

ZEMLJIŠNE KARAKTERISTIKE¹ I POGODNOST TLA ZA ORANICE CRNAČKOG I STAJNIČKOG POLJA

LAND CHARACTERISTICS AND SOIL SUITABILITY FOR ARABLE LAND OF ČRNAČKO I STAJNIČKO POLJE

Ž. Vidaček

SAŽETAK

U radu su korišteni neobjavljeni podaci o zemljišnim uvjetima, pedološkim značajkama i namjenskoj pogodnosti tala Crnačkog i Stajničkog polja. Analizirani su i namjenski interpretirani podaci o relevantnim čimbenicima, razvoju tala, geološko litološkoj podlozi - matičnom supstratu, oborinama, poplavama i vegetaciji. Razmatrana je sistematika i prostorna zastupljenost tala. Interpretirane su morfološke, fizikalne i kemijske značajke tala, oborinska voda u tlu, osjetljivost tla na propuštanje onečišćivača i pogodnost tla za oranice, te preporučene mjere za uređenje.

Ključne riječi: krš, tlo, zemljište, onečišćenje tla, poplava, pogodnost tla, uređenje zemljišta

ABSTRACT

Unpublished data on the pedological characteristics and dedicated soil suitability of Crnačko and Stajničko polje were used in this paper. Data on relevant factors of soil development, geological lithological substrate-parent substrate, precipitation, floods and vegetation were analyzed and purposefully interpreted. Systematics and spatial representation of soils are considered. The morphological, physical and chemical characteristics of the soil, rainwater in the soil, the sensitivity of the soil to the leaching of pollutants, the suitability of the soil for arable land, then land reclamation measures were interpreted.

Key words: karst, land, soil pollution, flood, soil suitability, land reclamation

¹ Pojam **zemljište** s gledišta korištenja i vrednovanja, obuhvaća fizikalni prostor – **tlo**, klimu, hidrološke i geološke značajke, te vegetaciju, rezultate prošle i sadašnje aktivnosti čovjeka sa ili bez društveno-ekonomskih uvjeta (FAO, 1976); **Zemljište** je pojam i za način korištenja tla, napr. poljoprivredno zemljište

UVOD

Crnačko i Stajničko polje spadaju u tipična manja povremeno plavljena krška polja Dinarida. Pedološki pokrov čine automorfna tla ocjeditih terena i hidromorfna tla duže plavljenih depresija. Sadašnje stanovništvo Stajnica, Jezerana i okolnih zaselaka ekstenzivno koristi pašnjake, livade i oranične površine. Biljna proizvodnja je velikim dijelom orijentirana na stočarstvo. Prinosi kultura su mali, neredoviti i nekonkurentni za današnje tržišne uvjete. Jedan od razloga takvog stanja je neuređeno i ograničeno pogodno poljoprivredno zemljište u uvjetima povremenih poplava. U skladu s navedenom zemljišnom problematikom i događanjima nakon izgradnje hidroenergetskih sustava na ponornicama Ogulinskoj (Gornjoj) Dobri i Zagorskoj Mrežnici, ovaj rad je prilog budućem uređenju poljoprivrednog zemljišta hidro i agromelioracijama i ostvarenju ciljeva Nacionalne razvojne strategije Republike Hrvatske do 2030. godine. U tom kontekstu moramo respektirati i podatak da nam je nacionalna produktivnost poljoprivrednog zemljišta na razini oko 50% u usporedbi s EU-27.

U radu su korišteni klimatski, geološki, topografski, pedološki, hidropedološki i kartografski podaci, uključujući sistematiku, pedofizikalne i pedokemijske analize iz Osnovne pedološke karte (OPK) Hrvatske. Interpretacija i evaluacija navedenih podataka su prema standardnoj znanstvenoj i stručnoj pedološkoj metodici.

1. Zemljopisni položaj polja

S jugozapadne strane Male Kapele u tektonskom rasjedu prostire se podsliv Crnačkog i Stajničkog polja površine oko 144 km² što je oko 21% ukupnog sliva gornjih horizonata Zagorske Mrežnice. Crnačko i Stajničko polje se nalaze oko 24 km južno od Ogulina. Veća mjesta koja gravitiraju poljima su Stajnica, Jezerane, Crnač Lipice.

Stajničko polje je dužine oko 6,5 km, širine do 1,0 km. Najniži dijelovi polja i područje ponora je na oko 483 m.n.m. Rubna erodibilna područja imaju nagib od 10 do 40%. Ukupna površina je oko 450 hektara. Središnjim najnižim dijelovima polja teče stalni vodotok Jaruga. Poljem vodi stara Jozefinska, slika 1.



*Slika 1. Stajničko polje, izvor dinarsko gorje.com
Figure 1 Stajničko polje, source dinarsko gorje.com*

Crnačko polje je prema sjeverozapadu od Stajničkog polja, na apsolutnoj visini od 446 do 454 m.n.m., dužine 4,5 km širine do 0,8 km i ukupne površine oko 220 hektara. Stalni vodotok Jaruga teče sredinom polja u sjeverozapadnom smjeru s više manjih ponora do glavnog ponora Rokinka. Jugozapadno rubno područje Crnačkog polja je vrlo strmo s oko 58% nagiba i bez naselja, slika 2.



*Slika 2. Crnačko polje, autor A. Gospić
Figure 2 Crnačko polje, author A. Gospić*

2. Sistematika i prostorna zastupljenost tala²

Semidetaljnomo pedološkom i agropedološkom inventarizacijom Crnačkog i Stajničkog polja, na širem području, uključujući dio gorskog područja, nalazimo Kamenjar, Vapneno-dolomitnu crnicu, Smeđe tlo na vapnencu ili dolomitu, Lesivirana tla na vapnencu, Lesivirana akrična tla, Rendzinu na mekom vapnencu i Crvenicu lesiviranu.

