{air}$  = poroznost aeracije, %vol.

Pouzdanija procjena zbijenosti tla donosi se pomoću gustoće pakiranja jer se u izračunu uzima u obzir i sadržaj glinaste frakcije što može u značajnoj mjeri utjecati na povećanje zbijenosti. Hipoglej je do 97 cm dubine srednje zbijeno tlo jer su vrijednosti PD od 1,51  $\text{g cm}^{-3}$  u Pa horizontu do 1,73  $\text{g cm}^{-3}$  u Gso horizontu (Renger, 1970.).

Ukupna količina pora ( $\epsilon$ ) smanjuje se s dubinom. U površinskom horizontu hipoglej je, prema perнару i sur. (2013) porozno tlo uz 47,21 % pora. Dublji horizont (Gso) je slabo porozan sa smanjenim udjelom pora (41,39 %). Kapacitet tla za zraka (Tablica 4.) je malen (4,77 %vol.) do malen (3,77 %vol.). Poroznost aeracije je niska (< 10 %), a smanjuje se s dubinom kao rezultat smanjene količine pora.

### Tehnološko-uzgojni parametri

Prema tehnološkoj shemi dosadašnjeg plodoreda, pretkultura je bila ozima pšenica (žetva je obavljena u ljetu 2023. godine), nakon koje je postrno uzgajana soja. Vegetacijska sezona 2023./2024. (predmet ovog Izvješća) započela je agrotehničkim zahvatima u jesen 2023. godine (gnojidba i obrada tla).

Prema planu pokusa osnovna gnojidba (na temelju gnojidbene preporuke) i obrada tla obavljena su u jesen 14. studenog 2023. Tretiranje glifosatom obavljeno je 12. travnja 2024. zbog intenzivnog nicanja korova. Zatvaranje zimske brazde zupčastom drljačom (u jednom prohod) obavljeno je 25. travnja 2024. ali samo na ST obradi tla. CTD i CTS tretmani bili su bez ikakve pripreme za obradu tla - samo malčiranje (uglavnom suhi ostaci korova). Predsjetvena gnojidba, obavljena je aplikatorima mineralnog gnojiva površinski, izvršena je 25. travnja 2024. godine. Predsjetvena priprema izostala je u potpunosti na svim varijantama jer za njom nije bilo potrebe. Osnovna i dopunska obrada tla obavljena je na sljedeći način:

- ST – Konvencionalna / Standardna obrada – oranje do 30 cm dubine, zatvaranje zimske brazde zupčastom drljačom (1 prohod), predsjetvena priprema tla nije obavljena,
- CTD - Konzervacijska duboka obrada – rahljenje do 25 cm dubine + tanjurača + šuplji valjak (1 prohod), bez zatvaranja zimske brazde i predsjetvene pripreme,
- CTS - Konzervacijska plitka obrada – plitko rahljenje do 10 cm dubine + šuplji valjak (1 prohod), bez zatvaranja zimske brazde i predsjetvene pripreme.

Hibrid kukuruza RWA "Gloriett" (FAO 380) posijan je sijačicom Vaderstad Tempo 6, na dubinu 4-5 cm, međuredni razmak 70 cm i na planirani sklop od 75000 biljaka po hektaru. Rok sjetve je bio 02. svibnja 2024. U vegetacijskoj godini 2024. provedeno je učinkovito suzbijanje korova uz uobičajeno kemijsko tretiranje. Primjena herbicida je primijenjena dan nakon sjetve (05. lipnja 2024.), kombinacijom herbicida: Adengo - 2,5 l/ha + ELUMIS PEAK 4,5L+60g - 1,5 l/ha. Primijenjen je i insekticid Force 1,5G 20 kg/ha (zbog potencijalnog rizika od žičnjaka (Elateridae)). Nije bilo potrebe za drugim tretmanom insekticidom ili fungicidom.

Žetva kukuruza obavljena je ručno 10. listopada 2024. i kombajnom (za pobiranje preostalog uroda s površine) nakon uzorkovanja cjelokupnog biljnog materijala. Kombajn je imao integriran sustav sjeckalice za bolje rezanje te kvalitetniju i ravnomjerniju raspodjelu žetvenih ostataka po površini.

Primjena Viridisfarm folijarnih pripravaka (testirani proizvodi) VibroCalcit, VibroPhosphate i VibroSorb obavljena su u dva termina ručnom automatskom prskalicom. Prvi je termin bio 20. svibnja 2024., a drugi 05. lipnja 2024. godine. Planiran je i treći tretman, ali zbog fenotipa biljaka nije bio moguće kvalitetno obaviti folijarno tretiranje.

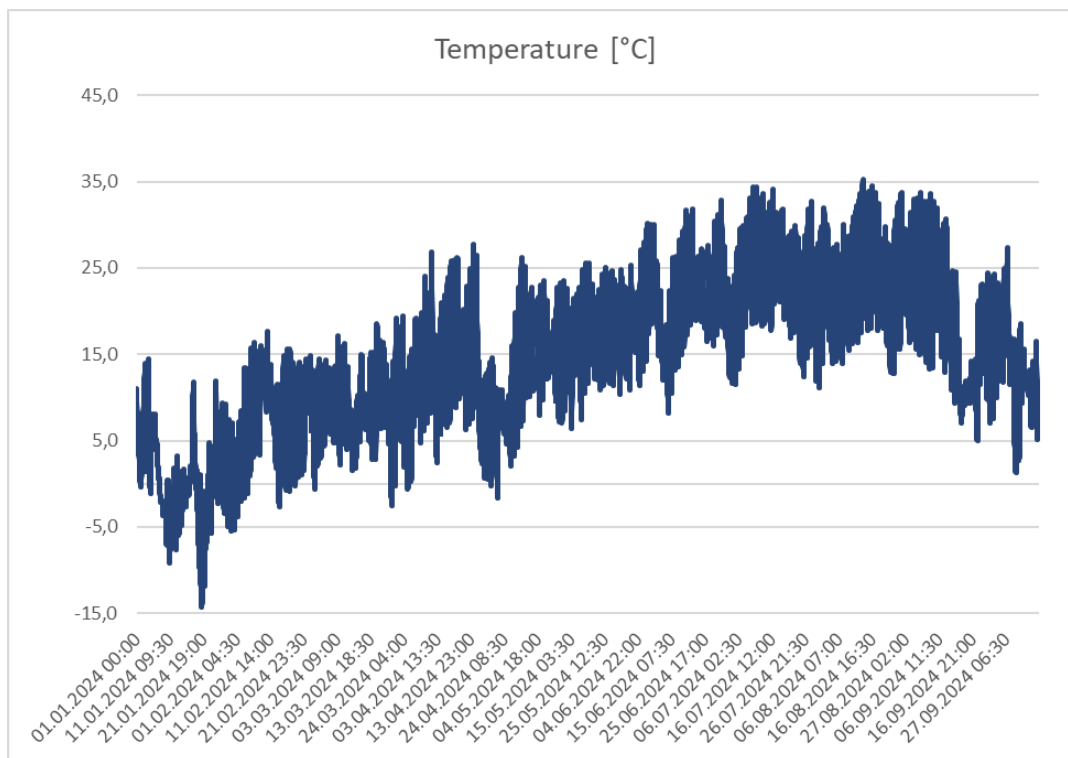


## Agrometeorološke prilike

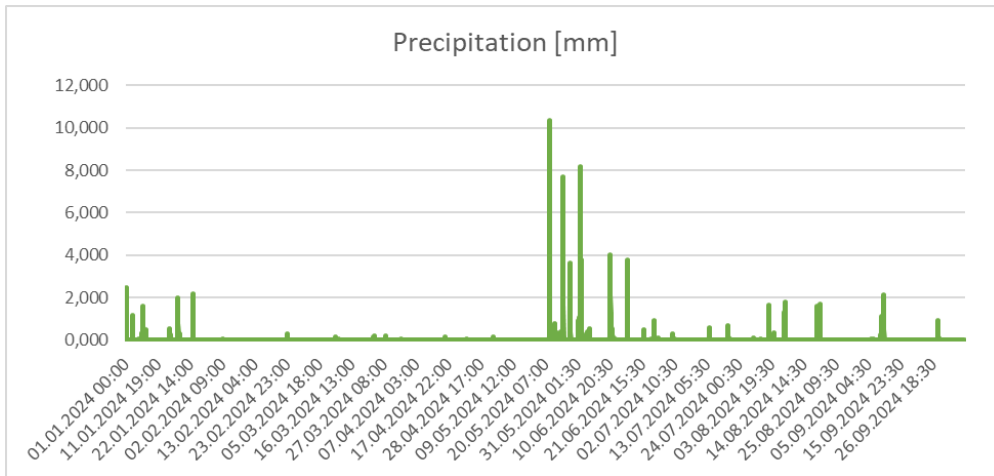
Cijela eksperimentalna sezona (vegetacijsko razdoblje), počevši od jeseni 2023. do razdoblja berbe 2024.) bila je vrlo raznolika s velikim varijacijama u oborinama i temperaturi. Kukuruz je posijan u relativno optimalnim uvjetima u tlu (optimalna vlaga i temperatura), no dan nakon sjetve palo je više od 10 mm kiše. Nakon dugog razdoblja blagog vremena u rano proljeće, nastupilo je izrazito vlažno razdoblje s vrlo niskim temperaturama (nekoliko je dana bilo s temperaturama oko 0 °C). Gotovo cijelo proljetno razdoblje temperatura je bila vrlo niska (znatno ispod višegodišnjeg prosjeka), a količina oborina vrlo visoka (značajno viša u odnosu na višegodišnji prosjek). Općenito, proljeće je bilo hladnije i kišovitiše od prosjeka, s nekoliko jakih oborinskih epizoda. Drugi dio lipnja te cijeli srpanj, kolovoz i rujan bili su vrlo suhi i vrući te ponegdje s malo kiše (značajno ispod višegodišnjeg prosjeka). Usjevi su u to vrijeme patili od nedostatka pristupačne vode (od kiše ili iz dubljih slojeva tla). Ovo vrlo toplo i suho razdoblje potrajalo je sve do kraja vegetacije kukuruza (razdoblje žetve). Općenito, cijelo vegetacijsko razdoblje bilo je vrlo promjenjivo, od vrlo vlažnih i hladnih do vrlo suhih i vrućih dana, ali i tjedana.

(Grafikoni od 1.–18. prikazuju atmosferske prosječne vremenske uvjete i neka povezana meteorološka stanja tla na eksperimentalnom mjestu u 2023./2024. godini.

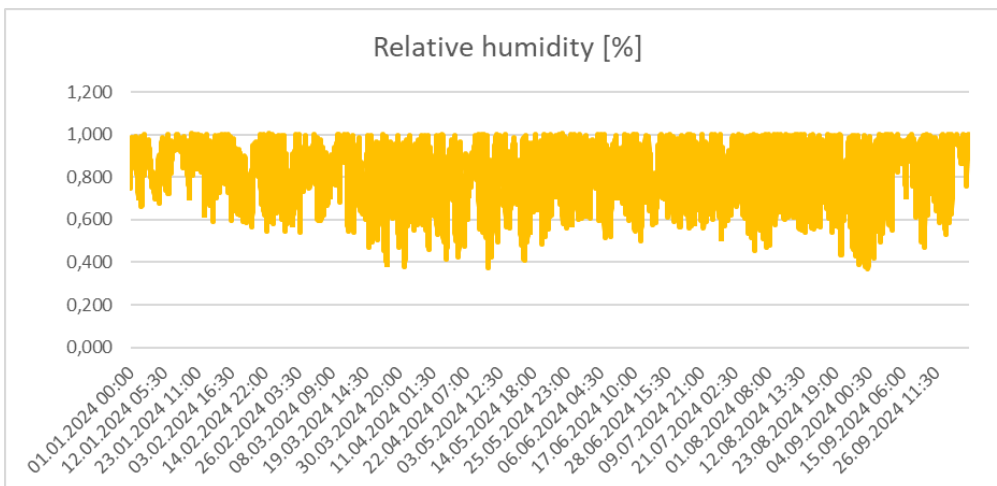
Svi sirovi neobrađeni podaci (*Raw data*) o prosječnim vremenskim uvjetima i nekim povezanim meteorološkim stanjima tla, zabilježeni su u excel datotekama i moguće ih je dobiti na upit.



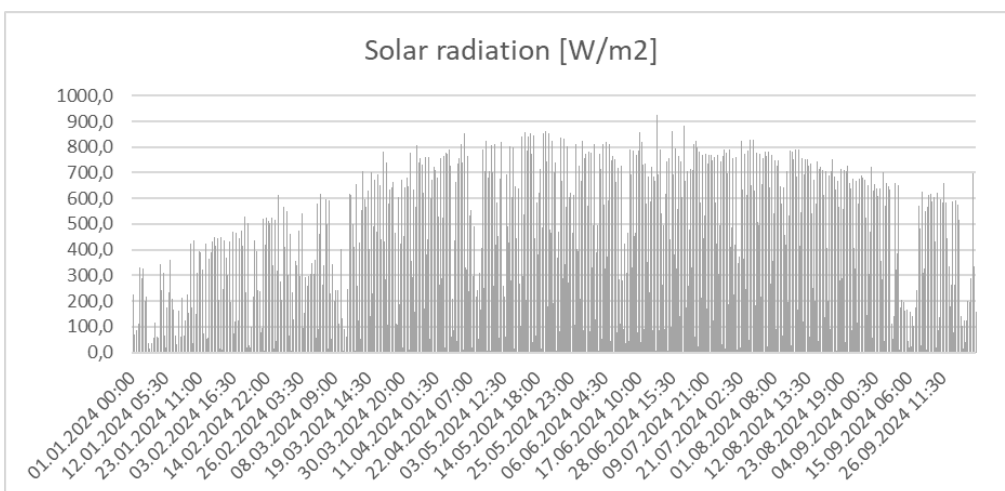
Grafikon. 1. Temperatura zraka (°C)



Grafikon. 2. Oborine (mm)

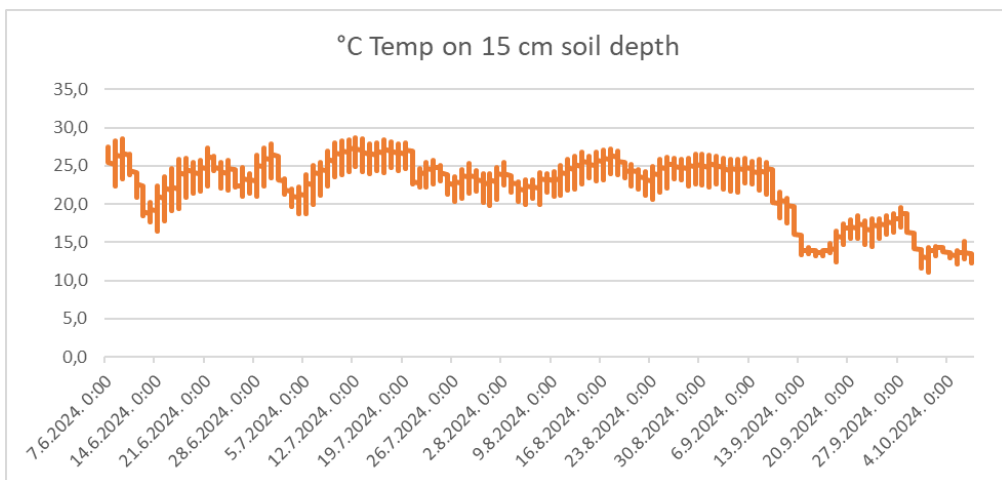


Grafikon. 3. Relativna vlažnost (%)

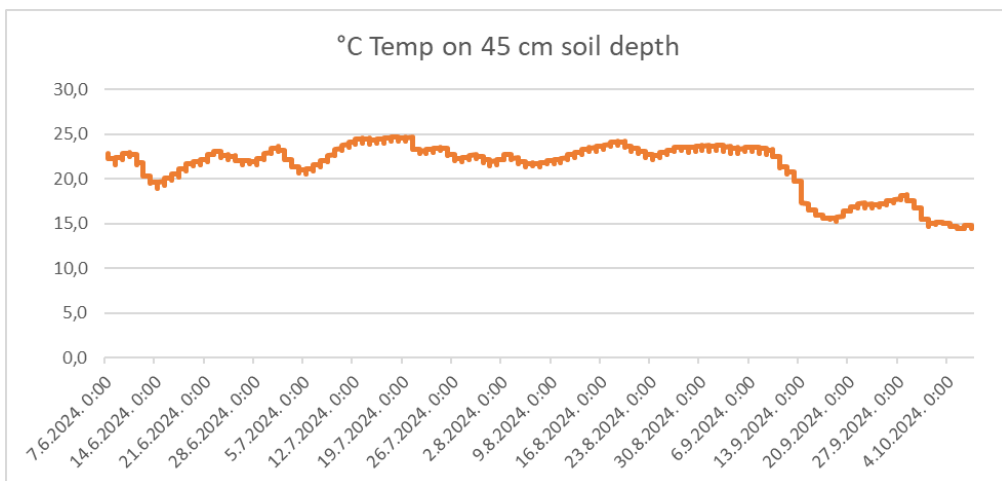


Grafikon. 4. Solarna radijacija (W m<sup>2</sup>)

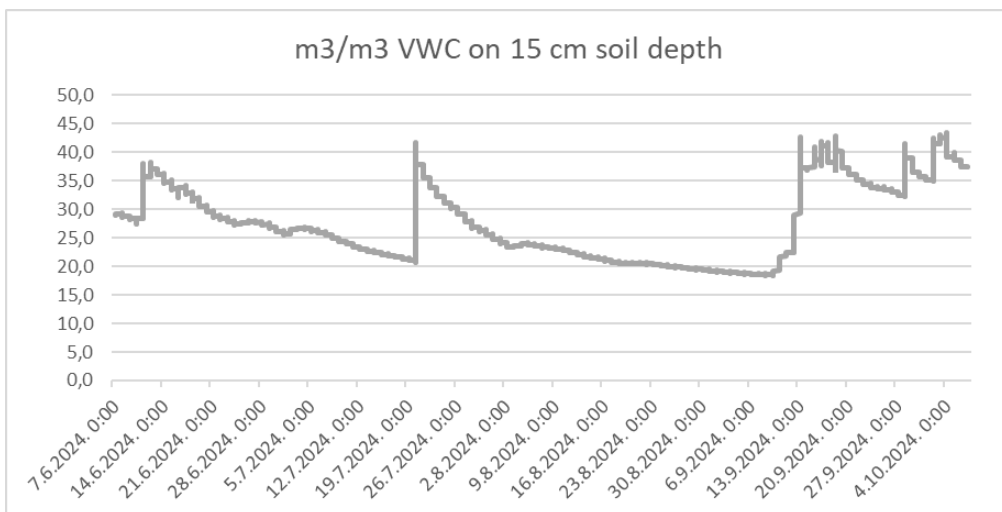
Mjerni uređaji postavljeni na ST tretmanu obrade tla



Grafikon. 5. Temperatura tla (°C) na 15 cm dubine

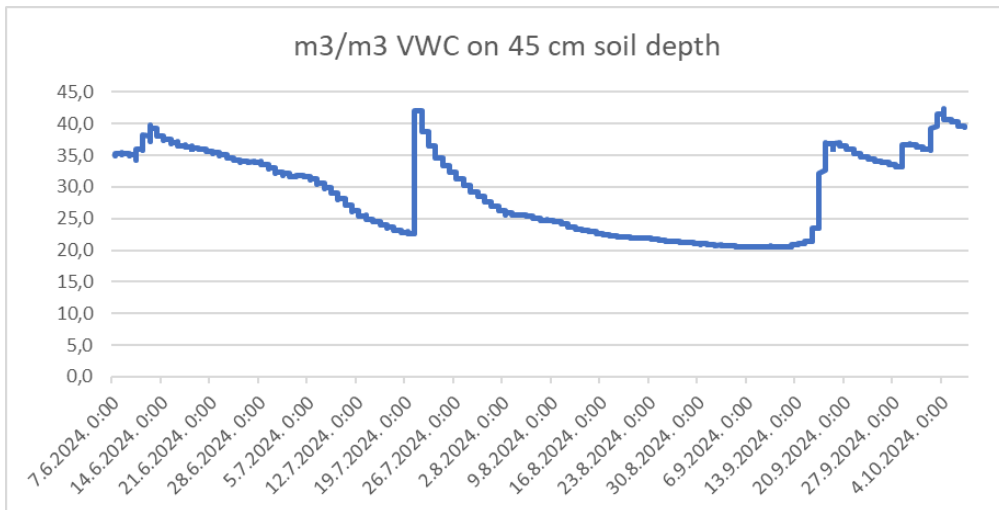


Grafikon. 6. Temperatura tla (°C) na 45 cm dubine

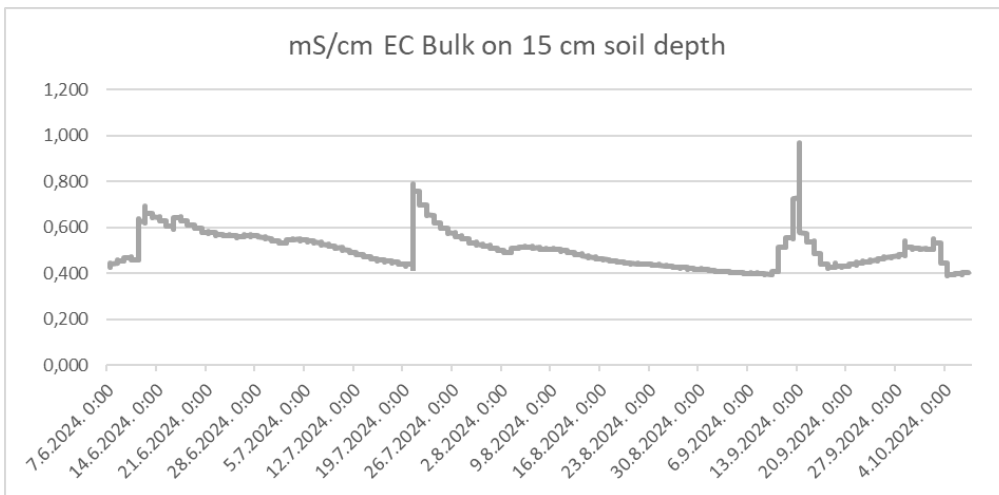


Grafikon. 7. VWC m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> na 15 cm dubine tla

