

O svojstvima tla u jednoj degradiranoj šumi Querceto-Carpinetum

Anić, Jelka

Source / Izvornik: **Glasnik za šumske pokuse: Annales pro experimentis foresticis, 1960, 14, 35 - 48**

Journal article, Published version

Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:981074>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-27**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



Ing. JELKA ANIĆ

O SVOJSTVIMA TLA
U JEDNOJ DEGRADIRANOJ ŠUMI
QUERCETO-CARPINETUM

*Properties of the soil in a degraded forest of
Querceto-Carpinetum*

UVOD — INTRODUCTION*

Zavod za uzgajanje šuma na Poljoprivredno-šumarskom fakultetu u Zagrebu bavi se proučavanjem degradiranih stanja cenoze *Querceto-Carpinetum* u sjevernom dijelu Maksimira, zvanom Piškornica. Proučavanja se vrše na pokusnoj plohi, koja obuhvaća jedan dio acidofilne kitnjakove šume i prolazi kroz jače degradiranu i slabije degradiranu šumu kitnjaka i običnog graba. Opaženo je, da u dijelu plohe s jače degradiranom sastojinom dolazi do sušenja običnog graba (*Carpinus betulus*), te da sve veći mah preotima kitnjak (*Quercus petraea*), a u prizemnom sloju acidofilna flora. Ona upućuje na jače zakiseljivanje, a i inače lošija svojstva tla, koje u tim okolnostima nije više prikladno za grab. Pokusna ploha pokazuje očit primjer promjena, koje se utjecajem čovjeka (sječom, odnošenjem lišća i ugazivanjem tla) odražavaju na šumskoj sastojini, a napose time, što iz nje nestaje grab, koji je prije u njoj činio sastavni dio.

Proučavanja su pokazala, da je problem degradacije cenoze kitnjaka i običnog graba potrebno osvijetliti i s obzirom na stanje tla. Našim usporednim ispitivanjima dijela plohe, gdje je flora velikim dijelom acidofilna i gdje se grab u znatnoj mjeri suši, i dijela plohe, gdje je flora više neutrofilna i ne dolazi do propadanja graba, željelo se ustanoviti, da li postoje značajnije razlike u svojstvima tla. U vezi s tim proučena su važnija fizikalna i kemijska svojstva tla, kao i njihova hranidbena sposobnost.

* Radnja primljena na štampanje 6. XII. 1954. Izrađena je u Zavodu za ishranu bilja Poljoprivredno-šumarskog fakulteta u Zagrebu.

PEDOGENETSKE PRILIKE
PEDOGENETIC CONDITIONS

Pokusna ploha nalazi se na obronku Medvednice (Zagrebačke gore), koji svršava u Maksimiru kraj Zagreba. Zaprema 1800 m² (90 × 20 m). Nalazi se u visini od 130—140 m. Teren je nagnut prema sjeveroistoku. Nagib iznosi od 5—20°. Ploha je obrasla šumskom sastojinom, koju čini 30-godišnja panjača. U njoj je u uvali jače zastupan obični grab, u srednjoj česti nalazi se kitnjak i obični grab, a u gornjem dijelu samo kitnjak. Sloj grmlja slabo je razvijen. U dijelu plohe, gdje dominira kitnjak, prizemno rašće nosi acidofilni karakter. Sačinjavaju ga: *Pteridium aquilinum*, *Hieracium murorum*, *Hieracium umbellatum*, *Luzula nemorosa*, *Melampyrum vulgatum*, *Potentilla recta*, *Genista tinctoria*, *Genista germanica* i dr. Ondje je i sloj mahova bujno razvijen. U srednjem, a pogotovo u donjem dijelu plohe, gdje je učešće graba veće, pojavljuju se obilnije neutrofilni elementi kao: *Galium silvaticum*, *Sanicula europaea*, *Asarum europaeum*, *Anemone nemorosa*, *Crocus vernus*, *Stellaria holostea*, *Pulmonaria officinalis* i dr.

Proučavani predjel nalazi se u području humidne, umjerenog tople klime. Godišnje oborine iznose oko 900 mm. Godišnja temperatura iznosi prosječno oko 11° C. Podaci o oborinama i temperaturama kao i o kišnim faktorima za Zagreb-Grič sadržani su u Tab. 1.

Tab. 1

Klimatski faktori Climatic data	Period	Mjesec — Month												God. Yearly
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Oborine Precipit. mm	1862 — 1941	49	44	59	70	84	96	81	84	85	105	80	63	900
Temperat. °C	„	0,0	2,1	6,8	11,5	16,1	19,5	21,7	20,8	17,0	11,7	6,0	1,6	11,2
Kišni faktori Rain factors	„	—	20,9	8,7	6,0	5,2	4,9	3,7	4,0	5,0	8,9	13,3	39,3	81,8

Mjesečni kišni faktori prema *Gračaninu* pokazuju, da su mjeseci II i XII perhumidni, III, X i XI humidni, IV, V i IX semihumidni, a VI, VII i VIII semiaridni. S obzirom na prosječne temperature možemo razvrstati mjesece ovako: VII i

VIII kao vruće, V, VI i IX kao tople, IV i X kao umjereno tople, III i XI kao umjereno hladne, II i XII kao hladne, a I kao nivalan.

Sa geološkog gledišta pripada predjel u nanose diluvijalnih ilovina. U tipološkom pogledu ovdje se radi o umjereno podzoliranom šumskom tlu (*Gračanin* i dr.). U novije vrijeme naziva se takvo tlo i pseudoglejnim tlom zbog specifične dinamike, koja uvjetuje mramorirani profil (*Neugebauer* i dr.). Tlo je već duže vremena izvrgnuto ugazivanju. Time što je šuma prorijeđena sušenjem graba, a nešto i prekomjernom sječom, vjetar odnosi listinac u jarak, zbog čega je tlo uglavnom bez mrtvog pokrova.