2.1. Tla Crnačkog polja

U Crnačkom polju na rubovima i na mezouzvisinama s poplavama kraćeg trajanja nalazimo, slika 3:

- Eutrično smeđe tlo na glinastom proluvijalnom nanosu
- Lesivirano pseudoglejno tlo
- Pseudoglej zaravni i obronaka kraće mokre faze

Na najnižem središnjem i sjeverozapadnom području s najdužim poplavama, pedološki pokrov čine:

- Pseudoglej zaravni duže mokre faze
- Močvarno epiglejno nekarbonatno i karbonatno
- Aluvijalno oglejena karbonatna tla

2.2. Tla Stajničkog polja

U Stajničkom polju na cijelom jugoistočnom dijelu bez učestalih poplava i na rubnom sjeverozapadnom području s poplavama kraćeg trajanja, utvrđene su slijedeće pedosistematske jedinice, slika 3:

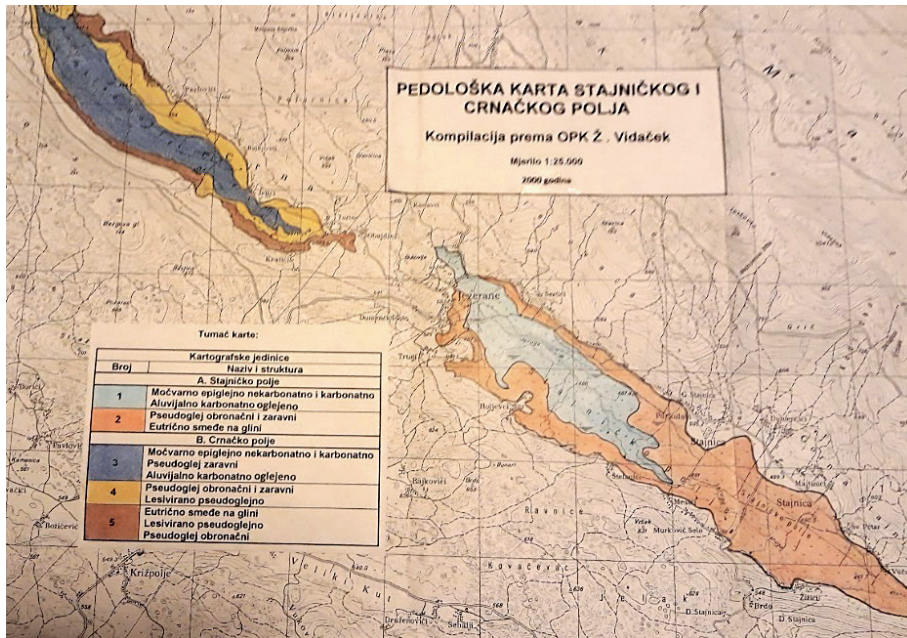
- Eutrično smeđe na glinastom proluvijalnom nanosu
- Pseudoglej zaravni i obronaka kraće mokre faze

Na najnižem sjeverozapadnom i centralnom području s poplavama dužeg trajanja dolaze:

- Močvarno epiglejno nekarbonatno i karbonatno
- Aluvijalno oglejeno karbonatno tlo

² Tlo je prirodno tijelo nastalo iz rastresite stijene ili na trošini čvrste stijene pod utjecajem pedogenetskih čimbenika i kao rezultat pedogenetskih procesa (Gračanin, M., 1946.)

Ž. Vidaček: Zemljišne karakteristike i pogodnost tla
za oranice Crnačkog i Stajničkog polja



Slika 3. Pedološka karta

Figure 3 Pedological map

3. Litološke značajke - matični supstrati tla

U širem okruženju polja dominira kamenita litološka podloga, koju čini kompleks vapnenca i dolomita taloženih u relativno plitkom moru tijekom jure i krede. Vapnenici imaju visok sadržaj minerala kalcita (CaCO_3), a dolomiti visok sadržaj minerala dolomita ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{xMgCO}_3$). Vapnenac je sedimentna stijena (taložna) stijena koja sadrži najmanje 50% minerala kalcita (kalcijev karbonat, CaCO_3), te primjesa dijaspor, cirkon, gline, limonit, hematit, hidrargilit, kremen, turmalin, sporogelit i granat. Ponegdje ima i granita. Nastao je taloženjem vapnenih kućica i skeleta izumrlih morskih životinja, a donekle i bilja. Dolomit je naziv i za mineral i za sedimentnu stijenu, a oboje su izgrađeni od kalcij-magnezijeva karbonata ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{xMgCO}_3$) u kristalnome stanju. U Crnačkom i Stajničkom polju je dominantan matični supstrat kvartara nastao koluvijacijom i proluvijacijom, a uz vodotok Jarugu aluvijacijom ili sedimentacijom čestica gline, praha i sitnog pijeska različite dubine.

3. Morfološke, fizikalne i kemijske značajke tala

Eutrično smeđe tlo, na glinastom proluvijalnom nanosu građe profila A-(B)v-C je praškasto i ilovastog i glinastog sastava, gustoće čvrste faze 2,50 do 2,83 g/cm³, gustoće volumne 1,21 do 1,52 g/cm³, ukupnog poroznost 44,40 do 51,60%, kapaciteta za zrak do 4,7% u površinskom sloju. Površinski horizonti imaju hidrauličku vodljivost oko 180x10⁻⁵ cm/s, a dublji horizonti samo 0,49 do 1,35x10⁻⁵ cm/s. Aktualna kiselost (pH) je 5,6 do 6,9 u vodi i 4,7 do 5,9 u MKCl-u. U površinskom horizontu ima 6 do 10% humusa, fiziološki aktivnog fosfora 0,5 mg/100 g tla i fiziološko aktivnog kalija 6,0 mg/100 g tla.

