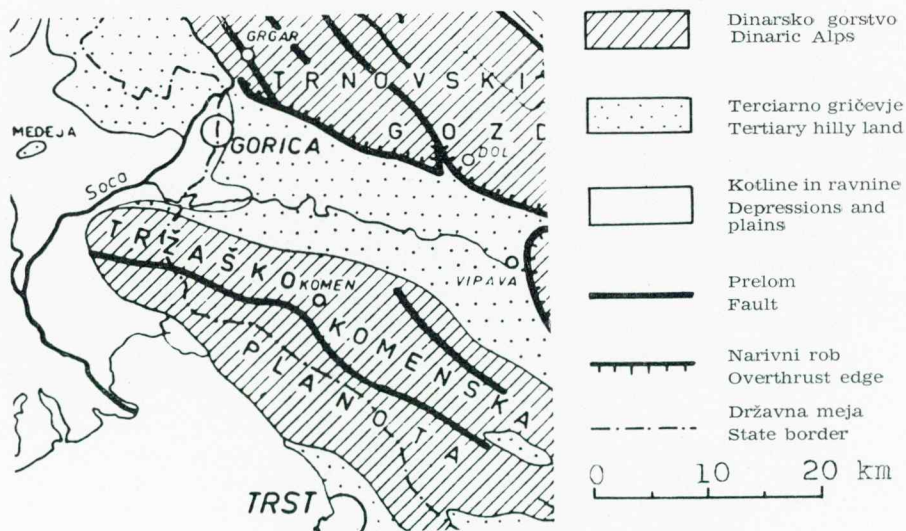


MINERALI GLIN V NEKATERIH TALNIH ENOTAH SLOVENSKEGA PRIMORJA

Vera Gregorič

Z 10 slikami med tekstem

Minerali glin so pomembni pri določanju geneze tal. Zato smo se odločili raziskati glinaste frakcije v raznih talnih enotah Slovenskega Primorja. V ta namen smo si izbrali določeno kartografsko enoto, ki je zanimiva v geološko-petrografskem in pedološkem pogledu (sl. 1).



Sl. 1. Tektonska skica Slovenskega Primorja
(Prof. I. Rakovec, 1956)

Fig. 1. Tectonic sketch of the Littoral Slovenia
(Prof. I. Rakovec, 1956)

Severni del območja predstavlja Trnovski gozd s svojimi geološkimi in klimatskimi posebnostmi. Vzporedno poteka Goriško-vipavska flišna cona, ki nudi zaradi matične podlage povsem drugačne razmere za tvorbo tal. Južno sledi Tržaško-komenska planota z značilnostmi pravega krasa, ki je močno vplival na razvoj tal.

I. GEOLOŠKO-PETROGRAFSKE RAZMERE

1. Trnovski gozd predstavlja antiklinalno cono Dinarskega sistema. Apnena in dolomitna gmota Trnovskega gozda je narinjena na flišne plasti goriško-vipavske kadunje. Pri tem so se flišne plasti zgnetle in nagubale, apnenci in dolomiti so se ob številnih prelomih močno zdrobili. Narivna ploskev je skoraj po vsej dolžini prekrita s pobočnim gruščem. Na južnem obrobju Trnovskega gozda so ob stiku prepustnih apnencev z neprepustnimi flišnimi plastmi večji kraški izviri (Buser, 1965).

Trnovski gozd sestavljajo v glavnem zgornjetriadni, jurski in kredni apnenci in dolomiti. Prevladujejo jurski skladi. Apnenci so različni, beli in gosti, oolitni, grebenski, rjavkasto sivi s polami in gomolji rožencev ter temno sivi bituminozni z vložki skrilavca. Dolomiti so povečini svetlo do temno sivi z značilno ostrorobo krojitvijo. Manj je pasovitih in zrnatih neskladovitih dolomitov. Površina ozemlja ima značilne oblike, ki so posledica različnega načina preperevanja apnenca in dolomita; na območju apnenca so kraški pojavi zelo razviti, na dolomitnem pa manj.

Na strmem južnem pobočju Trnovskega gozda so velike količine pleistocenskega in holocenskega apnenega grušča, delno sprijetega v brečo.

Zanimive so plasti ilovice, pomešane s številnimi kosi rožencev, ki pokrivajo dno doline Male in Velike Lazne. Ilovica je netopni ostanek preperelega zgornjejurskega ploščastega apnenca, ki je močno silificiran ter vsebuje številne gomolje in leče roženca.

2. Goriško-vipavska flišna kadunja se proti Gorici razširi in razprostore v Goriška Brda. Njen vzhodni del se zoži in je po ozkem pasu pri Razdrtem povezan s Postojnsko flišno kadunjo.

Podlago kadunje sestavlja zgornjepaleocenski alveolinsko-numulitni apnenec, ki više prehaja v eocenske flišne plasti (Pavlovac, 1962).

Morfološko se flišna kadunja močno odraža od Trnovskega gozda in Tržaško-komenske planote; potoki in reke so si vrezali struge in izoblikovali doline med kopastimi griči. Na peščenih tleh prevladujejo borovi gozdovi, na laporjih vinogradi, na ravninskih tleh pa njive in travniki.

3. Tržaško-komenska planota je zgrajena iz krednih usedlin. Prevladuje sivi apnenec z vložki temno sivega, bituminoznega apnenega skrilavca in tankih plasti roženca. Prvotno so te sklade prištevali v spodnjo kredno in jih imenovali »komenski skrilavci«. Pleničar je v njih našel radiolite in jih dal v zgornjo kredno. Označil jih je kot apnenčev skrilavec z roženci (Pleničar, 1961). Vsebujejo pa tudi plasti apnenca.

Manjši obseg zavzema beli in svetlo sivi neskladoviti zgornjekredni rudistni apnenec. V južnozahodnem delu planote sta zastopana še spodnjekredni temno sivi bituminozni apnenec in temno sivi debelozrnati bituminozni dolomit. Pri Dutovljah je manjše nahajališče kozinskega temno sivega in rjavkastega skladovitega apnenca, ki leži transgresivno na belem rudistnem apnencu. Tržaško-komenska planota je tipičen primer visokega krasa. Apnenec, ki je za vodo prepusten, je večidel gol ali prekrit s plitvimi tlemi in revno vegetacijo. Na temnem apnencu z vložki apnenega

skrilavca in ponekod roženca so tla globlja; prav tako na dnu velikih vrtač in suhih dolin. Taka tla so se razvila delno *in situ* s preperevanjem matične kamenine, delno sta jih tu akumulirala voda in veter.

II. TALNE RAZMERE

Po pedološki karti Trst 2 v merilu 1:50 000, katere avtorji so B. Vovk, M. Kodrič in D. Štepančič, so na tem območju najbolj razširjena pokarbonska rjava in rdečkasta rjava tla, jerovica in rjava tla na flišu. Precej razširjeni so tudi psevdoglej in razne vrste obrečnih tal.

Za določanje mineralov glin v tleh smo si izbrali naslednje talne enote:

pokarbonska rjava in rdečkasta rjava tla	— 10 profilov
jerovica in koluvijska tla	— 4 profili
rjava tla na flišu	— 9 profilov
podzol	— 2 profila
psevdoglej	— 5 profilov
obrečna tla	— 6 profilov

Profile tal sta na terenu opisala M. Kodrič in D. Štepančič ter vzela vzorce iz posameznih horizontov. Podrobnejše podatke o nekaterih profilih kažejo tabele 1 do 5.

Aciditeta in mehanska sestava tal

V tleh istočasno minerali razpadajo in nastajajo novi. Pri razvoju mineralov glin v tleh je važna reakcija okolja. Visok pH ter prisotnost Mg in Ca pospešujeta tvorbo montmorillonita, kislá reakcija pa mineralov kaolinitove skupine. Tvorba illita je vezana na večje količine K in na nevtrálno do slabó kisló reakcijo.

