



Baština Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

**Naučni skup – iskorišćavanje osnovnih pedoloških
karata (Sarajevo, 26. i 27. IV 1974) - Runion
scientifique – Utilisation des cartes pedologiques
elementaries**

Ćirić, Milivoje

1975

Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

<https://bastina.anubih.ba/items/532665ad-20f5-49af-b4f4-3f30a02cdfa4>

Preuzeto s Baštine Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

<https://bastina.anubih.ba/>

AKADEMIJA NAUKA I UMJETNOSTI BOSNE I HERCEGOVINE

POSEBNA IZDANJA

KNJIGA XXVII

ODJELJENJE PRIRODNIH I MATEMATIČKIH NAUKA

KNJIGA 6.

NAUČNI SKUP

ISKORIŠĆAVANJE OSNOVNIH PEDOLOŠKIH KARATA

(Sarajevo, 26. i 27. IV 1974.)

Urednik
MILIVOJE ĆIRIĆ,
redovni član Akademije nauka i umjetnosti
Bosne i Hercegovine



SARAJEVO

1975.

ZOLTAN RACZ*

INTERPRETACIJA PEDOKARTOGRAFSKIH ISTRAŽIVANJA ZA INŽINJERSKE POTREBE

U V O D

Suvremeni tokovi života i nagla ekspanzija industrijski razvijenog društva zahtijevaju bržu razmjenu tehničke dokumentacije i svestraniju primjenu rezultata znanstvenih istraživanja u praksi. S druge strane, sve veća specijalizacija otežava sporazumijevanje i komuniciranje naučnih iskustava, i to ne samo između različitih već često i srodnih oblasti znanstvene djelatnosti. Nastala situacija može se riješiti inter- i multidisciplinarnom suradnjom. Ili, u slučaju kad je isti objekt istraživanja, »prevođenjem« — korelacijom i interpretacijom termina i podataka na način koji je razumljiv drugoj struci.

Isti je slučaj s pedološko-kartografskim istraživanjima, čiji se podaci mogu iskoristiti u raznim tehničkim disciplinama, posebno u građevinarstvu, hidro- i kulturnoj tehnici.

1. OSNOVNI POJMOVI I DEFINICIJA TLA (ZEMLJIŠTA) U OBLASTI TEHNIČKIH NAUKA

Prije gotovo 50 godina u oblasti tehničkih nauka razvila se posebna znanstvena disciplina *mehanika tla* (Terzaghi, 1925, citirano prema Nonveilleru, 1964, i Najdanoviću, 1967). U SR Hrvatskoj ista disciplina zahvaća šire područje istraživanja i češće se naziva *geomehanika*.

U zemljama zapadne Evrope i SAD-a primjenjuju se odgovarajući nazivi za mehaniku tla (Dept. of Scientific and Industrial Research, Road

* Zavod za pedologiju, Biotehnički OOUR, Poljoprivredni fakultet, Zagreb.

Researc Lab., 1957, L a m b e and W h i t m a n, 1969). Za definiciju tla navodi se slijedeće:

U širem smislu zemljinu koru (litosferu) izgrađuju dvije glavne vrste materijala — stijene i tlo. Pod pojmom tla podrazumijevaju se sve naslage rastresitog materijala.

U SSSR-u ova se naučna disciplina naziva »gruntovedenie«, ulazi u širi sklop inženjerske geologije, a obuhvaća i pedosferu (Lisenko, 1972). Nadalje, prema istom autoru, »grunt« se proučava:

— kao prirodno-historijska tvorevina podložna promjenama u toku vremena,

— ali istovremeno i kao višefazni, najčešće polidisperzni i polimineralni sistem.

Prema definiciji sovjetskih pedologa, »grunt« predstavlja: »... gornji sloj stijene koji leži neposredno ispod tla, istog ili različitog geološkog porijekla od samog tla. Između tla i grunta vrši se razmjena plinovite i tekuće faze, kao i toplinske energije«. (Akademija nauka SSSR-a, 1972.)

Ne ulazeći dalje u ovu problematiku, bitno je uočiti da geomehanička istraživanja često obuhvaćaju i profil tla. Međutim, pristup proučavanju je različit, ovisno o namjeni:

- a) kad tlo predstavlja prirodnu podlogu za razne objekte,
- b) kad se tlo iskorištava kao građevni materijal, — ili
- c) kad se u njemu izvode razni zemljani radovi i hidrotehnički zahvati.

2. METODE ISTRAŽIVANJA I KLASIFIKACIJA TLA

Kako je tlo zajednički objekt istraživanja, razumljivo je da su i teoretske osnove metoda koje se primjenjuju u mehanici tla jednake onima u pedofizici, mineralogiji tla i pedokemiji. Pored ranije citiranih udžbenika i priručnika, zainteresirani se upućuju još na slijedeće izvore stručne literature: Jugoslavensko društvo za mehaniku tla i fundiranje (1960), Jugoslavenski zavod za standardizaciju (1968), ASA (1965), SCS (1972), G o h f e l j d i Ž o r n i k (1973), JDPZ (1966, 1967, 1971).