Lesivirano pseudoglejno tlo, građe A-E-II Btg-C ima praškasto glinasto ilovastu i praškasto glinastu teksturu, gustoće čvrste faze 2,50 do 2,77 g/cm³, gustoće volumne 1,12 do 1,55g/cm³, ukupne poroznosti 44,04 do 56,08% vol., kapaciteta za zrak 0,27 do 2,3% u površinskom sloju. Površinski horizonti imaju hidrauličku vodljivost oko 18,6x10⁻⁵ cm/s, a dublji horizonti samo 0,12do 1,4,92x10⁻⁵ cm/s u dubljim slojevima. Aktualna kiselost tla (pH) je 5,5 do 6,1 u vodi odnosno 4,3 do 4,7 u MKCl-u. Opskrbljenost fiziološko aktivnim fosforom i kalijem je slaba. Fosfora ima svega 0,5 mg/ 100 g tla i kalija 3,6 mg/ 100 g tla. Humusa ima u površinskom sloju 4,4% i analogno tome 0,26% dušika.

Aluvijalno oglejeno karbonatno tlo, građe profila A-I-IIGso je karbonatno, praškasto ilovaste i glinaste teksture. Ukupnih karbonata (CaCO₃) ima 2,5% u površinskom horizontu i dublje 24,9 do 43,2%. Aktualna kiselost (pH) je 7,0 u vodi i 6,7 do7,1 u MKCl-u. Opskrbljenost hranjivima je slaba. Fiziološki aktivnog fosfora ima 1,7 mg/ 100 g tla, a kalija 7,2 mg/100 g tla. U površinskom sloju ima 5,7% humusa i 0,36% ukupnog dušika.

Pseudoglejno tlo nalazimo na zaravnima i blago nagnutom terenu mezoreljefskih dimenzija. Na zaravni su slabije ocjedita tla i duge mokre faze, a na nagnutom terenu su kraće mokre faze. Građa profila je A-Eg-Bg-Cg ili A-Bg-Cg. Mehanički sastav je praškasto glinasto ilovasti i praškasto glinasti s 30 do 32% gline. Gustoća čvrstih čestica je 2,55 do 2,77 g/cm³, gustoća volumna poroznog tla je 1,34 do 1,50 g/cm³. Gustoća tla s dubinom se povećava. To potvrđuje manja poroznost, veća zbijenost Bg ili Btg i manja hidraulička vodljivost horizonata.

Ukupna poroznost je 43,34 do 51,64% vol., kapacitet za zrak je do 7% vol., propusnost za vodu je 0,37 do $14,8 \times 10^{-5}$ cm/s. Općenito je mala profilna dreniranost tla. Reakcija tla (pH) je 4,4 do 6,3 u vodi i 5,6 do 6,9 u MKCl-u. Fiziološki aktivnog fosfora ima 1,0 do 4,1 mg/100 g tla u površinskim horizontima. U istim slojevima tla je sadržaj humusa 5,1 do 9,2%, te ukupnog dušika 0,31 do 0,50%.

Močvarno epiglejno tlo nekarbonatno i karbonatno, nalazimo na najnižim terenima i najdužim trajanjem poplava. Građa profila je A-Gr-Gso. Površinski sloj je teška glina s oko 50% glinastih čestica. Dublje je praškasto glinasta ilovača s 23,0 do 38,1% gline. Tlo je slabo ocjedito, slabo porozno, plastično i poroznog tla je oko $1,1 \text{ g/cm}^3$. Reakcija tla (pH) je 7,0 do 7,3 u vodi i 6,1 do 6,9 u MKCl-u. Fiziološki aktivnog fosfora ima 1,06 do 14,1 mg/100 g tla u površinskim horizontima. U istim slojevima tla je sadržaj humusa 2,1 do 6,1%, te ukupnog dušika 0,13 do 0,39%. Sadržaj ukupnih karbonata (CaCO_3) je 0,3 do 2,7%.

4. Načini korištenja tla

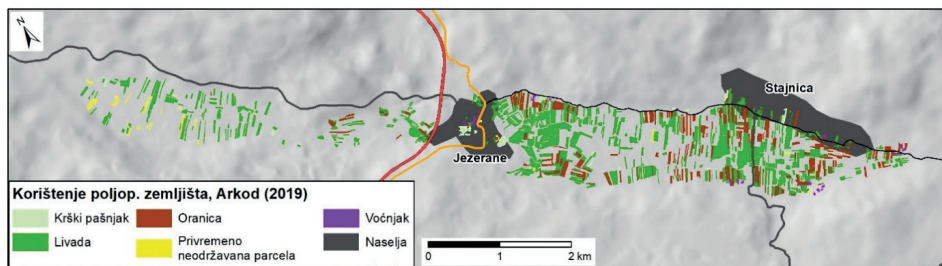
Na povišenom rubnom području polja, prirodni vegetacijski pokrov čine tri klimaksne zajednice hrasta: šuma hrasta bijeloduba, običnog graba i lipe, šuma pravog kitnjaka i običnog graba i šuma hrasta medunca i cenograha.

U Stajničkom polju od prirodne vegetacije dominira močvarna livada *Molinio Lathyretum panonici* s karakterističnim vrstama *Molinia coerulea*, *Latirus pannonicus*, *Deschampsia caespitosa*, *Sanguisorba off*, *Carex hostiana* i *Gentiana pneumonanthe*, sve bujne mase i slabe hranidbene kvalitete. U Crnačkom polju je zastupljena močvarna livada *Deschamsietum mediae illiricum* s vrstama *Deschampsia mediae*, *Carex tomentosa* i *Blackstonia serotina* isto loše hranidbene kvalitete.

Prema nacionalnom sustavu identifikacije zemljišnih parcela, odnosno evidenciji korištenja poljoprivrednog zemljišta u Hrvatskoj (ARKOD, 2019.), za područje Crnačkog i Stajničkog polja su upisani krški pašnjaci, livade, oranice, privremeno neodržavane parcele i voćnjaci, slika 4.

