

Upravni odjel za poljoprivredu i turizam
Međimurska županija
Rudera Boškovića 2
40000 Čakovec


IZVJEŠĆE PROJEKTA
KONTROLA PLODNOSTI TLA
MEĐIMURSKE ŽUPANIJE
2025.

LABOSAN d.o.o.

J.J. Strossmayera 106, 33 000 VIROVITICA, HRVATSKA
Tel. +385-33-840-191, e-mail: info@labosan.hr

Laboratorij Virovitica

J.J. Strossmayera 106, 33 000 VIROVITICA, HRVATSKA
Tel. +385-33-840-191, e-mail: virovitica@labosan.hr

	Ime i prezime	Datum	Potpis
Izradio:	Damir Baotić, mag.ing.agr.	2025-12-30	

SAŽETAK

Projekt Kontrola plodnosti tla provodi se na području Međimurske županije kontinuirano od 2014. godine s ciljem sustavnog praćenja osnovnih pokazatelja kemijske plodnosti tla i stvaranja stručne podloge za racionalno gospodarenje tlom u poljoprivrednoj proizvodnji. U projekt je do sada bilo uključeno ukupno 17 općina i 3 grada, a od 2018. godine uzorkovano je i laboratorijski obrađeno više od 4.400 uzoraka tla s ukupne poljoprivredne površine veće od 3.900 ha.

Projekt je organiziran kao partnerski sporazum između Međimurske županije, jedinica lokalne samouprave i poljoprivrednih proizvođača, pri čemu se troškovi provedbe projekta raspodjeljuju u omjeru 40 : 40 : 20. Tijekom 2025. godine u projekt su bili uključeni gradovi Čakovec, Mursko Središće i Prelog, te općine Belica, Dekanovec, Domašinec, Donja Dubrava, Goričan, Gornji Mihaljevec, Kotoriba, Mala Subotica, Nedelišće, Orehovica, Podturen, Sveti Martin na Muri, Sveta Marija i Vratišanec.

U 2025. godini u okviru projekta uzeto je i analizirano ukupno 679 uzoraka tla. U projektu je sudjelovalo 135 korisnika – poljoprivrednih proizvođača, a kontrolom plodnosti tla obuhvaćeno je ukupno 1065,13 ha obradivih površina. Laboratorijskim analizama obuhvaćeni su osnovni pokazatelji kemijske plodnosti tla: reakcija tla (pH), sadržaj humusa, sadržaj lako pristupačnog fosfora i kalija te hidrolitička kiselost i/ili sadržaj karbonata, ovisno o tipu tla.

Dobiveni rezultati omogućuju uvid u trenutno stanje plodnosti tla na razini županije, pojedinih jedinica lokalne samouprave i gospodarstava, kao i praćenje dugoročnih promjena plodnosti tla od početka provedbe projekta. Na temelju rezultata analiza izrađene su stručne preporuke za korekciju reakcije tla, optimizaciju gnojidbe te unapređenje održivog gospodarenja tlom.

Ključne riječi: plodnost tla, kemijska analiza tla, Međimurska županija, pH tla, humus, fosfor, kalij

1. UVOD

Plodnost tla predstavlja temeljni preduvjet stabilne i održive poljoprivredne proizvodnje. Sustavno praćenje kemijskih svojstava tla omogućuje pravodobno prepoznavanje negativnih promjena, racionalno korištenje mineralnih i organskih gnojiva te očuvanje proizvodnog potencijala poljoprivrednih tala uz smanjenje nepovoljnih utjecaja na okoliš.

1.1 Zakonski i strateški okvir

Provedba projekta Kontrola plodnosti tla u Međimurskoj županiji utemeljena je na važećem zakonskom i podzakonskom okviru Republike Hrvatske koji uređuje zaštitu, korištenje i praćenje stanja poljoprivrednog zemljišta. Sustavno praćenje kemijskih svojstava tla predstavlja jednu od ključnih mjera očuvanja poljoprivrednog zemljišta kao strateškog prirodnog resursa, sukladno odredbama **Zakona o poljoprivrednom zemljištu** (NN 20/18, 115/18, 98/19), kojim se propisuje obveza zaštite, racionalnog korištenja i očuvanja proizvodne sposobnosti tla.

Metodološki okvir provedbe projekta usklađen je s **Pravilnikom o metodologiji za praćenje stanja poljoprivrednog zemljišta** (NN 47/19), kojim su definirani pokazatelji stanja tla, način uzorkovanja i obrade podataka, kao i obveza redovitog praćenja plodnosti tla. Dodatno, projekt je u skladu s odredbama **Pravilnika o agrotehničkim mjerama** (NN 22/19), kojima se propisuju mjere održavanja i unapređenja plodnosti tla u poljoprivrednoj proizvodnji.

Rezultati projekta mogu imati značajnu ulogu u provedbi **Pravilnika o mjerilima za utvrđivanje osobito vrijednog (P1) i vrijednog (P2) poljoprivrednog zemljišta** (NN 23/19), budući da podaci o kemijskoj plodnosti tla predstavljaju jednu od stručnih podloga za vrednovanje poljoprivrednog zemljišta. Nadalje, projekt doprinosi ispunjavanju zahtjeva **Pravilnika o načinu vođenja evidencije o promjeni namjene poljoprivrednog zemljišta** (NN 22/19), osiguravajući relevantne podatke o stanju tla prije eventualnih promjena namjene. U kontekstu zaštite okoliša, projekt je usklađen i s **Pravilnikom o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja** (NN 71/19), pri čemu rezultati kemijskih analiza tla omogućuju pravodobno uočavanje potencijalnih rizika od degradacije i onečišćenja tla. Na taj način projekt Kontrola plodnosti tla predstavlja važan alat u provedbi nacionalnih politika zaštite poljoprivrednog zemljišta i održivog upravljanja tlom na regionalnoj razini.

1.2. Dugoročno praćenje plodnosti tla u Međimurskoj županiji

Projekt **Kontrola plodnosti tla** u Međimurskoj županiji provodi se kontinuirano od 2014. godine te predstavlja jedan od rijetkih primjera dugoročnog, organiziranog i sustavnog praćenja plodnosti tla na županijskoj razini u Republici Hrvatskoj. Kontinuitet provedbe projekta omogućuje praćenje vremenskih trendova promjena osnovnih pokazatelja plodnosti tla, kao i procjenu učinaka primijenjenih poljoprivrednih praksi na stanje tla.

1.3. Metodološki pristup i primjena rezultata

Projekt se temelji na ujednačenoj metodologiji uzorkovanja i laboratorijskih analiza tla, čime je osigurana usporedivost rezultata između različitih godina, jedinica lokalne samouprave i

proizvodnih površina. Dobiveni rezultati analiza koriste se kao stručna podloga za planiranje gnojidbe, provođenje meliorativnih mjera, korekciju reakcije tla te donošenje preporuka usmjerenih prema održivom gospodarenju poljoprivrednim tлом.

1.4. Ciljevi izvješća

Opći cilj ovog izvješća je prikazati stanje kemijske plodnosti poljoprivrednih tala Međimurske županije u 2025. godini na temelju rezultata laboratorijskih analiza tla. Specifični ciljevi uključuju analizu reakcije tla, sadržaja humusa, pristupačnog fosfora i kalija te hidrolitičke kiselosti i/ili karbonata, kao i usporedbu dobivenih rezultata s podacima iz prethodnih godina provedbe projekta (2014.–2024.), radi utvrđivanja dugoročnih trendova i izrade preporuka za unapređenje gospodarenja tлом.

2. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

2.1. Geografski položaj Međimurske županije

Međimurska županija smještena je u najsjevernijem dijelu Republike Hrvatske, između rijeka Mure na sjeveru i Drave na jugu, koje čine prirodnu granicu županije. Područje je karakterizirano relativno malom površinom, ali izrazitom pedološkom i agroekološkom raznolikošću, uvjetovanom geomorfološkim obilježjima, matičnim supstratima i hidrografskim uvjetima. Reljefno se razlikuju brežuljkasti i blago valoviti predjeli Gornjeg Međimurja te nizinski, aluvijalni i močvarni predjeli Donjeg Međimurja, što značajno utječe na raspodjelu tipova tala i njihovih svojstava.

2.2. Pedološke i agroekološke značajke područja

2.2.1. Tipovi tala

Na području Međimurske županije prevladavaju lesivirana i lesivirano pseudoglejna tla u Gornjem Međimurju, dok se u Donjem Međimurju javljaju eutrična smeđa, močvarno glejna i aluvijalna tla.

Lesivirana i lesivirano pseudoglejna su razvijena su u humidnim klimatskim uvjetima, s prosječnom godišnjom količinom oborina iznad 650 mm, na različitim matičnim supstratima i reljefu od ravnog do blago valovitog. Odlikuju se dobrom prirodnom drenažom i lakšom teksturom, ali su sklona ispiranju baza iz apsorpcijskog kompleksa, što dovodi do debazifikacije i zakiseljavanja tla. Općenito, fizikalne i kemijske značajke lesiviranih tla su nepovoljnije, a zbog slabije unutarnje drenaže može doći do pseudoglejavanja.

Eutrična smeđa tla nastaju na supstratima bogatim bazama i u različitim klimatskim uvjetima. Reljef je blago valovit, a tla imaju dobru prirodnu drenažu i povoljne vodo-zračne uvjete. Fizikalne i kemijske značajke povoljnije su od lesiviranih i pseudoglejnih tla, a tla se smatraju kvalitetnim za poljoprivredu.

Močvarno glejna tla nastaju na najnižim reljefnim oblicima i često su izložena viškovima površinskih ili podzemnih voda, što uzrokuje oglejavanje. Njihova fizikalna i kemijska svojstva vrlo su varijabilna, a mehanički sastav teži.

Aluvijalna tla prisutna su na poplavnim područjima rijeka i potoka i nastaju sedimentacijom materijala različite granulacije. Njihova fizikalna i kemijska svojstva variraju, a često su blago alkalna do alkalna zbog prisutnosti karbonata, uz moguće pojave pijeska i šljunka.

Zbog prostorne heterogenosti tipova tla, županijski prosjek kemijskih pokazatelja tla može značajno varirati između godina, ovisno o udjelu uzoraka s određenih područja.

2.2.2. Klimatske značajke relevantne za plodnost tla

Područje pripada umjereno kontinentalnoj klimatskoj zoni s hladnim zimama i toplim ljetima. Prosječne godišnje količine oborina prelaze 800 mm, što utječe na ispiranje hraniva i baza iz tla te na reakciju tla. Temperatura i količina oborina izravno utječu na mineralizaciju organske tvari, dinamiku humusa i dostupnost hraniva. Povećane oborine, osobito na lakšim i slabije tamponiranim tlima, pogoduju zakiseljavanju i smanjenju zasićenosti bazama, dok sušna razdoblja mogu ograničiti dostupnost hraniva biljkama. Klimatske značajke stoga su ključne za tumačenje rezultata analiza i planiranje mjera za očuvanje i unapređenje plodnosti tla.

2.2.3. Povezanost tipova tala s očekivanim pokazateljima plodnosti

Različiti tipovi tla imaju karakteristična fizikalna i kemijska svojstva, što se odražava na očekivane raspone pH, sadržaja humusa i opskrbljenosti fosforom i kalijem.

Lesivirana i lesivirano pseudoglejna tla pokazuju kiselije reakcije tla, niži do srednji sadržaj humusa i nižu do srednju opskrbljenost fosforom i kalijem bez dodatne gnojidbe.

Eutrična smeđa tla karakteriziraju neutralna do blago kisela reakcija, viši sadržaj humusa i srednja do dobra opskrbljenost fosforom i kalijem.

Močvarno glejna tla pokazuju varijabilnu reakciju tla i povišen sadržaj humusa zbog otežane mineralizacije, a opskrbljenost hranivima vrlo je varijabilna.

Aluvijalna tla imaju neutralnu do blago alkalnu reakciju, promjenjiv sadržaj humusa i hraniva, a često su dobro opskrbljena kalijem, dok sadržaj fosfora varira od parcele do parcele.

Razumijevanje ovih povezanosti ključno je za pravilno tumačenje rezultata i izradu ciljanih preporuka gnojidbe i meliorativnih mjera.

3. MATERIJALI I METODE

3.1. Organizacija i provedba projekta

Projekt Kontrola plodnosti tla u Međimurskoj županiji organiziran je kao partnerska suradnja između Županije, jedinica lokalne samouprave te poljoprivrednih proizvođača. Županija je odgovorna za koordinaciju, administraciju i provedbu projekta, dok jedinice lokalne samouprave pružaju logističku podršku, identificiraju parcele i sudjeluju u financiranju. Poljoprivredni proizvođači stavljaju svoje poljoprivredne površine pod kontrolu plodnosti tla i sudjeluju u sufinanciranju prema utvrđenom omjeru 40 : 40 : 20 (Županija : jedinice lokalne samouprave : poljoprivredni proizvođači).

Laboratorij je ovlašten za sve metode od strane Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i ribarstva Republike Hrvatske, čime je osigurana kvaliteta i usporedivost podataka tijekom cijelog trajanja projekta. Organizacijski okvir projekta omogućava standardizaciju uzorkovanja i obrade tla, te pravilnu evidenciju i praćenje rezultata, što je ključno za dugoročno praćenje plodnosti tla i izradu preporuka za održivo gospodarenje poljoprivrednim zemljištem.

3.2. Uzorkovanje tla

3.2.1. Vremenski okvir uzorkovanja

Uzorkovanje tla za potrebe projekta provedeno je tijekom razdoblja od **28. srpnja do 15. prosinca 2025.**, kako bi se obuhvatile sve relevantne proizvodne faze i omogućilo reprezentativno prikazivanje stanja tla.

3.2.2. Dubina i način uzorkovanja

Za uzorkovanje tla korištena je vlastita metoda, akreditirana prema **HRN EN ISO/IEC 17025**. Dubina uzorkovanja ovisila je o vrsti usjeva:

- Ratarstvo: 0–30 cm,
- Voćarstvo: 0–30 cm i 30–60 cm.

Uzorci su prikupljeni prema shemi:

- Parcela manja od 10 ha – prosječni uzorak cijele parcele (z-shema),
- Parcela veća ili jednaka 10 ha – uzorkovanje po kontrolnim točkama.

Ova metodologija osigurava da svaki uzorak adekvatno reprezentira poljoprivrednu parcelu i omogućuje točne usporedbe između različitih tipova tla, parcela i godina uzorkovanja.