Prema navedenoj literaturi i prikupljenim informacijama, terenske i laboratorijske metode istraživanja koje se primjenjuju u mehanici tla i pedološkoj praksi orijentaciono smo podijelili u tri grupe:*

U prvu grupu stavljene su one metode koje se izvode i interpretiraju na isti način.

* Autor se zahvaljuje inž. I. Višiću, direktoru Instituta za geotehniku, IGH, Zagreb, te posebno inž. R. Vinceku, iz istog Instituta, za korisne diskusije i savjete.

To su fizikalna svojstva tla, koja karakteriziraju prirodnu gustoću i konzistenciju tla (volumna ili zapreminska specifična težina, porozitet, odnosi krute, tekuće i plinovite faze, prirodna zasićenost uzorka vlagom u odnosu na apsolutno suho tlo, propusnost tla za vodu, gornja i donja granica plastičnosti, te statički i dinamički penetracioni pokusi). Eventualne razlike odnose se na dimenzije uzorka i primijenjene opreme, ili na dubinu profila iz koje su uzeti određeni uzorci tla.

Nadalje, ovdje spadaju kemijska svojstva koja se povremeno određuju u mehanici tla (pH, sadržaj karbonata, lako topivih soli i humusa), kao i specijalne mineraloške analize (DTA, rendgenografske analize i dr.).

Druga grupa obuhvaća slične postupke određivanja, dok je interpretacija podataka bitno različita.

To je šira problematika granulometrijskog (mehaničkog) sastava tla ili identifikacije i klasifikacije tla u geomehanici (Vincek, 1968).

U tab. 1 navodi se korelacija različitih sistema klasifikacije tla prema američkim podacima (USDA, 1971). Niže se navode važnija obrađivanja.

Podaci prema tab. 1 iskorištavaju se u pedološkim izvještajima jedino u tom slučaju ako nema raspoloživih geomehaničkih analiza.

Teksturane klase tla prema američkoj podjeli su poznate, a primjena je opisana u Priručniku za fiziku tla (JDPZ, 1971). Unificirana ili jedinstvena geomehanička klasifikacija tala služi kao međunarodni standard i najčešće se iskorištava u našoj zemlji (Nonveiller, 1964, Najdanić, 1967). Drugooznačena klasifikacija primjenjuje se pri ocjeni podloga za cestovne konstrukcije (prema »American Association of State Highway Officials«, ili skraćeno AASHO).

Prema jedinstvenoj klasifikaciji tala razlikuje se 6 osnovnih vrsta tala: šljunak, pijesak, prah, glina, organsko tlo i treset, sa simbolima prema odgovarajućim engleskim riječima (G, S, C, O, Pt). Jedino se prah označuje s M (zbog istog početnog slova kao i pijesak).

Pijesak i šljunak predstavljaju krupnozrnate, nekoherentne materijale (sa 50 ili manje % čestica ispod 0,074 mm Ø). Osnovna podjela: šljunka i pijeska vrši se prosijavanjem kroz sito br. 4 (4,76 mm Ø, prema USS i ASTM-standardima). Nakon toga slijedi daljnja podjela prema građuiranosti zrna, te količini i karakteristikama plastičnosti vezivnog materijala — praha i gline.

Prah i glina dominiraju u sitnozrnatim, koherentnim tlima. Izdvajaju se prosijavanjem kroz sito br. 200 (0,074 mm Ø), a zajedno se označuju kao tzv. »fines«. Daljnja podjela vrši se na osnovi vrijednosti gornje granice plastičnosti ili granice tečenja (w_L) i indeksa plastičnosti (I_p), prema dijagramu plastičnosti A. Casagrandea.

Tabela 1.

TEKSTURNE OZNAKE TLA I PODJELA PREMA GEOMEHANIČKIM
KLASIFIKACIJAMA (USDA, 1971)