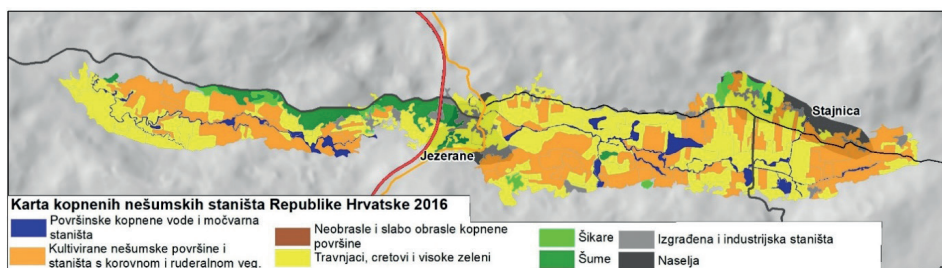
Na karti kopnenih nešumskih staništa očita je pretežnost travnjaka, cretova i visoke zeleni, te kultiviranih nešumskih površina, staništa s korovom i ruderalnom vegetacijom, slika 5.

Ž. Vidaček: Zemljišne karakteristike i pogodnost tla
za oranice Crnačkog i Stajničkog polja



Slika 4. Poljoprivredno zemljište, izrada Plantak M.

Figure 4 Agricultural land, Plantak M.



Slika 5. Karta nešumskih staništa RH, 2016., izrada Plantak M

Figure 5 Map of non-forest habitats in the RH, 2016, Plantak M

Aktualna poljoprivredna biljna proizvodnja je podređena potrebama stočarstva. Zbog pedoloških i hidropedoloških uvjeta na Stajničkom polju ima više obrađenih površina, a na Crnačkom polju prevladavaju livade i pašnjaci.

Za prehranu stoke osim travnih smjesa uzgaja se lucerna i crvena djetelina. Na oranicama se uzgaja prvenstveno krumpir. Ječam, pšenica, zob, suražica, grahorica, mješavina mahunarki i žitarica, stočna repa i mješavina trava i mahunarki budu na manjim površinama. U proizvodnji voća dominira domaća šljiva bistrica nerijetko zaražena šljivinom šarkom. U nedostatku podataka za polja, navodimo statističke podatke o visini priroda uzgajanih kultura za područje Karlovačke županije i općine u tonama po hektaru: pšenica 2.5, raž 2.6, ječam 2.1, zob 1.8, suražica 2.4, djetelina-sijeno 3.0, lucerna-sijeno 3.2, grahorica-sijeno 2.5, mješavina mahunarki i žitarica-sijeno 2.4, stočna repa-korijen 2.75, mješavina trava i mahunarki 2.0, livada-sijeno 2.2 i pašnjaci-sijeno 0.15 tona.

5. Količina, vjerojatnost pojava i povratno razdoblje godišnjih oborina

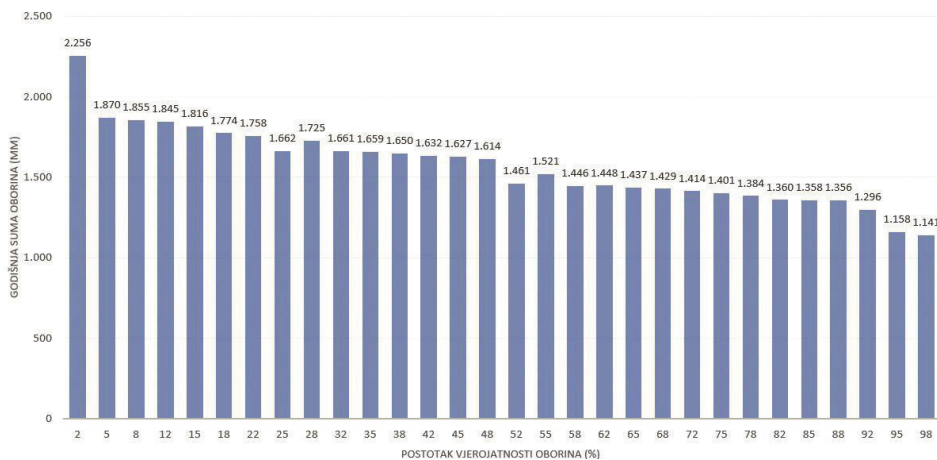
U trideset godišnjem razdoblju 1990. - 2019. maksimalna količina oborina je 2.256 mm, minimalna 1.141 mm i srednja vrijednosti 1.567 mm, tablica 1.

Tablica 1. Godišnje i mjesečne količine oborina Ogulin 1990. - 2019.

Table 1 Annual and monthly precipitation quantities, Ogulin 1990 - 2019

	Mjeseci - Months												God. Years
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Oborine - Precipitation													
max. mm	157	263	59	210	162	153	210	182	344	229	152	135	2.256
Min. mm	71	38	64	84	111	127	138	50	75	150	10	223	1.141
SV	115	119	100	129	126	116	99	100	163	157	177	154	1.567
SD	60	75	55	62	69	47	51	73	88	85	73	75	235

Tumač: *SV srednja vrijednost-arithmetic mean;
SD-standardna devijacija-standard deviation



*Dijagram: Vjerojatnost pojave godišnjih suma oborina
Probability of occurrence of annual precipitation quantities,
by Hazen (USDA, SCS, 1967)*

Godišnja 25%-tna vjerojatnost pojava oborina je 1.662 mm s količinom i rasporedom mjesečnih oborina u 2004. godini, a godišnja 75%-tna vjerojatnost pojava oborina je 1.141mm sa količinom i rasporedom mjesečnih oborina u 1993. godine, dijagram.