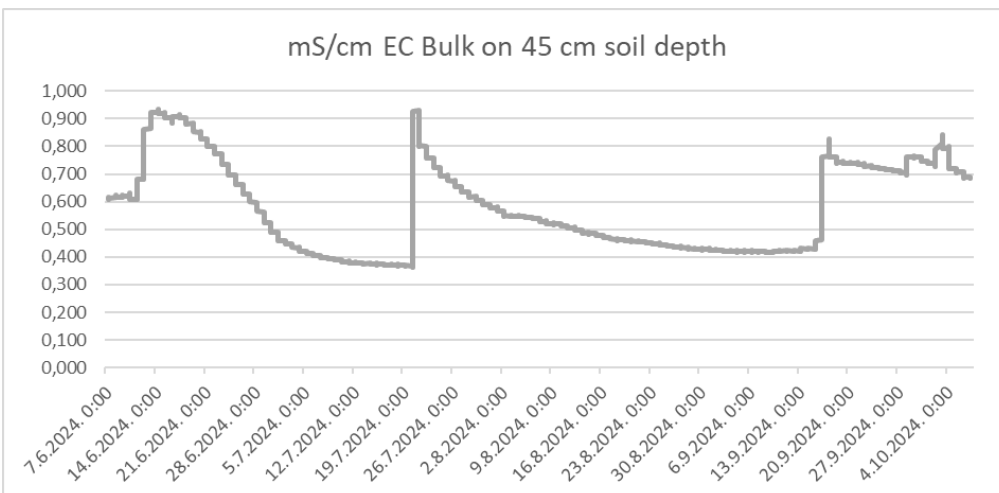




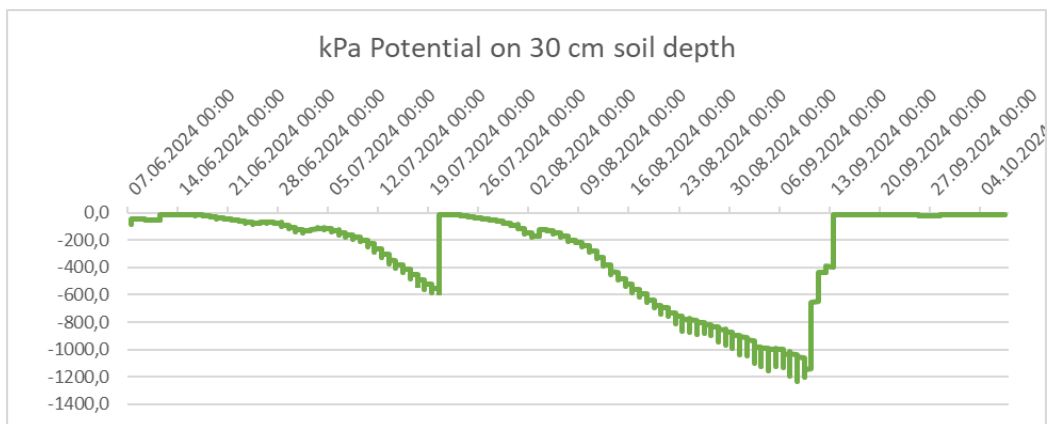
Grafikon. 8. VWC m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> na 45 cm dubine tla



Grafikon. 9. Elektrokonduktivitet na 15 cm dubine tla

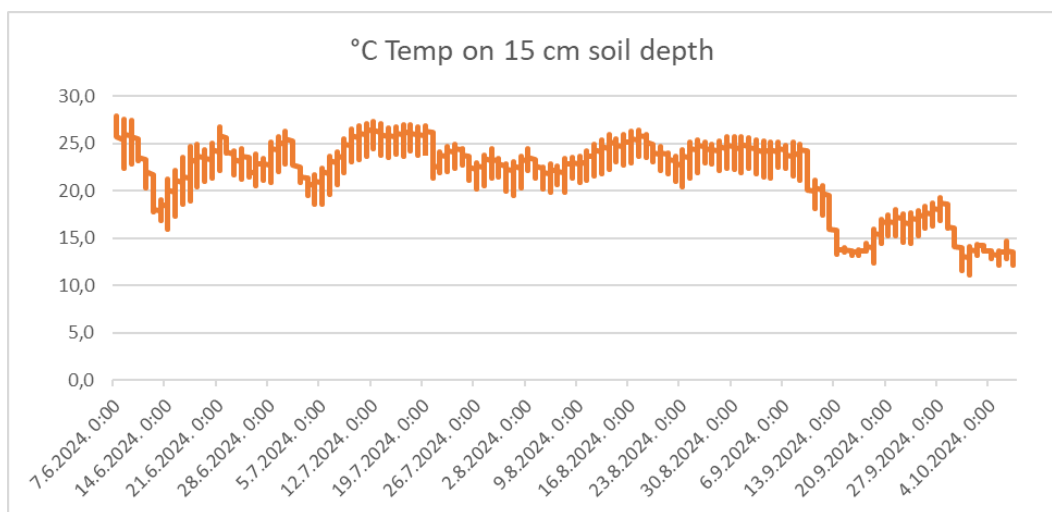


Grafikon. 10. Elektrokonduktivitet na 45 cm dubine tla

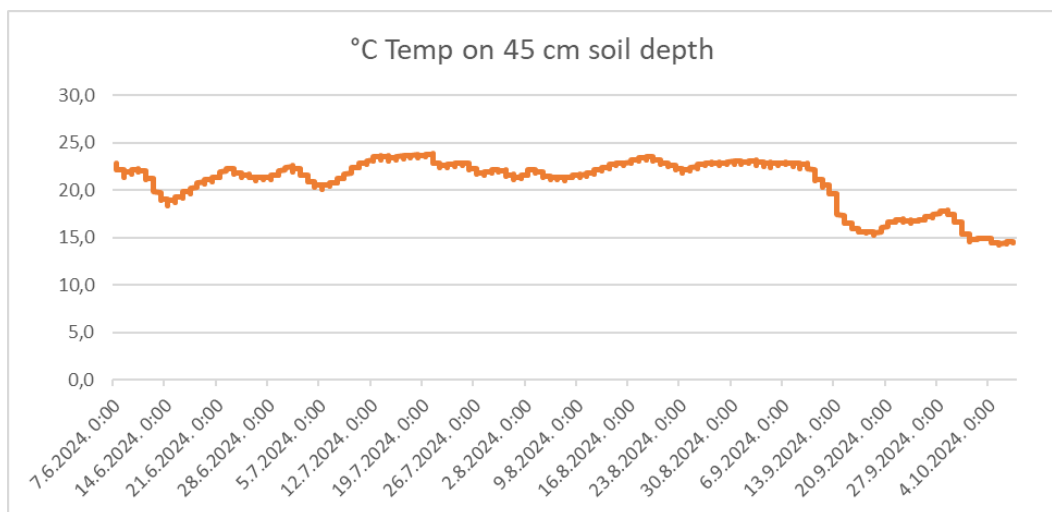


Grafikon. 11. Potencijal vlažnosti tla (kPa) na 30 cm dubine tla

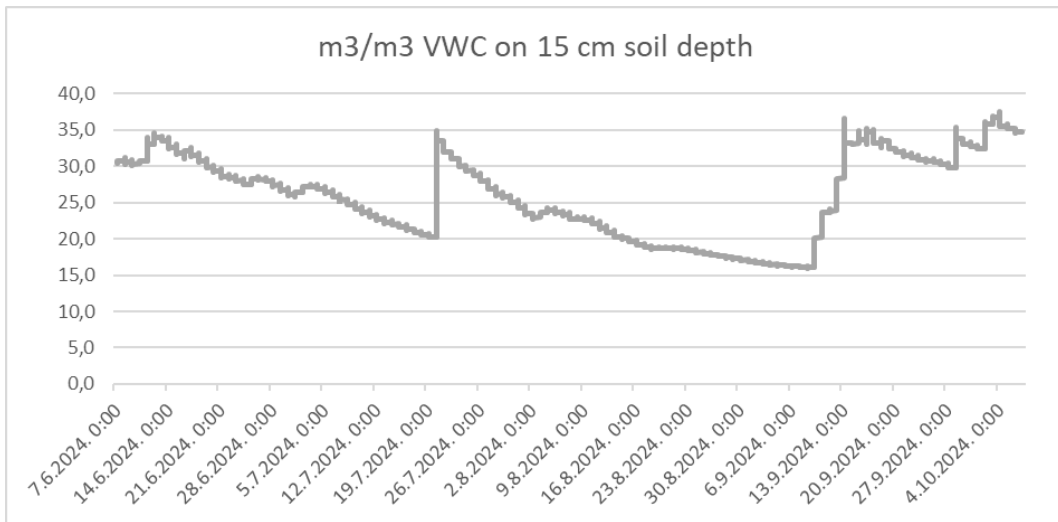
Mjerni uređaji postavljeni na CTS tretmanu obrade tla



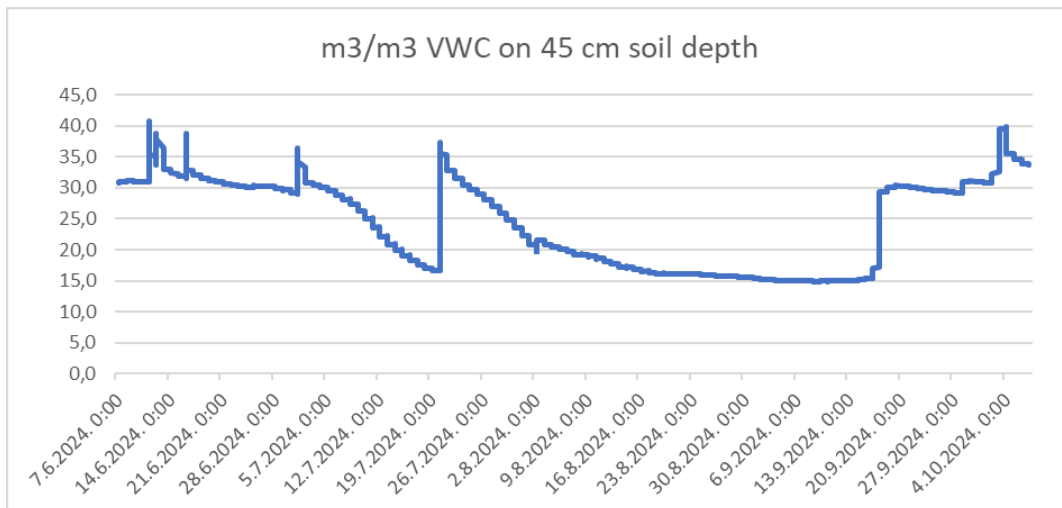
Grafikon. 12. Temperatura tla (°C) na 15 cm dubine tla



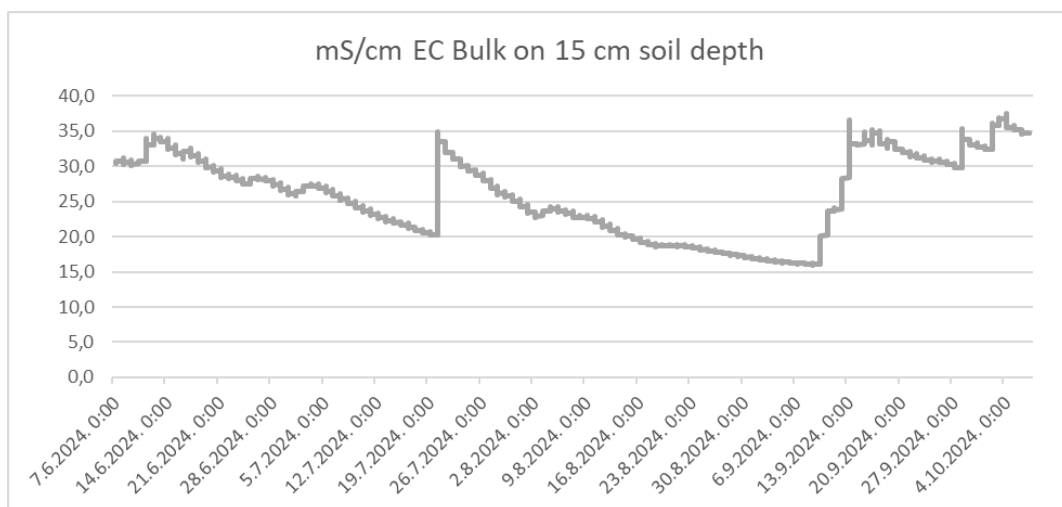
Grafikon. 13. Temperatura tla (°C) na 45 cm dubine tla



Grafikon. 14. VWC m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> na 15 cm dubine tla

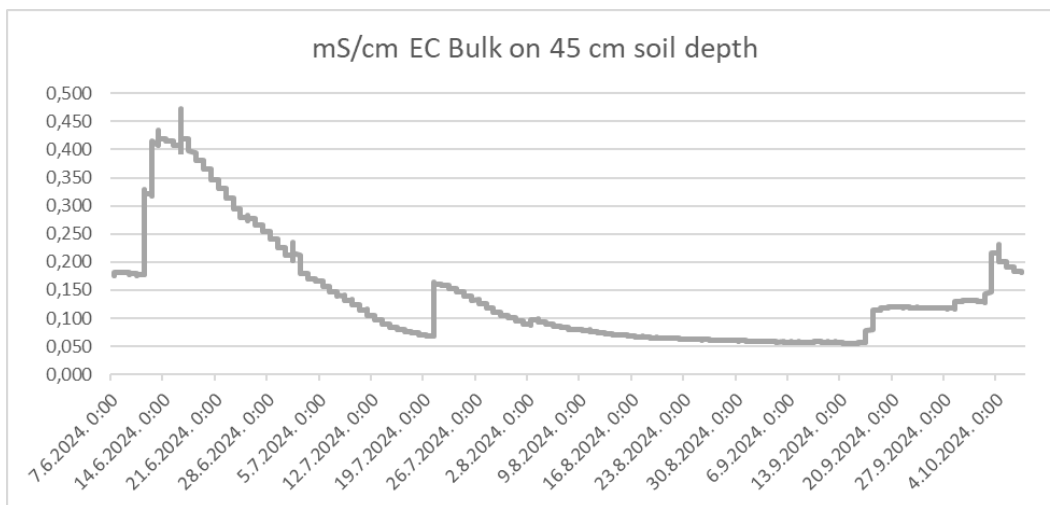


Grafikon. 15. VWC m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> na 45 cm dubine tla

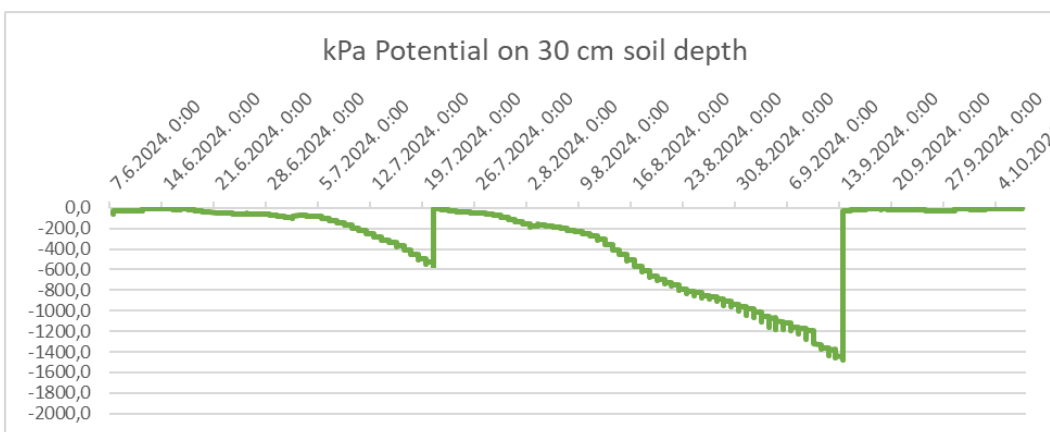


Grafikon. 16. Elektrokonduktivitet na 15 cm dubine tla





Grafikon. 17. Elektrokonduktivitet na 45 cm dubine tla



Grafikon. 18. Potencijal vlažnosti tla (kPa) na 30 cm dubine tla

## Soil penetration resistance and soil moisture measurement

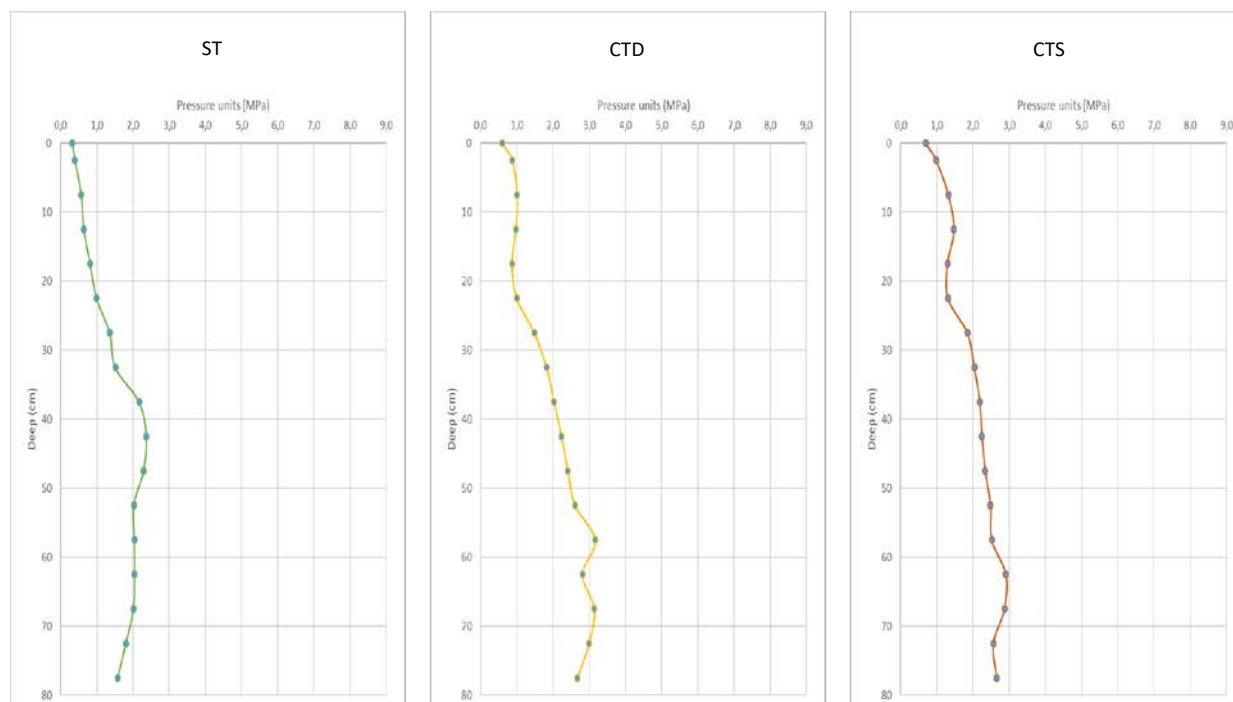
Mjerenje otpora tla predstavlja jedan od najvažnijih i najučinkovitijih pokazatelja degradacije tla zbijanjem. To je nezaobilazna metoda za ocjenu utjecaja različitih tretmana obrade tla na njegovu zbijenost, a izravno ili neizravno ukazuje i na niz drugih fizikalnih stanja tla kao i na niz biljno-uzgojnih parametara.

Mjerenja otpora tla obavljeno je na sva tri sustava obrade elektroničkim penetrometrom "Eijkelkamp Penetrologger SN". Korišten je vrha konusa s baznom površinom od 1 cm<sup>2</sup> i kutom od 60°, a mjereno je do 80 cm dubine (maksimalna duljina konusne šipke). Penetrologger automatski bilježi očitavanja na svakih 1 cm dubine, sa srednjom brzinom od 1 cm/s. Nakon što je pokus postavljen, a prije prvog mjerenja otpora tla, napravljena je GPS-lokacijska mreža kako bi se preciznije odredilo mjesto svih sljedećih mjerenja. Svaka točka na mreži bila je promjera 2 m. Broj mjerenja po svakoj parceli osnovne obrade bio je 8 (×3 ponavljanja = 24 mjerenja po tretmanu), ukupno za sve tretmane obrade u jednom datumu uzorkovanja i jednoj lokaciji izvršena su 72 mjerenja.

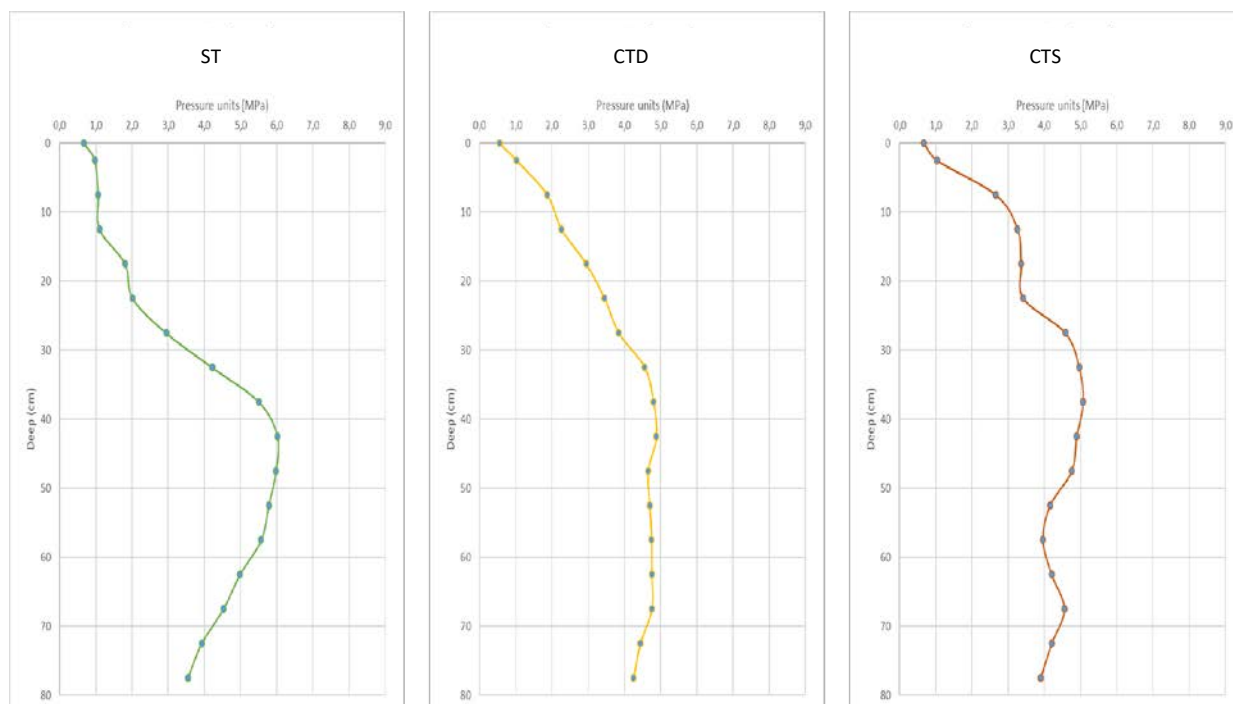
Mjerenja otpora tla su obavljena ukupno tri puta tijekom vegetacijskog razdoblja (radi kvalitetnijeg prikaza stanja zbijenosti tla), a grafički prikazi vidljivi su na Grafikonima 19.-27.