3.2.3. Broj uzoraka po općini

Tijekom 2025. godine uzeto je ukupno 679 uzorak tla na području Međimurske županije od 135 korisnika – poljoprivrednih proizvođača, na ukupno 1065,13 ha obradivih površina. Uzorci su raspoređeni po općinama i gradovima (Tablica 1.).

Županija/ Grad/ Općina	Broj korisnika	Broj analiza	Ukupna površina (ha)
Međimurska županija	135	679	1065,13
Čakovec	12	104	180,47
Mursko Središće	1	5	12,25
Prelog	5	10	7,94
Belica	32	174	209,84
Dekanovec	1	2	0,79
Domašinec	8	59	131,34
Donja Dubrava	3	34	95,96
Goričan	3	7	6,46
Gornji Mihaljevec	12	35	53,43
Kotoriba	4	36	91,63
Mala Subotica	7	35	41,72
Nedelišće	4	12	16,91
Orehovica	24	85	119,43
Podturen	12	57	66,29
Sveti Martin na Muri	3	10	14,66
Sveta Marija	2	5	7,89
Vratišanec	2	9	8,12

Tablica 1. Pregled broja korisnika, analiza i površina Međimurske županije u 2025. godini

3.3. Laboratorijske analize

Laboratorijske analize tla provedene su u laboratoriju akreditiranom prema normi **HRN EN ISO/IEC 17025** i ovlaštenom od strane Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i ribarstva Republike Hrvatske za obavljanje analiza tla u svrhu praćenja stanja poljoprivrednog zemljišta. Primijenjene analitičke metode omogućuju pouzdano određivanje osnovnih pokazatelja kemijske plodnosti tla te usporedivost rezultata na godišnjoj i višegodišnjoj razini.

Reakcija tla određivana je mjerenjem **pH vrijednosti u vodi (pH H₂O)** i **pH vrijednosti u 1 mol/L KCl (pH KCl)** sukladno normi **HRN EN ISO 10390**, metodom akreditiranom prema HRN EN ISO/IEC 17025. Dobivene pH vrijednosti koriste se za procjenu kiselosti ili alkalnosti tla te za utvrđivanje potrebe za provođenjem mjera korekcije reakcije tla.

Sadržaj humusa u tlu određen je metodom **sulfokromne oksidacije organske tvari**, uz **spektrofotometrijsko određivanje**, čime se dobiva procjena količine organske tvari kao jednog od ključnih čimbenika plodnosti tla, strukture tla i kapaciteta zadržavanja hraniva.

Sadržaj lakopristupačnog fosfora određen je u obliku **P₂O₅** nakon ekstrakcije **AL otopinom (Egner-Riehm metoda)**, uz **spektrofotometrijsko određivanje**. Ova metoda omogućuje procjenu opskrbljenosti tla fosforom dostupnim biljkama i predstavlja standard u pedokemijskim istraživanjima.

Sadržaj lakopristupačnog kalija određen je u obliku **K₂O**, također nakon ekstrakcije **AL otopinom**, pri čemu je količina kalija određena **plamenofotometrijskom metodom**. Dobiveni rezultati koriste se za procjenu opskrbljenosti tla kalijem i planiranje odgovarajuće gnojidbe.

Hidrolitička kiselost tla određena je **modificiranom metodom po Kappenu**, primjenom **titracijske metode**, što omogućuje procjenu potencijalne kiselosti tla i potrebe za provođenjem meliorativnih mjera, osobito kalcizacije.

Sadržaj karbonata u tlu određen je **volumetrijskom metodom**, čime se utvrđuje prisutnost i količina karbonata koji imaju značajan utjecaj na reakciju tla, dostupnost hraniva i odabir agrotehničkih mjera.

Primijenjene laboratorijske metode osiguravaju visoku razinu pouzdanosti rezultata te predstavljaju stručnu podlogu za interpretaciju stanja plodnosti tla i izradu preporuka za održivo gospodarenje poljoprivrednim zemljištem.

3.4. Agronomsko značenje analiziranih parametara

Reakcija tla (pH H₂O i pH KCl) jedan je od najvažnijih pokazatelja plodnosti tla jer izravno utječe na dostupnost biljnih hraniva, aktivnost mikroorganizama i razvoj korijenovog sustava. Kisele reakcije tla mogu ograničiti dostupnost fosfora, kalcija i magnezija te povećati topljivost potencijalno toksičnih elemenata, dok neutralne do blago kisele reakcije osiguravaju optimalne uvjete za većinu ratarskih i hortikulturnih kultura. Razlika između pH H₂O i pH KCl daje dodatne informacije o stupnju kiselosti i zasićenosti tla bazama.

Sadržaj humusa odražava količinu organske tvari u tlu, koja ima ključnu ulogu u formiranju stabilne strukture tla, povećanju kapaciteta tla za vodu i hraniva te u poticanju biološke aktivnosti. Tla s višim sadržajem humusa otpornija su na degradacijske procese i omogućuju stabilnije prinose, dok nizak sadržaj humusa zahtijeva primjenu mjera za povećanje organske tvari u tlu.

Lakopristupačni fosfor (P₂O₅) esencijalno je hranivo važno za razvoj korijenovog sustava, cvjetanje i formiranje prinosa. Njegova pristupačnost u tlu snažno ovisi o reakciji tla, pri čemu su kisele i alkalne reakcije često povezane s njegovom smanjenom dostupnošću. Određivanje sadržaja fosfora omogućuje pravilno planiranje gnojidbe i sprječavanje nedostatka ili prekomjerne akumulacije u tlu.

Lakopristupačni kalij (K₂O) ima važnu ulogu u regulaciji vodnog režima biljaka, otpornosti na stresne uvjete i kvaliteti uroda. Kalij utječe na sintezu ugljikohidrata i povećava otpornost biljaka na sušu, mraz i bolesti. Opskrbljenost tla kalijem uvelike ovisi o teksturi tla i mineralnom sastavu, zbog čega je njegovo redovito praćenje nužno za održavanje plodnosti tla.

Hidrolitička kiselost predstavlja mjeru potencijalne kiselosti tla i ukazuje na količinu kiselih kationa vezanih u adsorpcijskom kompleksu tla. Ovaj parametar ima posebno značenje pri procjeni potrebe za kalcizacijom tla, jer omogućuje izračun količine sredstva za neutralizaciju kiselosti i dugoročno poboljšanje kemijskih svojstava tla.

Sadržaj karbonata utječe na reakciju tla, dostupnost hraniva i izbor gnojidbenih mjera. Karbonatna tla često imaju povišene pH vrijednosti, što može ograničiti dostupnost fosfora i mikroelemenata. Poznavanje sadržaja karbonata važno je za pravilno tumačenje rezultata pH vrijednosti i prilagodbu agrotehničkih mjera specifičnim uvjetima tla.

3.5. Statističke metode i klasifikacija rezultata

Dobiveni rezultati kemijskih analiza tla obrađeni su primjenom osnovnih statističkih metoda. Za svaki analizirani parametar izračunate su minimalne i maksimalne vrijednosti, aritmetička sredina te raspodjela uzoraka po unaprijed definiranim klasama. Statistička obrada podataka omogućila je uvid u prostornu i vrijednosnu varijabilnost osnovnih pokazatelja plodnosti tla

unutar pojedinih jedinica lokalne samouprave, kao i na razini cjelokupnog istraživnog područja.

Rezultati analiza interpretirani su i klasificirani sukladno važećim stručnim kriterijima navedenima u **Prilogu 22. – Tumačenje rezultata analiza za potrebe ispitivanja plodnosti tla i granične vrijednosti**, čime je osigurana usporedivost dobivenih podataka s ranijim godinama provođenja projekta te s drugim sličnim istraživanjima.

Reakcija tla određena prema vrijednostima **pH KCl** razvrstana je u klase sukladno klasifikaciji prema **Thunu (1955.)**. Na temelju izmjerenih pH vrijednosti uzorci tla svrstani su u kategorije od jako kisele do alkalne reakcije, što predstavlja osnovu za procjenu kemijskih ograničenja u tlu i potrebu za provođenjem mjera korekcije reakcije tla.

Sadržaj humusa interpretiran je prema interpretacijskim vrijednostima humoznosti tla, pri čemu su uzorci razvrstani u klase od ekstremno slabo humoznih do tresetnih tala. Ova klasifikacija omogućuje procjenu razine organske tvari u tlu i daje osnovu za preporuke vezane uz poboljšanje strukture tla i povećanje sadržaja humusa primjenom odgovarajućih agrotehničkih mjera.

Opskrbljenost tla lakopristupačnim fosforom (P_2O_5) i kalijem (K_2O), određenih AL-metodom, interpretirana je prema klasifikaciji **Vukadinovića i Lončarića**. Uzorci su razvrstani u klase vrlo slabe, slabe, dobre, bogate i vrlo bogate opskrbljenosti.

Pri tumačenju rezultata fosfora u obzir je uzeta reakcija tla (pH KCl), dok je kod interpretacije sadržaja kalija primijenjena klasifikacija prilagođena teksturi tla (tla lakše, srednje teške i teške teksture). Takav pristup omogućuje precizniju procjenu stvarne opskrbljenosti tla hranivima i izradu ciljane preporuke gnojidbe.

Primjena navedenih statističkih i interpretacijskih metoda omogućila je objektivnu procjenu stanja plodnosti tla, identifikaciju ograničavajućih čimbenika u poljoprivrednoj proizvodnji te izradu stručno utemeljenih preporuka za održivo gospodarenje poljoprivrednim zemljištem.

3.6. Ograničenja istraživanja

Unatoč primjeni standardiziranih i akreditiranih metoda uzorkovanja i laboratorijske analize, rezultate ovog istraživanja potrebno je tumačiti uz uvažavanje određenih ograničenja. Kontrola plodnosti tla provodi se na velikom i pedološki heterogenom području Međimurske županije, pri čemu su zastupljeni različiti tipovi tala, reljefni oblici i agroekološki uvjeti, što može uzrokovati izraženu prostornu varijabilnost pojedinih pokazatelja plodnosti tla.

Broj i prostorni raspored uzoraka ovisi o interesu i uključenosti poljoprivrednih proizvođača te o veličini i strukturi poljoprivrednih parcela, zbog čega distribucija uzoraka po općinama i godinama nije u potpunosti ujednačena. Posljedično, županijski prosjeci pojedinih parametara mogu varirati ovisno o udjelu uzoraka s određenih pedoloških područja.

Uzorkovanje tla provedeno je u razdoblju od sredine srpnja do sredine prosinca, što obuhvaća različite faze proizvodnog ciklusa i može utjecati na trenutnu raspoloživost pojedinih hraniva u tlu, osobito fosfora i kalija. Također, rezultati kemijskih analiza odražavaju stanje tla u trenutku uzorkovanja te ne uzimaju u obzir kratkoročne promjene uzrokovane neposrednom primjenom gnojiva ili agrotehničkim zahvatima.

Unatoč navedenim ograničenjima, prikupljeni podaci predstavljaju pouzdanu i reprezentativnu osnovu za praćenje dugoročnih trendova u plodnosti tla, identifikaciju glavnih ograničavajućih čimbenika u poljoprivrednoj proizvodnji te izradu stručnih preporuka za održivo gospodarenje poljoprivrednim zemljištem na području Međimurske županije.

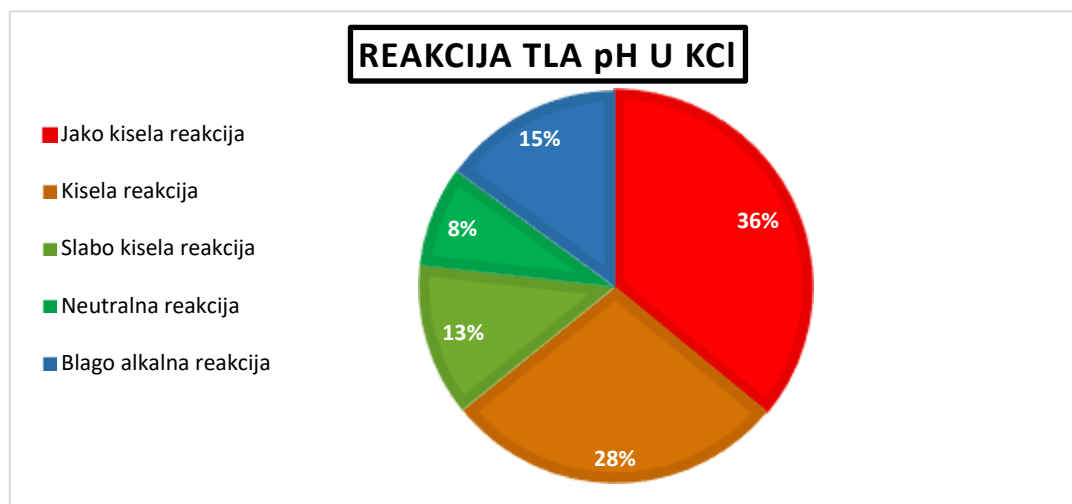
4. REZULTATI

4.1. Reakcija tla (pH)

Reakcija tla jedan je od temeljnih pokazatelja kemijske plodnosti tla jer izravno utječe na dostupnost biljnih hraniva, biološku aktivnost tla, dinamiku hraniva te učinkovitost primijenjenih agrotehničkih mjera. Na području Međimurske županije reakcija tla u velikoj je mjeri uvjetovana pedološkim značajkama, količinom oborina, intenzitetom ispiranja baza te dugogodišnjom praksom gnojidbe i kalcizacije.

4.1.1 Distribucija pH vrijednosti

Distribucija pH vrijednosti (pH KCl) u 2025. godini pokazuje da na području Međimurske županije **prevladavaju kiselina do slabo kiselina tla**, što je u skladu s prirodnim pedogenetskim procesima karakterističnim za ovo područje. Najveći udio uzoraka nalazi se u razredima **kisele reakcije tla (pH KCl 4,51–5,50)** i **slabo kisele reakcije tla (pH KCl 5,51–6,50)**, dok je manji udio uzoraka neutralne reakcije tla.