Godišnja suma oborina od 1.662 mm, raspoređena je u IV razred sa sedam (7) istovrsnih pojava i povratnog razdoblja 4,3 godine, a godišnja suma oborina od 1401 mm, raspoređena je u VI razred isto sa sedam (7) istovrsnih pojava i povratnog razdoblja 4,3 godine, tablice 2.

Tablica 2. Povratno razdoblje godišnjih oborina, Ogulin 1990. - 2019.

Table 2 Return period of annual precipitation, Ogulin 1990 - 2019

Razredi - Classes	Oborine - Precipitation, mm	Broj istovrsnih pojava - Number of similar phenomena (n)	Povratno razdoblje, godina - Return period, years (P)
I	>1900	1	30,0
II	1800-1900	4	7,5
III	1700-1800	3	10,0
IV	1600-1700	7	4,3
V	1500-1600	1	30,0
VI	1400-1500	7	4,3
VII	1300-1400	4	7,5
VIII	1200-1300	1	30,0
IX	1100-1200	2	15,0

6. Sezonske količine oborina, isparavanje i potencijalna evapotranspiracija

U razdoblju 1971-2000. godine, maksimalna količina oborina u tijeku vegetacije je 1.259 mm, a minimalna 413 mm. Tijekom ljetne sezone može biti maksimalno 560 mm i minimalno 205 mm oborina.

Godišnje isparavanje (PET) je 701 mm, a (ET) iznosi 683 mm. U ljeto (PET) je 336 mm, a (ET) je 322 mm, prema DHMZ. Godišnja potencijalna evapotranspiracija (ET_o) je 735 mm, prema Blaney-Criddle, tablica 3. U vrijeme rasta i razvoja poljoprivrednih kultura kod manje količine oborina od evapotranspiracije javlja se manjak vode u tlu za osjetljive ljetne usjeve. O tome valja voditi računa pri planiranju i projektiranju održive-stabilne poljoprivredne biljne proizvodnje s natapanjem.

Ž. Vidaček: Zemljišne karakteristike i pogodnost tla
za oranice Crnačkog i Stajničkog polja

Tablica 3. Sezonske oborine i evapotranspiracije, Ogulin 1971. - 2000.

Table 3 Seasonal precipitation and evapotranspiration, Ogulin 1971 - 2000

	Zima - Winter	Proljeće - Spring	Ljeto - Summer	Jesen - Autumn	Vegetacija - Vegetation	God. Year							
Sezonske oborine - Seasonal precipitation													
max., mm	579	660	560	846	1.259	2.645							
min., mm	126	219	205	232	413	782							
Evapotranspiracija - Evapotranspiration, by DHMZ													
PET, mm	56	170	336	139	542	701							
ET, mm	56	168	322	137	524	683							
Potencijalna evapotranspiracija (ETo) - Potential evapotranspiration (ETo), by Blaney-Criddle													
Mjeseci - Months, 1971 - 2000., prosječno - average													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
mm	16	22	43	66	96	111	127	105	69	43	21	16	735
Mjeseci - Months, 2003., sušna - dry													
mm	0	0	40	63	108	132	139	133	72	37	18	12	754

7. Bilanca oborinske vode u tlu

Vodni režim tla je određen ulaskom, zadržavanjem i gubitkom vode iz referentne dubine, a matematički izraz vodnog režima je jednadžba bilance vode u tlu, čije su komponente oborine korigirane ili nekorigirane za intercepciju, gubitak vode iz tla, potencijalna i aktualna evapotranspiracija, punjenje tla vodom i otjecanje ili procjeđivanje vode iz tla u mm.

Prilog poznavanju opskrbe tla oborinskom vodom, pojavom viška ili manjka vode u tlu, izračunata je bilanca oborinske vode 75%-tne vjerojatnosti pojava, povratnog razdoblja 4,3 godine, u uvjetima travnjaka kao referentne kulture, potencijalne evapotranspiracije i za ilovastog tla 0-50 cm³, tablica 4. U vegetacijskom razdoblju od svibnja do kolovoza bilo je 672 mm oborina, evapotranspiracije 574 mm, ukupnog gubitka vode iz tla 78 mm, punjenja tla vodom 78 mm, otjecanja vode iz tla 50 cm debljine 154 mm, aktualne evapotranspiracije 518 mm i manjka vode u tlu 56,5 mm za normalan rast, razvoj i kvalitetu posebno osjetljivih poljoprivrednih kultura,

³ Kompjuterski programski paket, Hidrokalk, Vidaček i Tanić, 1984.

Ž. Vidaček: Zemljišne karakteristike i pogodnost tla
za oranice Crnačkog i Stajničkog polja

Tablica 4. Bilanca oborinske vode u tlu

Table 4 Precipitation balance in soil

Kultura: Travnjak
Lokalitet: Oguin

Tlo: ilovasto
0-50 cm cm

Mjesec	O	ET0/ETk	G1	G2	Pu	OT	AE	Zaliha FAV			ET-AE
								Z1	Z2	Z=Z1+Z2	
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
I	26,0	16	0,0	0,0	0,0	10,0	16,0	14,0	56,0	70,0	0,0
II	9,0	22	13,0	0,0	0,0	0,0	22,0	1,0	56,0	57,0	0,0
III	92,0	43	0,0	0,0	13,0	36,0	43,0	14,0	56,0	70,0	0,0
IV	125,0	66	0,0	0,0	0,0	59,0	66,0	14,0	56,0	70,0	0,0
V	43,0	96	14,0	19,5	0,0	0,0	76,5	0,0	36,5	36,5	19,5
VI	184,0	111	0,0	0,0	33,5	39,5	111,0	14,0	56,0	70,0	0,0
VII	61,0	127	14,0	26,0	0,0	0,0	101,0	0,0	30,0	30,0	26,0
VIII	90,0	105	0,0	4,0	0,0	0,0	94,0	0,0	26,0	26,0	11,0
IX	169,0	69	0,0	0,0	44,0	56,0	69,0	14,0	56,0	70,0	0,0
X	218,0	43	0,0	0,0	0,0	175,0	43,0	14,0	56,0	70,0	0,0
XI	209,0	21	0,0	0,0	0,0	188,0	21,0	14,0	56,0	70,0	0,0
XII	175,0	16	0,0	0,0	0,0	159,0	16,0	14,0	56,0	70,0	0,0
Godišnje	1401	735	41	50	91	722	679				56,5
U veget.	672	574	28	50	78	154	518				56,5
Van veg.	729	161	13	0	13	568	161				0,0

