

CIRIĆ M.:

**ZEMLJIŠTA PLANINSKOG PODRUČJA  
IGMAN—BJELAŠNICA**

**SOILS OF THE MOUNTAIN REGION IGMAN—BJELAŠNICA**

## U V O D

Prvenstveni zadatak ovog rada je da pruži osnovu za upoznavanje šumskih staništa Igmana, što je neophodan preduslov za uvođenje savremenih uzgojnih mera. Međutim, s obzirom na prirodu objekta, ova ispitivanja imaju i širi značaj. Igman je vrlo reprezentativan predstavnik naših dinarskih krečnjačkih planina, tako da upoznavanje geografije i osnovnih osobina zemljišta na njemu može da posluži kao ključ za razumevanje pedoloških karakteristika znatno širih geografskih područja. Ovde se na jednom mestu susreću sve one karakteristične pojave, koje su značajne za obrazovanje zemljišta na našim mezozojskim krečnjačkim planinama. To su pojave visinske zonalnosti, glacialna erozija i akumulacija, tipični oblici karstne erozije, pojava oaza fliša itd. Pored toga treba istaći da zemljišta na našim mezozojskim krečnjacima imaju sasvim specifičnu i još nedovoljno proučenu genezu, tako da svako detaljnije proučavanje ovih zemljišta može pružiti doprinos i u rešavanju ovog složenog problema.

Pedološka ispitivanja su vršena koordinirano s fitocenološkim, sa ciljem da se utvrde ekološko-proizvodne karakteristike šumskih staništa i da se izdvoje glavni tipovi šuma na Igmanu. U tom smislu ova zajednička ispitivanja imaju i metodološki značaj, jer mogu doprineti iznalaženju osnova za šumsko-tipološka ispitivanja u našim uslovima.

Ovaj planinski kompleks nije do sada bio detaljno pedološki proučavan. Izvesne podatke i razmatranja o genezi zemljišta na Bjelašnici, nalazimo jedino u radovima Janekovića koji pominje pojavu »lesivirane *terra-fusca-e* na visokim pašnjacima« (9). Osim toga on razmatra poreklo i starosti eolskih nanosa na Bjelašnici i njihov značaj za pedogenezu (10).

Zemljišta na Igmanu su predstavljena skupinom tipova koji se u jednom karakterističnom kompleksu javljaju na gotovo svim našim mezozojskim krečnjačkim planinama. Otuda podaci o ovim zemljištima iz bilo kog klimatskog područja Jugoslavije, doprinose i boljem poznavanju zemljišta na Igmanu. Naročito su u tom pogledu značajne pedološke monografije o Suvoj Planini (23) i Rtnju (31), zatim, studija N.

Pavićevića o »Buavicama« (rendzinama) na Crnogorskom kršu (24) i drugi radovi koji obrađuju krečnjačka zemljišta (18, 21). Na sve ove radove pozivaćemo se prilikom obrade pojedinih tipova krečnjačkih zemljišta.

Podatke o fizičko-geografskim karakteristikama Bjelašnice i Igmana, nalazimo u radovima J. Dedijera (7), B. Milojevića (22), T. Kanaeta (14), koji obrađuju postanak ovih planinskih oblasti, zatim, oblike glacijalne erozije i akumulacije, karstnu eroziju i druge geomorfološke pojave. Nešto detaljnije geološko-petrografske podatke nego što ih pruža Katzerova geološka karta daje R. Jovanović, u materijalima za novu geološku kartu Jugoslavije (13). V. Lučić (32) je na osnovu detaljnih, ali dosta kratkoročnih osmatranja dao prikaz klimatskih karakteristika Igmana, a jedan noviji kompleksni prikaz fizičko-geografskih karakteristika Igmana predstavlja i diplomski rad A. Jankovića (12). Detaljna vegetacijska ispitivanja ovog područja, koja je vršio P. Fukarek, čine sa ovim radom celinu i u velikoj meri pomažu da se objasni geneza i geografija zemljišta u ovom području.

Zahvaljujući tome što su fizičko-geografske karakteristike Igmana kroz ove radove bar u osnovi poznate, bilo je znatno olakšano tumačenje geneze i geografije zemljišta na ovom planinskom masivu.

## ČINIOCI I USLOVI OBRAZOVANJA ZEMLJIŠTA NA IGMANU

### a) Geografski položaj i geomorfološke karakteristike

Igman čini severoistočnu podgorinu Bjelašnice i pripada oblasti visokih dinarskih površi. Igmanska površ ima dinarski pravac pružanja i prosečnu visinu 1.300—1.400 m. Ka jugozapadu se vezuje za visoravan Bjelašnice (oko 2 000 m), a u pravcu severoistoka pada strmim odsekom u Sarajevsko polje. Prema severozapadu i zapadu takođe dosta strmo pada u dolinu Zujevine, a prema jugoistoku visina postepeno opada do iznad doline Željeznice i krupačkog potoka, u koje se zatim strmo ruši.

Igmanska površ je najverovatnije nastala fluvio-denudacionim procesima, koji su mogli biti naročito aktivni do oligomiocena (6, 11). Tada je došlo do spuštanja Sarajevsko-zeničke kotline i do izdizanja ove površi, pri čemu je njena krečnjačka masa jako ispucala (naročito na obodu kotline), pa je došlo do intenzivnog procesa karstifikacije. B. Milojević (12) je na Igmanskoj površi našao ostatke jedne stare skaršćene doline (verovatno stara dolina reke Bosne), koja se pruža preko Velikog polja, Malog polja i Brezovače do iznad Vrela Bosne. Najviši delovi Igmanske površi stvarani su fluvijalnim procesima i denudacijom usmerenim prema ovoj sada suvoj dolini.

Zaravnjeni delovi površi koji se stepenasto spuštaju ka severoistoku nastali su fluvio-denudacionim procesima vezanim za reku Željeznicu. Ovde su bolje izražene stare fluvijalne zaravni, a i zemljišni pokrivač nosi izvesne tragove procesa pretaložavanja.



Sa ovih površi se uzdižu pojedine glavice i kose, ostaci ranijeg reljefa (Crni vrh, Rađi vrh, Mali Igman, Javornik, Đurin vrh itd.). Zemljišni pokrivač ovih vrhova se razlikuje od zaravni po znatnoj prevazi rendzina na njima.

Treba, takođe, pomenuti i pojavu većih depresija (Ravna vala, Veliko polje, Malo polje), u kojima nastaju temperaturne inverzije, što za razvoj vegetacije i zemljišta ima velikog značaja.

Visinska razlika od Sarajevskog polja do vrha Bjelašnice iznosi oko 1.500 m, a pošto se ovde radi i o ujednačenom matičnom supstratu, jasno se u tom visinskom rasponu izdvajaju nekoliko klimatsko-vegetacijskih pojaseva. Prema tome, iako sam Igman predstavlja zaravnjenu površ, na kompleksu Igman—Bjelašnica, kao celini nalazimo pojave vertikalne zonalnosti zemljišta i vegetacije (sl. br. 1).



Slika br. 1 — Nekoliko geovegetacijskih pojaseva na Igmanu i Bjelašnici

Na padinama Igmana prema Sarajevskom polju nismo našli ostatke jezerskih sedimenata, niti se u prirodi zemljišnog pokrivača mogu naći tragovi poznijih jezerskih uticaja, iako Jovanović (9) smatra da je posle tektonskih procesa u miocenu u Sarajevskom polju stvoreno jezero koje se održavalo i tokom diluvijuma.

U formiranju reljefa Igmana imao je velikog uticaja proces karstifikacije, koji je i danas aktivan. Tektonski procesi i nabiranje površi (u oligomiocenu) prouzrokovali su pucanje krečnjačke mase i snažnu vertikalnu cirkulaciju vode ka znatno spuštenom nivou erozione baze. Time je ranija hidrografska mreža nestala, a fluvio-denudacioni procesi su zamenjeni karstnim. Prema tome, proces karstifikacije je započeo

rano, tako da su karakteristični karstni oblici bili razvijeni već pre pleistocena. Ti procesi imaju velikog uticaja na obrazovanje i karakter zemljišnog pokrivača na Igmanu, i glavni su uzrok njegove velike heterogenosti. Vrtače i depresije su, na primer, znatno hladnije i vlažnije mikrozone i imaju drukčiji vodni režim nego susedne zaravni (slika br. 2). Otuda se i vegetacija i zemljište vrtača znatno razlikuju od okolnih terena. Na nekim zaravnima (Kečine doline, Donji Sirovci, Brložine, Radeljevača itd.) broj vrtača po jedinici površine je tako veliki da bi se ove površine mogle svrstati u tzv. »boginjavi karst« (12). Jedna od posledica karstifikacije je veliko variranje dubine zemljišta na malom prostoru, što predstavlja veoma značajnu karakteristiku zemljišnog pokrivača na Igmanu. Najzad, i ti procesi su bitno uticali na hidrološki režim površi, a takođe i na specifični vodni režim zemljišta.



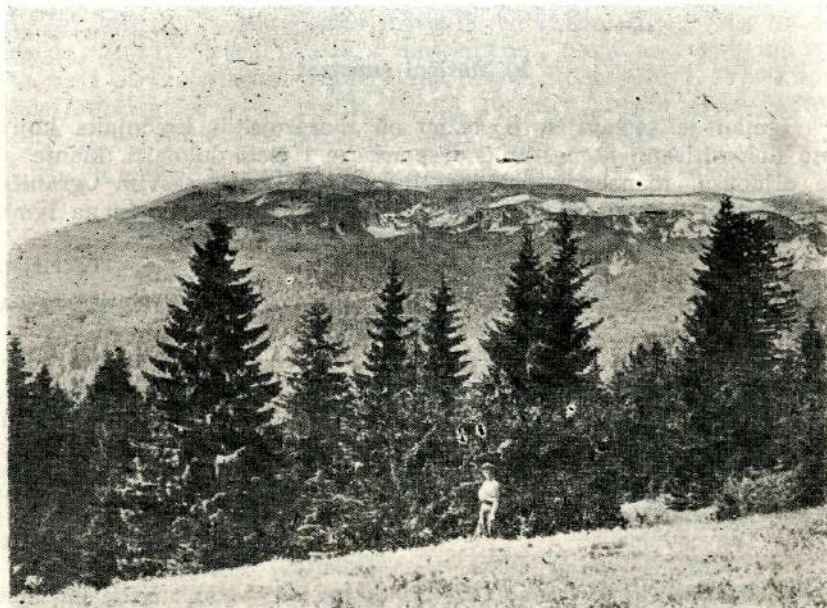
Slika br. 2 — Vrtače na južnoj strani Bjelašnice

Bjelašnica je u toku pleistocena bila zahvaćena glečerskom erozijom, o čemu svedoče mnogi fosilni glacijalni oblici koji su naročito razvijeni na njenim severnim padinama. Erozioni materijal koji potiče iz cirkova sa severoistočnih padina Bjelašnice staložen je na Igmanskoj površi u obliku moćnih naslaga glečerskih morena i fluvio-glacijalnih nanosa. Smatra se (22) da je snežna granica na Bjelašnici bila iznad 1.700 m, pa ta visina predstavlja približnu granicu između zone glečerske erozije i akumulacije.

Iz cirka »Veliki do« (slika br. 3), koji leži severozapadno od kote 2.067 m (najviši vrh Bjelašnice), pruža se u pravcu jugoistoka jedna valovska dolina sa završetkom u karstnoj uvali »Babin do«. U ovoj dolini su staložene moćne naslage bočnih morena, dok je Babin do ispunjen fluvio-glacijalnim šljunkom ili ilovačama. Jugoistočno od vrha Vla-



hinja (2.057) nalazi se drugi cirk iz kojeg se lednički materijal kretao kroz udolinu »Ravna vala« prema Grkarici. Morenski materijal koji potiče iz ovog glečera pokriva velike površine na severoistočnim padinama Bjelašnice, zatim u području »Igman šume« i »Radove šume«. Kod Vratla se vršila neka vrsta bifurkacije ovog glečera (12, 22), pa se deo morenskog materijala kretao ka Gornjoj Grkarici, a drugi deo se prelivao u jugozapadni deo Velikog polja. Gornja Grkarica i Veliko polje predstavljaju karstne uvale koje su pretežno ispunjene fluvio-glacijalnim nanosima.



Slika br. 3 — Glacijalni cirkovi na vrhu Bjelašnice

Ovi procesi su imali velikog značaja za razvoj zemljišnog pokrivača na području Igman—Bjelašnica. U zoni iznad nekadašnje snežne granice je predpleistocenski zemljišni pokrivač erodiran i to ne samo u cirkovima već i izvan njih. Ispitivanja B o w m a n a u Andima (prema P. W o l d s t e t u — 29) pokazala su da na nagnutim terenima iznad snežne granice sneg vrši eroziju, slično kao i glečeri. Intenzitet te erozije zavisi od debljine snežnog pokrivača i nagiba površine, a može početi već kod nagiba od  $5^{\circ}$ , samo ako je snežni pokrivač deblji od 75 cm. Stanje zemljišnog pokrivača na Bjelašnici pokazuje da je ovde i taj oblik erozije imao značaja. Ovde apsolutno dominiraju najmlađa krečnjačka zemljišta, što pored drugih uzroka treba pripisati i relativno kratkom periodu njihovog obrazovanja.

Morenski nanosi predstavljaju duboke rastresite substrate na kojima su opet obrazovana relativno mlada zemljišta (rendzine), ali u ekološkom pogledu bitno različita od zemljišta na kompaktnim krečnjacima.

Od periglacialnih fenomena na Igmanu su zapaženi blokovi kamena koji su po svoj prilici stvoreni nivacionim procesima. Na takvim blokovima nalazimo specifična staništa jelovih šuma (*Ramneto abietum* F u k.), kao što je slučaj, npr., u odjelu 54 a iznad Babinog dola. Na severnim i severoistočnim padinama Debelinog brda uočljivi su duboki jako skeletni nanosi, koji su mogli nastati periglacialnim soliflukcijama.

I najzad, znatan uticaj na obrazovanju zemljišta su imali eolski procesi, na šta je već ukazao Janeković (10). Ostaci eolskih nanosa rasprostranjeni su u manjim pegama po celom Igmanu, a naročito u starijim vrtačama.

### b) Matični supstrat

Igman je sastavljen pretežno od mezozojskih krečnjaka koji su često dolomitisani, a mestimično se nalaze i čisti dolomiti. Manje partije dijabaza, rožnaca i peščara ili glinaca imaju sasvim ograničeno prostranstvo, tako da glavno obeležje zemljišnom pokrivaču na Igmanu daju krečnjaci.