Če hočemo določiti minerale glin, moramo iz tal pridobiti s pomočjo mehanske analize glinasto frakcijo. Ta ima zaradi plastovite strukture mineralov glin zelo veliko aktivno površino in je nosilec zamenjalne sposobnosti tal. Adsorpcijska zmožnost kaolinita je 20 meq na 100 g tal, montmorillonita 100 do 130 meq/100 g in illita 20 do 30 meq/100 g. Glinasta frakcija na ta način vpliva na pedogenetske procese in odloča o rodovitnosti tal.

Mehanske analize (po Robinsonu) vseh opisanih profilov kažejo, v kako tesni zvezi je mineralna sestava tal z matično kamenino. Na peščenjaku so razvita tla z večjim odstotkom peska in melja, medtem ko na glinastem in lapornatem skrilavcu prevladuje glina. Na razporeditev posameznih frakcij po horizontih je vplivalo izpiranje, kar je posebno jasno izraženo v izpranih pokarbonskih tleh in v podzolu. Izpiranje povzroča premeščanje nespremenjenih delcev glin v nižje horizonte. Če je reakcija okolja kislá, minerali glin pri premeščanju pogosto tudi razpadejo. Ta proces se pojavlja zlasti pri starejših, močnejše izpranih tleh. Na močno glinastih tleh je otežkočena migracija glinenih delcev. Procesi migracije so bili močni v ledenih dobah predvsem zaradi soliflukcije.

POKARBONATNA TLA

1. tabela

Hori- zont	Globina cm	H ₂ O	pH n KCl	Droben pesek 0,2—0,02 mm %	Melj 0,02— 0,002 mm %	Glina pod 0,002 mm %
1 K Globoko pri Trnovem — rjava tla na zgornjejurskem temno sivem apnencu						
A ₁	0—5	6,54	5,51	38,6	39,1	22,3
(B)	5—48	6,67	4,90	29,1	43,7	27,2
57 D Kosmati hrib — rjava tla na zgornjekrednem sivem apnencu						
A ₁	0—6	6,65	5,89	34,8	28,4	36,8
(B)	6—20	6,80	5,82	32,4	26,2	41,4
53 K pod Prečnikom — rdečkasta rjava tla na spodnjekrednem temno sivem apnencu						
A ₁	0—25	7,34	6,30	30,6	22,6	46,8
(B)	25—70	7,42	6,22	15,5	5,7	78,8
6 K Mrzovec — izprana rjava tla na zgornjejurskem koralnem apnencu						
A ₁	0—3	7,32	6,58	50,5	33,0	16,5
A ₃	3—21	5,30	4,00	27,0	40,5	32,5
B	21—80	7,43	6,28	22,1	31,8	46,1
45 a K Ob cesti Branik—Pedrovo — izprana rdečkasto rjava tla na zgornjekrednem temno sivem apnencu z vložki apnenega skrilavca in roženca						
A ₁	0—15	5,35	4,02	28,9	44,2	26,9
A ₂	15—50	5,31	3,93	19,6	42,7	37,7
B ₁	50—85	5,87	4,16	13,2	24,5	62,3
B ₂	85—120	5,72	4,22	7,8	35,6	56,6
59 K Rupe pod Dutovljami — izprana rdečkasto rjava tla na zgornjekrednem temno sivem apnencu z vložki apnenega skrilavca in roženca						
A ₁	4—10	5,34	4,20	47,9	28,1	24,0
A ₃	10—25	5,16	4,13	44,8	27,0	28,2
B ₁	25—55	5,18	4,00	33,3	28,2	38,5
B ₂	55—90	5,55	4,13	26,0	21,0	53,0

JEROVICA IN KOLUVIALNA TLA

2. tabela

55 D Komen — jerovica na zgornjekrednem temno sivem apnencu z vložki apnenega skrilavca in roženca						
Ap	0—12	7,61	6,82	25,9	43,0	31,1
B ₁	12—37	7,77	6,86	27,6	39,1	33,3
B ₂	37—78	7,78	6,87	25,3	39,5	35,2
58 K Dutovlje — jerovica (»ilovka«) na kozinskem temno sivem apnencu (paleocen)						
Ap	0—25	6,53	5,16	37,2	26,2	36,6
B ₁	25—90	5,92	4,07	36,2	24,7	38,9
B ₂	90—130	5,58	4,13	39,4	25,4	35,2

Hori- zont	Globina cm	H ₂ O	pH n KCl	Droben pesek 0,2—0,02 mm ‰	Melj 0,02— 0,002 mm ‰	Glina pod 0,002 mm ‰
25 K Špacapani — koluvialna rdečkasto rjava tla na eocenskem numulitnem apnencu						
A ₁	0—5	7,07	6,26	51,5	25,4	53,1
B	5—80	6,93	5,61	9,0	32,3	58,7
54 K Trublje — koluvialna rdečkasto rjava tla na spodnjekrednem debeložrn- tem dolomitu						
A ₁	0—25	7,82	7,08	48,6	22,9	28,5
B	25—65	7,96	7,00	35,9	24,5	39,6

RJAVA TLA NA FLIŠU

3. tabela

7 D Moncorona — Gorica						
Ap	0—45	6,31	5,08	31,9	37,3	30,8
(B)	45—62	6,13	4,65	29,4	30,0	40,6
36 K Oščevljek						
A ₁	0—12	5,48	4,20	23,0	59,4	17,6
(B)	12—68	5,61	4,15	31,6	37,8	30,6
40 K Stara gora						
A ₁	0—8	4,92	3,93	60,7	21,6	17,7
(B)	8—130	5,03	3,98	49,5	23,5	27,4
45 D Furlani						
A ₁	0—10	7,80	6,88	45,1	31,6	23,3
(B)	10—34	8,08	6,90	39,2	37,3	23,5
(B)C	34—55	8,26	7,04	45,6	34,0	20,4
34 K Gradiška						
A ₁	0—24	5,92	4,47	41,5	33,1	25,4
(B)	24—56	5,50	4,06	36,2	36,4	27,4
(B)C	56—85	5,72	4,03	25,2	37,6	37,2

PODZOL IN PSEVDOGLEJ

4. tabela

12 K Velika Lazna — skeletni podzol na silikatnem nanosu						
A _h	4—10	4,27	3,55	83,0	7,7	9,3
A ₂	10—18	4,16	3,08	51,5	36,8	11,7
B ₁	18—30	4,12	3,75	45,9	28,9	25,2
BC	30—60	4,48	3,50	42,4	38,4	19,2

Hori- zont	Globina cm	H ₂ O	pH n KCl	Droben pesek 0,2—0,02 mm %	Melj 0,02— 0,002 mm %	Glina pod 0,002 mm %
20 K Miren-Bilje — slabo podzoljena tla na rečni naplavini						
Ap	0—16	6,91	5,96	42,3	38,0	19,7
A ₁₂	16—25	6,65	5,60	26,7	36,9	36,4
B ₁	25—48	7,02	5,90	22,1	28,8	49,1
B ₂	48—80	7,22	6,45	30,5	27,5	42,0
47 K pod Vrhom Ušmarek — psevdoglej na eocenskem flišu						
Ap ₁	0—30	8,15	7,01	37,0	35,8	27,2
Ap ₂	30—78	8,17	7,01	36,1	34,6	29,3
Bg	78—120	7,94	6,78	44,2	25,6	30,2
60 D Panovec—Gorica — psevdoglej na eocenskem flišu						
Bg	40—67	5,63	3,93	33,2	30,4	36,2
BgC	67—110	5,60	4,05	26,1	32,4	41,5
64 K Rafut (Tivoli) — psevdoglej na eocenskem flišu						
A ₁	0—6	5,42	4,01	49,8	28,7	21,5
B	6—40	5,40	3,95	49,1	23,5	27,4
Bg	40—70	5,30	3,96	35,9	27,9	36,2

OBREČNA TLA

5. tabela

33 K Pod Gradiščem — rjava tla na rečni prodnati naplavini (holocen)						
Ap	0—22	8,00	7,02	58,4	29,0	12,6
AB	22—50	8,03	7,08	56,8	26,6	16,6
B	50—130	8,15	7,20	64,2	22,9	12,9
27 K opekarna pod Martinuči — oglejena tla na glini (würm)						
A ₁	0—18	7,10	6,05	54,9	25,9	19,2
AB	18—32	6,70	5,48	57,5	23,9	18,6
B ₁	32—50	6,75	5,40	46,0	32,6	21,4
B ₁ G	50—85	6,84	5,30	35,0	40,7	24,3
B ₂ G	85—130	6,92	5,20	28,7	38,6	32,7
B ₃ G	130—200	6,85	5,38	33,4	37,3	29,3
20 D Lijak — močno oglejena travniška tla na rečni naplavini (holocen)						
AGo	0—16	7,90	7,00	12,1	37,5	50,4
G	pod 16	7,75	6,93	19,4	40,4	40,2

Tudi vrednost pH se spreminja od horizonta do horizonta. Nanjo vplivajo poleg matične kamenine tudi klima, relief, vegetacija in površinska ter talna voda (izpiranje, oglejevanje).