Svi sirovi neobrađeni podaci (*Raw data*) o provedenim mjerenjima tla, zabilježeni su u excel datotekama i moguće ih je dobiti na upit.

Sljedeći Grafikoni (Grafikoni 19-27) prikazuju prosječne otpore tla izmjerene u lipnju, srpnju i rujnu 2024. godine, na tri različita tretmana obrade tla.

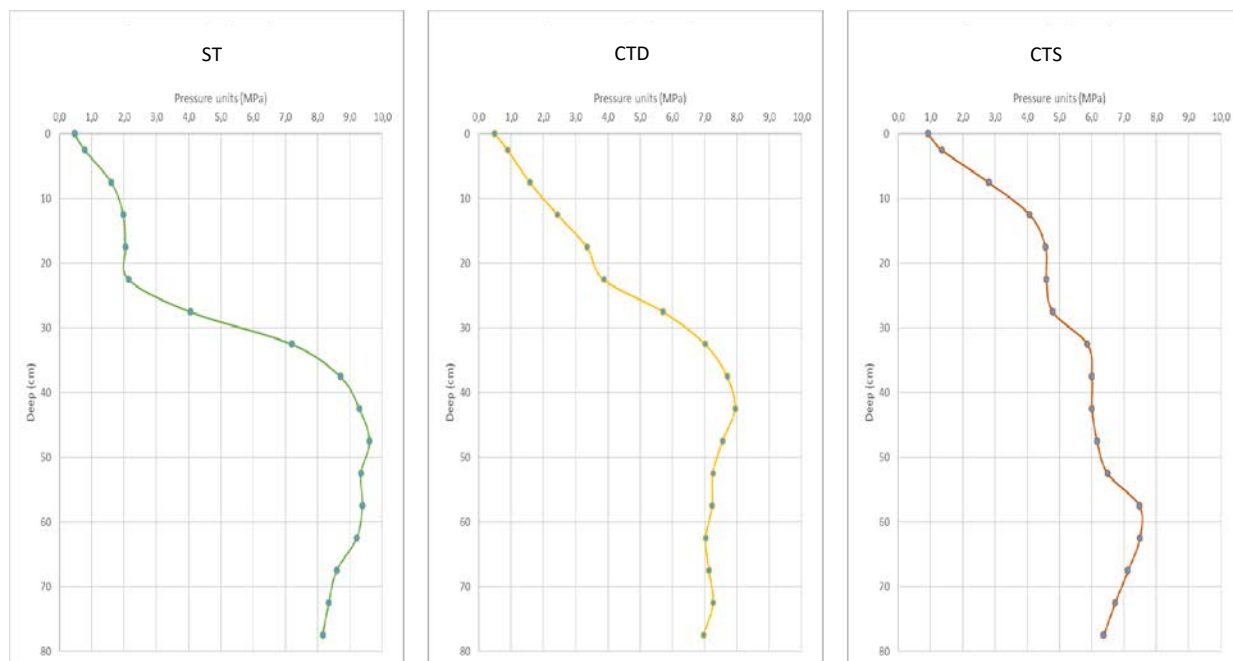


Grafikon. 19-21. Prosječne vrijednosti otpora tla, izmjerene u lipnju (1. mjerenje)



Grafikon. 22-24. Prosječne vrijednosti otpora tla, izmjerene u srpnju (. mjerjenje)

Mjerenje otpora tla najbolje rezultate daje (ili najvrjednije rezultate) kada se mjerenja izvode u proljeće i/ili jesen. Za prvi termin mjerenja u proljeće odabrano je oko mjesec dana nakon sjetve kukuruza. U tom razdoblju tlo je obično konsolidirano i vlažnost tla je optimalna za mjerenje. Za drugo i treće mjerenje odabrani datumi ovise o datumima fenološkog razvoja i berbe.



Grafikon. 25-27. Prosječne vrijednosti otpora tla, izmjerene u rujnu (3. mjerjenje)



Mjerenje otpora tla pomaže u prepoznavanju zbijenih područja na različitim dubinama, što je uglavnom rezultat primjene neodgovarajućih tehnika obrade tla. Zbijeni slojevi tla ometaju rast korijena i smanjuju prinose.

Uspoređujući vrijednosti svakog tretmana obrade tla posebno, ali u smislu datuma mjerenja/mjeseci, prilično je jasno vidljivo da su se vrijednosti otpora tla povećavale s vremenom. Vrlo je važno zaključiti da su najveće vrijednosti otpora izmjerene na ST tretmanu. Općenito, ova vegetacijska godina bila je vrlo nepovoljna za uzgoj usjeva, posebice ljetnih usjeva.

Kako otpor tla jako ovisi o vlažnosti tla, istovremeno s mjerenjem otpora određivan je i sadržaj vode u tlu (Tablica 5.).

Uzorci za analizu vlažnosti tla određivani su gravimetrijski. Uzorci su uzimani u metalnim prstenovima (metalni cilindri volumena 100 cm<sup>3</sup>) iz različitih slojeva tla (0-20, 20-40, 40-60 i 60-80 cm dubine), sušenjem i izračunavanjem % vlažnosti tla. U mjerenju vlažnosti tla odlučili smo se koristiti gravimetrijsku metodu umjesto TDR sonde za tlo. Glavni razlog je veća preciznost gravimetrijske metode iako je TDR metoda brža.

Najveći otpori tla izmjereni su na dubini od 40-45 cm i nisu se značajno mijenjali do 80 cm. Pretpostavka je da je jače zbijanje tla na dubini ispod 40 cm rezultat formiranja kompaktnijeg sloja tla zbog periodične izmjene vlažnih i sušnih razdoblja, što je i očekivano na ovom tipu tla. Ovi rezultati slijede očekivanja periodične izmjene suhih i prevlažnih hidroloških uvjeta, posebno ako se uzme u obzir da se veće vrijednosti zbijenosti, a time i otpornost na prodiranje, mogu očekivati na vlažnijim tlima.

Tablica 5. Prosječan sadržaj vlažnosti tla (% vol.)

Dubina tla (cm)	1. mjerenje			2. mjerenje			3. mjerenje		
	ST	CTD	CTS	ST	CTD	CTS	ST	CTD	CTS
0-20	39,6	36,6	39,7	24,5	28,2	27,3	27,2	16,4	19,7
20-40	40,3	37,4	42,6	13,8	20,1	18,7	25,4	14,3	19,0
40-60	39,9	40,9	37,0	16,2	15,7	19,4	21,0	16,4	18,8
60-80	42,1	40,0	38,7	16,6	16,2	15,6	21,4	17,9	18,1
<i>prosjek</i>	<i>40,48</i>	<i>38,73</i>	<i>39,51</i>	<i>17,76</i>	<i>20,05</i>	<i>20,26</i>	<i>23,74</i>	<i>16,26</i>	<i>18,90</i>
<i>min</i>	<i>39,63</i>	<i>36,65</i>	<i>36,99</i>	<i>13,80</i>	<i>15,70</i>	<i>15,63</i>	<i>20,96</i>	<i>14,32</i>	<i>18,13</i>
<i>max</i>	<i>42,12</i>	<i>40,91</i>	<i>42,63</i>	<i>24,47</i>	<i>28,18</i>	<i>27,32</i>	<i>27,18</i>	<i>17,94</i>	<i>19,65</i>
<i>Me</i>	<i>40,09</i>	<i>38,68</i>	<i>39,20</i>	<i>16,38</i>	<i>18,16</i>	<i>19,04</i>	<i>23,40</i>	<i>16,40</i>	<i>18,92</i>
<i>SD</i>	<i>0,97</i>	<i>1,77</i>	<i>2,06</i>	<i>4,02</i>	<i>5,00</i>	<i>4,32</i>	<i>2,63</i>	<i>1,29</i>	<i>0,54</i>
<i>CV</i>	<i>2,41</i>	<i>4,57</i>	<i>5,20</i>	<i>22,61</i>	<i>24,95</i>	<i>21,30</i>	<i>11,08</i>	<i>7,91</i>	<i>2,86</i>

## Pokorica i površinska pokrivenost tla biljnim ostacima

Pojava površinske pokorice na poljoprivrednim tlima je negativna pojava koja smanjuje infiltraciju i skladištenje vode u tlu, a povećava njezin gubitak. Pokorica na površini tla također smanjuje izmjenu plinova u tlu s atmosferom, uzrokujući razvoj anaerobnih uvjeta u tlu i nekoliko drugih negativnih učinaka koji izravno i neizravno utječu na stanje tla i razvoj usjeva. Stvaranje površinske pokorice tla najizraženije je na tlima sitne strukture, na tlima loše strukture i slabe stabilnosti agregata ili na tlima s većim sadržajem gline.

Površinska pokorica najbolje se procjenjuje nakon vlažnih razdoblja nakon kojih slijedi razdoblje sušenja, a prije sljedećeg uzgoja usjeva. Mjerenje pokorice obavljeno je na isti datum kao i 2. mjerenje otpora tla, odnosno 03. srpnja 2024. (Tablica 6).

Tablica 6. Prosječna veličina poligona pokorice, Križevci, 2024.

Tretman obrade	Folijarni pripravak	Poligon			VS
		Dužina (cm)	Širina (cm)	Debljina (cm)	
ST	Kontrola	12,0	11,0	5,0	0
	VibroCalcit	13,2	12,2	5,8	0
	VibroPhosphate	13,0	10,5	3,7	0
	VibroSorb	13,0	8,5	3,5	0
CTD	Kontrola	9,0	6,3	1,8	2
	VibroCalcit	8,5	7,3	1,5	2
	VibroPhosphate	8,0	5,8	2,2	2
	VibroSorb	7,2	5,5	1,8	2
CTS	Kontrola	*	*	*	2
	VibroCalcit	*	*	*	2
	VibroPhosphate	*	*	*	2
	VibroSorb	*	*	*	2

\*Poligoni nisu mogli biti definirani, prosječna debljina je 1.5-2.0 cm, lako se usitnjavaju, veliki je udio biljnih ostataka na površini.

Pojava pokorice tla određena je modificiranom metodom koja je uključivala vizualnu i metričku komponentu. Pokorica tla procijenjena je prema vrijednostima i kriterijima prikazanim u Tablici 7.

Tablica 7. Procjena intenziteta pokorice

VO-VS	Vizualna ocjena - VS	Numerička vrijednost*
2	(Povoljno)	< 2
1	(Osrednje)	2 - 3
0	(Nepovoljno)	> 3

\*Debljina pokorice u cm

Pokrivenost površine tla biljnim ostacima (Tablica 8) nakon žetve i prije sjetve sljedećeg usjeva pomaže u sprječavanju nastanka pokorice minimizirajući disperziju površine tla kišom ili navodnjavanjem. Također pomaže u smanjenju nastanka pokorice zaustavljajući velike kapljice kiše prije nego što uspiju udariti i zbiti površinu tla. Vegetativni pokrov i njegov korijenski sustav vraćaju organsku tvar u tlo i potiču život u tlu, uključujući brojnost i aktivnost gujavica tla.

Fizičko djelovanje korijenja i faune tla te "ljepila" koja proizvode, potiču razvoj strukture tla, prozračivanje tla i drenažu te pomažu u razbijanju pokorice. Kao rezultat toga, razina infiltracije i kretanje vode kroz tlo se povećavaju, smanjujući površinsko otjecanje, eroziju tla i rizik od iznenadnih poplava. Površinski biljni pokrov također smanjuje eroziju tla amortizirajući udar kišnih kapi. Nadalje, biljni ostaci služe kao spužva, zadržavajući kišnicu dovoljno dugo da se infiltrira u tlo. Štoviše, korijenski sustav smanjuje eroziju tla stabilizirajući površinu tla i držeći tlo na mjestu tijekom obilnih oborina. Kao rezultat toga, kvaliteta vode u vodotokovima je poboljšana s manjim udjelom sedimenata, sadržajem hranjivih tvari i dr. Obično se računa kako primjena konzervacijske obrade tla može smanjiti eroziju tla i više od 90% i otjecanje vode preko 50%.

Table 8. Pokrivenost površine tla (%) biljnim ostacima, mjenim nakon sjetve kukuruza, Križevci, 2024.

Ponavljjanje	Tretman obrade		
	ST (%)	CTD (%)	CTS (%)
1	1	42	95
2	2	41	89
3	1	49	96
4	2	43	89
<b>Prosjek</b>	<b>2</b>	<b>44</b>	<b>92</b>



## Biometrijske analize i mjerenja te elementarni sastav biljne tvari

Tijekom vegetacijske godine (2024) provedena je primjena proizvoda VIRIDIS FARM-a te je tijekom vegetacije kukuruza, u određenim fenološkim fazama, obavljeno uzorkovanje i mjerenje biljnog materijala kukuruza, a rezultati su prikazani tablično i grafički.

### Visina biljaka

Visina biljaka igra ključnu ulogu u poljoprivrednoj proizvodnji jer može značajno utjecati na različite aspekte rasta, produktivnosti i upravljanja usjevima. Visina biljaka utječe na slijedeće parametre:

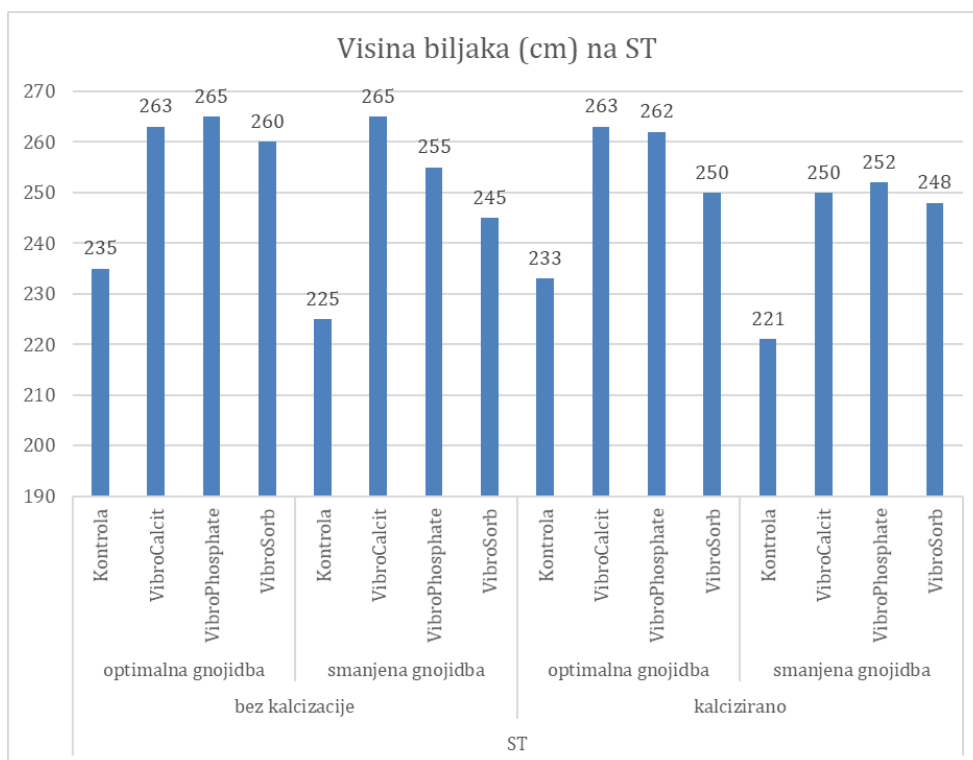
- Prinos i produktivnost usjeva:
  - Visina biljaka često je povezana s njihovim kapacitetom za fotosintezu, jer više biljke obično imaju veću lisnu površinu, što omogućuje bilju iskoristivost sunčeve energije. Kod određenih kultura, optimalna visina doprinosi boljem razvoju zrna ili drugih dijelova biljke koji se koriste kao poljoprivredni prinos.
- Kompeticijski odnosi vezani za resurse:
  - Visoke biljke mogu zasjeniti niže biljke, što može uticati na njihov rast i razvoj. Ovaj faktor je posebno važan u mješovitim usjevima (združena sjetva). S druge strane, niže biljke mogu imati prednosti u ograničavanju gubitka vode zbog manjeg izlaganja vjetru i sunčevom zračenju.
- Otpornost na stres i nepovoljne uvjete:
  - Visina biljke može utjecati na tolerantnost na vjetar, kišu ili snijeg. Na primer, previsoke biljke su podložnije polijeganju (npr. kod žitarica poput pšenice i kukuruza), što može smanjiti prinos i otežati žetvu. Niske biljke često su otpornije na jake vjetrove, ali mogu imati problema sa bolestima zbog smanjene aeriranosti u blizini tla.
- Fotoperiodizam i osvjetljenje:
  - Optimalna visina biljaka može poboljšati protok svjetlosti između redova u polju, čime se omogućava ravnomjerniji rast svih biljaka u usjevu.

Pravilno upravljanje visinom biljaka kroz izbor kultivara i agrotehničkih mjera, ključno je za povećanje učinkovitosti poljoprivredne proizvodnje.

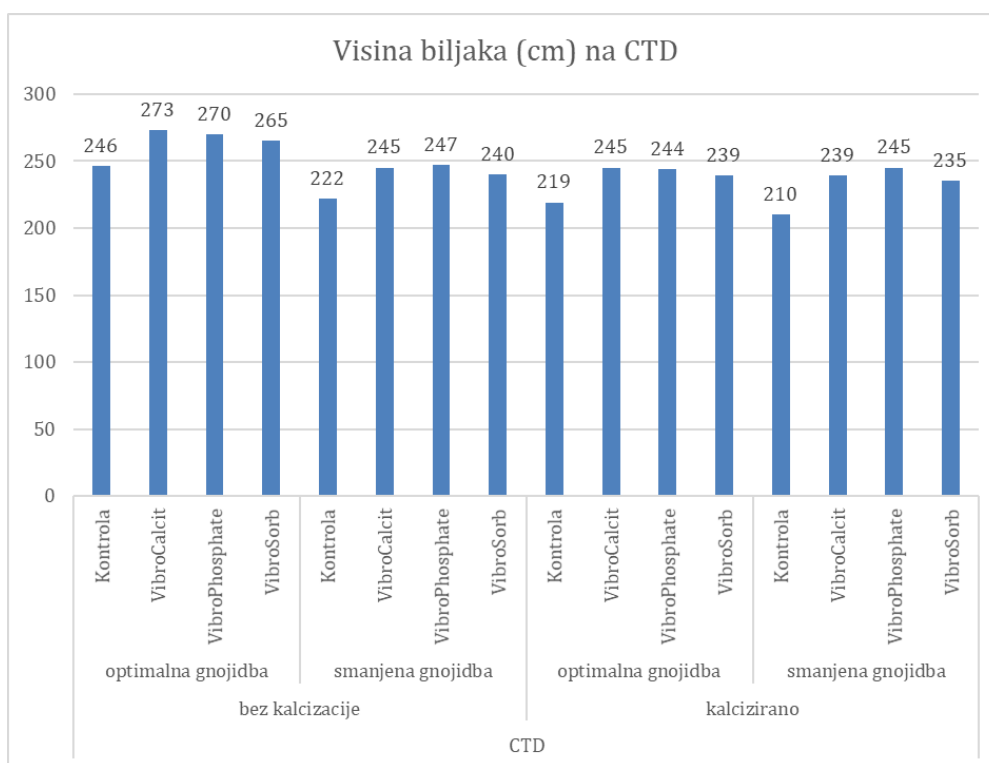
U provedenom istraživanju prosječna visina kukuruza na svim tretmanima iznosila je 241,33 cm, uz  $S_d=16,439$  i  $C_v=6,81$  %. Najveća visina izmjerena je na tretmanu CTD-N-FR-VibroCalcit (273 cm), a najmanja na CTS-N-FD-Kontrola (205 cm).

Na ST obradi tla prosječna visina kukuruza iznosila je 249,50 cm uz  $S_d=14,297$  i  $C_v=5,73\%$ . Najviši kukuruz izmjeren je na nekalciziranom tretmanu s VibroPhosphate-om (265 cm) na optimalnoj gnojidbi, ali istu vrijednost postigao je i kukuruz tretiran s VibroCalcit-om na tretmanu bez kalcizacije. U odnosu na kontrolu, VibroCalcit, VibroPhosphate i VibroSorb imali su više biljke kukuruza, a među navedenim proizvodima, VibroSorb je polučio najniže rezultate u visini biljke kukuruza (Grafikon 28).

Na CTD obradi tla prosječna visina biljaka iznosila je 242,75 cm. Najviše biljke (273,00 cm) izmjerene su na nekalciziranom tretmanu s optimalnom gnojidbom uz primjenu VibroCalit-a (Grafikon 29.), a najmanje biljke imao je kukuruz na kalciziranom tretmanu sa smanjenom gnojidbom na kontrolnoj parceli (210,00 cm).

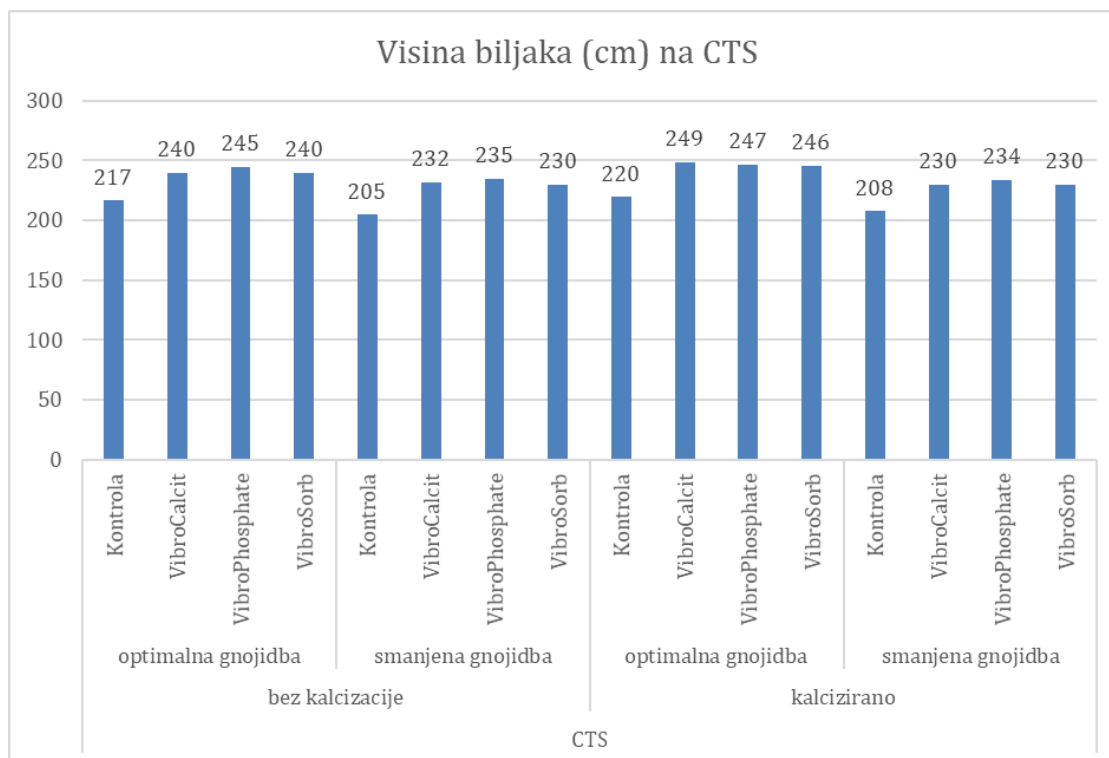


Grafikon 28. Visina biljaka kukuruza u R6 fenološkoj fazi (u berbi) na standardnoj obradi tla.