Tabela br. 1

SADRŽAJ NERASTVORNOG OSTATKA U UZORCIMA KREČNJAKA SA IGMANA

Uzorak krečnjaka	Sadržaj nerastvornog ostatka u %	Mineralni deo u %	Organski deo u %
Br. 1 — Bijela kosa	0,33	0,25	0,08
Br. 2 — Crni vrh	0,12	0,10	0,02
Br. 3 — Radina šuma	0,18	0,14	0,04
Br. 4 — Debelino brdo	0,41	0,37	0,04
Br. 5 — Glavododina	0,074	0,05	0,02

Bitna odlika ovih krečnjaka je da su oni veoma čisti, jer nerastvorni ostatak iznosi kod njih od 0,074—0,41%, što se vidi iz tabele broj 1. Pošto jedino nerastvorni ostatak krečnjaka može da posluži kao mineralni materijal za obrazovanje zemljišta, a taj izvor je veoma oskudan, potrebno je da se rastvore ogromne količine krečnjaka da bi se obrazovalo jedno duboko mineralno zemljište.

Tabela br. 2

GRANULOMETRIJSKI SASTAV MORENA

Uzorak	Granulometrijske frakcije u %						
	2—0,2 mm	0,2—0,06 mm	0,06—0,02 mm	0,02—0,006 mm	0,006—0,002 mm	< 0,002 mm	> 2 mm
Br. 1							
Babin do	22,6	36,2	7,5	13,8	11,6	8,2	50,2
Br. 2							
Ravna vala	40,7	38,3	6,6	5,6	3,8	4,9	54,1

Krečnjaci se ovde javljaju kao kompaktne stene, ali u morenskim nanosima oni predstavljaju jednu izdrobljenu polidisperznu masu, u kojoj pored visokog sadržaja grubog skeleta (kamen i šljunak preko



50%) ima i sitnijih frakcija. Približan granulometrijski sastav moren-  
skih nanosa na Igmanu je prikazan u tabeli br. 2. Ovakvo fizičko stanje  
krečnjačkog substrata ima osobito velikog značaja za razvoj i za šum-  
sko-ekološke karakteristike zemljišta na ovim substratima.

Pojava pretežno dolomitnih stena zapaža se već po mikroreljefu,  
jer su karstni oblici slabo razvijeni, ili čak potpuno odsustvuju. Dolo-  
mitne stene se rastvaraju još sporije nego čisti krečnjaci, pa na njima  
uvek preovlađuju mlađa zemljišta (rendzine).

Glinci i peščari (uglavnom kredni fliš), ili rožnaci javljaju se samo  
lokalno (npr. između Čelebinog i Đurinog vrha), a za njih je vezan  
zemljišni pokrivač koji se bitno razlikuje od krečnjačkog. Na ovim ste-  
nama se obrazuju kiselo smeđa, a mestimično i površinski oglejana zem-  
ljišta, koja na krečnjačkim supstratima potpuno odsustvuju. Prema tome,  
matični supstrat se ovde javlja jednim od dominantnih pedogenetičkih  
faktora, koji zemljišnom pokrivaču daju bitno obeležje.

Na kontaktu krečnjaka sa peščarima, glincima ili rožnacima jav-  
ljaju se i izvori, koji su inače dosta retki na Igmanu (Javornik, Hra-  
snički stan, Brezovača, Lasički stan itd.).

### c) Klima

Planinski kompleks Igman—Bjelašnica, iako relativno malen po  
prostranstvu, ima veoma raznovrsne klimatske uslove. To je pre svega  
uslovljeno velikim visinskim rasponom od Sarajevskog polja do Bje-  
lašnice (oko 500—2.067 nadmorske visine), a zatim veoma komplikov-  
vanim vazдушnim strujanjima i čestim temperaturnim inverzijama na  
Igmanskoj površi.

Srednja godišnja temperatura u Ilidži (podnožje Igmana) iznosi  
9,0°C, na Igmanskoj površi iznosi oko 5,8°C, a na Bjelašnici 0,7°C. Suma  
padavina u Ilidži iznosi 1.002 mm, na Igmanskoj površi 1.565 mm, a na  
Bjelašnici 1.921 mm\*. Padavine su u svim ovim zonama tako raspore-  
đene da gotovo svi mjeseci imaju humidnu klimu (prema klasifikaciji  
L a n g a). (Izuzetak čine jedino juli i avgust u nižim pojasevima). Prema  
tome, čitavo područje ima humidnu klimu, koja sa porastom visine  
postaje sve vlažnija i hladnija, i već na Igmanskoj površi pokazuje  
karakteristike planinske klime ublaženog alpskog tipa (L u č i ć, 32),  
s vrlo hladnom zimom i svežim letima. Jesen i proleće su takođe hladni,  
a oblačnost znatna. U takvim uslovima prevagu ima tendencija ispi-  
ranja zemljišta, utoliko pre što je cirkulacija vode usled karstifikacije  
terena usmerena uglavnom vertikalno. Opadanje temperature sa visinom  
odražava se na proces transformacije organskih materija, tako što se  
do visine približno 1.600 m stalno smanjuje intenzitet procesa minera-

---

\* Meteorološki podaci za Bjelašnicu su uzeti iz rada P. Vujevića  
»Podneblje FNR Jugoslavije«, za Ilidžu iz rada Lj. Kavića »Pedogeneza  
Sarajevskog polja i njena veza sa tipovima tla priticačnih vodotoka«, a za  
Igman iz neobjavljenog rada V. Lučića »Osnovne karakteristike klime  
Igmana«.



lizacije i tako pojačava akumulacija humusa. Iznad ove granice usporen je čak i proces humifikacije i postoji jaka tendencija stvaranja sirovog humusa.

Unutar svakog od ovih pojaseva javljaju se ostrva hladnije ili toplije klime, što je uslovljeno topografijom i specifičnom prirodom supstrata. Mrazište na Velikom polju je, npr., u toku čitave godine za 2—3°C hladnije od susednih zaravni, dok je relativna vlažnost u njemu za oko 3% niža. Svaka vrtača predstavlja, ustvari, slično mikromrazište. Sa druge strane, strme i kamenite južne padine se jače zagrijavaju, naročito zbog brzog ocedivanja vode, i stoga predstavljaju kserotermne zone.

Igman je u pogledu vetrova relativno tiho područje (32), dok na Bjelašnici svaki treći dan duvaju jaki vetrovi (prosečne jačine 4° po B o f o r u). Time se objašnjava znatan uticaj savremenog eolskog procesa na zemljištima u višim pojasevima.

### **SPECIFIČNOST OBRAZOVANJA ZEMLJIŠTA NA KREČNJAKU**

Krečnjačka zemljišta čine jednu posebnu grupu, koja se po svojoj specifičnoj genezi bitno razlikuju od svih ostalih zemljišta. Posebno se to odnosi na čiste masivne krečnjake Igmana, kakvi su inače svi naši mezozojski krečnjaci. Stoga se ova zemljišta u nekim klasifikacijama izdvajaju u posebne grupe (40, 20).

Ispitivanja zemljišta na Igmanu su potvrdila neke ranije utvrđene zakonitosti u obrazovanju sličnih krečnjačkih zemljišta. No, one istovremeno pokazuju i neke drukčije rezultate nego što su ih dobili istraživači ovih zemljišta u drugim oblastima. Ona, npr., nisu karbonatna kako to pokazuju podaci K h a n a za Pakistan (17), a razlikuju se i po sastavu gline. Dok u pakistanskim zemljištima preovlađuje ilit, u analognim zemljištima kod nas dominira montmorilonit sa primesama kaolinita i hematita. Zahvaljujući takvoj kombinaciji mineralne gline, naša krečnjačka zemljišta se po konzistenciji i strukturi takođe bitno razlikuju od krečnjačkih zemljišta koja opisuje K u b i e n a (20) itd.

Na osnovu dosadašnjih ispitivanja naših krečnjačkih zemljišta, posebno igmanskih, kao i na osnovu podataka o sličnim zemljištima u drugim zemljama, mogu se ovde sumirati osnovne karakteristike geneze naših krečnjačkih zemljišta i istaći njihova specifičnost.

Jedno od centralnih pitanja je ovde problem nerastvornog ostatka krečnjaka, i njegov odnos prema zemljištu. O tome su ranije vođene velike diskusije, naročito pri razmatranju geneze *terra-rose* (vidi pod br. 15). Danas je ipak utvrđeno da mineralni materijal od kojeg se obrazuju krečnjačka zemljišta potiče od nerastvornog ostatka krečnjaka, što potvrđuju mnogobrojniji noviji radovi (15, 28, 16, 2 i dr.).

Međutim, i dalje je aktuelno pitanje u kakvom odnosu stoji nerastvorni ostatak prema odgovarajućem krečnjačkom zemljištu, i da li oslobođeni nerastvoreni ostatak predstavlja već zemljište, ili njega treba smatrati samo supstratom na kojem se obrazuju različiti tipovi zemljišta? Neki autori smatraju da se akumulirani nerastvorni ostatak ne

može izjednačiti sa zemljištem, i da on u različitim klimatskim uslovima trpi različite transformacije, prelazeći u odgovarajući tip zemljišta (8, 40). Ima, međutim, dosta radova (6, 15, 17, 28 i drugi) koji pokazuju da se mineralni deo većine krečnjačkih zemljišta po hemijskom i mineraloškom sastavu ne razlikuje bitno od nerastvornog ostatka odgovarajućih krečnjaka i da do stadije smeđeg zemljišta u njemu nastupaju sasvim neznatne promene. U prilog tome govori i činjenica da geografija ovih zemljišta u najvećoj meri zavisi od prirode nerastvornog ostatka, jer se u nas na sličnim krečnjacima, i pored veoma raznovrsnih klimatskih uslova, uvek nalazi isti kompleks zemljišta.

Naše analize (tabela br. 3) takođe pokazuju da se glina u krečnjačkim zemljištima po hemijskom sastavu bitno ne razlikuje od gline iz nerastvornog ostatka odgovarajućih krečnjaka, bez obzira na tip zemljišta. Naročito je važno da molekularni odnos  $\text{SiO}_2 : \text{R}_2\text{O}_3$  ostaje praktično gotovo neizmenjen u svim krečnjačkim zemljištima, a na tom pokazatelju bi se najpre mogle odraziti eventualne dublje promene mineralnog dela prouzrokovane pedogenetičkim procesima.

Tabela br. 3

ELEMENTARNA ANALIZA PROFILA BR. 40, 41, 42 I 43

Tip zemljišta i broj profila	Dubina	Gubitak pri merenju	$\text{SiO}_2$ u %	$\text{R}_2\text{O}_3$ u %	$\text{Fe}_2\text{O}_3$ u %	$\text{Al}_2\text{O}_3$ u %	CaO u %	MgO u %
Smeđa zemljišta broj 40	0—15	32,80	59,54	32,06	8,62	23,42	2,93	2,13
	20—40	20,20	53,24	33,88	8,46	25,42	1,88	2,76
Glina	0—15	25,41	49,13	48,28	35,89	12,42	0,88	0,002
	20—40	21,50	50,14	42,62	18,92	25,15	0,94	0,100
Glineni nera- stvorni ostatak krečnjaka br 40		21,70	48,40	41,37	9,36	32,01	2,49	0,51
Ilimerizovano zemljište br. 41	0—10	24,26	66,23	26,99	8,14	18,85	2,64	1,91
	10—25	16,38	62,93	29,94	8,06	20,88	1,78	2,39
	35—55	15,11	56,05	37,85	10,30	27,55	2,36	3,23
Glina	0—10	22,62	47,05	46,65	23,47	23,18	1,09	0,52
	10—25	16,94	47,85	47,80	16,22	30,27	1,09	0,35
	35—55	23,19	46,33	45,64	16,77	28,87	1,44	0,35
Glinoviti nera- stvorivi ostatak krečnjaka br. 41		14,90	43,50	38,42	12,20	26,22	1,35	1,19
Rendzina broj 42								
	0—20	45,98	53,95	33,42	9,95	23,47	6,48	4,07
Glina	0—20	32,50	51,42	46,62	16,84	34,37	1,88	0,15
Glinoviti nera- stvoreni ostatak krečnjaka broj 42		16,05	49,89	35,66	6,32	29,34	2,00	0,43
Kiselo smeđe zemljište	0—10	39,26	73,80	22,81	6,38	16,43	3,29	1,56
	20—40	13,28	71,22	23,47	6,78	16,69	1,15	1,50
	50—70	7,88	70,07	26,38	6,38	20,00	1,09	2,36



I sastav mineralne gline je sličan u sva tri tipa krečnjačkih zemljišta, što takođe znači da mineralna materija ne trpi dublje transformacije u pedogenezi (vidi rendgenogramе i DTA krive)\*.

Rastvaranje krečnjaka i akumulacija nerastvornog ostatka je nesumnjivo jedan od bitnih pedogenetičkih procesa karakterističnih za sva krečnjačka zemljišta (vidi 1). Prema tome, nagomilavanje nerastvornog ostatka je posljedica pedogenetičkih procesa i zato se taj reziduum ne može smatrati supstratom, već zemljišnim materijalom. Jedna od specifičnosti toga osnovnog procesa je njegova prilična nezavisnost od klimatskih uslova. U tom smislu on se može smatrati univerzalnim, a klimatski uslovi mogu uticati samo na njegov intenzitet, i to drukčije nego što utiču na intenzitet raspadanja silikatnih stena. Rastvaranje krečnjaka kao oblik raspadanja zavisan je u najvećoj meri od količine CO<sub>2</sub> u zemljišnom rastvoru, a ova je, pored ostalog, veća ukoliko je temperatura niža (1). Poznato je, međutim, da je hidroliza silikatnih stena uvek intenzivnija sa porastom temperature.

Pošto se na taj način isti tipovi krečnjačkih zemljišta mogu naći u veoma raznovrsnim klimatskim uslovima, oni se i pored sličnosti po morfologiji i fizičko-hemijskim svojstvima međusobno jako razlikuju po vodnom režimu i dinamici. Zato se isti tipovi krečnjačkih zemljišta javljaju kao veoma različite ekološke varijante, koje mogu biti naseleljene raznovrsnom vegetacijom.

Male količine nerastvornog ostatka i sporo rastvaranje krečnjaka čine da je obrazovanje krečnjačkih zemljišta veoma spor proces. Interesantna su u tom pogledu izračunavanja Wernera (28), koji je primenom više različitih metoda utvrdio da je za obrazovanje zemljišnog sloja debljine 1 cm iz krečnjaka sa 7% nerastvornog ostatka bilo potrebno 1.300—2.000 godina. Ako bismo ove podatke uz najveće rezerve preneli na uslove Igmanskog krečnjaka koji sadrži 0,074—0,41% nerastvornog ostatka, moglo bi se računati da je za isti sloj bilo potrebno bar 8.000—10.000 godina. Prema tome, jedno smeđe zemljište duboko 60 cm moralo bi biti staro oko 500.000 godina, što znači da početak njegovog obrazovanja datira još od kraja tercijera. Iz toga dalje proizlazi da su se pri obrazovanju krečnjačkih zemljišta smenjivali različiti klimatski uslovi, pa ona i zbog toga ne pokazuju korelaciju sa određenom savremenom klimom. Ako se pri tome ima u vidu da se i pored tako dugotrajne geneze, stvorena zemljišta ne razlikuju bitno od nerastvornog ostatka krečnjaka, kako to pokazuju pomenuta ispitivanja, onda se mora zaključiti da je krečnjački reziduum veoma stabilan. U njemu se stvarno ne

---

\* Diferencijalna termička analiza izvršena je u Institutu za kemiju i tehnologiju silikata u Zagrebu. Analizu su izvršile Kitler Marija i Čižmek inž. Emilija na poluautomatskoj aparaturi marke Gebruder — Netzsch prema Linseis-u Pt/Pt Rh termoelementima, sa prosečnom brzinom zagrijavanja od 10°C/min.