Pri določanju mineralov glin v tleh nam mora biti znana mehanska sestava tal in reakcija okolja, da moremo pojasniti genezo določenih tal.

Metode določanja mineralov glin v tleh

Znane so različne metode za raziskovanje mineralov glin, npr. diferenčno-termična, rentgenografska, elektronsko-mikroskopska in metoda faznega kontrasta.

Diferenčno-termična analiza se pogosto uporablja in daje sorazmerno dobre rezultate, vendar ni vedno zanesljiva. V tleh zelo redko najdemo samo eno vrsto mineralov glin, običajno nastopajo mešanice. Krivulja DTA ne nudi jasnih podatkov, kadar gre za mešanico illita in kaolinita, ker imata lahko oba endotermično konico pri približno 500° C, posebno, če je kaolinit slabo kristaliziran (Gregorič, 1965).

Rentgenografsko raziskovanje je popolnejše, ker jasno pokaže vse minerale, ki sestavljajo glinasto frakcijo tal, četudi v prav majhnih količinah. Za kvantitativno določanje posameznih vrst mineralov uporabljajo za primerjavo rentgenograme raznih standardnih mešanic. Pri takem določanju je treba imeti veliko vaje in izkušenj.

V elektronskem mikroskopu opazujemo obliko posameznih delcev in po njej določimo mineral. Pogosto se zgodi, da so minerali v glinasti frakciji slabo kristalizirani. V takem primeru moramo uporabiti še kakšno drugo metodo določanja.

Metoda faznega kontrasta je enostavna, hitra in zanesljiva. Razvil jo je Zernicke pred 25 leti za raziskavo finih bioloških in medicinskih preparatov. Pozneje so jo uporabili tudi za določanje mineralov glin in drugih mineralov, ki se pojavljajo v zaprašenem zraku rudnikov in cementarn.

Določanje mineralov glin v faznem kontrastu mikroskopa ortolux

Prednosti mikroskopiranja v faznem kontrastu je, da moremo opazovati zelo majhne delce (6 do 0,4 mikronov). Z mehansko analizo dobimo iz vzorca tal glinasto frakcijo. Za raziskavo zadostuje že zelo majhna količina (20 mg) in ni potrebno dolgotrajno pridobivanje glinaste frakcije (po Gorbunovu) kot npr. za diferenčno-termično ali rentgensko analizo.

Najbolj primeren za raziskave v faznem kontrastu je mikroskop, kjer lahko opazujemo vzorec še v svetlem in temnem polju (mikroskop ortolux, E. Leitz, Wetzlar).

Majhno količino vzorca denemo na objektno steklo in ga enakomerno porazdelimo. Nato dodamo kapljico imerzijske tekočine (z določenim lomnim količnikom) in preparat pokrijemo s pokrovnim stekelcem. Tako pripravljen vzorec vstavimo v mikroskop. Minerale, vložene v različne tekočine, opazujemo v raznih barvah.

Pri pregledu številnih vzorcev tal, ki so se razvila na usedlinah, se je nitrobenzol (N—1,55) pokazal kot zelo uporabna tekočina. Njegov lomni količnik 1,55 se približuje lomnim količnikom večine mineralov glin (kaolinit 1,56, montmorillonit 1,49 do 1,51, illit 1,53 do 1,60).

V objavljenih delih o faznem kontrastu do sedaj ni podatkov za minerale, vložene v nitrobenzol. Zato smo morali najprej pregledati

BARVE NAJBOLJ POGOSTNIH MINERALOV V GLINASTI FRAKCIJI TAL,
KI SO SE RAZVILA NA USEDLINAH

6. tabela

Mineral	Nitrobenzol N — 1,55		Oblika
	fazni kontrast	temno polje	
kremen	zeleno moder	izrazito zeleno moder	ostrorob, redkeje zaobljen
illit	svetlo rumen	zlato rumen	luskast, kosmičast, včasih šesterokoten
kaolinit	moder do temno moder z rumenim robom	temen do črn z oranžnim robom	veliki posamezni šesterokotniki; nepravilni skupki
halloysit	rdečkasto vijoličast	rumenkast	pravokoten, paličast, nepravilni skupki
montmorillonit	sivkasto moder z rumeno zelenim robom	temneje sivkasto moder	nepravilne velike luske
vermikulit	svetlo rjav z belim robom	rumenkast	nepravilni skupki
hlorit	umazano zelen do zelenkasto rumen	vijoličast ob robu zelen z rumenim robom	majhni listi in luske
muskovit	sivi lističi s tankim rumenim robom	temno siv z rumenim robom	lističi, luske
limonit	temno rjav do rumen s finim črnim robom	temno rjav in rjav	skupki nepravilnih oblik
karbonati (kalcit)	svetel bleščeč do temen, odvisno od lege	močno bleščeč	nepravilne ostrorobe oblike

v faznem kontrastu vse minerale, ki bi mogli nastopati v glinasti frakciji tal. Tako raziskani minerali, ki so kazali vsak svojo značilno barvo v faznem kontrastu, so nam rabili kot standardni minerali.

6. tabela kaže, da imajo nekateri minerali v faznem kontrastu precej podobno barvo. Zato je mnogo bolj ugodno (vsaj na začetku, ko še

nimamo izkušenj), če si moremo vzorec ogledati tudi v temnem polju, kjer se končno le razlikujeta dva po barvi podobna minerala.

Če vstavimo v tubus mikroskopa okular z vrisano kvadratno mrežico, moremo šteti posamezne minerale in zmeriti njihovo velikost. Vzorec premikamo po dolgem in počez toliko časa, da ga natančno pregledamo. Obenem si zapisujemo število posameznih mineralov.

Iz končnih vsot izračunamo odstotke. Na ta način dobimo dokaj popolno sliko o vrstah in količini mineralov.

Minerali glin v glinasti frakciji tal

Minerale glin smo določevali v glinasti frakciji v vseh horizontih posameznih profilov.

Mineralna sestava tal je rezultat istočasnega delovanja matične kamenine, klime, reliefa in časa. Posebno vlogo pri razpadanju in spremembi mineralov imajo tudi rastline in mikroorganizmi. Iz raztopin odvzemajo mineralne snovi in s tem porušijo ravnotežje med tekočo in trdno fazo v tleh. Zato se spreminjajo tudi reakcija okolja in oksidacijsko redukcijski procesi.

Važno vlogo pri nastanku mineralov glin imajo nekateri elementi; tako npr. kalij pospešuje razvoj illita, magnezij pa montmorillonita. Opazili so, da se illit razvije v sorazmerno kratkem času v tleh, ki so jih pognojili s kalijevimi gnojili. V tleh, iz katerih se izpirajo baze in kremenica, se pogosto razvije kaolinit (Aleksandrovič, 1965 a).

Tabele 7 do 11 kažejo minerale glin v posameznih talnih enotah.

