

Ing Ante JELAVIĆ

## Pedološke prilike Bokanjačkog blata i njihova genetska veza s tlima u mlađim kraškim poljima

U neposrednoj blizini grada Zadra (6 km.) ispod sela Bokanjca smješteno je Bokanjačko blato (jezero) na 20 m nadmorske visine. Površina blata se ne obrađuje, osim periodične obrade malog dijela (30 ha).

Poslije tehničkih i agromelioracionih radova, površine blata bi bile sposobne za najintenzivniju poljoprivrednu proizvodnju.

Neposredna blizina grada Zadra, njegovo skoro povezivanje željeznicom, povezanost morskim putevima, jadranskom turističkom cestom i razvoj turizma, traže u neposrednoj blizini Zadra stanovite veće površine za povrtnu, voćnu i stočnu proizvodnju.

Zbog tih razloga nameće se problem melioracije Bokanjačkog blata.

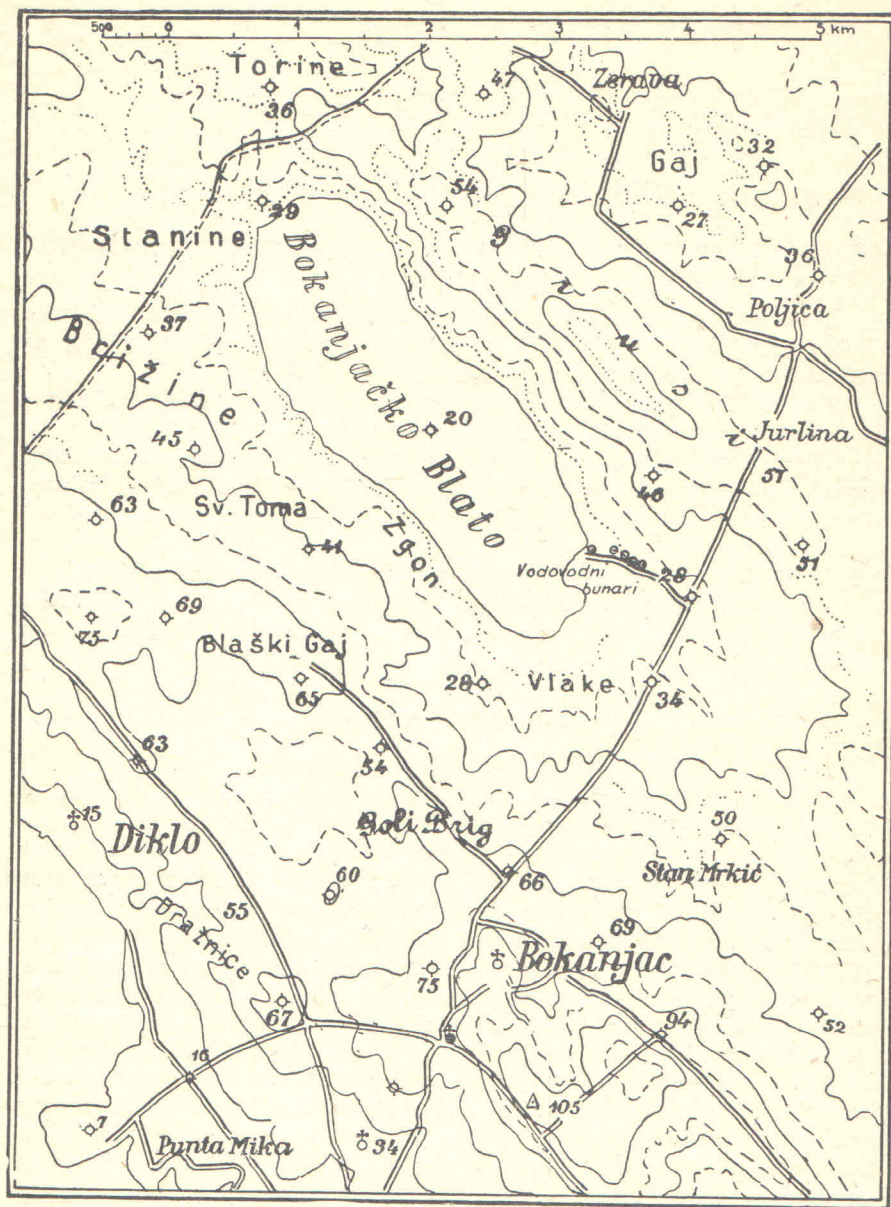
Za upoznavanje pedoloških prilika blata izvršena su potrebna ispitivanja, koja se ovdje iznose i uspoređuju sa pedološkim prilikama u drugim kraškim poljima.