Grafikon 29. Visina biljaka kukuruza u R6 fenološkoj fazi (u berbi) na konzervacijskoj dubokoj obradi tla.

Na CTS obradi tla prosječna visina kukuruza iznosila je 231,75 cm uz  $Sd=13,429$  i  $Cv=5,79\%$ . Najviši kukuruz izmjereno je na kalciziranom tretmanu s VibroCalcit-om pri optimalnoj gnojidbi (249,00 cm), a najniži na Kontrolu, bez kalcizacije pri optimalnoj gnojidbi (205,00 cm). U odnosu na kontrolu, VibroCalcit, VibroPhosphate i VibroSorb imali su više biljke kukuruza, a među navedenim proizvodima, VibroSorb i VibriCalcit supolučili vrlo slične rezultate u visini biljke kukuruza (Grafikon 30).



Grafikon 30. Visina biljaka kukuruza u R6 fenološkoj fazi (u berbi) na konzervacijskoj plitkoj obradi tla.

### **Masa klipa**

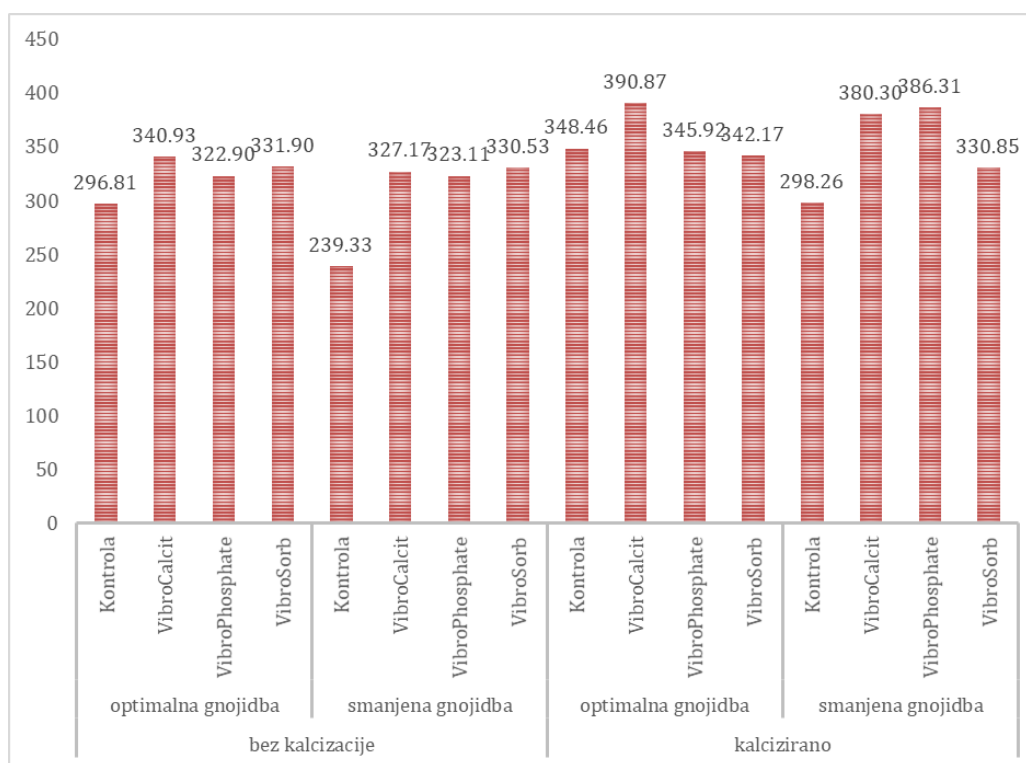
Masa klipa kukuruza jedan je od ključnih pokazatelja produktivnosti usjeva. Teži klipovi ne samo da sugeriraju veću gustoću zrna i poboljšani prinos zrna, već odražavaju i povoljne uvjete rasta i učinkovitu praksu biljne proizvodnje. Nekoliko je ključnih točaka:

- Korelacija s prinosom: Težina klipa izravno utječe na ukupni prinos zrna, budući da odražava broj i kvalitetu zrna po klipu.
- Čimbenici koji utječu na težinu klipa:
  - Dostupnost hranjivih tvari
  - Opskrba vodom
  - Uspješna polinacija
  - Zdravlje biljaka: biljke bez bolesti i štetnika izdvajaju više resursa za razvoj klipa.
- Oplemenjivačke implikacije: težina klipa je ključna značajka u programima oplemenjivanja kukuruza, jer daje mjerljiv cilj za poboljšanje potencijala prinosa.

- Utjecaj na okoliš: čimbenici stresa poput suše, nedostatka hranjivih tvari ili ekstremnih temperatura mogu smanjiti težinu klipa, naglašavajući potrebu za prilagodljivim agronomskim praksama.
- Komercijalna relevantnost: optimiziranje mase klipa ključno je za ispunjavanje zahtjeva komercijalne proizvodnje kukuruza, gdje su i količina i kvaliteta prinosa ključni.

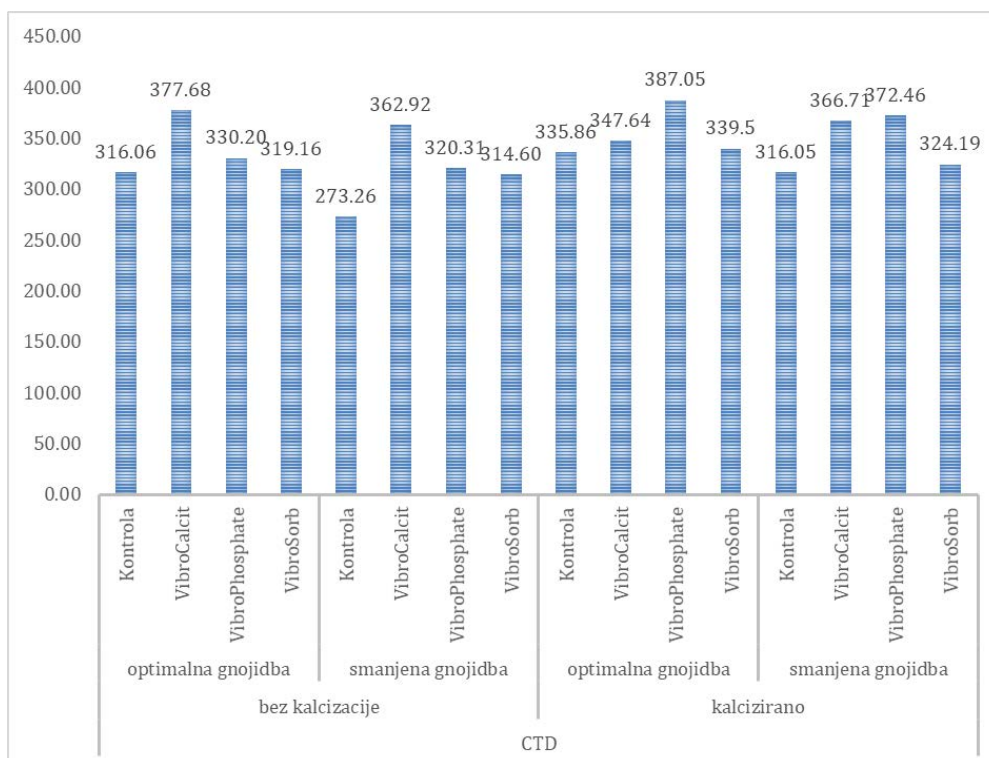
Poljoprivrednici i uzgajivači trebaju dati prednost praksi i svojstvima koja povećavaju težinu klipa, jer je to ključno za postizanje održivog i profitabilnog uzgoja kukuruza.

Prosječna masa klipa kukuruza iznosila je 331,48 g uz  $Sd=29,443$  i koeficijent varijacije 8,88 %. Najveću masu klipa imao je kukuruz na ST-Y-FR-VibroCalcit (390,87 g), a najmanju masu imao je kukuruz na ST-N-FD-Kontrola (239,33 g).

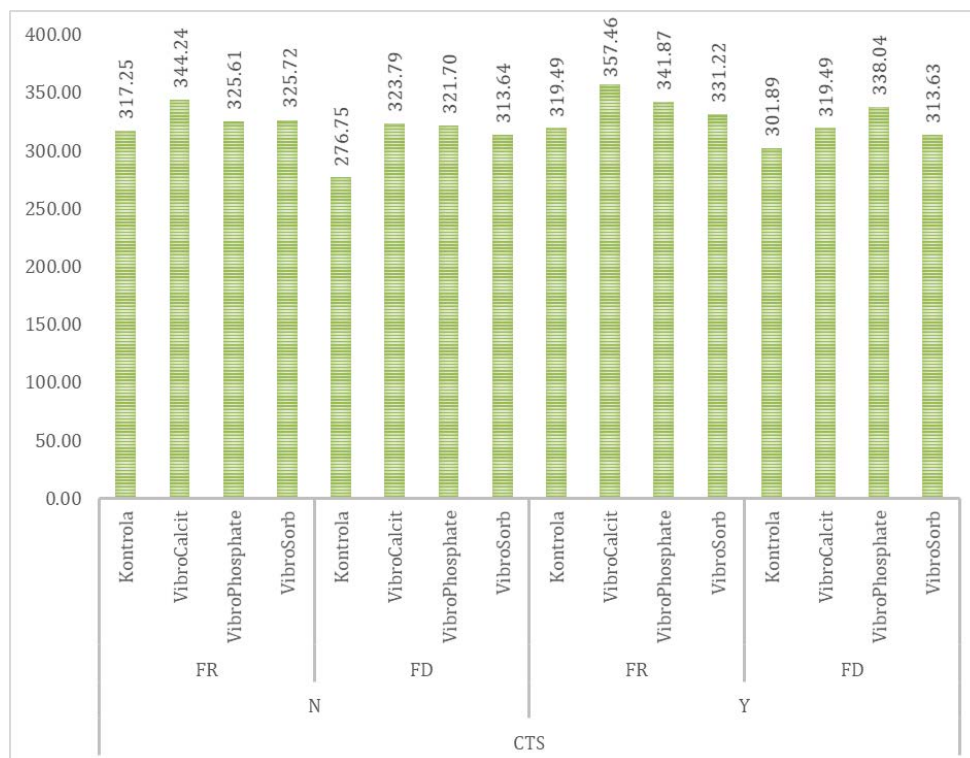


Grafikon 31. Masa klipa (g) kukuruza na ST tretmanu obrade

Prosječna masa klipa kukuruza na ST tretmanu obrade iznosila je 333,49 g uz standardnu devijaciju od 36,981 i koeficijent varijacije 11,09 %. Najteži klipovi (390,87 g) izmjereni su na optimalnoj gnojidbu uz kalcizaciju uz VibroCalcit, a najmanju masu (239,33 g) imali su klipovi kukuruza na tretmanu bez kalcizacije sa smanjenom gnojidbom i to na kontrolnom tretmanu (bez aplikacije bilo kojeg od ispitivanih proizvoda)



Grafikon 32. Masa klipa kukuruza (g) na CTD tretmanu obrade



Grafikon 33. Masa klipa kukuruza (g) na CTS tretmanu obrade



Na CTD tretmanu prosječna masa klipa kukuruza iznosila je 337,73 g uz  $Sd=29,814$  i  $Cv=8,83$  %. Maksimalna vrijednost mase klipa iznosila je 387,05 g na kalciziranom tretmanu uz optimalnu gnojidbu s VibroPhosphat-om, a najmanju masu klipa imao je kukuruz uzgojen na kontrolnom tretmanu, bez kalcizacije uz smanjenu gnojidbu (273,26 g).

Na CTS najveća masa klipa izmjerena je na kalciziranom tretmanu, uz optimalnu gnojidbu i uz VibroCalcit (357,46 g), dok je najmanja masa izmjerena na klipu kukuruza na kontrolnom tretmanu, bez kalcizacije uz smanjenu gnojidbu (276,75 g). Prosječna masa klipa na CTS obradi iznosila je 323,24 g.

### **Prinos zrna**

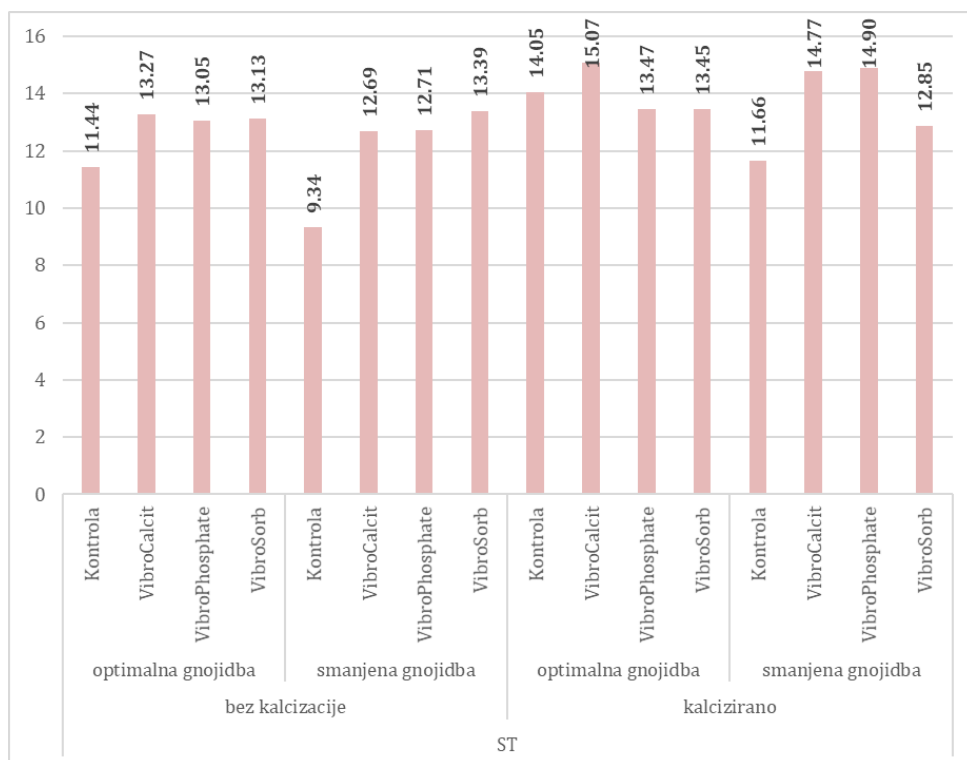
Visina prinosa kukuruza ključni je pokazatelj uspješnosti proizvodnje i uvelike ovisi o genetskim karakteristikama sorte, uvjetima uzgoja i primijenjenim agrotehničkim mjerama. Prinos se definira kao ukupna količina zrna dobivena po jedinici površine, a faktori koji na njega najviše utječu uključuju kvalitetu tla, opskrbu vodom, dostupnost hranjivih tvari, zaštitu od štetočina i bolesti te uvjete oprašivanja.

- Genetika i izbor sorte igraju presudnu ulogu, jer hibridi s visokim potencijalom prinosa mogu značajno povećati proizvodnju. Međutim, čak i sorte s visokim genetskim potencijalom ne mogu ostvariti optimalne prinose bez odgovarajućih uvjeta uzgoja.
- Tlo i hraniva su osnova visokih prinosa. Plodna tla bogata organskom tvari i pravilna gnojidba dušikom, fosforom i kalijem osiguravaju da biljka ima dovoljno resursa za rast i razvoj. Nedostatak hraniva može dovesti do smanjenog razvoja klipa i manjeg broja zrna.
- Navodnjavanje je ključno u regijama sa sušnim razdobljima. Kukuruz je posebno osjetljiv na nedostatak vode tijekom faze cvatnje i nalijevanja zrna, što može značajno smanjiti prinos.
- Zaštita od bolesti i štetočina također je važna jer zaraza ili napad štetočina može oslabiti biljku, smanjiti kvalitetu zrna te smanjiti ukupni prinos. Pravovremena primjena pesticida i fungicida može spriječiti velike gubitke.

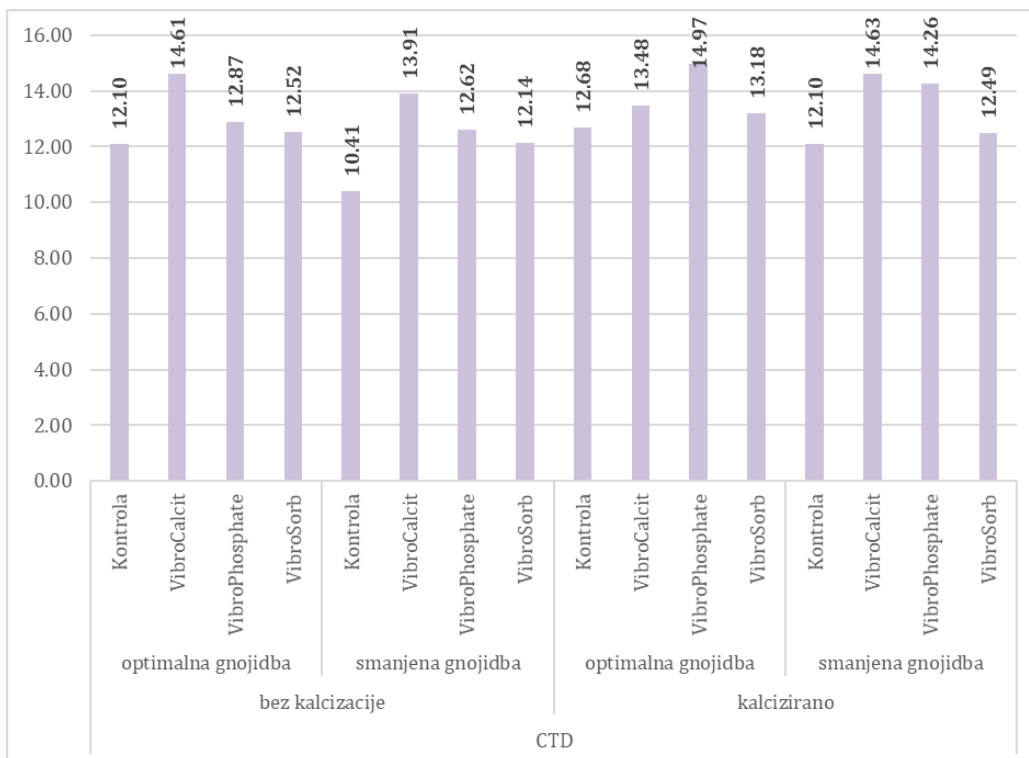
Na kraju, agrotehničke mjere, poput pravovremene sjetve, optimalne gustoće sklopa i pravilne obrade tla, doprinose maksimalnom iskorištavanju genetskog potencijala sorte. Optimalno kombiniranje svih ovih čimbenika osigurava visoke i stabilne prinose, što je ključno za održivost i profitabilnost uzgoja kukuruza.

Prosječan prinos zrna kukuruza iznosio je 13,06 t/ha uz  $Sd=1,199$  i  $Cv=9,18$  %. Najveći prinos ostvaren je na ST-Y-FR-VibroCalcit (15,07 t/ha), a najmanji na ST-N-FD-Kontrola (9,34 t/ha).

Na ST obradi prosječan prinos iznosio je 13,08 uz  $Sd=1,427$  i  $Cv=10,91$  %. Maksimalni prinos ostvaren je na kalciziranom tretmanu uz optimalnu gnojidbu i uz primjenu VibroCalcita (15,07 t/ha), a najmanji na nekalciziranom tretmanu sa smanjenom gnojidbom na kontroli (9,34 t/ha).



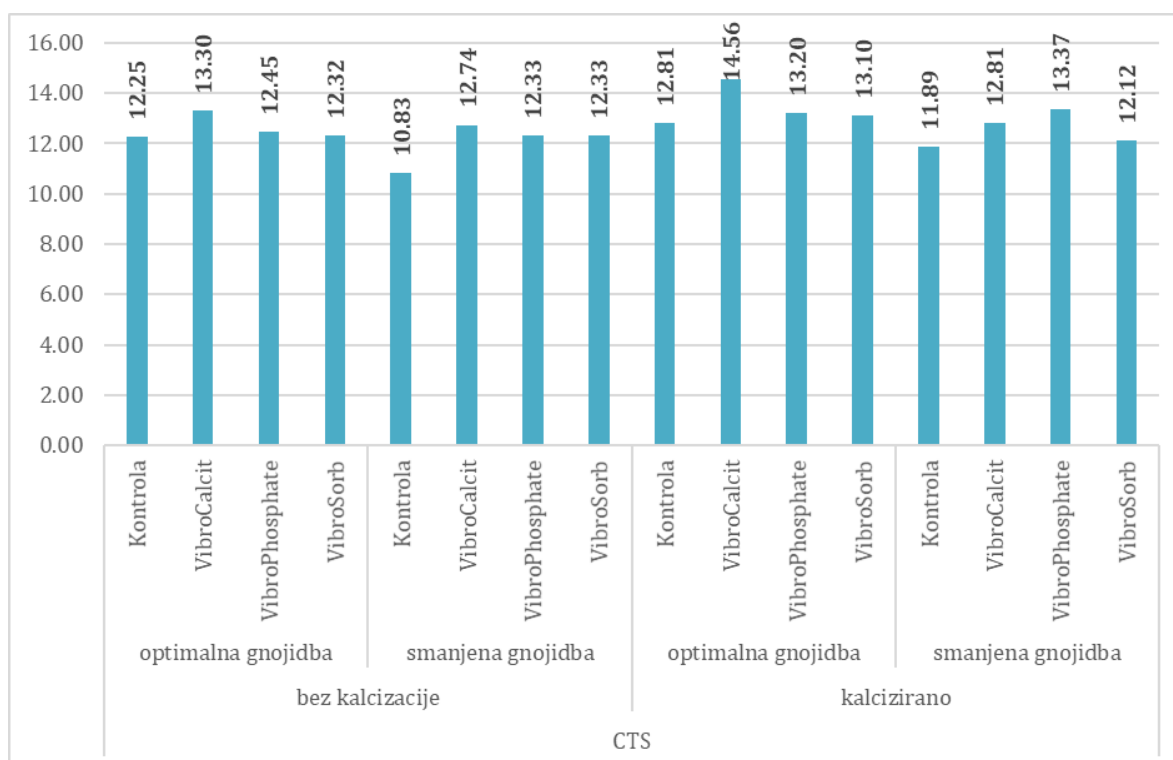
Grafikon34. Prinos zrna kukuruza (t/ha) na ST tretmanu obrade tla



Grafikon 35. Prinos zrna kukuruza (t/ha) na CTD tretmanu obrade tla

Prosječan prinos na CTD obradi iznosio je 13,06 t/ha uz  $S_d=1,199$  i  $C_v=9,18\%$ . Maksimalni prinos imao je kukuruz na kalciziranom tretmanu uz optimalnu gnojidbu i primjenu VibroPhosphata (14,97 t/ha), a minimalni prinos ostvaren je na tretmanu bez kalcizacije sa reduciranom gnojdbom na kontroli (10,41 t/ha).

