

ZNAČAJKE I ULOGE TALA VARAŽDINSKE ŽUPANIJE SA SMJERNICAMA ODRŽIVOG GOSPODARENJA POLJOPRIVREDNIM ZEMLJIŠTEM

Autori u ovom radu govore o neupitnoj važnosti kvalitete tla za održivi gospodarski razvoj i očuvanje okoliša te predlažu pokretanje jedinstvene Hrvatske poljoprivredne politike. U radu je raščlanjeno aktualno stanje - rasprostranjenost i najvažnije značajke tala te naznačene mjere popravke i zaštite tla na području Varaždinske županije.

UVOD

Kao uvjetno obnovljiv prirodni resurs, tlo ima presudan utjecaj na održivi razvoj svjetskog gospodarstva, napose održive poljoprivrede i zaštitu okoliša. Kako znanosti o tlu na našim prostorima imaju ishodište u poljoprivrednim i šumarskim znanostima, u fokusu istraživanja dugo se (za)držala plodnost tla, kao pokazatelj i mjerilo vrijednosti tla u uzgoju bilja.

Pod pritiskom naraslih problema oštećenja okoliša, kojima pridonosi i gospodarenje tлом u intenzivnoj poljoprivredi, u fokus zanimanja ulaze neproizvodne, do jučer marginalne uloge tla, da bi na tom tragu 1999. godine bio osmišljen i prihvaćen aktualni koncept pod nazivom **V**išenamjensko **Q**obilježje **P**oljoprivrede i **T**la - VOPT (**M**ulti**F**unctional **C**haracter of **A**griculture and **L**and - MFCAL). Tlo je u tom konceptu višenamjensko dobro, a povlači se razlika između proizvodne uloge tla u procesu fotosinteze, dakle tvorbi biomase (hrane i drveta), i neproizvodnih, na prvom mjestu ekološko regulacijskih uloga tla. Zajednička poljo-

¹ Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti Zagreb, ftomic@agr.hr

² prof. emeritus, Križevci, ferdo.basic1@gmail.com

³ Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za pedologiju, shusnjak@agr.hr

privredna politiku EU (Common Agricultural Policy - CAP), koja obvezuje sve članice, pa dakle i Hrvatsku - Varaždinsku županiju kreirana je "po mjeri" toga koncepta. Pred nama je vrijeme u kojemu ćemo se ravnati smjericama Hrvatske Poljoprivredne Politike - HPP, bez koje kao konsenzusa između svih javnih opcija ne vidimo skladan i održiv razvoj hrvatskog gospodarstva, niti izlazak iz gospodarske krize. Koncept se temelji na činjenici da kao „medij interakcije“ svih sfera, osim proizvodne uloge, (primarna proizvodnja organske tvari – hrane za ukupnu biosferu na Zemlji), tlo ima i druge uloge; ekološko – regulacijske (receptor, akumulator i transformator tvari i energije, detoksikator, univerzalni prečistač vode, snažan pufer sustav za ublažavanje stresa, klimatsko-regulacijska – izvor emisije plinova staklenika, razgradnja biljnih i drugih životnih ostataka, biološko regulacijsku (početna i završna točka brojnih bioloških kruženja, rezervat gena i temelj biološke raznolikosti), prirodno-skladišnu ("skladišti" biljna hranjiva, vodu, toplinsku energiju), prostornu (pruža prostor za život i djelatnosti čovjeka; industriju, transport, stanovanje i rekreaciju, odlaganje otpada, oblikovanje kulturnog krajobraza), konzervacijsko-arhivsku (geološki, pedološki, paleontološki i arheološki materijal).

Tlo je ključni medij za održavanje ravnoteže u terestričkim i semiterestričkim ekosustavima, uključujući za temu našega razmatranja najvažnije poljoprivredne (agro-) i šumske (silvi-) ekosustave. O značaju te uloge govori podatak da 95% naše hrane daje tlo pa dakle o kakvoći tla zavisi sigurnost opskrbe (Food security) i zdravstvena ispravnost hrane (Food safety), kao pokazatelji kakvoće života suvremenog čovjeka. Poljoprivreda i šumarstvo koriste preko 90% kopnene površine Hrvatske, a oko 90% površine EU-27.

Koncept VOPT otvara put reviziji sustava gospodarenja i prihvaćanju Prilagodljivog sustava gospodarenja u poljoprivredi, što znači odbacivanje stereotipa i prilagodba prilikama poljoprivredne regije i užeg uzgojnog područja, tipu tla, reafirmaciju čvrstih plodoređa i reduciranje obrade tla - do potpunog izostavljanja.

Ovaj rad ima cilj utvrditi aktualno stanje - rasprostranjenost i najvažnije značajke tala i naznačiti mjere popravke i zaštite tla i vode te smjernice popravka i održivog gospodarenja tлом u sustavima gospodarenja na području Varaždinske županije.

Mišljenja smo da održivo gospodarenje tлом treba biti u nadležnosti izabrane županije na području poljoprivredne podregije, a kao minimum svaka bi podregija trebala imati studiju održivog gospodarenja tлом, kao nekovrnsnu, dakako računalnu bazu podataka o klimi, otvorenu za prijem novih podataka.

METODE RADA

Pedološke karte Republike Hrvatske mjerila 1:300.000 (Bogunović et al 1996), koja je izrađena generalizacijom iz listova Ptuj i Čakovec Opće pedološke karte 1 : 50 000, u čijoj smo izradi i sami sudjelovali (Bašić, 1979, Bašić, Stepančić 1984., Bašić, Šimunić, 1985), zatim na temelju Pedološke karte poljoprivrednog zemljišta Republike Hrvatske (Husnjak et al 2005). Korištenjem tih podloga izrađen je priloženi isječak pedološke karte Varaždinske županije u mjerilu 1:300.000. Karta kiselosti tla izrađena je na temelju značajki dominantnih sistematskih jedinica tla iz spomenutih pedoloških karata. U razmatranju problema kiselosti tala korišteni su rezultati istraživanja u okviru projekta Zavoda za opću proizvodnju bilja i IGM Lepoglava (Butorac, Bašić 1985-1988, Bašić et al 1990). Istoj svrsi poslužili su rezultati istraživanja Instituta za razvoj i međunarodne odnose i Agronomskog fakulteta pod naslovom (Butorac et al 1991). Podatke o značajkama tala ovoga područja dobili smo agroekološkim istraživanjem i izradom projekta agromelioracija sa sistemima oranične biljne proizvodnje za površine "Varaždinke" iz Varaždina (Butorac, Bašić 1987, Bašić, Butorac, Mesić, 1991).

Ocjenu pogodnosti tala za navodnjavanja poljoprivrednih tala dali smo na temelju rezultata istraživanja Tomića (2003, 2013), Tomića et al (2007, 2013) radova u okviru "Nacionalnog projekta navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj" (Romić, Marušić 2005, Husnjak et al 2005), a za ocjenu potrebe odvodnje korišteni su radovi Tomića (1988), kao i Husnjaka i Šimunića (2006).

Značajke reljefa (nadmorske visine i nagiba terena) prikazane su na temelju rezultata istraživanja Husnjaka (2000). Za obradu meteoroloških podataka korišteni su podaci Meteorološke postaje Varaždin za razdoblje od 1955. do 1984. godine.

Terenska i laboratorijska istraživanja i interpretacija rezultata koja se u radu navode obavljena su metodama opisanim u priručniku za uzorkovanje i analizu tla Pernara et al (2013).

POSEBNOSTI I ULOGE TLA KOJE ODREĐUJU SUSTAV GOSPODARENJA

Okvir u kojemu se kreira održiv i prihvatljiv sustav gospodarenja poljoprivrednim zemljištem određen je agroekološkim uvjetima na koje najsnažnije djeluje tlo, određujući mogućnost izbora bilja za uzgoj i privremena ili trajna ograničenja tom uzgoju, odnosno mogućnosti (i cjenu) uklanjanja tih nedostataka melioracijskim zahvatima.

Kao tanki omotač smješten između litosfere i atmosfere tlo ili pedosfera izmjenjuje (imisijom i emisijom) tvari i energiju između atmosfere, biosfere, hidrosfere i litosfere, pa predstavlja nekovrsni most između tih sfera.

Kako je postanak (geneza) tla spor proces, tlo ne može biti obnovljeno u naraštaju u kojemu je uništeno, tlo se smatra uvjetno obnovljivim prirodnim dobrom - resursom (Varallyay 2005).

Proizvodne uloge tla

Tlo nas hrani! (*Soil feed us!*) Primarna i svakako najviše poznata uloga tla, je opskrba biljke vodom, u njoj otopljenim biljnim hranjivima, što omogućava proces fotosinteze i pridobivanje biomase - organske tvari. U toj ulozi tlo je nezamjenjiv čimbenik važne gospodarske grane svake nacije - poljoprivrede. Njoj zahvaljujući, čovjek namiruje svoje potrebe za hranom, pićem, napitcima, sirovinama za prehrambenu industriju, lijekom, začinima i užitnim tvarima, kao što je alkohol i droge. U istoj ulozi tlo namiruje i druge potrebe; energiju i biogorivo (ogrjev, bio-diesel, bioetanol), vlakno (predivo bilje – pamuk, lan, konoplja), ukrase doma i životnog okoliša (dekorativno bilje), sirovine za drveno prerađivačku industriju.

Tlo je omogućilo sjedilački način života i civilizaciju, a izum i usavršavanje pluga, korištenje stoke, a zatim i stroja za vuču, otvorili put napretku u proizvodnji rane i porastu svjetske populacije. Veličinu promjena koje unosi blistavi, trijumfalni uzlet znanosti, napose genetike (selekcije bilja) i ishrane bilja (tvornička mineralna gnojiva) u 20. stoljeću, oslikava podatak da je 1900. godine, prije tih promjena globalna poljoprivreda s površine od 0,85 milijardi hektara hranila populaciju od 1,6 milijardi ljudi, a danas; nešto manje od dvostruko veća površina (1,5 mld. ha) hrani čak 4,5 puta veću populaciju od 7,2 mld. ljudi. Istini za volju, u sjeni je ostala druga strana medalje tih uspjeha; krčenje ogromnih površina šuma, koje traje i danas, emisija stakleničkih plinova od paljenja te vegetacije i ubrzane mineralizacije humusa u osvojenim tlima, s novom emisijom CO₂ uzrok je suvremenih, kaotičnih promjena klime. Dodajmo k tomu još i onečišćenje okoliša, napose vode nitratima. Postupno je napušten tradicionalni plodored i praksa sjetve siderata, a izbor bilja potpuno podređen zahtjevima tržišta. Negativni učinci degradacije tla u intenzivnoj poljoprivredi kompenzirani su i "maskirani" primjenom visokih doza mineralnih gnojiva, visokim prinosima, i profitom. Stoga predstoji globalno preispitivanje i revizija sustava uzgoja bilja i stoke u poljoprivredi - neke vrste "povratak prirodi" (Tomić et al 2013).

Reakcije na negativne učinke po okoliš su korekcije sustava gospodarenja u smjeru veće okolišne održivosti ili reafirmacija različitih tradicionalnih sustava gospodarenja. Na sceni su u svijetu u nas dva potpuno suprotstavljena i međusobno isključiva sustava, koji nude rješenja. Jedan je radikalni "povratak prirodi"

putem ekološke - organske poljoprivrede, koja koristi stare sorte bilja i pasmine stoke, organska i biološka gnojiva, a isključuje sva kemijska sredstva. Odgovor biotehnologije također je radikalna, ali, barem deklarativno, usmjeren zaštiti okoliša; manipulacija genetskim materijalom i stvaranje transgenih (GMO) - visokorodnih biljnih vrsta ili sorata postojećih vrsta, otpornih na bolesti, štetnike i korove. Ambicije smjeraju stvaranju GM vrsta za uzgoj na suhim, jako kiselim i slanim tlima, koja do sada nije bilo moguće koristiti u tu svrhu. Što to znači oslikava podatak da je od ukupne kopnene površine Zemlje samo 11% tala koja se bez popravaka mogu koristiti za uzgoj bilja, 23% je suh, a 23% kiselih i slanog tala. Korištenje kiselih tala otvara put obilju hrane. "Nezgodna" je u tome što su kisela, lateritna tla rasprostranjena u nerazvijenim zemljama, koje nemaju sredstava, a iz njih se (više) nema što crpiti. Oba puta imaju očite nedostatke. Bez dušika iz mineralnih gnojiva na raspoloživim tlima i s raspoloživim sortama ne može se uzgojiti bilja za dovoljno hrane. Proračuni pokazuju; na 1,5 mld. ha poljoprivrednih površina, koliko se danas na Zemlji koristi, organska poljoprivreda bi, (i to vegetarijanski) mogla prehraniti samo 3,2 mld. ljudi. S druge strane, nastavi li se sadašnja praksa gnojidbe, ostat ćemo bez pitke vode zbog onečišćenja nitratima. Rješenje ovog, naoko začaranog kruga je u ekonomski, socijalno i okolišno održivoj poljoprivredi, u kojoj je krajnje obazriva primjena dušičnih gnojiva (u pogledu količine, vremena i načina primjene), i svih drugih, ekološki rizičnih tvari, bez transgenih organizama, ali sa stalnim radom na selekciji kultivara prihvatljivih sa stajališta zahtjeva prema gnojidbi (dušikom) i otpornih na bolesti i štetnike. I naravno, još važnije; uređenje tla u smislu odstranjivanja suvišne vode odvodnjom, a natapanje u suhim razdobljima, kalcifikacija kiselih tala, optimalna opskrba biljci pristupačnim hranjivima, naknadni usjevi i korištenje dvije žetve godišnje. Pritisak na tlo može znatno ublažiti uzgoj bilja bez tla (hidroponi i pješčane kulture).

Neproizvodne uloge tla

Tlo je prijemnik (receptor), sakupljač (akumulator), i izmjenjivač (transformator) i skladištar različitih, okolišno relevantnih tvari. (*Soil is receptor, accumulator, transformer and storing media of substances*). Smješteno između litosfere i atmosfere, u neposrednom dodiru s hidrosferom i antroposferom, odnosno biosferom, tlo ima ulogu prijemnika (akceptora) tvari koje se nehotice, kao posljedica incidenta ili prirodne katastrofe, ili hotimično (gnojidba, zaštita bilja) emitiraju iz tih sfera u okoliš. Te tvari se u tlu mogu nakupljati pa tlo ima ulogu njihova sakupljača (akumulatora), zahvaljujući mehanizmima soprpcije tih tvari. Tako sakupljene tvari, napose organske, pomoću mikrobiološkog kompleksa tlo može izmjeniti i odigrati ulogu izmjenjivača (transformatora) tih tvari.

