

Neka fizička svojstva dugotrajno zalivanih livadskih zemljišta doline Belog Drima u području Kline

Some physical properties of long-term irrigated fluvisols of valley the river Beli Drim in Klina (Serbia)

Boško Gajić^{1*}, Branka Kresović², Borivoj Pejić³, Angelina Tapanarova¹, Goran Dugalić⁴, Ljubomir Životić¹, Zorica Sredojević¹, Miodrag Tolimir²

¹Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11 080 Beograd, Srbija

²Institut za kukuruz „Zemun Polje”, Slobodana Bajića 1, 11185 Beograd, Srbija

³Univerzitet u Novi Sadu, Poljoprivredni fakultet, Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Srbija

⁴Univerzitet u Kragujevacu, Agronomski fakultet, Cara Dušana 34, 32 000 Čačak, Srbija

*Corresponding author: bonna@agrif.bg.ac.rs, +381 11 4413 138

Izvod Abstract

Fizička svojstva igraju važnu ulogu u određivanju pogodnosti zemljišta za poljoprivredne, melioracione, ekološke i tehničke namene. Od njih zavisi kretanje, zadržavanje i dostupnost vode i hranljivih materija biljkama, lakoća prodiranja korena biljaka, te kretanje toplote i vazduha. Takođe, ona utiču na hemijska i biološka svojstva zemljišta. Iako su fluvisoli (aluvijalno-livadski zemljišta) jedno od najrasprostranjenijih zemljišta u Srbiji, oni su još uvek nedovoljno istraženi. Stoga je cilj ovog istraživanja bio proceniti glavna fizička svojstva stolecima navodnjavanih fluvisola formiranih na karbonatnom nanosu reke Beli Drim na Kosovu i Metohiji (Srbija). Proučavano je osam profila, tj. 23 uzorka zemljišta u poremećenom stanju i 69 uzoraka u neporemećenom stanju. Dubina gornjeg dela zemljišnog profila, koji leži iznad sloja peska, kamenja i šljunka, u kom se razvija koren biljaka, je veoma neujednačena idući od profila do profila, odnosno varira od male (oko 30 cm) pa do veoma velike (>200 cm). Istraženi fluvisoli pripadaju teškim glinušama (>50% frakcije gline). Rezultati ukazuju na visoku varijabilnost fizičkih svojstava u površinskom sloju zemljišta. Većina istraženih fizičkih svojstava osam otvorenih profila fluvisolova, i pored prilično teškog mehaničkog sastava, dosta su povoljne i uz to prilično ujednačene u orničnom horizontu, dok su znatno manje povoljne, mada ne izrazito nepovoljne, u podoričnom horizontu dubljih profila.

Ključne reči: Fluvisol, gustina zemljišta, vodni kapaciteti, poroznost, filtracija.

Uvod

Introduction

Iako dolinska livadska zemljišta, odnosno fluvisoli (IUSS Working Group WRB, 2015), predstavljaju jedno od najrasprostranjenijih i najznačajnijih poljoprivrednih zemljišta Srbije (Gajić i sar. 2010), ona su, uprkos tome, još uvek nedovoljno izučena kod nas. Tradicionalno, srpska sistematika prepoznaje mnogo veću skupinu zemljišta formiranih na aluvijalnim terasama i u rečnim dolinama koja se mogu razviti u odsustvu kontinuiranog plavljenja i taloženja svežeg aluvijalnog nanosa u uslovima neregulisanog toka reke. Dolinska livadska zemljišta se odlikuju velikom vertikalnom i horizontalnom heterogenošću, što se objašnjava različitim svojstvima aluvijalnih nanosa, njihovim režimom taloženja, starošću obrazovanja, udaljenošću do reke i načinom korišćenja zemljišta. Njihov agronomski značaj izaziva dugogodišnje interesovanje za određivanjem i kartiranjem fizičkih i hemijskih svojstava zemljišta pri projektovanju hidromelioracionih sistema.

Dolina reke Belog Drima predstavlja jedno tipično područje livadskih zemljišta u Srbiji koja se stolicima navodnjavaju. Međutim, livadska zemljišta ove rečne doline nisu ranije bila predmet istraživanja. Istražena livadska zemljišta doline reke Belog Drima pokazuju dosta zajedničkih odlika sa livadskim zemljištima iz drugih krajeva Srbije, ali i niz specifičnosti, pogotovu što se tiče prirodnih uslova pod kojim se obrazuju. Sve češće poplave tokom poslednjih godina u mnogim evropskim zemljama, uključujući i Srbiju, utiču na svojstva dolinskih livadskih zemljišta na velikim površinama i uzrokuju interes za njihovim monitoringom.

Poznavanje fizičkih svojstva zemljišta, pre svega vodno-vazdušnih, značajno je kako za čuvanje i održavanje tako i za povećanje njihove proizvodne sposobnosti. Pored toga, poznavanje fizičkih svojstva zemljišta je od suštinskog značaja za izbor, kao i za efikasnu primenu upravljačkih odluka u polju i praksi navodnjavanja. Zbog toga su aluvijalna zemljišta oduvek privlačila pažnju mnogih stručnjaka (Zaidelman i sar. 2013). Informacije o osnovnim fizičkim svojstvima zemljišta neophodne su za praćenje stanja (monitoring) i evoluciju zemljišta (Kercheva i sar. 2017).

U ovom radu dat je kratak prikaz najvažnijih fizičkih svojstva višegodišnje navodnjavnih livadskih zemljišta doline Belog Drima u području Kline.

Materijal i Metod Rada

Materials and Methods

Istraživanje je obavljeno u području Kline, na Kosovu i Metohiji, Srbija (42°40'01" N, 20°31'36" E, 395 mnn). Tokom rada na terenu iskopano je osam zemljišnih profila i izučene su njihove fizičko-morfološke karakteristike, pre svega građa profila, tj. prisustvo u njima raznih genetskih horizonata i slojevitost. Pri tome je najveća pažnja posvećena izučavanju dubine čitavog zemljišnog sloja bogatog glinom (ornični +

podornični horizonti), u kome se razvija korenov sistem biljaka i koji se u stvari navodnjava. Sedam profila je iskopano na oranicama a jedan profil (profil 8) iskopan je na višegodišnjoj livadi. Iz svih otvorenih profila uzeti su uzorci zemljišta u poremećenom i neporemećenom sklopu, u cilju laboratorijskih određivanja njihovih najvažnijih, fizičkih osobina sa aspekta navodnjavanja. Uzorci u neporemećenom stanju uzimani su metalnim cilindrima po Kopeckom zapremine 100 cm^3 u tri ponavljanja. Za ova istraživanja iz plitkih profila (profili 3 i 6) uzeti su uzorci samo iz jedne (iz oraničnog horizonta), a iz srednje i jako dubokih profila, iz dve do tri dubinske zone.