Raziskani profili tal kažejo, da so enaki minerali glin prisotni v različnih sistematskih enotah, prav tako so različni minerali v enakih talnih enotah. Nekatera tla so minerale glin podedovala od matične kamenine. V drugih primerih so se razvili v tleh v zvezi s pedogenetskimi procesi.

Illit je prisoten v vseh opisanih talnih enotah z različnimi vrednostmi pH in kaže, da je dokaj obstojen mineral. V profilu je enakomerno porazdeljen, toda sorazmerno z naraščajočim izpiranjem ga je več na površini kot v globini.

Kaolinit je prisoten v tleh s slabo kislo do kislo reakcijo. V večini primerov se je razvil iz illita prek montmorillonita v kaolinit in halloysit (pokarbonatna rdečkasto rjava tla). Majhne količine kaolinita, ki jih vsebujejo nekatera tla, razvita na flišu, kažejo, da kaolinit izvira že iz matične kamenine.

Montmorillonit se v opisanih primerih pojavlja skupaj z illitom pri nevtralnem do rahlo kisli reakciji in je sorazmerno slabo obstojen mineral.

Vermikulit je prisoten predvsem v relativno mladih tleh z nevtralno reakcijo, ki so se razvila na naplavinah.

Hlorit in ostali minerali so manj zastopani in v večini primerov izvirajo iz matične kamenine.

POKARBONATNA TLA

7. tabela

Profil	Horizont	Illit %	Kaolinit %	Halloysit %	Vermi- kulit %	Montmo- rillonit %	Hlorit %	Sljuda %	Kremen %	Karbo- nati %	Limonit %
1 K	Globoko pri Trnovem — rjava tla na zgornjejurskem temno sivem apnencu										
	A ₁	47	40	10	—	—	2	—	1	—	—
	(B)	45	44	9			1		1		
57 D	Kosmati hrib — rjava tla na zgornjekrednem sivem apnencu										
	A ₁	40	60								
	(B)	30	70								
53 K	Pod Prečnikom — rdečkasto rjava tla na spodnjekrednem temno sivem apnencu										
	A ₁	44	44	6					3	3	
	(B)	40	40	16					2	2	
6 K	Mrzovec — izprana rjava tla na zgornjejurskem koralnem apnencu										
	A ₁	47	35	10					8		
	A ₃	55	40						5		
	B	40	50	8					2		
45 a K	Branik — Pedrovo — izprana rdečkasto rjava tla na zgornjekrednem temno sivem apnencu z vložki apnenega skrilavca in roženca										
	A ₂	52	46						2		
	B ₁	39	60						1		
	B ₂	33	66						1		
59 K	Rupe pod Dutovljami — izprana rdečkasto rjava tla na zgornjekrednem temno sivem apnencu z vložki apnenega skrilavca in roženca										
	A ₁	62	25		10		1		2		
	A ₃	58	30		10		1		1		
	B ₁	48	50		—		1		1		
	B ₂	38	60		—		1		1		

JEROVICA IN KOLUVIALNA TLA

8. tabela

Profil	Horizont	Illit %	Kaolinit %	Halloysit %	Vermi- kulit %	Montmo- rillonit %	Hlorit %	Sljuda %	Kremen %	Karbo- nati %	Limonit %
55 D	Komen — terra rossa na zgornjekrednem temno sivem apnencu z vložki apnenih skrilavcev in rožencev										
	A _p	46	40	12			1		1		
	B ₁	40	10	50							
	B ₂	40	10	50							
58 K	Dutovlje — jerovica (»ilovka«) na kozinskem temno sivem apnencu (paleocen)										
	A _p	50	47	—			1		2		
	B ₁	40	56	—			2		2		
	B ₂	36	50	10			2		2		
25 K	Špacapani — koluvialna rdečkasto rjava tla na eocenskem numulitnem apnencu										
	A ₁	50	40	5			—		5		
	(B)	30	58	10					2		
54 K	Tublje — koluvialna rdečkasto rjava tla na spodnjekrednem debeložrnatem dolomitu										
	A ₁	60	34	—					6		
	(B)	50	40	—					10		

RJAVA TLA NA EOCENSKEM FLIŠU

9. tabela

Profil	Horizont	Illit %	Kaolinit %	Halloysit %	Vermi- kulit %	Montmo- rillonit %	Hlorit %	Sljuda %	Kremen %	Karbo- nati %	Limonit %
7 D	Moncorona pri Gorici										
	A _p	70	—	—	20	10					
	(B)	80			10	10					
36 K	Oščevljek										
	A ₁	88	10				2				
	(B)	83	15				2				
40 K	Stara gora — Sv. Mark										
	A ₁	92	—	—	5	—	2	—	1		
	(B)	85	—	—	10	—	2	—	2	—	1

nadaljevanje 9. tabele

Profil	Horizont	Illit %	Kaolinit %	Halloysit %	Vermi- kulit %	Montmo- rillonit %	Hlorit %	Sljuda %	Kremen %	Karbo- nati %	Limonit %
45 D	Furlani										
	A ₁	74	5	—	10	—	5	—	2	4	—
	(B)	74	8		5		2		5	6	
	(B)C	71	6		5		3		10	5	
34 K	Gradiška										
	A ₁	88	10				1		1		
	(B)	83	15				1		1		
	(B)C	83	15				1		1		

PODZOL IN PSEVDOGLEJ

10. tabela

Profil	Horizont	Illit %	Kaolinit %	Halloysit %	Vermi- kulit %	Montmo- rillonit %	Hlorit %	Sljuda %	Kremen %	Karbo- nati %	Org. snov %
12 K	Velika Lazna — skeleten podzol na silikatnem nanosu										
	A ₀	20	30	30							20
	A ₂	15	40	45							
	B ₁	10	40	50							
	BC	10	20	70							
20 K	Miren—Bilje — slabo podzoljena tla na rečni naplavini (holocen)										
	A ₁	50	45	—	5						
	A ₂	40	48	10	—		1		1		
	B ₁	50	40	9			—		1		
	B ₂	45	50	5	—		—		—		

nadaljevanje 10. tabele

Profil	Horizont	Illit %	Kaolinit %	Halloysit %	Vermi- kulit %	Montmo- rillonit %	Hlorit %	Sljuda %	Kremen %	Karbo- nati %	Org. snov %
47 K	pod Vrhom Ušmarek — psevdoglej na eocenskem flišu										
	Ap ₂	78	5				5		10	2	
	Bg	76	2				5		15	2	
60 D	Panovec—Gorica — psevdoglej na eocenskem flišu										
	Bg	82	10	5					3		
	BgC	89	5	5					1		
64 K	Rafut (Tivoli) — psevdoglej na eocenskem flišu										
	B	59			30	2	4		5		
	Bg	72			20	—	2		6		