### GEOLOŠKE PRILIKE

U zapadnom dijelu Ravnih Kotara između Zadarskog i Velebitskog kanala od Privlake do ceste Zadar-Zemunik-Smilčić, smještena je valovita površina sa najvišom kotom 163 m. Tektonska građa predstavlja uske sinklinale i antiklinale, koje se pružaju u pravcu dinarskog bračdenja. Područje je građeno od paleogenog i neogenog materijala kao i od kredinih vapnenaca. Bokanjačka antiklinala je građena od rudistnog vapnenca, a njena jugozapadna i sjeveroistočna krila su obložena (tercijarnim) paleogenim tvorevinama.

Bokanjačko blato je smješteno u spušenom tjemenu vapnene antiklinale, koja se pruža prema zapadu do sela Zatona, na nadmorskoj visini 20 m. Bokanjačko blato ima produženi oblik, čija duža os iznosi i 4000 m, a kraća 1000 m, te je ukupna površina blata 404 ha. Blato je danas zatvoreno kraško polje ograđeno niskim kršem. Blato je ispunjeno jezerskim sedimentom vapnene ilovače s bogatim sadržajem kućica spužica i njihovih krhotina (*Bythinia tentaculata* Möllendorf i *Lymnaea polustris* Müller). *B. tentaculata* je karakteristična za više kraških polja, ali za određene vapnene materijale, a redovito se ne nalazi u nevapnenim sedimentima dijela Imotsko-Bekijskog-Rastočkog i drugih polja.

U cilju ustanovljenja dubine jezerskog sedimenta u Bokanjačkom blatu, vršena su geološka bušenja na tri točke, na liniji od vodovodnog bunara br. 4 prema S. Z. Prvo bušenje je izvršeno 60 m. udaljeno od bunara br. 4. 17 m. duboko u trošnom vapnencu. Druga bušotina je bušena 150 m udaljeno od prve i to od 0,00 do 5,70 m u vapnenoj ilovači, a od 5,70 m do 18 m u trošnom kredinom vapnencu. Treća bušotina je udaljena od bunara br. 4. 1500 m u SZ pravcu. Na dubini od 0,00 m do 17,5 m je rastresiti sediment vapnene ilovače



a ispod 17,50 m nalazi se trošni kredin vapnenac. Kako se vidi dubina jezerskog sedimenta u Bokanjačkom blatu je dosta velika i dubina raste od bunara br. 4. prema SZ uglu polja.

Bokanjačko blato ima trajnu podzemnu vodu iako se nalazi na kredinom vapnencu, te će se ta voda poslije melioracije moći koristiti za zalijevanje stanovitih manjih površina.



Na istočnoj strani blata kod pumpne stanice, postoje izvori koji izdaju vodu za vrijeme većih oborina. Pumpna stanica trajno crpi i snabdijeva vodom grad Zadar. Kad je nivo podzemne vode niži, u ljetnim mjesecima, dotjecajna voda se također crpi za gradski vodovod 76 l/sec. a višak se gubi u Bokanjačkom blatu. To je najbolji dokaz da do Bokanjačkog blata dotiče podzemni vodotok, koji za vrijeme kiša ispunjava sediment i poplavljuje blato i izbija kao vrelo kod pumpne stanice. Za vrijeme najintezivnijih oborina udaljeno 5000 m od pumpne stanice u pravcu istoka iznad mosta na cesti — Mrvica-Zadar izbija iz krša izvor, koji površinski otiče u Bokanjačko blato. To ukazuje da je u podzemlju potok, iznad koga se vidi na površini krševit potok obrastao šikarom, a narod ga zove »Zlokobnica«.