Teksturna oznaka	Grupe tala prema		Karakteristična svojstva tla
	jedinstvenoj klasifikaciji	klasifikaciji AASHO	
Glina, Praškasta glina	CH MH CL	(A-7) (A-7) (A-7)	Gline, s jakim kontrakcijom i bubrenjem Tinjeci, željezni oksid, kaolinit. gline Niska wL. < 45% gline
Praškasto-glin. ilovača	CL ML-CL CH MH	A-7 (A-6) A-7 (A-6) A-7 A-7	Niska wL. Plastična. (< 30% gline) Niska wL. umjer. plast. (< 30% gline) Visoka wL. Gline s jakim bubr. i kontrakc. Visoka wL. Tinjeci, željezni oksid, kaolinit.
Glinasta ilovača	CL ML-CL CH MH	A-6, A-7 A-6 A-7 A-7	Niska wL. Plastična Niska wL. umjer. plastična Visoka wL. Gline s jakim bubr. i kontrakc. Visoka wL. Tinjeci, željezni oksid, kaolinit.
Ilovača	ML-CL ML CL	A-4 (A-6) A-6 (A-4) A-4 (A-7)	Umjer. plast. (> 21% gline) Plastična (< 21% gline) Niska plast. (> 21% gline)
Praškasta ilovača	ML-CL ML CL	A-4 (A-6) A-4 (A-7) A-6	Umjer. plastična (> 21% gline) Nisko plast. (> 21% gline) Plastična
Prah	ML	A-4	Niska plastičnost
Pjeskovita glina	CL SC	A-7 A-7	> 50% čestica praha i gline zajedno ≤ 50% čestica praha i gline
Pjeskovito-glin. ilovača	SC SC CL	A-6 A-2-6 A-6	Plastična. 36—50% praha i gline Plastična. ≤ 35% praha i gline Plastična. > 50% praha i gline

(nastavak Tab. 1)

**TEKTURNE OZNAKE TLA I PODJELA PREMA GEOMEHANIČKIM
KLASIFIKACIJAMA (USDA, 1971)**

Teksturna oznaka	Grupe tala prema		Karakteristična svojstva tla
	jedinstvenoj klasifikaciji	klasifikaciji AASHO	
Pjeskovita ilovača	SM SC SM-SC	A-2-4, A-4 A-2-4 A-2-4	Niska plastičnost Plastična Umjereno plastična
Fino pjeskovita ilovača	SM ML ML-CL SM-SC	A-4 A-4 A-4 A-4	Neplastična. $\leq 50\%$ praha i gline zajedno Neplastična. $> 50\%$ praha i gline Umjereno plast. $> 50\%$ praha i gline Umjereno plast. $\leq 50\%$ praha i gline
Vrlo fino pjeskovita ilovača	ML-CL ML	A-4 A-4	Umjereno plastična Nisko plastična
Ilov. pijesak Ilov. fini pjes. Ilov. vrlo fini pijesak	SM SM-SC SM ML	A-2-4 A-2-4 A-4 A-4	Neplastičan. $\leq 35\%$ praha i gline zajedno Umjer. plast. $\leq 35\%$ praha i gline Niska plast. $> 35\%$ praha i gline Slabo ili neplastičan
Pijesak Finij pijesak	SP-SM SM SP	A-3 A-2-4 A-3	5—10% praha i gline zajedno $> 10\%$ praha i gline $< 5\%$ praha i gline
Vrlo fini pijesak	SM ML	A-4 A-4	Niska plastičnost Slabo ili neplastičan
Krupni pijesak	SP, SW SP-SM SM SM	A-1 A-1 A-1 A-2-4	$< 5\%$ praha i gline zajedno 5—12% praha i gline 13—25% praha i gline $> 25\%$ praha i gline
Šljunak	GP, GW GM ili GC GM ili GC GM GC	A-1 A-1 A-2 A-4 A-6	$< 5\%$ praha i gline zajedno 5—25% praha i gline 26—35% praha i gline $> 35\%$ praha i gline $> 35\%$ praha i gline

Utvrđivanje pojedinih grupa tala vrši se posebnim sistemom pokusa na polju ili u laboratoriju (tzv. identifikacija uzorka). Međutim, prilikom laboratorijskih određivanja granulometrijskog sastava tla primjenjuju se slični postupci kao u pedofizici (kombinacijom metode sita i areometriranja, vidi npr. Strmac, (1952).

U treću grupu ubrojili smo one metode istraživanja koje su posve specifične za mehaniku tla i rjeđe se primjenjuju u pedološkoj praksi.

Kao primjere navodimo postupke određivanja stišljivosti, čvrstoće tla za smicanje, kapaciteta nosivosti, itd. Napominjemo da su u Priručniku za fiziku tla opisani postupci (pokusi), tzv. direktnog smicanja, ali za agrotehničke potrebe.

Na osnovi gornjih podataka i poznate prakse u izradi pedoloških karata opće namjene proizlaze i određeni zaključci o mogućnostima i ograničenjima njene primjene za inženjerske svrhe.

Neovisno od mjerila karte, primjena pedoloških podataka ograničena je dubinom pedogenetskog profila tla. Orijentaciono — do pojave kompaktne stijene, ili cca 2 m dubine tla.

Nadalje, ovisno o mjerilu pedološke karte, ograničen je broj terenskih osmatranja i gustoće mreže analiziranih profila (npr. za kartu 1:50.000, cca 1 analizirani profil na 1.000 ha).