Fizičke osobine zemljišta određivane su metodama koje izvorište imaju u priznatoj stručnoj literaturi (Bošnjak i sar. 1997). Higroskopska vlažnost je određena sušenjem vazdušno suvih, usitnjenih i kroz sito sa otvorima od 2 mm prosejanih uzoraka zemljišta do konstantne mase na temperaturi od $105 \text{ }^\circ\text{C}$. Mehanički sastav je određen korišćenjem sita (za čestice $>0,05 \text{ mm}$) i pipet metode (za čestice $<0,002 \text{ mm}$), pri čemu je priprema, tj. dispergisanje uzoraka zemljišta za tu analizu vršeno modifikovanom E-varijantom pirofosfatne metode po Živkoviću (1972) bez uklanjanja organske materije i karbonata iz uzoraka zemljišta. Zapreminska masa (gustina suvog zemljišta – ρ_b) određena je sušenjem zemljišnih uzoraka u cilindrima zapremine 100 cm^3 na $105 \text{ }^\circ\text{C}$, a specifična masa (gustina čvrste faze zemljišta – ρ_s) – metodom piknometra sa ksilolom. Sadržaji vode pri retencionom (poljskom) vodnom kapacitetu, lentokapilarnom kapacitetu i vlažnosti trajnog venuća biljaka određeni su drenažom na poroznim keramičkim pločama pri pritisku od -33 , -625 odnosno -1500 kPa . Hidraulički konduktivitet vodom zasićenog zemljišta (filtracija) određen je na uzorcima u nenarušenom stanju zapremine 100 cm^3 pomoću permeametra sa promenljivim pritiskom. Ukupna poroznost, poroznost aeracije (vazdušni kapacitet) i lakopristupačna voda biljkama određeni su računskim putem (Bošnjak i sar. 1997). Na podacima su izvršene standardne statističke procedure korišćenjem statističkog softvera SPSS 19 (IBM Com., Chicago, USA).

Rezultati i Diskusija

Results and discussions

Građa i stratigrafija profila

Structure and profile stratigraphy

Profile ispitanih, slabije ili jače razvijenih, plitkih do veoma dubokih, od površine većine karbonatnih (profili 3, 4, 5, 6 i 7), a ostalih (profili 1, 2 i 8) na različitu dubinu izluženih zemljišta karakteriše prisustvo manjeg ili većeg broja genetskih horizonata – humusno-orničnog (A_{hp}), podorničnog humusnog (A_h , u profilu 1– A_{hf}), iluvijalno-karbonatnog (B_{ca} ili A_hB_{ca}), nekad oglejanog ($B_{ca}G_o$), A_hG_o i G_o horizonta, kao i slojeva (Tabela 1). Na osnovu izučavanja njihovog mehaničkog sastava, došlo se do

zaključka da navedeni horizonti (oni iznad D horizonta) često predstavljaju pedogenetskim procesima izmenjene nekadašnje posebne slojeve ovih zemljišta obrazovanih na slojevitim rečnim nanosima.

Ispitivane livadske crnice na neplavljenim i poplavljenim terasama značajno se razlikuju prema dubini soluma (A + B + G) i humusnog horizonta (Tabela 1). Dubina površinskog dela zemljišnog profila, koji leži iznad sloja peska, kamenja i šljunka, u kome se razvijaju koreni biljaka, je veoma neujednačena idući od profila do profila, odnosno varira od male (u profilu 6 iznosi samo oko 30 cm) pa do veoma velike (u profilima 2 i 8 – preko 200 cm), i po pravilu, povećava se idući od sadašnjeg korita Belog Drima desno ka brdu.

Mala dubina humusnog horizonta se u plitkim profilima 3 i 6 poklapa sa dubinom A_{hp} horizonta, dubokog 20–30 cm, dok je u dubljim profilima (profili 1, 2, 4, 5 i 7) humusni horizont dublji od orničnog horizonta, i dubina mu varira od 40–50 pa i do 70 cm. Naime, u tim profilima humusni horizont obuhvata humusno-ornični i podornični deo tog horizonta, koji bi se mogao označiti kao A_{h2} horizont, ali smo ga mi, kao što se vidi iz tabele 1, označili kraće kao A_h horizont, a u profilu 1 kao A_{hf} horizont, što treba da znači da se tu radi o fosilnom (pogrebenom) humusnom horizontu nekadašnjeg slabo hidromorfiziranog zemljišta, iznad koga je, humizacijom sloja mlađeg nanosa Belog Drima obrazovan savremeni humusni, odnosno humusno-ornični horizont.

Pošto proučavani profili zemljišta pod rednim brojevima od 1 do 7 predstavljaju njivska zemljišta, njihov humusno-ornični horizont obeležili smo kao A_{hp} horizont (Tabela 1). Međutim, profil 8 reprezentuje zemljište trajno korišćeno pod livadom, sa humusnim horizontom dubokim oko 70 cm, čiji površinski, rastresiti deo smo obeležili kao A_{h1} horizont, a dubinsku zonu 20–70 cm, smoničavog karaktera, kao A_h horizont. Neposredno ispod tako dubokog (najdubljeg od svih spitanih profila) humusnog horizonta, javlja se u profilu 8 slabo oglejani iluvijalno-karbonatni $B_{ca}G$ horizont, a sloj skeleta i peska (tj. D horizont) se u tom profilu, kao i u profilu 2, koji su najviše udaljeni od današnjeg toka Belog Drima i reprezentuju duboko izlužene, veoma duboke, u podpovršinskom delu profila smoničave ili vertične izlužene livadske crnice, javlja na dubini preko 200 cm.