Tlo nam gasi žed! (*Soil waters us!*) U ulozi univerzalnog pročištača tlo čisti oborinsku vodu i štiti pitku podzemnu vodu i akvatične ekosustave (vodotoke, jezera i more) od onečišćenja. Značaj ove uloge tla oslikava podatak da se 90% potrošača Hrvatske opskrbljuje pitkom vodom iz podzemne vode. Za Varaždinsku županiju ova sposobnost tla je ključna, jer se upravo na tom području nalazi najizdašniji vodonosnik pitke vode u Hrvatskoj (Mayer 2007). Gospodarenje tlom u Varaždinskoj županiji treba posebno respektirati ovu ulogu tla.

Gospodareći humusom svaki zemljoradnik Varaždinske županije utječe na kapaciteta adsorpcije. Što se minerala gline tiče, najveći kapacitet ima montmorilonitna glina - bentonit. Poznati su preparati na osnovi zeolitnog tufa, u kojima zeolitna sastavnica veže onečišćivače - polutante fizikalno-kemijskom sorpcijom sličnu montmorilonitu. Izradili smo studiju primjene tih materijala na području Varaždina (Butorac et al 2001), ali je provedba izostala.

Kao univerzalni pufer tlo inaktivira tvari (*As universal buffer system soil inactivates some substances*), koje suhom ili mokrom depozicijom ulaze u njegovu masu ili se oslobađaju mineralizacijom organske tvari koja sadrži onečišćenja. Kisele sastavnice puferira pomoću kationa, kao što su natrij, kalcij, kalij, magnezij, i tako prijeći veće promjene reakcije tla. Drugi mehanizam puferizacije je vezanje tvari na adsorpcijski kompleks, pa se primjerice preko 99% pesticida koji ulaze u tlo inaktivira na ovaj način, prelazeći u bezopasne tvari.

Tlo je snažan regulator klime (*Soil is a powerful regulator of global climate*), jer je središnja karika u lancu biotransformacije organskog ugljika. Ono utječe na sadržaj i ukupnu količinu CO₂ i drugih plinova čija emisija u atmosferu uzrokuje "učinak staklenika". Globalno gledajući, ukupna količina organskog ugljika u tlu - humosferi, trostruko je veća nego u nadzemnoj biološkoj masi: u ekvatorijalnom području je podjednaka, a u aridnom – stepskom području desetorostruko je veća u tlu nego u nadzemnoj masi. Sve je manje dvojbe oko toga kako je ekspanzija poljoprivrede krčenjem šuma i preoravanjem prerija i stepa u 19. i 20. st., uzrok emisije CO₂ u atmosferu, u količini koja je utjecala na klimatske promjene.

Znanstvenici se nalaze pred novom zadaćom; kreirati zahvate u proizvodnji hrane bez povećanja emisije plinova staklenika - CO₂! Najveće promjene očekuje obrada tla.

Tlo je izvor genskog bogatstva i zaštite biološke raznolikosti (*Soil is a source of bio-richness and biodiversity*), jer kao stanište brojnih mikro i makro organizama predstavlja rezervat gena i temelj globalne biološke raznolikosti. Broj živih organizama ispod površine višestruko je veći nego iznad površine tla, o čemu rječito govori podatak da dobro, plodno tlo u oraničnom sloju sadrži oko 25 tona/ha živih organizama, među kojima čitav niz izuzetno korisnih, kao što su

simbiozijski (*rod Rhizobium*) i nesimbiozijski (*Azotobacter choococum*, *Clostridium pastorianum*) fiksatori elementarnog dušika iz zraka. Ta sposobnost simbiozijskih fiksatora iskorištena je za pripremu biopripravka za bakterizaciju leguminoznih usjeva, pa se tako na "environment friendly" način može godišnje dobiti do 180 kg/ha dušika. Ekološke koristi od primjene bioloških preparata su nemjerljive, jer se smanjuje ili potpuno izostaje ispiranje dušika u akvatične ekosustave - podzemne vode i vodotoke. Život u tlu pravi je i raskošni "genski rezervar", iz kojega će se sutra crpiti genetski materijal za različite potrebe budućnosti. Biotehnologija traži put za upravljanje korisnim biološkim procesima u tlu u željenom smjeru, a mogućnosti, pa i rizici su praktički neiscrpnjivi.

Prostorne uloge tla (*Soil as factor of space planning*) odlučno utječu na antroposferu, jer pedosfera pruža prostor za širenje urbanih sredina, prometnica, rekreacijskih površina, deponija za odlagalište otpada i dr. Danas se oko 2% ukupne površine tala Europe nalazi pod zgradama i prometnicama. Suvišno je napominjati da se te površine s pravom smatraju trajno izgubljenim za uzgoj bilja, pridobivanje hrane i tretiraju kao trajni – nepovratni gubitak tla. Prilikom donošenja odluka o tom pitanju valja težiti riješenjima koja će što je moguće kraćom trasom presjecati primjerice riječne doline s plodnim tlima i vodonosna područja.

Tlo je prirodno odlagalište (*Soil as natural delaying media*) otpada različitog porijekla i značajki. Djelotvornost odlagališta zavisi o tlu na kojemu je ono locirano, a izbor lokacije vrlo je delikatno i visoko stručno pitanje. Više je tzv. eliminacijskih kriterija za izbor najpovoljnije, točnije najmanje nepovoljne lokacije, od kojih se većina odnosi na blizinu različitih objekata; zaštićenih prirodnih površina, vodozaštitnih područja, spomenika kulture, poznatih krajobraza, šumskih sastojina posebne vrijednosti, i dr. Što se tiče tla, uvjet za dobar smještaj odlagališta je lokacija koja isključuje mogućnost emisije onečišćenja u okoliš; vodu, zrak ili biosferu – biljni svijet na odlagalištu ili oko njega. A za ispuniti taj uvjet tlo treba sadržavati veliku količinu koloidnih tvari – gline i humusa, i to onih s visokim kapacitetom adsorpcije kao što je montmorilonitna glina i zreli ili blagi humus. Takvi su lokaliteti na tercijarnim glinama zapadnog dijela županije.

Tlo u oblikovanju krajobraza (*Soil in landscape forming*) ima odlučujuću ulogu, jer ono određuje moguće načine korištenja prostora. Pojednostavljeno je i preusko gledanje na krajobraz kao isključivo estetsku kategoriju. On je znatno više od toga; odraz i svjedok stanja u prošlosti i danas, "emocionalni temelj" zavičajni i osjećaju čovjeka o pripadnosti nekom kraju. Gospodarenje tlom izravno utječu i na izgled krajobraza, mogućnost razvitka ruralnog turizma, korištenje prirodnih resursa u svrhu rekreacije i dr.

Tla Varaždinske županije značajan su izvor sirovina (*Soils of Varaždin county are an important source of row materials*), primjerice za proizvodnju

cigle, iskop gline za keramičarski obrt i industriju, kremenog pijeska za staklo, korištenje pijeska i šljunka za građevinski materijal. Eksploataciju tih sirovina nerazdvojno prati oštećenje tla otvorenim kopovima, odnosno prekrivanjem plodnih tala tim materijalima.

Tlo je značajan povjesni medij (*Soil is a historical media*) koji u sebi skriva različit arheološki i paleontološki materijal, koji služe kao izvor informacija za rekonstrukciju geoloških prapovijesnih i povjesnih događaja. Cijeli prostor Varaždinske županije izuzetno je bogat takvim nalazištima iz prapovijesti (Vindija, Velika pećina, Šincekova jama, Jalžabet, Martijanec), antike i srwednjeg vijeka.

BRIGA O TLU - BRIGA O ŽIVOTU!

Sumirajući rečeno, očito je da tlo ima višenamjenske uloge, od kojih jest najvažnija proizvodnja hrane i drugih dobara u poljoprivredi i biomase u šumarstvu, ali ni druge, ponajprije ekološko regulacijske uloge nisu manje važne. Zavisno o okolnostima, u gospodarenju tlom neka od uloga može "izbiti u prvi plan", a sve ostale privremeno ili trajno biti "u sjeni". Primjerice, na vodozaštitnom području, kakvo je cijelo varaždinsko područje značajna je uloga tla u zaštiti čiste vode pa u gospodarenju u poljoprivredi valja izbjeći sve postupke kojima bi se ugrozila voda. Koncept VOPT unosi radikalnu promjenu stoljećima prakticiranih, neupitnih kriterija vrednovanja uspješnosti poljoprivrede i opravdanosti svakog zahvata prema visini i kakvoći prinosa. Umjesto toga, pritisak podataka o stanju okoliša i učincima gospodarenja u agrosferi na druge sfere preusmjerava fokus na „non-food“ uloge tla; najprije ekološko-regulacijske; emisija „plinova staklenika“, transformaciju štetnih tvari, filtracijska sposobnost, zaštitu vode od onečišćenja (Mesić et al 2000, Varallyay 2005).

Treba li uopće reći da društvo mora tražiti, i naći, mehanizme djelotvorne zaštite tla, kao vrijednog i nezamjenjivog nacionalnog blaga. Nije upitno da se društvo koje to ne umije lišava svoje sigurne sutrašnjice.

Nije za čudo što se u sustavnu zaštitu tla, kao jednog od najugroženijih resursa pošlo pod geslom: **S(ave) O(ur) S(oils)** – Spasimo naša tla! Riječ je dakle o dramatičnom pozivu na spašavanje tla! Što reći o sadašnjem trenutku?

Recimo najprije, kako su, uvidjevši (slabašne) učinke dramatičnog poziva na spašavanje aktivisti deklarirali "dvostruki SOS":

$$S_{ave} O_{ur} S_{oil} \text{ to } S_{ustain} O_{ur} S_{ociety}$$

Kao najveći korisnik tala naseljenog dijela kopna - antroposfere, svjetska poljoprivreda je u treće tisućljeće ušla na valu globalizacije i opće liberalizacije, s konceptom MFCAL, koji neupitno kazuje da se poljoprivredu ne treba promatrati isključivo kao izvor hrane, a naročito ne profita. Ona je puno više od toga!

Interes društva nedvojbeno je jasan; ono traži sigurnost opskrbe hranom (Food security) po prihvatljivoj cijeni, zdravstvenu ispravnost hrane (Food safety) i čist okoliš kao prostor ugodan za život. Zemljoradnicima se za prinos smanjen zbog odustajanja od primjene ekološki upitne prakse u uzgoju bilja i stoke priznaje posebno obeštećenje, odnosno potpora. Po mjeri ovoga koncepta osmišljena je održiva poljoprivreda, koja štiti tlo, vodu, biljne i animalne genetske resurse, ekonomski je opstojna, a socijalno prihvatljiva, jer s jedne strane zapošljava ljude, a s druge, hrana iz toga uzgoja cijenom je prihvatljiva svim socijalnim slojevima društva.

Za znanstveno utemeljenu brigu o tlu u EU zadužen je Europski ured za tlo (*European Soil Bureau*), sa sjedištem u Ispri, nedaleko od Milana. Taj ured je u cilju djelotvornog rada povezoao najuglednije tloznanstvenike iz država Europe u posebnu mrežu - *European Soil Bureau Network (ESBN)* - <http://eusoiils.jrc.ec.europa.eu/>, koje je preuzelo ulogu savjetodavnog tijela Europskog povjerenstva za pitanja zaštite tla i zemljišne politike¹. Dijelovi globusa su zbog oštećenja tla izloženi padu plodnosti do razine koja vodi opustinjavanju - dezertifikaciji. Samo u 2013. godini do danas (29. prosinca) erozija tla uništila je 6,96 milijuna hektara, a dezertifikacija zahvatila površinu od 12 milijuna ha zemljišta (<http://www.worldometers.info>).

Zadaća je korisnika zemljišta u različitim agroekološkim i gospodarskim uvjetima, odnosno poljoprivrednim regijama kreirati i primjeniti socijalno, gospodarski i ekološki prihvatljive i održive zahvate gospodarenja tlom u uzgoju bilja.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Zemljopisni položaj

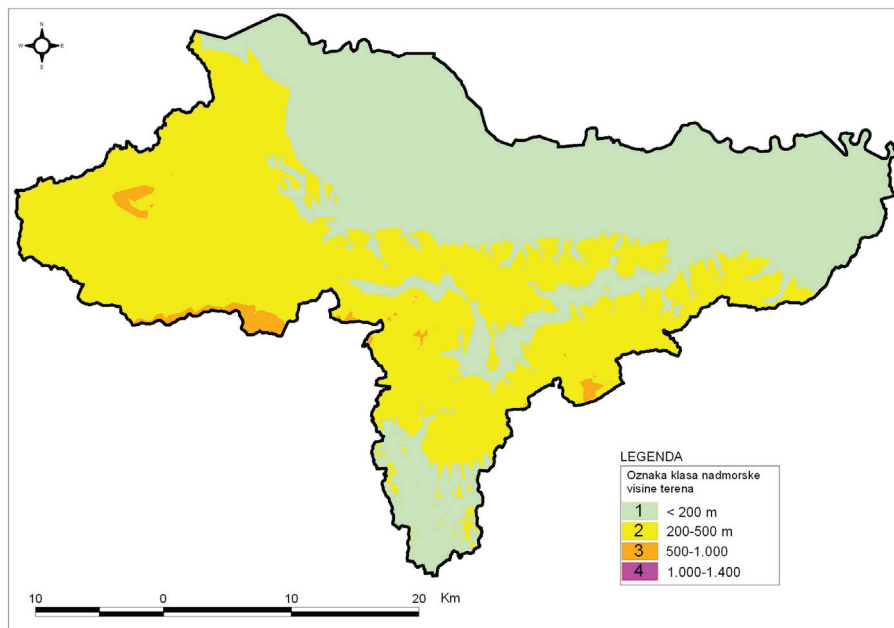
Varaždinska županija prostire se na sjeverozapadnom dijelu Hrvatske, dio je Sjeverozapadne Panonske poljoprivredne podregije (Bašić et al 2001, te graniči s Međimurskom na sjeveru, Koprivničko-križevačkom s istoka, a Krapinsko - zagorskom županijom s juga, a s Republikom Slovenijom sa zapada (slika 1).



Slika 1. Varaždinska županija u Sjeverozapadnoj panonskoj poljoprivrednoj podregiji (*Varaždin county in Northwestern Pannonian subregion*)

Geomorfološke i litološke značajke

Značajka je ovog, krajobrazno atraktivnog područja pojava markantnih terasa, od kojih su za poljoprivredna tla najvažnije holocenska, pleistocenska i tercijarna terasa. Terasa su ispresje-cane dolinama brojnih vodotoka od kojih su najveće Drava i Plitvica, u kojima su smještene najplodnija i za poljoprivredu najvrjednija tla. Iznad njih strše planinski masivi Ivanšćice, sjeverni obronci Kalnika i južni obronci Maceljske gore, građeni iz mezozojskih vapnenaca i dolomita, koji prekrivaju starije metamorfne stijene. Nadmorska visina terena varira u rasponu od 173 do 1060 m. Na sl. 2 prikazan je zemljovid razreda reljefa i nadmorske visine.