Međutim, pedološka istraživanja imaju i stanovite prednosti u odnosu na klasične metode istraživanja u mehanici tla (vidi npr. Hristov, 1973). Naime, pedokartografske jedinice predstavljaju sintezu sistematskih jedinica tla, geomorfološke građe terena i drugih obilježja šireg prostora. Osim toga, važno je istaći da su sistematske jedinice jasno definirane, pored ostalog, i nizom fiziografskih svojstava tla koja služe kao tehnički parametri.

3. PRIMJENA PEDOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA

Primjena pedokartografskih istraživanja u tehničkim strukama predstavlja, da tako kažemo, svakodnevnu praksu u SAD-u. Postoje detaljne upute za interpretaciju podataka (USDA, 1971), tako da je ova problematika obrađena u svim izvještajima (Colorado Agricultural Experimental Station and Soil Conservation Service, 1968, Iowa AES and SCS, 1969, Purde AES and SCS, 1969).*

Prema spomenutim uputama, u pedološkim izvještajima obično se navode tri vrste tabelarnih prikaza.

3.1. Osnovni parametri

U prvoj tabeli, ili grupi tabela, navode se korelativni odnosi i kvantitativni pokazatelji (ili ocjene) pojedinih svojstva tla na bazi općeg fonda

* Autor se i ovom prilikom zahvaljuje dru R. W. Simonsonu za dostavljenu stručnu literaturu iz SAD-a.

raspoloživih podataka za određenu sistematsku jedinicu tla (u njihovom slučaju za seriju tala). Dakle, bez obzira na izvor podataka i konkretno područje istraživanja, a obuhvaćeno je slijedeće:

- naziv sistematske jedinice i šifra kartografske jedinice ili kartografskih jedinica u kojima je ista zastupljena,

- dubina do kompaktne podloge, stijene (uključujući tlo i supstrat, u slučaju rastresite sedimentne stijene),

- najviši nivo sezonskog kolebanja donje vode (uz posebnu napomenu o poplavama),

- dubina reprezentativnog profila (uključujući litološku diskontinuiranost profila, npr. A, B, IIC). Posebno se naznačuju prisutni proslojci šljunka, »fragipana«, zbijenih horizonata ili pothorizonata, akumulacija gipsa i dr. (npr. B_{ox}, r; B_x; B_t, m; C_{cs}),

- komparativne vrijednosti teksturnih klasa i geomehaničkih grupa tala (vidi tab. 1),

- sadržaj pojedinih frakcija skeleta i pijeska, ili kamena, šljunka, pijeska, te praha i gline zajedno prema geomehaničkim klasifikacijama (više od 7,5 cm, te % -tni sadržaj čestica koje prolaze kroz sita Ø rupica 4,7; 2,0; 0,42 i 0,074 mm),

- raspon kolebanja gornje granice i indeksa plastičnosti,

- propusnost tla za vodu (izražena kao hidraulička provodljivost pri punoj saturaciji, u cm/sat),

- kapacitet fiziološki aktivne vlage tla (izražen u cm/cm, tj. kao visina stupca slobodne vode u cm po jedinici dubine tla, također u cm),

- raspon kolebanja reakcije tla (u pH-vrijednostima),

- salinitet (određen kao električni konduktivitet saturiranog ekstrakta, a izražen u Mmhos/cm, pri 25°C),

- potencijal bubrenja i kontrakcije (uz podjelu na klase prema koeficijentu linearne rastegljivosti, ili skraćeno COLE). Napominjemo da za sve važnije serije tala postoje komparativne vrijednosti prema grupama jedinstvenog sistema, koeficijentu rastegljivosti i tzv. potencijalu promjene volumena (PVC), koji češće primjenjuje Federalna administracija za stambenu izgradnju SAD-a,

- ocjena podložnosti koroziji, posebno za cijevi od ljevanog željeza i betona.

Smatra se da korozija željeznih cijevi u tlu nastaje kao rezultat fizikalno-biokemijskih procesa ionizacije željeza. Direktno ovisi o koncentraciji lako topljivih soli u otopini tla, o oksido-redukcijskim procesima u slabo dreniranim i slabo prozračnim tlima, kao i o zastupljenosti specifičnih grupa anaerobnih mikroorganizama. Procjena se vrši na osnovi slijedećih pokazatelja: električne provodljivosti tla pri stanju vlažnosti koje približno odgovara poljskom kapacitetu tla za vodu (prema otporu, ohm-cm), ukupnog aciditeta (u m. e./100 g tla), teksture i dreniranosti tla, te električnog konduktiviteta saturiranog ekstrakta. Daljnja podjela vrši se u 5 grupa (klasa): vrlo niske, niske, umjerene, visoke i vrlo visoke korozivnosti.

Oštećenja betonskih cijevi i drugih betonskih konstrukcija u tlu nastaju pod utjecajem: većih količina lako topljivih sulfata u vodi (izraženo u ppm SO_4), kisele reakcije tla (izražene u pH-jedinicama), posebno u teksturno težim tlima. Prema ovim podacima izvršena je podjela u 3 grupe, s ocjenama korozivnosti: niska, umjerena i visoka.