Mehanički sastav (tekstura)

Particle size distribution (texture)

Rezultati mehaničke analize istraženih livadskih zemljišta pokazuju da se u skoro svim analiziranim uzorcima upadljivo ističe veoma visok sadržaj frakcije gline i praha, dok je frakcija peska manje zastupljena (Tabela 2). To zemljištu daje glinovit mehanički sastav, tako da svi analizirani profili u oraničnom horizontu (0–20–25–30 cm) pripadaju teksturnoj klasi glinuša, odnosno gline, po američkoj klasifikaciji zemljišta po teksturi (Gajić, 2005).

Tabela 1. Pregled stratigrafije i građe (diferenciranosti na slojeve i horizonte) izučениh zemljišnih profila
Table 1. Overview of stratigraphy and structure (layer and horizons differentiation) of studied soil profiles

Broj profila	Slojevi	Horizonti	Dubina, cm	Oznaka teksturne klase sloja/horizonta po klasifikaciji Wiegner-a (Gajić, 2005)
1 [†]	I	A _{hp}	0–20	Teška glinuša
	II	A _{hf}	20–40	Srednja glinuša
	III	B _{ca}	40–60	Laka glinuša, skeletoidna
	IV	D ₁	>60	Nevezani pesak, šljunak i kamenje
2 [†]	I	A _{hp}	0–30	Srednja glinuša
	II	A _h	30–60	Srednja glinuša
	III	A _{hGo}	60–90	Srednja glinuša prelaz u tešku glinušu
	IV	G _o	90–110	Srednja glinuša prelaz u tešku glinušu
	V	G	110–120	Glinuša
	VI	D ₁	>120	Sloj peska, šljunka i kamenja
3 ^{††}	I	A _{hp}	0–25	Teška glinuša
	II	A _{hD} ₁	25–40	Srednja (skeletoidna) glinuša
	III	D ₁	>40	Nevezani pesak, šljunak i kamenje
4 ^{††}	I	A _{hp}	0–25	Srednja glinuša (na granici sa lakom glinušom)
	II	A _h	25–50	Srednja glinuša, peskovitija
	III	A _{hB} _{ca}	50–65	Srednja glinuša, peskovitija
	IV	D ₁	65–90	Teška ilovača, skeletoidna
	V	D ₂	>90	Sloj sa CaCO ₃ cementiranog skeleta
5 ^{††}	I	A _{hp}	0–25	Srednja glinuša, glinovitija
	II	A _{hG} _o	25–50	Srednja glinuša, peskovitija
	III	A _{hG} _o	50–70	Srednja glinuša, peskovitija
	IV	B _{caG} _o	70–90	Lesolika laka glinuša, peskovita
	V	D ₁	>90	Sloj nevezanog, slabog glinastog peska
6 ^{††}	I	A _{hp}	0–30	Srednja glinuša, sa trgovima skeleta
	II	D ₁	>30	Sloj nevezanog peska, šljunka i kamenja
7 ^{††}	I	A _{hp}	0–25	Srednja glinuša, glinovitija
	II	A _h	25–50	Srednja glinuša, glinovitija
	III	A _h	50–70	Srednja glinuša, glinovitija
	IV	D ₁	>70	Sloj nevezanog peska, šljunka i kamenja
8 [†]	I	A _{h1}	0–20	Teška glinuša, bez skeleta
	II	A _h	20–40	Srednja glinuša, bez skeleta
	III	A _h	40–70	Srednja glinuša, peskovitija
	IV	B _{caG} _o	70–80	Glinuša karbonatna
	V	D ₁	>200	Sloj nevezanog peska, šljunka i kamenja

[†]Beskarbonatni (izluženi) profili, ^{††}Karbonatni profili.

I u podpovršinskim uzorcima, koji takođe pripadaju teksturnoj klasi glinuša, sadržaj frakcije gline je veoma visok (42–59%) i uglavnom je nešto manji nego u površinskom uzorku. Na drugom mestu po zastupljenosti, posle frakcije gline, ne samo u površinskoj, već i u drugoj, po pravilu i u trećoj dubinskoj zoni dubljih profila zemljišta, nalazi se mehanička frakcija praha koja čini 1/3 ili nešto više od ukupne mase zemljišta. Istražena zemljišta doline Belog Drima, u poređenju sa fluvisolima srednjeg toka Dunava na području atara Čelareva i Kaća u Vojvodini (Pekeč i Katanić, 2019), su mnogo glinovitija usled različitog uticaja fluvijalne sedimentacije nanosa.

Izuzimajući samo uzorak zemljišta sa dubine 65–90 cm iz profila 4, iz sloja obogaćenog skeletom (čiji sadržaj nije pri mehaničkoj analizi određen ni prikazan u Tabeli 2), od tri osnovne mehaničke

frakcije sitne zemlje (gline, praha i peska), u svim ostalim analiziranim uzorcima najmanje je zastupljena frakcija peska. Sadržaj mehaničke frakcije peska se, po pravilu, povećava sa dubinom, u podorničnim horizontima dubljih ispitanih zemljišnih profila. Izuzetak su profili 2 i 7 u kojima je uzorak iz treće dubinske zone najsiromašniji peskom, i sadrži ga samo 8–9%.

Tabela 2. Mehanički sastav zemljišta**Table 2.** Particle size distribution

Broj profila	Dubina, cm	Higro-skopska vlaga, %	Procentualni sadržaj mehaničkih frakcija, mm				Teksturane klase zemljišta
			Skelet > 2,00	Pesak 2,00–0,05	Prah 0,05–0,002	Glina <0,002	
1	0–20	4,83	+ [†]	8,67	33,37	57,96	GI ^{††} (teška)
	20–40	4,09	+	17,66	31,06	51,28	GI
	40–60	3,58	++	26,85	29,95	43,20	GI, skeletoidna
2	0–30	3,84	+	11,32	36,56	52,12	GI (teška)
	30–60	3,36	+	13,00	36,28	50,72	GI (teška)
	60–90	3,86	+	8,92	32,52	58,86	GI (teška)
3	0–25	4,22	+	10,37	39,03	50,60	GI (teška)
	25–40	3,93	++	20,68	33,08	48,24	GI, skeletoidna
	0–25	3,05	+	22,50	34,86	42,64	GI (teška)
4	25–50	3,03	+	16,69	36,11	47,20	GI (teška)
	50–65	2,88	+	17,98	35,42	46,60	GI (teška)
	65–90	1,50	++	36,74	33,66	29,60	GIII, skeletoidna
5	0–25	4,10	+	11,64	35,40	52,96	GI (teška)
	25–50	3,76	+	16,49	36,71	46,80	GI (teška)
	50–70	3,80	+	15,15	42,85	42,00	PrGI
6	70–90	2,52	+	31,55	31,95	36,48	GIII
	0–30	4,07	+	10,99	33,93	55,08	GI (teška)
	0–25	4,19	+	10,85	34,87	54,28	GI (teška)
7	25–50	3,96	+	11,45	38,51	50,04	GI (teška)
	50–70	3,76	+	8,81	43,43	47,36	PrGI
	0–20	3,81	0	4,57	37,31	58,12	GI (teška)
8	20–40	3,98	0	8,47	39,73	51,80	GI (teška)
	40–70	3,81	0	16,03	33,49	50,48	GI (teška)