Slika 2. Razredi reljefa i nadmorska visina područja Varaždinske županije

Litološki se dakle bitno razlikuju četiri skupine supstrata: **karbonatni** (lapori, pijesci, meki vapnenci, karbonatni aluvijalni nanosi), **silikatno karbonatni** (prapor, pleistocenske ilovače), **silikatni** (kiseli holocenski nanosi rijeka - šljunak i pijesak, metamorfiti) te **mezozojski** vapnenci i dolomiti. Svi su supstrati ispremiješani erozijom, klizanjem i fluvijativnim prenošenjem pa jedni druge kaotično prekrivaju.

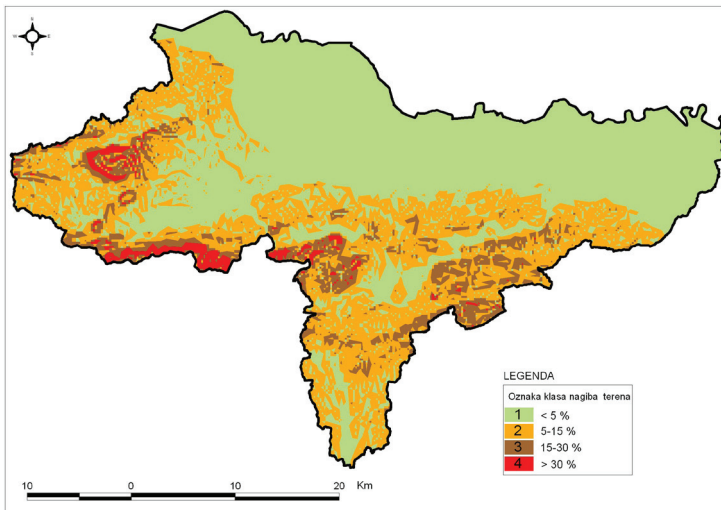
Raščlamba zemljovida i izračun prikazan u tablici 1 pokazuje kako najveću rasprostranjenost ima razred nizinskog reljefa, u kojemu su najniži dijelovi građeni iz holocenskih sedimenata (pijeska i šljunka), a nešto povišeniji iz pleistocenskih sedimenata - lesa ili fluvio-glacijalnim procesima izmijenjenih i zbijenih i ilovača, dok je brežuljkast i brdoviti reljef pleistocenske i tercijarne terase građene iz gline, glinovitih i pjeskovitih lapora i pijesaka.

Površina razreda reljefa

Tablica 1. *(Area of classes of relief in ha and %)*

Klasa (Class)	Naziv reljefa (Sign of relief)	Nadmorska visina (m) i terasa (Above sea level (m) and terrace)		Površina (Area)	
				ha	%
1	Nizinski i brežuljkasti	< 200	Holocenska, dio pleistocenske	61 836,3	49,1
2	Brdoviti	200-500	Pleistocenska i tercijarna	62 260,5	49,4
3	Gorski	500-1000	Mezozoik	1 933,7	1,5
4	Nisko planinski	> 1000		9,5	0,0
Ukupna površina:				126 040	100,0

Kako na tvorbu i razvoj - evoluciju tla, a napose na eroziju tla vodom, snažan utjecaj ima oblik reljefa i stabilnost reljefskog položaja, posebno je raščlanjen nagib terena i izrađen zemljovid nagiba terena prikazan na sl. 3. Ravan teren najpovoljniji je za primjenu suvremene mehanizacije u uzgoj oraničnih usjeva - ratarskih kultura, povrća i industrijskog bilja, a blagi nagibi južne ekspozicije za nasade vinove loze i voća. S druge strane, nagib je utjecao i na usitnjenost parcela. Naime, u bitno drugačijim socijalno gospodarskim prilikama od današnjih, kada je poljoprivreda bila praktički jedino zanimanje seoskog pučanstva obradi je privođeno svako zemljište koje je pružalo makar minimum uvjeta za uzgoj bilja. Kasnije, u izmijenjenim prilikama, manje pogodna tla na nagibima su prepuštana prirodnoj vegetaciji.



Slika 3. Zemljovid nagiba terena

Izračun zastupljenosti različitih razreda nagiba prema podacima iz zemljovida prikazan je u tablici 2. Kako se vidi, na području županije dominiraju ravni do blago nagnuti tereni.

Tablica 2. Površina razreda nagiba terena

Razred (Class)	Opis nagiba (Description of slope)	Nagib terena - % (Slope %)	Površina (Area)	
			ha	%
1	Ravno do blagi nagib	< 5	71.295,1	56,6
2	Blagi nagib	5-15	40.795,3	32,4
3	Strmi nagib	15-30	11.351,6	9,0
4	Vrlo strmi nagib	> 30	2.598,0	2,1
Ukupna površina (Total area)			126.040,0	100,0

Posebnost je zemljišnog posjeda što su sve parcele gotovo bez izuzetka "dizajnirane" tako da su dužom stranom okrenute uz/niz brijeg. To je "nasljeđe" iz vremena ručne obrade širokorednih usjeva (kukuruz, repa, krumpir) ili nasada (vinograd, voćnjak), koja je lakša ako se kopač kreće uz brijeg, kao i zbog pravične raspodjele zemljišta među nasljednicima, kako bi svaki nasljednik dobio pliće tlo bliže s vrha i duboko, plodnije tlo s podnožja. Taj "dizajn" pogoduje eroziji tla vodom, koja je vrlo velika još i zbog erodibilnosti tih tala.

Predvojet svakog napretka u poljoprivredi Varaždinske županije je okrupnjavanje parcela zemljišta komasacijom, a nakon toga na području blagog, pogotovo strmog nagiba usmjeravanje parcela i redova nasada okomito na smjer nagiba padine, dakle konturno.

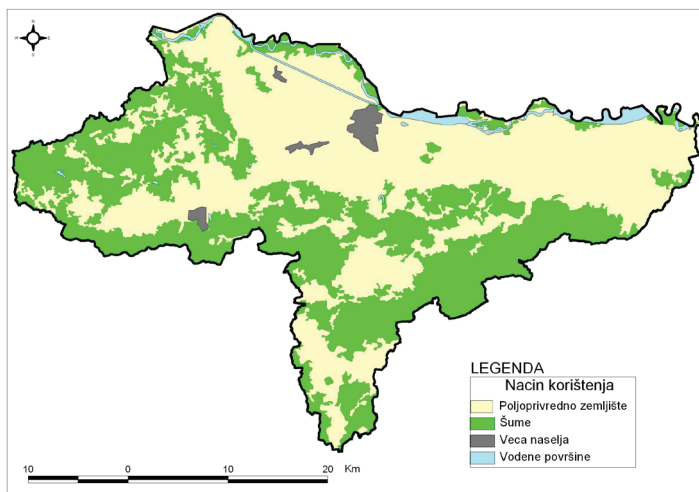
Način korištenja zemljišta

Način korištenja zemljišta prikazuje zemljovid prikazan na sl. 4. Već i površan pogled pokazuje kako je od šume uzeto sve što se uzeti moglo, a na nizinskom području šume praktički nema, osim močvarnih šuma uz vodotoke.

U tablici 3 prikazani su brožčani podaci iz prikazanog zemljovida. Najveći pojedinačni korisnik je poljoprivreda, slijedi šumarstvo.

Tablica 3. Površina različitih načina korištenja zemljišta (Area of land use)

Način korištenja (Land users)	Površina (Area)	
	ha	%
Poljoprivreda	68329,0	54,2
Šume	53251,0	42,2
Veća naselja	1602,5	1,3
Vodene površine	2857,5	2,3
Ukupno	126.040,0	100,0

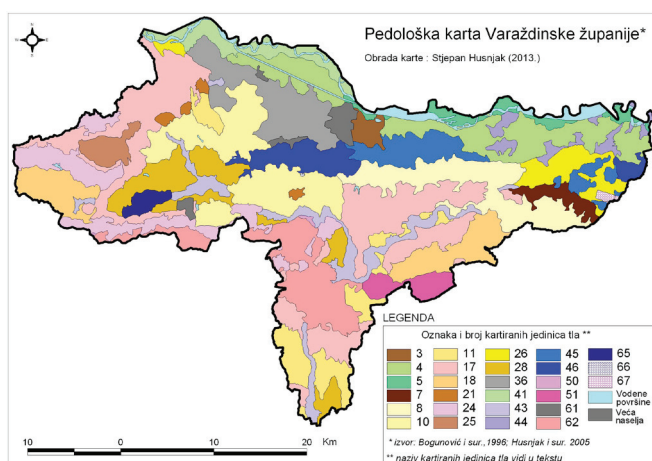


Slika 4. Način korištenja zemljišta

Treba još reći da je na cijelom nizinskom području županije naseljenost velika, te da je izuzetno visoka usitnjenost parcela.

Pedološka karta (zemljovid tala) Varaždinske županije

Prostorna distribucija sistematskih jedinica tala područja Varaždinske županije, prikazana je kao isječak Pedološke karte Republike Hrvatske mjerila 1:300 000 (Bogunović i sur., 1996), i Pedološke karte poljoprivrednog zemljišta Republike Hrvatske (Husnjak i sur., 2005) na sl. 5.



Slika 5. Slikovni prikaz isječka pedološke karte Varaždinske županije

Tablica 4. Legenda Pedološke karte Varaždinske županije

KARTIRANE JEDINICE TLA (MAPPING UNITS)			NAČIN KORIŠTENJA I POVRŠINA, ha (LAND USE)		
Oznaka i broj (No)	Naziv i struktura (Sign and structure)	% zastu- pljenosti (Participa- tion, %)	Poljoprivre- da (Agricul- tural)	Šuma (Forest)	Ukupno (Total)
3	Eutrično smeđe na praporu	30	984,3	-	984,3
	Eutrično smeđe na holocenskim nanosima	20			
	Lesivirano na praporu tipično	30			
	Semiglej	10			
	Močvarno glejno	10			
4	Semiglej	70	9783,2	78,5	9861,6
	Močvarno glejno	20			
	Aluvijalno neoglejeno	5			
	Aluvijalno oglejeno	5			
5	Aluvijalno neoglejeno	30	864,3	1039,9	1904,2
	Aluvijalno oglejeno	30			
	Semiglej	30			
	Močvarno glejno	10			
7	Rigolano na praporu	60	1104,7	395,9	1500,6
	Sirozem na praporu	20			
	Eutrično smeđe na praporu	20			
8	Lesivirano na praporu tipično	55	4226,2	3791,0	8017,2
	Pseudoglej obronačni i zaravni	15			
	Eutrično smeđe na praporu	15			
	Močvarno glejno	10			
	Koluvij neoglejen	5			
10	Lesivirano na praporu pseudoglejno	45	5878,2	5393,4	11271,6
	Lesivirano na praporu tipično	20			
	Pseudoglej na zaravni	20			
	Močvarno glejno	10			
	Distrično smeđe na praporu	5			
11	Lesivirano na rastresitim sedimentima	40	1952,2	3710,5	5662,7
	Rendzina na laporu	10			
	Rendzina na mekim vapnencima	10			
	Pseudoglej obronačni	10			
	Eutrično smeđe na jezerskim sedimentima	10			
	Sirozem na laporu	10			
	Koluvij oglejeni	5			
Močvarno glejno	5				
17	Rendzina na laporu i flišu	20	8349,1	11898,3	20247,4
	Rendzina na mekim vapnencima	15			
	Rigolano na laporu	30			
	Sirozem na flišu	15			
	Lesivirano na rastresitim sedimentima i praporu	10			
	Močvarno glejno	5			
	Eutrično smeđe na jezerskim sedimentima	5			

18	Lesivirano na ilovačama	40	1218,6	5629,4	6848,0
	Distrično smeđe na klastitima	25			
	Pseudoglej obronačni	20			
	Ranker na klastitima	10			
	Rendzina na mekim vapnencima	5			
21	Eutrično smeđe na jezerskim sedimentima	40	123,1	539,8	662,9
	Rendzina na laporu	30			
	Lesivirano na rastresitim sedimentima	20			
	Smeđe na vapnencu plitko, srednje duboko i duboko	5			
	Sirozem na laporu	5			
24	Distrično smeđe na klastitima	40	767,7	5946,7	6714,3
	Ranker na klastitima	30			
	Lesivirano na rastresitim sedimentima	10			
	Pseudoglej obronačni	17			
	Smeđe podzolasto	3			
25	Smeđe na dolomitu plitko i srednje duboko	50	116,7	1494,2	1610,9
	Rendzina na trošini dolomita	25			
	Lesivirano na dolomitu	25			
26	Pseudoglej na zaravni	55	3405,2	112,2	3517,4
	Pseudoglej-glej	20			
	Lesivirano na praporu pseudoglejno	15			
	Močvarno glejno	10			
28	Pseudoglej obronačni	65	4499,9	1908,9	6408,8
	Pseudoglej na zaravni	10			
	Lesivirano na praporu pseudoglejno	10			
	Distrično smeđe na praporu	5			
	Močvarno glejno	5			
	Koluvij neoglejeni	5			
36	Ranker na šljunku	70	6616,0	127,3	6743,3
	Distrično smeđe na klastitima	28			
	Smeđe podzolasto	2			
41	Aluvijalno oglejeno	90	1474,3	1481,6	2955,9
	Močvarno glejno	10			
43	Močvarno glejno	50	4653,7	467,0	5120,6
	Koluvij oglejeni	25			
	Rendzina na šljunku	5			
	Pseudoglej na zaravni	10			
	Pseudoglej-glej	10			
44	Močvarno glejno	70	1877,3	12,6	1889,9
	Semiglej	20			
	Aluvijalno oglejeno	10			
45	Močvarno glejno	60	4369,2	250,0	4619,2
	Pseudoglej-glej	20			
	Pseudoglej na zaravni	15			
	Lesivirano na praporu pseudoglejno	5			
46	Močvarno glejno	70	3516,8	417,9	3934,7
	Močvarno glejno vertično	25			
	Semiglej	5			

50	Distrično smeđe na metamorfittima	40	25,5	66,0	91,5
	Distrično smeđe na klastitima	30			
	Ranker na klastitima	10			
	Ranker na škriljcu	10			
	Lesivirano na rastresitim sedimentima	10			
51	Distrično smeđe na eruptivima	40	71,6	1878,7	1950,3
	Distrično smeđe na klastitima	40			
	Lesivirano na rastresitim sedimentima	20			
61	Crnica vapnenačko dolomitna	45	1354,3	6573,8	7928,1
	Smeđe na vapnencu i dol., plitko i srednje duboko	40			
	Rendzina na trošini vapnenca	10			
	Lesivirano na vapnencu i dolomitu	5			
62	Rendzina na trošini dolomita i vapnenca	60	1354,3	6573,8	7928,1
	Smeđe na vapnencu plitko, srednje duboko i duboko	20			
	Lesivirano na vapnencu	10			
	Crnica vapnenačko dolomitna	10			
65	Močvarno glejno vertično	70	885,7	22,0	907,7
	Močvarno glejno i pseudoglej-glej	28			
	Niski treset	2			
66	Hidromeliorirano drenažom, hipoglejno	75	13,1		13,1
	Hidromeliorirano drenažom aluvijalno oglejeno	20			
	Hidromeliorirano drenažom koluvijalno oglejeno	5			
67	Hidromeliorirano drenažom pseudoglejno	45	198,2		198,2
	Hidromeliorirano drenažom amfiglejno	40			
	Hidromeliorirano drenažom pseudoglej-glejno	10			
	Hidromeliorirano drenažom hipoglejno	5			
UKUPNO:			68.329,0	53.251,0	121.580,0
Vodne površine:					2.857,5
Naselja:					1.602,5
SVEUKUPNO:					126.040,0

Dakle, na površini županije od 126 040 ha, u poljoprivredi se koristi 68 329 ha, na toj površini izdvojeno je 27 kompleksnih kartiranih jedinica tla, koji u svojoj građi sadrže više, nerijetko i kontrastnih pedosistematskih jedinica.