3.2. Dopunska geomehanička istraživanja

Drugi tabelarni prikaz sadrži standardne geomehaničke podatke za sistematske jedinice tla *na istraživanom području*. Uzorci se prikupljaju tokom terenskih pedoloških istraživanja, a analize i determinaciju vrše *specijalizirani laboratoriji za mehaniku tla*.

Obuhvaćeni su slijedeći podaci:

— naziv sistematske jedinice tla, tačna lokacija na terenu, napomena da li je profil tipičan, po čemu odstupa,

— matični supstrat,

— dubina uzorka,

— maksimalna specifična težina suhog tla (u gramima, odn. pondima(cm^3) i odgovarajuća optimalna vlažnost (%). Navedeni parametri služe za ocjenu zbijenosti vezanog, koherentnog tla (vidi standardni Proktorov pokus, Najdanović, 1967),

— mehanička analiza tla prema geomehaničkim metodama. Najprije se utvrđuje %-tni sadržaj čestica većih od 7,5 cm $\varnothing$, zatim čestice koje prolaze kroz sita $\varnothing$: 2,5 cm, 1,875 cm, 0,938 cm, 4,7 mm, 2,0, 0,42 i 0,074 mm, te areometriranjem čestice manje od: 0,05, 0,005 i 0,002 mm $\varnothing$,

— gornja tačka plastičnosti i indeks plastičnosti,

— klasifikacija prema unificiranom i AASHO sistemu.

3.3. Interpretacija podataka

Treći tabelarni prikaz i prateći tekst izvještaja sastavljeni su tako da se sistematske jedinice tla i njihova svojstva procjenjuju sa gledišta:

— stupnja i vrste ograničenja, — ili

— pogodnosti za određenu tehničku namjenu, odnosno meliorativne zahvate.

Stupanj ograničenja označuje se kao: neznatno, umjereno i jako, dok se podobnost ocjenjuje kao: dobra, povoljna i slaba.

U pripremi ovog prikaza obrađena je i slijedeća literatura: Knight and Freitag (1961), Soil Conservation Service (1966), Huddleston and Olson (1966), Massachusetts Depth of Commerce and U. S. Dept of Agriculture. Materijal je opsežan, pa smo stoga izdvojili samo neka, važnija pitanja i primjere primjene.

a) Tlo kao prirodna podloga za razne objekte

Veće poteškoće (ograničenja i oštećenja) u izgradnji i održavanju betonskih ili asfaltnih cesta, automobilskih parkirališta i aerodromskim pista uvjetuju:

- loša ili vrlo loša dreniranost tla,
- učestale poplave (u razdoblju kraćem od 5 godina),
- pad terena iznad 15%,
- pojava čvrste stijene na dubini do 50 cm,
- ako je grupni indekst prema AASHO-sistemu veći od 8 (radi usporedbe navodimo da su to praškasto-glinasti materijali, s više od 35% čestica koje prolaze sito br. 200),

— ili, prema jedinstvenom sistemu, sljedeće grupe tala: CL s indeksom plasticiteta < 15 , zatim CH, ML, OH, OL i Pt. (Prema geomehaničkim klasifikacijama to su: lake gline s više praškastih čestica; teške organske gline, visoke plastičnosti; anorganski prah i vrlo fini pijesak; organske gline, visoke plastičnosti; organske prašine i organske praškaste gline; treset.),

- visoki potencijal kontrakcije i bubrenja,
- visoka osjetljivost na mraz,
- 4. i 5. klasa kamenitosti,
- te 2, 3, 4. i 5. klasa stjenovitosti.

Osjetljivost i pojava deformacija pod utjecajem mraza ovise o: mehaničkom sastavu tla, nivou podzemne vode i dužini trajanja niskih temperatura. Procjena se vrši prema posebnim kriterijima (Najdanović, 1967), a indirektno prema mehaničkom sastavu tla, odnosno prema količini frakcija praha i vrlo finog pijeska (50-2 i 100-50/1 μ), zbog većeg kapilarnog uspona vode. U slučaju dužeg trajanja niskih temperatura stvaraju se leće leda u kapilarnim porama, koje smanjuju čvrstoću i nosivost tla. Osim toga, dublji horizonti smrznutog tla priječe silazne tokove vode nakon otapanja snijega i leda u površinskom sloju.