Rendgenografska analiza izvršena je u »ELEKTROSONDU« Zagreb. Analizu je izvršio Mladen Šiljak uz sledeće uslove rada: Debye-Scherrerova metoda; Cok  $\alpha$  — zračenje;  $\lambda = 1,7902 \text{ \AA}$ ; filter Fe; komora cilindrična 114,6 mm; regularni položaj filma; kapilare 0,3 mm.



vrše značajniji procesi metamorfoze, a krupnije promene nastupaju tek kada se stvore uslovi za pojavu procesa migracije gline.

Za vodni režim ovih zemljišta karakteristična je dobra propustljivost za vodu gotovo svih tipova, a takođe i same krečnjačke stene. Takva vertikalna cirkulacija vode omogućuje ovde vrlo intenzivno ispiranje materija iz pedosfere u litosferu, što se u našim uslovima retko može sresti na drugim supstratima, čak i kada su u pitanju peskovita zemljišta.

Zbog takvog osobenog mehanizma obrazovanja zemljišta na krečnjacima, njihov razvoj već od primarnih stadija nosi specifično obeležje. Poznato je da se u genetički mladim zemljištima u velikoj meri oseća uticaj matičnog supstrata, jer u sastav mineralnog dela ulazi još slabo izmenjena i uglavnom mehanički rastrošena stena. Ovo opšte pravilo ne važi za krečnjačka zemljišta, jer se na njima već u primarnim stadijima akumulacijom nerastvornog ostatka javljaju sasvim novi kvaliteti, bitno različiti od osobina krečnjaka kao matične stene.

Kubiená (9) i Pallman (25) su najdetaljnije prikazali razvoj zemljišta na krečnjacima i genetičku vezu koja postoji između pojedinih tipova krečnjačkih zemljišta. Značajnu dopunu u tom pogledu predstavlja i studija Wenera o smeđim krečnjačkim zemljištima u Švap-skim Alpima (28). Razvoj krečnjačkih zemljišta kod nas proučavali su Pavičević (24), Kovačević (18), Janeković (11) i drugi. Sva dosadašnja ispitivanja pokazuju da razvojnu seriju na krečnjacima čine tri osnovna tipa zemljišta: rendzina, smeđe krečnjačko zemljište i ilimerizovano (lesivirano) zemljište. U nekim oblastima se javlja *terra rosa* kao član evolucione serije. Na Igmanu se nalazi razvojna serija sa smeđim zemljištima, a mestimična pojava *terra rosse* je uslovljena litogenim faktorom.

U razvojnom ciklusu na ovim krečnjacima možemo izdvojiti sledeće karakteristične faze pedogeneze: 1. Naseljavanje organizama na gole stene i akumulacija humusa koprogenog porekla. Akumulacija nerastvornog ostatka u toj fazi je sasvim neznatna, tako da mineralni deo zemljišta ima podređenu ulogu (organogena rendzina), 2. Akumulacija nerastvornog ostatka u tolikoj meri da se može obrazovati organo-mineralni kompleks (organomineralna rendzina), 3. Porast debljine sloja akumuliranog reziduumu, usled čega dublji delovi toga sloja ostaju izvan humusno-akumulacione zone, i stoga nose mineralni karakter (smeđa zemljišta), 4. Dalji porast debljine sloja i jače ispiranje baza prouzrokuje premeštanje gline i diferenciranje profila (ilimerizovano zemljište).

Takav tok razvoja pokazuje da je porast debljine akumuliranog nerastvornog ostatka najvažniji preduslov za prelazak jednog tipa krečnjačkih zemljišta u drugi, tj. kvantitativno nagomilavanje nerastvornog ostatka je uzrok kvalitativnim promenama. Pri tome se elementarni hemijski sastav mineralnog dela ovih zemljišta bitno ne menja sve do nastupanja stadija ilimerizovanih zemljišta, kako to pokazuju podaci u tabeli broj 3. Svaki tip krečnjačkih zemljišta ima svoju karakterističnu dubinu, tako da sa porastom debljine akumuliranog sloja nerastvornog ostatka imamo i razvijenije tipove krečnjačkih zemljišta. Zahvaljujući



karstifikaciji mezozojskih krečnjaka (što je na Igmanu naročito izraženo), dubina akumuliranog ostatka je vrlo promenljiva, usled čega se i pojedini tipovi krečnjačkih zemljišta naglo smenjuju, tako da se ponekad nalaze sva tri osnovna tipa na nekoliko kvadratnih metara površine.

Ovakav tok razvoja je često remećen eolskim nanosima, koji su mogli biti naročito aktivni u periglacialnim zonama na visokim Dinarskim planinama. Bjelašnica je i danas izložena snažnim vetrovima tako da eolski nanos i u savremenom periodu može predstavljati važan izvor mineralnog dela zemljišta. Interesantno je da se eolski nanosi po granulometrijskom i po mineraloškom sastavu bitno razlikuju od krečnjačkog rezidua — oni su peskovite ilovače bogate kvarcom (*Schuluflehm*, prema nemačkim autorima). Priticanjem ovog, u odnosu na krečnjak stranog materijala, znatno se ubrzava stvaranje mineralne komponente zemljišta, ali to istovremeno jako komplikuje i njihovu genezu. Ako se ovaj peskovito-ilovasti nanos akumulira, neposredno preko krečnjačke stene, onda ova nema karakter matičnog supstrata, već predstavlja D horizont, a ako je akumuliran preko starih zemljišta stvaraju se dvoslojni profili. Osim toga, moguće je i mešanje ovih dveju vrsta mineralnog materijala.

Jedan od faktora koji veoma mnogo utiče na genezu i geografiju planinskih zemljišta je površinska erozija. Međutim, karstifikovani krečnjaci stvaraju hidrološke uslove koji se karakterišu vertikalnim oticanjem atmosferske vode, usled čega je površinska erozija u normalnim uslovima na Igmanu zamenjena dubinskom karstnom erozijom. Ova dubinska erozija prouzrokuje sasvim drukčije posledice nego površinska i u znatno manjoj meri utiče na tok geneze ove serije zemljišta, nego što to čini površinska erozija u planinskim područjima.

## I. TIPOVI ZEMLJIŠTA NA KREČNJACIMA I DOLOMITIMA

### a) Rendzine

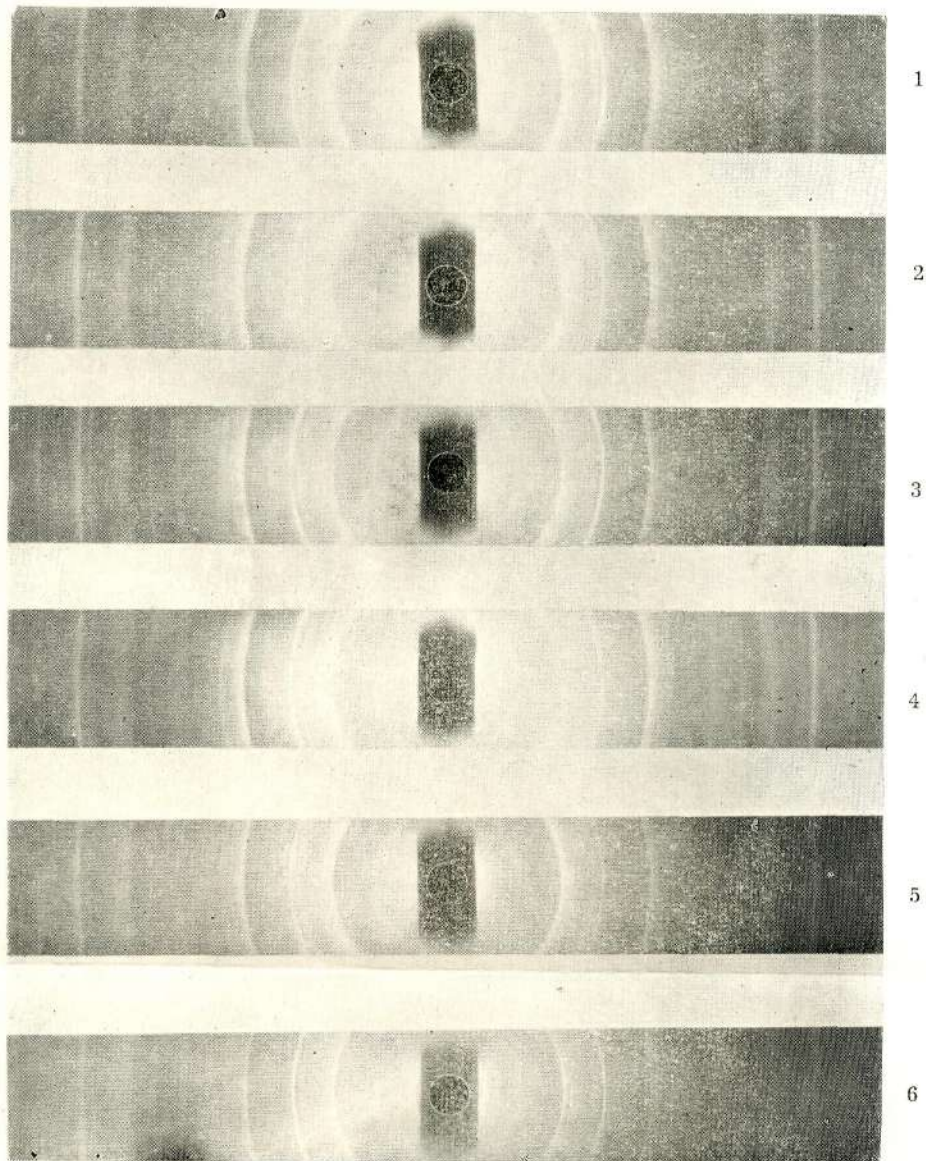
Na Igmanu se, u zavisnosti od stepena razvoja, petrografskih modifikacija krečnjačkih supstrata i od fizičkog stanja supstrata, javljaju sledeće varijante rendzina:

1. Rendzina na kompaktnim krečnjacima,
2. Rendzina na moreni

Ove dve vrste rendzina se jasno međusobno diferenciraju, kako po morfološkim oznakama, tako i po ekološkom značaju, pa su stoga izdvojene kao posebne sistematske jedinice, iako njihov rang u hijerarhijskom sistemu još nije definitivno određen. Prikazaćemo uslove obrazovanja i osnovne osobine svake od ovih rendzina, ističući naročito njihove proizvodne i ekološke karakteristike.

#### 1. Rendzine na kompaktnim krečnjacima

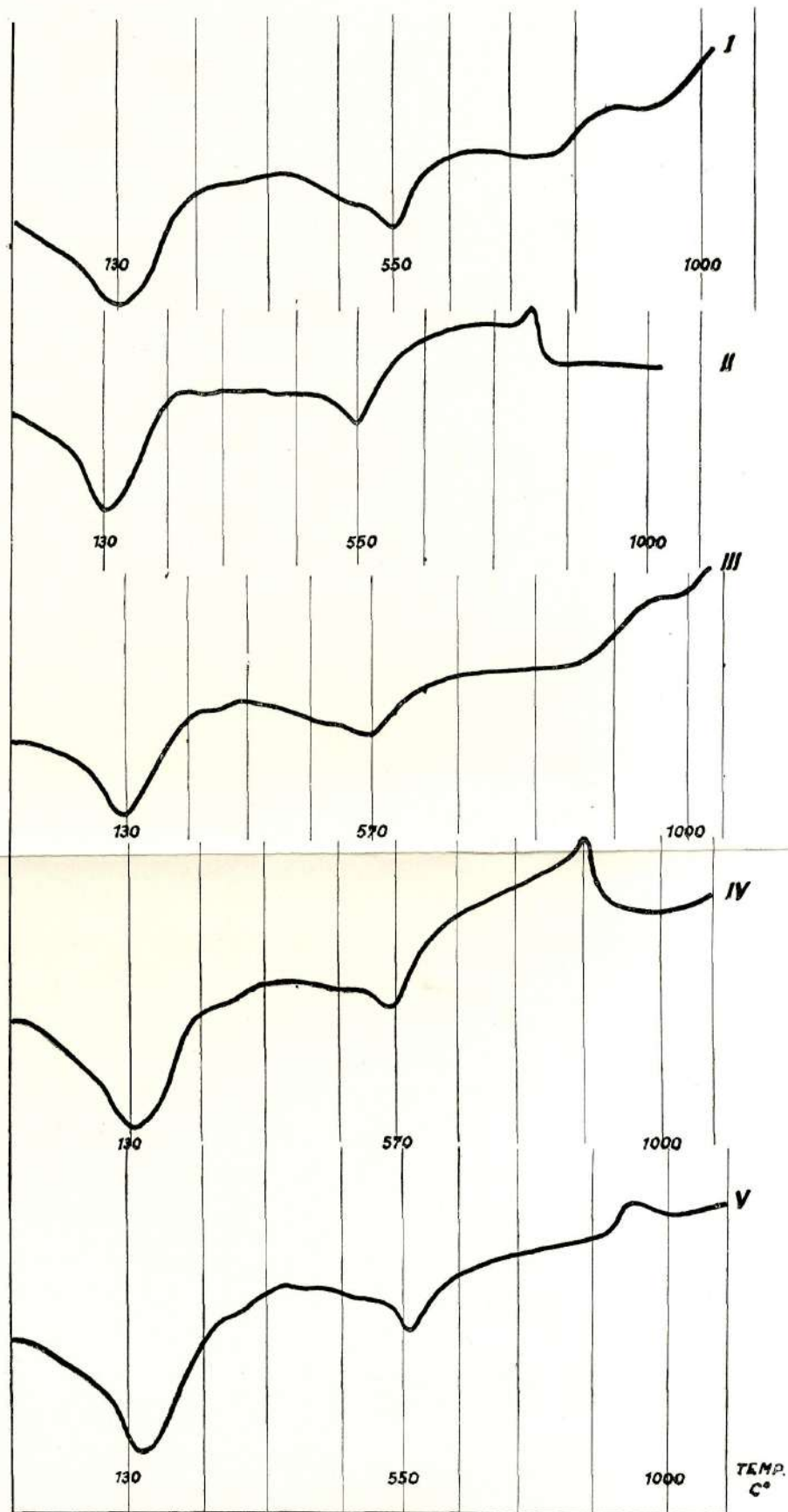
Ove rendzine predstavljaju primarnu razvojnu fazu na jedrim krečnjacima. To su plitka zemljišta sa profilom tipa A—C, obično bogata humusom.