TERENSKA PROUČAVANJA — FIELD INVESTIGATIONS

U svrhu proučavanja eventualnih razlika u svojstvima tla u jeseni 1951. g. na pokusnoj je plohi otvoreno u svemu 16 profila dubokih 60—100 cm. Iz svake jame uzeti su uzorci iz raznih dubina za određivanje najvažnijih kemijskih, fizikalnih i biljnohranidbenih svojstava tla.

Opis profila — Description of profiles

Budući da su profili otvarani nablizu, nije u njima bilo u morfološkim karakteristikama većih razlika. Prikazat ćemo opis triju karakterističnijih profila: jedan u donjem, jedan u srednjem i jedan u gornjem dijelu pokusne plohe.

Mrtvi pokrov zadržao se obilno u gornjem dijelu, gdje je teren ravniji i manje izložen vjetru. U obilnijoj mjeri zadržao se i u najdonjem dijelu, kamo je snesen vjetrom. U srednjem dijelu zadržao se tek lokalno uz pridanke drveća i u plićim udubinama. Tu ga je najmanje, jer je odnesen vjetrom.

Profil br. II — Profile No. II

Profil je otvoren u 3 m relativne visine. Iskopan je 120 cm duboko, a sastav mu je bio ovakav:

- A₀, vrlo tanak sloj nerastvorenog lišća graba i kitnjaka (0—1 cm) i
- A₀, sloj jače rastvorenog listinca, debeo do 2 cm; sloj humusne prhke crnice, debeo cca 2 cm;
- A₁ žučkastosmeđi humusno akumulativni pothorizont eluvija. Isprepleten je finijim žilicama prizemnog bilja kao i jačim korijenjem kitnjaka i graba, koje dopire i u niže horizonte.

- Tlo je ilovasta glina slabo izražene strukture. Taj se horizont prostire do cca 15 cm dubine;
- A₂ dosta jednoličan sloj žućkastosive gline. Na njemu se mogu primijetiti tu i tamo tragovi smeđih pjega. Stere se do cca 25 cm dubine;
- A₂B₁ prijelazni horizont; sadržava konkecije seskvioksida u većem broju, zbog čega je šarolikog izgleda. Dosiže do cca 40 cm dubine;
- B₁ iluvijalni pothorizont, morfološki veoma šarolik, po čitavom sloju porazbacane konkecije crnog čaglja, krupne i sitnije tamnosmeđe pjege seskvioksida i svijetlosivi jezičci, koji se izmjenjuju s osnovnom žućkastom bojom. Sloj dopire do cca 100 cm dubine.
- Ispitivano je tlo dosta duboko, a horizonti nisu morfološki jasno diferencirani. Reakcija je u čitavom profilu slabo kisela. Dubinom se aciditet smanjuje.

Profil br. IX — Profile No. IX

- Profil je otvoren na 14. m relativne visine. Iskopan je 100 cm duboko. Imao je ovaj sastav:
- A₀, vrlo plitak sloj listinca, koji se održao tek tu i tamo;
- A₀, tamna humusna prhka crnica, debljine do 1 cm, obrasla uglavnom mahovima;
- A₁ pepeljastosmeđi pothorizont ilovaste gline, isprepleten grubim i finim žiljem. Tlo suho, zbijeno i bezstrukturno. Sloj prelazi postepeno u
- A₂ pothorizont svijetlo-pepeljaste, zbijene, ilovaste gline. Sloj je također prorastao korijenjem drveća. Na korijenju ima mnogo micelija gljiva. U dubini od cca 40 cm prelazi u
- A₂B₁ prelazni sloj žućkastosmeđe gline, u kojem se pojavljuju rdaste mrlje i tamne konkecije. Tlo je dosta kompaktno. U dubini od 70 cm počinje
- B₁ u kojem su tamne konkecije čaglja mnogobrojne, a rdaste mrlje i svijetle pjege kremične kiseline išarale su taj horizont iluvija.
- Reakcija je u površinskim horizontima jako kisela. Aciditet se s dubinom smanjuje te prelazi u kiselu i u najdubljem sloju slabo kiselu reakciju.

Profil br. XIV — Profile No. XIV

- Profil otvoren u 17,5 m relativne visine. Iskopan je 100 cm duboko, a sastav mu je bio ovakav:
- A₀ tanak sloj kitnjakova listinca, debeo do 2 cm;
- A₀, djelomično rastvoreni listinac, nagusto isprepleten žilicama, debeo 2—3 cm;

- A₀ sloj crnice, debeo oko 2 cm;
- A₁ smeđe-žučkasti pothorizont ilovaste gline. Isprepleten je korijenjem drveća. Prostire se do 20 cm dubine;
- A₂ svijetlosivi pothorizont, prorastao korijenjem kitnjaka. Tlo je dosta suho i kompaktno. Seže do 40 cm dubine;
- A₂B₁ prelazni horizont, u koji u većoj mjeri dopire korijenje kitnjaka. Lokalno se pojavljuje čačak, rdaste pjege seskvioksida i svjetlije mrlje silicija. Dopire do 60 cm dubine. Prelazi postepeno u
- B₁ sloj s osnovnom žučkasto-smeđom bojom, koja je dosta gusto isprešarana rdastim pjegama, svjetlijim i tamnim mrljama.

Aciditet je čitavog profila dosta visok. On se s dubinom nešto smanjuje.

LABORATORIJSKA ISTRAŽIVANJA LABORATORY INVESTIGATIONS

Kod laboratorijskih ispitivanja posvećena je prvenstveno pažnja faktorima, koji bi mogli neovoljno utjecati na razvoj graba, kao i na stanje fiziološki aktivnih hraniva u tlu. Prilikom laboratorijskog rada primijenjene su slijedeće metode:

Mehanički sastav određen je metodom ispiranja po *Kopec-kom*. Fizikalna svojstva određena su u uzorcima prirodnog nepromijenjenog tla. Određivane su prividna i faktična specifična težina, retenzioni kapacitet tla za vodu, kapacitet tla za zrak, porozitet i stabilnost makrostrukturnih agregata (4).