Slabo površinsko i izvorno dotjecanje vode plavilo je Bokanjačko jezero duboko, više metara zbog manjeg kapaciteta ponora u SZ uglu polja. Poplave su trajale jednu i više godina ili se je periodično presušivalo u ljetnim mjesecima,

Do toka izvorne vode u Bokanjačko jezero donosila je otopljeno vapno i vapneni mulj, koji se je odlagao u jezeru. Taloženje vapnene ilovače u jezeru, slično je današnjem taloženju vapnenog mulja u Vranjskom jezeru, što najbolje pokazuju pedološke analize tla u Bokanjačkom blatu i vapnenog mulja u Vranskom jezeru. Sedimenti Bokanjačkog blata su također slični sedimentu u Vrgorskom jezeru, Jezeru i nekim drugim poljima. Kako je ta činjenica zajednička za više kraških polja, to ćemo se na nju kratko osvrnuti. Bokanjačko blato po svom sedimentu spada u grupu najnižih kraških polja, pa prema tome u grupu najmlađih kraških polja.

Ovdje ćemo ukratko objasniti pojam o mlađim kraškim poljima. Taj pojam se odnosi više na sedimente i pedološke prilike tih polja, jer su ovdje mlađi sedimenti kao geološki supstrati za razvoj mlađih tala u tim poljima.

Ako se pođe od Kupreškog polja prema moru, spuštamo se terasasto sa 1200 (Kupreško), na 850—900 (Glamočko-Tomislavgradsko), na 700 m (Livanjsko), 250—300 m (Imotsko, Sinjsko, Kninsko, Kosovo i Petrovo polje).

Najniža polja jesu: Vrgorsko jezero, Jezerac, Bokanjačko blato, a još niže je današnje Vransko jezero u razini mora.

U svojoj razvojnoj prošlosti kraška polja su imala svoju jezersku fazu, trajnu ili periodičnu, u kojoj su se sedimentirali različiti vapnenci i nevapneni materijal. Sastav sedimentiranog materijala se je razlikovao prema geološkoj građi slivnog područja. Sediment je bio više vapnen, ako je slivno područje geološki građeno od čistog vapnenca, a nevapnen ako je geološki supstrat nevapnen (silikatan). U najviše slučajeva geološka građa je bila mješovita.

Osim toga, donos i kvalitet materijala u polju zavisio je i o tome, da li je kraško polje bilo otvoreno ili zatvoreno, te je osim izvorne vode primalo i dotjecanje površinskih vodotoka, koji su primali erodirane rastresite različite geološke materijale, te ih prenosili i odlagali u kraškim poljima.

Zbog toga su različiti tipovi tala u nekim kraškim poljima, najviše rezultat jezerskog sedimenta odnosno geološkog supstrata kao najjačeg pedogenetskog faktora.

Različiti materijali, njihova dubina i poredaj u geološkog profila sedimenta, erodirani do stanovitih dubina, pružali su uvjete za razvoj različitih tipova tala.

U zatvoreno kraško polje, bez površinskih vodotoka, dolazile su izvorne vode, koje su obično čistije sa manje mulja jer su prethodno dio mulja odložile



u gornjim poljima i podzemnim bazenima. Negdje su poplave u prvoj fazi bile samo izvorne, a kasnije i površinske.

Geološkim i hidrološkim promjenama u kraškim poljima, stanje sedimenta se je mijenjalo jačim ili slabijim erozionim akcijama.

Erodiranje sedimenta u kraškim poljima vršilo se je najprije u gornjim poljima, a kasnije u nižim poljima. Kako su niža zatvorena polja bila najduže plavljena, to je erozija sedimenata tih najnižih polja najslabije razvijena i zbog toga smo ih nazvali »mlađa kraška polja«.