OBREČNA TLA

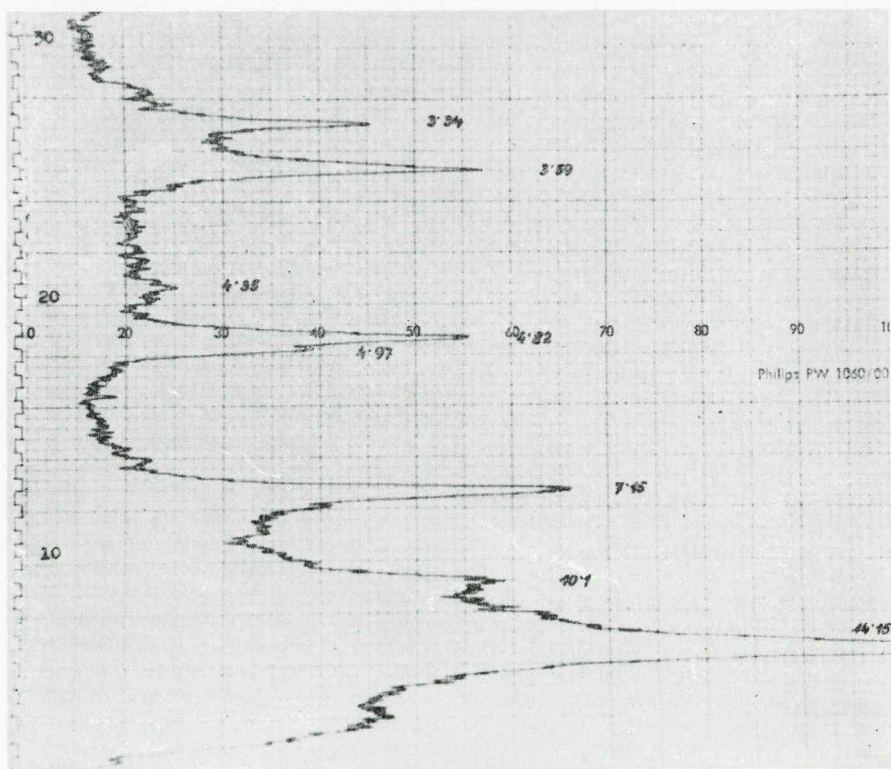
11. tabela

Profil	Horizont	Illit %	Kaolinit %	Halloysit %	Vermi- kulit %	Montmo- rillonit %	Hlorit %	Sljuda %	Kremen %	Karbo- nati %	Limoni- t %
33 K	Pod Gradiščem — rjava tla na rečni prodnati naplavini (holocen)										
	A ₀	35	20	—	40	—	—	2	1	1	—
	B	40	15		40			1	1	3	
20 D	Lijak — močno oglejena travniška tla na rečni naplavini (holocen)										
	AG ₀	40	30	—	10				15	5	
27 K	Martinuči — oglejena tla na pleistocenski glini (würm)										
	A ₁	60	33				3		4		
	AB	70	25				2		3		
	B ₁	74	22				2		2		
	B ₁ G	74	20				3		3		
	B ₂ G	78	17				3		2		
	B ₃ G	75	18				4		3		

Pokarbonatna rjava tla imajo več illita kot kaolinita, medtem ko je v rdečkasto rjavih ponavadi več kaolinita kot illita. Minerali kot so hlorit, kremen, sljuda in karbonati se pojavljajo v majhnih količinah in kažejo odvisnost od mineralne sestave matične kamenine.

V **rjavih tleh na flišu** prevladuje illit, ponekod je tudi nekaj vermikulita in celo montmorillonita. Ostali minerali so zastopani le z majhnimi odstotki (hlorit, kremen, karbonati).

V **podzolu** je več kaolinita in halloysita kot illita. Verjetno to ne bo držalo za vse naše podzole. Tu sta popisana le dva profila tal, razvita na preloženih sedimentih. Po raznovrstnosti mineralov v teh sorazmerno



Sl. 2 a. Rentgenogram zračno suhe glinaste frakcije iz horizonta A_1 izpranih rdečkasto rjavih tal. 59 K Rupe pod Dutovljami

Fig. 2 a. X-ray diagram of the air-dried clay fraction from the horizon A_1 of leached redish brown soil. Section 59 K, location Rupe-Dutovlje

Kaolinit	7,15 Å	3,59 Å	
Illit	10,1 Å	4,97 Å	3,34 Å
Kremen	4,35 Å		
Vermikulit	14,15 Å		
Hlorit	4,82 Å		

mladih tleh moremo sklepati, da je večina mineralov že bila v matični kamenini.

Pseudoglej je v vseh raziskanih profilih tal razvit na flišu. V vseh horizontih prevladuje illit. Ponekod je še malo kaolinita ali pa vermikulita. Nekaj je tudi hlorita in kremen.

V **obrečnih tleh** (navadnih rjavih in oglejenih) prevladuje illit, precej manj je kaolinita. V nekaterih je tudi nekaj vermikulita. V vseh opisanih obrečnih tleh so v majhnih količinah še: hlorit, sljuda, kremen in karbonati. Kaže, da je bila večina teh mineralov že v matični kamenini.

Rentgenska analiza glinaste frakcije tal

Nekaj vzorcev smo analizirali s pomočjo Philipsovega rentgenskega aparata* po Theisenovi metodi (Theisen, 1962).

Najprej smo analizirali zračno suh vzorec, nato prepojenega z glicerinom, končno smo ga pol ure segrevali pri 450° C in ga ohlajenega vstavili v aparat.

Velikost konic na rentgenogramu je odvisna od velikosti delcev, stopnje kristalizacije in kemične sestave. Amorfnе prevleke na mineralnih drobcih zmanjšujejo intenziteto odboja (Aleksandrovič, 1965).

Pri analizi glinaste frakcije iz pokarbonatnih rdečkasto rjavih tal smo dobili na rentgenogramu množico neznačilnih konic, iz katerih ni bilo mogoče razbrati in določiti posamezne vrste mineralov. Že iz prejšnjih kemičnih in diferenčno-termičnih analiz smo vedeli, da ta tla vsebujejo železove spojine, predvsem v glinasti frakciji. Rdečkasto rjava barva tal izvira od hematita in goethita (Gregorič, 1965).

Po metodi Mehra in Jacksona (1960), ki jo je dopolnil Kunze (1965) smo iz vzorca odstranili železo. Pri ponovni rentgenski analizi je rentgenogram jasno pokazal posamezne konice. Rentgenogram zračno suhega vzorca (sl. 2 a) kaže, da sta tu prevladujoča minerala kaolinit in illit. V mnogo manjši meri so zastopani še hlorit, kremen in vermikulit.

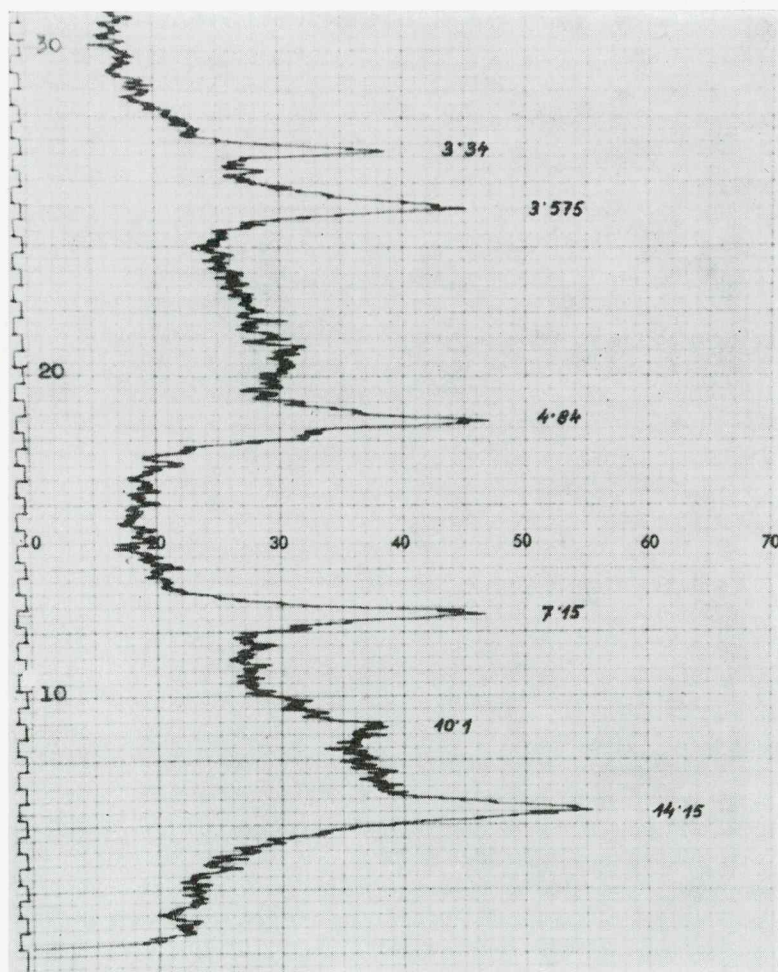
Za kvantitativno določanje posameznih mineralov nam rabijo naprej pripravljene standardne mineralne mešanice.