*Izvorna metoda Palmer W. C., 1965: *Korigirao i kalibrirao Vidaček Ž., 1981*

Tumač O = oborine

OT = otjecanje vode

kratica: ET0 = evapotranspiracija referentna

AE = aktualna evapotranspiracija

ETk = evapotranspiracija kulture

Z1 = zaliha u površinskom sloju

G1 = gubitak vode iz površinskog sloja

Z2 = zaliha u potpovršinskom sloju

G2 = gubitak vode iz potpovršinskog sloja

FAV = fiziološki aktivna voda

Pu = punjenje tla vodom

8. Pojava i učestalost poplava

Poplava ili povodanj u krškom polju je prirodna pojava nastala zbog velike količine oborina i/ili zbog poplava na brdskim vodotocima kod kojih se formira veliki vodni val za manje od deset sati.

U četiri godišnjem razdoblju (1989-1993) vršena su opažanja vodostaja u Crnačkom i Stajničkom polju, uključujući motrenja odgovarajućih protoka na preljevu Sabljaci i oborina u Jezeranama. Poplave u oba polja se javljaju od polovice listopada do svibnja iduće godine. Poplave Stajničkog polja vrlo dobro korespondiraju s pojavom oborina. Počinju dva dana iza značajne oborine. Maksimalni vodostaji se ostvaruju za nekoliko dana, a povlačenje poplave nakon prestanka oborina je nešto sporije. Poplava polja je počela kod vodostaja 484,5 m.n.m. i trajala je najduže 23 dana. Inače najčešće poplave traju jedan do dva tjedna. Početak poplave Crnačkog polja uglavnom kasni ili se rijetko javlja istovremeno s početkom poplave u Stajničkom polju. Maksimalni vodostaji u Crnačkom polju se javljaju nakon prolaska maksimalnih vodostaja Stajničkog

polja. Brzina porasta vodostaja u Crnačkom polju je višestruko manja nego u Stajničkom polju, a vodostaj doseže maksimum za desetak i više dana.

Poplava u Crnačkom polju traje duže, pa trajanje poplave od dva do tri mjeseca nije rijetkost. Poplava koja je počela krajem listopada 1992. godine, trajala je duže od 80 dana s maksimalnim vodostajem 900 cm.

Izgradnjom hidroenergetskih sustava na promatranom području, moguće su veće ili manje promjene hidrološkog režima s promjenom prirodnog režima poplava, te s pozitivnim i negativnim utjecajima tog sustava na poljoprivrednu proizvodnju. Konkretno, u cilju privođenja preljevnih voda akumulacije Sabljaci energetske korištenju na izgrađenim HE Gojak i HE Lešće, razmatra se varijanta dužeg zadržavanja dijela voda gornjih horizonata Zagorske Mrežnice, što je moguće ostvariti produženjem trajanja poplava unutar dosadašnjih prirodnih retencija Drežničkog, Stajničkog i Crnačkog polja. Elektroprojekt 1999.

9. Prekomjerno vlaženje tla i smanjenje prinosa

Tlo je trofazni disperzivan i porozni sustav čvrste, tekuće i plinovite faze. Optimalni odnos je 50% čvrste, 25% tekuće i 25% plinovite faza-zraka. U saturiranom (mokrom) tlu voda se nalazi u makro i mikro porama. U nesaturiranom (vlažnom) tlu voda je u mikro porama, a zrak u makro porama.

Glavna uloga zraka u tlu vezana je na glavne sastojke O₂, CO₂ i N₂. Sastav zraka tla je 79% vol. dušika, oko 21% vol. kisika i oko 0,3 % vol. ugljičnog dioksida.

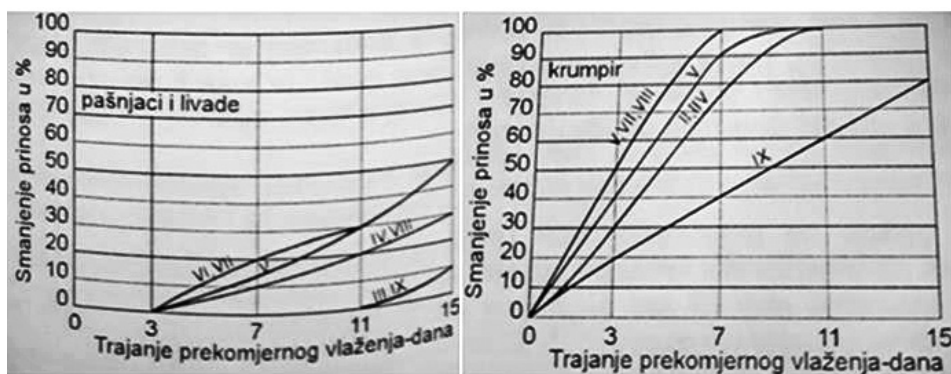
Mehanizam izmjene plinovite faze tla i atmosfere, te kretanje unutar tla, posljedica je difuzije plinova koji se razlikuju koncentracijom kisika i ugljičnog dioksida. Intenzitet prozračivanja tla ovisi o temperaturi, kapacitetu i propusnosti tla za zrak, imajući utjecaj na rast i razvoj korijena, organsku tvar u tlu, makro floru i mikro floru.