RENDGENOGRAMI FRAKCIJE GLINE U GLAVNIM TIPOVIMA  
ZEMLJIŠTA

- Br. 1. — Smeđe zemljište br. 40 — A horizont; montmorilonit, kvarc, kaolinit i vrlo malo hematita.
- Br. 2. — Smeđe zemljište br. 40 — (B) horizont; montmorilonit, kvarc, kaolinit i malo hematita.
- Br. 3. — Ilimerizovano zemljište br. 41 — A<sub>1</sub> podhorizont; montmorilonit, kvarc, kaolinit i vrlo malo hematita.
- Br. 4. — Ilimerizovano zemljište br. 41 — A<sub>2</sub> podhorizont; montmorilonit, kvarc, kaolinit i vrlo malo hematita.
- Br. 5. — Ilimerizovano zemljište br. 41 — B horizont; montmorilonit, kaolinit i kvarc.
- Br. 6. — Rendzina br. 42 — A<sub>1</sub> podhorizont; montmorilonit, kvarc, kaolinit i hematit u tragovima.
- Osim ovoga u svim uzorcima nalaze se u tragovima illit i gipsit.





**DTA krivulje**

**REZULTATI DIFERENCIJALNO TERMIČKE ANALIZE**

- I. Smeđe zemljište br. 40 — A horizont; montmorilonit bogat gvoždem.
- II. Smeđe zemljište br. 40 — (B) horizont; montmorilonit i veće količine kaolinita.
- III. Ilimerizovano zemljište br. 41 — A<sub>1</sub> podhorizont; montmorilonit bogat gvoždem i manje količine kaolinita.
- IV. Ilimerizovano zemljište br. 41 — A<sub>2</sub> podhorizont; montmorilonit i veće količine kaolinita.
- V. Ilimerizovano zemljište br. 41 — B horizont; montmorilonit i kaolinit.

Na Igmanu ova zemljišta zauzimaju, pre svega, strnije padine i glavice vrhova koji se izdižu iz Igmanske površi i dostižu visinu od 1.500 m (Đurin vrh, Čelbin vrh, Javornik, Crni vrh itd.). Njihovu pojavu ovde uslovljavaju, uglavnom, topogeni i specifični klimatski uslovi; na strmim padinama i glavicama je razvoj zemljišta usporen zbog redukovanog vlaženja i pojačane denudacije, a niske temperature, jaki vetrovi i ekstremna temperaturna kolebanja u ovim visokim pojasevima, takođe, doprinose da se zemljišta obogaćuju humusom i trajno održavaju u inicijalnoj razvojnoj fazi. Na severnim padinama Bjelašnice, koje su okrenute prema Ravnoj vali, ova zemljišta su zastupljena takođe u velikoj meri, jer klima u toj visinskoj zoni (do 2.000 m) postaje još ekstremnija, a zemljišta su ovde i u apsolutnom smislu mlađa. To je, naime, zona u kojoj je snežnom i glečerskom erozijom u pleistocenu stari zemljišni pokrivač potpuno uništen, tako da su se nova zemljišta mogla obrazovati u znatno kraćem vremenskom intervalu nego ostala dublja zemljišta Igmana, koja su u većini slučajeva tercijarne starosti. Osim toga, substrat na kojem se obrazuje rendzina u ovoj zoni, delimično je izdrobljen pomenutim nivacionim procesima, tako da se u C horizontu, pored kompaktne stene, nalazi i isitnjen materijal (slika broj 4).



Slika br. 4 — Bjelašnica. U C horizontu nalazi se glacijalni materijal

U ovoj zoni se oseća jak uticaj eolskih nanosa (verovatno delimično i recentnih), usled čega mineralni deo nije izrazito glinovit kao u ostalih krečnjačkih zemljišta, već sadrži visok procent praškastih i peskovitih čestica (vidi tabelu br. 4). Te eolske primese imaju znatnog uticaja i na dalji tok evolucije ovih zemljišta, jer su čestice praha pretežno silicij-skog karaktera, pa se razvijeniya i dublja zemljišta brzo zakiseljavaju, naročito ako u tom smislu deluje vegetacija (profil broj 5b u odelu br. 64b).





Pošto mineralni deo u humusnom horizontu potiče velikim delom od beskarbonatnih eolskih nanosa, krečnjačka stena predstavlja ovde više D horizont. Problem je, prema tome, da li ova zemljišta uopšte možemo svrstati u rendzine? Ako pretpostavimo da je priticanje eolskog materijala bilo maksimalno u pleistocenu, a danas je ili prestalo ili je znatno redukovano, i dalji razvoj teče više uz učešće krečnjaka (krečnjački skelet jako utiče na dinamiku ovih zemljišta), možemo ova zemljišta smatrati jednim specifičnim tipom silikatno-karbonatnih rendzina.

U nižim područjima rendzine su vezane za dolomitne partije stena (okolina Hrasničkog stana i odel 1 i 2), koje se sporije rastvaraju i zadržavaju razvoj zemljišta. Osim toga, nalazimo rendzine na kupastim formama reljefa ili u zonama gde je krečnjak jako polomljen i stene ekstremno propustljive za vodu (npr. Stupnik).

Na Igmanu su mestimično razvijene i rendzine na dolomitnom pesku (pržini) koji nastaje mehaničkim raspadanjem saharoidnih dolomita i dolomitnih krečnjaka. Susreću se na putu Bijela kosa—Hrasnički stan, a naročito su česte u 1 i 2 odelu pokraj puta Brezovača—Hadžići. One obično imaju dublji humusni horizont, zatim prelazni AC i peskoviti C<sub>1</sub> horizont. Imaju jako peskovit mehanički sastav (vidi tabelu br. 4a), bogate su humusom i, za razliku od ostalih rendzina, imaju visok sadržaj karbonata od površine (ako se nalaze na dolomitnim krečnjacima). Iako dublje, ove rendzine zbog velike peskovitosti imaju kserotermniju pedoklimu nego ostale rendzine.

Tabela br. 4a

RENDZINA NA DOLOMITNOM PESKU

Dubina	Horizont	Hidroškopska vlaga %	Humus %	% N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg <sup>2</sup> /100 gr	pH		CaCO <sub>3</sub> %	Veličina čestica u mm			
						H <sub>2</sub> O	KCL		0,2- -0,02	0,02 0,002	<0,002	
5—20	A <sub>1</sub>	6,2	18,1	1,03	0,08	8,20	7,00	47,97	0,46	77,6	17,5	4,3
35—45	AC	1,4	3,5	0,17	0,18	8,05	7,30	80,29	0,65	91,7	6,0	1,6

Morfološke, fizičke i hemijske karakteristike — Dubina A horizonta ovih zemljišta u normalnim uslovima iznosi 10 do 20 cm (sl. br. 5). Međutim, na mestima gde je materijal eolskim ili deluvijalnim procesom nagomilan, mogu biti duboka i do 50 cm (profil br. 20 u odelu 96). A horizont je bogat krečnjačkim skeletom, i često se u vidu uskih žila provlači između blokova kamenja. Boja A horizonta je u višim regionima izrazito crna, dok u nižim zonama ima smeđu boju. Ova zemljišta se javljaju u obliku većih ili manjih isprekidanih dok je u nižim zrnasta.



Iz tabele broj 4 vidi se da su ovo po mehaničkom sastavu peskovite ilovače ili ilovače, a visok sadržaj frakcija praha naročito u višim zonama upućuje na udeo eolskih nanosa u mineralnom materijalu. Zbog takvog mehaničkog sastava i strukture ona su rastresita i jako propustljiva za vodu. Zemljište nije sposobno da formira veće rezerve vode (pre svega zbog male dubine), a procent fiziološki neaktivne vode s obzirom na sadržaj humusa mora biti visok.



Slika br. 5 — Rendzina na kompaktnom krečnjaku

Sadržaj humusa i azota se u visokim zonama kreće oko donje granice karakteristične za organogene rendzine (od 20—23%), dok se u nižim delovima kreće od 6—10%. Uzrok tako velikog kolebanja sadržaja humusa u ovom tipu zemljišta je velika visinska amplituda njegovog prostiranja na Igmanu. Paralelno sa humusom varira i ukupan sadržaj azota, održavajući odnos C:N približno oko vrednosti 10. Reakcija rendzina je slabo kisela do neutralna, ali ona ovde pokazuje i tendenciju zakiseljavanja uglavnom u dva slučaja. Ako su primese silikatnog supstrata jače zastupljene (što je naročito karakteristično za više regione), može uz jače učešće smrče u sastojini doći do zakiseljavanja (primer profil br. 5b). U drugom slučaju zakiseljavanje je vezano za stvaranje sirovog humusa, što na krečnjačkim rendzinama nije redak slučaj. Rendzine potpomažu takvu tendenciju na prvom mestu svojom pedoklimatskom suvošću, a ako se na to nadovežu i drugi činiooci, kao što je hladna klima mrazišta u Velikom polju, ili nepovoljan sastav prostirke u čistim smrčevim sastojinama i klekovini bora, obrazuje se sirovi humus. Primer takvog profila sa razvijenim sirovim humusom je fragmenata, a nekad i u obliku takozvanih jastučastih rendzina (po kla-



sifikaciji K u b i e n a - e). U višim zonama je struktura često praškasta profil br. 37 u 24 odelu, koji pokazuje već znatno zakiseljavanje (tabela broj 4). Kapacitet adsorpcije je zahvaljujući bogatstvu humusa visok (50—70 m/ekv), a adsorptivni kompleks je pretežno zasićen bazama.

## 2. Rendzine na morenama

Morenski nanosi zauzimaju na Igmanu velike površine i to u području Ravne vale, Igman šume, Radove šume i Babinog dola. S obzirom na relativno kratak put kretanja glečera morenski nanosi su ovde dosta grubi (preko 50% skeleta), no i pored toga sadrže 15—25% čestica praha i gline, što ovim nanosima daje relativno dobre fizičke osobine. Pri tome se krajnje morene (južna granica rasprostranjenja) odlikuju većim sadržajem sitnih čestica, dok su bočne morene naročito u zoni bližoj cirkovima grublje. Starije morene (periferna zona) su samo delimično dijagenizirane, dok su mlađe morene potpuno rastresite. Na morenskim nanosima je rendzina gotovo jedini tip zemljišta kojeg na Igmanu nalazimo.

Ova rendzina se razlikuje od prethodnih po nekim bitnim karakteristikama: 1. Fiziološki aktivni profil ove rendzine je znatno dublji, jer koren prodire i duboko u supstrat (morenu), gde nalazi vodu i hranljive materije. 2. Humusni horizont morenskih rendzina je gotovo dvostruko deblji (oko 40 cm) nego u rendzine na kompaktnim krečnjacima, i ovde on prelazi u supstrat preko jednog AC horizonta koji je karbonatan. 3. Morenske rendzine imaju znatno povoljniji vodni režim, jer supstrat ovde znatno bolje zadržava vodu nego kompaktni karstifikovani krečnjak (slika broj 6).



Slika br. 6 — Rendzina na moreni (Vratlo)

Analitički podaci (tabela broj 5) pokazuju veliku akumulaciju humusa (od 20 i više procenata), pri čemu i na dubini od 40 cm nalazimo još uvek relativno visok procent humusa (vidi profil 13 i 14). Tako debeo



HEMIJSKE I FIZIČKE OSOBINE RENDZINA NA MORENI

Tabela br. 5

Broj profila	Horizont	Dubina u cm	pH		Procent humusa	N %		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> u mgr. na 100 grama zemlje	K <sub>2</sub> O %	CaCO <sub>3</sub> u %	Adsorptivni kompleks				Granulometrijski sastav u %					
			H <sub>2</sub> O	KCl		C : N	N %				T	S	H	V/%	Čestice u mm					
															2-	0,2-	-0,02	0,02	0,006	0,002
13	A <sub>1</sub>	0—20	6,82	6,04	9,3	9	1,04	0,5	12,15	0	65,4	57,4	7,9	87,8	27,0	16,8	8,3	20,3	8,9	18,6
		20—40	7,56	6,88			0,58	0,1	4,9	0	58,9	57,1	1,8	96,9	20,2	7,8	7,5	22,8	16,6	24,9
14	A <sub>1</sub>	0—15	5,37	4,45	11,4	10	1,28	0,4	9,4	0	98,3	49,4	48,8	50,31	45,3	0,3	16,8	15,4	5,8	12,2
		20—35	7,31	6,45	5,7	7	0,88	0,2	4,3	0	61,1	58,2	3,0	95,1	20,0	16,3	10,4	25,1	13,5	14,7
16	A <sub>1</sub>	0—20	6,33	5,52	20,2	25	0,78	0,6	13,6	0	90,0	75,5	14,5	83,8	17,7	1,1	4,3	26,4	28,9	21,2
25	A <sub>1</sub>	0—20	6,46	5,53	19,8	28	0,70	0,7	12,0	0	—	—	—	—	19,2	4,6	16,7	29,5	13,6	16,2

humusno-akumulativni horizont mogao se obrazovati zbog nesmetanog prodiranja glavne mase korenja na veću dubinu, zbog veće proizvodnje organske materije uopšte i intenzivnije biološke aktivnosti, kao i stabilizacionog delovanja Ca. Pošto se ova zemljišta na Igmanu praktično ne spuštaju ispod 1.300 m, razumljivo je da se sadržaj humusa održava na relativno visokom nivou. Ova zemljišta se, uglavnom, neutralne reakcije, a u AC horizontu su čak i karbonatna. Tendencije stvaranja sirovog humusa u površinskim slojevima pokazuju se na mestima gde truli drvena masa od izvaljenih starih klada, iako to nije praćeno zakiseljavanjem, već samo širokim odnosom C:N (profil br. 16, 25). Adsorptivni kompleks ima slične karakteristike kao i u rendzini na kompaktnom krečnjaku.

### b) Smeđa krečnjačka zemljišta

Smeđa zemljišta su najviše nastupljena na zaravnjenim delovima Igmanske površi. Ređe se nalaze tipični profili ovih zemljišta a više su zastupljene prelazne forme ka rendzini ili ilimerizovanom zemljištu.