Kadar se na rentgenogramu pojavi konica pri 14 Å do 15 Å, moramo vzorec namočiti z glicerinom in ga ponovno analizirati. Če je prisoten montmorillonit, ki ima raztegljivo kristalno mrežo, se bo konica premaknila do 17,7 Å. Če pa je navzoč le hlorit ali vermikulit, bo ostala konica na prvotnem mestu. Rentgenogram z glicerinom prepariranega vzorca (sl. 2 b) se skoraj ne razlikuje od prejšnjega. Konica pri 14,15 Å je ostala na istem mestu. Po tem sklepamo, da je v vzorcu hlorit ali vermikulit, nikakor pa ne montmorillonit.

* V inštitutu za uporabo nuklearne energije v kmetijstvu, veterinarstvu in gozdarstvu v Zemunu pod vodstvom dr. E. Lotseja iz Upsale.

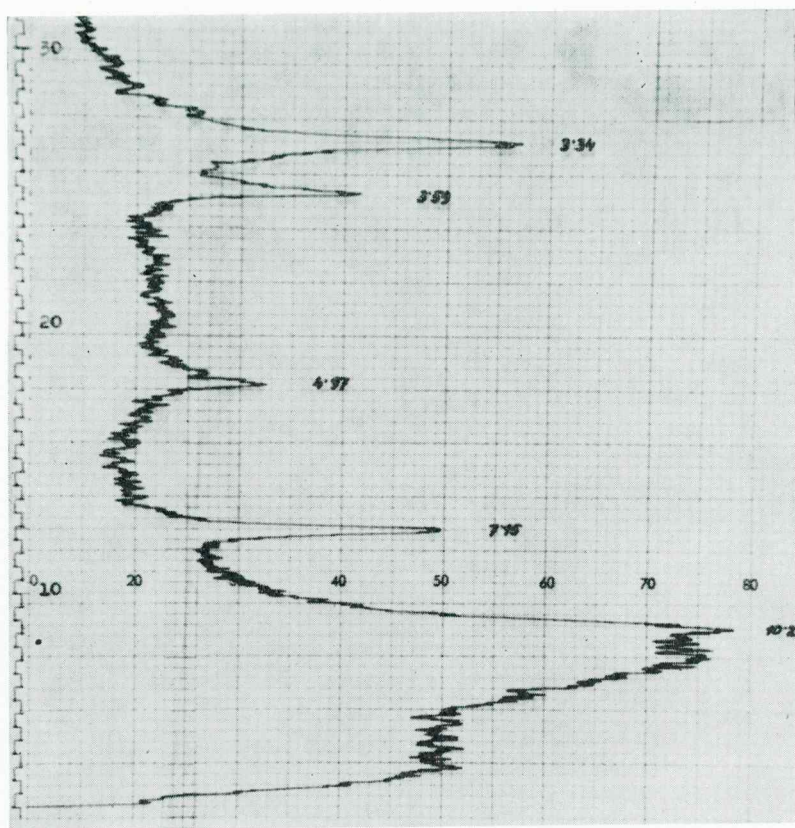
Posnetki 2 a, 2 b, 2 c, 3 in 4 kažejo fotografsko pomanjšan rentgenogram iz Philipsovega aparata, kjer je KV 36, mA 20, SF 8, TC 4, DS 1°, RS 0,1 mm, SS 1°/min in uporabi Cu K α katode, stopinja 2 θ .

Končno želimo še vedeti, kateri izmed dveh mineralov je prisoten, hlorit ali vermikulit. V ta namen prejšnji vzorec, ki je v tanki plasti namazan na kremenčevem stekelcu, segrevamo pol ure pri 450° C. Če je prisoten hlorit, ostane konica na rentgenogramu pri 14 Å do 15 Å na istem mestu. Kadar je navzoč vermikulit, se konica premakne na 9,9 Å do 10,2 Å. Na posnetku (2 c) se vidi premaknjena konica na 10,2 Å, kar kaže, da je prisoten vermikulit.



Sl. 2 b. Rentgenogram z glicerinom nasičene glinaste frakcije iz horizonta A₁ izpranih rdečkasto rjavih tal. Profil 59 K, Rupe pod Dutovljami

Fig. 2 b. X-ray diagram of the glycerol saturated clay fraction from horizon A₁ of the leached reddish brown soil, Section 59 K, Rupe-Dutovlje



Sl. 2 c. Rentgenogram pri 450° C segrevane glinaste frakcije iz horizonta A₁ izpranih rdečkasto rjavih tal. Profil 59 K, Rupe pod Dutovljami

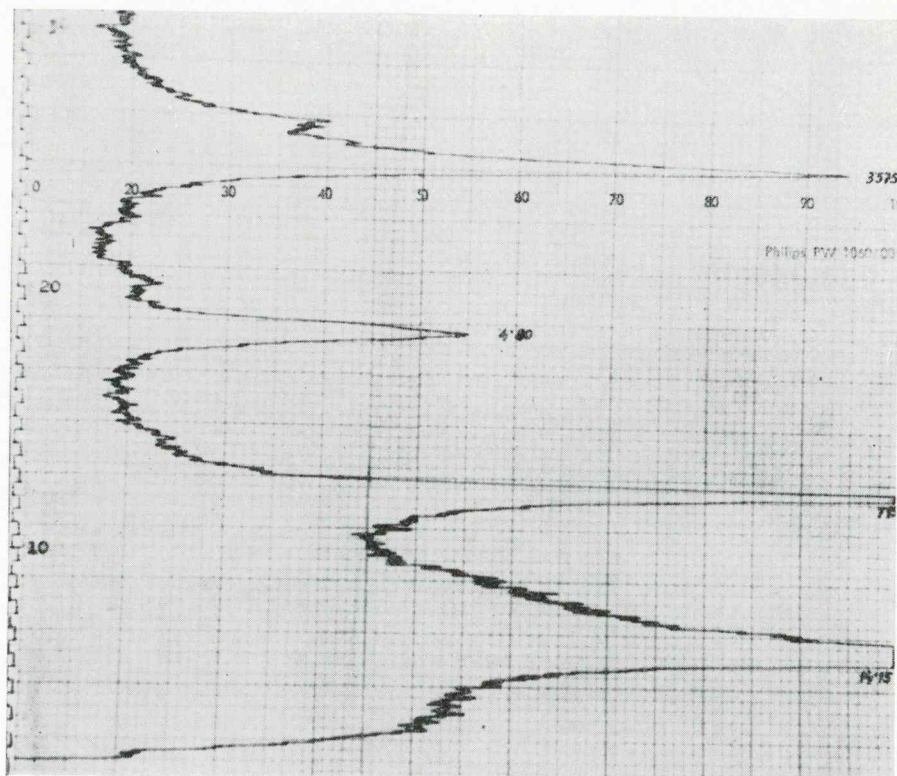
Fig. 2 c. X-ray diagram of clay fraction heated at 450° C, from the horizon A₁ of the leached reddish brown soil. Section 59 K, Rupe-Dutovlje

Kadar je prisoten hlorit, segrevamo vzorec še pri višji temperaturi (700° C), da dobimo bolj jasno izražene odboje prvega reda za hlorit. Posebno z železom bogati hlorit daje navadno zelo nejasno konico pri 14 Å.

Z vsemi temi podatki je mineralna sestava glinaste frakcije tal natančno določena.

Glinasto frakcijo iz horizonta B jerovice, ki smo ji odstranili železo po že citirani metodi, kaže sl. 3, kjer so zastopani kaolinit, illit in nekaj vermikulita.

Tudi ta vzorec smo prepojili nato še z glicerinom, zatem pa ga segrevali pri 450° C. Rentgenogrami so pokazali, da gre za iste minerale, kot jih kaže rentgenogram na sl. 3.