[†]Oznake za sadržaj skeleta: 0 – nije prisutan, + – prisutan u tragovima, ++ – 5–10% skeleta; ^{††}GI – glinuša, GIII – glinasta ilovača, PrGI – praškasta glinuša.

Prihvatio li mišljenje nekih ranijih autora da najpovoljniji mehanički sastav sa ekološkog stanovišta imaju ona zemljišta u kojima je približno isti (što će reći oko 33%) sadržaj peska, praha i gline, onda se može reći da u ispitivanim livadskim zemljištima doline Belog Drima najviše zadovoljava sadržaj frakcije praha (oko 33% ili nešto više ili manje), a da se nepovoljnost njihovog mehaničkog sastava manifestuje, sa jedne strane u suviše visokom sadržaju gline, a sa druge strane, mahom u veoma niskom, znatno nižem od optimalnog, sadržaju peska. Pored ostalog, za mehanički sastav ispitanih zemljišnih profila karakteristično je i prisustvo skoro u svim profilima, i uzorcima, izvesne količine, u ornici horizontu mahom samo tragova skeleta, tj. oblutaka krupnog šljunka i sitnog kamenja. U dubljim delovima profila 1, 3 i 4, odnosno u sloju koji leži iznad sloja nevezanog peska i skeleta, prisutna je nešto

povećana količina skeleta, možda 5–10% od ukupne mase zemljišta u tom sloju, što je u tabeli 2 označeno sa dva plusa (++) .

Zapreminska masa zemljišta **Soil bulk density**

Brojčane vrednosti ovog pokazatelja (agro)fizičkih svojstava zemljišta u orničnom (A_{hp}) horizontu ispitanih njivskih profila, kao i u A_{hl} horizontu trajno se pod livadskom vegetacijom nalazećeg zemljišta, koga karakteriše profil 8, variraju od 1,15 do 1,22 g cm⁻³ (Tabela 3). Izuzetak čini profil 5 njivskog zemljišta, otvoren na strnjici, čiji je ornični horizont jako zbijen, verovatno pri kombajniranju pšenice pri visokom stepenu vlažnosti zemljišta, te usled toga pokazuje, kao posledica jakog zbijanja, izuzetno visoku zapreminsku masu – 1,52 g cm⁻³. Prema klasifikaciji Kačinskog (1965), navedene vrednosti ρ_b su karakteristične za prilično rastresiti, tj. slabo zbijeni ornični horizont njivskih zemljišta. U prvom podorničnom horizontu, na dubinama između 20 i 60 cm, dubljih profila, kao i na dubini 20–40 cm u profilu trajno livadske smoničave beskarbonatne livadske crnice (profil 8), sa izuzetkom profila 5, ρ_b je znatno veća nego u površinskom A_{hp} i A_{hl} horizontu, i varira od 1,41 do 1,53 g cm⁻³. To su, po Kačinskom (1965) tipične veličine za podornične horizonte raznih zemljišta i posledica su znatno veće zbijenosti tog horizonta, na koju je, pored obrade u znatnoj meri uticala i dugotrajna primena navodnjavanja tih zemljišta.

Tabela 3. Fizičke osobine zemljišta okoline Kline (seloVidanje)

Table 3. Soil physical properties

Broj profila	Dubina, cm	Specifična masa (ρ_s), g cm ⁻³	Zapreminska masa (ρ_b), g cm ⁻³	Ukupna poroznost (f), % zap.	Poroznost aeracije (f_a), % zap.
1	0–20	2,65	1,19	55,01	11,26
	20–50	2,66	1,44	45,86	5,81
2	0–30	2,69	1,18	56,13	14,51
	30–60	2,75	1,53	44,36	6,71
3	60–90	2,79	1,57	43,73	3,31
	0–25	2,71	1,15	57,56	23,15
4	0–25	2,71	1,22	54,98	22,87
	25–50	2,76	1,41	48,91	11,95
5	0–25	2,72	1,52	44,11	3,57
	25–50	2,72	1,41	48,16	8,83
6	50–70	2,78	1,39	50,00	11,64
	0–30	2,72	1,18	56,78	23,82
7	0–25	2,72	1,18	56,62	23,08
	25–50	2,75	1,46	46,91	5,36
8	50–70	2,77	1,56	43,68	5,76
	0–20	2,75	1,16	57,82	12,10
	20–40	2,78	1,47	47,12	6,41

Sa ρ_b koja iznosi 1,56 i 1,57 g cm⁻³, treća dubinska zona analiziranih dubljih profila br. 2 i 7 pokazuje najviši stepen zbijenosti zemljišta koji ti profili reprezentuju. Nasuprot profilima dubokih zemljišta (profili 2 i 7), u već pomenutom, u orničnom horizontu jako zbijenom profilu 5, se stepen zbijenosti, te otuda i veličina ρ_b , smanjuje sa dubinom profila.

Specifična masa zemljišta ***Soil specific mass***

Razumljivo je, da specifična masa zemljišta analiziranih uzoraka pokazuje znatno manju varijabilnost od ρ_b , kako posmatrajući sve ispitane uzorke, u kojima ρ_s varira od 2,65 g cm⁻³ do 2,79 g cm⁻³, ali je retko niža od 2,70 g cm⁻³, što su prilično visoke vrednosti, tako i razne dubinske zone istih profila (Tabela 3). U tabeli 3 upadljiva je pojava da je u svim ispitanim dubljim profilima ρ_s najmanja u površinskom, ornično-humusnom (A_{hp}) i humusnom (A_{hl}) horizontu i da se povećava sa povećanjem dubine, mada ne jako. To je inače karakteristična pojava za većinu, osobito jače ispranih zemljišta, jer je njihov površinski horizont po pravilu najbogatiji organskim materijama i kvarcom, koji poseduju manju ρ_s , dok su dublji horizonti siromašniji tim sastojcima i mahom obogaćeni mineralima veće specifične mase.