Slični kriteriji (parametri) vrijede i za niže stambene objekte, sa ili bez podrumskih prostorija. Veća ograničenja uvjetuju:

- također slaba dreniranost tla,
- sezonsko kolebanje nivoa donje vode (iznad 50 ili 75 cm dubine u slučaju podrumskih prostorija),
- pojava poplava,
- veći pad terena od 15%,
- visoki potencijal bubrenja,
- grupe tala prema unificiranom sistemu: CH, MH, OL i OH (odnosno umjereno ograničenje u slučaju MH, ako je zastupljena pretežno kaolinitna glina),
- potencijalni utjecaj mraza ako dubina smrzavanja dopire ispod temelja zgrade,
- 3, 4. i 5. klasa kamenitosti,
- 2, 3, 4. i 5. klasa stjenovitosti,
- pojava kompaktnih stijena na dubini od 50 cm, odnosno 100 cm u slučaju podrumskih prostorija.

b) Tlo kao građevni materijal

Kao prvi primjer navodimo mogućnost iskorišćavanja zemljišnog materijala prilikom gradnje lokalnih cesta (zasipanje neravnina terena, formiranje podloge i donje podloge iznad posteljice, rubnog nasipa i sl.). U tom slučaju treba utvrditi mogućnost otvaranja materijalnih graba na obližnjem prostoru i ocijeniti podobnost tla za te svrhe (do dubine od 1,5—1,8 m).

Tabela 2.

KARAKTERISTIKE ZEMLJIŠNOG MATERIJALA ZA NASIPE (USDA, 1971)

Unificirana klasifikacija	Čvrstoća tla za smicanje	Stišljivost tla	Propusnost zbijenog tla	Osjetljivost na unutarnju eroziju	Karakteristike sabijanja
GW	visoka	niska	visoka	niska	dobre
GP	visoka	niska	visoka	niska	dobre
GM	visoka — osrednja	niska	osrednja — niska	osrednja — niska	osrednje — dobre
GC	osrednja	niska — osrednja	niska	osrednja — niska	dobre — osrednje
SW	visoka	niska	visoka	osrednja	dobre
SP	osrednja	niska	visoka	osrednja — visoka	dobre
SM	osrednja	niska — osrednja	osrednja — niska	osrednja — visoka	osrednje — dobre
SC	osrednja — niska	niska — osrednja	niska	osrednja — niska	dobre — osrednje
ML	osrednja — niska	osrednja	osrednja — niska	visoka	osrednje — loše
CL	osrednja — niska	osrednja	niska	niska — osrednja	osrednje — dobre
MH	niska	visoka	niska — osrednja	osrednja — niska	loše
CH	osrednja — niska	visoka	niska	niska	osrednje — loše
OL*	niska	visoka	niska — osrednja	osrednja — visoka	osrednje — loše
OH*	niska	visoka	niska	osrednja — niska	— loše
Pt	—	—	—	—	—

* Upotrebljavaju se samo za niske nasipe, kad je rizik od proboja vode minimalan.

Osim pogodne prirodne građe terena i profila tla (nagib, kamenitost, stjenovitost i dreniranost), dobar zemljišni materijal ima slijedeća svojstva:

- prema unificiranom sistemu odgovara grupama: GW, GP, SW, SP, te GC, SM i SC kad suma praha gline zajedno ne prelazi 30%. (To su: dobro i slabo građirani šljunci i pijesci, te šljunak i pijesak s manje glinastog i praškastog veziva.),

- prema AASHO-sistemu odgovara grupnim indeksima od 0—4 (takoder manje od 35% čestica, koje prolaze kroz sito br. 200),

- niskog je potencijala bubrenja, — te

- male osjetljivosti na mraz.

Napominjemo da se slični kriterij o mehaničkom sastavu tla primjenjuje i u tom slučaju kad sistematske jedinice tla ocjenjujemo kao potencijalni izvor šljunka i pijeska za šire građevinske potrebe.

Kao drugi primjer navodimo iskorištavanje tla za gradnju raznih nasipa (za obranu od poplave, akumulacija, ribnjaka i dr.). Međutim, ovdje su potrebna specijalna geomehanička istraživanja.

U tab. 2 navode se komparativne vrijednosti osnovnih parametara za tu namjenu (USDA, 1971).

Simboli za pojedine grupe tala prema jedinstvenom sistemu objašnjeni su u ranijem tekstu. Novonavedena oznaka GM odgovara prašinastom šljunku ili smjesi šljunka, pijeska i prašine (neplastična — malo plastična tla). Oznaka MH obuhvaća tinjčasti ili dijatomejski fini pijesak, zatim prašinsti pijesak i elastičnu prašinu.

c) Izvođenje zemljanih radova

U slučaju plićih iskopa (otvorenih kanala, rovova i tranšea, kanalizacije i dr.) limitirajuća su slijedeća svojstva tla:

- loša prirodna drenaža, posebno ako se radovi izvode u kišovitom godišnjem razdoblju,

- sezonsko kolebanje donje vode iznad 75 cm dubine, te pojava poplava,

- nagib terena iznad 15%,

- teksturno teška ili izrazito laka tla (gline, praškaste gline, pijesci i ilovasti pijesci), zatim šljunkovita ili organska tla,

- pojava kompaktnih stijena pliće od 1 m,

- 3, 4. i 5. klasa kamenitosti, kao i

- 2, 3, 4. i 5. klasa stjenovitosti.