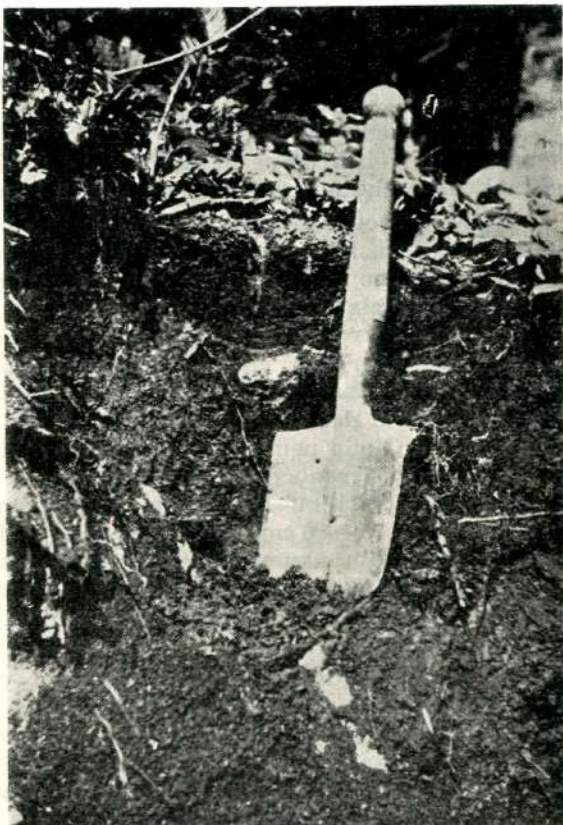
Geneza ovog tipa zemljišta i razlozi za njegovo izdvajanje u samostalnu taksonomsku jedinicu izneti su u jednom ranijem radu (5). Ovdje treba istaći samo neke specifičnosti u genezi pomenutih prelaznih formi na Igmanu. Prelazna forma rendzina — smeđe zemljište može nastati progresivnim razvojem iz rendzina ili sekundarnom humifikacijom ostataka smeđeg zemljišta, čija debljina iznosi oko 20—30 cm. Međutim, u oba slučaja je rezultat i morfološki i u ekološkom pogledu potpuno isti, jer se mineralni deo oba tipa zemljišta bitno ne razlikuje, kako smo to ranije videli. Otuda nema potrebe da se ova dva slučaja razdvajaju, niti je to praktično moguće. Prelazna forma ka ilimerizovanom zemljištu nastaje procesom ilimerizacije čim dubina smeđeg zemljišta pređe kritičnu granicu (50—60 cm). Međutim, srodne forme nastaju i ako se u površinskom sloju akumuliraju manje količine beskarbonatnog peskovito-praškastog materijala, a tu formu je dosta teško morfološki odvojiti od normalnih profila slabo ilimerizovanih smeđih zemljišta.

Minimalna dubina ovih zemljišta iznosi oko 30 cm, a maksimalna 50—60 cm. Ispod donje granice apsolutno preovlađuju karakteristike rendzina, a iznad gornje granice preovlađuje proces ilimerizacije. Efektivna dubina u pojedinačnim pukotinama može biti i veća (slika broj 7). Debljina humusnog horizonta se kreće od 5—10 cm i stoji u obrnutoj srazmeri sa debljinom čitavog profila. Uglavnom se radi o formi zrelog humusa, iako uz veće učešće bora ili smrče u sastojini dolazi i do obrazovanja prelaznog humusa. U izrazito nepovoljnim uslovima može se javiti i sirovi humus. Takav je, npr., profil broj 26 u Ravnoj vali, u smrčevoj šumi u mrazištu sa gustim pokrovom borovnica. Boja A horizonta smeđih zemljišta je tamnosmeđa.

Humusni horizont dosta postupno prelazi u (B) horizont, koji je nastao procesom oglinjavanja (akumulacijom gline iz nerastvornog ostatka krečnjaka). Boja ovog horizonta je smeđa do crvenkastosmeđa. Odlikuje se dosta tipičnom i stabilnom poliedričnom strukturom. U njemu, po pravilu, nalazimo ređe krupnije odlomke krečnjaka. Granica prema C horizontu je nepravilna.



Analize u tabeli broj 6 pokazuju da su zemljišta naročito u (B) horizontu težeg mehaničkog sastava (glinovite ilovače do glinuše). Profil uglavnom nije znatnije diferenciran po mehaničkom sastavu, što je i normalno za ovaj tip zemljišta. Jače diferenciranje može nastupiti zbog eolskih primesa u površinskim slojevima, ili pak zbog toga što se u nekim debljim pukotinama može soliflukcijom nagomilati najfiniji glinoviti materijal (profil br. 1). Važno je da ova zemljišta i pored teškog mehaničkog sastava nemaju nepovoljna fizička svojstva, zahvaljujući pre svega stabilnosti strukture. To, pored ostalog, treba pripisati dosta osetnim primesama hematita u frakciji gline, što je konstatovano na rendgenogramima.



Slika br. 7 — Smeđe zemljište na krečnjaku (Đurino brdo)

Sadržaj humusa se kreće od 6—10%, zavisno pre svega od nadmorske visine. Ova zemljišta su u površinskim slojevima kiselija od rendzina, (pH 5,0—5,5) dok se u dubljim slojevima pH vrednost povećava na 6,0 do 6,5. Stepem zasićenosti bazama je u površinskim slojevima nekad vrlo nizak (26—37%), dok s dubinom znatno raste. Stepem zakiseljenosti ovih zemljišta zavisi u velikoj meri od karaktera vegetacije. Šmrča i beli bor, izgleda, najviše doprinose njihovom zakiseljavanju. Kapacitet apsorpcije (T) je usled smanjenja količine humusa gotovo upola manji nego u rendzinama.

HEMIJSKE I FIZIČKE OSOBINE SMEĐIH KREČNJAČKIH ZEMLJIŠTA

Tabela br. 6

Broj profila	Horizont	Dubina u cm	pH		Procent humusa	C : N	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> u mgr. na 100 grama zemlje	K <sub>2</sub> O %	CaCO <sub>3</sub> u %	Adsorptivni kompleks				Granulometrijski sastav u %					
			H <sub>2</sub> O	KCl							T	S	H	V/%	2- -0,2	0,2- -0,06	0,06- -0,02	0,006- 0,002	<0,002	
			m/ekv.								Čestice u mm									
1	A	2—13	5,16	3,99	9,6	17	0,56	0,4	14,8	0	48,6	18,4	30,2	37,8	3,9	3,7	13,5	34,7	11,2	32,7
	(B)	20—35	6,47	5,31	3,0	11	0,26	—	—	0	35,2	31,7	3,5	89,8	0,05	0,8	6,7	21,4	14,4	56,6
26	A <sub>0</sub>	0—10	5,47	4,53	27,52	19	1,38	1,1	23,7	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	(B)	12—30	6,60	5,56	9,2	20	0,46	0,7	7,0	0	55,2	47,6	7,6	86,1	6,3	5,5	8,9	33,7	16,8	28,5
30	A <sub>1</sub>	0—10	7,10	6,5	7,8	9	0,88	0,81	22,9	0	—	—	—	—	25,4	11,2	18,3	18,5	10,3	16,1
	(B)	10—25	7,40	6,5	4,0	8	0,48	0,05	5,6	0	—	—	—	—	6,4	24,8	2,2	30,7	13,8	21,9
40	A <sub>1</sub>	0—15	4,95	3,95	6,15	9	0,64	0,39	13,1	0	65,4	17,2	48,2	26,3	7,7	19,9	11,5	19,2	13,2	35,3
	(B)	20—40	5,90	4,0	2,10	9	0,24	0,11	7,3	0	29,5	28,0	1,6	94,0	7,7	3,5	7,2	36,1	11,2	34,2



### c) Ilimerizovana (lesivirana) zemljišta

Proces ilimerizacije (ispiranje gline iz površinskih u dublje slojeve) zahvata na Igmanu gotovo sva krečnjačka zemljišta koja su dublja od 60 cm. To su najstarija i genetički najrazvijenija krečnjačka zemljišta koja su kroz svoju dugotrajnu evoluciju bila podložna različitim klimatskim uticajima. Karstni i eolski proces su takođe imali uticaja na njihovo formiranje. Danas se ona na Igmanu javljaju u tri karakteristična oblika. Jedna nastaju iz smeđih krečnjačkih zemljišta, procesom ilimerizacije koji zahvata gornjih 15—20 cm (profil 2, 9, 14). Pri tome molekularni odnos  $\text{SiO}_2 : \text{R}_2\text{O}_3$  u frakciji gline ostaje konstantan, što se može smatrati važnim dijagnostičkim znakom za proces ilimerizacije (vidi profil br. 41 u tabeli br. 3). Usled gubitka gline ovi površinski slojevi postaju lakše ilovače, dok su dublji slojevi, po pravilu, glinuše. Posledica ispiranja gline je gubitak one karakteristično crvenosmeđe boje u površinskom sloju, a nju zamenjuje bleđožuta boja. Odnos izbledelog ilovastog sloja na površini prema glinovitom smeđem sloju koji leži ispod njega je približno 1 : 4, kako je već ranije za ovu varijantu ustanovio W e n n e r (16).

Druga forma je morfološki i ekološki vrlo srodna prvoj, a njena specifičnost je u tome što ima delimično ili potpuno alohtoni (nanešeni) eluvijalni horizont. Bleđožuti ilovasti materijal koji je ovde nanet, najčešće vetrom, potiče po svoj prilici iz eluvijalnog sloja normalnih ilimerizovanih zemljišta (38). Najnovija ispitivanja sličnih zemljišta u Hrvatskoj (R a c z, 26) potvrđuju ovakve pretpostavke. Pošto je izvorni materijal sličan, ova zemljišta se obično razlikuju bitno od prethodnih, ali postoji nekoliko dijagnostičkih znakova koji dozvoljavaju njihovo izdvajanje. To je, pre svega, debljina bleđožutog ilovastog sloja na površini, koji može biti debeo i do 1 m i tako znatno prevazilaziti po debljini glinoviti sloj na kojem leži. Osim toga, prilikom transporta ovaj materijal se presortira i postaje lakšeg mehaničkog sastava, uz nagomilavanje karakterističnih eolskih frakcija praha. Otuda je za njih karakteristično oštrije diferenciranje dvaju slojeva po mehaničkom sastavu i oštrij prelaz između njih (profil broj 15, tabela broj 7). Oštar i neprirodan prelaz je vidljiv i na preseku zemljišta (slika br. 8).

Treća varijanta ilimerizovanih zemljišta je naročito karakteristična za pliće vrtače i fluvio-glacijalne nanose u poljima. To zemljište se obrazuje u celiini u ilovastom nanosu, bilo eolskog ili fluvio-glacijalnog porekla. U njemu odsustvuje smeđi glinoviti sloj, a čitav profil je lakšeg mehaničkog sastava i slabo je diferenciran (profil broj 10, 12).

Profil je diferenciran na A—B—C horizonte. Humus se može javiti u obliku zrelog humusa, ali velika kiselost često prouzrokuje i pojavu polusirovog humusa. Eluvijalni horizont ima karakteristično bleđožutu boju, ilovasti mehanički sastav. Kod prve varijante je struktura ovog podhorizonta slabo izražena poliedrična, dok su ostali, po pravilu, bez-

## HEMIJSKE I FIZIČKE OSOBINE ILIMERIZOVANIH ZEMLJIŠTA

Tabela br. 7

Broj profila	Horizont	Dubina u cm	pH		Procent humusa	C : N	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> u mgr. na 100 grama zemlje	K <sub>2</sub> O %	CaCO <sub>3</sub> u %	Adsorptivni kompleks				Granulometrijski sastav u %					
			H <sub>2</sub> O	KCl							T	S	H	V/%	Čestice u mm					
															2-0,2	0,2-0,06	0,06-0,02	0,02 0,006	0,006 0,002	<0,002
2	A <sub>0</sub>	2—10	5,15	4,48	22,7	24	0,94	0,0	—	0	61,2	39,6	21,5	64,7	26,3	9,7	19,5	21,1	9,0	23,3
	A <sub>2</sub>	13—20	5,96	4,27	7,9	17	0,46	2,2	—	0	44,6	17,4	27,2	38,9	1,8	2,2	11,8	23,7	19,0	41,3
	B	20—40	6,35	5,21	4,7	18	0,26	0,0	8,8	0	37,8	30,5	7,3	80,7	0,6	4,1	8,3	17,5	16,6	52,8
9	A <sub>1</sub>	2—10	4,84	3,88	13,7	22	0,62	1,0	—	0	36,6	17,2	19,5	46,8	8,8	4,4	24,7	13,8	23,3	24,4
	A <sub>2</sub>	15—30	5,55	4,14	4,6	28	0,16	0,2	—	0	35,9	5,2	30,8	14,4	0,5	8,2	10,9	19,0	14,3	50,8
	B	35—50	6,73	5,13	2,3	11	0,20	0,1	14,4	0	35,9	30,3	5,6	84,3	0,8	3,1	1,3	17,4	15,4	62,2
41	A <sub>1</sub>	0—10	4,60	4,05	4,40	8	0,56	0,7	11,58	0	41,2	21,2	19,9	51,5	10,5	10,6	10,7	30,4	13,4	24,2
	A <sub>2</sub>	10—25	4,40	3,40	2,20	9	0,24	0,2	5,4	0	28,9	4,5	24,3	15,7	2,8	6,3	11,1	26,5	17,9	37,8
	B	35—55	4,25	3,60	0,7	9	0,08	0,1	9,9	0	28,6	11,5	17,0	40,4	1,2	0,2	7,4	16,3	13,1	61,7
15	A <sub>1</sub>	0—8	6,23	5,37	17,0	27	0,62	0,5	27,4	0	73,5	60,7	12,8	82,6	5,4	11,5	23,8	24,9	11,3	22,9
	A <sub>2</sub>	10—25	5,64	4,10	4,0	20	0,20	0,2	4,8	0	31,4	16,0	15,4	50,9	1,6	6,4	9,1	30,4	17,8	34,4
	B	50—70	5,66	4,00	1,5	12	0,12	0	9,0	0	44,7	30,2	14,5	67,5	0,5	1,0	3,5	10,2	13,4	70,2
10	A <sub>1</sub>	0—18	5,22	3,99	6,8	8	0,8	0,2	10,5	0	37,8	7,1	30,8	19,1	3,0	6,7	10,9	39,1	17,1	22,7
	A <sub>2</sub>	25—45	5,22	4,04	1,5	9	0,16	0,0	9,1	0	27,9	6,8	21,0	24,6	0,2	6,4	9,5	17,9	33,3	32,5
	B	80—100	5,71	4,01	0,5	—	—	0,2	7,7	0	29,2	16,9	12,3	57,8	0,4	7,9	8,9	28,6	13,2	43,7
12	A <sub>0</sub>	0—4	4,96	3,98	18,7	19	0,94	1,4	14,5	0	61,6	21,0	40,5	34,2	16,5	13,0	18,6	22,2	13,7	15,5
	A <sub>2</sub>	5—25	5,27	4,01	6,8	17	0,38	0,2	4,5	0	38,1	12,9	25,1	34,0	2,3	0,7	14,9	27,5	32,4	22,0
	B	35—55	6,02	4,65	2,2	—	—	0,78	0,3	5,6	0	22,2	16,6	5,7	74,2	0,03	2,5	9,4	31,1	15,5



strukturni. Crvenkastosmeđi, ili smeđi glinoviti B horizont ima karakterističnu poliedričnu strukturu i, to je glavni razlog što se propustljivost ovog horizonta bitno ne smanjuje ni poslije vrlo jake akumulacije gline.