Ukupna poroznost zemljišta **Total soil porosity**

Ukupna poroznost u površinskim slojevima gde ima nešto više humusa ili se zemljište obrađuje je uglavnom veća od 55%, i zbog toga se livadska zemljišta doline Belog Drima, prema klasifikaciji Pelišeka (1964), mogu smatrati jako poroznim. U dubjim slojevima poroznost je redovno manja jer je zemljište zbijenije i ima manje organske materije. Izuzetak čini profil njivskog zemljišta br. 5, čiji ornični horizont je jako zbijen. U njemu je, isto kao ρ_b , ukupna poroznost najmanja (iznosi samo 44%) u orničnom horizontu, znatno se povećava (na 48%) u prvom podpovršinskom, a nešto više (na 50%) u drugom podpovršinskom sloju.

Vodna i vazдушna svojstva **Soil water and air regimes**

Na vodna i vazдушna svojstva istraženih zemljišta u okolini Kline slojevitost i tekstura imaju presudni uticaj. Zadržavanje vode u zemljištu i njena pristupačnost biljkama definisani su hidrolimitima zemljišta i karakterom lako pristupačne vode biljkama, a kretanje vode kroz vodom saturisano zemljište i hidrauličkim konduktivitetom. Aeracija pak zemljišta je zavisna najviše od veličine njegovog apsolutnog

vazdušnog kapaciteta, odnosno od sadržaja u njemu pora aeracije, koje su ispunjene vazduhom pri vlažnosti zemljišta ravnom poljskom (kišnom) vodnom kapacitetu.

Malo ima uporednih podataka o kapacitetu držanja vode naših zemljišta. Stojićević (1956) je dao takve podatke za nekoliko glavnih tipova zemljišta Srbije i iz njih se vidi da smonica Šumadije može u sloju do 20 cm dubine da akumulira i zadrži do 100 mm ili 1000 m³ vode ha⁻¹, a gajnjača iz okoline Beograda i Mačve 80 mm ili 800 m³ vode ha⁻¹. Nejgebauer (1948) je našao za černoziem vrednost 1000 m³ vode ha⁻¹, što odgovara onoj u smonice, dok je Vučić (1964) za černoziem na irigacionom području Bačke našao oko 600 m³ vode ha⁻¹. Pejković (1965) je u svojim istraživanjima utvrdio da černoziem i gajnjača u sloju do 20 cm dubine mogu da zadrže oko 1100 m³ vode ha⁻¹, a smonica oko 1300 m³ vode ha⁻¹. Pri istraživanju livadskih crnica doline reke Kolubare, Gajić (1996) je utvrdio da livadski i njivski varijeteti ovih zemljišta u površinskom sloju dubine 0–20 cm mogu da akumuliraju i zadrže oko 85 mm ili 850 m³ vode ha⁻¹. U svim navedenim istraživanjima nađen je znatan procenat vode vezane jakim silama da je biljke ne mogu koristiti.

Kada se podaci za ornični horizont (površinski sloj) ispitanih profila dolinskih zemljišta uporede sa navedenim za gajnjače, može se videti da ono ima sličnu moć zadržavanja vode; a u poređenju sa černoziemom, smonicom i livadskom crnicom doline reke Kolubare smanjenu moć zadržavanja vode. U površinskom sloju dubine 20 cm može se u ovom zemljištu akumulirati i zadržati oko 78 mm ili 780 m³ vode ha⁻¹, odnosno u sloju dubokom jedan metar 392 mm ili 3920 m³ vode ha⁻¹ što je približno jednako moći zadržavanja vode crveno-rudog zemljišta Metohije kojeg su istraživali Pavićević i Ćorović (1968). Ova količina se prema Kačinskom (1958) smatra dobrom i bila bi čak zadovoljavajuća ako bi se zemljište nalazilo u zoni sa pravilnijim letnjim rasporedom padavina. Kako su leta u Metohiji po pravilu suva a mogućnosti za navodnjavanje livadske crnice nisu svuda realne, to se u praksi neminovno mora ići ka osposobljavanju istraživanih zemljišta za veću moć akumulacije i zadržavanja vode.

Podaci prikazani u tabeli 4 pokazuju dosta visoke vrednosti za biljkama nepristupačnu vodu i u ovom zemljištu. U površinskom sloju dubine 20 cm one u proseku iznose 47 mm ili 470 m³ vode ha⁻¹, a u metarskom sloju 235 mm ili 2350 m³ vode ha⁻¹. Otuda do dubine jedan metar po ovim podacima istraživano livadsko zemljište može da zadrži svega 157 mm ili 1570 m³ ha⁻¹ biljkama pristupačne vode. To je nedovoljno za poljoprivredne kulture koje leti traže dosta vode, kao što su, na primer, kukuruz, vinova loza, voćke, krmno bilje, a na ovom zemljištu se sve više podižu voćnjaci i gaji kukuruz.

Danas se, međutim, sve više naglašava da biljke u nuždi uzimaju i znatan deo vode koji se smatra kao biljkama nepristupačan. Biljkama je nepristupačna čvrsto vezana (iznad –1500 kPa) i jedan deo labavo vezane vode. Smatra se da na količinu biljkama nepristupačne vode utiče još vrsta i starost biljke, jer biljka u raznim dobima života stvara različit broj korenovih dlačica a i starenje citoplazme i promene fizioloških procesa menjaju se u toku vegetacionog perioda.

Sadržaj biljkama lako pristupačne vode u sloju dubine 20 cm u proseku iznosi 28 mm ili 280 m³ vode ha⁻¹, a u metarskom sloju – 140 mm ili 1400 m³ vode ha⁻¹ (Tabela 4). Vrednosti kapaciteta biljkama lako pristupačne vode su veoma različite u raznim dubinskim zonama profila (Tabela 4), i mahom se smanjuju sa dubinom, što je u vezi sa stratigrafskom građom zemljišta. Sračunate količine lako pristupačne vode biljkama ujedno predstavljaju i vrednosti optimalnih normi zalivanja, koje u orničnom horizontu, na dubini 0–20 cm, odnosno 0–30 cm, variraju od 29 mm do 41 mm vodenog sloja. Ukupna količina lako pristupačne vode biljkama u celoj dubini ispitivanih profila varira u širokom intervalu, od 30 mm (u profilu 3) pa do 121 mm (u profilu 2).