Grafikon 1. Reakcija tla (pH u KCl)

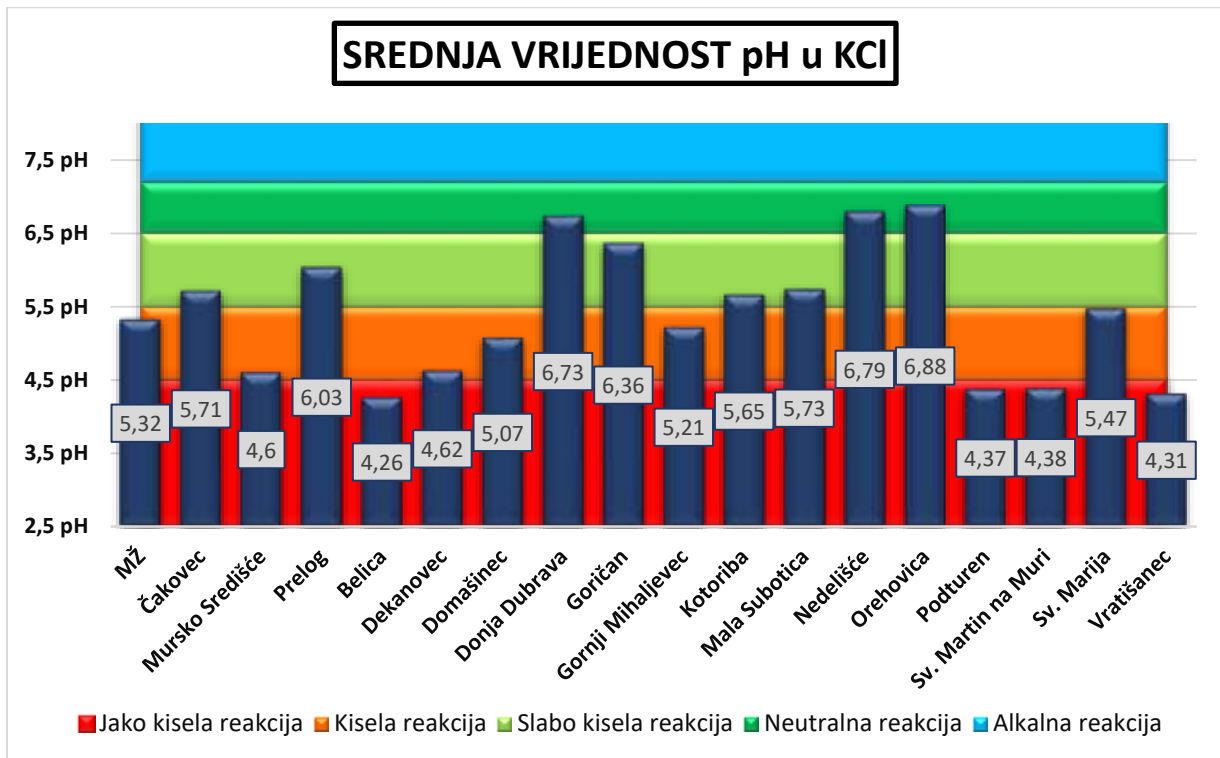
Prosječna vrijednost pH KCl u 2025. godini iznosi **5,32** što prema klasifikaciji reakcije tla odgovara slabo kiseloj reakciji. Minimalne i maksimalne vrijednosti ukazuju na prisutnost kako izrazito kiselih tala, tako i tala neutralne do slabo alkalne reakcije što potvrđuje heterogenost pedoloških uvjeta unutar županije.

Dobivena distribucija pH vrijednosti ima značajne agronomske implikacije jer kisele reakcije tla mogu ograničiti dostupnost fosfora, kalcija i magnezija, povećati topljivost aluminija te smanjiti učinkovitost mineralnih gnojiva. Stoga reakcija tla i dalje predstavlja jedan od ključnih ograničavajućih čimbenika poljoprivredne proizvodnje na području Međimurske županije.

4.1.2. Prostorne razlike po općinama

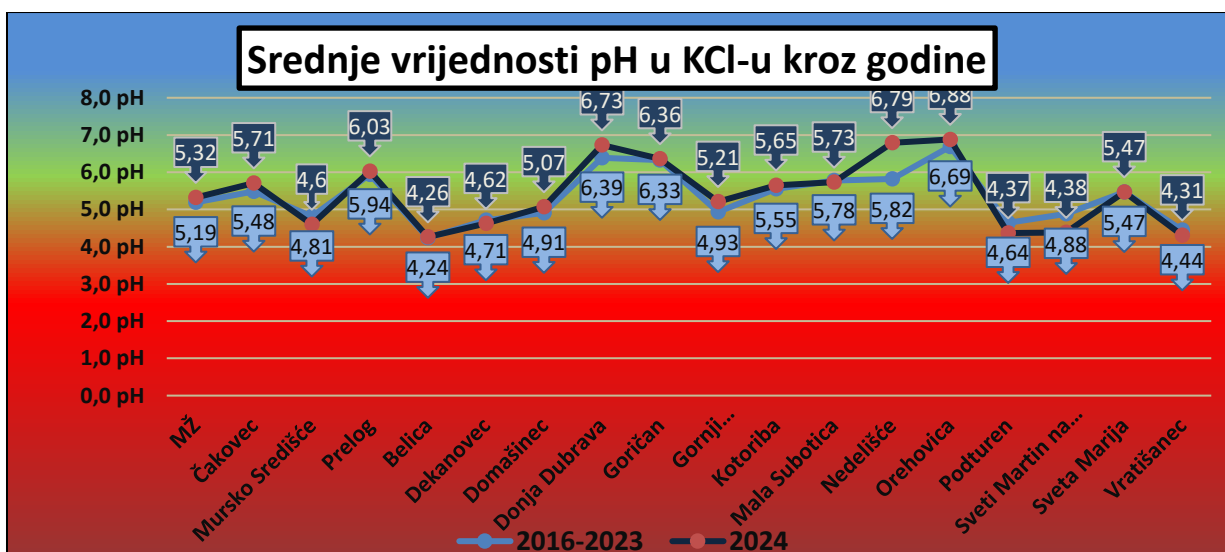
Analiza prostornih razlika u reakciji tla ukazuje na **jasnu podjelu između Gornjeg i Donjeg Međimurja**. U općinama Gornjeg Međimurja, gdje prevladavaju lesivirana i lesivirano pseudoglejna tla, češće su zabilježene kisele reakcije tla. Takva tla razvijena su u uvjetima povećane količine oborina i izraženog ispiranja bazičnih kationa, što dugoročno dovodi do zakiseljavanja tla. Nasuprot tome, u Donjem Međimurju, osobito na područjima uz rijeke Dravu

i Muru, gdje prevladavaju aluvijalna i djelomično karbonatna tla, češće su zabilježene **neutralne do slabo alkalne reakcije tla**. Ove razlike rezultat su kako matičnog supstrata, tako i povoljnijih kemijskih svojstava tla s većom zasićenošću bazama.



Grafikon 2. Srednje vrijednosti pH (KCl) po JLS

Pri tumačenju prostornih razlika naglašava se da **rezultati za općine s manje od šest analiziranih uzoraka nisu korišteni za donošenje zaključaka**, budući da takav broj uzoraka ne osigurava reprezentativnost. Dugoročna analiza (2014.–2025.) pokazuje **blagi, ali postojan trend povećanja pH vrijednosti**, što upućuje na postupnu primjenu mjera korekcije reakcije tla, ponajprije kalcizacije, i veću svijest proizvođača o važnosti pravilnog gospodarenja tlom.



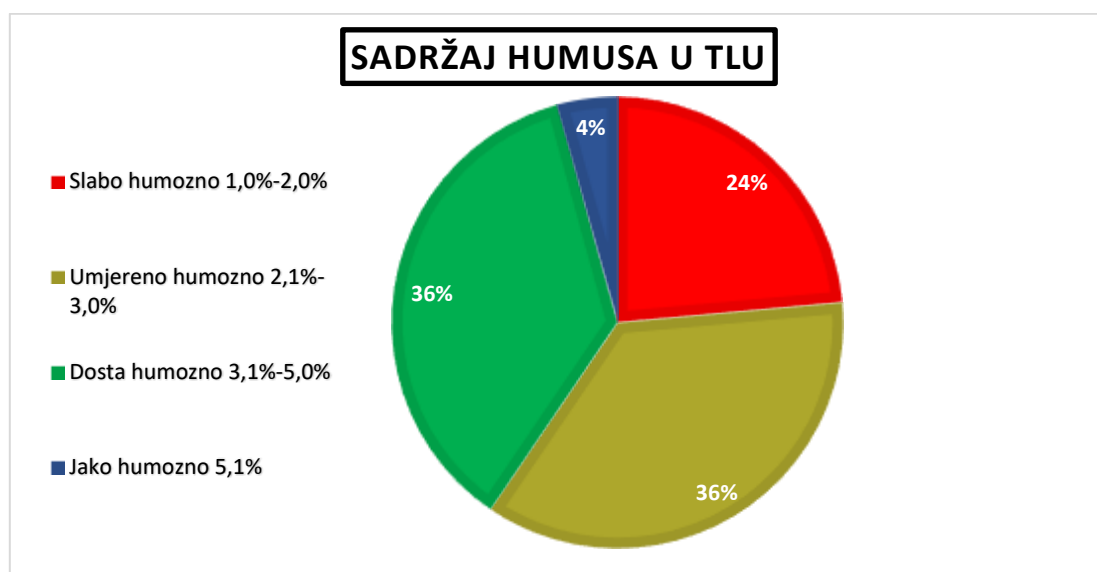
Grafikon 3. Usporedba vrijednosti pH (KCl) po JLS 2016.-2024. naspram 2025. godine

4.2. Sadržaj humusa u tlu

Sadržaj humusa jedan je od najvažnijih pokazatelja biološke i kemijske kvalitete tla jer utječe na strukturu tla, vodozračne odnose, kapacitet zadržavanja hraniva i otpornost tla na degradacijske procese. Dugoročno praćenje humoznosti tla ključno je za procjenu održivosti poljoprivredne proizvodnje.

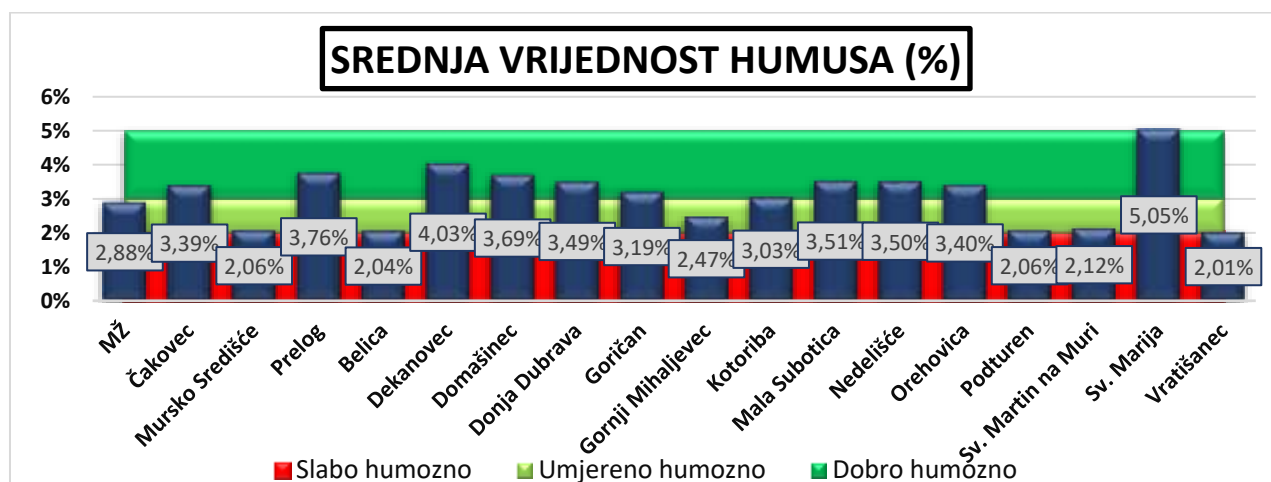
4.2.1. Kategorije opskrbljenosti

Prema interpretacijskim vrijednostima humoznosti tla, većina uzoraka analiziranih u 2025. godini svrstana je u kategorije **srednje humoznih (2,01–3,00 %)** i **dosta humoznih tala (3,01–5,00 %)**. Slabo humozna tla zastupljena su u manjem udjelu, dok su vrlo slabo humozna tla rijetka i prostorno ograničena.



Grafikon 4. Sadržaj humusa u tlu

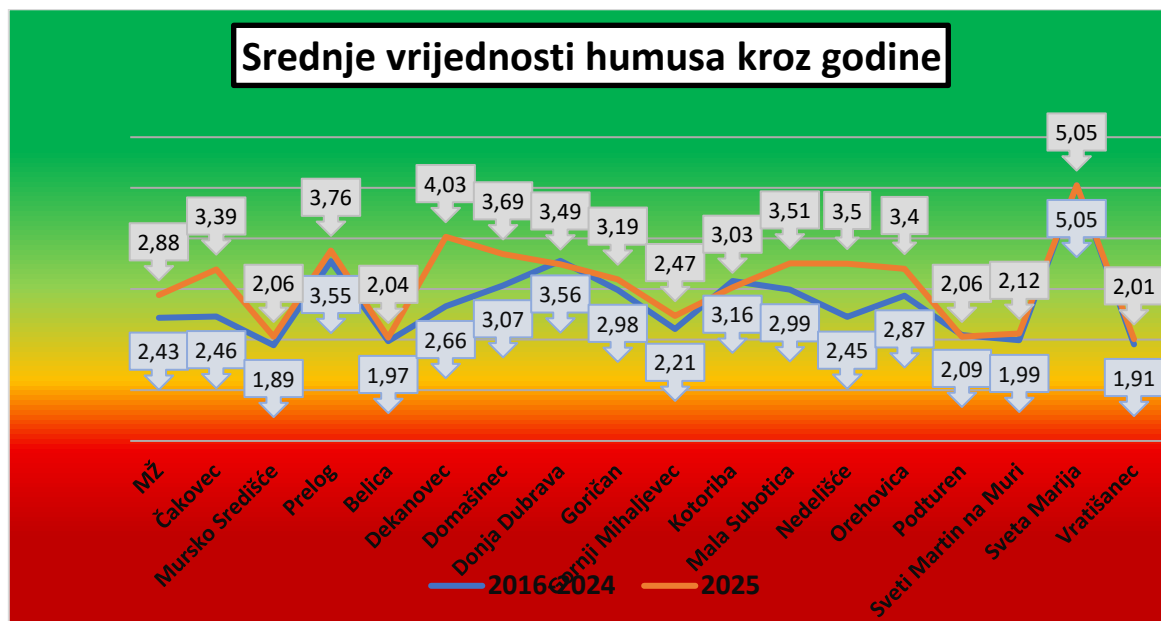
Prosječan sadržaj humusa na razini Međimurske županije u 2025. godini iznosi **2,88 %**, što ukazuje na relativno povoljno stanje organske tvari u tlu u usporedbi s ranijim razdobljima provedbe projekta. Varijabilnost sadržaja humusa izraženija je u odnosu na pH vrijednosti, što je posljedica razlika u tipu tla, načinu obrade, korištenju organskih gnojiva i prisutnosti višegodišnjih kultura.