Zbog navedenih razloga može se reći, da su najgornja kraška polja starija, t. j. da su taloženi materijali prošli najveće promjene s obzirom na eroziju, reljef sedimenta i sastav. Ostaci jezerske vapnene ilovače nalaze se u više polja, ali u zaštićenim neerodiranim i dubljim slojevima. Ti slojevi su najčešće pokriveni najmlađim aluvijalnim tvorevinama (Sinjsko, Imotsko i dr.). U nekim kraškim poljima, gdje je bilo pritjecanje izvorne i površinske vode, stariji jezerski sedimenti su pokriveni mlađim aluvijalnim vapnenim ili manje vapnenim tvorevinama. U zatvorenim kraškim poljima čije je slivno područje vapneno i nije veliko, bez površinskog dotjecanja, jezerski visoko-vapneni sediment se je najbolje sačuvao. U tu grupu polja spada Bokanjačko (jezero) blato, Vrgorsko jezero, Jezerac i danas živeće Vransko jezero. Narodni nazivi «jezera» za ta kraška polja ukazuju također da su ta zatvorena kraška polja bila zajezerena do danas, t. j. da su duboko plavila veći dio godine, a nekada i više godina, a tek rijetko presušivala u ljetnim mjesecima. Zbog toga na tim poljima nije bilo nikakve vegetacije, koja bi u izvjesnoj mjeri humizirala površinsku vapnenu masu — Bokanjačko blato čini iznimku u svom centralnom dijelu, gdje je u ljetnim mjesecima rasla vegetacija močvarne flore.

Da bolje upoznamo prirodu tih vapnenih sedimenata iznosimo podatke o kemijskim analizama za neka kraška polja. (Vidi tabelu na str. 189).

Iz kemijskih analiza se vidi, kako je u tim mlađim jezerskim sedimentima sadržaj ukupnog vapna vrlo visok i on se kreće preko 80%. U Rastoku, Imotskom polju i drugim poljima erozija ima jači utjecaj, a materijal sedimenta je različit — vapnen i nevapnen, te su na takvom različitom geološkom supstratu različiti i tipovi tla.

Površine Bokanjačkog blata, Vrgorskog jezera, Jezerca su dosta ravne i nisu jače erodirane. Poslije odvodnje erozija će se povećati u koliko se ne poduzmu odgovarajuće zaštitne mjere.

Sadržaj humusa u mlađim poljima je vrlo nizak do 1,5% osim u jednom dijelu Bokanjačkog blata. Visina pH je 7—8 u svim mlađim poljima, što je u skladu sa ukupnim sadržajem vapna.

Sadržaj  $P_2O_5$  i  $K_2O$  po Neubaneru je minimalan, te je potrebna bogata meliorativna gnojidba.

#### PEDOLOŠKE PRILIKE BOKANJAČKOG BLATA

Poslije kraćeg upoznavanja sedimenata u nekim mlađim kraškim poljima, u koja spada i Bokanjačko blato, bit će lakše upoznati i pedološke prilike Bokanjačkog blata.

Glavni pedogenetski faktori u Bokanjačkom blatu jesu: geološki supstrat, hidrološke prilike, reljef i klima.

Geološki supstrat je vapnena ilovača, o čemu je naprijed rečeno i predstavlja jednoličan supstrat na čitavom blatu. Periodične poplave su bile najjači

Tabela 1

Polje	Broj profila	Dubina uzorka cm	pH		CaCO <sub>3</sub> %	Humus %	Fiz. akt. hraniva po Neubraneru	
			u H <sub>2</sub> O	nKCL			K <sub>2</sub> O mg u 100 gr tla	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg 100 gr tla
Jezerac	1	2-20	7,92	7,72	92,64	1,55		0,0
	2	40-60	7,75	7,34	79,70	0,86	5,5	0,3
	1	2-20	7,68	7,38	49,23	1,05	4,1	0,0
	4	0-20	7,85	7,48	77,79	1,29	8,2	0,0
Rastok		0-20	7,68	7,20	2,54	0,66	—	—
	2	40-70	7,51	7,03	1,04	0,36	6,3	0,1
		2-20	7,79	7,55	76,65	1,64	6,9	0,0
	8	40-60	7,82	7,31	59,12	0,86		
	5	22-72	—	—	84,99	1,31	0,00	0,2
Vrgorsko jezero		0-10	—	6,95	80,60	1,93	6,00	0,00
		35-50	—	7,00	84,40	1,26	5,10	0,00
		85-100	—	7,20	66,90	1,28	4,00	0,00
Bokanjačko jezero	1	0-20			81,67	12,10	0,00	0,30
		20-70			91,49	3,77		
		70-110			91,87	3,29		
	5	0-15	7,9	7,8	87,1	5,65	7,3	0,8
		30-40	7,9	7,7	87,8	4,74	7,0	0,0
Vransko jezero	1				77,31			
	2				84,48			