Reakcija tla određivana je u H₂O i u n-KCl i to elektrometrijski, pomoću staklene elektrode, a sadržaj humusa titrimetrijski *Walkley-Blackovom* metodom preinačenom po *Novak-Pelišku* (modificirano utoliko, da se titracija vršila elektrometrijski pomoću pH-metra).

Karakter humusa određivan je aproksimativnim dispergiranjem u 2,5%—amonijaku. Fiziološki aktivan P i K određivani su *Neubauer-Schneiderovom* metodom, a sadržaj kalcijskog karbonata *Scheiblerovim* aparatom.

Mehanički sastav. Analitički podaci o mehaničkom sastavu tla sadržani su u Tab. 2. Odatle se vidi, da je tlo na čitavoj pokusnoj plohi podjednake teksturne građe. Ono obiluje glinenim česticama. Sadržaj čestica praha također je znatan. Čestice praškastog pijeska zastupane su u malim količinama. Čestica pijeska ima tek u najmanjim količinama, a u mnogim horizontima čak ispod 1%. Dubinom se povećava sadržaj glinenih čes-

Mehanička analiza tla — Mechanical analysis of soil

Tab. 2

Profil Profiles	Dubina u cm Depth in cm	Sadržina mehaničkih elemenata u % Contents of mechanical elements in %				Teksturna oznaka Texture
		2,0 — 0,1 mm	0,1 — 0,5 mm	0,05 — 0,01 mm	0,01 mm	
I	2—15	3,32	3,40	27,64	65,64	Glina — Clay
	15—60	1,48	3,96	27,00	67,56	Glina — Clay
III	2—10	3,82	4,28	32,36	59,54	Ilovasta glina Loamy Clay
	10—26	3,04	4,28	28,96	63,76	Glina — Clay
V	2—10	0,96	4,80	37,72	56,52	Ilovasta glina Loamy Clay
	10—30	1,68	3,48	35,00	59,84	Ilovasta glina Loamy Clay
VII	2—13	1,28	4,84	39,04	54,84	Ilovasta glina Loamy Clay
	13—37	2,56	5,56	32,96	58,80	Ilovasta glina Loamy Clay
IX	2—20	1,08	6,24	36,12	56,56	Ilovasta glina Loamy Clay
	20—60	0,96	4,88	30,44	63,72	Glina — Clay
XI	2—36	0,60	4,80	34,88	59,72	Ilovasta glina Loamy Clay
	26—70	0,44	6,32	37,20	56,04	Ilovasta glina Loamy Clay
XIII	2—34	0,72	6,12	31,80	61,36	Glina — Clay
	34—60	0,32	4,56	31,72	63,40	Glina — Clay
XIV	2—32	0,88	4,84	39,52	54,76	Ilovasta glina Loamy Clay
	32—60	0,44	1,88	40,56	57,12	Ilovasta glina Loamy Clay
XV	2—40	0,48	3,80	35,92	59,80	Ilovasta glina Loamy Clay
XVI	2—30	0,54	5,00	35,12	59,24	Ilovasta glina Loamy Clay
	30—60	0,20	2,16	37,28	60,36	Glina — Clay