Unutar kartiranih jedinica, pojedini tipovi tla ili niže sistematske jedinice ne javljaju se zasebno, nego s drugim tipovima i nižim jedinicama tvore zemljišne kombinacije, ovisno o matičnom supstratu, reljefu i hidrologiji ili stupnju antropogenizacije.

Popis tipova tala i nižih sistematskih jedinica na poljoprivrednim i šumar-skim površinama prikazuje tablica 5.

Tablica 5. Popis tipova tala i nižih pedosistematskih jedinica

Broj (Number)	Tip tla (Soil type)	Niža sistematska jedinica (Lower taxonomic unit)	Površina u poljo- privredi (ha) (Agricultural land)		Površina pod šumom (ha) (Forest land)		Ukupna površina (ha) (Total area)	
			za sis. jed.	ukupno za tip tla	za sis. jed.	ukupno za tip tla	za sis. jed.	za tip tla
RED AUTOMORFNIH (TERESTRIČKIH) TALA (ORDER OF TERRESTRIAL SOILS)								
1	Kolvij	neoglejen	436,3	1697,3	285,0	587,3	721,3	2284,6
2		oglejeni	1261,0		302,3		1563,3	
3	Sirozem	na praporu	220,9	1674,7	79,2	2262,0	300,1	3936,6
4		na laporu	201,4		398,0		599,4	
5		na flišu	1252,4		1784,7		3037,1	
6	Crnica vap. dol.		135,4	135,4	664,4	664,4	799,8	799,8
7	Rendzina	na laporu	1067,1	4484,6	1722,8	9692,7	2789,9	14177,2
8		na mekim vapnen- cima	1508,2		2437,3		3945,4	
9		na flišu	834,9		1189,8		2024,7	
10		na trošini dolo- mita	435,5		2345,7		2781,2	
11		na šljunku	232,7		23,4		256,0	
12		na trošini vap- nenca	406,3		1973,7		2380,0	
13	Ranker	na klastitima	354,7	4988,5	2353,6	2449,3	2708,3	7437,7
14		na šljunku	4631,2		89,1		4720,3	
15		na škriljcu	2,6		6,6		9,2	
16	Eutrično smeđe	na praporu	1150,2	2008,9	647,8	1829,7	1798,0	3838,7
17		na holocenskim nanosima	196,9		0,0		196,9	
18		na jezerskim sedimentima	661,9		1181,9		1843,8	
19	Distrično smeđe	na praporu	518,9	3058,2	365,1	5735,9	884,0	8794,2
20		na klastitima	2500,5		4593,0		7093,5	
21		na metamorfitema	10,2		26,4		36,6	
22		na eruptivima	28,6		751,5		780,1	
23	Smeđe na vapnencu i	plitko i sednje duboko	58,4	335,4	753,3	2095,1	811,7	2430,5
24	dolomitu	plitko, sr. duboko i duboko	277,0		1341,8		1618,8	

25	Lesivirano tlo	na praporu tipično	4212,8	9835,6	3758,6	12847,8	7971,4	22683,4
26		na praporu pseu- doglejno	3654,2		2641,6		6295,8	
27		na rahlim sedi- mentima	1316,6		3164,1		4480,7	
28		na ilovačama	487,4		2251,8		2739,2	
29		na dolomitu	29,2		373,9		403,1	
30		na vapnencu	135,4		657,8		793,2	
31	Smeđe podzolasto		155,4	155,4	180,9	180,9	336,3	336,3
32	Rigolano tlo	na praporu	662,8	3167,6	237,5	3807,0	900,4	6974,6
33		na laporu	2504,7		3569,5		6074,2	
RED SEMITERESTRIČKIH TALA (ORDER OF SEMITERRESTRIAL SOILS)								
34	Pseudoglej	obronačni	3811,3	8747,6	4033,0	5732,8	7844,3	14480,3
35		na zaravni	4936,2		1699,8		6636,0	
RED HIDROMORFNIH TALA (ORDER OF HYDROMORPHIC SOILS)								
36	Aluvijalno tlo	neoglejeno	748,5	3011,5	315,9	1966,5	1064,3	4978,0
37		oglejeno	2263,1		1650,6		3913,6	
38	Semiglej		7757,3	7757,3	390,3	390,3	8147,6	8147,6
39	Pseudoglej- glej		2144,2	2144,2	122,2	122,2	2266,5	2266,5
40	Močvarno glejno	hipoglejno i ami- glejno	13398,4	14897,6	2766,9	2886,8	16165,4	17784,4
41		vertično	1499,2		119,9		1619,1	
42	Niski treset		17,7	17,7	0,4	0,4	18,2	18,2
43	Hidrome- liorirano drenažom	hipoglejno	19,7	211,3	0,0	0,0	19,7	211,3
44		aluvijalno ogle- jeno	2,6		0,0		2,6	
45		koluvijalno ogle- jeno	0,7		0,0		0,7	
46		pseudoglejno	89,2		0,0		89,2	
47		amfiglejno	79,3		0,0		79,3	
48		pseudoglej-glejno	19,8		0,0		19,8	

Kako se iz vidi, na području Županije javljaju se svi članovi evolucijske serije terestričkih tala, od inicijalnih, nerazvijenih do vrlo razvijenih tala, kao što je lesivirano tlo. Naravno, na svakoj skupini supstrata formirana je drugačija evolucijska serija automorfničkih tala.

U prirodi je, osim u dolini Drave, teško naći veće površine pod jednim tipom tla ili sačuvane sve članove evolucijske serije. Razlog je vrlo snažno prenošenje erozijom, koluvijalni proces i klizanje terena, kojim je zemljišni materijal s viših položaja prekrivao površinu. Osim toga, na sve je snažno utjecao čovjek - obradom uz/niz brijeg stimulirao je eroziju, a rigolanjem izmiješao više genetskih horizonata tla i formirao rigosol - antropogeno tlo. Osim toga, stariji nanosi Drave su u kasnom pleistocenu prekriveni tanjim slojem od 30-ak cm eolskog materijala, koji je nazvan lesoliki materijal, ali u profilu tla endomorfološki podsjeća na lesivirano tlo pa je tako i svrstan. Izvan doline Drave taj se materijal malo zadržao, tvoreći lesivirano, tipično i pseudoglejno tlo ili površinske horizonte pseudogleja.

Tablica 6 donosi pojednostavljeni prikaz evolucijskih serija tala na različitim supstratima Varaždinske županije.

EVOLUCIJSKA SERIJA AUTOMORFNIH TALA NA RAZLIČITIM UPSTRATIMA

Tablica 6. (*Evolution Series of Automorphic Soils on Different Parent Materials*)

SUPSTRAT	NERAZVIJENA TLA (A)-C	HUMUSNO- AKUMU- LATIVNA, A-C	SMEĐA- KAMBIČNA, A-(B)- C	ELUVIJALNO- ILU- VIJALNA, A-E-B-C
Karbonatni - lapor, meki vapnenac, aluvijalni pijesak, šljunak	SIROZEM	RENDZINA	EUTRIČNO SMEĐE	LESIVIRANO
Silikatno-karbonatni - prapor ili les, pleistocenska ilovača	-	-	EUTRIČNO SMEĐE	LESIVIRANO PSEUDOGLEJ
Silikatni - kiseli holocenski pijesak i šljunak, metamorfiti gorja	SIROZEM ili LITOSOL	RANKER	DISTRIČNO SMEĐE	SMEĐE POD- ZOLASTO
Mezozoik - vapnenac i dolomit	LITOSOL	CRNICA	SMEĐE NA VAPNENCU I DOLOMITU	LESIVIRANO

Iz reda semiterestričkih tala javlja se pseudoglej, dok u redu hidromorfnihih tala nalazimo aluvijalno tlo, semiglej, pseudoglej-glej, močvarno glejno, niski treset i hidromeliorirano tlo.

Što se rasprostranjenosti pojedinih tipova tala tiče utvrđen je naredni slijed:

Lesivirano tlo (22 683 ha) > **Močvarno glejno** (17 784 ha) > **Pseudoglej** (14 480 ha) > **Rendzina** (14 177 ha) > **Distrično smeđe** (8 794 ha) > **Semiglej** (8 147 ha) > **Rigolano tlo** (6 974 ha) > **Aluvijalno tlo** (4978 ha) itd.

Vrlo značajan indikator hidrotermičkih i agroekoloških prilika je dominantni proces u tlu ili tzv. klimaks stadij pedogeneze. Sudeći prema tome što je najrasprostranjeniji tip tla lesivirano tlo, očito je da je lesivaža dominantan proces pedogeneze na području Varaždinske županije. Što to znači? Najprije, to praktički znači da postoji višak oborina, da apsolutno prevladava descentno kretanje vode pod utjecajem gravitacije. Posljedica je snažno ispiranje svih baza i zakiseljavanje (acidifikacija). Zakiseljavanje dostiže takvu razinu da čestice gline postaju nestabilne, prelaze u peptizirani oblik pa se s kišnicom pomiču descentno iz eluvijalnog, i ponovo koaguliraju u iluvijalnom horizontu.

Najplodnije tlo je aluvijalno tlo, koje prikazujemo na narednoj fotografiji.



Foto 1. Lijevo: Jedno od najplodnijih tala Varaždinske županije - Aluvijalno, oglejeno, duboko, uz farmu junadi Križovljan grad; uočljiva višeslojna građa kao posljedica odlaganja nanosa rijeke Drave.

Desno: Isto tlo gusto proraslo korijenom kukuruza, ali: srpanj je, a ostaci stabljike kukuruza (još) nerazgrađeni!!! Razlog: uzgoj u monokulturi, redovita primjena velikih količina gnojovke, i (pre)visoke doze herbicida "ubile" život u tlu! (Foto: Bašić)

Kako na području Varaždinske županije, osim uz Dravu jedva da postoji parcela na kojoj bi se javio samo jedan tip tla, za gospodarsku valorizaciju zemljišta važniji nam je prikaz i značajke kartiranih jedinica prikazan u tablici 7.

Tablica 7. Značajke kartiranih jedinica tla

Kartirane jedinice tla (Mapping units)			Značajke kartiranih jedinica tla (Properties of mapping unit)						Površina ha (Area, ha)
Broj	Naziv i struktura	Zastupljenost, %	Stjenovitost, %	Kamenitost, %	Nagib %	Ekološka dubina cm	Drenirnost tla	Način vlaženja	
3	Eutrično smeđe na praporu	30	0	0	0-1	>100	dobra	semiglej- ni	984,3
	Eutrično smeđe na holoc. nanosima	20							
	Lesivirano na praporu tipično	30							
	Semiglej	10							
	Močvarno glejno	10							
4	Semiglej	70	0	0	0-1	>100	dobra	semiglej- ni	9861,6
	Močvarno glejno	20							
	Aluvijalno neoglejeno	5							
	Aluvijalno oglejeno	5							
5	Aluvijalno neoglejeno	30	0	0	0-1	40-200	dobra	semiglej- ni	1904,2
	Aluvijalno oglejeno	30							
	Semiglej	30							
	Močvarno glejno	10							
7	Rigolano na praporu	60	0	0	5-15	50-100	dobra	automor- fni	1500,6
	Sirozem na praporu	20							
	Eutrično smeđe na praporu	20							
8	Lesivirano na praporu tipično	55	0	0	0-10	70-150	umjere- no dobra	automor- fni	8017,2
	Pseudoglej obronačni i zaravni	15							
	Eutrično smeđe na praporu	15							
	Močvarno glejno	10							
	Koluvij neoglejen	5							
10	Lesivirano na praporu pseudoglejno	45	0	0	3-15	70-150	umjere- no dobra	automor- fni	11271,6
	Lesivirano na praporu tipično	20							
	Pseudoglej na zaravni	20							
	Močvarno glejno	10							
	Distrično smeđe na praporu	10							
		5							

11	Lesivirano na rahlim sedimentima Rendzina na laporu Rendzina na mekim vapnencima Pseudoglej obronačni Eutrično smeđe na jez. sedimentima Sirozem na laporu Koluvij oglejeni Močvarno glejno	40 10 10 10 10 5 5	0	0	5-20	50-150	umjerno dobra	automorfni	5662,7
17	Rendzina na laporu i flišu Rendzina na mekim vapnencima Rigolano na laporu Sirozem na flišu Lesivirano na rahlim sedim.i praporu Močvarno glejno Eutrično smeđe na jez. sedimentima	20 15 30 15 10 5 5	0	0	8-30	30-150	dobra	automorfni	20247,4
18	Lesivirano na ilovačama Distrično smeđe na klastitima Pseudoglej obronačni Ranker na klastitima Rendzina na mekim vapnencima	40 25 20 10 5	0	0	10-45	50-100	dobra	automorfni	6848,0
21	Eutrično sm. na jezer. sedimentima Rendzina na laporu Lesivirano na rahlim sedimentima Smeđe na vapn. pl., sr. dub.i duboko Sirozem na laporu	40 30 20 5 5	0	0	5-20	50-100	nepotpuna	automorfni	662,9
24	Distrično smeđe na klastitima Ranker na klastitima Lesivirano na rahlim sedimentima Pseudoglej obronačni Smeđe podzolasto	40 30 10 17 3	0	0	10-35	50-90	dobra	automorfni	6714,3
25	Smeđe na dolomitu pl. i sr. duboko Rendzina na trošini dolomita Lesivirano na dolomitu	50 25 25	0-8	0-1	3-15	50-120	dobra	automorfni	1610,9