Na CTS obradi, prosječan prinos iznosio je 12,65 t/ha uz standardnu devijaciju od 0,810 i koeficijent varijacije 6,40 %. Najveći prinos izmjeren je na kukuruzu uzgajanom na kalciziranom tretmanu uz optimalnu gnojidbu i primjenu VibroCalcita (14,56 t/ha), a najmanji na tretmanu bez kalcizacije sa smanjenom gnojdbom i na kontroli (10,83 t/ha).



Grafikon 36. Prinos zrna kukuruza (t/ha) na CTS tretmanu obrade tla

### **Biološki prinos**

Biološki prinos kukuruza odnosi se na ukupnu količinu suhe biomase koju biljka proizvede tijekom svog životnog ciklusa, a predstavlja ključni pokazatelj produktivnosti biljke u poljoprivrednom i ekološkom smislu. Iako se komercijalna proizvodnja kukuruza primarno fokusira na prinos zrna, biološki prinos ima šire značenje, posebno u kontekstu proizvodnje stočne hrane, energije i održivosti poljoprivrede.

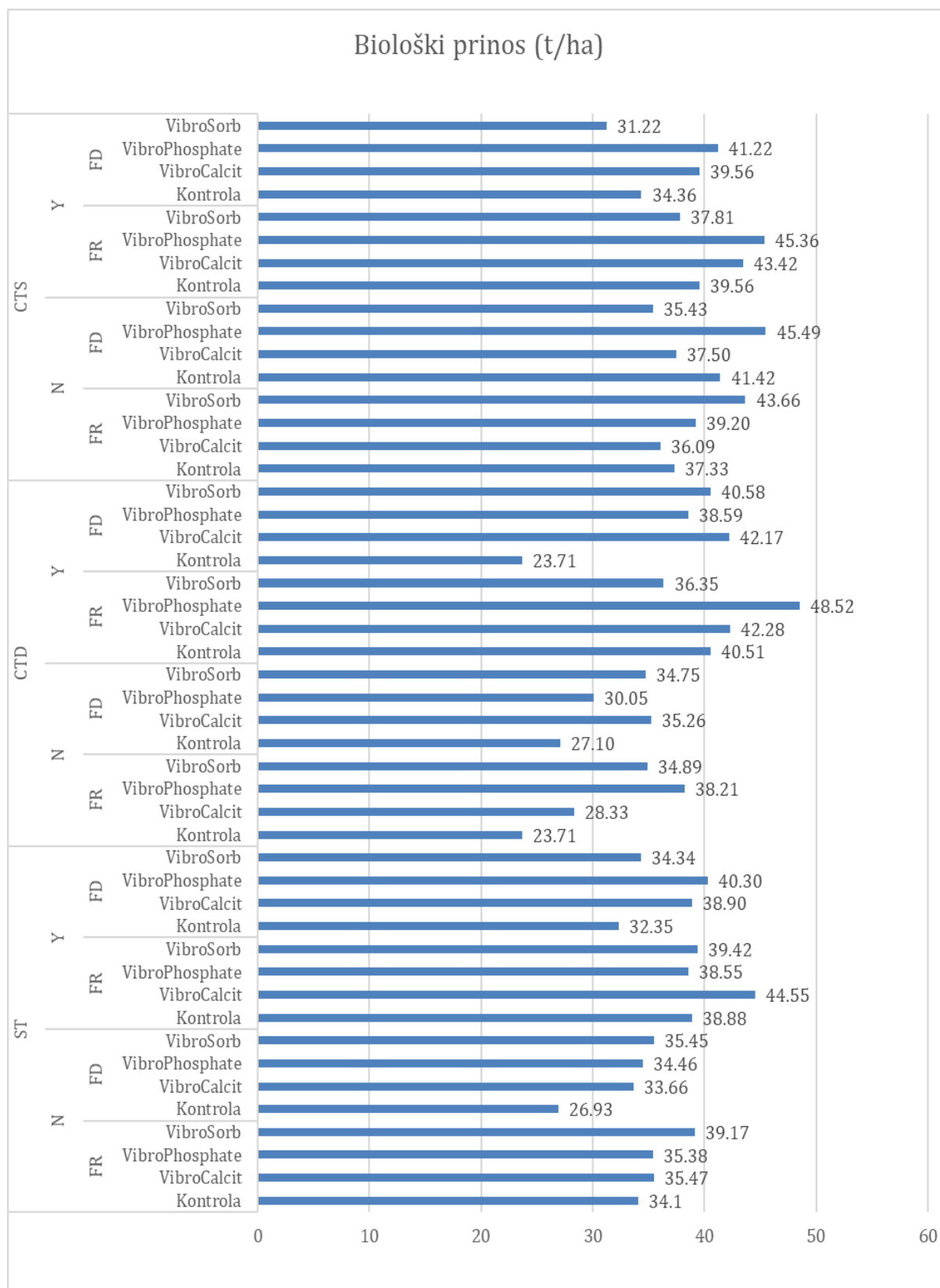
Čimbenici koji utječu na biološki prinos su:

- Genetski potencijal sorte: odabir hibrida s visokim kapacitetom za proizvodnju biomase ključan je za ostvarenje visokog biološkog prinosa. Hibridi s jačim vegetativnim rastom često imaju veći biološki prinos, ali genetska ravnoteža između proizvodnje zrna i biomase je važna za optimalne rezultate.
- Uvjeti uzgoja i okolišni faktori:
  - o svjetlost: dovoljna količina sunčeve energije omogućava učinkovitu fotosintezu, što direktno povećava akumulaciju suhe tvari,
  - o voda i nutrijenti: nedostatak vode i esencijalnih hraniva poput dušika, fosfora i kalija ograničava rast biljaka i smanjuje ukupnu proizvodnju biomase.
  - o tlo: kvalitetna obrada tla i optimalna struktura osiguravaju dublji razvoj korijena i učinkovitiju apsorpciju vode i hranjivih tvari.
- Agrotehničke mjere: pravovremena sjetva i optimalna gustoća sjetve ključne su za postizanje maksimalne biomase. Previše guste biljke konkuriraju za resurse, dok premala gustoća smanjuje ukupni prinos po jedinici površine. Održavanje proizvodne površine kroz kontrolu korova, štetočina i bolesti omogućava biljci usmjeravanje energije na rast i razvoj.
- Stresni faktori: nepovoljni uvjeti poput suše, ekstremnih temperatura, napada štetočina i bolesti mogu smanjiti biološki prinos. Stres najviše utječe tijekom ključnih faza razvoja biljke, kao što su cvatnja i nalijevanje zrna.

Osim zrna, biomasa kukuruza ima široku primjenu. Stabljike i listovi koriste se za proizvodnju silaže kao visokokvalitetna stočna hrana. Također, ostatci nakon žetve mogu se koristiti za malčiranje, poboljšanje kvalitete tla ili u proizvodnji bioenergije.

Povećanje biološkog prinosa ključ je održive poljoprivrede jer omogućuje maksimalno iskorištavanje resursa i smanjenje otpada. Pravilnim odabirom i primjenom proizvodnih praksi može se povećati biološki prinos, osiguravajući ekonomski i ekološki održivu proizvodnju kukuruza.

Biološki prinos kukuruza iznosio je u prosjeku 36,99 t/ha uz  $S_d=5,425$  i  $C_v=14,67$  %. Najveći biološki prinos (48,52 t/ha) ostvario je kukuruz na CTD-Y-FR-VibroPhosphate, a najniži na CTD-N-FR-Kontrola (23,71 t/ha).



Grafikon 37. Biološki prinos (t/ha) kukuruza



### **Žetveni indeks**

Žetveni indeks (ŽI) kukuruza predstavlja omjer između prinosa zrna i ukupne biljne biomase (uključujući stabljiku, listove i klip). Izražava se u postotcima i koristi se kao pokazatelj učinkovitosti biljke u pretvaranju ukupne proizvedene biomase u ekonomski isplativ prinos zrna.

Hibridi kukuruza selekcionirani za visoke prinose zrna obično imaju viši žetveni indeks, budući da su optimizirani za učinkovitiji prijenos asimilata (produkata fotosinteze) u zrno. Tipični žetveni indeks kod komercijalnih hibrida kreće se između 45% i 55%.

Stres uzrokovan sušom ili nedostatkom esencijalnih elemenata poput dušika može smanjiti efikasnost biljke u translokaciji asimilata prema zrnu. Ekstremne temperature tijekom cvatnje i nalijevanja zrna mogu dovesti do slabijeg nalijevanja zrna, što smanjuje žetveni indeks.

Pravovremena sjetva i optimalna gustoća sklopa biljaka omogućuju bolje uvjete za razvoj klipa i zrna. Kontrola štetočina i bolesti osigurava zdravlje biljaka i povećava udio zrna u ukupnoj biomasi. Žetveni indeks je važan alat u poljoprivredi i oplemenjivanju kukuruza, jer pomaže procijeniti učinkovitost sorte i prilagoditi uzgojne prakse. Visok ŽI ukazuje na veću ekonomsku isplativost proizvodnje, dok nizak indeks sugerira da je značajan dio resursa potrošen na vegetativnu masu, a ne na prinos zrna. Balansiranje ukupne biomase i žetvenog indeksa ključno je za održivu i profitabilnu proizvodnju.

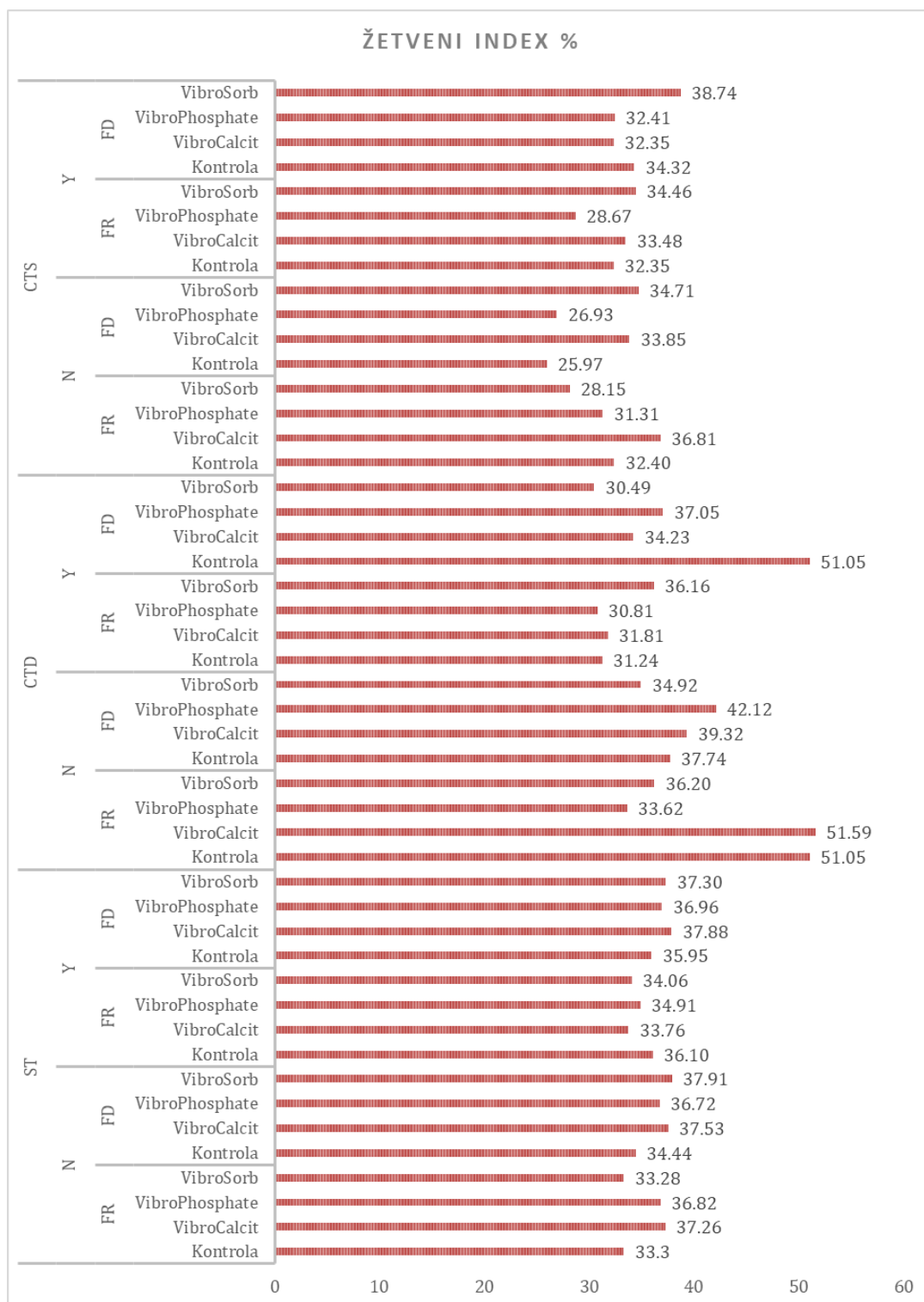
Prosječan žetveni indeks 35,43 % uz  $Sd=5,221$  i  $Cv=14,74$  %. Najveći žetveni indeks imao je kukuruz na CTD-N-FR-VibroCalcit (51,59 %), a najmanji na CTS-N-FD-Kontroli (25,97 %). Sve vrijednosti žetvenog indeksa prikazane su u grafikonu 38.

### **SPAD**

SPAD vrijednosti kukuruza predstavljaju pokazatelj relativnog sadržaja klorofila u listovima biljke, što je usko povezano s njenim fotosintetskim kapacitetom i nutritivnim statusom, posebno razinom dušika. SPAD (Soil Plant Analysis Development) uređaj koristi se za brzo i neinvazivno mjerenje indeksa zelenila boje listova, čime se procjenjuje zdravlje i produktivnost biljke.

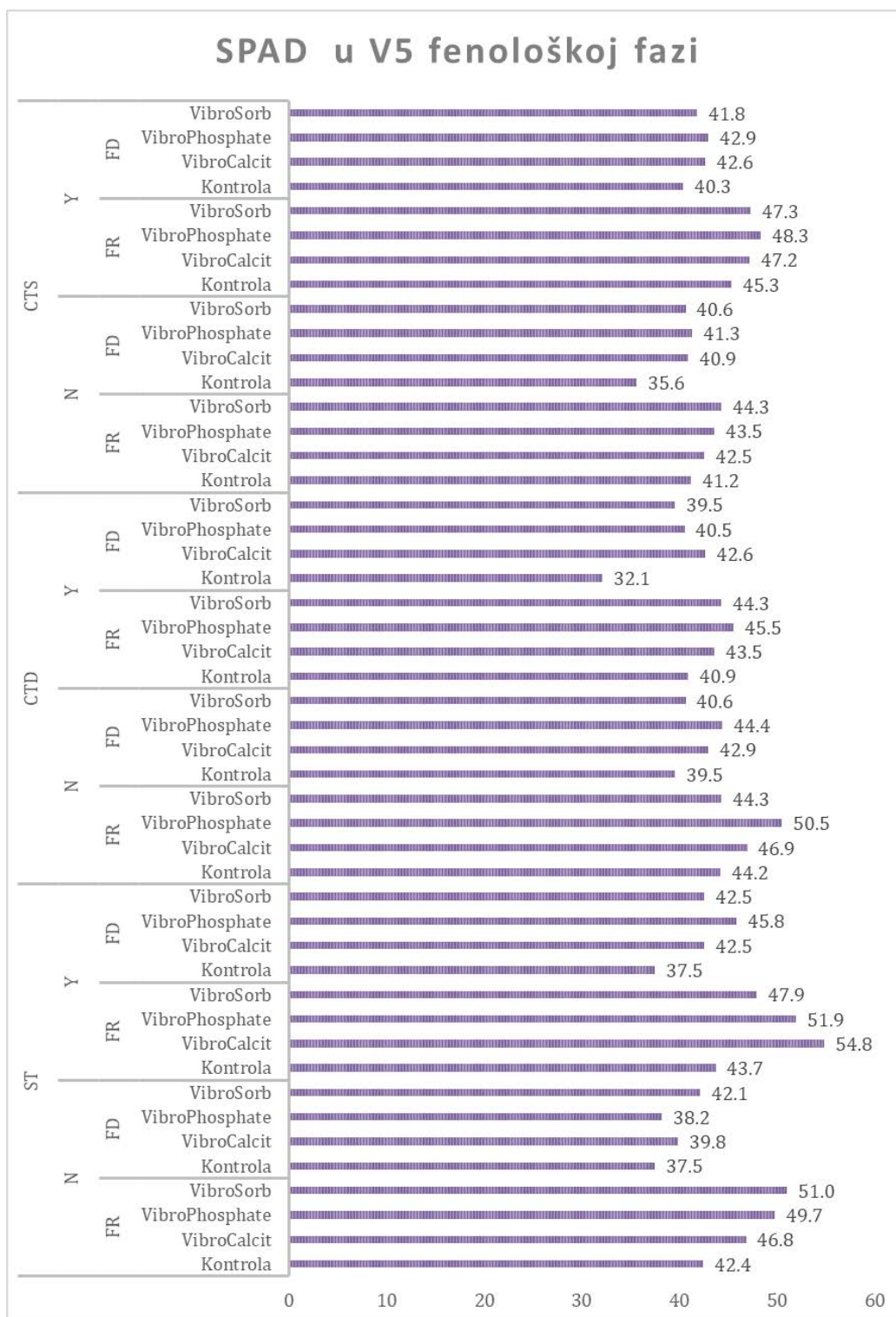
SPAD vrijednosti omogućuju poljoprivrednicima i istraživačima procjenu dostupnosti dušika, jer niže vrijednosti često ukazuju na nedostatak ovog ključnog hraniva. Optimalne SPAD vrijednosti za kukuruz variraju, ali se obično kreću između 30 i 55, ovisno o fazi rasta i uvjetima uzgoja. Više SPAD vrijednosti ukazuju na veći sadržaj klorofila, što je ključ za učinkovitu fotosintezu i proizvodnju biomase. Time se osigurava energija potrebna za rast biljke i formiranje zrna. Smanjene SPAD vrijednosti mogu ukazivati na stresne uvjete, poput suše, nedostatka hraniva, oštećenja štetočinama ili bolesti.

Ovo čini SPAD mjerenja korisnim alatom za ranu dijagnozu problema u uzgoju. SPAD očitavanja pomažu optimizirati primjenu dušičnih gnojiva, smanjujući prekomjernu upotrebu i troškove, a istovremeno povećavajući prinos. Redovitim mjerenjem tijekom vegetacije moguće je pratiti utjecaj agrotehničkih mjera i okolišnih uvjeta na biljku.

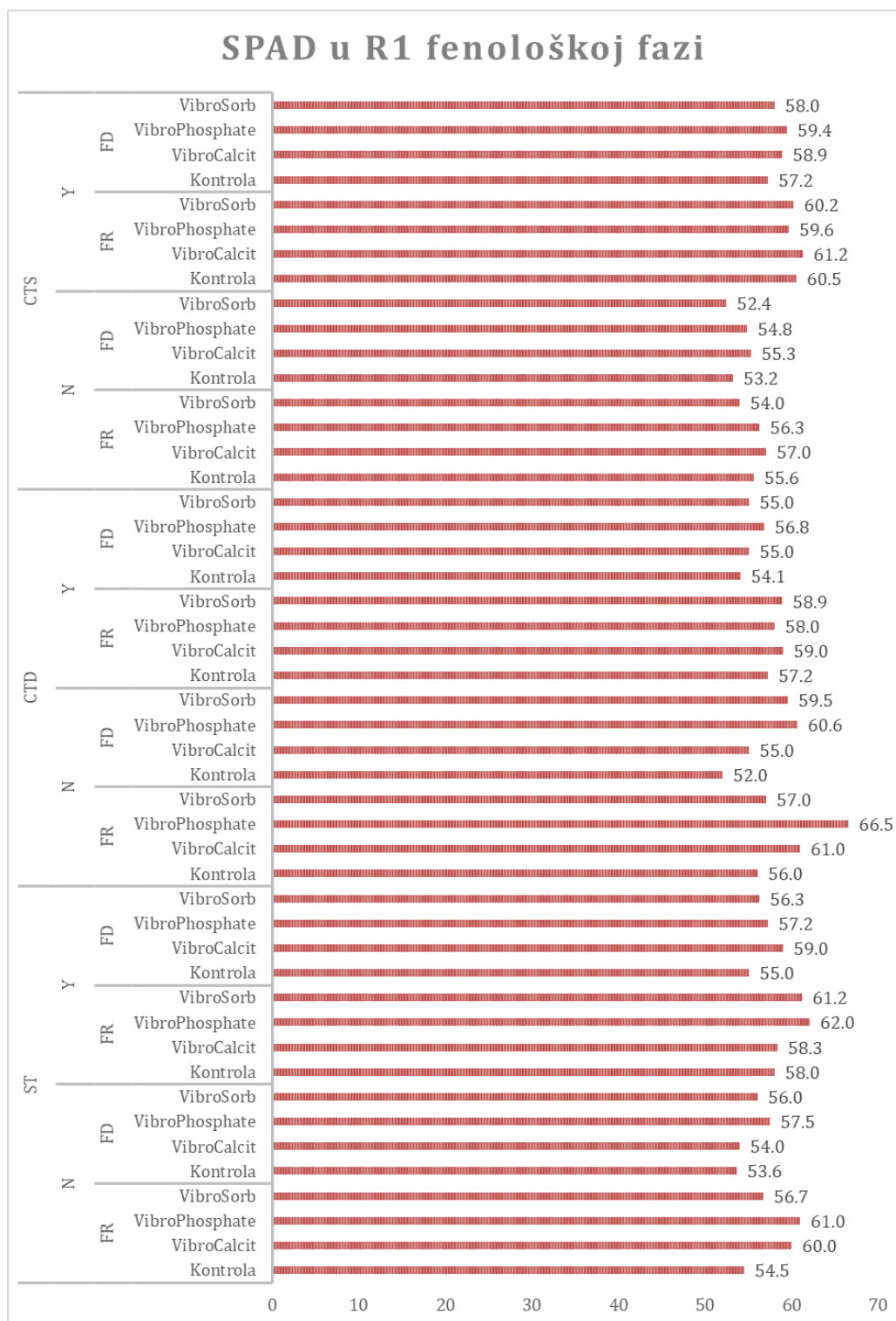


Grafikon 38. Žetveni indeks kukuruza (%)

Generalno, SPAD vrijednosti su brz, precizan i pouzdan pokazatelj klorofila i nutritivnog statusa kukuruza. Njihova pravilna interpretacija omogućuje poboljšanje prinosa, efikasnije upravljanje resursima i provođenje održive poljoprivredne prakse.