Minimalne količine zraka u makro porama za livade i šume su 10% vol., za pšenicu i raž 10-15% vol., a za ječam i okopavine 15 do 20% vol. Neke biljke traže visoku koncentraciju kisika (O₂). Na primjer 5-10% ili za rast novog korijena preko 12% vol. Smatra se, da je za 1 g suhe tvari potrebno 1 mg kisika. Koncentracija ugljičnog dioksida (CO₂) je isto tako važna kao i koncentracija kisika.

Usljedi poplava kraćeg ili dužeg trajanja, nastaju nepovoljni uvjeti prozračivanja. Stvaraju se nepovoljne promjene mineralne tvari, koja prelazi iz oksidacijskog stanja u redukcijsko. Dolazi do povećanja željeznih i sumpornih iona.

Ugljični dioksid i druge tvari proizvedene korijenom, različitim organizmima i nekim kemijskim reakcijama ne mogu se odstraniti, pa njihova koncentracija postaje toksična.

O problematici prekomjerne vlažnosti tla i smanjenju prinosa usjeva, postoje mnoga istraživanja i praktična upozorenja. Navodimo dio opsežnih rezultata mađarskih istraživača, na primjeru pašnjaka, livada i krumpira, Đaković 1960., Vidaček 1997., slike 6 i 7.



Slike 6. i 7. Prekomjerno vlaženje tla i prinosi, Vidaček 1998.

Figure 6 and 7 Excessive soil moisture and yields, Vidaček 1998

10. Osjetljivost tla na propuštanje onečišćivača

Onečišćenje tla je moguće prirodnim putem: poplava, nanosi, jake kiše i vjetrovi, prirodno radioaktivno zračenje ili/i antropogenog porijekla: otpadne vode, gradski mulj, tekuća organska i mineralna gnojiva, ostaci sredstava za zaštitu bilja, posebno perzistentni herbicidi, industrijske emisije i antropogeno radioaktivno zračenje.

Rizik koji je vezan uz onečišćenje i ranjivost podzemne vode usko je povezan s koncentracijom onečišćivača u tlu, potencijalu ispiranja i potencijalu sorpcije onečišćivača u tlu, te mjestimično ovisi o površini i volumenu onečišćenog tla. Propusnost tla za vodu je primarni indikator potencijala ispiranja onečišćivača iz tla, a humus i glina indikatori potencijala sorpcije onečišćivača u tlu, tablica 5.

Močvarno epiglejno nekarbonatno i karbonatno tlo je vrlo slabe osjetljivosti na propuštanje onečišćivača (Kategorija 1). Lesivirano pseudoglejno, Pseudoglej zaravni i Pseudoglej obronaka su tla slabe osjetljivosti (Kategorija 2). Eutrično smeđe tlo i Aluvijalno oglejeno tlo su umjerene osjetljivosti (Kategorija 3) na propuštanje onečišćivača.

Tablica 5. Kategorizacija osjetljivosti tla na propuštanje onečišćivača, Vidaček i sur 2008. - 2009.

Table 5 Categorization of soil sensitivity to pollutant leaching, Vidaček and al., 2008 - 2009

Kategorije osjetljivosti Soil sensitivity		Indikatori potencijala ispiranja i potencijala sorpcije onečišćivača Indicators of leaching potential and pollutant sorption potential		
Br. No.	Stupanj Degree	Vodopropusnost Water permeability - m/dan	Glina Clay, %	Humus %
1	Vrlo slaba - Very weak	<0,01	>40	>10
2	Slaba - Weak	0,01 - 0,1	30 - 40	5 - 10
3	Umjerena - Moderate	0,1 - 0,5	20 - 30	3 - 5
4	Jaka - Strong	>0,5	<30	<5

11. Procjena pogodnosti tla za oranice

11.1. Kriteriji procjene

Uvažavajući načela intenzivne konvencionalne poljoprivredne proizvodnje, metodika procjene aktualne pogodnosti tala za oranice je prema FAO, 1976., Vidaček Ž. 1981. Pedosistematske jedinice istraživanog područja se procjenjuju i svrstavaju u klase prema stupnju pogodnosti i nepogodnosti s potklasama prema vrstama ograničenja.

Tla Crnačkog i Stajničkog polja imaju pojedinačno ili u kombinaciji slijedeće vrste ograničenja za oranice: poplave, sezonsku stagnaciju površinske-oborinske vode, sadržaj gline, zbijenost horizonata, efektivnu dubinu, slabu opskrbljenost fiziološko aktivnim fosforom i kalijem, te veličinu proizvodnih parcela. Navedena ograničenja su temelj planiranju, projektiranju i izvođenju hidrotehničkih i/ili agrotehničkih zahvata.

11.2. Rezultati procjene

Eutrično smeđe tlo, samo sa slabo opskrbljenim biljnim hranjivima je klase P-2 umjerene pogodnosti. Lesivirano pseudoglejno tlo, Pseudoglej obronaka i Pseudoglej zaravni su klase P-3 ograničene pogodnosti zbog slabije dreniranosti, zbijenosti Btg horizonta, sezonske izmjene suhe i mokre faze, efektivne dubine i slabe opskrbljenosti fiziološko aktivnim fosforom i kalijem. Aluvijalno oglejeno karbonatno tlo je N-1 klase privremeno nepogodno za produktivne oranice zbog poplava dužeg trajanja, slabije dreniranosti i slabe opskrbljenosti fiziološko aktivnim fosforom i kalijem. Močvarno epiglejno nekarbonatno i karbonatno tlo je klase N-1 privremeno nepogodno za produktivne oranice zbog poplava najdužeg trajanja, sadržaja gline, slabe dreniranosti i slabe opskrbljenosti fiziološko aktivnim fosforom i kalijem.