26	Pseudoglej na zaravni Pseudoglej-glej Lesivirano na praporu pseudoglejno Močvarno glejno	55 20 15 10	0	0	0-2	40-70	nepotpuna	pseudoglejni	3517,4
28	Pseudoglej obronačni Pseudoglej na zaravni Lesivirano na praporu pseudoglejno Distrično smeđe na praporu Močvarno glejno Koluvij neoglejeni	65 10 10 5 5 5	0	0	3-15	70-150	umjerno dobra	pseudoglejni	6408,8
36	Ranker na šljunku Distrično smeđe na klastitima Smeđe podzolasto	70 28 2	0-1	0-1	3-8	30-60	ponešto ekc.	automorfni	6743,3
41	Aluvijalno oglejeno Močvarno glejno	90 10	0	0	0-1	50-120	nepotpuna	aluvijalni	2955,9
43	Močvarno glejno Koluvij oglejeni Rendzina na šljunku Pseudoglej na zaravni Pseudoglej-glej	50 25 5 10 10	0	0	0-1	20-90	slaba	amfiglej- ni i hipoglej- ni	5120,6
44	Močvarno glejno Semiglej Aluvijalno oglejeno	70 20 10	0	0	0-1	20-90	slaba	amfig. hipoglej- ni	1889,9
45	Močvarno glejno Pseudoglej-glej Pseudoglej na zaravni Lesivirano na praporu pseudoglejno	60 20 15 5	0	0	0-1	30-80	slaba	amfiglej- ni i hipoglej- ni	4619,2
46	Močvarno glejno Močvarno glejno vertično Semiglej	70 25 5	0	0	0-1	30-100	slaba	amfiglej- ni i epig.	3934,7
50	Distrično smeđe na metamorfittima Distrično smeđe na klastitima Ranker na klastitima Ranker na škriljcu Lesivirano na rahlim sedimentima	40 30 10 10 10	0-1	0-15	8-45	40-80	dobra	automorfni	91,5
51	Distrično smeđe na eruptivima Distrično smeđe na klastitima Lesivirano na rahlim sedimentima	40 40 20	0-1	5-10	15-45	30-60	ponešto ekc.	automorfni	1950,3

61	Crnica vapnenačko dolomitna	45	30-50	20-40	16-45	10-30	ponešto ekcesivna	automorfni	15,6
	Smeđe na vap. i dol., plitko i sr.dub.	40							
	Rendzina na trošini vapnenca	10							
	Lesivirano na vapnencu i dolomitu	5							
62	Rendzina na trošini dolom. i vapn.	60	5-20	3-5	3-15	20-50	ponešto ekcesivna	automorfni	7928,1
	Smeđe na vapnen. pl., sr. dub. i dub.	20							
	Lesivirano na vapnencu	10							
	Crnica vapnenačko dolomitna	10							
65	Močvarno glejno vertično	70	0	0	0-1	10-50	vrlo slaba	epiglejni	907,7
	Močvarno glejno i pseudoglej-glej	28							
	Niski treset	2							
66	Hidromeliorirano drenirano hipogl.	75	0	0	0-1	60-100	umjerena	hidromel. hipogl.	13,1
	Hidromeliorirano dren. aluvij. ogl. Hidromeliorirano dren. koluv. ogl.	20							
		5							
67	Hidromeliorirano dren. pseudoglejno	45	0	0	0-1	40-100	slaba	pseudoglej. i amfiglejni	198,2
	Hidromeliorirano dren. amfiglejno	40							
	Hidromeliorirano dren. pseud. glej	10							
	Hidromeliorirano dren. hipoglejno	5							
UKUPNO: 121.580,0									

* ekološka dubina tla: vrlo plitka-0-15 cm, plitka-15-30 cm, srednje duboka-30-60 cm, duboka-60-120 cm, vrlo duboka->120 cm

** nagib terena: ravno do skoro ravno-0-3%, blage padine -3-8%, umjerene padine-8-16%, umjereno strme -16-30%, strme padine- >30%,

Sve su jedinice iz razumljivih razloga, od kojih je svakako važno i mjerilo zemljovida, kompleksne građe, i to do te mjere da sadrže i tla iz različitih redova, primjerice automorfna i hidromorfna, što se nije moglo izbjeći.

Najmanje ograničenja za uzgoj bilja imaju jedinice br 3, 4, 5 i 7, nalaze se na ravnom i slabo nagnutom terenu, tla u njima su dobro drenirana, duboka, bez suvišnog vlaženja. U svim ostalim kartografskim jedinicama ima dobrih, povoljnih tala, ali postoje i tla s manjim ili većim ograničenjima u korištenju.

ČIMBENICI OGRANIČENJA ZA UZGOJ BILJA I POTREBA MELIORACIJA

Obrađujući podatke prikazane u prethodnom tekstu i druge izvore (Bašić (1979, 2013) Bašić, Stepančić 1984, Bašić, Šimunić, 1985, Bašić et al 1990, Bogunović et al 1997, Butorac Bašić 1987), Butorac et al 1991, Husnjak 2000, 2014., Husnjak et al 2005, 2010, Husnjak, Šimunić, 2006, Kisić et al 1999, 2009, 2012, Mayer 2007, Mesić et al 1999, 2003, Pernar et al 2013, Romić et al 2005, 2007, Romić, Mađar 2007, Šimunić 1988, Tomić 2003, 2012, Tomić et al 2007, 2011, 2013, Vidaček 1976, 1984, Vidaček, Vančina 1985, Vidaček et al 2005), ocijenili smo redosljed čimbenika ograničenja tala za uzgoj bilja ovim redosljedom: Kiselost tla >> nedostatak vode u vegetacijskom razdoblju > visoka razina podzemne vode > podložnost eroziji > nizak sadržaj i kvaliteta humusa, itd.

Prioritet - okrupnjavanje zemljišnog posjeda!

Slijedom rečenoga, na prvo mjesto stavljamo komasaciju i računalno sređivanje zemljišnog posjeda. Razloge držimo čak suvišnim navoditi, no osim "opće poznatih" postoje i neki posebni, koji vrijede baš za sjeverozapadnu Hrvatsku. To je velik broj vlasnika kojima je poljoprivreda hobi ili "vikend zanimanje", a veći dio je stalno nastanjen izvan Varaždinske županije. Hobi proizvodnja ima ogroman gospodarski značaj. Kada bi se posjed mogao naći putem računala vlasnik bi telefonski ili elektronskom poštom mogao naručiti poslove u za to osnovanim servisima: od melioracijske obrade do zimskog prskanja, rezidbe voća itd. U servisima bi posao mogli naći stručnjaci različitih zanimanja, a korist bi bila višestruka. Drugi, ne manje važan razlog je potreba "redizajniranja" usmjerenosti parcela kao prvi korak zaštititi od erozije. A erozija tala Varaždinske županije vodom, napose u izmijenjenim klimatskim prilikama kada su pljuskovi enormnog intenziteta redovita pojava postaje poseban problem. Naime, u suvremenoj poljoprivredi koriste se tzv. agrokemikalije, kemijska sredstva koja se u vrijeme ručne obrade, kada su današnje parcele formirane nisu mogli ni zamisliti. Erozijom se nerazgrađeni ostaci tih sredstava, inače biocidne tvari, prenose niz padinu i ugrožavaju podzemnu vodu i vodu vodotoka. Prema rezultatima naših istraživanja i izračuna, na području Daruvara (Kisić et al 2005) i vrlo sličnim uvjetima na području Zagreba (Bašić et al 2005) obrada u smjeru izohipse - konturno, vrlo djelotvorno smanjuje eroziju do tolerantne razine. Nažalost, komasacija je dugotrajan zahvat, koji traži najprije temeljitu pripremu i suglasnost sudionika, zatim angažiranje velike energije i visoku stručnost, a u pravilu podiže tenzije među svim sudionicima procesa. Kako se proteže kroz cijeli mandat izbornih donositelja odluka, za mandata donosi samo rizike, obnašatelji javnih dužnosti se u to uključuju samo na velik pritisak javnosti. Taj pritisak nije lako polučiti, jer glas zemljoradnika ne dopire daleko.

Ostali zahvati popravke tala imaju naredni redosljed prioriteta:

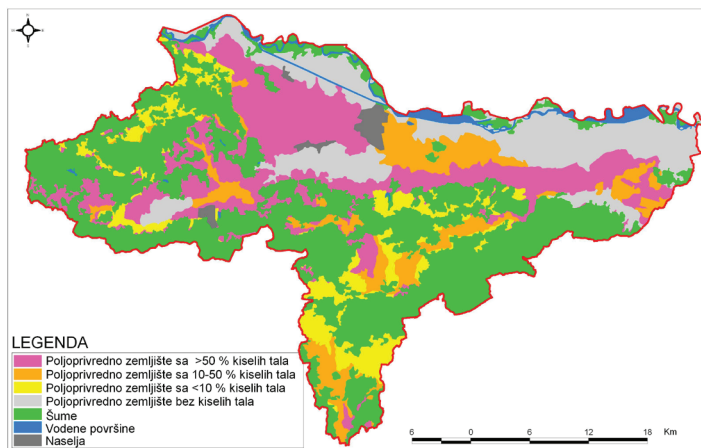
Kalcifikacija > Navodnjavanje > Odvodnja > Zaštita od erozije

Sva laka, šljunkovita i pjeskovita tla uz Dravu i donji dio toka Plitvice traže kao prioritet natapanje, a značajke kartografskih jedinica tala prikazanih u tablici 7 pokazuju kako jedinice br.43, 44, 45 i 46 traže odvodnju drenažom, na tlima kartografskih jedinica br 10, 18, 24, 28 i 36 prioritet ima kalcifikacija. No, općenito treba reći da na svim tlima uređenje treba izvršiti cjelovito, jer primjerice odvesti suvišnu vodu a tlo ostaviti jako kiselo dvojbeno je rješenje. Mjerama uređenja valja pristupiti organizirano i svakako računati na sredstva iz tomu namijenjenih fondova EU.

Kalcifikacija

Kalcifikacija je unošenje u tlo materijala koji sadrže vapno kako bi se njegovim otapanjem postigla neutralizacija suvišne kiselosti. Klimatske prilike s jedne, a propusna - pjeskovita i šljunkovita tla s druge strane, razlog su ispiranja baza iz tla i zakiseljavanja. Tomu pridonosi i gnojidba tla organskim i mineralni gnojivima. Posebnost je varaždinskog kraja tradicionalni i vrlo uspješan tov pilića - brojlera. Poslije svakog turnusa tova u pogonima - peradarnicima ostaje gnoj peradi. To je vrijedan gnoj koji od biljnih hranjiva sadrži dušik i kalij, a nitrati iz toga gnoja zakiseljavaju tlo. Tom učinku jako doprinosi i izbor stelje, napose ako je to piljevina od hrastova drveća, što dakako nije rijetkost. Tanini iz piljevine dodatno pridonose zakiseljavanju tla, jer u tlu djeluju kao tzv. zaštitni koloidi.

Sve su to razlozi velike rasprostranjenosti kiselih tala. Zemljovid na sl. 6 prikazuje rasprostranjenost kiselih tala u Varaždinskoj županiji.



Slika 6. Postotna zastupljenost kiselih tala na području Varaždinske županije

I površan pogled pokazuje visoku zastupljenost kiselih tala. Dio tih tala nastao na silikatnim supstratima - šljuncima i pijescima nanosa Drave izvorno siromašnim kalcijem, iz kojih se uvijek razvijaju kiselu tla, no na dijelu tala visoka propusnost za vodu ima za posljedicu ispiranje baza i zakiseljavanje. U prirodi je inače vrlo rijetko pojava tako visoke kiselosti da biljka ne može primiti kalcija niti za podmirenje svojih fizioloških potreba. Jedan od rijetkih takvih slučajeva je ranker na šljunku u naselju Jalševac na rubu gradskog područja Varaždina, gdje smo utvrdili pH vrijednosti ispod pH 4 (Butorac, Bašić 1985-1988, 1987, Bašić et al 1991). Na tom tlu kukuruz pokazuje nedostatak fosfora zbog tzv. kisele fiksacije, a u ekstremnom slučaju i deficijenciju kalcija.

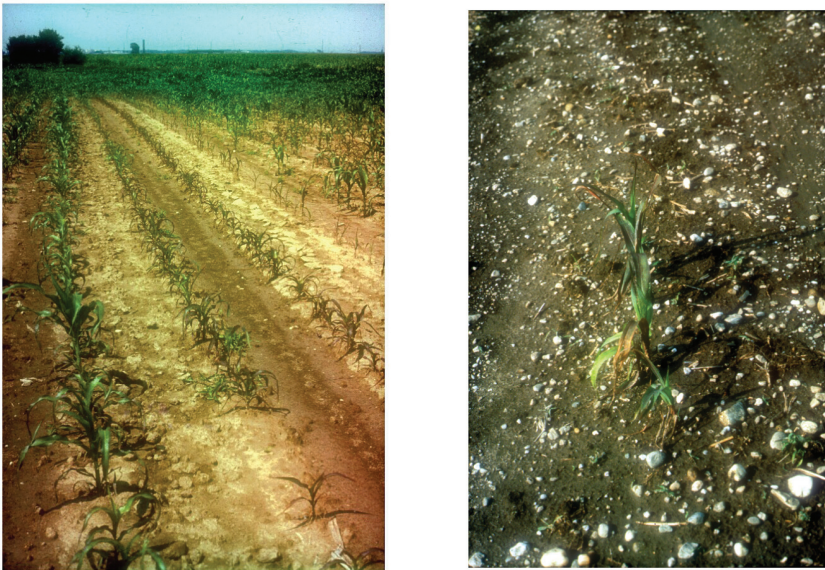


Foto 2. Lijevo: Nedostatak fosfora na usjevu kukuruza zbog visoke kiselosti tla na farmi Brezje
Desno: Vidljivi znaci nedostatka kalcija i fosfora zbog ekstremne kiselosti tla - Jalševac (Foto: Bašić)

Inače, zakiseljavanje uzrokuju i mineralna gnojiva. jer iz njih biljka koristi samo jednu sastavnicu, a ostatak ostaje u tlu pa može promijeniti njegovu reakciju. Za pravilnu primjenu mineralnih gnojiva treba stoga poznavati tzv. ekvivalent vapna, a to je količina vapna (živog vapna - CAO ili kalcijeva karbonata CaCO_3), koju je potrebno dodati tlu da bi se neutralizirala kiselost koju uzrokuje primjena 100 kg toga gnojiva.

Ekvivalent vapna za izabrana mineralna gnojiva

Tablica 8.

VRSTA MINERALNOG GNOJIVA	EKVIVALENT VAPNA-za 100 kg primjenjenog gnojiva treba dodati:	
	kg CaO	kg CaCO ₃
KAN-Kalcijsko amonijski nitrat	-12	-20
UREA	-46	-80
(NH ₄)SO ₄ - Amonijev sulfat	-60	-110
NPK - INA Kutina	-17 do -22	-30 do -40
Superfosfat	-2	-4
Tomasov fosfat	+45	+80
Mikrofos	+20	+35

Podaci iz tablice su instruktivni. Koristimo li primjerice za prihranjivanje usjeva KAN tlu bi trebalo dodati samo 12 kg CaO ili 20 kg CaCO₃ da bi reakcija ostala ista kao prije prihranjivanja. Ako je tlo već bilo kiselo valja nam znati da smo ga još jače zakiselili. A da smo za istu svrhu primijenili amonijev sulfat treba nam čak 60, odnosno 110 kg vapna da bi reakcija ostala nepromijenjena. Drugim riječima, amonijev sulfat bi valjalo koristiti za karbonatna tla na laporu, a Tomasov fosfat i mikrofos na kiselim tlima. Praktički sva kompleksna gnojiva Tvornice mineralnih gnojiva u Kutini su kisela, pa valja voditi računa da je kalcifikacija nužna za korekciju reakcije tla na tlima na kojima se ta gnojiva dugo koriste.