Grafikon 5. Srednje vrijednosti humusa (%) po JLS

4.2.2. Dugoročni trendovi (2014.–2025.)

Analiza dugoročnih podataka od početka provedbe projekta 2014. godine do 2025. godine ukazuje na **postupan i uglavnom kontinuiran porast prosječnog sadržaja humusa u tlu** na području Međimurske županije. Posebno izražen porast zabilježen je nakon 2018. godine, što se može povezati s većom primjenom organskih gnojiva, zaoravanjem biljnih ostataka, smanjenjem intenziteta obrade tla te općenito povećanom primjenom mjera usmjerenih na očuvanje organske tvari.



Grafikon 6. Usporedba sadržaja humusa u tlu (%) po JLS 2016.-2024. naspram 2025. godine

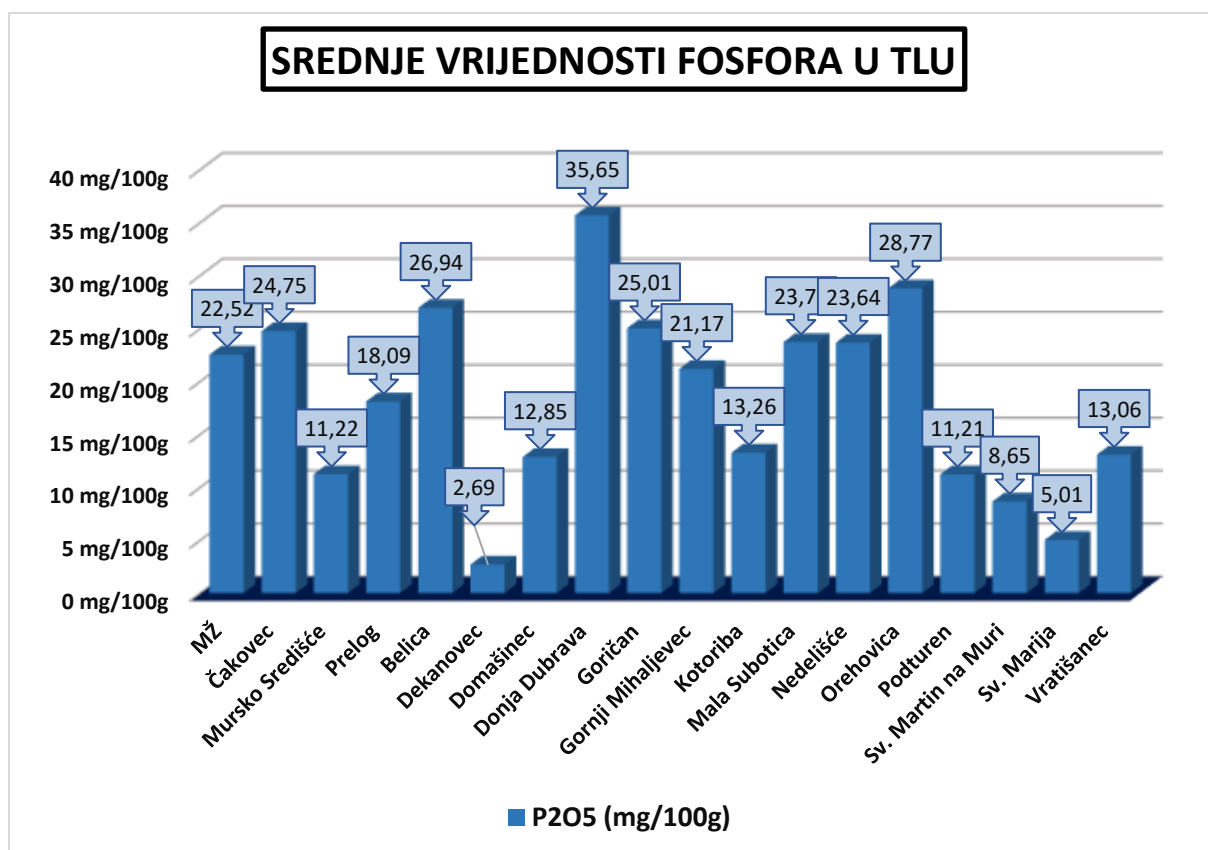
U 2025. godini prosječne vrijednosti humusa više su u odnosu na višegodišnji prosjek, što potvrđuje **pozitivan trend poboljšanja organske tvari i dugoročne plodnosti tla**. Kod jedinica lokalne samouprave s manjim brojem uzoraka rezultati nisu korišteni za analizu trendova, u skladu s metodološkim ograničenjima projekta.

4.3. Opskrbljenost tla fosforom

Fosfor je jedno od ključnih biljnih hraniva, ali ujedno i element čija je dostupnost biljkama snažno uvjetovana reakcijom tla, sadržajem karbonata, tipom tla i dugogodišnjom praksom gnojidbe. Na području Međimurske županije opskrbljenost tla fosforom pokazuje značajnu prostornu i vrijednosnu varijabilnost, što je posljedica heterogenih pedoloških uvjeta, razlika u intenzitetu poljoprivredne proizvodnje te različitih pristupa gnojidbi na razini gospodarstava.

4.3.1. Raspon vrijednosti

Analiza sadržaja lakopristupačnog fosfora (P_2O_5), određenog AL-metodom, u 2025. godini pokazuje širok raspon izmjerenih vrijednosti, od vrlo niskih do vrlo visokih koncentracija. Takav raspon ukazuje na neujednačenu opskrbljenost tala fosforom na razini županije, ali i na razini pojedinih općina i proizvodnih parcela.



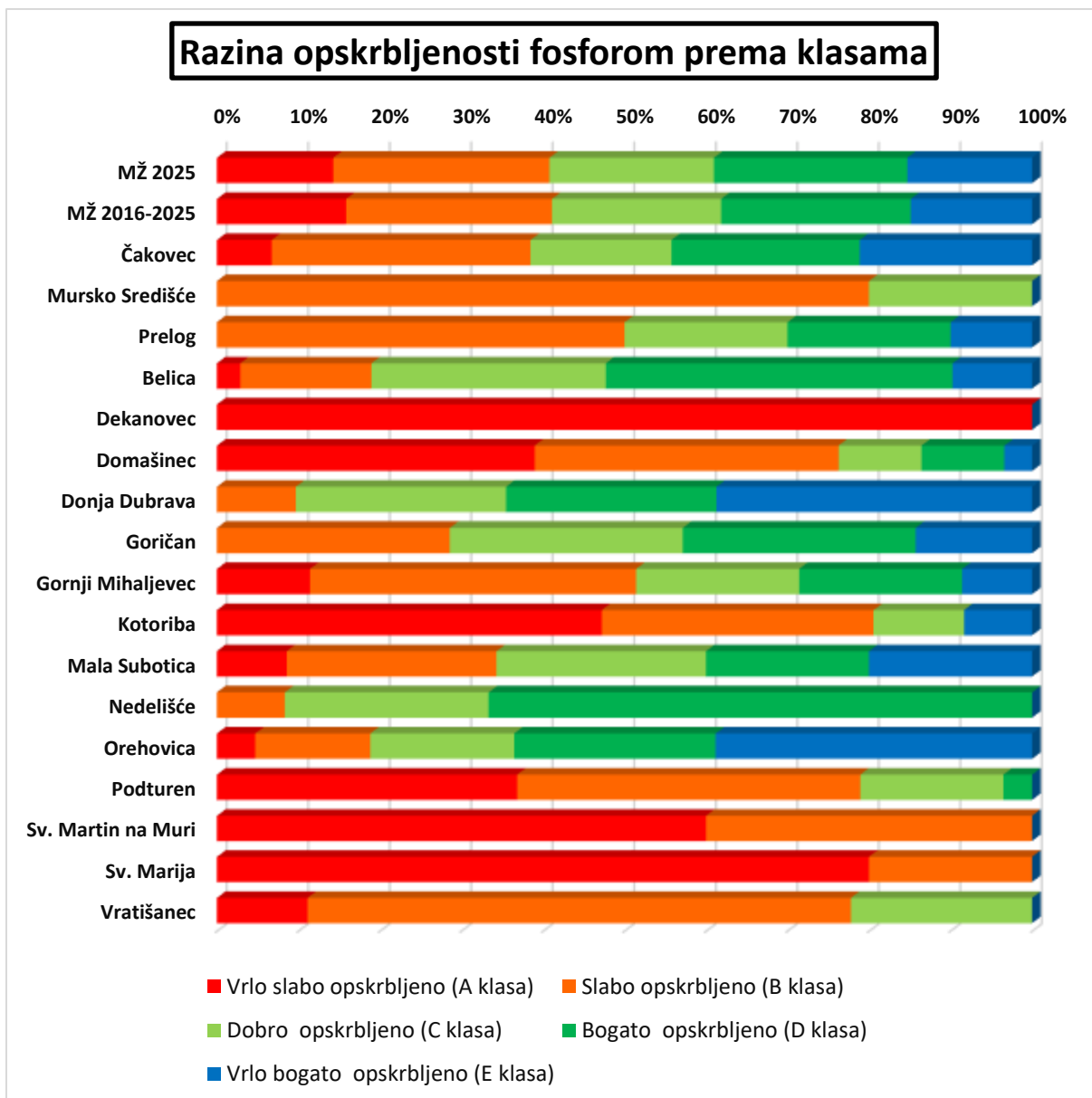
Grafikon 7. Srednje vrijednosti opskrbljenosti fosfora (P₂O₅)

Niže vrijednosti fosfora češće su zabilježene na kiselim, lesiviranim i pseudoglejnim tlima, gdje zbog kisele reakcije tla dolazi do vezanja fosfora u oblike slabo dostupne biljkama. U takvim uvjetima, čak i pri redovitoj gnojidbi, učinkovitost fosfornih gnojiva može biti smanjena, osobito ako se ne provode mjere korekcije reakcije tla.

Više vrijednosti fosfora zabilježene su uglavnom na intenzivnije korištenim poljoprivrednim površinama, osobito u blizini većih proizvodnih centara i na parcelama s dugogodišnjom primjenom mineralnih i organskih fosfornih gnojiva. U pojedinim slučajevima utvrđene su i vrlo visoke vrijednosti fosfora, što upućuje na dugotrajnu neracionalnu gnojidbu i potencijalni rizik od nakupljanja fosfora u tlu.

4.3.2. Udio tala s niskom, srednjom i visokom opskrbljenošću

Prema važećim interpretacijskim kriterijima, najveći udio uzoraka tla u 2025. godini svrstava se u kategorije slabo do dobro opskrbljenih tala fosforom, dok je manji udio uzoraka u kategoriji vrlo slabo ili vrlo bogato opskrbljenih tala. Takva raspodjela ukazuje na to da velik dio poljoprivrednih površina zahtijeva ciljanu i prilagođenu gnojidbu fosforom, temeljenu na rezultatima kemijskih analiza tla.



Grafikon 8. Razina opskrbljenosti fosforom prema klasama (Vukadinović i Lončarić)

Tla s vrlo niskom opskrbljenošću fosforom predstavljaju ograničavajući čimbenik za postizanje stabilnih prinosa, osobito u početnim fazama rasta biljaka kada je fosfor ključan za razvoj korijenovog sustava. S druge strane, tla s vrlo visokom opskrbljenošću fosforom ne zahtijevaju dodatnu gnojidbu fosforom u kraćem ili srednjem razdoblju, već je naglasak potrebno staviti na održavanje postojećeg stanja i sprječavanje daljnjeg nakupljanja.

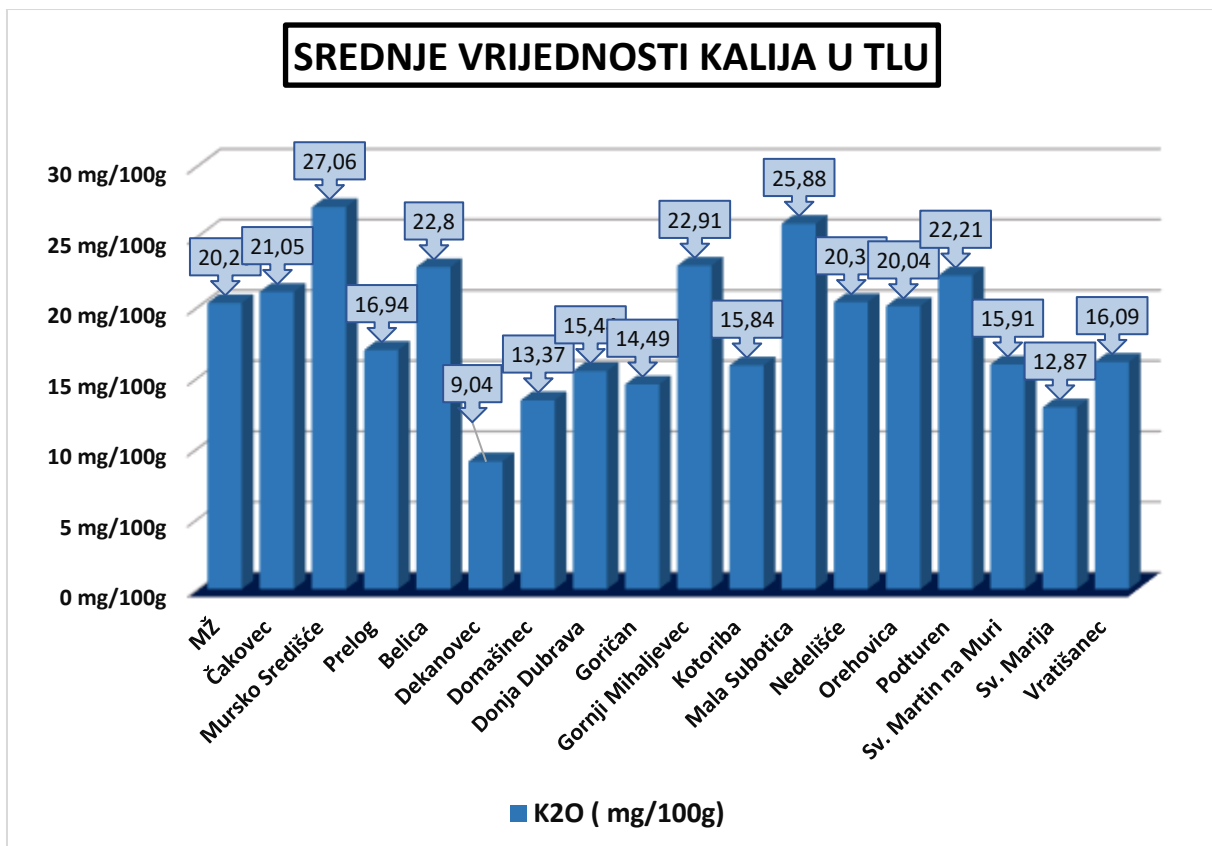
Pri tumačenju rezultata naglašava se da podaci za općine s manje od šest analiziranih uzoraka nisu korišteni za donošenje zaključaka, budući da ne osiguravaju dovoljnu razinu reprezentativnosti.