Grafikon 39. SPAD vrijednosti izmjerene u fenološkoj fazi V5 (rani porast kukuruza s 5 vidljivih lisnih rukavaca)



Grafikon 40. SPAD vrijednosti izmjerene u fenološkoj fazi R1 (faza svilanja)

Prosječna SPAD vrijednost u vegetativnoj fazi (V 5) iznosila je 43,37 uz koeficijent varijacije 9,86 % i standardnu devijaciju 4,276. Najveće SPAD vrijednosti izmjerene klorofil metrom izmjerene su u listu kukuruza na ST-Y-FR-VibroCalcit (54,80), a najmanje na CTD-Y-FD-Kontroli (32,10).

U fazi svilanja, prosječna SPAD vrijednost iznosila je 57,41, uz  $Sd=2,888$  i  $Cv=5,03$  %. Maksimalna vrijednost očitana je na CTD-N-FR-VibroPhosphate (66,5), a najmanja na CTD-N-FD-Kontroli (52,0).

### **LAI (indeks lisne površine)**

Indeks lisne površine (LAI – Leaf Area Index) je agronomski parametar koji označava omjer ukupne površine lišća kukuruza i površine tla koju biljke pokrivaju. Izražava se kao  $m^2/m^2$ , a njegov optimalan raspon za kukuruz (u generativnoj fenološkoj fazi razvoja) najčešće se kreće između 3 i 6, ovisno o hibridu, gustoći sklopa i uvjetima uzgoja. LAI je ključan pokazatelj fotosintetske aktivnosti biljke i njezine sposobnosti iskorištavanja sunčeve energije, vode i hraniva.

LAI direktno utječe na količinu sunčeve energije koju biljka apsorbira. Optimalan indeks lisne površine omogućuje maksimalnu fotosintetsku učinkovitost. Ako je LAI prenizak, biljka ne može apsorbirati dovoljno svjetlosti za proizvodnju asimilata potrebnih za rast i razvoj. S druge strane, previsok LAI može izazvati zasjenjenje donjih listova, smanjenje njihove fotosintetske aktivnosti i povećanje respiracije, što smanjuje efikasnost biljke.

Postizanje optimalnog LAI-a ključno je za visoke prinose. Viši indeks lisne površine povezan je s boljim nalijevanjem zrna, većom ukupnom biomasom i kvalitetnijim zrnom. Međutim, preveliki LAI može rezultirati povećanim gubitkom vode i smanjenjem efikasnosti korištenja resursa.

LAI omogućuje poljoprivrednicima praćenje efikasnosti upotrebe vode, hranjiva i svjetlosti. Na temelju LAI vrijednosti mogu se optimizirati agrotehničke mjere poput gustoće sjetve, navodnjavanja i gnojidbe kako bi se smanjili troškovi proizvodnje i povećala održivost.

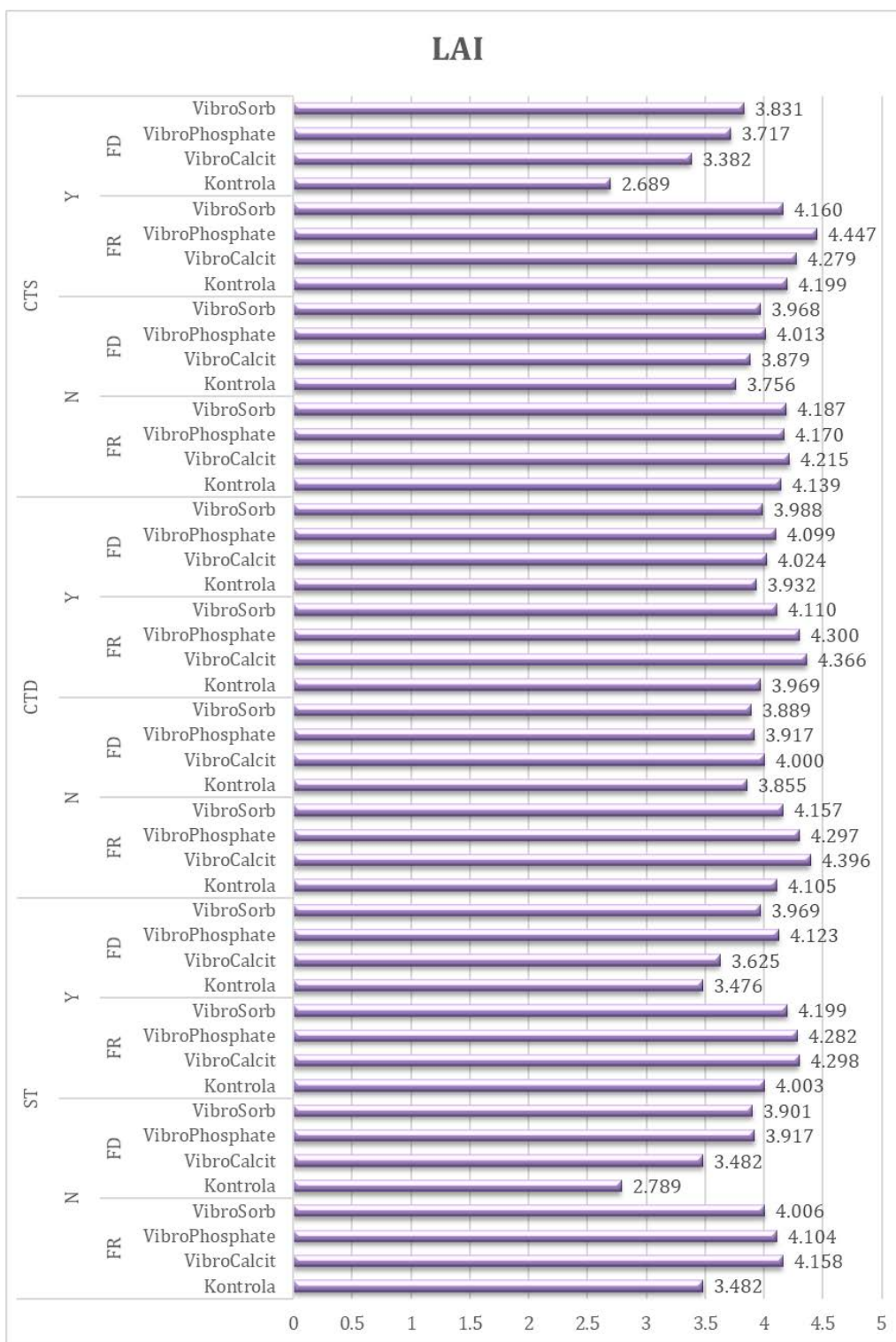
Različiti hibridi kukuruza imaju specifične obrasce rasta listova. Sorte s uspravnim lišćem često postižu viši LAI jer omogućuju bolji raspored svjetlosti unutar sklopa. Gustoća sklopa značajno utječe na LAI. Prevelika gustoća može uzrokovati kompeticiju među biljkama za resurse, dok preniska gustoća smanjuje ukupnu lisnu površinu po jedinici tla. Optimalna gustoća omogućuje ravnotežu između površine lišća i dostupnih resursa.

Nedostatak vode, hraniva ili pojava stresa zbog visokih temperatura ili napada bolesti mogu smanjiti razvoj lišća i smanjiti LAI. Održavanje zdravlja biljaka ključno je za postizanje optimalnih vrijednosti. Pravovremena sjetva, odgovarajuća gnojidba i zaštita biljaka osiguravaju pravilan razvoj listova. Kontrola korova sprječava kompeticiju za resurse, čime se podržava rast lišća i održava optimalan LAI. Praćenje LAI-a pomaže u optimizaciji resursa, smanjujući ekološki otisak proizvodnje uz povećanje prinosa.

Indeks lisne površine kukuruza ključan je alat za razumijevanje interakcije između biljaka, okoliša i agrotehničkih mjera. Njegovo praćenje omogućuje optimizaciju uzgoja, povećanje prinosa i održivo korištenje resursa, čineći ga nezaobilaznim pokazateljem u modernoj poljoprivredi.

Prosječan indeks lisne površine iznosio je 3,96 uz  $Sd=0,356$  i  $Cv=8,98$  %. Najveći LAI imao je kukuruz na CTS-Y-FR-VibroPhosphate (4,447), a najmanji na CTS-Y-FD-Kontroli (2,689).

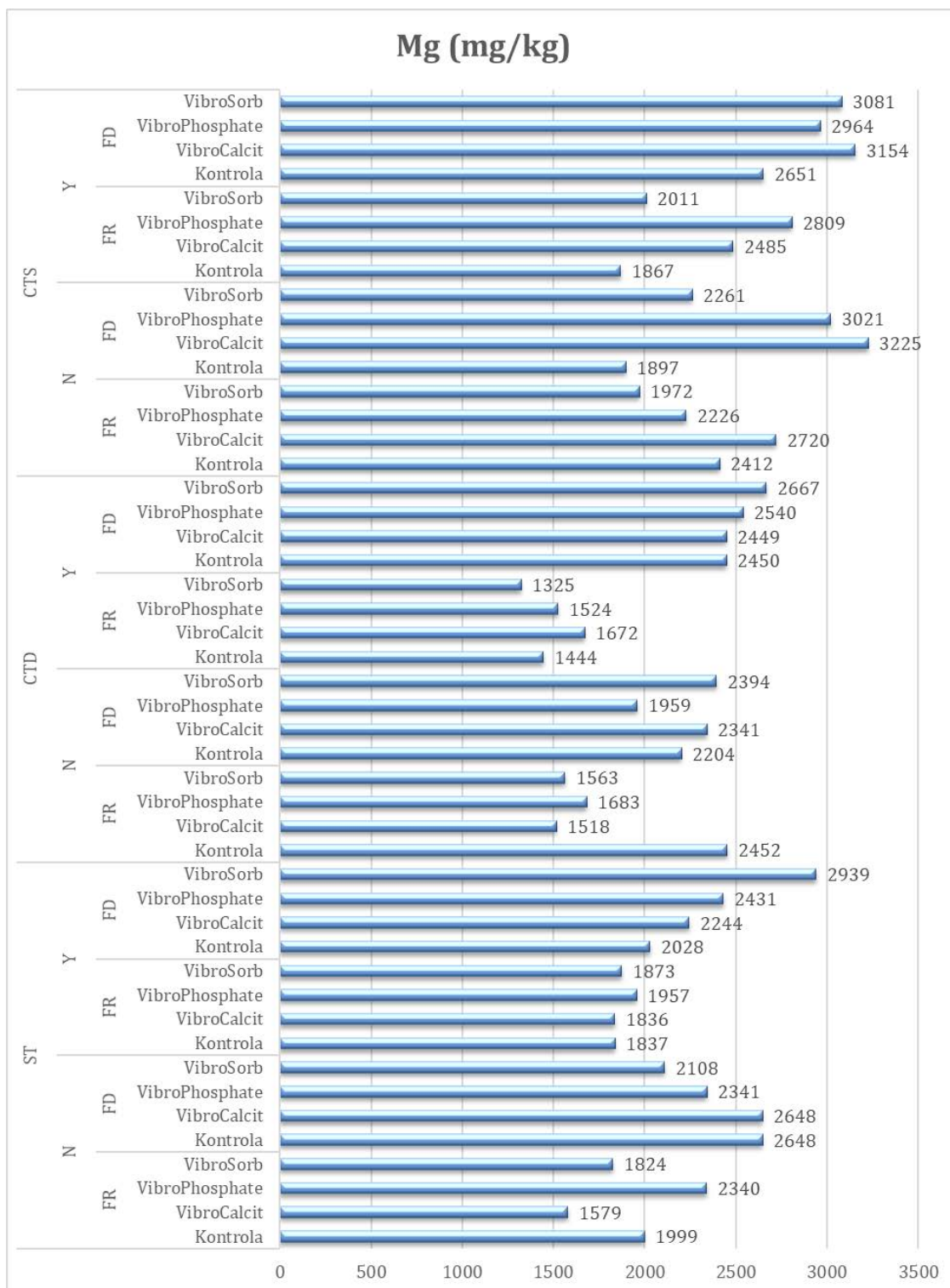




Grafikon 41. Indeks lisne površine kukuruza u fazi svilanja (R1 fenološka faza)

### Magnezij

Magnezij pripada skupini zemnoalkalijskih metala. Magnezij je esencijalan za biljke te zbog količine koju biljke usvajaju kako bi obavio svoju fiziološku ulogu, on pripada makroelementima. Magnezij je ključan mineral za zdravlje biljaka i ljudi, a njegova prisutnost u listovima kukuruza igra značajnu ulogu u procesu rasta i razvoja ove kulture.



Grafikon 42. Koncentracija magnezija u listu kukuruza u stadiju svilanja

Ovaj element je centralni dio molekule klorofila, što znači da je neophodan za fotosintezu, proces u kojem biljke pretvaraju sunčevu energiju u glukozu. Bez dovoljno magnezija, listovi kukuruza mogu postati žućkasti, posebno između lisnih žila, dok ostali dijelovi lista ostaju zeleni. Ova pojava, poznata kao međužilna kloroza, jedan je od prvih znakova njegovog nedostatka, a pojavljuje se na starijim listovima kao posljedica razgradnje klorofila čiji je magnezij sastavni dio.

Osim što podržava fotosintezu, magnezij sudjeluje u aktivaciji enzima koji su ključni za sintezu proteina, prijenos energije i metabolizam ugljikohidrata. Njegova ravnoteža u tlu izravno utječe na kvalitetu i prinos kukuruza. Ukoliko je prisutan u nedovoljnoj količini, biljke postaju slabije, manje otporne na stresne uvjete poput suše, te su podložnije bolestima.

Prosječna koncentracija magnezija u listu kukuruza iznosila je 2241,10 mg/kg (0,2241 %) uz  $S_d=486,096$  i  $C_v=21,69$  %. Najveću koncentraciju magnezija imao je kukuruz na CST-N-FD-VibroCalcit (3225 mg/kg), a najmanju na tretmanu CTD-Y-FR-VibroSorb (1325 mg/kg).

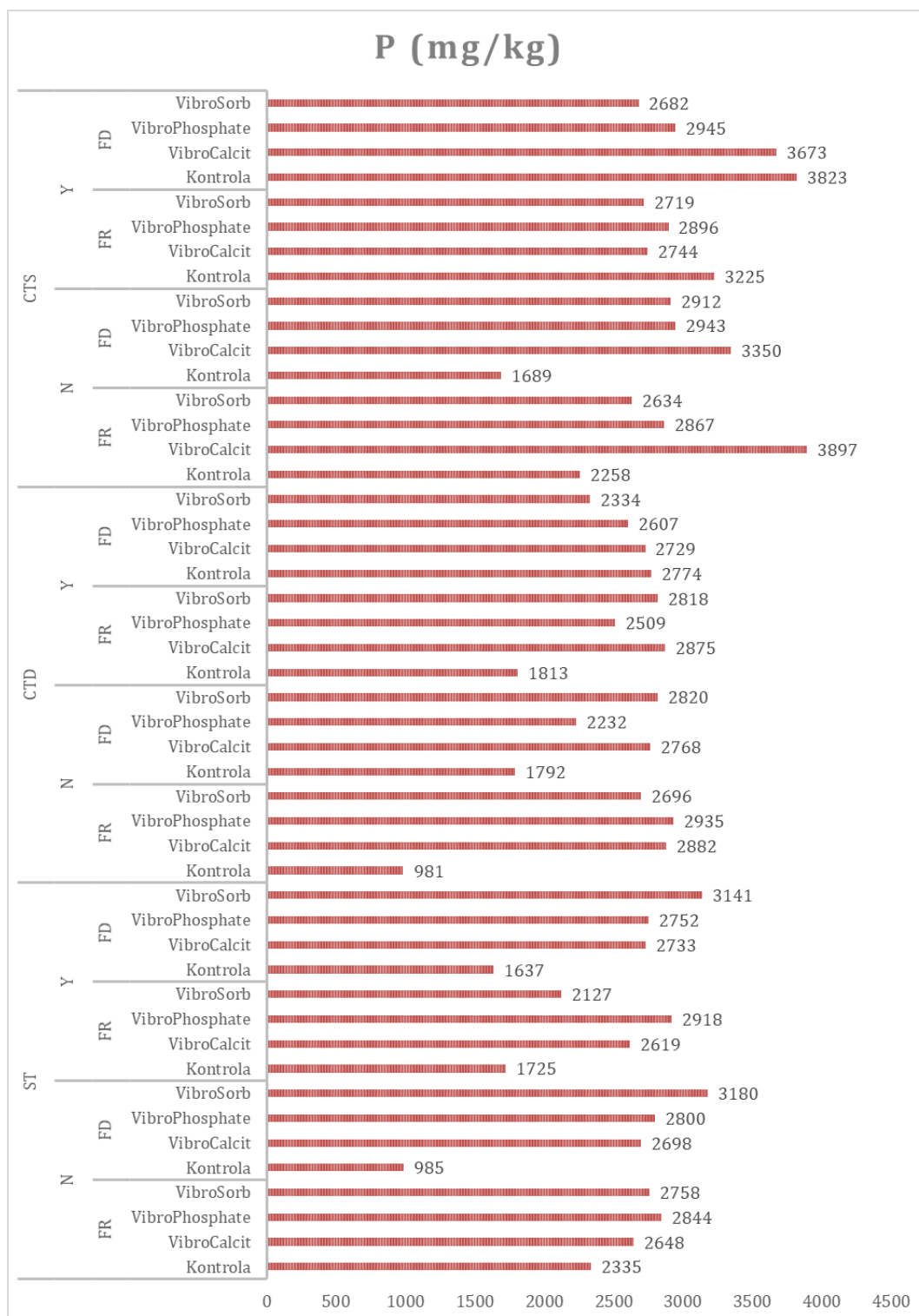
### **Fosfor**

Fosfor je jedan od neophodnih elemenata za rast i razvoj kukuruza, posebno u njegovim listovima, gdje igra ključnu ulogu u procesima koji podržavaju energiju, metabolizam i rast biljke. Ovaj mineral je esencijalan za fotosintezu, disanje i sintezu DNK, što ga čini nezamjenjivim za pravilan razvoj kukuruza. Fosfor se u biljkama nalazi u obliku fosfata i sudjeluje u prijenosu energije unutar stanica, osiguravajući učinkovito djelovanje ATP-a, molekule koja pokreće većinu biokemijskih procesa. Listovi kukuruza služe kao primarno mjesto za fotosintezu, a fosfor osigurava da ovaj proces teče optimalno. Kada biljka ima adekvatan unos fosfora, fotosinteza je učinkovitija, a time se stvara više šećera i drugih organskih spojeva potrebnih za rast i razvoj. Nedostatak fosfora u listovima kukuruza može izazvati različite probleme, uključujući usporen rast i slabiji metabolizam. Listovi postaju tamnozeleni s crvenkastim do purpurnim tonovima, što ukazuje na poremećaje u prijenosu energije i u metabolizmu ugljikohidrata.

U ranim fazama rasta kukuruza, fosfor je posebno važan za razvoj korijena i početni rast listova. Iako se fosfor često prvo akumulira u korijenu, njegov nedostatak brzo postaje vidljiv na listovima. Zdravi listovi s dovoljno fosfora doprinose razvoju biljke, osiguravajući bolje usvajanje svjetlosti i stvaranje hranjivih tvari. Ako fosfor nije dostupan u dovoljnoj količini, biljka troši energiju kako bi mobilizirala rezerve iz drugih dijelova, što može negativno utjecati na rast i prinos.

Tlo bogato fosforom ključno je za uspješan uzgoj kukuruza. Međutim, fosfor je često slabo pokretan u tlu, što znači da biljke teško dolaze do ovog elementa ako nije ravnomjerno raspoređen. Biljke koje imaju optimalne razine fosfora u listovima pokazuju bolju otpornost na stresne uvjete poput suše ili niskih temperatura, jer ovaj element također podržava procese obnove stanica.

Uloga fosfora u listovima kukuruza ne završava samo na razini energije i fotosinteze. Njegovo prisustvo doprinosi i pravilnom sazrijevanju biljke, osiguravajući da kukuruz dostigne svoj puni genetski potencijal. Na kraju vegetacije, listovi sa zdravim sadržajem fosfora podržavaju puni razvoj klipova, osiguravajući visoku kvalitetu i količinu prinosa.