Cilj uzgoja bilja na oranici i brige za pašnjačko i livadno bilje je visok i stabilan prinos usjeva i zelene mase - sijena, otpornost biljke na štetne vanjske utjecaje i kakvoća prinosa, odnosno paše; što više korisnih i vrijednih leguminoza u botaničkom sastavu, a što manje korova. A to se postiže brigom za biljku, kao „biokemijsku tvornicu“ i središnji član poljoprivredne životne zajednice – agrobiocenoze. Nastojimo biljci pružiti što povoljnije uvjete za rast i razvoj u poljoprivrednom tlu kao sastavnici staništa - agrobiotopa, uključujući naravno i reakciju tla. Rast i razvoj bilja odvija se u intervalu između minimalne prihvatljive pH vrijednosti i prihvatljivog maksimuma. Između tih točaka nalazi se i najpovoljnija vrijednost – optimum, koji se u pravilu ne nalazi na sredini, već je u nekih usjeva bliže minimumu, a u drugih maksimumu.

Naravno, svakom usjevu se ne može osigurati optimum, već se reakcija tla podešava većini kultura u proizvodnom programu. Iz praktičnih se razloga zbog toga uzima da je za rast i razvoj većine kulturnih biljaka, pedoflore i pedofaune, kao i korisnih mikroorganizama tla optimalna slabo kisela do neutralna reakcija tla.

Pojedine kulture različito reagiraju na uvjete reakcije izvan toga raspona. Reakcija prinosom i kakvoćom nije proporcionalna odstupanju od prihvatljivog

intervala pH vrijednosti. Neke kulturne biljke imaju široku ekološku valenciju, druge usku. U tablici 9 prikazane su optimalne pH vrijednosti tla za većinu ratar-
skih kultura, povrća i cvijeća.

Zahtjevi kulturnog bilja za reakcijom tla ili supstrata

Tablica 9.

BILJKA	pH TLA – SUPSTRATA		BILJKA	pH TLA – SUPSTRATA	
	OPTIMALNA	PRIHVATLJIVA		OPTIMALNA	PRIHVATLJIVA
ORANIČNI USJEVI					
Pšenica	6,3-7,5	5,3-7,5	Lucerna	6,5-7,5	6,0-8,0
Raž	-	5,3-7,0	Sirak	5,5-7,0	5,0-8,5
Ječam	-	5,3-7,0	Suncokret	6,0-7,0	5,5-7,5
Zob	5,5 – 6,5	4,5 – 6,0	Bijela djetelina	6,0-7,0	5,5-8,0
Kukuruz	6,0-7,5	5,0-7,3	Žuta lupina	4,6 - 6,0	4,8-6,2
Krumpir	5,0-5,5	4,5-7,5	Riža	5,0-6,5	4,5-8,0
Grah	-	5,3-7,0	Krm. leguminoze	6,0 – 7,0	5,5-7,5
Heljda	4,7.- 7,5	4,5 - 8,0	Hmelj	-	5,3-7,0
Uljana repica	-	5,6-7,3	Konoplja	6,7-7,4	-
POVRĆE					
Šparoga	5,5-7,0	5,0-8,0	Repice	6,0-7,0	5,5-7,5
Bijeli papar	5,5-6,5	5,0-7,0	Brokula	6,0-7,5	5,5-7,5
Kupus	6,0-7,0	5,5-7,0	Crveni luk	6,0-6,5	5,5-7,0
Mrkva	5,5-6,5	5,0-7,0	Grah	5,5-6,5	5,0-7,0
Cvjetača	6,0-7,0	5,5-7,5	Celer	5,8-7,0	5,0-7,5
Krastavac	5,5-6,5	5,0-7,0	Kukuruz šećerac	5,5-7,0	5,0-8,0
Slatki krumpir	5,0-6,0	5,0-7,0	Rajčica	5,5-7,0	5,0-7,5
Salata	6,0-7,0	5,5-7,5	Lubenica	5,0-6,5	5,0-7,0
CVIJEĆE					
Anthurium	5,5-6,5	5,0-7,5	Hibiscus	6,0-7,0	5,0-8,0
Borovnica	4,0-5,5	-	Rododendron	4,0-5,5	-
Azaleja	4,5-5,0	-	Ixora	6,0-7,5	5,0-8,0
Begonija	5,5-7,0	-	Bugenvilija	5,5-7,0	5,0-8,0
Kamelija	4,5-5,5	-	Magnolija	5,5-6,5	5,0-7,0
Krizantema	6,0-7,5	5,0-8,0	Oleander	6,0-7,5	-
Orhideja	4,0-5,0	-	Geranium	6,0-7,0	5,5-8,0
Ruže	5,5-7,0	-	Šipak	6,0-7,5	-

Treba reći da će usjev uzgajan na tlu čija je reakcija izvan prihvatljivog intervala preživjeti, dakle nije biološki ugrožena, ali će svakako dati prinos ispod očekivanog. To vrijedi i za vrste u travnjaku – pašnjaku i livadi, koje su u „svom“ intervalu pH vitalnije, agresivnije i zastupljenije, a izvan njega slabije kondicije i manje vitalnosti.

Ukupno uzevši, kulture čiji uzgoj dolazi u obzir na području Županije mogle bi se s obzirom na zahtjeve prema reakciji podijeliti u nekoliko skupina;

- **Jako kisela reakcija (pH 4,0-5,5):** borovnica, rododendron i azaleja, dakle isključivo cvjetne vrste, čiji uzgoj s obzirom na zahtjeve prema klimatskim uvjetima dolazi u obzir.
- **Kisela do slabo kisela (pH 4,8-6,2):** krumpir, žuta lupina i neke trave.
- **Kisela do neutralna reakcija (pH 5,3-7,0):** odgovara najvećem broju oraničnih kultura, kojima je optimum na slabo kiseloj strani.
- **Slabo kisela do slabo alkalna (pH 5,6-7,3):** repica, lan, grašak, špinat, kupusnjače, djeteline.
- **Neutralna i alkalna reakcija (pH 6,2-8,0):** lucerna, sirak, šparoga, esparzeta, kukuruz šećerac i neko cvijeće.

Kupus - poznato Varaždinsko zelje zaslužuje poseban osvrt, upravo zbog toga što je postao "žrtva" uzgoja na (pre)kiselim tlima. Naime, slično duhanu i krumpiru, kupus ima optimum oko neutralne reakcije (pH 6,0 - 7,0), podnosi i slabo kiselu reakciju do pH 5,0 ali na znatno nižu reagira velikim padom prinosa i kakvoće. Postaje mek (gnjecav) a ostavljen na zraku preko noći posmeđi. Problem se rješava vrlo jednostavno - kalcifikacijom tla!

Mehanizmi fitotoksičnog djelovanja jako kisele reakcije su različiti i u pravilu su reakcija na slobodne Al^{+++} ione. Kulturne biljke se razlikuju u svojoj toleranciji prema kiselosti tla i sadržaju Al^{+++} , a važne su i razlike koje se javljaju između pojedinih varijeteta i sorata unutar iste vrste. Razlike u toleranciji mogu se pripisati razlikama u morfologiji korijena, s obzirom na to da neke vrste pri ne pokazuju znake oštećenja korijena. Naime, na Al^{+++} tolerantne vrste i kultivari imaju sposobnost povećanja pH vrijednosti svojim izlučinama u zoni korijena. U korijenu tolerantnih vrsta aluminij ne priječi primanje i translokaciju kalcija, magnezija i fosfora. Jedan od ciljeva oplemenjivanja bilja je stvaranje kultivara i hibrida otpornih na povećanu kiselost tla, pa se tako stvaraju pretpostavke za korištenje vrlo kiselih tala za uzgoj bilja. To je primjerice realan put za rješavanje veće proizvodnje hrane u Africi, gdje nema prirodnih vapnenih materijala, a lateriti kao najrasprostranjenija tla su jako kisela tla.

Govoreći o zahtjevima kulturnog bilja valja reći da je kalcij koji se u tlo unosi kalcifikacijom različitim vapnenim materijalima biogeni element, koji neke biljke za dobar rast i razvoj i uspješan uzgoj trebaju u većim količinama. Te biljke dakle dodatno povoljno reagiraju na dodavanje vapna. Na većini ostalih oraničnih kultura posljedica visoke kiselosti je nizak i nestabilan prinos. Uzrok su tim pojavama brojni nepovoljni utjecaji na plodnost tla, jer suvišna kiselost za sobom povlači brojne negativne utjecaje, od kojih nabrajamo najvažnije;

- vezanje nekih hranjiva, naročito fosfora u biljci nepristupačne oblike ili tzv. kiselu fiksaciju fosfora. Ako takva tla gnojimo fosfornim gnojivom fosfor će se vezati u netopljiv oblik, a biljka ostati bez toga hranjiva. Optimalni raspon pH vrijednosti za primanje biljnih hranjiva prikazujemo u tablici 10.

Optimalni raspon reakcije za pristupačnost biljnih hranjiva

Tablica 10.

Biljno hranjivo	pH tla	Biljno hranjivo	pH tla
Dušik (N)	6.0 - 8.0	Kalcij i magnezij	7.0 - 8.5
Fosfor (P)	6.2 - 7.0	Željezo i mangan	4.5 - 6.0
Kalij i sumpor (K, S)	6.0 - 8.5	Bor, bakar i cink	5.0 - 7.0

- Dodajmo još da na stanoviti način „iskače“ molibden, koji je najpristupačniji u rasponu visokih pH 7.0-8.5, značajan je mikroelemnt za stoku, napose goveda, u paši ga mora biti.
- pojavom fitotoksičnih tvari, naročito Al⁺⁺⁺ iona, čiji se simptomi mogu lako zapaziti najprije skraćivanjem i debljanjem korijena, koji potom posmeđi, grananje korijena se smanjuje. Što se više koncentracija Al⁺⁺⁺ iona u otopini tla povećava, simptomi postaju slični deficijenciji kalcija i fosfora.
- poremećaj bioloških značajki, ponajprije ukupne biogenosti tla. Iz tla se povlače kišne gliste, zatim bakterije, i to najprije aerobne, a to su one koje utječu na plodnost tla – fiksatori dušika, humifikatori i mineralizatori humusa, a nagomilavaju gljivice. U tim uvjetima nastaje kiseli humus, nepovoljan za plodnost tla,
- zbog prethodnog – nepovoljne humifikacije i stvaranja sirovog humusa dolazi do kvarenja fizikalnih osobina tla, tlo gubi povoljnu strukturu, a zbog toga se mijenjaju vodozračne prilike, nestaju makropore, kroz koje se tlo aerira, usporava se mineralizacija humusa a humus nagomilava. Uz ostale, napose hidrološke uvjete tako nastaju treseti.

Valja naglasiti kako je kalcifikacija zahvat koji je prihvatljiv u ekološkoj poljoprivredi.

Raspravu o kalcifikaciji zaključimo konstatacijom kako u okolini Varaždina postoje tvornice izuzetno kvalitetnog materijala za kalcifikaciju, stručnjaci Hrvatskog Zavoda za poljoprivrednu savjetodavnu službu poznaju to pitanje i znaju dati najbolje preporuke za izbor materijala, njegovo doziranje, način i vrijeme primjene i druge pojedinosti. Naša iskustva govore da i jako visoke doze vapna ne uzrokuju poremećaje kao što se to inače navodi u literaturi. Naša je preporuka

da se, kao primjerice u Austriji i Bavarskoj kalcifikacija obavlja poslije žetve svake strne žitarice i uljane repice, dakle po suhom tlu, kada je zbijanje tla pod golemim teretom vapna najmanje.

Navodnjavanje

Navodnjavanje je među najstarijim melioracijskim zahvatima koji se primjenjuju za unapređivanje uzgoja bilja i stoke u poljoprivredi. Činjenica je da se u nas navodnjavanje ne primjenjuje u mjeri koja bi odgovarala stvarnim potrebama, pogotovo mogućnostima koje postoje za izvedbu ovog melioracijskog zahvata. Za potvrdu je dovoljno reći da se, prema navodnjavanim površinama, nalazimo na jednom od posljednjih mjesta u Europi (Tomić et al 2011). Hranu uvozimo, i za to nalazimo sredstva, premda bi tim sredstvima uloženim u navodnjavanje, s obzirom na pogodna tla i bogatstvo koje posjedujemo u vodama, postigli znatno veću proizvodnju i kvalitetu proizvoda, a ponovo postati izvoznik hrane.

Prije tridesetak godina na znanstveno – stručnim skupovima agronoma u svijetu iznosili smo tvrdnju: *Budućnost poljoprivrede najviše će ovisiti o genetici i navodnjavanju* (Tomić, 1988.). Vrijeme je potvrdilo ta najavu, koja do izražaja dolazi danas, a tek će budućnost potvrditi njenu punu opravdanost, jer klimatske promjene, koje su očito nastupile, sve više čine uzgoj poljoprivrednih kultura ovisnim o primjeni navodnjavanja.

O značaju navodnjavanja rječito govori podatak kako se u svijetu navodnjava oko 18% obradivih površina, a na njima proizvodi oko 40% hrane. U Europi se navodnjava oko 13% obradivih površina, dok države u zemljopisnom okruženju Hrvatske (Italija, Albanija, Grčka, Bugarska, Rumunjska) navodnjavaju 20-30% obradivih površina (Tomić et al 2011).

Za razliku od susjeda, Hrvatska primjenjuje navodnjavanje na samo oko 12 000 ha, što čini tek oko 1% obradivih površina. Budući su potrebe za izvedbom ove melioracijske mjere u nas, znatno veće, Vlada Republike Hrvatske prihvatila je Nacionalni projekt navodnjavanja, koji predviđa proširiti navodnjavanje na 65 000 ha. Ovo proširenje, uz 10.000 ha ranije izvedenih sustava, predstavlja značajan napredak za našu poljoprivredu, što će biti snažan poticaj za nova ulaganja u navodnjavanje.

Naš izračun prikazan u tablici 11 govori da na području Varaždinske županije u sušnoj godini tijekom vegetacijskog razdoblja nedostaje do 326 mm vode, ili 3260 m³/ha, a da je za navodnjavanje pogodno 10.660,5, a umjereno pogodno 15.560,6 ha (Tomić 2012).

Potrebe vode i smanjenje prinosa zbog suše

Tablica 11. (Tomić 2012)

Kultura	Nedostatak vode u mm		Redukcija prinosa u prosječnoj i sušnoj godini - %			
	Prosječna godina	Sušna godina	Lako tlo		Teže tlo	
			Prosječna	Sušna	Prosječna	Sušna
ŠEĆERNA REPA	150	269	16,0	43,5	9,2	37,7
RAJČICA	118	198	18,3	41,1	11,9	33,4
JABUKA SA ZATRAVLJENIM MEĐUREDNIM PROSTOROM	189	326	19,3	44,4	15,8	40,1

No, korist od navodnjavanja nije samo u visini prinosa i kvaliteti proizvoda već i u novim mogućnostima koja otvara navodnjavanje. U uvjetima navodnjavanja u ratarstvu možemo proširiti uzgoj na uljarice (soju, suncokret, uljanu repicu), krmno bilje, ljekovito bilje, a naročito povrće kao glavni ili postrni usjev, te sjemenske kulture i rasadnike za povrtne presadnice, sadnice voća, ukrasnog bilja i cjepove vinove loze.