4.4. Opskrbljenost tla kalijem

Kalij ima ključnu ulogu u regulaciji vodnog režima biljaka, otpornosti na stresne uvjete te kvaliteti prinosa. Za razliku od fosfora, kalij je u većini tala Međimurske županije prirodno bolje zastupljen, što je povezano s mineralnim sastavom tla i matičnim supstratom.

4.4.1. Raspon vrijednosti

Rezultati analiza u 2025. godini pokazuju da je raspon vrijednosti lakopristupačnog kalija (K_2O), određenog AL-metodom, užeg raspona u usporedbi s fosforom, što upućuje na stabilniju opskrbljenost tala kalijem. Većina izmjerenih vrijednosti nalazi se u rasponu koji odgovara srednjoj do dobroj opskrbljenosti tla.

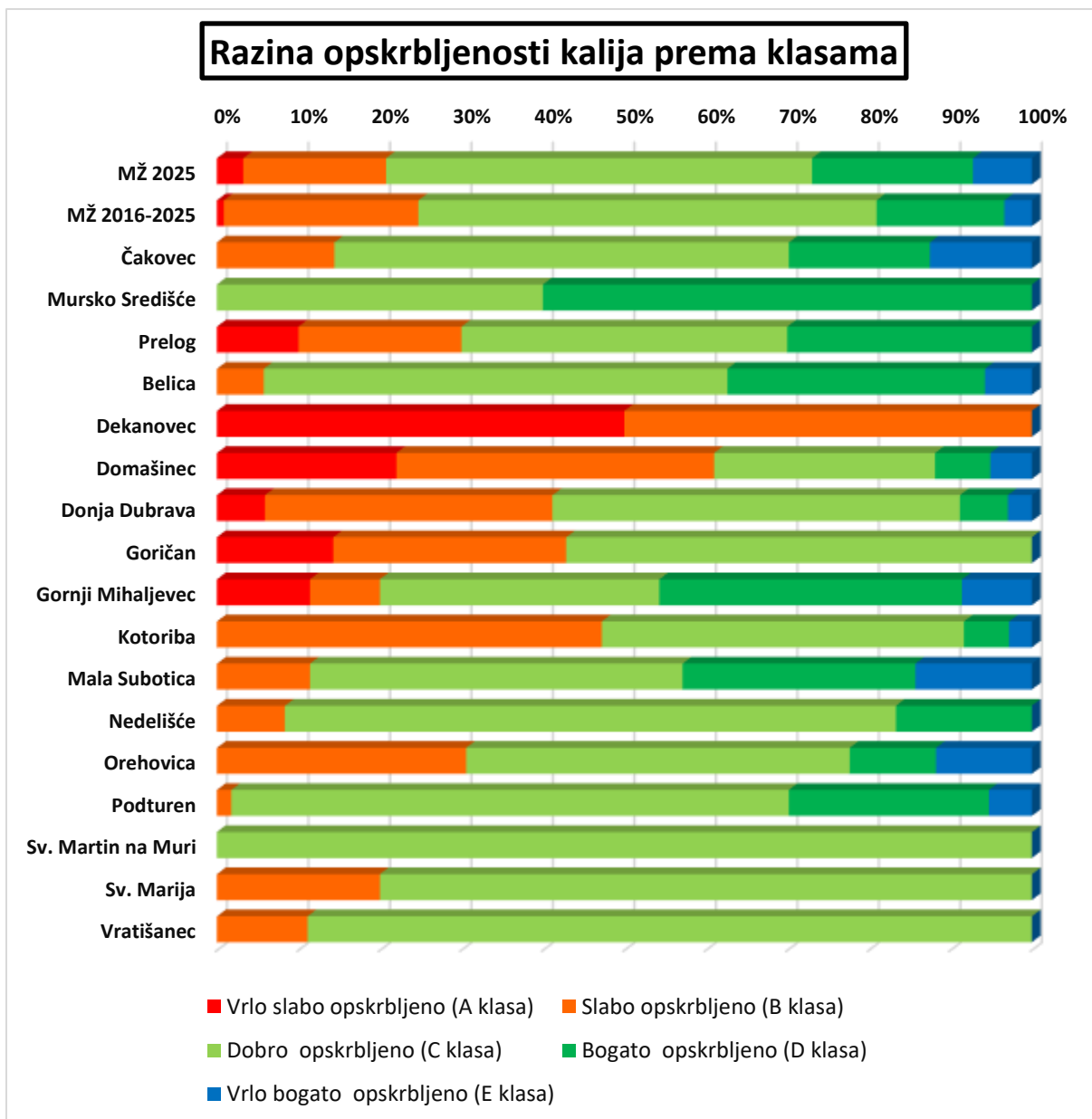


Grafikon 9. Srednje vrijednosti opskrbljenosti kalija gnojidbom (K_2O)

Niže vrijednosti kalija povremeno su zabilježene na lakšim tlima, osobito pjeskovitim i pjeskovito-ilovastim tlima, gdje je zbog slabijeg kapaciteta zadržavanja hraniva povećan rizik od ispiranja kalija. Suprotno tome, viši sadržaji kalija češći su na tlima srednje teške i teške teksture, koja imaju veći kapacitet vezanja kalija u adsorpcijskom kompleksu.

4.4.2. Udio tala s niskom, srednjom i visokom opskrbljenošću

Prema klasifikaciji opskrbljenosti, najveći udio uzoraka u 2025. godini svrstava se u kategorije dobro i bogato opskrbljenih tala kalijem, dok je udio tala slabo opskrbljenih kalijem relativno nizak. Takva raspodjela omogućuje stabilnu opskrbu biljaka kalijem u većini proizvodnih sustava, no ne isključuje potrebu za redovitim praćenjem stanja, osobito na tlima sklonima ispiranju.



Grafikon 10. Razina opskrbljenosti kalijem prema klasama (Vukadinović i Lončarić)

Za tla s dobrom i bogatom opskrbljenošću kalijem preporučuje se održavajuća gnojidba, prilagođena planiranim prinosima i vrsti uzgojene kulture. Na tlima s nižom opskrbljenošću kalijem nužno je provoditi korektivnu gnojidbu, osobito u proizvodnji kultura osjetljivih na nedostatak kalija.

Kao i kod ostalih parametara, rezultati za jedinice lokalne samouprave s manjim brojem uzoraka nisu korišteni za donošenje općih zaključaka o stanju opskrbljenosti tla kalijem.

5. RASPRAVA

5.1. Tumačenje rezultata za 2025. godinu

Rezultati projekta Kontrola plodnosti tla Međimurske županije za 2025. godinu pružaju cjelovit uvid u trenutno stanje kemijske plodnosti poljoprivrednih tala, ali i u smjer promjena koje se događaju kroz dugogodišnje praćenje od 2014. godine. Podaci potvrđuju da su osnovni problemi plodnosti tla u Međimurskoj županiji i dalje vezani uz reakciju tla (kiselost) te neravnomjernu opskrbljenost fosforom, dok se u pogledu sadržaja humusa i opskrbljenosti kalijem mogu uočiti povoljniji trendovi.

Županija/ Grad/ Općina	pH (KCl)	pH(H ₂ O)	P ₂ O ₅ (mg/100g)	K ₂ O (mg/100g)	Humus %	Broj uzoraka
Međimurska županija	5,32	6,28	22,52	20,26	2,88	679
Čakovec	5,71	6,61	24,75	21,05	3,39	104
Mursko Središće	4,60	5,54	11,22	27,06	2,06	5
Prelog	6,03	6,83	18,09	16,94	3,76	10
Belica	4,26	5,32	26,94	22,80	2,04	174
Dekanovec	4,62	6,14	2,69	9,04	4,03	2
Domašinec	5,07	6,10	12,85	13,37	3,69	8
Donja Dubrava	6,73	7,48	35,65	15,44	3,49	34
Goričan	6,36	7,12	25,01	14,49	3,19	7
Gornji Mihaljevec	5,21	6,18	21,17	22,91	2,47	35
Kotoriba	5,65	6,67	13,26	15,84	3,03	36
Mala Subotica	5,73	6,65	23,71	25,88	3,51	35
Nedelišće	6,79	7,51	23,64	20,33	3,50	12
Orehovica	6,88	7,64	28,77	20,04	3,40	85
Podturen	4,37	5,46	11,21	22,21	2,06	57
Sveti Martin na Muri	4,38	5,62	8,65	15,91	2,12	10
Sveta Marija	5,47	6,72	5,01	12,87	5,05	5
Vratišanec	4,31	5,48	13,06	16,09	2,01	9

Tablica 2. Prosjek rezultata kemijskih analiza za Međimursku županiju u 2025. godini

Utvrđena reakcija tla u 2025. godini pokazuje na to da na velikom dijelu poljoprivrednih površina i dalje prevladavaju kisela tla, što nepovoljno utječe na dostupnost hraniva i učinkovitost gnojidbe. Iako je dugoročno zabilježen blagi porast pH vrijednosti, osobito u odnosu na početne godine provedbe projekta, taj porast još uvijek nije dovoljan da bi se kiselost tla smatrala riješenim problemom. Posebno su ugrožena lesivirana i pseudoglejna tla, gdje kombinacija povećane količine oborina, ispiranja bazičnih kationa i intenzivne poljoprivredne proizvodnje pogoduje trajnom zakiseljavanju tla.

Sadržaj humusa u tlu u 2025. godini pokazuje značajno povoljnije stanje u usporedbi s početkom projekta. Prosječne vrijednosti humusa svrstavaju većinu tala u kategoriju srednje do

dosta humoznih, što ukazuje na poboljšanje strukture tla, kapaciteta zadržavanja vode i hraniva te opće otpornosti tla na degradacijske procese. Ovaj trend posebno je važan u kontekstu klimatskih promjena i sve češćih sušnih razdoblja, jer humus ima ključnu ulogu u stabilizaciji proizvodnje.

Opskrbljenost tla fosforom u 2025. godini pokazuje izraženu prostornu i vrijednosnu neujednačenost. Dok su neka tla i dalje slabo opskrbljena fosforom, osobito na kiselim tlima gdje je njegova dostupnost ograničena, na drugim lokacijama zabilježene su povišene, pa i vrlo visoke koncentracije fosfora, što upućuje na dugotrajnu neracionalnu gnojidbu.

Za razliku od fosfora, opskrbljenost tla kalijem u 2025. godini može se ocijeniti relativno povoljnom. Većina tala pokazuje dobru ili bogatu opskrbljenost kalijem, što je rezultat prirodnih zaliha kalija u tlu, ali i dugogodišnje primjene kalijevih gnojiva. Ipak, na lakšim tlima i tlima sklonima ispiranju kalija potrebno je i dalje provoditi redovito praćenje kako bi se spriječio eventualni pad opskrbljenosti.

5.2. Usporedba s prethodnim razdobljima (2014.–2025.)

Usporedba rezultata iz 2025. godine s podacima prikupljenima od početka provedbe projekta 2014. godine omogućuje pouzdanu procjenu dugoročnih trendova u plodnosti tla Međimurske županije. Dugoročni podaci jasno ukazuju na postupno poboljšanje sadržaja humusa, što predstavlja jedan od najznačajnijih pozitivnih ishoda projekta. Ovaj trend može se povezati s povećanom primjenom organskih gnojiva, boljim upravljanjem biljnim ostacima te većom sviješću poljoprivrednih proizvođača o važnosti organske tvari u tlu.

Godina	pH (KCl)	pH(H ₂ O)	P ₂ O ₅ (mg/100g)	K ₂ O (mg/100g)	Humus %	Broj uzoraka
2018	4,83	6,12	11,18	21,02	2,05	365
2019	4,73	5,91	24,47	18,37	2,33	372
2020	5,49	6,66	26,02	15,28	2,58	733
2021	4,75	5,98	23,39	16,46	2,27	488
2022	4,95	6,16	21,31	19,12	2,22	551
2023	5,17	6,38	26,63	18,86	2,29	401
2024	5,22	6,17	25,24	20,56	2,75	551
2025	5,32	6,28	22,52	20,26	2,88	679
2016-2025	5,06	6,21	22,60	18,74	2,42	4140

Tablica 3. Prosjek rezultata kemijskih analiza za Međimursku županiju od 2016. do 2025. godine

Trend promjena pH vrijednosti tla znatno je sporiji i umjereniji. Iako je zabilježen blagi porast prosječnih pH vrijednosti, kiselost tla i dalje ostaje izražen problem na velikom dijelu površina. To potvrđuje da se mjere kalcizacije još uvijek ne provode u dovoljnom opsegu ili se provode neredovito, često bez prethodne analize tla. Dugoročni podaci upućuju na potrebu sustavnijeg pristupa korekciji reakcije tla.

U pogledu fosfora, višegodišnji rezultati pokazuju da se raspodjela opskrbljenosti tla nije značajno promijenila, što upućuje na kontinuirani problem neuravnotežene gnojidbe. Dok se na pojedinim parcelama bilježi dugotrajni manjak fosfora, na drugima dolazi do njegovog nakupljanja, što dugoročno može imati negativne agronomske i okolišne posljedice.