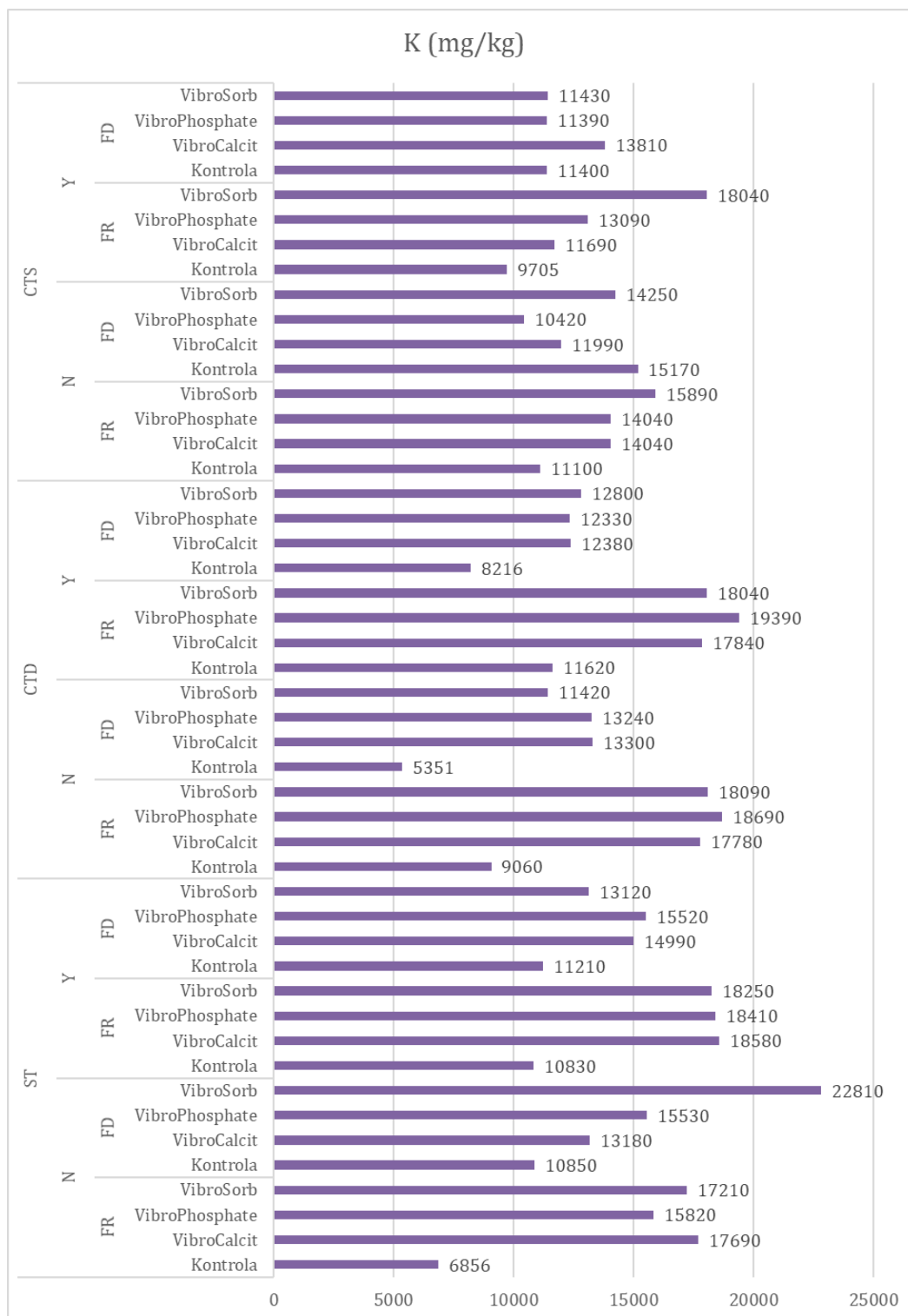


Grafikon 43. Koncentracija fosfora u listu kukuruza u stadiju sviljanja

Prosječna koncentracija fosfora u listu kukuruza iznosila je 2640 mg/kg (0,2640 %) uz koeficijent varijacije 22,61 % i  $S_d=596,875$ . Najviše fosfora izmjereno je u listu kukuruza na CTS-N-FR-VibroCalcit (3897 mg/kg), a najmanja na CTD-N-FR-Kontrola (981 mg/kg).

### Kalij

Kalij je esencijalni makroelement za rast i razvoj kukuruza, a njegova uloga u biljci proteže se kroz gotovo sve fiziološke procese. U kukuruзу, kalij posebno doprinosi zdravlju i funkcionalnosti listova, osiguravajući optimalan metabolizam, regulaciju vode i otpornost na stresne uvjete.



Grafikon 44. Koncentracija kalija u listu kukuruza u stadiju svljanja



Iako nije sastavni dio organskih molekula poput proteina ili klorofila, kalij je vitalan za regulaciju enzima, transport hranjivih tvari i održavanje osmotske ravnoteže unutar stanica.

Jedna od ključnih uloga kalija u listovima kukuruza je podrška fotosintezi. Kalij sudjeluje u otvaranju i zatvaranju puči, mikroskopskih otvora na površini lista, koji kontroliraju izmjenu plinova i gubitak vode. Kada biljka ima dovoljno kalija, puči učinkovito reguliraju protok CO<sub>2</sub>, što povećava učinkovitost fotosinteze i sintezu šećera. S druge strane, nedostatak kalija može uzrokovati smanjenje fotosinteze, što negativno utječe na rast biljke i razvoj klipova.

Kalij također pomaže u transportu proizvoda fotosinteze iz listova prema drugim dijelovima biljke, poput korijena i klipa. Ovaj transport osigurava pravilnu distribuciju energije i hranjivih tvari potrebnih za rast i razvoj. Bez dovoljne količine kalija, šećeri i drugi metaboliti mogu se nakupljati u listovima, ometajući normalan metabolizam i smanjujući prinos kukuruza. Osim toga, kalij poboljšava sposobnost biljke da skladišti ugljikohidrate, što je ključno za formiranje zdravih zrna.

U uvjetima stresa, poput suše, visokih temperatura ili napada patogena, kalij ima zaštitnu ulogu. Pomaže biljkama u održavanju turgora stanica, što omogućuje listovima da ostanu čvrsti i funkcionalni čak i kada je dostupnost vode ograničena. Ova sposobnost očuvanja vode u listovima omogućava kukuruzu da nastavi s fotosintezom i rastom čak i u nepovoljnim uvjetima. Uz to, kalij jača stanične stijenke, povećavajući otpornost biljke na bolesti i mehanička oštećenja.

Vizualni znakovi nedostatka kalija u listovima kukuruza uključuju rubnu nekrozu (žućkaste ili smeđe rubove listova), koja se s vremenom može proširiti prema unutrašnjosti. Ovi simptomi, poznati kao "rubna palež", rezultat su poremećaja u transportu vode i hranjivih tvari te slabije otpornosti na stres. Da bi se izbjegli ovi problemi, pravilna gnojidba kalijem ključna je za očuvanje zdravlja listova i postizanje visokih prinosa.

Prosječna koncentracija kalija u listu kukuruza iznosila je 13 913,71 mg/kg (1,39 %) uz Sd=3591,672 i Cv=25,81 %. Najviše kalija (22 810 mg/kg) izmjereno je u lišću kukuruza na ST-N-FD-VibroSorb, a najmanje na CTD-N-FD-Kontrola (5351 mg/kg).

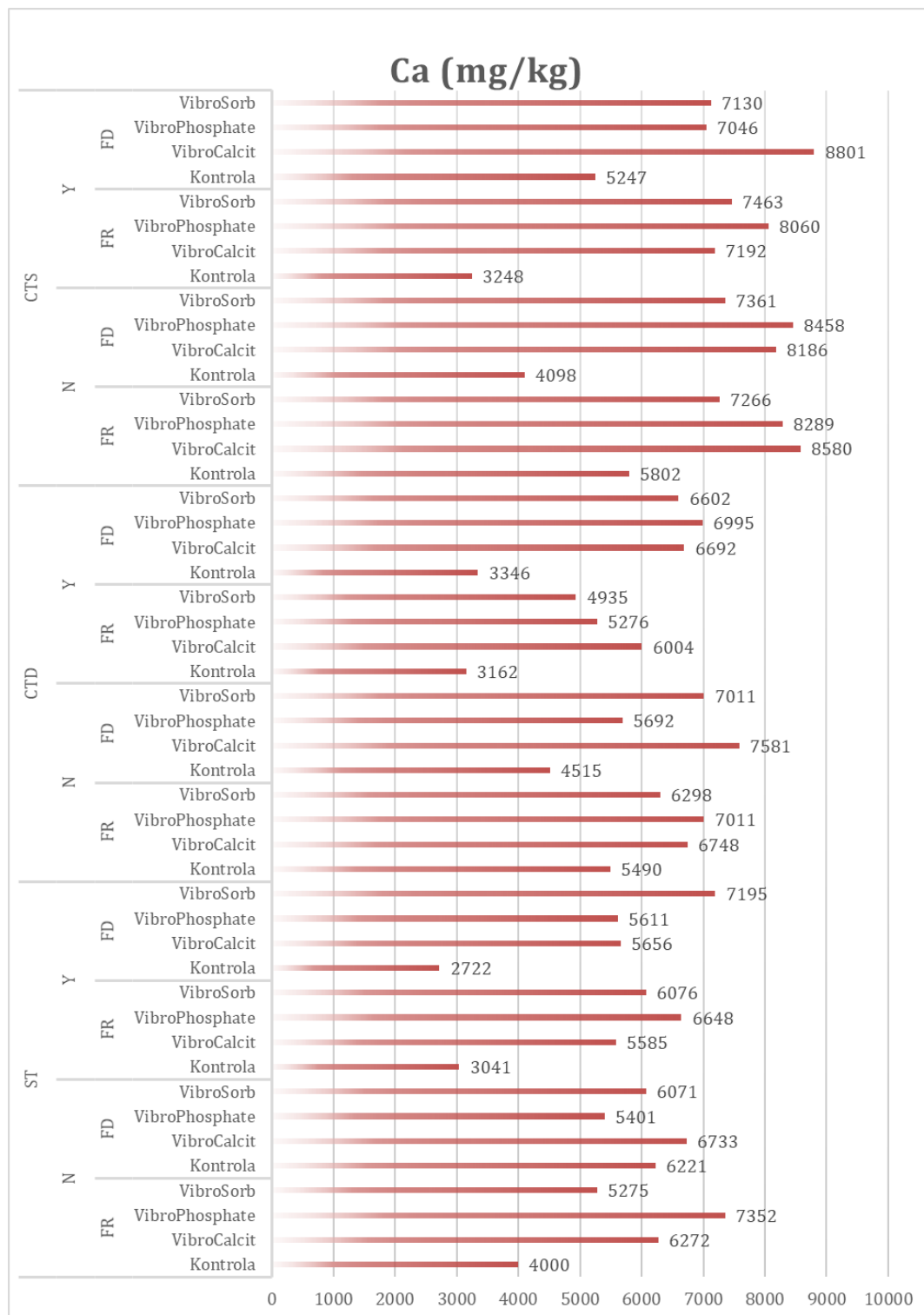
### **Kalcij**

Kalcij je esencijalni mineral za kukuruz, iako se često manje spominje u odnosu na fosfor, kalij i dušik. Njegova uloga u biljci je raznolika i nezamjenjiva, posebno kada se radi o zdravlju i funkcionalnosti listova, korijena i mladih tkiva.

Kalcij nije samo građevinski element staničnih stijenki, već ima ključnu ulogu u regulaciji staničnih funkcija i signalizaciji, što ga čini vitalnim za rast i otpornost biljke na stresne uvjete. Jedna od najvažnijih funkcija kalcija u kukuruzu je održavanje integriteta i stabilnosti staničnih stijenki. Kalcij povezuje pektinske molekule u staničnim stijenkama, što osigurava čvrstoću i elastičnost biljnog tkiva. Zdravi listovi omogućuju optimalan unos svjetlosti i razmjenu plinova, što doprinosi većoj učinkovitosti fotosinteze.

Osim strukturalne uloge, kalcij ima ključnu ulogu u signalizaciji unutar biljnih stanica. Kada biljka doživi stres, poput suše, ekstremnih temperatura ili napada patogena, kalcij djeluje kao sekundarni glasnik koji prenosi informacije kroz stanice. Ova signalizacija pomaže biljci da brzo reagira na stres, aktivira

obrambene mehanizme i prilagodi se nepovoljnim uvjetima. U listovima kukuruza, to može značiti poboljšanu otpornost na sušu ili bolju sposobnost zacjeljivanja tkiva nakon oštećenja.



Grafikon 45. Koncentracija kalcija u listu kukuruza u stadiju svilanja

Kalcij je također ključan za normalan rast i razvoj mladih listova i meristemskih tkiva. U ovim dijelovima biljke, stanice se brzo dijele i rastu, što zahtijeva stalnu opskrbu kalcijem. Bez dovoljno kalcija, dolazi do deformacija listova, zaustavljanja rasta i povećane osjetljivosti na bolesti. Simptomi nedostatka kalcija u kukuruзу često uključuju nekrozu vrhova mladih listova, što ukazuje na odumiranje tkiva zbog nedostatka ovog esencijalnog elementa.

Važno je napomenuti da se kalcij u tlu slabo kreće, pa biljke ovise o stalnom unosu putem korijena. Tlo s niskim sadržajem kalcija ili lošom strukturom može ograničiti njegovu dostupnost, što negativno utječe na zdravlje kukuruza. Primjena kalcizacije može značajno poboljšati dostupnost ovog minerala i omogućiti pravilnu ishranjenost biljaka. Osim na strukturu i rast, kalcij pozitivno utječe i na otpornost kukuruza na bolesti. Stanične stijenke bogate kalcijem postaju manje propusne za patogene, čime se smanjuje rizik od infekcija. Ova zaštitna funkcija posebno je važna u uvjetima visokog stresa, kada biljka treba dodatnu podršku kako bi očuvala zdravlje i produktivnost.

U konačnici, kalcij je temeljni element za zdravlje i vitalnost kukuruza. Njegova uloga u strukturi, signalizaciji i otpornosti biljke čini ga nezamjenjivim za postizanje visokog i kvalitetnog prinosa. Održavanje odgovarajuće razine kalcija u tlu ključ je uspješnog uzgoja ove važne kulture. Prosječna koncentracija kalcija, izmjerena u listu kukuruza, iznosila je 6155,08 mg/kg (0,616 %) uz standardnu devijaciju 2722 i koeficijent varijacije 24,89 %. Najveća koncentracija kalcija (8801,00 mg/kg) izmjerena je na CTD-Y-FD-VibroCalcit (8801 mg/kg), dok je najmanju koncentraciju kalcija imao kukuruz na ST-Y-FD-Kontrola (2722 mg/kg).

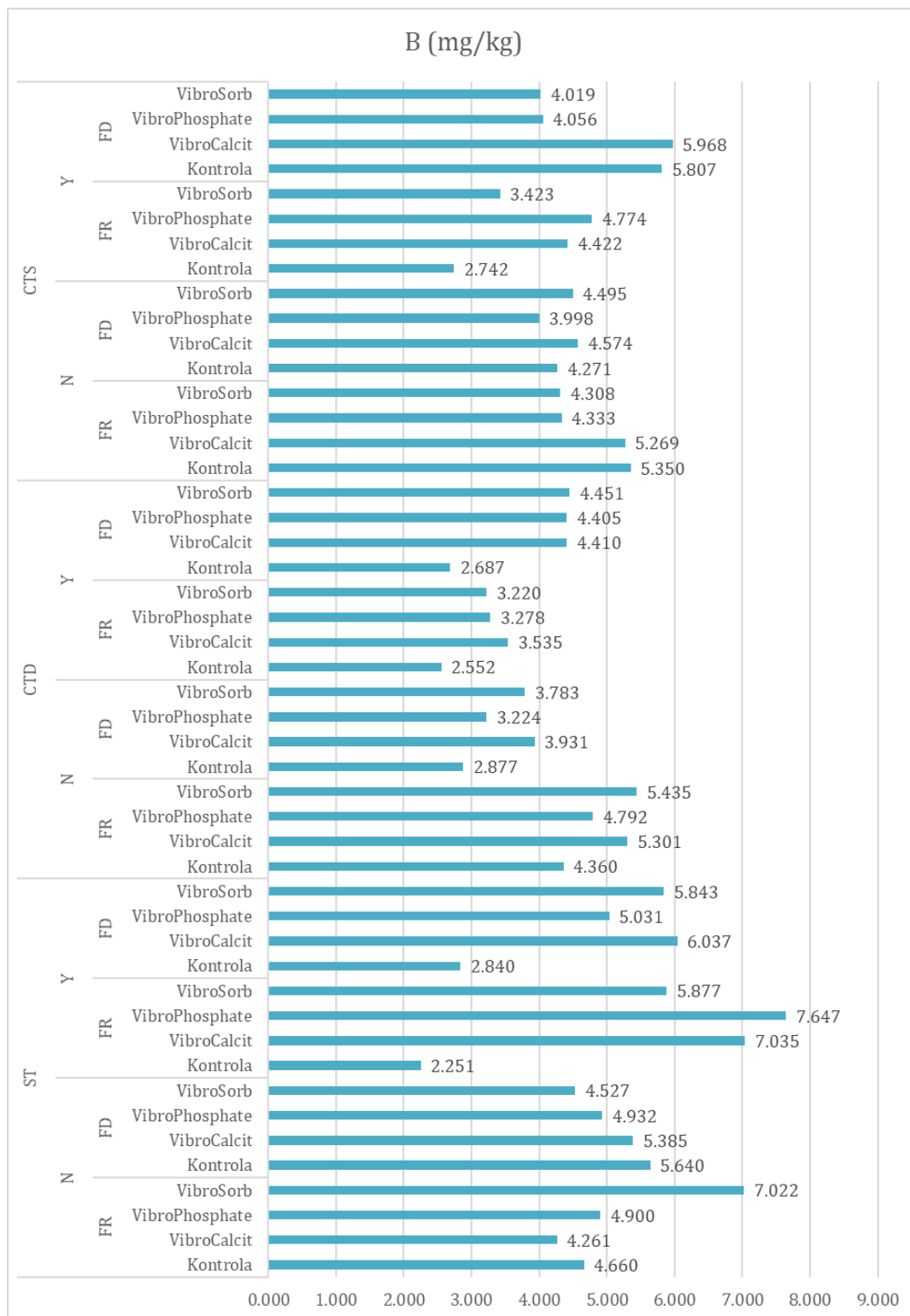
### **Mikroelementi**

Mikroelementi su neophodni za optimalan rast i razvoj kukuruza, iako su potrebni u manjim količinama u odnosu na makroelemente. Ovi esencijalni elementi uključuju željezo, cink, bakar, mangan, bor, nikal, molibden i klor. Svaki od njih ima specifičnu funkciju u fiziološkim i biokemijskim procesima, a njihov nedostatak može značajno narušiti zdravlje biljke i smanjiti prinos.

Željezo je ključan mikroelement za fotosintezu, jer sudjeluje u sintezi klorofila i procesima prijenosa elektrona u kloroplastima. Nedostatak željeza obično se očituje u obliku interkostalne kloroze na mlađim listovima, što smanjuje sposobnost biljke da proizvodi energiju potrebnu za rast. Cink igra važnu ulogu u sintezi hormona rasta poput auksina te sudjeluje u stabilizaciji strukture enzima. Njegov nedostatak može uzrokovati zakržljali rast biljaka i deformaciju listova. Bakar je potreban za sintezu lignina, što jača stanične stijenke i povećava otpornost biljke na patogene. Listovi biljaka s nedostatkom bakra postaju uvijeni, a stabljike slabije. Mangan sudjeluje u fotosintetskim reakcijama, osobito u procesu razgradnje vode tijekom fotosinteze, te u metabolizmu dušika, što utječe na zdravlje listova i cjelokupan razvoj biljke. Bor je neophodan za pravilnu podjelu stanica, razvoj cvjetova i oprašivanje. Njegov nedostatak može uzrokovati deformaciju klipova i nepravilan razvoj zrna. Molibden je ključan za metabolizam nitrata i fiksaciju dušika. Bez dovoljno molibdena, kukuruz ne može učinkovito koristiti dostupni dušik, što vodi do smanjenog rasta. Klor, iako često zanemaren, ima važnu ulogu u osmotskoj ravnoteži i regulaciji turgora stanica, što pomaže biljci u suočavanju sa sušom.

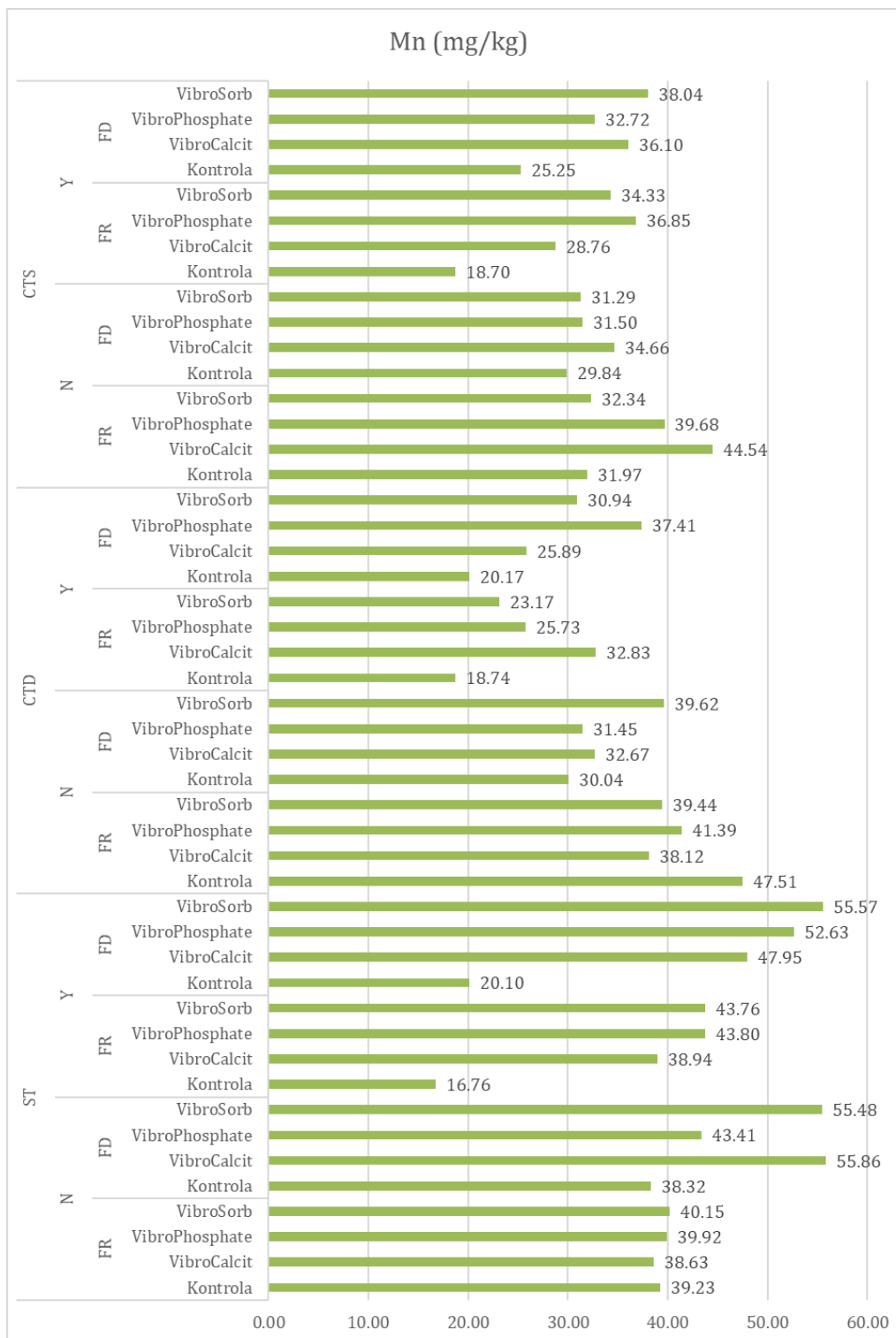
Nedostatak bilo kojeg mikroelementa može dovesti do niza problema, uključujući usporen rast, deformacije biljke, smanjenje otpornosti na bolesti i stres te niže prinose. S obzirom na to da su

mikroelementi često slabo pokretni u tlu, njihova dostupnost ovisi o pH tla, organskoj tvari i prisutnosti drugih hranjivih tvari. Pravilna analiza tla i precizna primjena gnojiva s mikroelementima ključni su za postizanje optimalnih uvjeta za rast kukuruza. Održavanje ravnoteže mikroelemenata osigurava zdravlje biljke, veće prinose i bolju otpornost na nepovoljne uvjete.