Sl. 3. Rentgenogram zračno suhe glinaste frakcije iz horizonta B jerovice.
Profil 58 K, Dutovlje

Fig. 3. X-ray diagram of the air dried clay fraction from horizon B of the terra rossa. Section 58 K, Dutovlje

Kaolinit	7,15 Å	3,375 Å
Illit	4,80 Å	
Vermikulit	14,15 Å	

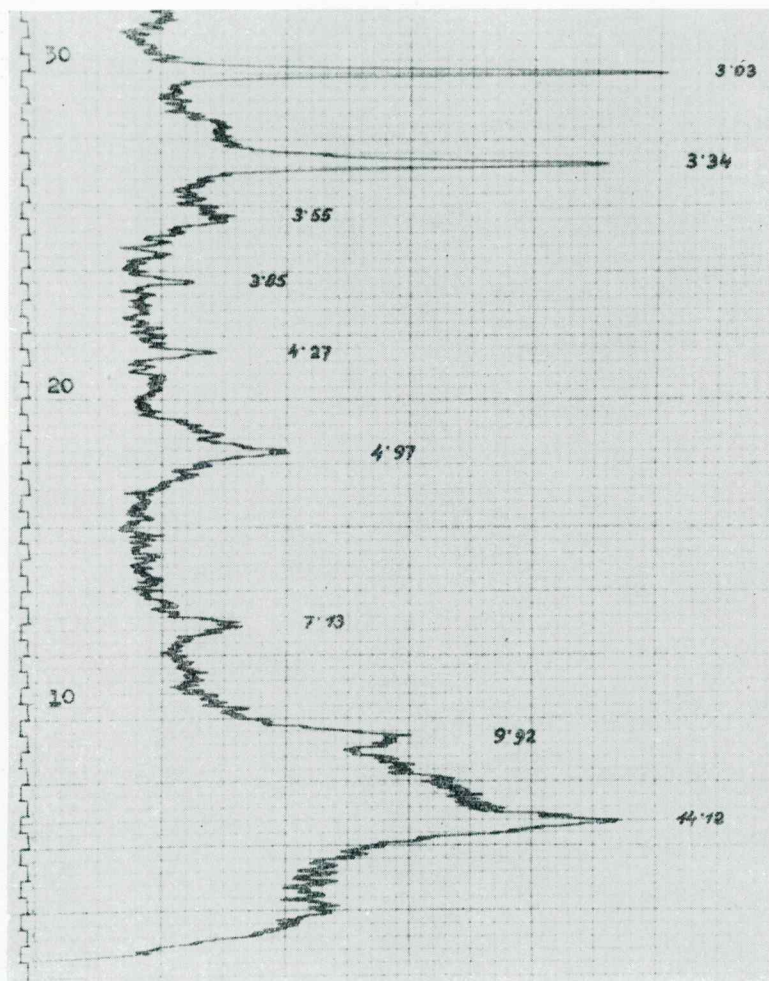
Zanimiv je še rentgenogram glinaste frakcije iz horizonta A₁ rjavih tal na flišu (sl. 4), ki kaže prisotnost več mineralov. Po primerjavi rentgenograma z rentgenogramom standardnih mešanic smo mogli določiti, da je tu največ illita, malo kaolinita, vermikulita, kremenca in kalcita.

Vsi priloženi rentgenogrami jasno kažejo mineralno sestavo glinaste frakcije, teže pa je določiti količino posameznih mineralov.

Raziskava glinaste frakcije v elektronskem mikroskopu

V elektronskem mikroskopu moremo določiti najfinejše mineralne delce po njihovi obliki. Čim bolj popolno je snov kristalizirana, tem lažje

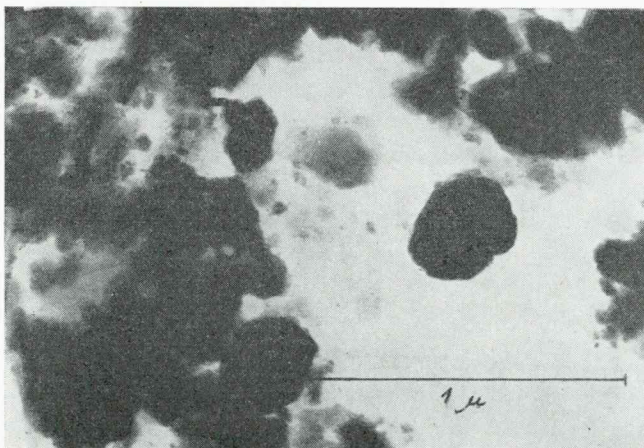
spoznamo posamezne vrste mineralov. Pri tem dobimo kvalitativne podatke, medtem ko moremo količino posameznih mineralov le oceniti.



Sl. 4. Rentgenogram zračno suhe glinaste frakcije iz horizonta A₁ rjavih tal na flišu. Profil 45 D, Furlani

Fig. 4. X-ray diagram of the air dried clay fraction from horizon A₁ of the brown soil on flysh. Section 45 D, Furlani

Illit	9,92 Å	4,97 Å	3,34 Å
Vermikulit	14,12 Å		
Kaolinit	7,13 Å	3,55 Å	
Kremen	4,27 Å		
Kalcit	3,85 Å	3,03 Å	

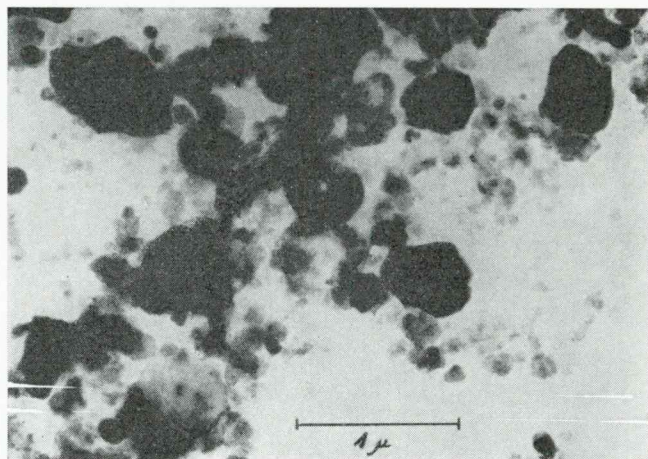


Sl. 5 a. Elektronski posnetek glinaste frakcije iz horizonta B izpranih rdečkasto rjavih tal. Profil 59 K, Rupe pod Dutovljami

Fig. 5 a. Electron micrograph of the clay fraction from horizon B of leached reddish brown soil. Section 59 K, Rupe-Dutovlje

Sl. 5 b. Elektronski posnetek glinaste frakcije iz horizonta B izpranih rdečkasto rjavih tal po odstranitvi železovih spojin. Profil 59 K, Rupe pod Dutovljami

Fig. 5 b. Electron micrograph of the clay fraction from horizon B of leached reddish brown soil after removal of the iron compositions. Section 59 K, Rupe-Dutovlje