Opskrbljenost kalijem kroz promatrano razdoblje pokazuje najveću stabilnost, uz manja kolebanja ovisno o teksturi tla i intenzitetu proizvodnje. Ovakav trend potvrđuje da se kalij u

pravilu primjenjuje racionalnije u odnosu na fosfor, ali i da prirodne zalihe tla imaju značajnu ulogu u održavanju opskrbljenosti.

5.3. Utjecaj tipa tla i poljoprivredne prakse na rezultate

Rezultati projekta jasno pokazuju da su tip tla i poljoprivredna praksa ključni čimbenici koji određuju stanje plodnosti tla. Lesivirana i pseudoglejna tla pokazuju veću sklonost zakiseljavanju i nižim sadržajima fosfora, dok aluvijalna i eutrična tla u pravilu imaju povoljniju reakciju tla i viši sadržaj humusa.

Intenzitet obrade, izbor kultura, primjena mineralnih i organskih gnojiva te provođenje meliorativnih mjera izravno se odražavaju na rezultate kemijskih analiza tla. Gospodarstva koja redovito provode analizu tla i prilagođavaju gnojidbu dobivenim rezultatima u pravilu postižu povoljnije vrijednosti pH, humusa i opskrbljenosti hranivima.

S druge strane, nedostatak planirane gnojidbe i izostanak korektivnih mjera dovode do daljnje degradacije tla, osobito u pogledu kiselosti i dostupnosti fosfora. Stoga rezultati projekta dodatno potvrđuju važnost kontinuiranog praćenja plodnosti tla i individualnog pristupa svakoj proizvodnoj parceli.

6. PREPORUKE ZA GOSPODARENJE TLOM

Na temelju rezultata kemijskih analiza tla za 2025. godinu, dugoročnih trendova praćenih od 2014. godine te uočenih prostornih razlika u plodnosti tla, u nastavku se iznose preporuke za unapređenje gospodarenja poljoprivrednim zemljištem na području Međimurske županije. Preporuke su usmjerene na dugoročno očuvanje plodnosti tla, povećanje učinkovitosti gnojidbe te smanjenje negativnih utjecaja na okoliš.

6.1. Korekcija reakcije tla (kalcizacija)

S obzirom na činjenicu da na području Međimurske županije i dalje prevladavaju kisela do slabo kisela tla, korekcija reakcije tla predstavlja jednu od najvažnijih mjera za unapređenje plodnosti tla. Kiselost tla negativno utječe na dostupnost fosfora, kalcija i magnezija, povećava topljivost aluminija te smanjuje učinkovitost primijenjenih mineralnih gnojiva.

Preporučuje se:

- redovito provođenje kalcizacije kiselih tala, osobito na tlima s pH KCl nižim od 5,5,
- određivanje potrebne količine kalcizacijskog sredstva na temelju pH vrijednosti i hidrolitičke kiselosti tla, a ne prema općim procjenama,
- primjena kalcizacijskih materijala (vapnenac, dolomit i dr.) u razdobljima povoljnim za inkorporaciju u tlo,
- provođenje kalcizacije kao dugoročne mjere, uz ponavljanje u višegodišnjim intervalima, ovisno o tipu tla i intenzitetu ispiranja baza.

Posebnu pažnju potrebno je posvetiti lesiviranim i pseudoglejnim tlima, koja su zbog svojih pedoloških značajki izrazito sklona zakiseljavanju.

6.2. Unapređenje sadržaja humusa i organske tvari

Pozitivan trend porasta sadržaja humusa u tlu, zabilježen u dugoročnom razdoblju, potrebno je dodatno poticati i održavati. Organska tvar u tlu ima ključnu ulogu u poboljšanju strukture tla, povećanju kapaciteta zadržavanja vode i hraniva te otpornosti tla na degradacijske procese.

Preporučuje se:

- redovita primjena organskih gnojiva (stajski gnoj, kompost, digestat) u količinama prilagođenima tipu tla i kulturi,
- zaoravanje žetvenih i biljnih ostataka gdje god je to moguće,
- uvođenje i održavanje plodoreda, osobito s uključenim leguminozama,
- smanjenje intenziteta obrade tla, osobito na tlima sklonima degradaciji strukture,
- izbjegavanje spaljivanja biljnih ostataka i nepotrebnog uklanjanja organske mase s parcela.

Ove mjere posebno su važne u kontekstu klimatskih promjena, jer povećan sadržaj humusa doprinosi stabilnosti prinosa u uvjetima suše i ekstremnih oborina.

6.3. Racionalna gnojidba fosforom

Rezultati analiza za 2025. godinu pokazuju izraženu neujednačenost opskrbljenosti tla fosforom, od vrlo niske do vrlo visoke. Takvo stanje zahtijeva individualni pristup gnojidbi, temeljen isključivo na rezultatima kemijskih analiza tla.

Preporučuje se:

- provođenje gnojidbe fosforom isključivo prema rezultatima analize tla,
- korektivna gnojidba na tlima slabo i vrlo slabo opskrbljenima fosforom,
- izbjegavanje daljnje gnojidbe fosforom na tlima bogato i vrlo bogato opskrbljenima fosforom,
- posebna pažnja na kiselim tlima, gdje je dostupnost fosfora ograničena, uz istodobnu korekciju reakcije tla.

Cilj ovih mjera je postizanje optimalne opskrbljenosti fosforom, uz sprječavanje nepotrebnog nakupljanja fosfora u tlu i mogućih negativnih utjecaja na okoliš.

6.4. Održavanje i optimizacija opskrbljenosti kalijem

Opskrbljenost tla kalijem na području Međimurske županije u 2025. godini može se ocijeniti uglavnom povoljnom, no to ne isključuje potrebu za redovitim praćenjem i prilagodbom gnojidbe.

Preporučuje se:

- provođenje održavajuće gnojidbe kalijem na srednje, dobro i bogato opskrbljenim tlima,
- korektivna gnojidba na tlima s niskom opskrbljenošću kalijem, osobito na lakšim tlima,
- prilagodba količina kalija na temelju planiranih prinosa i potreba uzgajanih kultura,
- redovito praćenje stanja kalija na tlima sklonima ispiranju.

6.5. Kontinuirano praćenje plodnosti tla

Projekt Kontrola plodnosti tla pokazao se kao izuzetno vrijedan alat za praćenje stanja tla i donošenje stručnih odluka. Kontinuitet provedbe projekta ključan je za pravodobno uočavanje promjena i prilagodbu mjera gospodarenja.

Preporučuje se:

- nastavak provedbe projekta na razini cijele Međimurske županije,
- uključivanje što većeg broja poljoprivrednih proizvođača,
- redovito ponavljanje analiza na istim parcelama radi praćenja trendova,
- jačanje savjetodavne uloge projekta u planiranju gnojidbe i meliorativnih mjera.

7. ZAKLJUČCI

Na temelju rezultata projekta **Kontrola plodnosti tla Međimurske županije za 2025. godinu**, kao i analize dugoročnih podataka prikupljenih od početka provedbe projekta 2014. godine, mogu se donijeti sljedeći zaključci o stanju kemijske plodnosti poljoprivrednih tala na području županije.

- Projekt Kontrola plodnosti tla pokazao se kao **važan i pouzdan alat za sustavno praćenje stanja poljoprivrednog zemljišta** u Međimurskoj županiji. Kontinuirana provedba projekta omogućila je stvaranje vrijedne baze podataka koja pruža uvid u prostorne razlike i dugoročne trendove promjena plodnosti tla.
- Reakcija tla na području Međimurske županije u 2025. godini i dalje je pretežito **kisela do slabo kisela**, što predstavlja jedan od glavnih ograničavajućih čimbenika poljoprivredne proizvodnje. Iako je u dugoročnom razdoblju zabilježen blagi porast pH vrijednosti, kiselost tla i dalje zahtijeva sustavno provođenje mjera korekcije, osobito na lesiviranim i pseudoglejnim tlima.
- Dugoročna analiza sadržaja humusa ukazuje na **značajno poboljšanje stanja organske tvari u tlu** u odnosu na početne godine projekta. Većina tala u 2025. godini svrstana je u kategorije srednje do dosta humoznih, što predstavlja povoljan preduvjet za stabilnu i održivu poljoprivrednu proizvodnju. Ovaj pozitivan trend potvrđuje učinkovitost primijenjenih agrotehničkih mjera i povećanu svijest poljoprivrednih proizvođača o važnosti organske tvari u tlu.
- Opskrbljenost tla fosforom pokazuje **izraženu prostornu i vrijednosnu neujednačenost**, što ukazuje na potrebu individualnog pristupa gnojidbi. Dok su pojedina tla i dalje slabo opskrbljena fosforom, na drugim lokacijama zabilježene su povišene i vrlo visoke koncentracije fosfora, što upućuje na dugotrajnu neracionalnu gnojidbu. Ovakvo stanje zahtijeva dosljednu primjenu gnojidbe temeljene na rezultatima analiza tla.
- Opskrbljenost tla kalijem u 2025. godini može se ocijeniti uglavnom povoljnom, s prevladavajućim udjelom tala srednje do dobro opskrbljenih kalijem. Stabilnost opskrbljenosti kalijem rezultat je prirodnih svojstava tla, ali i dugogodišnje primjene kalijevih gnojiva. Unatoč tome, na lakšim tlima i tlima sklonima ispiranju nužno je nastaviti redovito praćenje stanja.
- Rezultati projekta jasno potvrđuju da su **tip tla, reakcija tla i primijenjene poljoprivredne prakse** ključni čimbenici koji određuju stanje plodnosti tla. Gospodarstva koja redovito provode analize tla i prilagođavaju gnojidbu dobivenim rezultatima u pravilu postižu povoljnije vrijednosti pH, humusa i opskrbljenosti hranivima.
- Projekt Kontrola plodnosti tla ima značajnu ulogu u **planiranju održivog gospodarenja poljoprivrednim zemljištem**, očuvanju prirodnih resursa i smanjenju negativnih utjecaja poljoprivrede na okoliš. Nastavak i daljnje unapređenje projekta od iznimne su važnosti za budući razvoj poljoprivrede u Međimurskoj županiji.

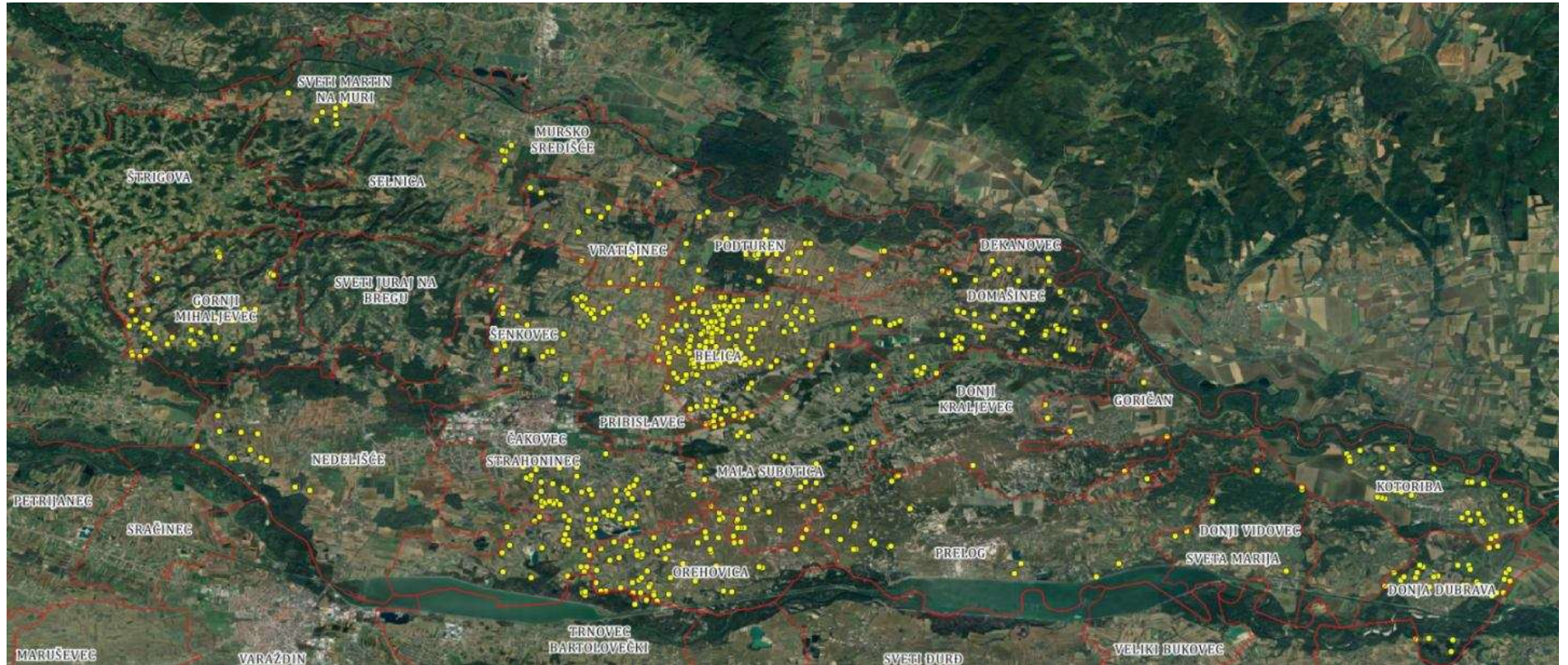
Zaključno, rezultati za 2025. godinu potvrđuju potrebu za **kontinuiranim praćenjem plodnosti tla**, sustavnom primjenom meliorativnih mjera i individualnim pristupom svakoj proizvodnoj parceli. Projekt Kontrola plodnosti tla ostaje ključna stručna podloga za donošenje odluka i provedbu mjera usmjerenih na dugoročno očuvanje i unapređenje poljoprivrednog zemljišta u Međimurskoj županiji.