Slika br. 8 — Ilimerizovano zemljište (jače diferencirano)

Analize u tabeli broj 7 pokazuju da su sva ova zemljišta jako zakiseljena naročito u površinskom horizontu. Vrednost pH u vodi je često ispod pH5, a u profilu broj 40 čak ispod 4, dok u dubljim slojevima znatno raste (do 6 i više). Kapacitet adsorpcije je znatno smanjen u odnosu na prethodna zemljišta (iznosi 20—30 m/ekv), a nešto veće vrednosti dostiže u humusnom i B horizontu glinovitih varijanti. On je obično slabo zasićen bazama, a među njima, po pravilu, preovlađuje Ca jon. Obzirom na veliku kiselost moguće je obrazovanje polusirovog humusa i u tom slučaju (profil broj 2, 12) je sadržaj organskih materija veoma visok (18—25%), dok se u obliku zrelog humusa kreće od 4—7%. Odnos C : N u takvim zakiseljenim profilima je takođe dosta širok.

#### d) Deluvijalna (koluvijalna) zemljišta

Zbog specifičnosti hidrologije krečnjačkih terena i relativno dobro očuvane vegetacije, na Igmanu se praktično ne obrazuju površinski tokovi koji bi prouzrokovali površinsko premeštanje zemljišnog materijala. Ovde imaju značaja dva specifična oblika deluvijacije. Na strmim stranama vrtača vrši se akumulacija pretežno organskih ostataka (prvenstveno šumske prostirke), najviše gravitaciono i eolski, a delimično i površinskom vodom. Pošto vrtače u krečnjačkim terenima predstavljaju mikrozone gde je vlaženje dosta povoljno (relativna vlažnost vazduha i dreniranje površinskih voda u vrtači) organska materija se dobro razlaže, uz naročito obilno učešće pedofaune. Usporedna ispitivanja sastava faune pojedinih krečnjačkih zemljišta (30) pokazuju da je fauna u ovom tipu zemljišta najobilnije zastupljena i da se ovde javljaju i diplopode, čija pozitivna uloga u stvaranju organo-mineralnog kompleksa



Slika br. 9 — Humusno deluvijalno zemljište (u podnožju Javornika)

je dobro poznata. Tako se stvara profil zemljišta koji je jako obogaćen humusom i azotom u čitavoj dubini, i to u obliku jednog rastresitog zrelog humusa gotovo idealno zrnaste strukture (vidi profil broj 35 u tabeli broj 8). Mi smo ovo specifično zemljište odličnih hemijskih i fizičkih svojstava provizorno nazvali »Humusni deluvijum«, a to je tipično stanište zajednice *Acereto-ulmetum*.



HEMIJSKE I FIZIČKE OSOBINE HUMUSNOG DELUVIJUMA

Tabela br. 8

Broj profila	Horizont	Dubina u cm	pH		Procent humusa	C : N	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> u mgr. na 100 grama zemlje	K <sub>2</sub> O %	CaCO <sub>3</sub> u %	Adsorptivni kompleks				Granulometrijski sastav u %						
			H <sub>2</sub> O	KCl							T	S	H	V/%	2- -0,2	0,2- -0,06	0,06- -0,02	0,006- 0,002	<0,002		
												m/ekv.					Čestice u mm				
35	A <sub>1</sub>	0—15	5,80	5,20	13,07	15	0,82	2,6	23,7	0	90,50	69,96	20,54	77,30	31,76	7,35	8,02	35,71	5,40	11,64	
		13—30	6,29	5,71	10,25	12	0,86	0,9	8,6	0	89,07	80,36	8,71	90,22	20,86	6,15	22,53	15,04	22,93	12,49	

Drugu formu deluvijalnih zemljišta nalazimo na strmim južnim padinama »Debelinog brda« ispod Javornika. To su duboki nanosi bogati skeletom koji je izmešan sa sitnom zemljom. Odlikuju se, takođe, debelim humusnim horizontom; a i čitav fiziološki aktivni profil je vrlo dubok. Sudeći po položaju i morfologiji ovih zemljišta moglo bi se zaključiti da su to soliflukcioni nanosi, stvoreni u pleistocenu (nezaobljeni skelet izmešan sa zemljom, slika broj 9). I oni su ekološki srodni prethodnim pa se i ovde obilno javlja javor i brest.

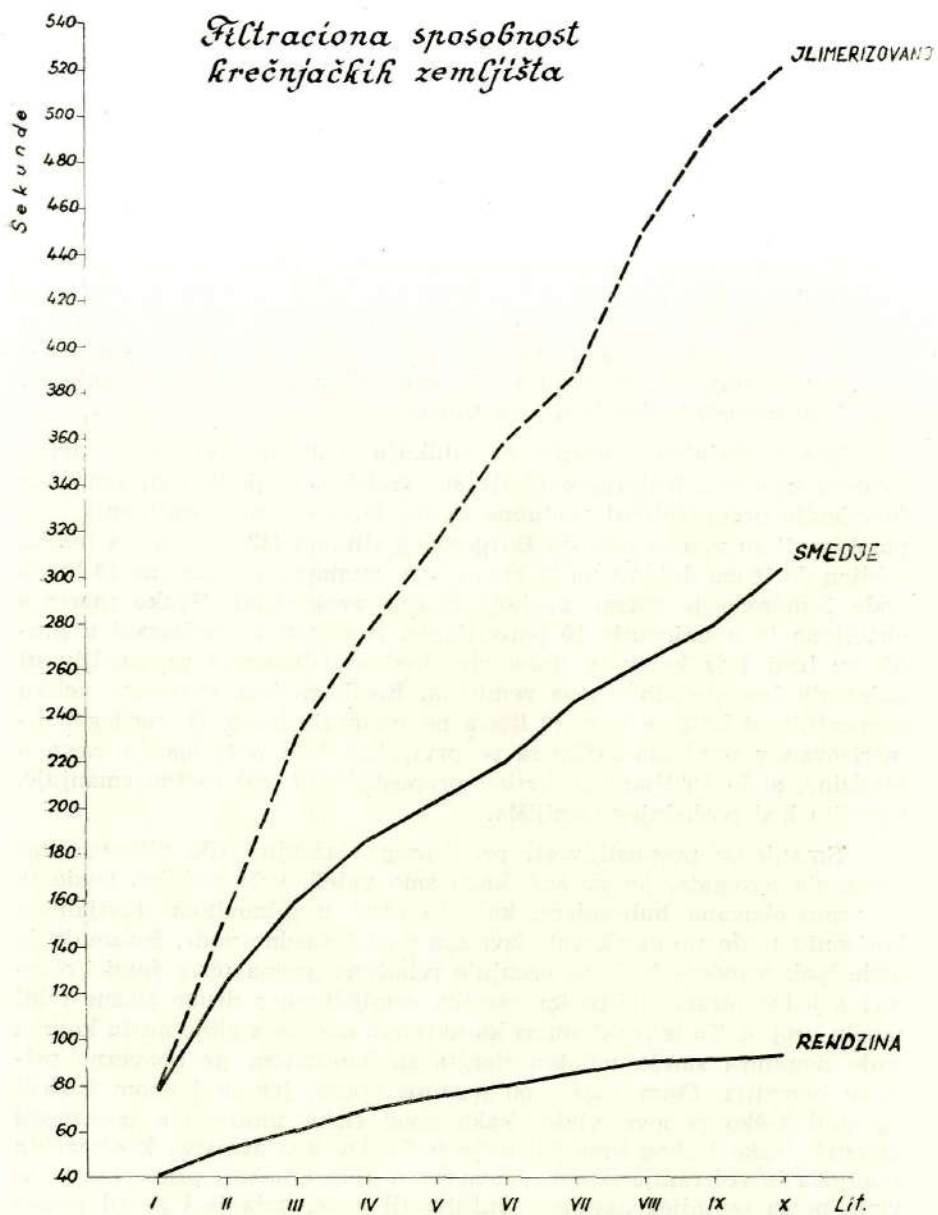
### Ekološke i proizvodne karakteristike krečnjačkih zemljišta

Bez obzira na izvesne krupne razlike među pojedinim krečnjačkim zemljištima, ona imaju i neka zajednička obeležja, koja su osobito značajna za njihove ekološke i proizvodne karakteristike. Može se slobodno reći da je proizvodna vrednost ovih zemljišta, zavisna prvenstveno od njihovog vodnog režima, a on zavisi kako od vodnih osobina zemljišta, tako i od mikroklimatskih uslova terena.

Sva krečnjačka zemljišta se odlikuju relativno velikom propustljivošću za vodu. Najpropustljivije su rendzine, a ukoliko su zemljišta razvijenija propustljivost postupno opada. Orijentaciona ispitivanja propustljivosti su vršena pomoću Burgerovog cilindra (33) koji je na terenu zabijen do 10 cm dubine, pa je kroz njega uzastopno propušteno 10 litara vode i mereno je vreme za koje otekne svaki litar. Svako merenje obavljeno je u najmanje 10 ponavljanja. Rezultati su prikazani u grafikonu broj 1 iz kojeg se jasno vidi brzina i dinamika propustljivosti pojedinih krečnjačkih tipova zemljišta. Rendzina ima vanredno veliku propustljivost koja se i do 10 litara ne smanjuje bitno. U smeđeg i ilimerizovanog zemljišta infiltrira se prvi litar 2—3 puta sporije nego u rendzine, a do 10 litara se brzina propustljivosti već osetno smanjuje, naročito kod poslednjeg zemljišta.

Smanjenje propustljivosti pri dužem vlaženju ovde nije rezultat razaranja agregata, jer su oni, kako smo videli, vrlo stabilni. Ovde je to prouzrokovano bubrenjem, koje naročito u glinovitom iluvijalnom horizontu može prouzrokovati izvestan zastoje vode. Bubrenje je ovde ipak osrednje kada se ocenjuje relativno prema *terra fusci* i smonici s jedne strane, i kiselim smeđim zemljištima s druge strane (vidi tabelu broj 9). To je u skladu sa karakterom minerala gline među kojima ovde dominira smeša montmorilonita sa kaolinitom uz obavezne primese hematita. Osim toga, ono nastupa sporo, jer se jednom isušeni agregati teško ponovo vlaže, kako zbog slabe unutrašnje poroznosti agregata, tako i zbog brze filtracije vode. Ovakvo svojstvo krečnjačkih zemljišta je već ranije isticao Rammann (27). Otuda u prirodnim uslovima nema osetnijeg zastoja u infiltraciji vode, koja je i pored pomenutih razlika u odnosu na druge tipove zemljišta vanredno visoka. Tako su, na primjer, slična merenja na pseudogleju (Janeković — Resulović) pokazala da za 24 časa nije mogao da se profiltrira ni jedan litar vode kroz B horizont, dok u istom horizontu ilimerizovanih zem-





Graf. br. 1 — Krivulje toka infiltracije u glavnim tipovima zemljišta na krečnjaku

ljišta na Igmanu samo za jedan sat prođe 4—5 litara. Prema tome, krečnjačka zemljišta i kada su izrazito glinovita, imaju dobru propustljivost za vodu.

Tabela br. 9

KOEFICIJENT BUBRENJA  
(po metodi Rutkovskog)

Zemljište	Horizont	Koeficijent bubrenja
Smeđe krečnjačko zemljište (Igman)	A <sub>1</sub>	96
	(B)	86
Ilimerizovano zemljište na krečnjaku — Igman	A <sub>1</sub>	80
	A <sub>2</sub> (B)	66 79
Rendzina — Igman	A <sub>1</sub>	90
Kiselo smeđe zemljište (Igman)	A <sub>1</sub>	80
	(B)	50
<i>Terra fusca</i> — Višegrad	(B)	114
Smonica na laporcu — Dobrun	A <sub>1</sub>	100

Pošto zemljišta brzo propuštaju vodu, a agregati je sporo upijaju, teško se obrazuju rezerve vlage. Sve to govori da su krečnjačka zemljišta u upoređenju sa drugim zemljištima sličnog mehaničkog sastava dosta suva, mada unutar grupe krečnjačkih zemljišta postoje u tom pogledu i dosta krupne razlike; rendzina je najsuvlja, a ilimerizovana zemljišta najvlažnija, i to naročito one varijante koje su u celini obrazovane u eolskim ili fluvio-glacijalnim ilovačama i nemaju one slabo porozne poliedrične agregate. Takve razlike u vlažnosti između pojedinih tipova krečnjačkih zemljišta su potencirane i njihovom ukupnom dubinom. Razumljivo je da su ukupne rezerve vode u plitkoj rendzini znatno manje nego u 3—4 puta dubljem ilimerizovanom zemljištu.

Pedoklimatska suvost, kao opšte obeležje krečnjačkih zemljišta, može biti na različite načine korigovana, usled čega se javljaju suvlje i vlažnije varijante jednog istog tipa zemljišta, i to je osnovni razlog što se svaki tip krečnjačkih zemljišta može javiti kao stanište različitih biljnih zajednica. Suvost svih tipova kompenzuje se obilnijim vlaženjem u višim regionima, i u vrtaćama, a smanjenim isparavanjem na severnim ekspozicijama. Zato se na ovim položajima uvek nalaze vlažnije varijante, dok suvlje zauzimaju južne padine, uske grebene, ili niže regione. Jedan vid kompenzacija predstavlja bočno dreniranje vode kroz zemljišne slojeve na padinama i u vrtaćama, što je karakteristično za deluvijalne nanose.

Vodni režim rendzina na moreni se razlikuje od ostalih krečnjačkih zemljišta. Njihov duboki peskovito-šljunkoviti supstrat je propustljiv za vodu, ali ne tako ekstremno kao karstifikovani krečnjaci. Samo zemljište, s obzirom na peskovito-ilovasti sastav i skeletnost, može imati osrednji poljski kapacitet, ali je bitno da matični supstrat ima sposob-



nost zadržavanja vode, usled čega su ova zemljišta vlažna do velike dubine. Takav raspored vlage stimuliše razvitak korena do velike dubine pa se biljke snabdevaju vodom iz raznog velikog hranjivog prostora. Otuda je ovo dosta mezofilno stanište, utoliko više što se uvek nalazi na većim visinama (iznad 1.300 m).

Najvlažniju varijantu krečnjačkih zemljišta predstavljaju deluvijska zemljišta. Pored dubine samog zemljišta na njihovu vlažnost utiču i reljefski uslovi (vrtače i uvale) u kojima se voda trajno bočno drenira, a relativna vlažnost vazduha je dosta visoka. Velika zastupljenost javora i bresta na ovim zemljištima indicira gotovo optimalno vlaženje.