Broj profila No. of profile	Kapacitet tla za H ₂ O u % Water-retaining capacity in %	Spec. težina volumena Apparent spec. gravity	Spec. težina faktična Real specific gravity	Porozitet tla Soil porosity	Kapacitet tla za zrak Air capacity of soil	pH u H ₂ O pH in H ₂ O	pH u n-KCl pH in n-KCl	Humus	Karakter humusa* Character of humus	Stabilnost strukturnih agregata** Stability of soil aggregates
Profil br. 1										
0-2 cm	—	—	—	—	—	6,52	5,38	—	kiseo-acid	—
2-15 cm	43,42	1,11	2,89	62,37	18,95	5,63	3,90	1,55	kiseo-acid	m. stab. - f. stable
40-60 cm	43,13	1,40	2,77	49,46	6,33	5,77	3,58	0,97	sl. kiseo-w. acid	p. nestab. - c. unstable
Profil br. 2										
0-2 cm	—	—	—	—	—	6,03	5,00	—	kiseo-acid	—
2-18 cm	38,06	1,19	2,71	56,09	18,03	5,89	4,02	2,31	kiseo-acid	m. stab. - f. stable
18-30 cm	41,39	1,34	2,78	51,80	10,50	5,58	3,86	1,24	sl. kiseo-w. acid	p. nestab. - c. unstable
39-65 cm	41,73	1,36	2,79	51,25	9,25	6,20	4,26	0,81	sl. kiseo-w. acid	p. nestab. - c. unstable
65-80 cm	42,16	1,48	2,79	46,95	4,74	6,46	4,94	0,10	—	p. nestab. - c. unstable
Profil br. 3										
0-2 cm	—	—	—	—	—	5,02	4,10	—	j. kiseo-str. acid	—
2-10 cm	37,39	1,24	2,70	54,07	17,68	5,02	4,10	1,54	kiseo-acid	m. stab. - f. stable
10-26 cm	43,96	1,20	2,78	56,83	12,87	5,44	3,98	1,40	sl. kiseo-w. acid	p. nestab. - c. unstable
26-70 cm	42,21	1,37	2,77	50,54	8,33	5,39	3,79	1,56	sl. kiseo-w. acid	p. nestab. - c. unstable
80-90 cm	41,09	1,53	2,79	45,00	3,98	5,62	3,54	—	—	p. nestab. - c. unstable
Profil br. 4										
0-2 cm	—	—	—	—	—	5,11	3,71	—	j. kiseo-str. acid	—
2-12 cm	42,03	1,21	2,69	55,02	12,99	5,46	3,70	2,03	kiseo-acid	m. stab. - f. stable
12-50 cm	37,46	1,38	2,71	49,08	11,62	5,82	3,90	1,21	kiseo-acid	p. nestab. - c. unstable
50-70 cm	38,23	1,46	2,79	46,99	8,68	6,23	4,01	0,30	sl. kiseo-w. acid	p. nestab. - c. unstable
Profil br. 5										
0-2 cm	—	—	—	—	—	5,00	3,92	6,94	j. kiseo-str. acid	—
2-10 cm	39,02	1,31	2,74	53,65	14,63	5,42	3,64	1,95	kiseo-acid	d. stab. - m. stable
10-30 cm	40,12	1,24	2,67	53,66	13,44	5,87	3,70	1,52	kiseo-acid	p. nestab. - c. unstable
30-80 cm	41,20	1,30	2,60	5,67	10,40	6,68	4,04	0,29	sl. kiseo-w. acid	p. nestab. - c. unstable
80-100 cm	3,93	1,52	2,72	44,12	3,19	6,24	4,38	—	sl. kiseo-w. acid	p. nestab. - c. unstable
Profil br. 6										
0-2 cm	—	—	—	—	—	5,23	3,41	—	j. kiseo-str. acid	—
2-12 cm	40,21	1,29	2,71	52,40	12,19	5,67	3,60	1,92	kiseo-acid	m. stab. - f. stable
20-30 cm	40,03	1,30	2,67	51,31	11,18	5,70	3,65	1,33	sl. kiseo-w. acid	p. nestab. - c. unstable
30-70 cm	38,01	1,32	2,50	47,20	8,19	5,79	4,05	0,83	sl. kiseo-w. acid	p. nestab. - c. unstable
70-90 cm	37,02	1,44	2,67	46,07	9,05	6,06	4,08	—	—	p. nestab. - c. unstable
Profil br. 7										
0-2 cm	—	—	—	—	—	4,83	3,62	6,65	v. j. kiseo-v. str. acid	—
2-13 cm	40,58	1,22	2,75	55,64	15,06	4,84	3,42	2,39	kiseo-acid	d. stab. - m. stable
13-37 cm	39,98	1,32	2,72	51,47	11,49	5,03	3,64	1,29	kiseo-acid	m. stab. - f. stable
37-80 cm	41,65	1,45	2,70	46,30	4,65	5,60	3,68	9,42	kiseo-acid	p. nestab. - c. unstable
Profil br. 8										
0-2 cm	—	—	—	—	—	5,09	3,88	—	j. kiseo-str. acid	—
2-18 cm	40,23	1,26	2,69	53,16	12,93	5,04	3,54	2,54	kiseo-acid	m. stab. - f. stable
13-36 cm	40,73	1,31	2,70	51,48	10,75	5,25	3,68	1,14	kiseo-acid	p. nestab. - c. unstable
36-80 cm	41,02	1,45	2,71	46,49	5,47	6,05	3,70	1,14	sl. kiseo-w. acid	p. nestab. - c. unstable
80-100 cm	38,23	1,50	2,73	45,05	6,82	6,07	4,13	0,03	sl. kiseo-w. acid	p. nestab. - c. unstable
Profil br. 9										
0-2 cm	—	—	—	—	—	4,88	3,63	—	v. j. kiseo-v. str. acid	—
2-20 cm	39,12	1,34	2,69	50,18	11,06	5,02	3,63	2,31	kiseo-acid	d. stab. - m. stable
20-60 cm	37,12	1,46	2,70	45,92	9,00	5,46*	3,60	1,23	kiseo-acid	p. nestab. - c. unstable
60-80 cm	38,82	1,46	2,71	45,12	7,10	5,64	3,69	0,06	sl. kiseo-w. acid	p. nestab. - c. unstable
Profil br. 10										
0-2 cm	—	—	—	—	—	4,86	4,23	—	v. j. kiseo-v. str. acid	—
2-32 cm	40,02	1,32	2,65	50,19	10,17	5,09	3,61	1,93	kiseo-acid	d. stab. - m. stable
32-52 cm	41,82	1,36	2,72	50,00	8,18	5,41	3,74	1,04	kiseo-acid	p. nestab. - c. unstable
52-75 cm	37,98	1,45	2,73	46,89	8,91	5,67	3,54	0,06	sl. kiseo-w. acid	p. nestab. - c. unstable
Profil br. 12										
0-2 cm	—	—	—	—	—	4,98	4,36	—	v. j. kiseo-v. str. acid	—
2-35 cm	35,02	1,60	2,67	40,07	5,05	5,18	3,64	2,35	kiseo-acid	m. stab. - f. stable
35-70 cm	38,01	1,43	2,70	47,03	9,02	5,81	3,42	1,06	sl. kiseo-w. acid	p. nestab. - c. unstable
Profil br. 13										
0-2 cm	—	—	—	—	—	—	—	6,83	v. j. kiseo-v. str. acid	—
2-35 cm	27,02	1,56	2,65	41,13	4,11	4,32	3,70	2,88	kiseo-acid	p. nestab. - c. unstable
35-60 cm	38,24	1,47	2,69	45,35	7,11	4,97	3,48	0,25	sl. kiseo-w. acid	p. nestab. - c. unstable
Profil br. 14										
0-2 cm	—	—	—	—	—	4,12	3,80	—	v. j. kiseo-v. str. acid	—
2-32 cm	36,01	1,58	2,68	41,04	5,03	4,38	3,72	0,87	kiseo-acid	d. stab. - m. stable
32-60 cm	39,07	1,48	2,70	45,18	6,11	5,16	3,70	0,11	sl. kiseo-w. acid	p. nestab. - c. unstable
Profil br. 15										
0-2 cm	—	—	—	—	—	4,40	3,52	—	v. j. kiseo-v. str. acid	—
2-40 cm	36,03	1,61	2,69	40,15	4,12	9,67	3,62	0,49	kiseo-acid	p. nestab. - c. unstable
Profil br. 16										
0-2 cm	—	—	—	—	—	4,32	3,81	6,79	v. j. kiseo-v. str. acid	—
2-30 cm	39,71	1,51	2,68	43,66	4,15	4,71	3,62	1,02	kiseo-acid	p. nestab. - c. unstable
30-60 cm	39,86	1,57	2,70	45,75	5,89	5,09	3,67	1,02	sl. kiseo-w. acid	p. nestab. - c. unstable