Važan pokazatelj pogodnosti za uzgoj kulturnog bilja je suma aktivnih temperatura u vegetacijskom razdoblju. Zahtjeve važnijih kultura u tom pogledu prikazuje tablica 12.

SUMA AKTIVNIH TEMPERATURA ZRAKA POTREBNA ZA UZGOJ VAŽNIJIH KULTURA

Tablica 12.

KULTURA	Suma temp. zraka °C	KULTURA	Suma temp. zraka °C
Datulje	4500 - 5000	Grašak	1800 - 2600
Citrusi	4000 - 4500	Pšenica	1900 - 2300
Riža	3550 - 4500	Raž	1700 - 2200
Pamuk	3600 - 4000	Krastavac	1900 - 2100
Duhan	3200 - 3600	Rajčica	1800 - 2000
Soja	2600 - 3200	Grahorica	1800 - 1900
Kukuruz	2350 - 3000	Jara pšenica i zob	1700 - 1900
Grah	2400 - 3000	Krumpir	1300 - 3000
Konoplja	2600 - 2900	Heljda	1000 - 1200
Šećerna repa	2400 - 2700	Leća	1500 - 2200
Suncokret	2050 - 2200	Lan	1500 - 1700

Kakve su u tom pogledu prilike na području Varaždinske županije? U tablici 13. prikazujemo toplinske prilike, dakle trajanje razdoblja sa srednjim dnevnim temperaturama iznad biološkog minimuma od 5 °C za kontinentalno bilje, odnosno 10 za sredozemno bilje, i sumu temperatura toga razdoblja.

Pragovi biološki aktivnih temperatura zraka – Varaždin

Tablica 13.

ZA BIOLOŠKI AKTIVNE TEMPERATURE / For biological active temperature							
> 5 °C				>10 °C			
Početak	Svršetak	Trajanje dana	Suma temperatura	Početak	Svršetak	Trajanje dana	Suma temperatura
14.III	16.XI	247	3440	14.IV	17.X	186	2998

Početak razdoblja je sredina ožujka, a završetak sredinom studenog, a trajanje 247 dana, sasvim dostatno za jedan glavni usjev i jedan postrni usjev. Sume temperature vrlo su povoljne za uzgoj svih usjeva.

Uzgoj postrnog usjeva u ovom kraju ima tradiciju, i to kao uzgoj stočne repe ("cukorica"), inače vrlo vrijedne sočne krme, koja se izvrsno čuva za zimsko razdoblje ili pak uzgoj postrne (bije)le repe, koja se osim kao izvrsna sočna krma u svježem stanju ili ukiseljena koristi za hranu u domaćinstvu.

Kako smatramo da je ipak najvažniji učinak navodnjavanja na području Varaždinske županije mogućnost postrnog uzgoja, raščlanili smo pogodnost toplinskih prilika, odnosno izvršili izračun trajanja vegetacije i sume temperatura za uzgoj naknadnih i postrnih usjeva, koji bi bili posijani poslije žetve ječma ili pšenice u dva, inače logično pretpostavljena roka – 30. lipnja i 10. srpnja. Rezultate prikazuje tablica 14.

Aktivne temperature vegetacijskog razdoblja postrnih usjeva

Tablica 14.

TRAJANJE I SUMA AKTIVNIH TEMPERATURA VEGETACIJSKOG RAZDOBLJA ZA TERMIN SJETVE:					
30. lipnja			10. srpnja		
Svršetak razdoblja	Trajanje	Suma temperatura °C °C	Svršetak razdoblja	Trajanje	Suma temperatura °C
16.XI	139 dana	2055	16.XI	129 dana	1858

Kako se vidi, sjetvom odmah poslije žetve ječma ili pšenice, dakle koncem lipnja ili 10. srpnja, uz navodnjavanje ostaje dovoljno vremena s povoljnim uvjetima za uzgoj postrnih, komercijalno zanimljivih kultura - povrća, krmnih usjeva ili usjeva za zelenu gnojidbu.

Za uspješan uzgoj postrnih usjeva jako je važna njihova reakcija na rani jesenski mraz. Osjetljivi usjevi s prvim mrazem prekidaju vegetaciju bez obzira na moguće zatopljenje koje poslije mraza slijedi, dok druge dobro podnose prvi mraz i niske temperature pa se na otvorenom mogu zadržati do dugo u zimu ili prezimiti, o čemu svjedoči prikaz u tablici 15.

Otpornost važnijih usjeva na niske temperature

Tablica 15.

Temp. do...	USJEV	Temp. do...	USJEV
-30 °C	Češnjak i kamilica	-6 °C	Lupina, leća, bob i cikla
-25 °C	Hren	-5 °C	Stočni bob
-20 °C	Uljana repica	-4 °C	Mrkva
-15 °C	Grahorica, pastrnjak, špinat, poriluk, raštika	-3 °C	Soja, grašak i cvjetača
-12 °C	Krmni kelj, kelj, kelj pupčar, kupus,	-2 °C	Suncokret, krumpir i komorač
-10 °C	Stočni grašak, salata, blitva, peršin i celer	Mraz uopće ne podnose	Kukuruz, grah, sirak, proso, heljda, rajčica, paprika, krastavac i tikvica
-8 °C	Postrna repa, rotkvica, rotkva, brokoli, radić		

Uzgoj povrća doživjet će najveću ekspanziju u uvjetima navodnjavanja. Nedostatak vode je glavni ograničavajući čimbenik za uzgoj većeg broja povrtnih kultura sa sigurnim i visokim prinosima i stabilnom kakvoćom, kao što su: krumpir za zimu, grah mahunar, kupus i kelj jesenski, cvjetača, rajčica, paprika, patlidžan, krastavci, tikvice, dinje, lubenice, salata ljetna i jesenska, endivija, radić, mrkva, peršin jesenski, špinat jesenski, blitva ljetna i jesenska, korabica ljetna i jesenska, rotkvica jesenska, cikla jesenska, poriluk, kelj pupčar.

Na temelju stručne analize za područje Bjelovarsko-bilogorske županije Tomić (2012) je izvršio procjenu troškova navodnjavanja, koju prikazujemo u tablici 16. anu su u tablici 16.

Procjena troškova navodnjavanja (Tomić 2012)

Tablica 16.

Dio sustava navodnjavanja	Cijena kn/ha
Vodozahvat	5.000
Razvodna mreža za vodu	8.000
Sustav navodnjavanja na parceli	22.000
Projektna dokumentacija	2.000
Ukupni troškovi	37.000

Treba napomenuti da Republika Hrvatska snosi 80% troškova (za sustave na površini većoj od 200 ha) dovoda vode do parcele (izgradnja akumulacije, vodozahvat, razvodna mreža za vodu i projektna dokumentacija). Ostalih 20% troškova snosi lokalna uprava ili korisnik sustava navodnjavanja, dok ulaganja u opremu za navodnjavanje na samoj parceli snosi korisnik - zemljoradnik. Prema

tome, u ovom slučaju Republika Hrvatska bi snosila 12.000 kn/ha, lokalna uprava ili korisnik 3.000 kn/ha, a korisnik troškove na parceli, koji iznose 22.000 kn/ha.

Očekivane koristi od navodnjavanja

Navodnjavanjem se ostvaruje višestruka korist: gospodarska, društvena, ekološka i ekonomska korist. Tomić (2012) navodi primjer Bjelovarsko bilogorske županije, koji svakako može poslužiti kao pouzdana smjernica. Gospodarska, društvena i ekološka korist od navodnjavanja općenito su milenijima poznate, dok dobit, dakle korist ili gubitak ponajviše ovisi o uzgajanoj kulturi i razini ostalih ulaganja u njen uzgoj.

Na temelju procjene o povećanja prinosa za 30% pri navodnjavanju i svih troškova (bez i s navodnjavanjem) povećanje dohotka u uvjetima navodnjavanja paprike iznosi 62.201 kn/ha. Prema tome, troškovi za opremu za navodnjavanje od 22.000 kn/ha pokrivaju se već nakon prve godine uzgoja ove kulture u uvjetima navodnjavanja.

Isto tako, dobit pri uzgoju jabuke je 45.176 kn/ha, a kruške 42.318 kn/ha. Međutim, tomu nasuprot, kalkulacija za pšenicu pokazuje da se navodnjavanje ove kulture u današnjim uvjetima ne isplati, jer dovodi do gubitka u iznosu 1.444,0 kn/ha. Osim pšenice uzgoj u uvjetima navodnjavanja donosi gubitak i u uzgoju merkantilnog kukuruza, ječma, uljane repice i soje pa je ove kulture nepotrebno navodnjavati u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji. Naravno, riječ je o aktualnim klimatskim prilikama i tržišnoj cijeni, dakle čimbenicima koji se, koliko sutra, mogu i promijeniti.

Korist koja se očekuje od navodnjavanja što će otvoriti put promjenama sustava gospodarenja koja će poljoprivredu prometnuti u modernu, poželjnu, profitabilnu i privlačnu granu gospodarstva - zamašnjak razvoja i napretka ovog predivnog kraja, kao što je to primjerice do jučer, u drugim gospodarsko-socijalnim prilikama bila tekstilna industrija.

ZAKLJUČCI

Polazeći sa stajališta da je tlo ključni medij za održavanje ravnoteže u terestričkim i semiterestričkim ekosustavima, a kao resurs temelj poljoprivrede i šumarstva i okosnica održivog razvitka, rad ima cilj utvrditi aktualno stanje - rasprostranjenost i najvažnije značajke tala i naznačiti mjere popravke i zaštite tla, smjernice popravka i održivog gospodarenja tlom u poljoprivredi na području Varaždinske županije. Temeljem raščlambe raspoloživih, javno dostupnih izvora i rezultata vlastitih istraživanja izdajamo naredne zaključke;

- Od ukupne površine županije od 126 040 ha u poljoprivredi se koristi 68 329 ha. Na zemljovidu tala (pedološkoj karti) na toj površini izdvojeno je 27 kompleksnih kartiranih jedinica nastalih na četiri skupine supstrata: **karbonatni** (lapori, pijesci, meki vapnenci, karbonatni aluvijalni nanosi), **silikatno karbonatni** (prapor, pleistocenske ilovače), **silikatni** (kiseli holocenski nanosi rijeka - šljunak i pijesak, metamorfiti) te **mezozojski** vapnenci i dolomiti.
- Najrasprostranjeniji tipovi tala su prema slijedu: Lesivirano tlo (22 683 ha) > Močvarno glejno (17 784 ha) > Pseudoglej (14 480 ha) > Rendzina (14 177 ha) > Distrično smeđe (8 794 ha) > Semiglej (8 147 ha) > Rigolano tlo (6 974 ha) > Aluvijalno tlo (4978 ha) itd.
- Kako je najrasprostranjeniji tip tla lesivirano tlo, ono očito predstavlja klimaks stadij evolucije tala, a lesivaža je dominantni proces pedogeneze. To praktički ukazuje na višak oborina, apsolutnu dominaciju descentnog kretanje vode, ispiranje baza i zakiseljavanje (acidifikaciju) tla.
- Preduvjet svakog napretka u poljoprivredi Varaždinske županije je okrupnjavanje parcela zemljišta komasacijom, a nakon toga na području blagog, pogotovo strmog nagiba usmjeravanje parcela i redova nasada okomito na smjer nagiba padine, dakle konturno.
- Redoslijed čimbenika ograničenja tala za uzgoj bilja je: Kiselost tla > nedostatak vode u vegetacijskom razdoblju > visoka razina podzemne vode > podložnost eroziji > nizak sadržaj i kvaliteta humusa. Slijedom toga, redoslijed prioriteta zahvata uređenja poljoprivrednog zemljišta je: Kalcifikacija > Navodnjavanje > Odvodnja.
- Kalcifikacija i primjena navodnjavanja otvaraju put napretku poljoprivrede Varaždinske županije promjenom strukture uzgoja, uključivanjem tržišno atraktivnih kultura, napose povrća u postrnom uzgoju, za što postoje vrlo povoljni uvjeti.
- Za nedvojbeno jasan cilj i smjer razvoja poljoprivrede Hrvatske preduvjet je Hrvatska Poljoprivredna Politika - HPP, kao rezultat konsenzusa između svih javno djelujućih opcija i struke. Bez toga ne vidimo dugoročno skladan, gospodarski, socijalno i okolišno održiv razvoj hrvatskog gospodarstva, niti izlazak iz gospodarske krize.

LITERATURA

1. Ferdo BAŠIĆ, Tumač pedološke karte za list Ptuj-2, rukopis, spisi Projektnog savjeta OPK Hrvatske, Križevci, 1979., 99.
2. Ferdo BAŠIĆ, Dušan STEPANČIĆ, Pedološka karta sekcije Ptuj-2, posebno izdanje Projektnog savjeta za izradu Opće pedološke karte Hrvatske, tisak VGI, Beograd, 1984.
3. Ferdo BAŠIĆ, Ivan ŠIMUNIĆ, Tumač pedološke karte sekcije Čakovec-3, posebno izdanje Projektnog savjeta za izradu OPK Hrvatske, tisak Sveučilišne naklade "Liber", Zagreb, 1985.
4. Ferdo BAŠIĆ, Ivan ŠIMUNIĆ, Pedološka karta sekcije Čakovec-3, posebno izdanje Projektnog savjeta za izradu Opće pedološke karte Hrvatske, tisak VGI, Beograd, 1985.
5. Ferdo BAŠIĆ, Anđelko BUTORAC, Artur VAJNBERGER, Duško MALBAŠIĆ, Blaženka BERTIĆ, Milan MESIĆ, Effects of liming on the yield of some field crops and the chemical properties of the soil, Abstracts, 10th World Fert. Congr. of C.I.E.C., Nicosia, 1990., 70-71.
6. Ferdo BAŠIĆ, Anđelko BUTORAC, Milan MESIĆ, Agroekološka studija i projekt agromelioracija sa sistemima oranične biljne proizvodnje za površine "Varaždinka" Varaždin, D.P. Poljoprivreda i prehrambena industrija, R.J. Brezje, objekti Šemovci i Jakopovec, rukopis Zavoda za OPB AFZ, Zagreb, 1991., 75.
7. Ferdo BAŠIĆ, Ivica KISIĆ, Milan MESIĆ, Potencijalna erozija sa smjernicama održivog gospodarenja i zaštite poljoprivrednih tala područja Grada Zagreba, studija, rukopis Zavoda za OPB, AFZ, Zagreb, 2005, 163.
8. Ferdo BAŠIĆ, Josip BOROŠIĆ, Sustavi gospodarenja u uvjetima navodnjavanja, znanstveni skup HAZU, Melioracijske mjere u svrhu unapređenja ruralnog prostora, s težištem na Nacion. projekt navodnjavanja, Zbornik, Zagreb, 2007, 149-173.
9. Ferdo BAŠIĆ, The Soils of Croatia, World Soil Book Series, International Union of Soil Sciences, editor Alfred, E. Hartemink, Springer Verlag, Dordrecht, Heidelberg, New York, London, 2013., 179.
10. Matko BOGUNOVIĆ, Željko VIDAČEK, Zoltan RACZ, Stjepan HUSNJAK, Mario SRAKA, Namjenska pedološka karta Republike Hrvatske mjerila 1:300.000, i njena uporaba, Agronomski glasnik 5 –6, Zagreb, 1997.
11. Anđelko BUTORAC, Ferdo BAŠIĆ, Komparativno istraživanje efikasnosti različitih vapnenih materijala u kalcifikaciji kiselih tala sjeverozapadne Hrvatske (područje Varaždina), godišnja izvješća za 1985., 1986., 1987. i 1988. god., projekt Zavoda za opću proizvodnju bilja Agronomskog fakulteta, koji je financirao IGM Lepoglava, Zagreb, 1985-1988.