S obzirom na slične kriterije, u ovu grupu primjera uvrstili smo i specifičnu problematiku izgradnje septičkih jama, te odgovarajućih sanitarnih uređaja u manjim stambenim i turističkim naseljima ili kam-povima, gdje nema redovite kanalizacije.

Naime, u ovom je slučaju nužno osigurati normalni odvod, uz postepenu filtraciju tekućeg dijela fekalija. Situacija je povoljna u slučaju:

— umjereno brze propusnosti tla za vodu (s vrijednostima infiltracije od 5—15 cm/sat). Tolerira se i klasa brze propusnosti, ali samo u tom slučaju ako je ravan reljef. U protivnom, moguće su kontaminacije pitke vode u podnožju padine. Pri određivanju hidrauličke provodljivosti laboratorijskim postupkom granične vrijednosti iznose 2,5 cm/sat. U slučaju terenskog određivanja prema holandskom postupku (*»Auger hole method«*), povoljne su vrijednosti ako je bočna filtracija brža od 18 minuta/cm,

- kad nema opasnosti od poplave,
- zaravnjen teren ili blaže padine (0—8%),
- duboka tla, s pojavom čvrstih stijena, ili druge nepropusne podloge, ispod 1,8 m dubine, — kao i
- tereni bez kamenitosti i stjenovitosti.

Osim navedenih primjera, ukazujemo i na mogućnost primjene pedoloških istraživanja za potrebe civilne zaštite, teritorijalnih jedinica obrane i armije. Metode istraživanja u principu su jednake (Knight i Freitag, 1961; Hristov, 1966. i 1968), a mijenja se samo način interpretacije podataka. Npr. za izgradnju zemljanih skloništa, skladišta hrane i opreme, prohodnosti terena za ljudstvo i vozila, i dr.

4. PRIJEDLOZI I UPUTE ZA PRIMJENU

Pedološka karta SFRJ mjerila 1:50.000 predstavlja u sadašnjim uvjetima standardnu kartu općenamjenu. Metode terenskog i laboratorijskog rada, normativi i način interpretacije su poznati (Kovačević i Jakšić, 1964; Jakšić, 1972; normativi, zapisnici i recenzije Projektnog savjeta SRH za 1972. i 1973). Međutim, osim neposredne primjene u poljoprivredi i šumarstvu, ostale mogućnosti pedološke karte nisu do sada iskorištavane. Vjerojatno je i to jedan od razloga da širi društveni značaj ove karte nije na adekvatan način verificiran u praksi.

U tom pravcu čine se određeni naponi u republikama, a s istim ciljem održava se i ovo Savjetovanje.

Kad se govori o metodama pedoloških istraživanja za kartu 1:50.000, smatramo da je u ovom momentu najvažnije osigurati njihovo neprekidno usavršavanje. Pored ostalog, to se ogleda u potrebi:

— racionalnijeg iskorištavanja postojeće i uvođenja novih fotointerpretativnih metoda (Počvenij institut im. Dokučajeva, 1971; Tonejec i Hanich, 1973),

— daljnjeg rada na standardizaciji terenskih i laboratorijskih metoda istraživanja (FAO, Müller et al, 1970, Soil Conservation Service, 1972),

— boljeg definiranja kartografske jedinice, razgraničenja u odnosu na pojam sistematske jedinice tla (Škorić et al, 1973), kao i općenito legende karte za širu primjenu.

Pretpostavljamo da će ovu problematiku detaljnije obuhvatiti ostali referati i da će se na Savjetovanju donijeti određene preporuke za budući rad.

U pogledu interpretacije pedoloških podataka za inženjerske potrebe u prethodnim poglavljima iznijeta su iskustva u drugim zemljama, kriteriji i primjeri primjene. Pored ranije citirane literature, zainteresirani se upućuje na preporuke FAO (Steele, 1967), zatim na rad Brinkmana i Smytha (1973), te najnovije radove grupe autora u ediciji Simonsona (1974).

Na idućim stranama teksta navode se tabelarni pregledi i upute za interpretaciju podataka kojima se obično raspolaže, ili se mogu relativno lako prikupiti, prilikom izrade pedoloških karata mjerila 1:50.000.

Prva tabela, označena velikim slovom A, obuhvaća:

- karakteristike sistematskih jedinica tala i
- procjene njihovih fizikalnih svojstava što su od interesa za inženjerske potrebe.

Vidi tač. 3.1., tab. 1, te ostale pomoćne tabele, formule i kriterije podjele u daljnjem tekstu.

Upozoravamo da se većina spomenutih kriterija bazira na američkoj podjeli frakcija i teksturnog (granulometrijskog) sastava tla. Sve je to, međutim, poznato odranije (vidi Priručnik JDPZ, 1971, str. 24). Osim toga, u pedokartografskoj praksi SRH određuje se već duže vrijeme frakcija sitnog pijeska (0,2—0,05 mm, mokrim prosijavanjem, *Ibid*, 1971). Prema tome, nema nikakve prepreke da se primijene spomenute teksturne oznake i ostali korelacioni odnosi.