* v. j. kiseo = vrlo jako kiseo;
j. kiseo = jako kiseo;
sl. kiseo = slabo kiseo

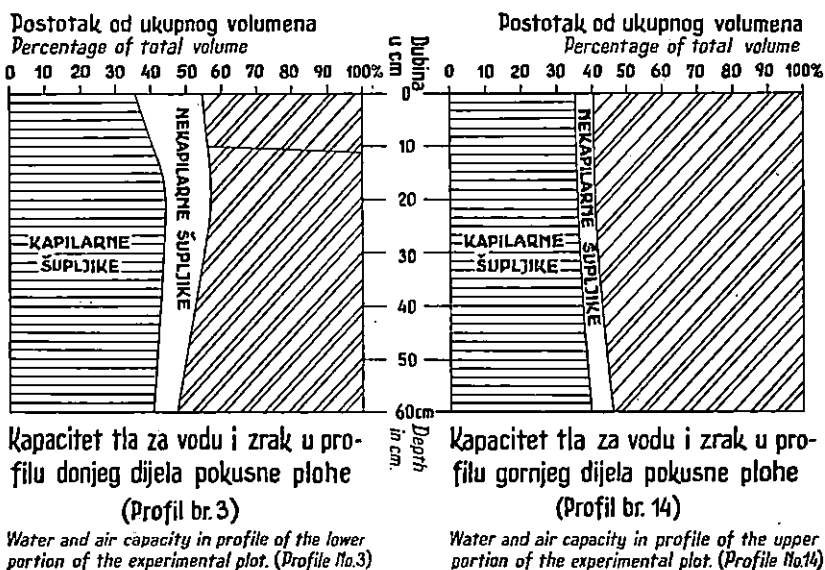
v. str. acid = very strongly acid
str. acid = strongly acid
w. acid = weakly acid

** p. nestab. = potpuno nestabilan;
m. stab. = malo stabilan;
d. stab. = dosta stabilan;

c. unstable = completely unstable
f. stable = fairly stable
m. stable = moderately stable

stica zbog ispiranja. Međutim ispiranje glinenih čestica u dublje horizonte nije intenzivno. Tlo pripada u većini profila ilovastim glinama, a rjeđe glinama.

Retenzioni kapacitet za vodu. U čitavoj je pokusnoj plohi retenzioni kapacitet za vodu osrednji. U dijelu plohe, gdje dolazi do veće degradacije šumske sastojine, on je doduše nešto manji, ali ne pokazuje značajnih razlika. S obzirom na to, što su godišnje oborine dosta visoke, a tlo ilovasto-glineno, ono bi moglo primiti i zadržati veći dio oborina u toku vegetacijske periode, tako da biljke ne bi trebale oskudijevati vodom. Međutim u predjelu, gdje se suši grab, stanje je otežano time, što oborinska voda uslijed zbijenosti tla prije otječe, nego što je tlo uspije upiti, a podzemna je voda vrlo duboko. Ishlap vlage iz tla tu je povećan, jer tlo pretežnim dijelom nije pokrito listincem.

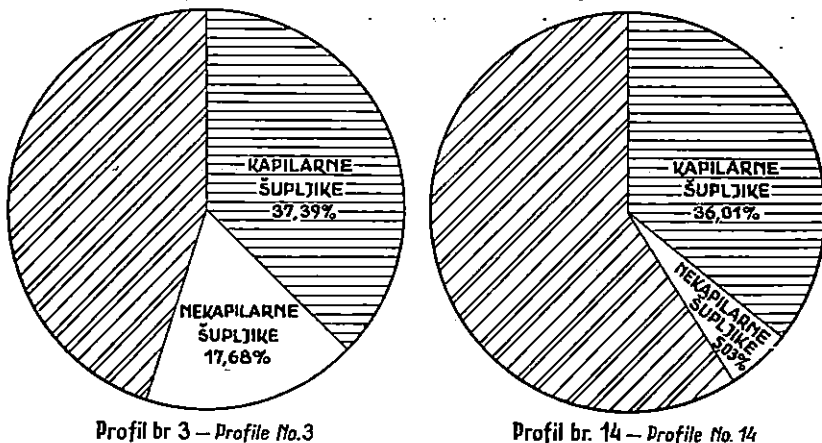


Sl. 1 - Fig. 1

Porozitet tla. Kao što se vidi iz Tab. 3, porozitet se tla u gornjem dijelu plohe, a napose tamo gdje propada grab, smanjuje, tako da je tlo uglavnom malo porozno. U donjem dijelu plohe tlo je kudikamo poroznije. (Sl. 1. i Sl. 2). Smanjenje poroziteta došlo je do izražaja uglavnom u vezi sa smanjenjem sadržine nekapilarnih pora. Pokazalo se, da je u površinskim horizontima porozitet manji, nego u nižim horizontima, dakle obratno, nego što bi trebalo biti u normalnim prilikama.