pedogenetski faktor, te su prevladavali procesi hidrogenizacije i stvorilo se mineralno-močvarno karbonatno tlo. Reljef blata je dosta ravan, te je u vezi jednoličnog geološkog supstrata i tlo dosta jednolično.

### KLIMA

Klima Bokanjačkog blata je mediteranska sa srednjom godišnjom temperaturom 15,3° C. Maksimalna temperatura 25° C u srpnju a najniža 6,7° C u siječnju. Suma godišnje temperature je 5590° C a u vegetacionom periodu 1. IV. do 15. X. oko 4065° C.

Godišnje oborine iznose 900 mm u prosjeku, od čega pada u toplom dijelu godine 430 mm ili 39%. Aridni i semiaridni su mjeseci V—IX. Utjecaj klime na razvoj tla u Bokanjačkom jezeru je minimalan prema vodi i geološkom supstratu kao glavnom pedogenetskom faktoru, koji utječe i utjecat će dok se ne izvrši odvodnja.

### PEDOLOŠKA ISPITIVANJA

U cilju upoznavanja tla u Bokanjačkom blatu otvorili smo više pedoloških profila, uzeli uzorke i izvršili potrebne analize.

**Profil 1** — je otvoren na sredini istočne polovice blata udaljeno 1500 m od pumpne stanice.

**Sloj 0—20** je prorastao korijenjem trava, a u dubini ima korijenja šaša (*Tangustifolia*). Tekstura tla je ilovača, a struktura mrvičasta s malo krhotina spužića. Boja je svijetlo smeđa, reakcija pozitivna — postepeno prelazi u

**20—70** Tekstura je svijetlo siva modrikasta ilovača, a struktura mrvičasta i nestabilna. U tom sloju ima mnogo krhotina spužića — Neprijetno prelazi u sloj

**70—110** svijetlo siva ilovača, mrvičaste strukture s mnogo krhotina spužića. U svim profilima i slojevima ima mnogo glista, koje prave mrežu hodnika u tlu, zbog čega je i volumna specifična težina niža.

**Profil 2** — je otvoren zapadno od bivšeg graničnog znaka, gdje je teren niži te se došlo do podzemne vode na dubini od 115 cm.

**0—30** svijetlo siva ilovača mrvičaste stabilnije strukture. Reakcija je pozitivna — postepeno prelazi u

**30—82** tamno-modrikasta ilovasta glina slabo koloidna. Struktura mrvičasta i posve nestabilna.

**Profil 4** — je otvoren na južnom dijelu blata 100 m udaljeno od ruba krša.

**0—25** svijetlo siva ilovača mrvičaste strukture — postepeno prelazi u sloj

**25—50** modrikasta ilovača sa masom spužića i gustom mrežom glistinih hodnika.

**60—120** modrikasta ilovača sa krhotinama spužića.

Svi profili imaju isti morfološki izgled i nemaju formirane pedološke horizonte. Za upoznavanje teksture tla u Bokanjačkom blatu iznose se podaci o mehaničkoj analizi. (Vidi tabelu na str. 39).

Iz podataka o mehaničkoj analizi vidi se da je tekstura tla ilovača umjereni ili slabo koloidna. Sadržaj čestice 0,002 u sloju do 30 cm kreće se od 6% do 10%. Najveći procent čestica je u II-oj frakciji 30—50%, što je karakteristično, i za druga polja iz ove grupe.