12. Anđelko BUTORAC, Ferdo BAŠIĆ, Agroekološka studija i projekt agromelioracija sa sistemima oranične biljne proizvodnje za površine SOUR PZK "Varaždinka", Varaždin, rukopis Zavoda za OPB AFZ, Zagreb, 1987., 218.
13. Anđelko BUTORAC, Tugomir FILIPAN, Ferdo BAŠIĆ, Željko VIDAČEK, Branimir UHLIK, Primjena prirodnih mineralnih tvari u svrhu povećanja plodnosti kiselih tala područja općine Varaždin, studija, IRMO – FPZ, Zavod za OPB, AFZ, Zagreb, 1991., 177.
14. Stjepan HUSNJAK, Procjena rizika erozije tla vodom metodom kartiranja u Hrvatskoj, Disertacija, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2000., 160.
15. Stjepan HUSNJAK, Željko VIDAČEK, Matko BOGUNOVIĆ, Mario SRAKA, Aleksandra BENSA, Danijela VRHOVEC, Zemljišni resursi Hrvatske i pogodnost tla za navodnjavanje, dio projekta "Nacionalni projekt navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj", Agronomski fakultet Zagreb, Zavod za pedologiju, 2005.
16. Stjepan HUSNJAK, Ivan ŠIMUNIĆ, Tla hidromelioracijskih sustava odvodnje vodnog područja slivova Drave i Dunava, Hrvatske vode, god. 14, br. 56/57, Zagreb, 2006., 311-317.
17. Stjepan HUSNJAK, Marija ROMIĆ, Nikola PERNAR, Milan POLJAK, Preporuke za gospodarenje tlom u Hrvatskoj, Plenarno izlaganje - XI. kongres Hrvatskog tloznanstvenog društva. Zbornik sažetaka, Plitvička jezera, 2010.
18. Stjepan HUSNJAK, Sistematika Tala Hrvatske, udžbenik (u tisku) Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2014., 285.
19. Ivica KISIĆ, Ferdo BAŠIĆ, Milan MESIĆ, Ekološki uravnotežene mjere gospodarenja u održivoj poljoprivredi, Skup nevladinih organizacija iz Hrvatske i Bosne i Hercegovine, Sarajevo, 1999, 8-9.
20. Ivica KISIĆ, Ferdo BAŠIĆ, Anđelko BUTORAC, Milan MESIĆ, Othmar NESTROY, Mijo SABOLIĆ, Erozijska tla vodom pri različitim načinima obrade, sveučilišni priručnik, knjiga, posebno izdanje Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2005., 95.
21. Ivica KISIĆ, Ferdo BAŠIĆ, Othmar NESTROY, Milan MESIĆ, Mijo SABOLIĆ, Run-off and soil loss on different tillage systems in growing of arable crops, International Conference: "Land Conservation" – LANDCON, Proceedings book, Tara Mountain, 2009., 87.
22. Ivica KISIĆ, Ferdo BAŠIĆ, Othmar NESTROY, Runoff and Soil-Loss on Different Tillage Treatments in Growing of Arable Crops, International Conference of Water, Climate and Environment, Faculty of Civil Engineering, Ohrid, 2012.
23. Darko MAYER, Zaštita voda namijenjenih javnoj vodoopskrbi u RH, Zbornik radova znanstvenog skupa Voda - hrvatsko blago, urednik: I. Šimunić, Rijeka, 2007, 81-95.

24. Milan MESIĆ, Anđelko BUTORAC, Ferdo BAŠIĆ, Ivica KISIĆ, Ivan GAŠPAR, Efficiency of Mineral Nitrogen rates Applied in Maize Fertilization, 10th Nitrogen Workshop, Copenhagen, 1999.
25. Milan MESIĆ, Ferdo BAŠIĆ, Ivica KISIĆ, Anđelko BUTORAC, Ivan GAŠPAR, Utjecaj gnojidbe mineralnim dušikom na sadržaj nitrata u tlu i koncentraciju NO₃-N u vodi drenažnih cijevi, 3. hrvatska konf. o vodama; Hrvatske vode u 21. st, Zbornik, Zagreb, 2003, 359-368.
26. Nikola PERNAR, Darko BAKŠIĆ, Ivan PERKOVIĆ, Terenska i laboratorijska istraživanja tla, priručnik za uzorkovanje i analizu, udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, Šumarski fakultet Zagreb 2013., 192.
27. Milan POSPIŠIL, Industrijsko bilje, Za: Nacionalni projekt navodnjavanja i gospodarenja zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj, Zagreb, 2005.
28. Davor ROMIĆ, Josip MARUŠIĆ, i sur., Nacionalni projekt navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2005., 145.
29. Davor ROMIĆ, Josip MARUŠIĆ, Frane TOMIĆ, Danko HOLJEVIĆ, Stjepan MAĐAR, Nacionalni projekt navodnjavanja i njegova realizacija u svrhu unapređenja poljoprivrede, Znanstveni skup HAZU: Melioracijske mjere u svrhu unapređenja ruralnog razvoja, Zbornik radova, Zagreb, 2007., 115-148.
30. Ivan ŠIMUNIĆ, Ankica SENTA, Frane TOMIĆ, Potreba navodnjavanja i kakvoća voda u Dravskom području, Znanstveni skup Voda - hrvatsko blago, zbornik, Rijeka, 2007., 113-131.
31. Franjo TOMIĆ, Navodnjavanje, udžbenik, Savez poljoprivrednih inženjera i tehničara Hrvatske i Fakulteta poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1988., 154.
32. Franjo TOMIĆ, Razvojne mogućnosti melioracijskih sustava u Hrvatskoj, Hr. vode, 45, Zagreb, 2003., 375-380.
33. Franjo TOMIĆ, Davor ROMIĆ, Stjepan MAĐAR, Stanje i perspektive melioracijskih mjera u Hrvatskoj, Melioracijske mjere u svrhu unapređenja ruralnog prostora, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zbornik radova, Zagreb, 2007., 7-20.
34. Franjo TOMIĆ, Razvoj poljoprivrede primjenom navodnjavanja u Bjelovarsko-bilogorskoj Županiji, Radovi Zavoda za znanstvenoistraživački i umjetnički rad HAZU, broj 6, Zagreb - Bjelovar, 2012., 1 – 15.
35. Frane TOMIĆ, Navodnjavanje kao mjera unapređenja poljoprivrede, Zavod za znanstvenoistraživački i umjetnički rad HAZU u Požegi, predavanje, Požega, 2012., 17.
36. Frane TOMIĆ, Gordana KRALIK, Tajan KRIČKA, Vlado GUBERAC, Ferdo BAŠIĆ, Vlado KOVAČEVIĆ, Pero MIJIĆ, Boro MIOČ, Josip KOVAČEVIĆ, Ramona FRANIĆ, Aktualno stanje u hrvatskoj poljoprivredi i smjernice nje-

- zina razvoja, s naglaskom na poljoprivredu istočne Hrvatske, Znanstveni skup HAZU; *Proizvodnja hrane i šumarstvo - temelj održivog razvoja istočne Hrvatske*, plenarni rad, u tisku, Zagreb, 2013, 18.
37. Gyorgy VARALLYAY, *Role of Soil Multifunctionality in Future Sustainable Agricultural Development, Environmental Management; Contribution to solution*, University of Zagreb, Faculty of Chemical Engin. and Technology, Ed. Natalija Koprivanac, Zagreb, 2005., 29-39.
 38. Željko VIDAČEK, *Prilog korištenju nekih klasifikacija tala, odnosno zemljišta pri namjenskim pedološkim istraživanjima na primjeru dijela srednjeg toka rijeke Plitvice*, magistarski rad, Zagreb, 1976.
 39. Željko VIDAČEK, Franjo VANČINA, *Karte upotrebne vrijednosti tala u funkciji prostornog planiranja i zaštite tla u Hrvatskoj*, *Zemljište i biljka*, vol. 34, No. 3, Beograd, 1985., 193-207.
 40. Željko VIDAČEK, Matko BOGUNOVIĆ, Stjepan HUSNJAK, Mario SRAKA, Aleksandra BENZA, *Hidropedološka karta Republike Hrvatske mjerila 1:300.000*, Zavod za pedologiju Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2005.
 41. xxx ESRI (Environmental Systems Research Institute), 1998: *NT ArcInfo – The Arc Info Method Understanding GIS*. Environmental Systems Research Institute (ESRI) Inc., Redlands, San Diego, USA, 1998.
 42. xxx FAO, *A framework for land evaluation*, *Soil Bulletin*, No. 32. FAO, Rome and ILRI, Wageningen, Publ. No. 22, 1976.
- <http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/>
<http://www.worldometers.info/>

SAŽETAK

ZNAČAJKE I ULOGE TALA VARAŽDINSKE ŽUPANIJE SA SMJERNICAMA ODRŽIVOG GOSPODARENJA POLJOPRIVREDNIM ZEMLJIŠTEM

Kao uvjetno obnovljiv prirodni resurs, tlo ima presudan utjecaj na održivi razvoj svjetskog gospodarstva, napose održive poljoprivrede i zaštitu okoliša.

Zajednička poljoprivredna politiku EU (Common Agricultural Policy - CAP), koja obvezuje sve članice, pa dakle i Hrvatsku - Varaždinsku županiju, kreirana je "po mjeri" koncepta VOPT (Višenamjensko obilježje poljoprivrede i tla). Bez Hrvatske Poljoprivredne Politike, kao konsenzusa između svih javnih opcija ne vidimo skladan i održiv razvoj hrvatskog gospodarstva, niti izlazak iz gospodarske krize.

Koncept VOPT otvara put reviziji sustava gospodarenja i prihvaćanju Prilagodljivog sustava gospodarenja u poljoprivredi, što znači odbacivanje stereotipa i prilagodba prilikama poljoprivredne regije i užeg uzgojnog područja, tipu tla, reafirmaciju čvrstih plodoreda i reduciranje obrade tla - do potpunog izostavljanja.

U radu je raščlanjeno aktualno stanje - rasprostranjenost i najvažnije značajke tala i naznačene mjere popravke i zaštite tla na području Varaždinske županije.

Tla Varaždinske županije nastala su na četiri bitno različite skupine supstrata: **karbonatni** (lapori, pijesci, meki vapnenci, karbonatni aluvijalni nanosi), **silikatno karbonatni** (prapor, pleistocenske ilovače), **silikatni** (kiselih holocenski nanosi rijeka - šljunak i pijesak, metamorfiti) te **mezozojski** vapnenci i dolomiti. Svi su supstrati ispremiješani erozijom, klizanjem i fluvijativnim prenošenjem pa jedni druge kaotično prekrivaju.

Preduvjet svakog napretka u poljoprivredi Varaždinske županije je okrupnjavanje parcela zemljišta komasacijom, a nakon toga na području blagog, pogotovo strmog nagiba usmjeravanje parcela i redova nasada okomito na smjer nagiba padine, dakle konturno.

Redosljed čimbenika ograničenja tala za uzgoj bilja je: Kiselost tla > nedostatak vode u vegetacijskom razdoblju > visoka razina podzemne vode > podložnost eroziji > nizak sadržaj i kvaliteta humusa. Slijedom toga, redosljed prioriteta zahvata uređenja poljoprivrednog zemljišta je: Kalcifikacija > Navodnjavanje > Odvodnja.

Kalcifikacija i primjena navodnjavanja otvaraju put napretku poljoprivrede Varaždinske županije promjenom strukture uzgoja, uključivanjem tržišno atraktivnih kultura, napose povrća u postrom uzgoju, za što postoje vrlo povoljni uvjeti.

Ključne riječi: pedološka karta; evolucijska serija tala; gospodarenje tlom; kalcifikacija; navodnjavanje.

SUMMARY

FEATURES AND FUNCTIONS OF SOILS OF VARAŽDIN COUNTY WITH GUIDELINES FOR SUSTAINABLE MANAGEMENT OF AGRICULTURAL LAND

As a conditionally renewable natural resource, the soil has a crucial impact on the sustainable development of the world economy, in particular sustainable agriculture and environmental protection.

More than all other we need a Croatian agricultural policy as result of the consensus among all public options, without which there is no the harmonious and sustainable development of the Croatian economy, nor overcome the economic crisis.

CAP (Common Agricultural Policy) is a document which obliges all member states of EU, and hence Croatia, including Varaždin county is created according of MFCAL (Multifunctional Character of Agriculture and Land) concept. The MFCAL concept opens the way to land management system and adaptive agriculture, which means the rejection of stereotypes and adaptation to agro ecological conditions of agricultural regions and narrower growing areas, soil type, and strong reaffirmation of crop rotation.

The paper describes current situation and the most important features of the distribution of soils and indicate measures of soil amelioration and soil protection in the Varaždin County.

Soils are formed on four groups of parent substrates: calcareous (marl, calcareous sand, soft limestone, calcareous fluvial deposits), siliceous-calcareous (loess, pleistocene glacial loams), siliceous (acidic fluvial deposits of sand and gravel, metamorphic rocks) and Mesozoic limestones and dolomites. All substrates are mixed by erosion, landslides, fluvial transfer and chaotic overlap each other.

A prerequisite of any progress in agriculture of Varaždin county is land consolidation of land parcels and thereafter in the area of mild, especially the steep slope parcel routing and long rows perpendicular to the slope, means contour.

The sequence of factors limit soil for crop growing is: soil acidity > drought during the growing season > high groundwater level > soil erosion > low humus content and quality. Consequently, the sequence of soil amelioration practices of agricultural land is: liming > irrigation > drainage.

Liming and irrigation paves the way of progress agriculture Varaždin county changing structure of farming, the inclusion of attractive market crops, especially vegetables as second crops, for which there are very favorable conditions.

Key Words: soil map; soil evolution serie; land management; liming of soil; irrigation of soil.