Labosan d.o.o.
Damir Baotić mag.ing.
Laboratorij za analizu tla i
biljnog materijala Virovitica



8. PRILOZI

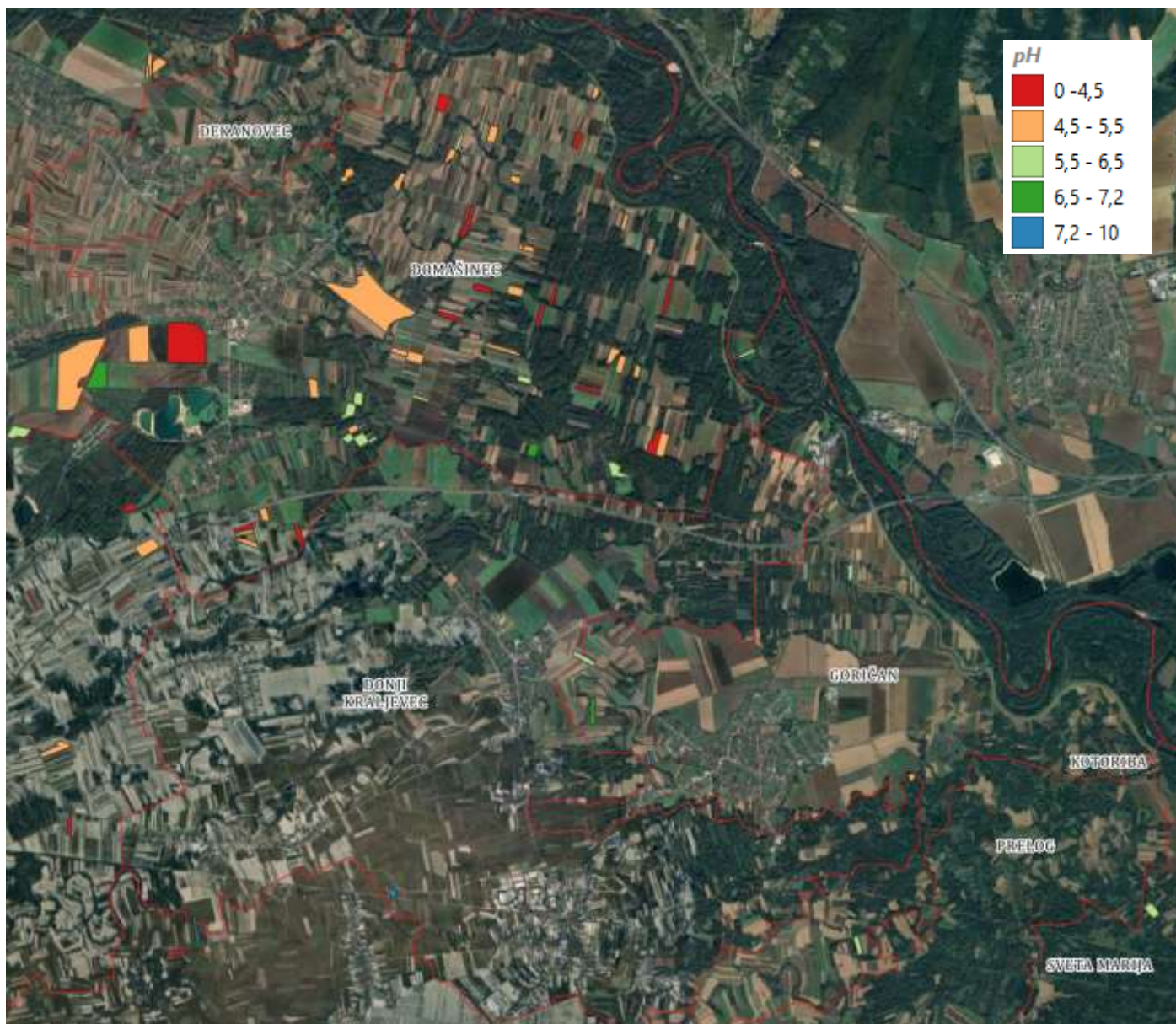
Prilog 1. Analizirane površine u Međimurskoj županiji za 2025. godinu



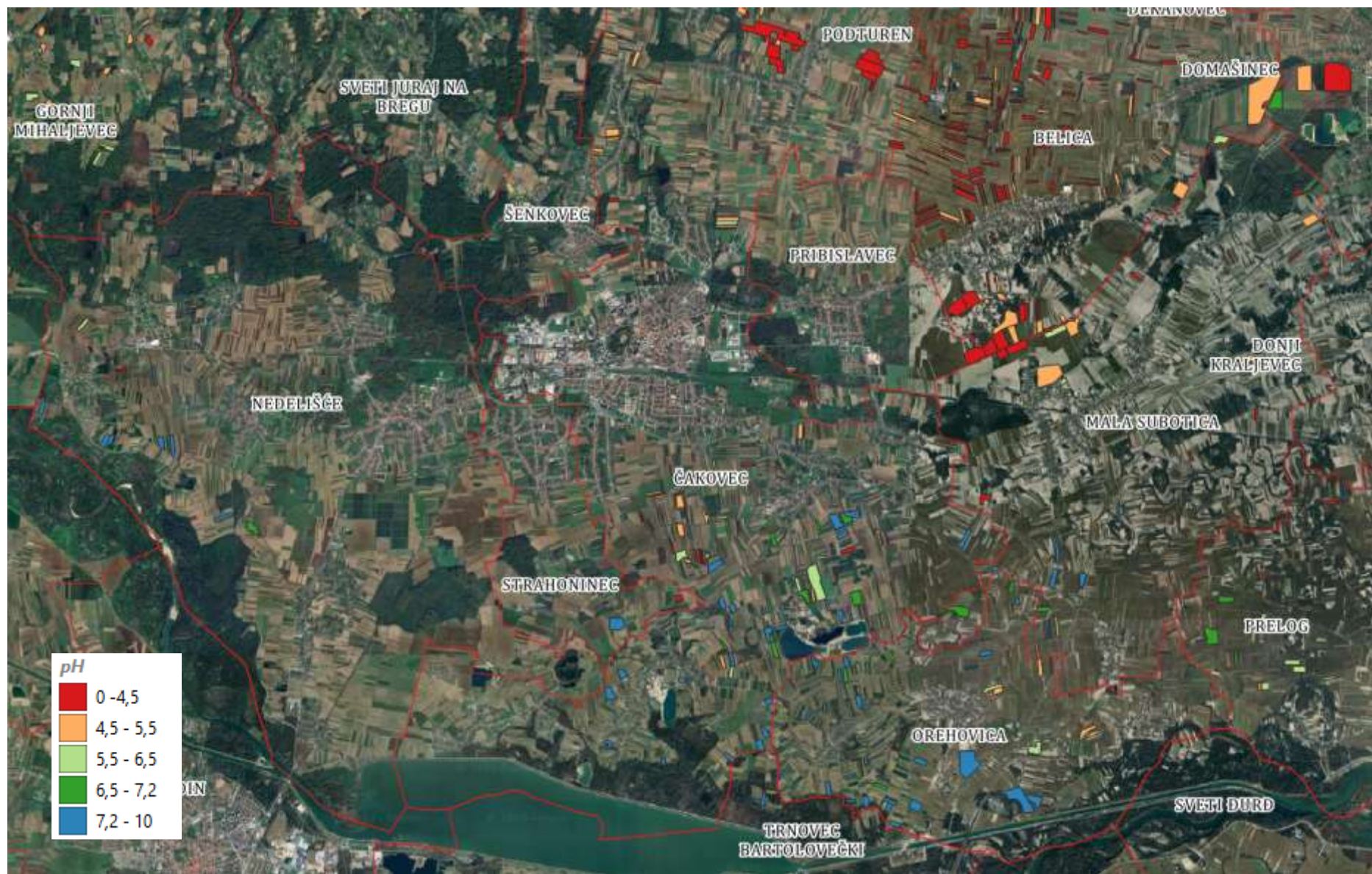
Prilog 2. Vrijednost pH u KCl u Međimurskoj županiji u 2025. godini (Donja Dubrava, Donji Vidovec, Kotoriba, Prelog, Sveta Marija)



Prilog 3. Vrijednost pH u KCl u Međimurskoj županiji u 2025. godini (Dekanovec, Domašinec, Donji Kraljevec, Goričan)



Prilog 4. Vrijednost pH u KCl u Međimurskoj županiji u 2025. godini (Čakovec, Mala Subotica, Nedelišće, Orehovica, Pribislavec, Strahoninec)



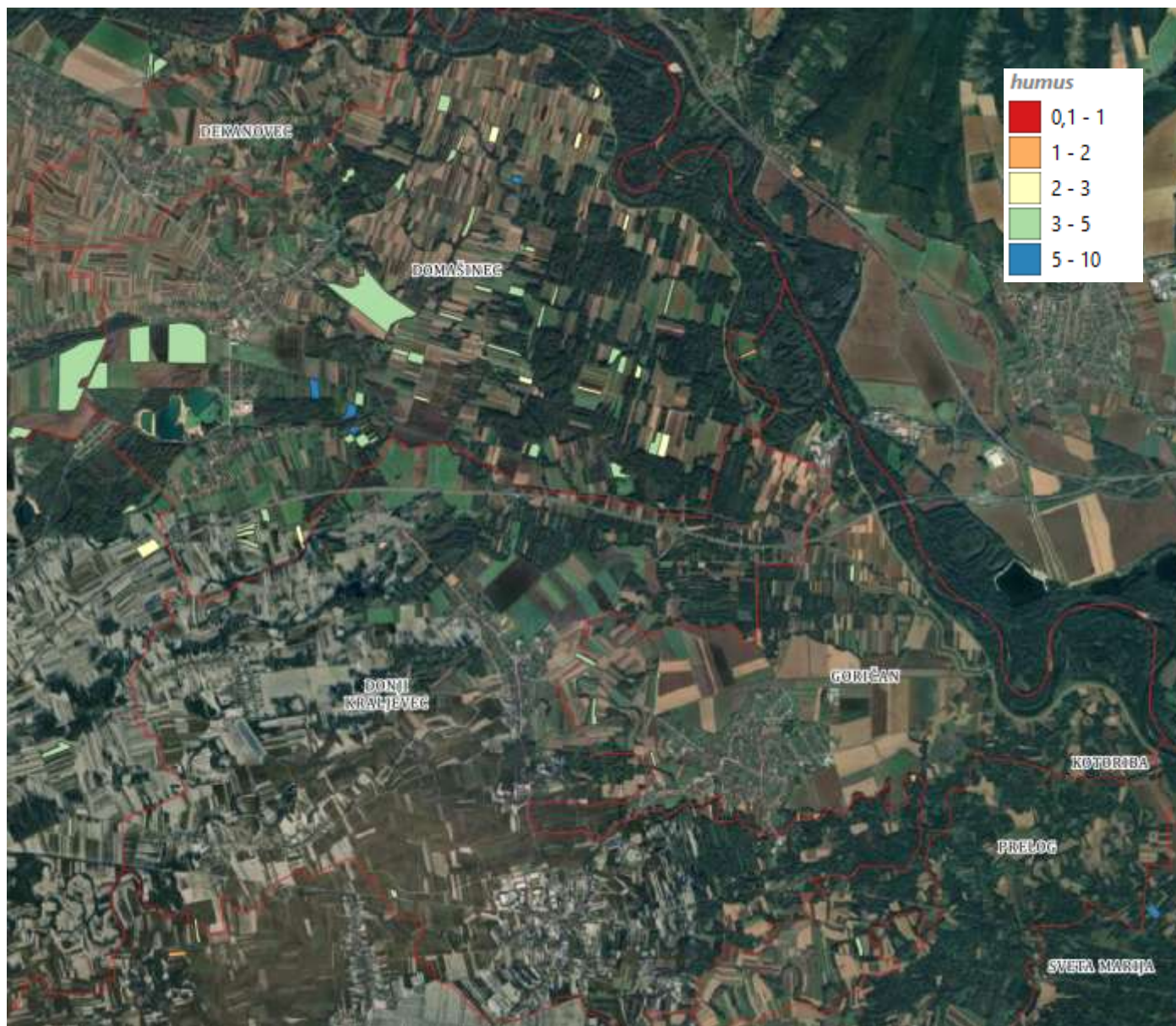
Prilog 5. Vrijednost pH u KCl u Međimurskoj županiji u 2025. godini (Mursko Središće, Selnica, Sveti Martin na Muri, Štrigova)



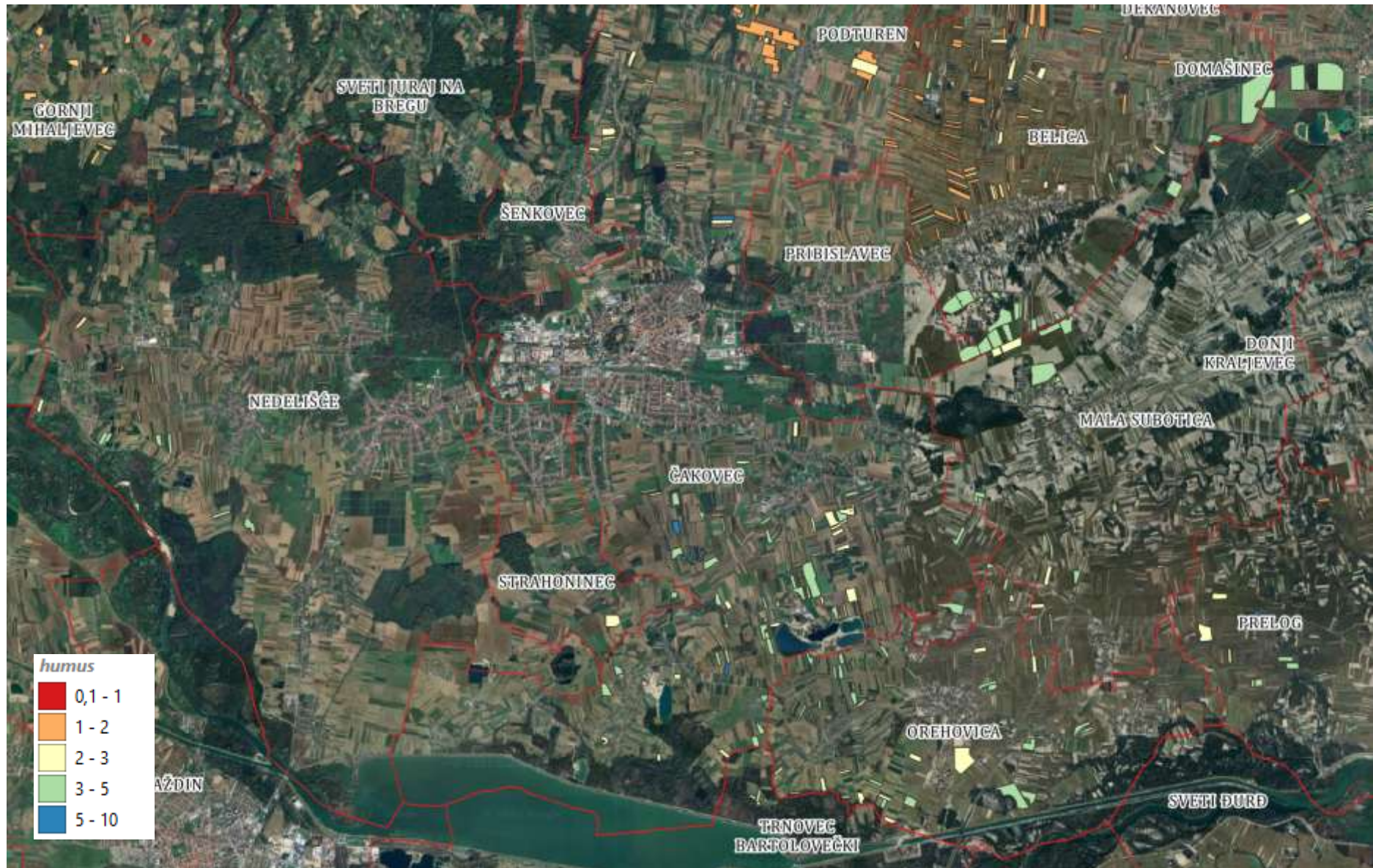
Prilog 6. Vrijednost pH u KCl u Međimurskoj županiji u 2025. godini (Belica, Gornji Mihaljevec, Podturen, Sveti Juraj na Bregu, Šenkovec, Vratišinec)