Kapacitet tla za zrak. Za povoljan razvoj vegetacije nije od važnosti samo ukupni volumen pora, nego isto toliko odnos između kapaciteta tla za vodu i kapaciteta tla za zrak, koji je odlučan za mogućnost kretanja vlage i zraka u tlu. Taj se odnos, kako se pokazalo, znatno razlikuje u gornjem i donjem dijelu proučavane plohe. Dok je taj odnos u donjem dijelu u površin-

Odnos kapilarnih i nekapilarnih šupljika u površinskom sloju profila br. 3. i profila br. 14. u postotku od ukupnog volumena — *The ratio of capillary and non-capillary pores in the superficial layer of the profiles No 3 and No. 14 in percentages of the total volume*



Sl. 2 - Fig. 2

skim horizontima povoljan, u gornjem je dijelu nepovoljan. To vrijedi naročito za površinske horizonte. U tim horizontima naglo pada sadržina nekapilarnih pora, pa je time otežano prozračivanje tla.

Sve veća zbijenost tla odražava se na njegovoj prividnoj specifičnoj težini. Ona se u donjem dijelu plohe kreće između 1,11—1,38, a u gornjem dijelu iznosi od 1,51—1,60.

Aktivni i supstitucijski aciditet tla. Aktivni aciditet gornjih horizonata u profilima najnižeg dijela plohe iznosi 6,52, a zatim porastom visine postaje, kao što se vidi iz tabele, postepeno sve veći, dok ne postigne kod profila br. 14 iznos od 4,12. To je ujedno i najviša vrijednost za aktivni aciditet. Dubinom se aciditet redovito smanjuje, a smanjenje je proporcionalno s dubinom horizonata. U dubljim su horizontima razlike u pH između gornjeg i donjeg dijela plohe mnogo manje.

Supstitucijski aciditet kreće se između 3,42 i 5,38. U donjem dijelu plohe te su vrijednosti uglavnom više; porastom

visine one ponešto padaju, ali ne tako izrazito, kao što je to kod aktivnog aciditeta. Razlike u vrijednostima supstitucijskog aciditeta donjeg i gornjeg dijela plohe općenito su manje kod aktivnog aciditeta. Isto tako nisu se pokazale pravilnosti s obzirom na dubinu slojeva. Obično su najniže vrijednosti u gornjem horizontu, iako to nije uvijek slučaj. Visoki supstitucijski aciditet ukazuje na nepovoljne prilike adsorpcijskog kompleksa.

Kao što je poznato, biljke se prema reakciji tla odnose različito. Izgleda, da je grab osjetljiviji obzirom na aciditet, nego što je kitnjak.

Humus. Sadržaj humusa prilično je nizak izuzevši dakako najgornji humus sloj. U A_1 -horizontu tlo je uglavnom slabo humusno, a u nižim slojevima sadržaj humusa naglo pada. U čitavom B-horizontu tla su slabo humusna do vrlo slabo humusna.

Humus je u svim profilima u gornjim horizontima kiseo. Ipak su diferencijacije u intenzitetu boje toliko očite, da je bilo potrebno proširiti skalu za određivanje karaktera humusa. U donjem dijelu plohe humus je u gornjim horizontima kiseo. Dubinom se njegova kiselost postepeno smanjuje, te je humus kiseo do slabo kiseo. U dubljim je horizontima neutralan. U gornjem dijelu plohe u površinskim je horizontima vrlo jako kiseo, a dubinom prelazi u kiseo. U najdubljim slojevima je slabo kiseo. Kako vidimo, postoji uglavnom pozitivan odnos između karaktera humusa i aktivnog aciditeta tla.

Strukturni makroagregati. Strukturni su makroagregati u gornjim horizontima malo do dosta stabilni, a u nižim pretežno potpuno nestabilni. Stabilnost je strukturnih makroagregata uglavnom u svim profilima podjednaka. Tek je nešto veća u gornjim horizontima donjeg dijela plohe, kako se to vidi u Tab. 3.

Fiziološki aktivni fosfor i kalij. Sadržaj je fiziološki aktivnog fosfora i kalija nizak. Sadržina tih hraniva je, međutim, na čitavoj plohi podjednaka.

OSVRT — REVIEW

Ispitivanjem tla degradirane šume *Querceto-Carpinetum*, gdje dolazi do znatnog sušenja običnog graba, htjeli smo ustanoviti, ne leži li možda razlog sušenju graba u nepovoljnim promjenama edafskih faktora.

Već prilikom kopanja profila u dijelu plohe, gdje je sušenje graba najintenzivnije, uočena je velika zbijenost tla gornjih horizonata. U vezi s time posvetili smo naročitu pažnju ispitivanju fizikalnih svojstava. Laboratorijske analize pokazale su, da postoje razlike u porozitetu, kapacitetu tla za zrak i aciditetu

tla u profilima, gdje dolazi do propadanja graba u poredbi s tlom u profilima, gdje se to drvo normalno razvija. Kod ostalih ispitivanih svojstava nema znatnijih razlika.

Analiziramo li pojedina ispitivana svojstva, to vidimo, da je retenzioni kapacitet tla za vodu posvuda uglavnom osrednji, da su podjednake teksturne građe, te da je i sadržaj humusa podjednak. U vezi s tim moglo bi se očekivati, da je i opskrba tla vodom podjednaka. Međutim postoji vjerojatnost, da je dio plohe, gdje grab propada, slabije opskrbljen vodom, jer zbog nagnutnosti terena voda mnogo brže otiče, nego što je tlo može upiti.

Porozitet tla nešto je manji u dijelu, gdje grab propada, u poredbi s tlom, gdje se normalno razvija. Prosječna razlika iznosi oko 10%. Do smanjenja poroziteta došlo je uglavnom zbog smanjenja širokih nekapilarnih pora. U vezi s time znatno se smanjio i kapacitet toga tla za zrak. Ta je činjenica naročito nepovoljna za aeraciju tla, i to napose u vlažnim kišnim periodima, kad se pore napune vodom, pa se ona u kapilarnim porama duže vremena zadržava. Osim toga koloidi tla kod upijanja vode bubre. Time dolazi do smanjenja šupljina. One prelaze u pore kapilarnih dimenzija. Izmjena plinova može se vršiti samo pomoću nekapilarnih šupljina, koje su atmosferi pristupačne preko mreže međusobno spojenih, nezačepljenih kanala.