Tabela 2

Profil	Tlo iz dubine cm	Čestice q m/m %	q m/m %	Mehanički sastav tla, sadržaj čestice tla u %						Teksturna oznaka	Boja slojeva
				0,01	0,01 — 0,05	0,05 — 0,1	0,1 — 2,0	0,002 u H <sub>2</sub> O	0,002 u NaOH		
1	0—20	—	—	33,75	41,12	18,10	7,03	5,83	7,50	il. slab. kol.	smeđa
	20—70	—	—	36,11	37,08	17,36	9,50	0,41	18,40	il. nekol. umj. kol.	sivo-modra
	70—110	—	—	38,13	30,37	18,00	13,50	4,39	13,98	il. nekol. umj. kol.	svijetlo siva
2	0—30	—	—	36,53	38,83	17,24	7,50	7,78	10,11	il. sl. umj. kol.	siva
	32—82	—	—	50,66	32,17	10,86	6,31	3,67	17,53	il. gl. nekol. u. kol.	tam. modra
3	0,15	—	—	36,80	52,30	9,84	1,06	3,21	6,07	il. nekol. sl. kol.	
4	25—50	—	—	22,33	59,80	11,54	6,33	2,92	8,67	il. gl. pjesk. nek. (sl. kol.)	
5	0—15			48	32	16	4	5,1			
	30—40			57	23	15	5	8,1			
	81—98			59	26	10	5	5,2			
	160—168			50	43	6	1	2,4			



Stabilnost makroagregata u površinskom sloju je nešto veća, a u dubljim slojevima je posve nestabilna.

S obzirom na mehaničke analize, tlo je jednolično visoko vapneno, za obradu lagano.

### KEMIJSKA ANALIZA

Za upoznavanje kemijskih osobina tih tala iznose se podaci o analizama.

Tabela 3

Profil	Tlo iz dubine cm	Kemijski sastav						
		CaCO <sub>3</sub> u %	Humus u %	N u %	K <sub>2</sub> O mg u 100 gr tal.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg u 100 gr	pH nkCL	H <sub>2</sub> O
1	0—20	81,67	12,10	0,33	0,00	0,3		
	20—70	91,49	3,77	0,12				
	70—110	91,37	3,29	0,12				
2	0—30	86,94	7,16	0,34	0,00	0,8		
	32—82	91,97	4,50					
3	0,15	94,45	11,76		0,8	0,1		
4	25—50	79,94	3,26					
5	0—15	87,1	5,65	0,28	7,3	0,8	7,8	7,9
	30—40	87,8	4,74	0,17	7,0		7,7	7,9
	81—98	81,1	4,32				7,8	7,9
	160—168	87,1	2,69				7,8	8,0

Ukupni sadržaj vapna u tlu je visok i kreće se preko 80% — 94%, a fiziološki aktivno vapno se kreće od 8—52%. Visina pH je 7—8, te je reakcija slabo alkalna, ali je povoljna za poljoprivredne kulture. Kod upotrebe umjetnih gnojiva za ta tla, treba dati prednost kiselim umjetnim gnojivima.

### SADRŽAJ HUMUSA

Sadržaj humusa u gornjim slojevima je 4—12%, a sa dubinom potpuno otpada. Za normalno plodno tlo potrebno je povećati sadržaj humusa na 5% i trajno ga podržavati. Sadržaj humusa nije jednoličan na čitavom blatu, on je veći u središnjem dijelu polja, a manji u perifernom dijelu. Veći je sadržaj humusa u Bokanjačkom blatu, nego u drugim poljima te grupe, zbog toga, što u Bokanjačkom blatu ima podzemna voda i u ljetnim mjesecima raste dosta bogata močvarna flora od koje se stvara humus.



## FIZIOLOŠKI AKTIVNA HRANIVA

Sadržaj N (dušika) u površinskom sloju kreće se od 0,28 do 0,33% i on je ovisan o sadržaju humusa u tlu. Sadržaj rezervnog dušika u tlu ovisit će o visini sadržaja humusa u tlu, i gajenju leguminoza u plodoredu. Povećanje sadržaja dušika u tlu za visoku proizvodnju ovisit će o redovitoj i dovoljnoj gnojidbi sa stajskim gnojem i umjetnim dušičnim gnojivima. Od umjetnih dušičnih gnojiva najbolje odgovaraju nitratna gnojiva, a manje amonijeva. Sadržaj  $P_2O_5$  u tlu je nizak, te će zahtjevati bogatu meliorativnu gnojidbu sa fosfornim gnojivima.