Na Igmanu nisu nađena krečnjačka zemljišta u kojima bi se makar i povremeno javio nedostatak kiseonika što znači da je vazdušni režim svih krečnjačkih zemljišta povoljan.

Iako su krečnjačka zemljišta na Igmanu beskarbonatna snabdevanje biljaka kalcijumom je obezbeđeno iz adsorptivnog kompleksa u kome se Ca jon nalazi u znatnim količinama (5—15 m/ekv na 100 gr. zem.). Ove količine kalcijuma znatno prevazilaze donju granicu za dobro obezbeđena zemljišta (prema klasifikaciji W e r n e r a). Površinski sloj ilimerizovanih zemljišta ima znatno smanjen kapacitet adsorpcije, a i stepen njegovog zakiseljavanja je već znatan. Stoga su ovde izvori kalcijuma oskudniji (vidi tabelu broj 10), ali se deficit ne javlja

Tabela br. 10

ADSORBOVANI Ca (EKSTRAKT SA NH<sub>4</sub>Cl)  
U KREČNJAČKIM ZEMLJISTIMA IGMANA

Tip zemljišta i broj profila	Horizont	Dubina	Ca	Mg
			m/ekv. na 100 gr	m/ekv. na 100 gr
Rendzina br. 5a	A <sub>1</sub>	0—8	6,7	3,2
Rendzina br. 42	A <sub>1</sub>	0—20	12,2	2,3
Smeđe zemljište br. 1	A <sub>1</sub>	2—13	10,9	2,6
	(B)	20—35	14,9	4,8
Smeđe zemljište br. 40	A <sub>1</sub>	0—15	8,9	1,5
	(B)	20—40	13,7	3,9
	A <sub>2</sub>	15—30	5,6	3,0
	(B)	35—50	12,6	2,5
Ilimerizovano zemljište br. 41	A <sub>1</sub>	0—10	10,5	1,5
	A <sub>2</sub>	10—25	3,7	0,9
	(B)	35—55	8,7	1,2

jer koren biljaka nesmetano prodire u dublje slojeve koji su, kako vidimo, znatno bogatiji adsorbovanim Ca jonom. Mg jon se, takođe, nalazi u dovoljnim količinama, izuzimajući neka ilimerizovana zemljišta. Ukupne količine azota su u većini zemljišta dosta visoke, ali njegova mobilizacija iz humusa u kserotermnim rendzinama nije zadovoljavajuća, iako je sadržaj humusa baš u njima najviši. Izgleda da su kolembola i pregljevi glavni humifikatori u ovom tipu zemljišta. Većina kolembola koje su nađene u rendzinama na Igmanu su takozvane zimske vrste koje koriste vodu pri otapanju snega (30). Znači, one za proces humifikacije koriste jedan dosta dugi period kojeg bakterije mineralizatori ne mogu da koriste (niske temperature). Usled toga je proces humifikacije aktivniji od procesa mineralizacije, koji dovodi do mobi-

lizacije azota. U ilimerizovanim zemljištima nižeg pojasa može se pokazati i nedostatak azota, što se vidi po dosta širokom odnosu C:N u većini profila. To znači da je za rendzine aktuelna mobilizacija azota, a za ilimerizovana zemljišta i eventualno unošenje azotnih đubriva.

Kalijumom su dobro obezbeđena sva krečnjačka zemljišta dok u pristupačnom fosforu pokazuju deficit. U tom smislu igmanska zemljišta potvrđuju zakonitosti koje su već ranije ustanovljene. Međutim, sve se više pokazuje da analize pristupačnog fosfora ne daju realnu sliku kad se radi o šumskim zemljištima, pa i ove podatke treba primiti sa rezervom. Ogledi sa đubrenjem treba da pokažu kako će pojedine šumske vrste reagovati na uneti fosfor.

Ovaj kratki pregled stanja elemenata mineralne ishrane u krečnjačkim zemljištima pokazuje da su ona, uglavnom, plodna i da među pojedinim tipovima ne postoje tako velike razlike kao u pogledu vodnog režima.

Zbog opisanih razlika među krečnjačkim zemljištima, ona su naseljena različitom prirodnom šumskom vegetacijom. Zajednička ispitivanja s P. F u k a r e k o m dozvoljavaju da se u obliku jedne uopštene šeme prikaže veza pojedinih tipova i ekoloških varijanata krečnjačkih zemljišta sa šumskim zajednicama na Igmanu. Ovde ne pominjemo sve moguće kombinacije već samo one koje imaju karakter opšte pojave. Ta ispitivanja pokazuju da je rendzina u nižem pojasu Igmana (južne ekspozicije) stanište kserotermne šume crnog graba i crnog jasena (Stupnik npr.), a to naročito važi za dolomitne peskovite rendzine na južnim padinama. U pojasu između 1.000—1.600 m rendzina je stanište bukovo-jelovih šuma, bilo da se javlja sama u većim kompleksima (površine između Bele kose i Hrasničkog stana), ili u seriji sa smeđim krečnjačkim zemljištem, što je češći slučaj na karstnoj zaravni Igmana. Razume se da se ta dva tipa bukovo-jelovih šuma razlikuju po svojoj strukturi i prirastu. U istom pojasu na rendzinama se nalaze i šume belog bora i smrče, koje su nastale kao rezultat antropogenih uticaja (odeli 47, 48 i dr.) ali pokazuju i veću vezanost za dolomitne rendzine. Rendzine u subalpskom pojasu imaju specifičan karakter (eolske primese, akumulacija humusa do granica karakterističnih za organogene rendzine itd.). Ta varijanta rendzina je stanište subalpske bukove šume, a ako je na vrhovima Bjelašnice naseljena klekovinom bora, česta je u njoj i pojava sirovog humusa. Smeđe zemljište je, uglavnom, stanište bukovih i bukovo-jelovih šuma, a dosta je zastupljeno u istom pojasu i pod šumom belog bora i smrče. Ilimerizovana zemljišta se najčešće nalaze u vrtačama i depresijama, gde je usled inverzija mikroklima hladnija, pa to zajedno sa osobinama zemljišta uslovljava pojavu pretežno smrčevih šuma. Drugo područje rasprostranjenja ovih zemljišta je podnožje Igmana prema Sarajevskom polju, gde se na ovim zemljištima nalaze degradirani ostaci hrastovo-grabovih šuma. Rendzine na morenama su gotovo optimalna staništa bukovo-jelovih šuma na Igmanu, a samo delimično dosežu i u pojas subalpske bukve. Humusni deluvijumi su tipična staništa šuma javora i bresta.

Iz ovoga prikaza se jasno vidi da se osnovne šumske zajednice na Igmanu mogu nalaziti na različitim tipovima zemljišta, što znači da su one u proizvodnom i uzgojnom pogledu dosta heterogene. Prema



tome, u okviru svake zajednice može se s obzirom na zemljište izdvojiti nekoliko tipova šuma, koji se međusobno razlikuju u pogledu prirasta i uzgojne tehnike. Detaljno izdvajanje svih tipova je zadatak drugog referata (P. F u k a r e k). Ovde ćemo samo još istaći kakvi agrotehnički problemi se javljaju na pojedinim tipovima krečnjačkih zemljišta.

Pojava sirovog ili polusirovog humusa može se javiti naročito na rendzinama i ilimerizovanim zemljištima, smanjujući njihovu plodnost. S obzirom na to da uzroci pojave sirovog humusa na ova dva tipa zemljišta nisu sasvim identični, i mere borbe moraju biti nešto diferencirane. Na rendzini gde pedoklimatska suvost i slaba mobilizacija azota najviše doprinose stvaranju sirovog humusa, treba pored regulisanja sklopa intervenisati i azotnim đubrivima ili lupinom, dok na ilimerizovanim zemljištima treba, pre svega, uzeti u obzir kalcifikaciju.



Slika br. 10 — Posledice eolske erozije na vrhu Bjelašnice

Na smeđim zemljištima i rendzinama se pokazuje jaka tendencija zatravljivanja i stvaranja busena na mestima gde je šuma jače proređena. Naročito tome doprinose *gramineae* (*Festuca* i *Ellimus*), a to se štetno odražava na ekonomiju vode u ovim inače dosta suvim zemljištima, kao i na proces prirodnog podmlađivanja.

Primena veštačkih đubriva je najaktuelnija na ilimerizovanim zemljištima, a redosled potreba u elementima je sledeći PNK.

Duboka melioraciona obrada može biti aktuelna za jako diferencirana ilimerizovana zemljišta, s ciljem da se peskoviti površinski sloj izmeša sa dubljim glinovitim, radi stvaranja homogenog sloja povoljnijeg mehaničkog sastava.

I, najzad, treba upozoriti na opasnost od eolske erozije koja može biti vrlo jaka, naročito iznad granice šume. Uništavanje travne vegetacije u tom visinskom pojasu dovodi do pojave jake eolske erozije, koja naročito zahvata rendzine (slika broj 10).



## II. ZEMLJIŠTA NA SILIKATNIM SUPSTRATIMA

Ova zemljišta se u okviru starih granica dobra »Igman« (gde je vršeno ispitivanje) javljaju samo u vidu nekoliko izolovanih pega, pa, prema tome, nemaju veći značaj za ovu teritoriju. Na Igmanu se u ovoj grupi javljaju pretežno kisela smeđa zemljišta, a mestimično i pseudoglej.

Kisela smeđa zemljišta vezana su za pojavu rožnaca i peščara i nalaze se u manjim kompleksima na Brezovači (6 odel), na Zoranjskim vodama, na Hrasničkom stanu, u 94 odelu itd.

S obzirom da u supstratu uvek dominira rožnac, jako su skeletna (oštroivični skelet). Analitički podaci za profil br. 43 u tabeli br. 11 pokazuju da su ova zemljišta vrlo kisela, nezasićena bazama i siromašna u hranljivim materijama. Razlaganje organskih materija je otežano, tako da se stvara prelazni humus. Rastresiti supstrat je ovde vrlo dubok, usled čega je režim vlaženja i pored lošeg mehaničkog sastava (bogatstvo skeletom) dosta povoljan (slika br. 11). Osim toga na kon-



Slika br. 11 — Kiselo smeđe zemljište na rožnacu i peščaru (Zoranjske vode)

taktu sa krečnjacima ovaj supstrat predstavlja barijeru koja zadržava vode što se dreniraju bočno sa krečnjaka, pa i to doprinosi boljem vlaženju. Njihova vrednost dalje zavisi od toga kakav materijal i u kojoj meri je primešan rožnacima u supstratu. Veće količine peščara povoljnije utiču na plodnost ovih zemljišta, a naročito u tom smislu povoljno deluju primese dijabaza. Takvo zemljište se nalazi kod lugarnice na Babinom dolu (profil br. 47), koje je manje kiselo i relativno bogatije hranljivim materijama od ostalih. Većina ovih zemljišta predstavljaju vrlo dobra staništa za bukvu i jelu, koje mestimično na ovom zemljištu



HEMIJSKE I FIZIČKE OSOBINE KISELIH SMEDIH ZEMLJIŠTA

Tabela br. 11

Broj profila	Horizont	Dubina u cm	pH			N%	K <sub>2</sub> O u mgr. na 100 grama zemlje	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Adsorptivni kompleks				Granulometrijski sastav u %					
			H <sub>2</sub> O	KCl	Procent humusa				T	S	H	V/%	Čestice u mm					
													2- -0,2	0,2- -0,06	0,06- -0,02	0,02 0,006	0,006 0,002	<0,002
43	A <sub>1</sub>	0—10	3,75	3,30	7,64	26,2	2,4	50,69	1,36	49,33	2,68	—	—	—	—	—	—	
	B	20—40	3,70	3,55	1,10	5,4	0,01	27,49	1,36	26,13	4,94	11,86	1,82	7,32	84,70	15,74	38,56	
	B/C	50—70	3,70	3,85	0,48	4,6	—	21,11	1,16	19,95	5,49	12,12	3,68	11,28	22,84	17,59	32,49	
47	A <sub>1</sub>	0—10	5,40	4,30	11,2	0,7	39,7	0,9	24,8	34,9	59,9	41,4	—	—	—	—	—	
	B	40—60	5,55	4,25	4,2	0,2	6,1	0,4	10,0	25,2	35,3	28,4	10,7	17,4	8,0	21,0	14,7	28,1

dostižu prvi bonitet. Zbog dosta visoke proizvodne vrednosti ova zemljišta predstavljaju objekte na kojima bi se mogla vršiti introdukcija vrednih šumskih vrsta, ali, nažalost, ona u starim granicama Igmana zauzimaju neznatne površine.

Pseudoglej se nalazi u manjim pegama oko Javornika. Zauzima zaravnjene položaje, a vezan je za seriju peščara i glinaca, bez većeg učešća roznaca. Stepennost izraženosti procesa površinskog oglejavanja, sudeći po morfologiji, je slab, što znači da je faza anaerobioze neznatna. Zato su ova zemljišta u ekološkom pogledu srodna sa kiselim smeđim zemljištima, a pokrivena su i bukovo-jelovim šumama sličnog sastava (odlikuju se većim udelom smrče).

### NEKE ZAKONITOSTI U RASPROSTRANJENJU ZEMLJIŠTA NA IGMANU

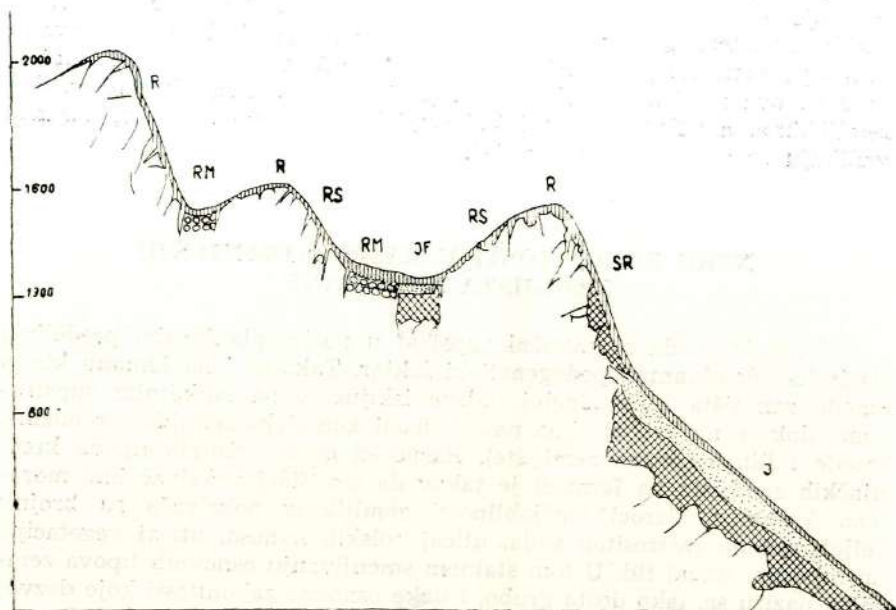
Poznato je da se matični supstrat u našim planinskim predelima ističe kao dominantan pedogenetički faktor. Tako se i na Igmanu kiselna smeđa zemljišta i pseudoglej nalaze isključivo na silikatnim supstratima, dok se na krečnjacima nalazi drugi kompleks zemljišta (rendzine, smeđe i ilimerizovano zemljište). Raspored ovih osnovnih tipova krečnjačkih zemljišta na Igmanu je takav da zemljišni pokrivač ima mozaičan karakter. Uzroci varijabilnosti zemljišnog pokrivača su brojni: reljef, dubina rastresitog sloja, uticaj eolskih nanosa, uticaj vegetacije, antropogeni uticaj itd. U tom stalnom smenjivanju osnovnih tipova zemljišta naziru se, iako dosta grubo, i neke osnovne zakonitosti koje dozvoljavaju da se skiciraju opšte šeme o rasprostranjenosti zemljišta na Igmanu.