Za aeraciju tla ovdje je napose nepovoljna činjenica, što je zbog gaženja — čemu je taj predjel bio u zadnje doba jače izvrgnut — došlo do smanjenja nekapilarnih pora upravo u površinskim horizontima. Zbog toga je usporena slobodna difuzija plinova između zraka tla i atmosfere. U vezi sa smanjenjem brzine plinova može doći do mnogih štetnih posljedica za rast i razvoj biljaka, a napose biljaka osjetljivijeg korijenova sistema.

Kao što je poznato, slobodni kisik znatno utječe na rast korijena. Rezultati raznih istraživača (*Erickson, Shive, Loehwing, Cannon, Bruyant* i mnogi drugi) podudaraju se u tome, da je rast korijenja to intenzivniji, što više ima kisika u hranjivoj sredini. Budući da je do intenzivnijeg ugazivanja tla došlo tek posljednjih desetak godina, kad je korijenov sistem već uglavnom bio razvijen, to na njegovo razgranjivanje usporeno prozračivanje po svojoj prilici nije imalo većeg utjecaja. Međutim postoji mogućnost, da bi smanjenje prozračivanja napose u kišnim periodima moglo utjecati na apsorpciju hraniva. Hraniva može, naime, u tlu biti dovoljno u fiziološki aktivnom obliku, ali su ona biljci ipak slabo pristupačna, ako nema dovoljno kisika. Ta nas konstatacija upućuje, da se na tlima loših fizikalnih svojstava produktivnost ne može povećati fertilizacijom. Pokusi *Pagea* i *Willarda* potvrđuju tu konstataciju. *Hoagland* i mnogi drugi ustanovili su, da biljke primaju u dobro aeriranim hranji-

vim otopinama mnogo više biogenih iona, nego u neaeriranim otopinama.

Nestabilnost strukturnih agregata također doprinosi pogoršanju fizikalnih svojstava tla. Zbog nestabilnosti strukture tla za jačeg navlaživanja gube velik dio nekapilarnih šupljina, a propusnost za vodu i zrak, naročito kapacitet za zrak, u tolikoj se mjeri smanjuje, da biljke trpe od nedostatka kisika.

Fiziološki aktivnim kalijem i fosforom čitava je ploha siromašna. Međutim i tu postoji vjerojatnost, da je dio plohe, gdje grab propada, slabije opskrbljena tim hranivima. Uzroci tome su dvovrsni. S jedne strane ondje nema listinca, a prema tome nema ni mogućnosti za mobilizaciju hraniva. S druge strane u slabo aeriranom tlu ne mogu biljke u pravoj mjeri asimilirati postojeća hraniva zbog nedostatka kisika.

*Sadržaj fiziološki aktivnog kalija i fosfora
u mg K₂O i P₂O₅ u 100 g tla*

*Content of available potassium and phosphorus
in mg K₂O and P₂O₅ in 100 g of soil*

Tab. 4

Broj profila Number of profile	Dubina Depth cm	K ₂ O	P ₂ O ₅
I.	2—15	6,2	2,8
	20—30	5,3	1,4
III.	2—10	5,1	1,9
	10—26	4,2	1,4
V.	2—10	4,7	0,9
	10—30	5,0	0,8
VII.	2—13	4,9	1,3
	13—37	4,5	1,7
IX.	2—20	4,4	1,9
	20—40	3,9	0,7
XI.	2—36	4,0	2,3
	26—70	3,7	1,9
XIII.	2—20	4,8	2,0
	20—40	4,0	2,2
XIV.	2—32	3,9	2,5
	32—40	4,2	0,9
XVI.	2—30	4,6	2,9
	30—40	3,9	1,8

Visok aktivni i izmjenični aciditet tla također znatno doprinosi nepovoljnim uvjetima za razvoj nekih šumskih kultura. Do povišenja aciditeta tla došlo je uglavnom odnošenjem listinca i ugazivanjem tla, a u vezi s time i mogućnošću gomilanja CO₂ u tlu.

Prema *Trougu* biljke mogu najbolje primati hraniva, kada se pH kreće oko 6,5.

Iz svega bi se moglo zaključiti, da na propadanje graba utječu i svojstva tla. Ustanovili smo više faktora, koji djeluju nepovoljno. Tako je na dijelu pokusne plohe, gdje propada grab, tlo loših fizikalnih svojstava. Ono je odviše zbijeno i kompaktno. S tim u vezi slaba mu je aeracija i smanjen porozitet. Tlo posjeduje smanjenu mogućnost asimilacije postojećih hraniva. Od velikog je značenja ondje i slaba opskrba vodom, što je u vezi s kompaktnošću tla i nagnutošću terena. Među loša svojstva tla pripada i visoki stepen aciditeta. Sva spomenuta nepovoljna svojstva tla loše su se odrazila na rast graba, koji je u tom pogledu očito mnogo osjetljiviji nego kitnjak. Dokaz je tome činjenica, što se kitnjak na istom tlu dobro održao, a grab u velikoj mjeri uginuo.

U vezi s poboljšanjem stanja očito je, da treba poduzeti mjere, koje će popraviti fizikalna svojstva tla, a napose aeraciju, kao i mjere, kojima će se smanjiti aciditet tla i povećati njegova hranjiva sposobnost.

ZAKLJUČCI

U jednoj degradiranoj šumi kitnjaka i običnog graba u Maksimiru izvršeno je ispitivanje svojstava tla s ciljem da se utvrdi, od kolikog je utjecaja tlo na razvoj glavnih edifikatorskih vrsta: kitnjaka i običnog graba. Pokusna ploha pokazuje očit primjer promjena, koje se utjecajem čovjeka (sjećom, odnošenjem lišća i ugazivanjem tla) odražavaju na šumskoj sastojini. U dijelu plohe s jače degradiranom sastojinom suši se grab i preotima sve veći mah acidofilna flora.