Prilog 8. Vrijednost humusa (%) u Međimurskoj županiji u 2025. godini (Dekanovec, Domašinec, Donji Kraljevec, Goričan)



Prilog 9. Vrijednost humusa (%) u Međimurskoj županiji u 2025. godini (Čakovec, Mala Subotica, Nedelišće, Orehovica, Pribislavec, Strahoninec)



Prilog 10. Vrijednost humusa (%) u Međimurskoj županiji u 2025. godini (Mursko Središće, Selnica, Sveti Martin na Muri, Štrigova)



Prilog 11. Vrijednost humusa (%) u Međimurskoj županiji u 2025. godini (Belica, Gornji Mihaljevec, Podturen, Sveti Juraj na Bregu, Šenkovec, Vratišinec)



Prilog 12. Klase opskrbljenosti lakopristupačnog fosfora u Međimurskoj županiji u 2025. godini (Donja Dubrava, Donji Vidovec, Kotoriba, Prelog, Sveta Marija)



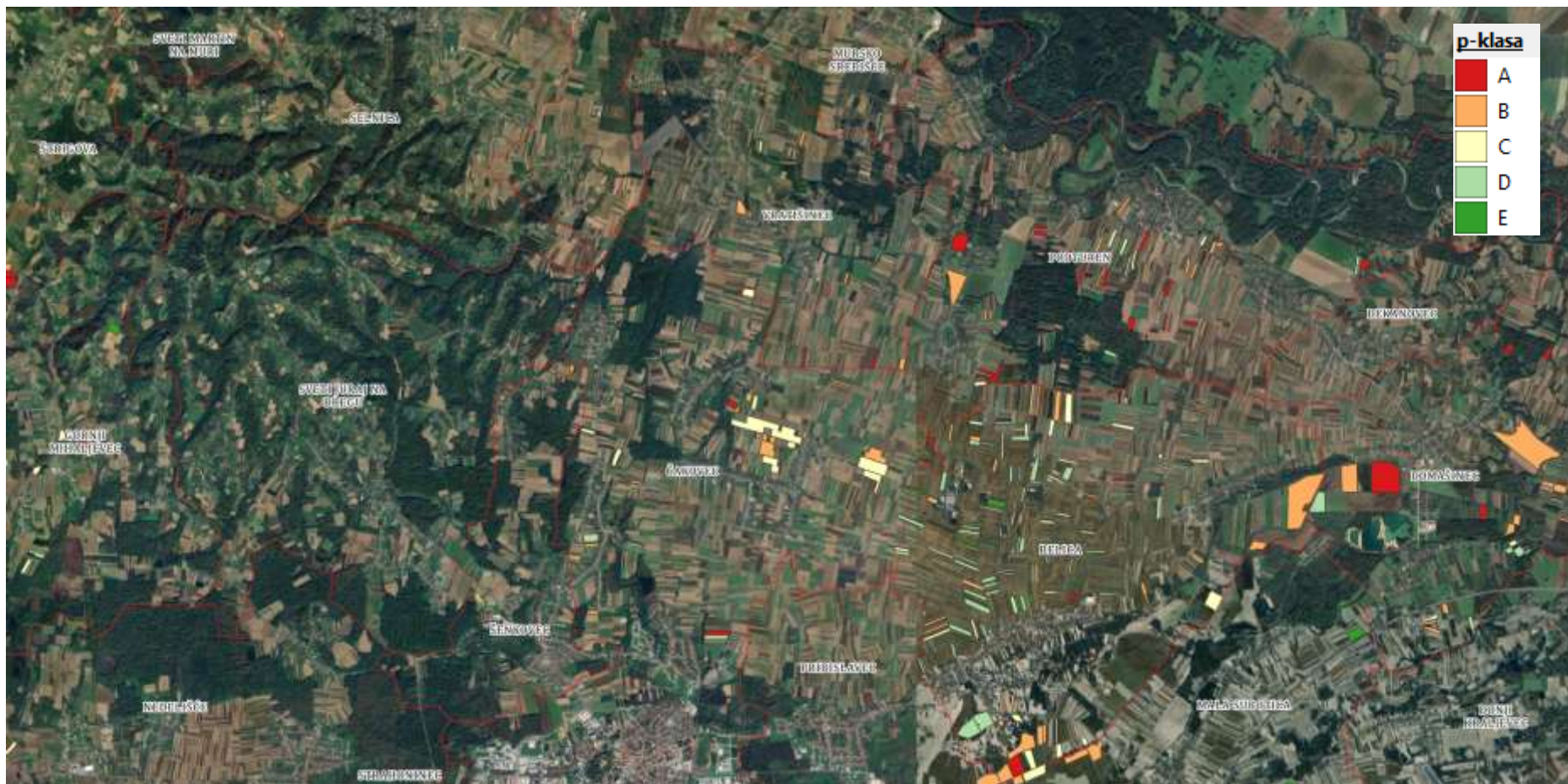
Prilog 13. Klase opskrbljenosti lakopristupačnog fosfora u Međimurskoj županiji u 2025. godini (Dekanovec, Domašinec, Donji Kraljevec, Goričan)



Prilog 15. Klase opskrbljenosti lakopristupačnog fosfora u Međimurskoj županiji u 2025. godini (Mursko Središće, Selnica, Sveti Martin na Muri, Štrigova)



Prilog 16. Klase opskrbljenosti lakopristupačnog fosfora u Međimurskoj županiji u 2025. godini (Belica, Gornji Mihaljevec, Podturen, Sveti Juraj na Bregu, Šenkovec, Vratišinec)



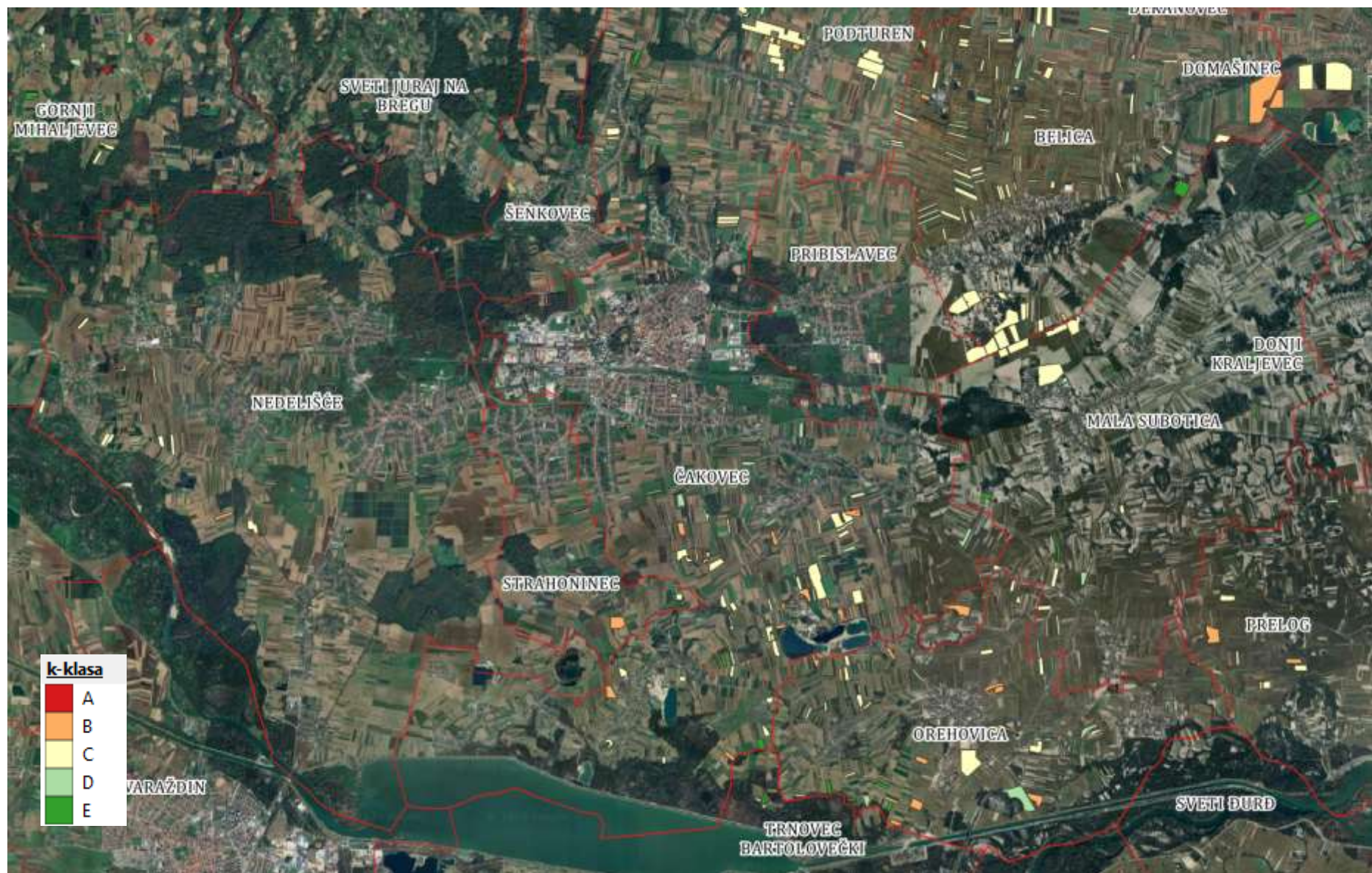
Prilog 17. Klase opskrbljenosti lakopristupačnog kalija u Međimurskoj županiji u 2025. godini (Donja Dubrava, Donji Vidovec, Kotoriba, Prelog, Sveta Marija)



Prilog 18. Klase opskrbljenosti lakopristupačnog kalija u Međimurskoj županiji u 2025. godini (Dekanovec, Domašinec, Donji Kraljevec, Goričan)



Prilog 19. Klase opskrbljenosti lakopristupačnog kalija u Međimurskoj županiji u 2025. godini (Čakovec, Mala Subotica, Nedelišće, Orehovica, Pribislavec, Strahoninec)



Prilog 20. Klase opskrbljenosti lakopristupačnog kalija u Međimurskoj županiji u 2025. godini (Mursko Središće, Selnica, Sveti Martin na Muri, Štrigova)



Prilog 21. Klase opskrbljenosti lakopristupačnog kalija u Međimurskoj županiji u 2025. godini (Belica, Gornji Mihaljevec, Podturen, Sveti Juraj na Bregu, Šenkovec, Vratišinec)



Prilog 22. Tumačenje rezultata analiza za potrebe ispitivanja plodnosti tla i granične vrijednosti

Reakcija tla pH KCl (klasifikacija prema Thun-u, 1955.)

Kategorija	pH (KCl)	Opis
A	<4,50	Jako kisela reakcija
B	4,51-5,50	Kisela reakcija
C	5,51-6,50	Slabo kisela reakcija
D	6,51-7,20	Neutralna reakcija
E	>7,21	Alkalna reakcija

Interpretacijske vrijednosti za humoznost tla

Vrijednost humusa (%)	Opis
<0,5	Ekstremno slabo humozno tlo
0,51-1,00	Vrlo slabo humozno tlo
1,01-2,00	Slabo humozno tlo
2,01-3,00	Srednje humozno tlo
3,01-5,00	Dosta humozno tlo
5,01-10,00	Jako humozno tlo
10,01-30,00	Vrlo jako humozno tlo
>30,01	Tresetno tlo

Interpretacijske vrijednosti za sadržaj lako pristupačnog fosfora i kalija po AL-metodi (klasifikacija prema Vukadinoviću i Lončariću)

Klasa opskrbljenosti		mg P ₂ O ₅ u 100g tla		mg K ₂ O u 100 g tla		
		pH < 6 (KCl)	pH > 6 (KCl)	Tlo lakše teksture	Tlo srednje teške teksture	Tlo teške teksture
A	Vrlo slabo opskrbljeno	<8,00	<5,00	<6,00	<8,00	<10,00
B	Slabo opskrbljeno	8,01-16,00	5,01-12,00	6,01-12,00	8,01-14,00	10,01-16,01
C	Dobro opskrbljeno	16,01-25,00	12,01-20,00	12,01-24,00	14,01-28,00	16,01-32,00
D	Bogato opskrbljeno	25,01-45,00	20,01-30,00	24,01-35,00	28,01-40,00	32,01-45,00
E	Vrlo bogato opskrbljeno	>45,01	>30,01	>35,01	>40,01	>45,01

*Tlo lakše teksture: pijesak, ilovasti pijesak, pjeskovita ilovača

*Tlo srednje teške teksture: pjeskovito glinasta ilovača, prah, praškasta ilovača, ilovača, glinasta ilovača, praškasto glinasta ilovača

*Tlo teške teksture: pjeskovita glina, praškasta glina, teška glina