U visinskom rasponu od Sarajevskog polja do Bjelašnice mogu se grubo izdvojiti tri osnovne visinske zone. U zoni približno do 700 m nalaze se smeđa i ilimerizovana zemljišta, sa prevagom ilimerizovanih zemljišta. U zoni od 700—1.300 m nalazi se kompleks rendzina i smeđih zemljišta, a u zoni od 1.300 do 2.000 m dominiraju rendzine. Na takav visinski raspored utiču kako klimatski uslovi, tako i proces površinske migracije koji diferencira ovaj visinski raspon na zonu akumulacije u podnožju, zonu eluvijacije i deflacije u gornjem delu i intermedijarnu zonu. Na taj način se stvaraju zemljišta različite dubine, a to je presudno za pojavu pojedinih tipova krečnjačkih zemljišta (grafikon br. 2).

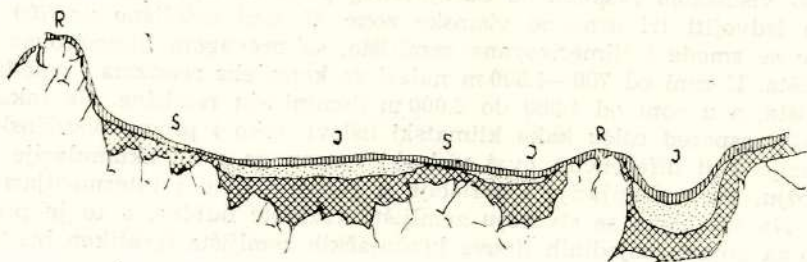
Varijabilnost zemljišnog pokrivača unutar svakog od ovih pojava prouzrokovana je, pre svega, mezoreljefom. Na strmim padinama i glavicama preovlađuju rendzine, na blažim nagibima su smeđa zemljišta, dok su zaravni i depresije pokrivene ilimerizovanim zemljištima. Posebno oštre promene zemljišta nastupaju u vrtačama. Zemljišni pokrivač u njima ima svoju posebnu mikrovarijabilnost koja je jako zavisna od oblika vrtače. U plitkim vrtačama obično nalazimo ilimerizovana zemljišta. U dubokim simetričnim vrtačama se ilimerizovano zemljište nalazi samo na dnu, dok su strme strane pokrivene rendzinom. U asimetričnim vrtačama na dužem nagibu nalazi se često humusni deluvijum (stanište javora i bresta).



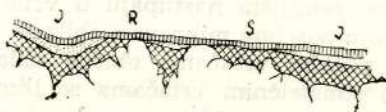
Najzad, i na površinski ujednačenim elementima reljefa (zaravnjenim) zemljišni pokrivač varira zavisno od podzemnog reljefa podloge, kako to pokazuje grafikon broj 4 i slika broj 12, i to je uzrok koji u najvećoj mjeri doprinosi varijabilnosti zemljišta na Igmanu uopšte. Pošto



Graf. br. 2 — Šema rasprostranjenosti tipova zemljišta u pojedinim visinskim pojasevima



Graf. br. 3 — Šema rasprostranjenosti tipova zemljišta u zavisnosti od mikoreljefa površine

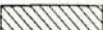


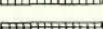
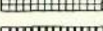
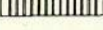
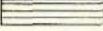


Graf. br. 4 — Šema rasprostranjenosti tipova zemljišta u zavisnosti od podzemnog reljefa krečnjačke podloge





**LEGENDA**

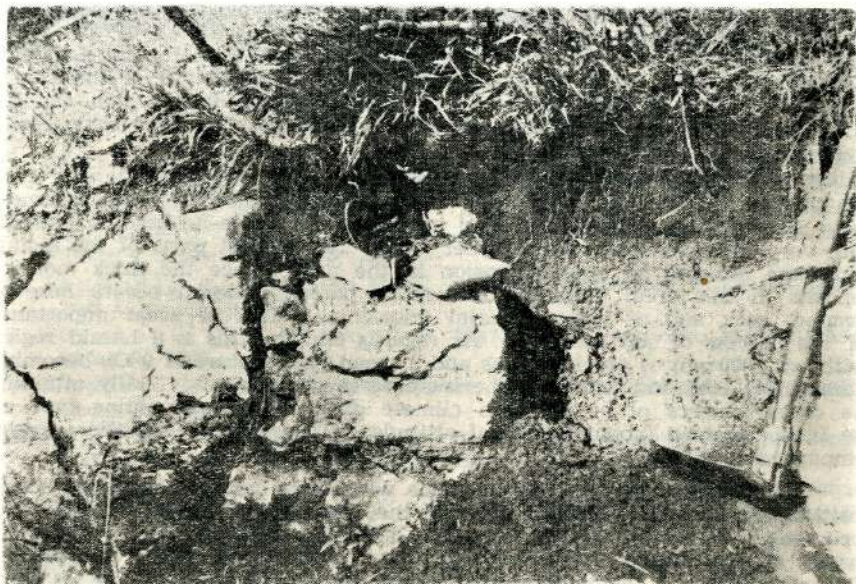
-  Rendzina pretežno
-  Rendzina na morenskim nanosima
-  Kiselo smeđe zemljište
-  Humusno deluvijalna zemljišta
-  Ilimerizovana zemljišta na fluvio-glacialnim nanosima
-  Kompleks rendzine, smeđa i ilimerizovana zemljišta na krečnjaku
-  Kompleks smeđih i ilimerizovanih zemljišta na krečnjaku



je ovaj uzročnik varijabilnosti na izvestan način skriven, teško je naći spoljašnje znakove s kojima bi ova varijabilnost korelirala. To čini glavnu teškoću u kartiranju ovih površina. Na njima se praktično ne mogu izdvajati pojedini tipovi zemljišta, čak ni na kartama najdetaljnijih razmera, jer su postojeće metode kartiranja ovde neprimenljive.

Morenske rendzine su vezane za glečerske akumulacije u podnožju Bjelašnice, a na periferiji ove zone u karstnim uvalama »Veliko polje« i »Babin do« nalazimo fluvio-glacijalne nanose sa ilimerizovanim zemljištima.

Osim ovih geomorfoloških uzroka varijabilnosti zemljišta na krečnjačkim supstratima, od značaja su i petrografske i strukturne osobine tih supstrata. Na Igmanu su krečnjaci često manje ili više dolomitizirani,



Slika br. 12 — Rendzina na kontaktu sa ilimerizovanim zemljištem (uticaj podzemnog reljefa)

a ređe se javljaju i čisti dolomiti. Ukoliko je stepen dolomitizacije jači proces pedogeneze je sporiji (slabije rastvaranje), tako da na ovim dolomitnim krečnjacima dominira rendzina (područje između Brezovače i Hrasničkog stana). Polomljenost krečnjaka takođe ima značaja za raspored zemljišta. Tako, npr., na brdu Stupnik, iako se nalazi u donjem pojasu preovlađuju rendzine, jer su krečnjaci jako polomljeni i propustljivi za vodu, što uslovljava pedoklimatsku suvost i zadržavanje daljeg razvoja zemljišta.

U tako komplikovanim uslovima nije bilo moguće izraditi neku detaljnu i preciznu pedološku kartu. Priložena karta predstavlja samo šematski prikaz zemljišta Igmana, koji je izrađen na osnovu utvrđenih zakonitosti. Stoga daleko bolju osnovu za preciziranje kartiranja tipova šumskih staništa na Igmanu predstavlja fitocenološka karta snabdevena pedološkim podacima.



## SOILS OF THE MOUNTAIN REGION IGMAN—BJELAŠNICA

### Summary

The mountain group Igman—Bjelašnica is a typical representative of the Dinaric calcareous mountains. Detailed studies of the soils of this territory may serve as a clue to the understanding of the fundamental pedologic characteristics of a wider geographic area. Our examinations of these soils were carried out in coordination with phytocenologic ones, which enabled us to gain a certain insight into the forest stands and characteristic forest types found in this mountain.

The mountain region Igman—Bjelašnica covers an altitude range of 500—2000 m and is mainly composed of Trias limestones and Dolomite limestones. Most of the region is included in the Igman fluvio-denudation plateau, with very well-developed Karst relief forms. The highest parts of the mountain were affected by glacier erosion in the past; hence the thick moraine deposits in this area. Thus the calcareous parent material occurs here as compact rock and as loose material (moraine), a fact of great importance for the process of soil formation. As regards climate, this is a humid region (with cca 1000 mm of precipitations and a mean temperature of 9°C), becoming increasingly cold and wet with the increase in altitude, and finally attaining the characteristics of a mountain climate of a moderately alpine type on the Igman plateau (about 1300 m of altitude; 1500 mm of precipitations, mean temperature = 5°C).

The predominant type of limestone weathering here is chemical decomposition and residual accumulation of the insoluble residuum, without the occurrence of preliminary mechanical decomposition. As these limestones possess a high degree of purity (0.2—0.4% of insoluble residuum), the process of accumulation of the mineral soil component is very slow, while its composition is predetermined by the nature of the insoluble residuum. For this reason these soils are non-calcareous already at their first stages of formation, and the geographic distribution of the various soil types is independent of the bioclimatic conditions.

In the development of soils on such parent material the following characteristic stages are to be distinguished: the organogenic-accumulative, the organic-mineral-accumulative, and the stage of the suspension-infiltration migration of clay. This development has the character of an autonomous evolution, where the quantitative accumulation of the insoluble residuum is the main cause of quantitative changes. A significant part in the process of soil formation is also played here by the process of aeolic accumulation, which occurred with particularly great intensity in the Pleistocene. These have considerably complicated the course of the development described. Soil formation on loose limestone parent material (moraines) runs a specific course, and does not progress beyond the stage of rendzina.

The present paper contains a description of the following types of limestone soils: rendzina (on moraine, on compact limestone and dolomite) brown soil, lessivé soil and humous deluvium. A survey is given of their properties and ecologic characteristics, and their relation to the plant communities is indicated.



## L I T E R A T U R A

1. Bach R.: Die Standorte jurassische Buchenwaldgesellschaften mit besonderer Berücksichtigung der Böden; Berichte Schweiz Botanischen Gesellschaft, Bnd 60, 1950.
2. Barshad J. i dr.: Clay minerals in some limestone soils from Israel; Soil science, No 6, 1956.
3. Burger H.: Physikalische Eigenschaften der Wald-und Freilandböden Mitteilungen der Schweiz. Centralanstalt für das forstliche Versuchswesen, Band XIII, 1922.
4. Gliford and Kaye: Some paleosols of Puerto Rico; Soil science, No 5, 1951.
5. Filipovski G.; Ćirić M.: Zemljišta Jugoslavije; Izdanje Jugoslav. društva za proučavanje zemljišta, 1963.
6. Ćirić M.; Aleksandrović D.: Jedno gledište o genezi terra rosse; Zbornik radova Poljoprivrednog fakulteta — Beograd, br. 272, 1959.
7. Dedijer J.: Visoke površi i glacijalni šljunci na Bjelašnici; Glasnik geografskog društva, sv. II, 1913.
8. Gračanin: Pedologija, III deo; 1953.
9. Janeković Đ.: Kalisimposium; Wien, 1957.
10. Janeković Đ.: Starost i geneza pseudogleja na beskarbonatnom praporu jugozapadnog oboda Panonskog basena — Sarajevo, 1960. godine. (Habilitationi rad u rukopisu).
11. Janeković Đ.: Pedodinamska serija kao jedinica kartiranja tla; »Zemljište i biljke«, No 1—3, 1958.
12. Janeković A.: Igmanska površ — fizičko-geografski prikaz; diplomski rad u rukopisu, 1960.
13. Jovanović R. i saradnici: Materijali za geološku kartu Igmāna; rukopis, 1963.
14. Kanaet T.: Tragovi glacijacije na Krvavcu (Bjelašnica); III kongres geografa Jugoslavije, 1953.
15. Khan R. D.: Profile distribution of the sand minerals in some rendzinas, red-brown soils, and terra rossa; Soil science, No 2, 1959.
16. Khan H. D.: Clay minerals distribution in some rendzinas, redbrown soil, and terra rossa on Limestones of diferent geological ages; Soil science No 5, 1960.
17. Khan H. D.: Rendzinas and red-brown soils on limestons; Genetic inter-relationship; J. Sci. Food Agric, No 8, 1960.
18. Kovačević P.: Razvojne stadije tala u Lici; »Zemljište i biljka«, No 1—3, 1958.
19. Kubiēna W.: Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas, 1953.
20. Kubiēna W.: Entwicklungslehre des Bodens; 1948.
21. Kurtagić M. i Pušić B.: Poljoprivredna tla i krš Severne Dalmacije; Edicija Jugoslovenskog društva za proučavanje zemljišta, broj 5, 1956.
22. Milojević B.: Visoke planine u našoj kraljevini; 1937.
23. Pavićević N.: Zemljišta Suve planine; »Zemljište i biljka«, No 1, 1953.
24. Pavićević N.: Buavice na Crnogorskom kršu; Beograd, 1956. godine.
25. Pallman H., Richard F. und Bach R.: Ueber die Zusammenarbeiten von Bodenkunde und Pflanzensoziologie; 1948.
26. Racz Z.: Usmeno saopštenje iz doktorske disertacije, 1963.
27. Rammann E.: Bodenkunde, 1911. (555 str.).
28. Werner J.: Zur Kenntniss der braunen Karbonarböden auf der schwäbischen Alb; Stuttgart, 1958.

29. Živadinović J.: Dinamika populacija kolembola u šumskom i ilovastom tlu Igmana, rukopis disertacije, 1963.
30. Woldstet P.: Das Eiszeitalter I band, 1954.
31. Živković M.: Zemljišta Rtanja; »Zemljište i biljka«, No 1—3, 1954.
32. Lučić V.: Osnovne karakteristike klime Igmana — rad u rukopisu; 1964. godine.
33. Robinson G. V.: Die Böden; 1939.