Uporednim ispitivanjem dijela plohe — gdje je flora velikim dijelom acidofilna, i grab se u znatnoj mjeri suši — te dijela plohe, gdje je flora više neutrofilna i gdje dolazi do sušenja graba, došli smo do slijedećih zaključaka:

1. Na pokusnoj plohi, gdje propada grab, promijenjena su u negativnom smislu neka fizikalna svojstva tla. Napose se to odnosi na porozitet u površinskom sloju (Tab. 3). Do smanjenja poroziteta došlo je uglavnom zbog manjeg kapaciteta tla za zrak. (Sl. 1 i Sl. 2). Uzrok je tome ugazivanje tla. Zbog nepovoljne aeracije može se pretpostaviti, da je i primanje hraniva smanjeno. Slaba stabilnost strukturnih agregata također znatno pogoršava fizikalna svojstva tla.

2. U dijelu plohe, gdje propada grab, povisio se aciditet tla (Tab. 3). Napose to vrijedi za potencijalni aciditet. Povišenje

aciditeta tla je u vezi s odnošenjem listinca i ugazivanjem tla. Povećanje kiselosti tla imalo je također negativan utjecaj na razvoj graba, koji je uglavnom neutrofilna do slabije acidofilna biljka. Na kitnjak, koji izdrži i na kiselu tlu, povišenje aciditeta nije imalo većeg utjecaja.

3. Zbog većeg nagiba terena kao i zbijenosti tla dio plohe, gdje se grab suši, slabije je opskrbljen vodom, jer ona brzo otiče, i tlo je ne dospije upijati.

Preporučuju se mjere za poboljšanje fizikalnih svojstava tla kao i mjere za smanjenje aciditeta tla te poboljšanje njegove hranidbene sposobnosti.

CONCLUSIONS

Examined were the properties of soil in a degraded forest of Sessile Oak and Hornbeam in Maksimir with the aim to establish to what extent the soil influences the development of the chief soil-forming species: Sessile Oak and Hornbeam. The experimental plot gives manifest example of the changes reflected on the forest stand through the action of man (fellings, carrying off of litter and trampling down of earth). In a portion of the plot with a more degraded forest stand Hornbeam is dying away, with more and more of the acidophilous flora spreading.

Through comparative investigations of the portion of the plot where the major part of the acidophilous flora occurs and Hornbeam dies away to a great extent, and the portion of the plot where a more neutrophilous flora without a die-back of Hornbeam occurs, we came to the following conclusions:

1. On the experimental plot where Hornbeam dies away the physical properties of the soil have changed to the worse. This rules especially for the porosity of the surface layer of the soil (Tab. 3).

This decrease in the porosity (Fig. 1, 2) is due chiefly to a reduced air capacity of the soil. The cause is a trampling down of the earth. Owing to an unfavourable aeration it can be presumed that a decrease in the absorption of nutrients has taken place. Poor stability of the soil aggregates also worsens the physical properties of the soil.

2. In the portion of the plot where Hornbeam dies away there occurs an increase in soil acidity (Tab. 2). This is especially true of potential acidity. The increase in soil acidity is in connection with the carrying off of litter and trampling down of the soil. The increase in soil acidity exerted a negative influence on the development of Hornbeam which is chiefly a

neutrophilous to slightly acidophilous species. The increase in acidity had no greater influence on Sessile Oak, which also holds out on acid soils.

3. Owing to a greater slope of the ground as well as the compactness of soil the portion of the plot where Hornbeam dies away is poorly supplied with water because it runs off quickly, so that the soil has not enough time to absorb it.

Recommended were measures for the improvement of the physical properties of the soil as well as measures for the decrease of the acidity of the soil and the improvement of its nutritive efficiency.

L I T E R A T U R A — L I T E R A T U R E

1. *Hoagland D. R., Arnon D. I.*: Crop Production in Artificial Culture Solutions and Soils with Special Reference to Factors Influencing Yields and Absorption in Inorganic Nutrients, *Soil Sci.*, Vol. 50, 1940, pp. 463—483.
2. *Arrington L. B., Shive J. W.*: Oxygen and Carbon Dioxide Content of Culture Solutions in Relations to Cation and Anion Nitrogen Absorption by Tomato Plants, *Soil Sci.*, Vol. 42, 1936, pp. 341—356.
3. *Baver L. D.*: Practical Values from Physical Analyses of Soils, *Soil Sci.*, Vol. 68, 1949, pp. 1—14
4. *Gračanin M.*: Mali pedološki praktikum, Zagreb 1945.
5. *Gračanin M.*: Mjesečni kišni faktor, *Poljoprivredna znanstvena smotra*, br. 12, Zagreb 1950.
6. *Clark F. E., Shive J. W.*: Influence of Continuous Aeration upon the Growth of Tomato Plants in Solution Cultures, *Soil Sci.*, Vol. 34, 1932., pp. 37—40.
7. *Page J. B., Bodman G. N.*: The Effect of Soil Physical Properties on Nutrient Availability, Mineral Nutrition of Plants, The University of Wisconsin Press, 1951, pp. 133—166.
8. *Perkowitz L. P., Shive J. W.*: The Importance of Oxygen in the Nutrient Substrate for Plants — Ion Absorption, *Soil Sci.*, Vol. 57, 1944, pp. 143—154.
9. *Petračić A.*: Uzgajanje šuma, II. dio, Zagreb 1925.
10. *Veihmeyer F. J., Hendrickson A. H.*: Soil Density as a Factor in Determining the Permanent Wilting Percentage, *Soil Sci.*, Vol. 62, 1946, pp. 451—456.