Potrebno je da se granični broj poveća preko 7 mg.  $P_2O_5$  u 100 gr tla, što zahtjeva 15 q superfosfata.

Sadržaj  $K_2O$  po Neubaueru je vrlo nizak te će trebati bogato dodavanje  $K_2O$ , za postizavanje visokih prinosa. Treba osigurati sadržaj  $K_2O$  u tlu 26 mg u 100 gr tla ili 500 kg 40% kalijeve soli. Najbolje kalijevo gnojivo je K-sulfat.

## FIZIČKE OSOBINE TLA

Za upoznavanje fizikalnih osobina tla iznose se fizikalne analize

Tabela 4

Profil	Fizikalna svojstva tla							Stabilnost makro-agregata
	Broj cilind.	Tlo iz dubine	Spec. tež. (fakt)	Spec. tež. vol.	Porozitet	Kapacitet za vodu	Kapacitet za zrak	
1	89	30	2,60	0,99	61,91	49,78	12,13	stabilni
	33	30	2,60	1,05	59,67	51,28	8,39	potpuno nest.
	1	100	2,62	1,14	56,48	46,77	9,71	potpuno nest.
	69	100	2,62	1,08	58,77	46,17	12,60	potpuno nest.
2	12	30	2,59	0,96	62,93	54,55	8,38	stabilni
	87	30	2,59	0,88	66,02	52,35	13,67	potpuno nest.
	2	92	2,59	1,00	61,38	53,19	8,19	
	91	92	2,60	0,99	61,92	51,99	9,93	

Stvarna specifična težina tla je 2,60, što odgovara za sve profile. Volumna specifična težina na površini je 0,99, a za dubinu nešto raste, a to je zbog većeg sadržaja humusa u površinskom sloju. Niska volumna specifična težina i u dubljim slojevima profila potječe od velikog praznog prostora mreže glistinih hodnika.

Porozitet tla je 56 do 62 te je vrlo visok. Kapacitet za vodu se kreće od 46 do 54 što se smatra visokim.

Fizičke osobine su povoljne s obzirom na porozitet, kapacitet za vodu i zrak. Da bi se u tim tlima sa visokim sadržajem vapna, s nestabilnom strukturom podržavala stabilna struktura tla, treba podržavati dosta visoki sadržaj humusa u tlu, koji je u tu svrhu potreban.

Poslije odvodnje Bokanjačkog blata i sprovađanja potrebnih agromelioracionih mjera, dobilo bi se 404 ha novih plodnih površina opće narodne imovine u neposrednoj blizini grada Zadra.

#### ZAKLJUČAK

Bokanjačko blato spada u grupu nižih, mlađih zatvorenih kraških polja, koje se i danas periodično dugo plavi.

Jezerski sediment Bokanjačkog blata dubok je do 17 m i jednak sedimentu drugih kraških polja iste grupe. On je dosta jednoličan i sastoji se od vapnene ilovače sa 80—95%  $\text{CaCO}_3$ . Vrijednost pH iznosi 7—8. Na tom jezerskom sedimentu razvija se mineralno-karbonatno močvarno tlo. Sadržaj humusa u Bokanjačkom blatu u njegovom centralnom dijelu kreće se do 8%, a u perifernom dijelu je znatno niži. Sadržaj humusa u drugim poljima te grupe (Vrgorsko, Jezerac) je vrlo nizak.

Poslije odvodnje ta tla treba zaštititi od erozije i na njima provesti veće agromelioracione mjere u cilju postizavanja visoke plodnosti tih tala. Površina Bokanjačkog blata (404 ha) predstavljat će poslije odvodnje značajne poljoprivredne površine u neposrednoj blizini grada Zadra.