Tabela 4. Vodne osobine zemljištaokoline Kline (selo Vidanje)

Table 4. Water properties of soil

Broj profila	Dubina, cm	Retencioni vodni kapacitet		Lentokapilarna vlažnost		Vlažnost trajnog uvenuća biljaka		Lako pristupačna voda biljkama		Filtracija cm s ⁻¹
		% z.	mm	% z.	mm	% z.	mm	% z.	mm	
1	0–20	43,75	88	29,31	59	26,25	53	14,44	29	2,05·10 ⁻³
	20–50	40,05	120	26,43	79	24,03	72	13,62	41	1,56·10 ⁻⁴
	0–50		208		138		125		70	
2	0–30	41,62	125	27,88	84	24,56	74	13,74	41	7,31·10 ⁻⁴
	30–60	37,65	113	24,89	75	22,21	67	12,76	38	1,00·10 ⁻²
	60–90	40,42	121	26,27	79	23,85	72	14,15	42	1,01·10 ⁻³
3	0–90		359		238		213		121	
	0–25	34,41	86	22,34	56	20,65	52	12,04	30	1,06·10 ⁻¹
4	0–25	32,11	80	22,87	57	19,27	48	9,24	23	1,79·10 ⁻³
	25–50	36,95	92	24,02	60	22,17	55	12,93	32	1,00·10 ⁻²
	0–50		172		117		103		55	
5	0–25	40,51	101	26,76	67	23,92	60	12,78	34	2,09·10 ⁻⁴
	25–50	39,33	98	25,96	65	23,20	58	13,37	33	3,62·10 ⁻³
	50–70	38,36	77	25,52	51	23,40	47	13,04	26	2,84·10 ⁻¹
6	0–70		276		183		165		93	
	0–30	32,91	99	21,72	65	19,75	59	11,19	34	4,78·10 ⁻³
7	0–25	33,54	84	21,80	55	20,12	50	11,74	29	5,77·10 ⁻³
	25–50	41,55	104	27,61	73	24,93	62	14,54	31	3,62·10 ⁻⁴
	50–70	37,92	76	24,65	49	22,33	45	13,27	27	3,19·10 ⁻⁴
8	0–70		264		177		157		87	
	0–20	45,72	91	30,18	60	27,43	55	15,54	31	6,06·10 ⁻⁴
	20–40	40,71	81	26,87	54	24,02	48	13,84	28	5,77·10 ⁻³
	0–40		172		114		103		59	

Količina biljkama pristupačne (produktivne) vode, koji se nalazi u intervalu između poljskog vodnog kapaciteta i vlažnosti trajnog uvenuća biljaka, u istraženim livadskim zemljištima u površinskom sloju dubine 20 cm varira u prilično širokom intervalu, 26–36 mm, odnosno 260–360 m³ vode ha⁻¹; a u metarskom sloju – 130–180 mm, odnosno 1300–1800 m³ vode ha⁻¹ (podaci nisu prikazani). Ova količina biljkama pristupačne vode u metarskom sloju se prema Vadjuninu i Korčeginu (Gajić, 2005) smatra dobrom do veoma dobrom i bila bi čak zadovoljavajuća ako bi se zemljište nalazilo u zoni sa pravilnijim letnjim rasporedom padavinama.

Kao što se vidi iz tabele 4, i napred izloženog komentara, vrednosti pojedinih hidrolimita, a naročito lakopristupačne vode biljkama, su prilično povoljne u orničnom horizontu. Međutim, računate na dubinu ukupnog glinom bogatog zemljišnog sloja, koji u plitkim, u velikoj meri i dubokim profilima odgovara dubini rizosfere, ne mogu se oceniti uvek kao povoljne, odnosno zadovoljavajuće, i to zbog različite dubine tog sloja. Naime, u plitkim zemljištima, koje karakterišu profil 3, a pogotovu profil 6, u kojima se sloj krupnog peska i skeleta nalazi na dubinama 30–40 cm, vrednosti pojedinih hidrolimita, pogotovu kapaciteta biljkama pristupačne (produktivne) vode, su dosta nepovoljne zbog male dubine sloja rizosfere te otuda malog vodnog kapaciteta čitavog sloja rizosfere. U dubljim, a pogotovu najdubljim profilima, vrednosti tih kapaciteta su povoljne, odnosno veoma visoke.

Iz podataka prikazanih u tabeli 4 vidi se da dublji horizonti istraženog livadskog zemljišta uglavnom pokazuju bolju propustljivost za vodu nego ornični horizonti. Osobito je to slučaj sa profilom 5, čiji ornični horizont, kao što smo napred videli, pokazuje visok stepen zbijenosti, te otuda veoma malu (samo 3,5%) poroznost aeracije. Izuzetak su profili 1 i 7, u čijim orničnim horizontima je brzina filtracije (vodopropustljivost) znatno veća nego u podorničnim horizontima, što je posledica njihove manje zbijenosti u tim horizontima. Prema FAO (1963) klasifikaciji propustljivost za vodu ispitivanog zemljišta je umereno mala do veoma visoka. Zbog toga se voda relativno brzo proceduje ka dubljim delovima zemljišnog profila, što čini da ovo zemljište ima procedljivi vodni režim u smislu klasifikacije Visockog i Rodea (Rode, 1963). Za procenu vodnog režima ovog zemljišta značajno je i to da je podzemna voda redovno duboka i da nema značaja za vodni bilans. Glavni izvor vode su atmosferske padavine, pa je i to u toliko značajnije da se zemljište osposobi za bolju akumulaciju vode ili da se ide na navodnjavanje gde god je moguće.

Rezultati određivanja vazdušnog kapaciteta, koji odgovara veličini nadkapilarne poroznosti, odnosno poroznosti aeracije, pokazuju da su vrednosti tog, ekološki jednog od najvažnijih pokazatelja fizičkih svojstava zemljišta, od čije veličine je jako zavisna intenzitet njihove aeracije, u ispitivanim zemljišnim uzorcima veoma neujednačene (Tabela 4). Variraju u intervalu 3,31–23,82%, odnosno po klasifikaciji Pelišeka (1964), u intervalu od niskog do visokog vazdušnog kapaciteta.