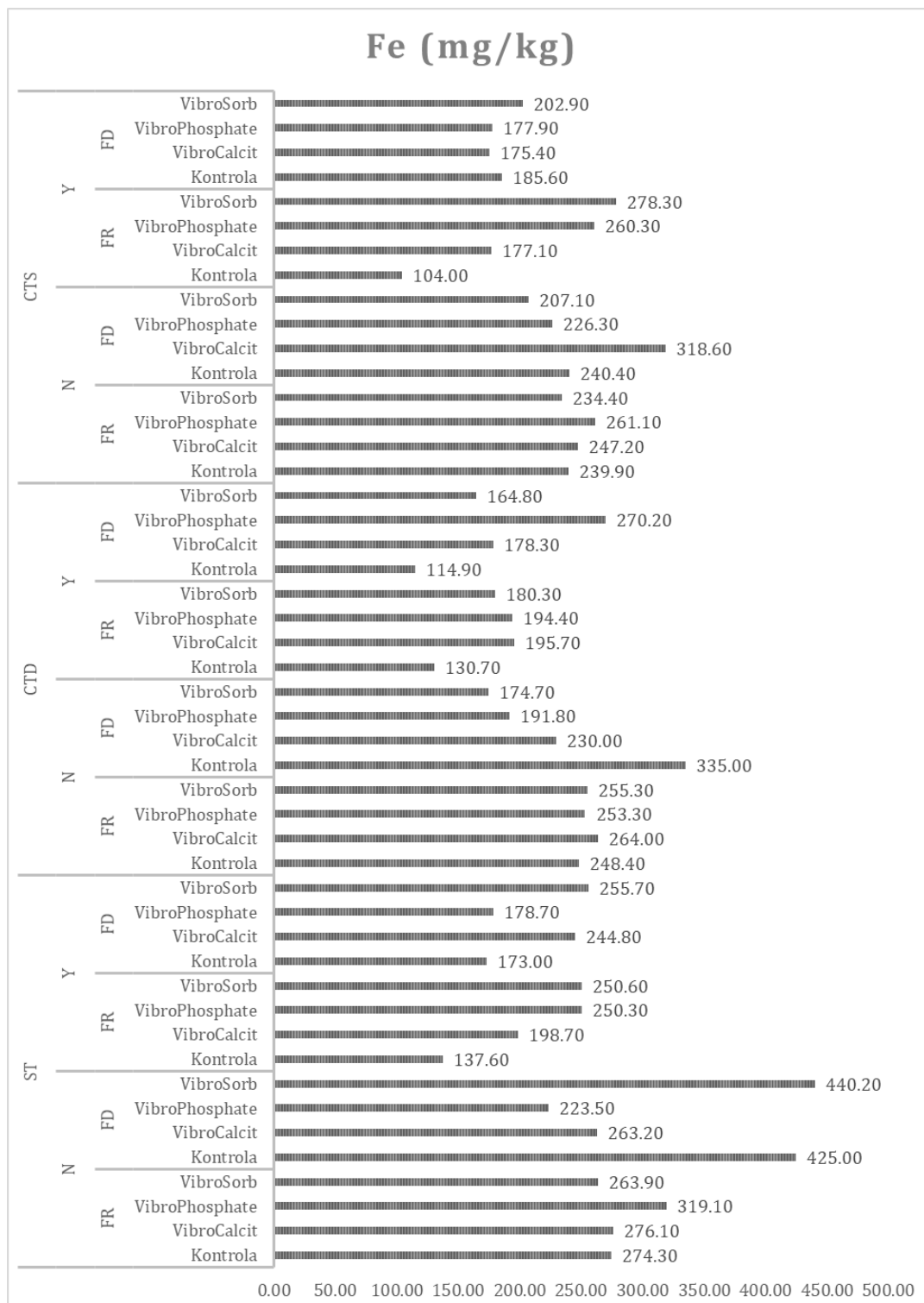
Grafikon 46. Koncentracija bora u listu kukuruza u stadiju svilanja

Pravilna gnojidba je ključna za osiguranje adekvatnih količina mikroelemenata. Analiza tla omogućuje prepoznavanje potencijalnih deficita, dok folijarna gnojidba može biti učinkovita za brzo ispravljanje nedostataka. Osiguravanje uravnotežene ishrane mikroelementima pomaže kukuruzu da postigne svoj genetski potencijal, povećava otpornost na stresne uvjete i osigurava stabilne prinose.



Grafikon 47. Koncentracija mangana u listu kukuruza u stadiju svilanja

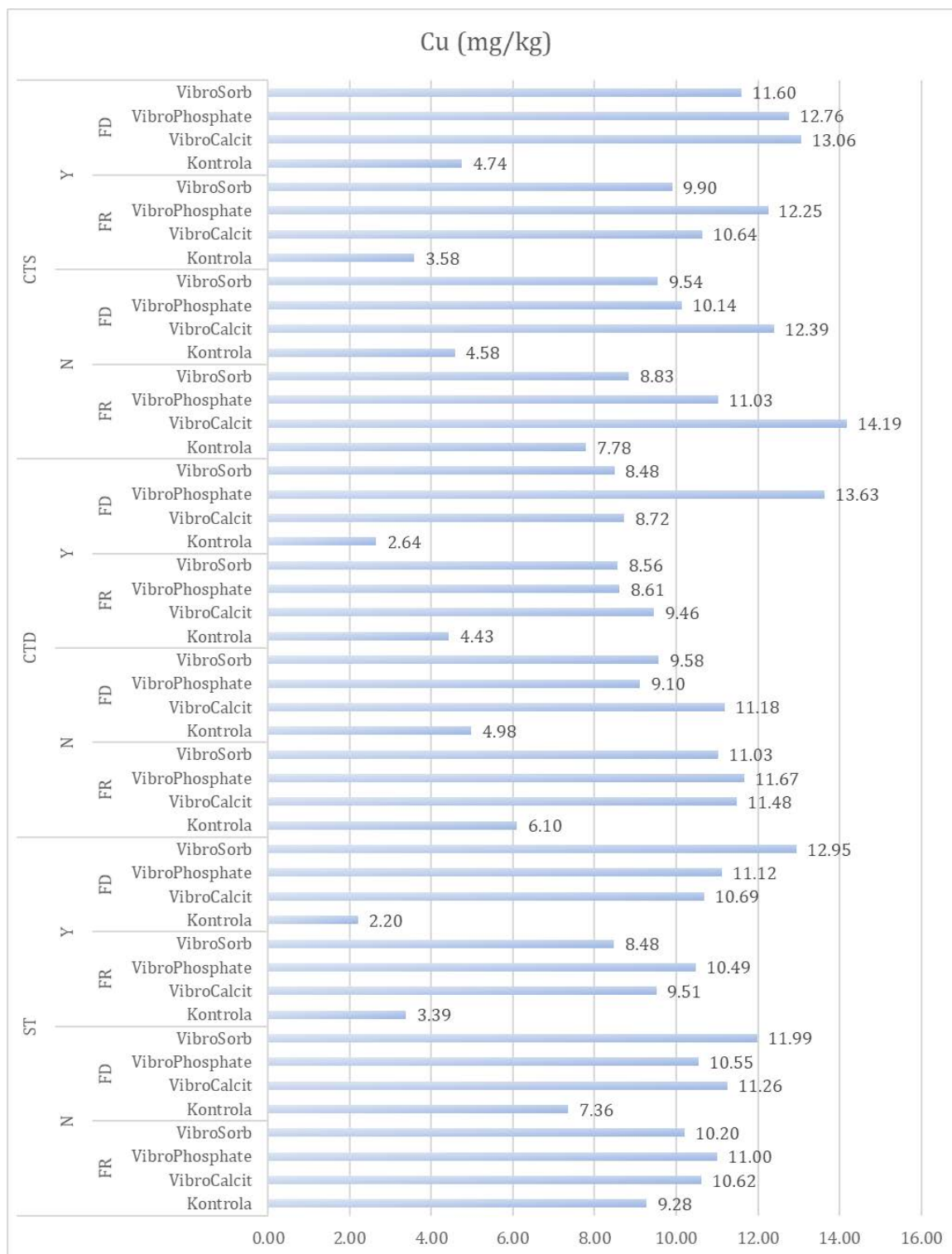
U konačnici, mikroelementi, iako potrebni u tragovima, imaju nezamjenjivu ulogu u zdravlju kukuruza. Njihova prisutnost omogućava normalan tijek ključnih metaboličkih procesa i doprinosi kvaliteti i kvantiteti usjeva. Sustavni pristup upravljanju mikroelementima osigurava održivu i profitabilnu proizvodnju kukuruza.



Grafikon 48. Koncentracija željeza u listu kukuruza u stadiju sviljanja

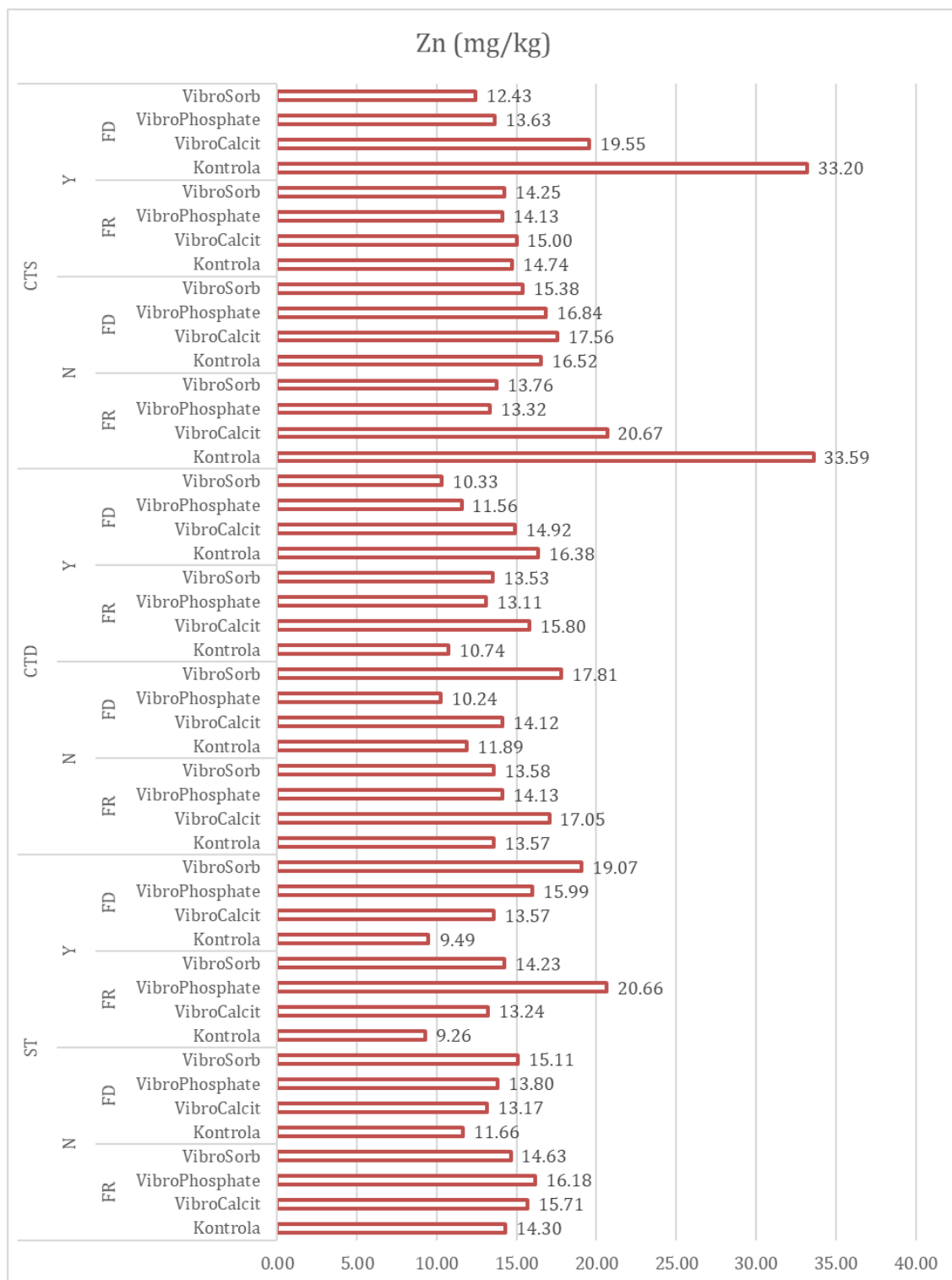


Prosječna koncentracija bora iznosila je 4,54 mg/kg uz SD=1,198 i Cv=26,39 %. Najveća koncentracija izmjerena je na ST-Y-FR-VibroPhosphate (7,647 mg/kg), a najmanja na ST-Y-FR-Kontroli (2,251 mg/kg). Prosječna koncentracija mangana iznosila je 35,67 mg/kg uz SD=9,603 i Cv=26,92 %. Najveća koncentracija izmjerena je na ST-N-FD-VibroCalcite (55,86 mg/kg), a najmanja na ST-Y-FR-Kontroli (16,76 mg/kg).



Grafikon 49. Koncentracija bakra u listu kukuruza u stadiju svilanja

Prosječna koncentracija željeza iznosila je 231,10 mg/kg uz  $S_d=80,972$  i  $C_v=31,03$ . Maksimalnu koncentraciju željeza ostvario je kukuruz na ST-N-FD-VibriSorb (440,20 mg/kg), a minimalnu na CTS-Y-FR-Kontroli (104,00 mg/kg).



Grafikon 50. Koncentracija cinka u listu kukuruza u stadiju svilanja

Prosječna koncentracija bakra iznosila je 9,33 mg/kg uz  $S_d=2,991$  i  $C_v=32,06$  %. Najveća koncentracija izmjerena je na CTS-N-FR-VibroCalcit (14,19 mg/kg), a najmanja na ST-Y-FD-Kontroli (2,20 mg/kg).

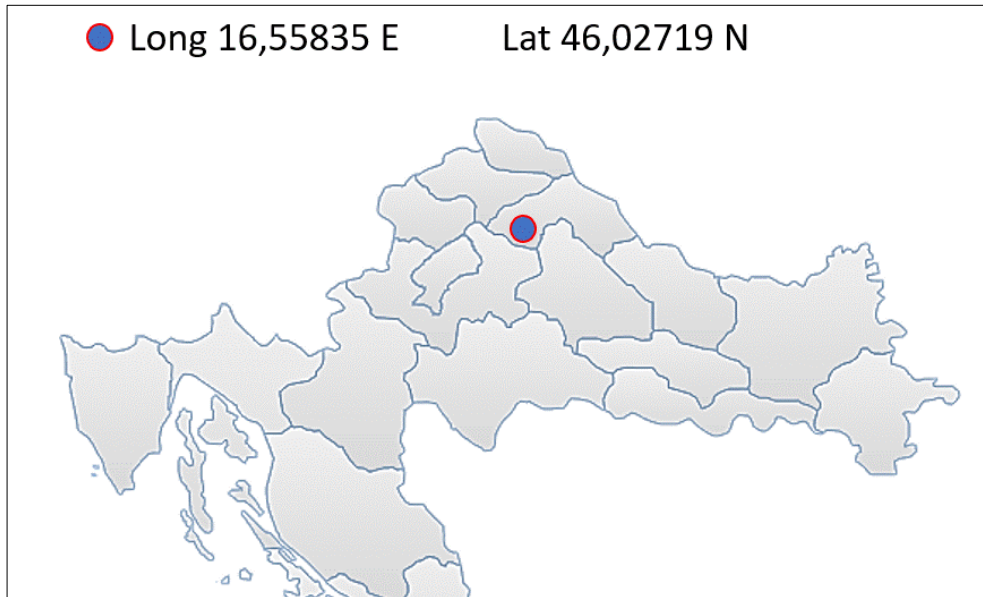
Koncentracija cinka je u prosjeku za sve tretmane, iznosila 15,28 mg/kg uz  $S_d=4,612$  i  $C_v=30,19$  %. Najveća koncentracija cinka izmjerena je u listu kukuruza na CTS-N-FR-Kontroli (33,59 mg/kg), a najmanja na ST-Y-FR-Kontroli (9,26 mg/kg).

### Zaključak

Temeljem provedenih istraživanja prema navedenoj metodici, uočava se pozitivan utjecaj primijenjenih Viridisfarm folijarnih pripravaka na istraživane pokazatelje kod kukuruza. Kao što je uobičajeno u znanstvenim i/ili stručnim istraživanjima, radi veće točnosti i sigurnije potvrde navedenih činjenica, istraživanja je nužno provesti u većem broju godina, kao i na različitim proizvodnim lokacijama. Ovo je posebno značajno istaknuti budući da o vremenskim prilikama tijekom vegetacijskog razdoblja, kao i o obilježjima agroekološkog uzgojnog područja, uvelike ovisi uspješnost provođenja istraživanja, odnosno ostvareni rezultati uvelike ovise o navedenim čimbenicima.

Također, valja još jednom istaknuti kako je ova 2024. vegetacijska godina bila iznimno zahtjevna u proizvodnji ozimih, a posebice jarih usjeva, budući da su vremenske prilike bile iznimno varijabilne. U proljeće su prvo zabilježene ispod prosječne u količini oborina i ispod prosječno niske temperature, a u kasnijem tijeku vegetacije iznad prosječne temperature i ispod prosječna količina oborina. Navedeno je značajno utjecalo na ostvarivanje visine prinosa, a ovi iznimno nepovoljni uvjeti uzgoja mogu "zamaskirati" realnu vrijednost ispitivanih tretmana.

Lokacija pokusnog polja, Križevci, 2024.



Schema pokusnog polja, Križevci, 2024.

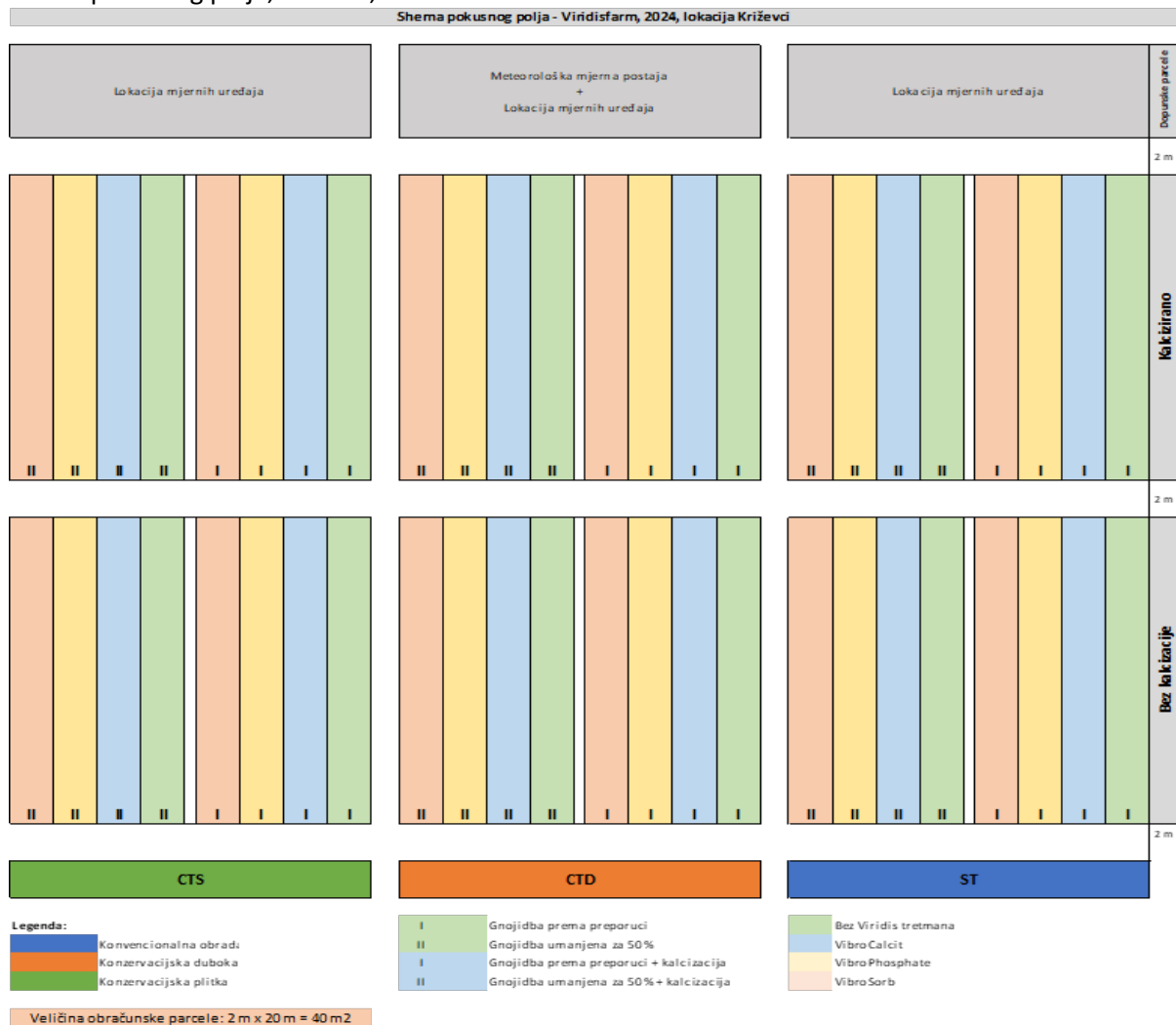




Foto prilog s eksperimentalne površine, Križevci, 2024