ZAKLJUČAK

Crnačko i Stajničko povremeno plavljena polja se nalaze oko 24 km južno od Ogulina, ukupne površine oko 670 hektara. Stajničko polje u Jezeranama presijeca cesta Josipdol-Brinje. U oba polja nalazimo Eutrično smeđa, Lesivirana pseudoglejna, Pseudoglej obronaka i na zaravni, Aluvijalno oglejena i Močvarno epiglejna tla. U poljima je dominantan matični supstrat kvartara, nastao koluvijacijom, proluvijacijom i aluvijacijom čestica gline, praha i sitnog pijeska različite debljine.

U Stajničkom polju od prirodne vegetacije dominira močvarna livada *Molinio Lathyretum panonici*. U Crnačkom polju je zastupljena močvarna livada *Deschamsietum mediae illiricum*. U oba polja dominiraju travnjaci bujne mase i slabe hranidbene kvalitete.

Aktualna poljoprivredna biljna proizvodnja je podređena potrebama stočarstva. Za prehranu stoke osim travnih smjesa uzgaja se lucerna i crvena djetelina. Na oranicama se uzgaja prvenstveno krumpir. Ječam, pšenica, zob, suražica, grahorica, mješavina mahunarki i žitarica, stočna repa i mješavina trava i mahunarki budu na manjim površinama.

U trideset godišnjem razdoblju 1990-2019. maksimalna količina oborina je 2.256 mm, minimalna 1.141 mm, srednja vrijednosti 1.567 mm i standardna devijacija je 235 mm. Prilog poznavanju opskrbe tla oborinskom vodom, pojavom viška ili manjka vode u tlu, izračunata je bilanca oborinske vode 75%-tne vjerojatnosti pojava, povratnog razdoblja 4,3 godine.

Poplave u oba polja se javljaju od polovice listopada do svibnja iduće godine. Poplava koja je počela krajem listopada 1992. godine, trajala je duže od 80 dana s maksimalnim vodostajem 900 cm.

Tla u oba polja su dobre, umjereno dobre i ograničene pogodnosti, te privremene nepogodnosti za produktivne oranice, ovisno o slijedećim pojedinačnim ili kombiniranim ograničenjima: poplave, sezonska stagnacija površinske-oborinske vode, sadržaj gline, zbijenost horizonata, efektivna dubina, slaba opskrbljenost fiziološko aktivnim fosforom i kalijem, te veličina proizvodnih parcela.

Poznavanje ograničenja pogodnosti tla za intenzivne oranice, koristimo u planiranju, projektiranju i izvođenju hidro i/ili agromelioracija. U konkretnim uvjetima, treba navedene hidromelioracije prilagoditi promjeni dosadašnjeg prirodnog režima poplava i novom izboru poljoprivrednih kultura, a agromelioracijama je potrebno popraviti fizikalno-kemijski i biološki kompleks tla integralnim zahvatima duboke obrade, humizacije, meliorativne gnojidbe i kalcizacije kiselih tala.

LITERATURA

1. Đaković, B. (1960): Biđ-Bosut, Agronomski glasnik, Zagreb
2. Mayer, B. Rastovski, P. (1985.): Tla sekcije Ogulin 4, Tumač i karta mj. 1: 50 000, Projektni savjet za izradu pedološke karte Hrvatske, Zagreb
3. Vidaček, Ž., Šmanjak, I. (1984.): Tla sekcije Ogulin 3, Tumač i karta mj. 1: 50 000, Projektni savjet za izradu pedološke karte Hrvatske, Zagreb
4. Vidaček, Ž., Tanić, S., (1989.): Hidrokalk, kompjuterski programski paket za proračun bilance oborinske vode u tlu, FPZ-Institut za agroekologiju, Zagreb
5. Vidaček, Ž., Husnjak, S., Sraka, M.(1994.): Hidropedološka studija idejnog projekta odvodnje Lipovpg polja, Agonomski fakultet-Zavod za pedologiju, Zagreb
6. Vidaček, Ž. (1998.): Gospodarenje melioracijskim sustavima odvodnje i natapanja, sveučilišni udžbenik, Agronomski fakultet Zagreb i Hrvatsko društvo za odvodnju i natapanje, Zagreb
7. Vidaček, Ž. (1999.): Agropedološka osnova prethodne studije utjecaja retencije Crnačko-Stajničkog polja na poljoprivrednu proizvodnju, Maet d.o.o. za istraživačko razvojne usluge

8. Vidaček, Ž., (2004.): Podloge i novelacija idejnog projekta za Retenciju Drežničko polje - Agropedološka istraživanja, Elektroprojekt d.d. Zagreb, A. von Humboldta 4
9. Vidaček, Ž. i sur. (2008.-2009.): Studija osjetljivosti tla i ranjivosti podzemnih voda na onečišćenje s površine poljoprivrednog zemljišta, Zavod za pedologiju, Agronomski fakultet sveučilišta u Zagrebu
10. xxx Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ), Klimatski atlas Hrvatske 1971.-2000., Zagreb
11. xxx FAO (1974.): Effective rainfall in irrigated agriculture, by N.G. Dasten, Irrigation and drainage paper 25, Roma
12. xxx FAO (1976.): A Framework for Land evaluation. *Soil Bull. No. 32, Rome and ILRI, Wageningen. Publ. No. 22*
13. xxx Retencija Crnačko i Stajničko polje, (1999.), kratki prikaz, rukopis, Elektroprojekt d.d. Zagreb, A. von Humboldta 4

Adresa autora-Author's addresses:

Prof.dr.sc. Željko Vidaček dipl.ing agr.,
pedolog, umirovljeni redoviti profesor u trajnom zvanju
i član Akademije poljoprivrednih znanosti,
Zagreb - Marija Bistrica, Hrvatska
e-mail: zvidacek@gmail.com

Primljeno- Received:

15.07.2020.