Kada je reč o veličini vazdušnog kapaciteta u raznim horizontima i slojevima ispitanih profila, u tabeli 4 upadljivo se ističe pojava, sa izuzetkom veoma zbijenog u površinskom horizontu ranije već pomenutog profila 5, da maksimalnu veličinu taj kapacitet pokazuje, što je i razumljivo, u orničnom horizontu; a u profilu 8 (livadske crnice koja se stalno koristi kao livada) u A_{hl} horizontu. Naime, u orničnom horizontu profila 1–4, 6 i 7 vrednosti vazdušnog kapaciteta variraju u veoma širokom rasponu – 11,26–23,82%. Ove vrednosti, prema klasifikaciji Pelišeka (1964), karakterišu zemljišta srednjeg i visokog vazdušnog kapaciteta, koji omogućuju srednju do jako izraženu aeraciju. U površinskom uzorku,

uzorkovanom na dubini do 20 cm, profila 8 veličina vazdušnog kapaciteta je 12,10%, što je vrednost koja karakteriše srednji vazdušni kapacitet.

U podpovršinskim slojevima dubljih profila (profili 1, 2, 4, 7 i 8) vrednosti vazdušnog kapaciteta se znatno smanjuju, mahom na 5,36–6,71%, tj. na vrednosti koje se nalaze takoreći na granici veoma niskog i niskog vazdušnog kapaciteta. Izuzetak od tog pravila je profil dublje černozeolike, odnosno rendzionidne crnice (profil 4), čiji podornični horizont pokazuje srednji vazdušni kapacitet (11,95%). Što se pak tiče od površine jako zbijenog profila 5, u njemu je najniža (3,57%) vrednost vazdušnog kapaciteta u jako zbijenom orničnom horizontu i dosta se povećava (na 8,83%) u prvom, a pogotovu u drugom (na 11,64%) podorničnom horizontu, na dubinama između 25 i 70 cm.

Nije mnogo rađeno na razjašnjavanju najpovoljnijeg vazdušnog kapaciteta za pojedine kulture, iako je poznato da je vazduh potreban u toku celog vegetacionog perioda, naročito u doba kada biljke intenzivno rastu i stvaraju veliki broj korenovih dlačica. Kopecki (Baver, 1959) smatra da sva zemljišta sa vazdušnim kapacitetom ispod 10% zahtevaju drenažu. Drugi autori, prema navodima Pavićevića i Ćorovića (1968), smatraju da vazdušni kapacitet treba da je veći i da iznosi 10–15%. Za zemljište je jednako važno da ima veliku sposobnost zadržavanja vazduha, kao i sposobnost brze izmene CO₂ stvorenog u zemljištu sa svežim vazduhom iz prizemne atmosfere. Istražena livadska crnica ima povoljan vazdušni kapacitet u površinskom sloju koji se obrađuje ili je prorastao korenjem biljaka, što već nije slučaj sa dubljim slojevima gde pada ispod 10%.

Iako se ne može tvrditi da ovom zemljištu nedostaje vazduh, poželjno je da se agrotehničkim merama, gde to dubina soluma dozvoljava, stvori u njemu sloj dubok 40–60 cm u kojem će se ne samo povećati vodni kapaciteti već i vazdušni. U uslovima intenzivnog navodnjavanja ovo zemljište će relativno brzo pogoršati vazdušni kapacitet i vodopropustljivost ako se budu dodavale suvišne količine vode koje mogu uzrokovati ispiranje gline. Ispiranje gline ubrzaće zapušavanje krupnih pora, čime će se istovremeno smanjivati aeracija.

Zaključak

Conclusions

Rezultati izvršenih ispitivanja zemljišta doline Belog Drima u ataru sela Vidanje, okolina Kline, poslužili su nam kao osnova za donošenje sledećih osnovnih zaključaka o njihovim fizičkim svojstvima.

1. Većina ispitivanih fizičkih svojstava osam otvorenih profila livadskih dolinskih zemljišta, obrazovanih na karbonatnom nanosu Belog Drima, i pored prilično teškog mehaničkog sastava su dosta povoljne i uz to prilično ujednačene u orničnom horizontu. Znatno manje su povoljna, mada ne izrazito nepovoljna, u podorničnom horizontu većine dubljih profila.

2. Po dubini površinskog, glinom prilično bogatog sloja, koji nekad obuhvata nekoliko, a nekad samo ornični horizont, ispitivana zemljišta su veoma neujednačena idući od profila do profila, osobito ona koja se nalaze u zoni koja se pruža neposredno pored Belog Drima. To je nepovoljna okolnost ako ih posmatramo kao sredinu u kojoj se razvijaju koreni biljaka i sa aspekta primene navodnjavanja. Naime, i pored povoljnih fizičkih svojstava orničnog horizonta, za plitka zemljišta, kod kojih dubina glinom bogatog sloja, kao u slučaju profila 6, u nešto manjoj meri i profila 3, ne prelazi 30–40 cm, opšta ocena njihovih fizičkih svojstava, zbog male dubine, je da su nepovoljna. Nasuprot plitkim zemljištima, može se reći da su ispitivana fizička svojstva dubljih zemljišta, uzetih u celini, pogotovu onih koje reprezentuju profili 4 i 7, prilično povoljna, odnosno posmatrane sa aspekta gajenja biljaka i primene navodnjavanja zadovoljavajuća.

3. Dubina površinskog sloja, odnosno zemljišnog sloja u užem smislu, kao i bonitet fizičkih svojstava i sa njima tesno povezana produktivna sposobnost zemljišta, povećava se idući od sadašnjeg korita Belog Drima ka starijim terasama te reke. Tačnije rečeno, idući u navedenom pravcu smenjuju se dve zone sa dva podtipa dolinske livadske crnice, koji se međusobno znatno razlikuju po stepenu razvoja i fizičkim svojstvima, pa otuda mahom i po produktivnoj sposobnosti.

Zahvalnica

Acknowledgment

Ovo istraživanje je deo projekta koji je podržalo Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (projekat III 43009).