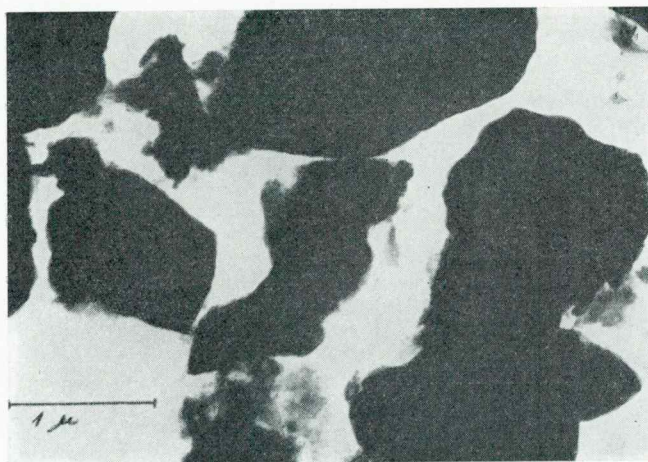
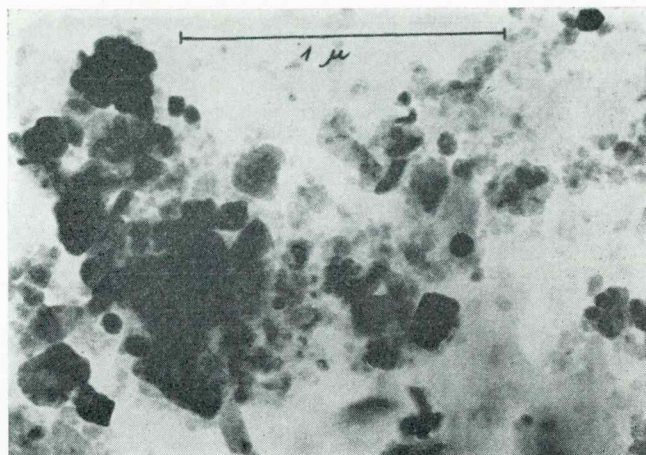
Posnetek (sl. 5 a) glinaste frakcije iz horizonta B izpranih rdečkasto rjavih tal v elektronskem mikroskopu kaže slabo kristaliziran kaolinit in illit.*

Želeli smo dobiti jasnejšo sliko z bolj pravilnimi oblikami kaolinita, zato smo tudi iz te glinaste frakcije odstranili železo. Rezultat je viden na sliki 5 b. Kaolinit je v resnici slabo kristaliziran, ker tudi tu ne kaže pravih šestokotnih kristalov, ampak le približno take oblike, kot bi jih moral. Illit opazujemo v obliki majhnih kosmičev, ki so mestoma združeni v skupke.

* Posnetke je napravil dipl. ing. Šajnov na elektronskem mikroskopu v inštitutu za uporabo nuklearne energije v kmetijstvu, veterinarstvu in gozdarstvu v Zemunu.

Sl. 6. Elektronski posnetek glinaste frakcije iz horizonta B jerovice. Profil 58 K, Dutovlje

Fig. 6. Electron micrograph of clay fraction from horizon B of the terra rossa. Section 58 K, Dutovlje



Sl. 7. Elektronski posnetek glinaste frakcije iz horizonta B rjavih tal na flišu. Profil 45 D, Furlani

Fig. 7. Electron micrograph of clay fraction from horizon B of the brown soil on flysh. Section 45 D, Furlani

Tudi iz glinaste frakcije horizonta B jerovice smo odstranili železove spojine. Vzorec smo nato pregledali v elektronskem mikroskopu. Posnetek (sl. 6) kaže kaolinit, nakrit, illit in veliko amorfnih delcev. Kaolinit je slabo kristaliziran, šesterokotniki so majhni in nepravilni. Nakrit se kaže v obliki nepravilnih zaokroženih in pravokotnih ploskvic. Illit pa nastopa v obliki majhnih kosmičev.

Glinasto frakcijo iz horizonta B rjavih tal na karbonatnem flišu kaže sl. 7, kjer nastopa illit v obliki precej velikih kosmičev.

Povzetek

Minerale glin v glinasti frakciji tal smo raziskali po naslednjih metodah: v faznem kontrastu mikroskopa ortolux, rentgenografsko in

v elektronskem mikroskopu. Pokazalo se je, da je izmed vseh opisanih metod najbolj primerna uporaba faznega kontrasta. Metoda je zelo preprosta, hitra in točna ter dá tudi kvantitativne podatke.

V tleh nastopa več vrst mineralov glin. V pokarbonatnih rjavih tleh prevladuje illit, v rdečkasto rjavih kaolinit. V majhnih količinah nastopajo še hlorit, kremen, sljuda in karbonati.

V rjavih tleh na flišu je najbolj razširjen illit, ponekod je tudi precej vermikulita in malo montmorillonita.

V podzolu je malo več kaolinita in halloysita kot illita. Pseudoglej je v vseh raziskanih primerih razvit na flišu. V teh tleh prevladuje illit. Pogosto je tu še malo kaolinita in vermikulita.

V obrečnih (rjavih in oglejenih) tleh je najbolj razširjen illit. Pogosto sta prisotna tudi vermikulit ali kaolinit.

Rezultati številnih raziskav kažejo, da določeni minerali glin v večini primerov izvirajo iz matične kamenine. Čim bolj so tla razvita (»stara«), tem bolj se spreminjata struktura in sestava gline. V mnogih primerih je illit postopoma prešel v montmorillonit in v ugodnih pogojih se je nadaljevala pretvorba v kaolinit.

CLAY MINERALS IN SOME SOILS IN LITTORAL SLOVENIA

Clay minerals in clay fractions of the soil were investigated by the following methods: by means of phase contrast of the Ortolux microscope, by the X-ray techniques, and with the electron microscope. According to the results obtained, the most appropriate method is the phase contrast microscopy. This method is simple, fast and exact, and also yielding quantitative data.

Several types of clay minerals are found in the soil. In the brown soil on limestone illite prevails, while in the reddish brown soil kaolinite is the prevailing mineral. In small amounts also chlorite, quartz, micas and carbonates are present.

In the brown soil on flysh illite is the most widely spread, but also vermiculite and some montmorillonite are present. In the podzol there is more kaolinite and halloysite than illite. In all cases investigated pseudogley was found on flysh. In these soils illite prevails, frequently with small amounts of kaolinite and vermiculite.

In the alluvial brown and alluvial gleyed soils illite is most widely spread. Often also vermiculite and kaolinite are present. Results of numerous investigations have shown that, in most cases, the soil has already received some clay minerals from the parent rock from which it has developed. The more the soil is developed ("old") the more the character of clay is changing. In many instances illite gradually developed into montmorillonite and, in favorable conditions, the transition continued to kaolinite.

LITERATURA

Aleksandrović, D., Pantović, M., Lotse, E., 1965, The mineralogical composition of some pseudogley soils in Serbia. *Zemljište i biljka*, Vol. 14, 3, Beograd.

Aleksandrović, D., 1965 a, Clay minerals in major great soil groups as related to lithological and soil formation factors. Seminar in the Field of soil fertility and plant nutrition. Zemun.

Buser, S., 1965, Geološke razmere v Trnovskem gozdu. Geogr. vest. XXXVII, Ljubljana.

Caillière, S., Henin, S., 1963, Minéralogie des Argiles, Paris.

Gorbunov, I. N., 1956, Zakonomernosti rasprostanenija glinistih mineralov v glavnejših tipah počv SSSR. Počvovedenie 2, Moskva.

Gregorič, V., 1965, Nastanek tal na triadnih dolomitih. Doktorska disertacija.

Grim, E. R., 1953, Clay mineralogy. London.

Kunze, G. W., 1965, Pretreatment for mineralogical analysis. In Methods of soil analysis. Part 1. American Society of Agronomy. Inc. Publisher. Madison.

Mehra, O. P., Jackson, M. L., 1960, Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate in Clays and Clay minerals. Proc. 7th Conf. Natl. Acad. Sci. Natl. Res. Council Publ.

Meyer, B., Kalk, E., 1959, Die Mineralbestimmung in Tonfraktionen des Bodens mit Hilfe der Phasenkontrast- und Grenzdunkelmikroskopie. Landwirtschaft. Forschung, Band 12, Heft 1.

Pavlovec, R., 1962, Starost terciarnega fliša v Sloveniji. Geologija 7, Ljubljana.

Pleničar, M., 1961, Stratigrafski razvoj krednih plasti na južnem Primorskem in Notranjskem. Geologija 6, Ljubljana.

Rakovec, I., 1956, Pregled tektonske zgradbe Slovenije. Prvi Jugosl. geol. kongres, Ljubljana.

Schmidt, G. K., 1958, Arbeitsblatt zur Bestimmung von Mineralien. Bonn.

Theisen, A. A., Harward, W. E., 1962, A paste method for preparation of slides for clay mineral identification by X-ray diffraction. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 26.