Literatura

References

- Antić M, Jović N, Avdalović V. 1980: *Pedologija*. Naučna knjiga, Beograd.
- Astapov SV. 1958: *Meliorativnoe počvovedenie*. Praktikum. Moskva.
- Baver DL. 1959: *Soil Physics*. New York.
- Bošnjak Đ. (urednik). 1997: *Metode istraživanja i određivanja fizičkih svojstava zemljišta*. Jugoslovensko društvo za proučavanje zemljišta, Komisija za fiziku zemljišta. Novi Sad.
- Bouwer H. 1986: Intake rate: cylinder infiltrometer. In: A. Klute (Ed.). *Methods of Soil Analysis*. Part I. ASA and SSSA, Madison, WI, pp. 825–844.
- FAO, 1963: *High dam soil survey project. Aswan-Deb B C*. FAO, Rome.
- Gajić B. 1996: Uporedna istraživanja fizičkih osobina u raznim varijetetima livadskih crnica doline Kolubare. *Doktorska disertacija*. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet. 179 str.

- Gajić B. 2005: *Fizika zemljišta*. Praktikum. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet. Beograd. 185 str.
- Gajić B, Đurović N, Dugalić G. 2010: Composition and stability of soil aggregates in Fluvisols under forest, meadows, and 100 years of conventional tillage. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 173:502–509, <https://doi.org/10.1002/jpln.200700368>
- IUSS Working Group WRB, 2015: World Reference Base for Soil Resources 2014, Update 2015. International Soil Classification System for Naming Soils and Creating Legends for Soil Maps. World Soil Resources Reports No. 106, FAO, Rome.
- Kačinskij NA. 1958: *Mehaničeskij i mikroagregatnij sostav počvi, metodi ego izučenija*. Izdatel'stvo Akademi nauk SSSR, Moskva.
- Kercheva M, Sokołowska Z, Hajnos M, Skic K, Shishkov, T. 2017: Physical parameters of Fluvisols on flooded and non-flooded terraces. *International Agrophysics* 31:73–82, <https://doi:10.1515/intag-2016-0026>
- Kohl F.(Ed.).1971: *Kartieranleitung; Anleitung und Richtlinien zur Herstellung der Bodenkarte 1:25000*. 2. Auflage. Hannover. 169 p.
- Nejgebauer V. 1948: Zemljišta južne Bačke sa gledišta navodnjavanja. *Arhiv za poljoprivredne nauke i tehniku* 5. Beograd.
- Pavićević N, Ćorović R. 1968: Neke fizičke osobine crveno-rudog zemljišta Metohije. *Zbornik radova Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Beogradu* 471:1–15.
- Pejković M. 1965: Uticaj duboke obrade na promene nekih fizičkih osobina zemljišta. *Doktorska disertacija*. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet. 149 str.
- Pekeč S, Katanić, M 2019: Properties of the Fluvisol soil in the middle Danube basin. (Osobine zemljišta tipa Fluvisol na području srednjeg toka Dunava). *Zemljište i biljka*, 68(2):24–32. (in Serbian), <https://doi:10.5937/ZemBilj1902024P>
- Pelišek J. 1964: *Lesnické púdoznanství*. SZN, Praha.
- Rode AA. 1963: *Vodnij režim počv i ego regulirovanie*. Izdatel'stvo Akademii nauk SSSR, Moskva.
- Stojićević D. 1960 – Novi Sad/ 1956 - Beograd): *Važnije vodne osobine glavnih tipova zemljišta Srbije*. Savez vodnih zajednica NRS, Novi Sad/ Beograd.
- Vučić N. 1964: Vodne osobine černozema i livadskih crnica i njihov značaj za navodnjavanje na irigacionom području Bačke. *Savremena poljoprivreda – posebna izdanja*, br. 1, Novi Sad. 95 str.
- Zaidelman FR, Belichenko MV, Bibin AS. 2013: Degradation and restoration of soils in the Moscow river floodplain for the last fifty years. *Eurasin Soil Science*, 46(11): 1097–1106.
- Živković M. 1972: Usporedna ispitivanja raznih metoda pripreme karbonatnih zemljišta za mehaničku analizu. *Zbornik radova Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu* 542:1–22.

Some physical properties of long-term irrigated fluvisols of valley the river Beli Drim in Klina (Serbia)

**Boško Gajić^{1*}, Branka Kresović², Borivoj Pejić³, Angelina Tapanarova¹, Goran Dugalić⁴,
Ljubomir Životić¹, Zorica Sredojević¹, Miodrag Tolimir²**

¹University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11 080 Belgrade, Serbia

²Maize Research Institute, „Zemun Polje”, Slobodana Bajića 1, 11185 Belgrade, Serbia

³University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Serbia

⁴University of Kragujevac, Faculty of Agronomy, Cara Dušana 34, 32 000 Čačak, Serbia

*Corresponding author: bonna@agrif.bg.ac.rs, +381 11 4413 138

Abstract

Physical properties play an important role in determining suitability of soil for agricultural, amelioration, ecological and technical purposes. They are influence on movement, storage and availability of water and nutrients for plants, ease of plant root penetration and movement of heat and air. Furthermore, they are also effect chemical and biological properties of soil. Although Fluvisols (alluvial-meadow soils) are one of the most widespread soils in Serbia, little research has been done on them. The aim of this study was therefore to evaluate the most important physical properties of long-term irrigated Fluvisols that were formed on the carbonate deposit of the White Drim River in Kosovo and Metohija (Serbia). Eight profiles, i.e. 23 undisturbed soil samples and 69 disturbed soil samples were examined. The depth of the upper part of the soil profile, which lies above the layer of sand, stones and gravel, in which the roots of the plants develop, is very uneven from profile to profile, i.e. it varies from small (approx. 30 cm) to very large (>200 cm). The investigated Fluvisols are heavy textured (>50% clay content). The results show a high variability of the physical properties in the surface layer of these soils. Most of the investigated physical properties of the eight open Fluvisol profiles, in addition to the heavy texture, are quite favorable and fairly uniform in the plow layer, while they are much less favorable, though not particularly unfavorable, under the plow layer in deeper profiles.

Keywords: Fluvisols, soil density, soil-water retention, porosity, saturated hydraulic conductivity.

Primljeno 03.02.2020

Primljeno sa popravkama 15.03.2020

Prihvaćeno 18.03.2020