U drugoj tabeli (B) navedeni su stupanj i vrsta ograničenja, podobnosti, ili određena svojstva tla o kojima ovisi mogućnost njegova iskorištavanja:

- kao prirodne podloge za razne objekte,
- kao građevnog materijala, — ili
- pri izvođenju zemljanih radova i hidrotehničkih zahvata. Neka objašnjenja data su u tač. 3.3. i tab. 2, a ostalo vidi naknadno.

Kao primjer interpretacije rezultata pedoloških istraživanja za inženjerske potrebe navodimo dva profila sa šireg područja Podravske Slatine (proizvodne površine IPK — Osijek, Racz, 1974a). Prvi je otvoren na rudini Petrovac (OOUR Bukovica) i prema novoj klasifikaciji tala Jugoslavije odgovara:

distričnom, srednje dubokom, ravničarskom pseudogleju.

Drugi profil otvoren je na rudini Dakinac (OOUR Višnjica) i tipičan je predstavnik:

nekarbonatno vertičnih, mineralnih, amfiglejnih tala.

Prema Malezu (1973), istraživani lokaliteti smješteni su na nižoj dravskoj terasi, iz trećeg virmuskog stadijala. Spomenuta terasa izgrađena

je pretežno od dobro sortiranih pijesaka, mjestimično s ulošcima šljunka, dok se na površini javlja relativno tanji sloj oglinjenog lesa ili praškaste ilovače (Staublehm). Prema Pavliču (1974), spomenute sistemske jedinice hidromorfnih tala zastupljene su u nekoliko kartografskih jedinica u pribrežnom i nizinskom području na pedološkoj karti sekcije P. Slatina — 4.

4.1. Upute za pripremu tabele A

a) Smatramo da za vertikalne kolone 1—4 nisu potrebna dopunska obrazloženja.

b) Kolone 5 i 6 označene su prema tab. 1. Vidi tač. 2 u ranijem tekstu i slijedeća dopunska obrazloženja:

— Prema Jedinствenoj klasifikaciji površinske horizonte pseudogleja označili smo dvjema oznakama — ML ili CL, jer se horizontalne i vertikalne linije gornje granice i indeksa plastičnosti sijeku približno u A-liniji Casagrandeovog dijagrama plastičnosti.

— Prema istoj klasifikaciji, površinski horizonti pseudogleja i teksturno težeg amfigleja bitno se razlikuju upravo po dopunskim oznakama L i H. Prva znači da je gornja granica plastičnosti manja od 50, a druga — veća od 50 (usporedi podatke u koloni br. 12). Osim toga, za CH-grupu tala karakteristične su pojave bubrenja i kontrakcije, koje obuhvaća pojam vertičnosti u smislu moderne pedološke terminologije.

— Oznake A — 4 i A — 7 prema klasifikaciji AASHO karakteriziraju praškasta i glinasta tla. U trećem horizontu amfiglejnog tla primijenili smo oznaku A — 6 zbog manje količine glinastih čestica (28%, za razliku od 50 i 48,2% u površinskim horizontima).

— Nadalje, oznake A — 4 i A — 7 karakteriziraju tla sa više od 36% čestica koje prolaze kroz sito br. 200 (vidi kolonu 11), a razlikuju se po vrijednostima gornje granice i indeksa plastičnosti (40 maks., odn. 41 min., te 10 maks. i 11 min., usporedi kolone 12 i 13). *Bitno je, međutim, da su to sve loši materijali za cestovne podloge.*

c) Kolona br. 7 ostala je prazna, jer kod istraživanih tala nema čestica kamena, odn. uopće nema primjesa skeleta.

U slučaju skeletoidnih tala i kad je na terenu barem orijentaciono određen volumni postotak čestica većih od 7,5 cm Ø, njihovo preračunavanje u težinske procenete vrši se prema slijedećoj formuli:

$$\frac{2,7 G}{Stv (100 - G) + 2,7 G} \times 100,$$

gdje:

G... označava vol. % čestica većih od 7,5 cm Ø,

2,7... predstavlja prosječnu specifičnu težinu skeleta,

Stv... utvrđenu specifičnu težinu sitnice.

Određivanje volumne specifične težine u skeletnim tlima detaljnije je opisano u Priručniku JDPZ (1971, str. 96).

Tabela A

KRAĆI OPIS I PROCJENA FIZIKALNIH SVOJSTAVA ISTRAŽIVANIH TALA ZA INŽINJERSKE POTREBE

Naziv sistematske jedinice i brojevi kartografskih jedinica tala	Osnovne karakteristike tla i geomorfološka građa terena. Raspoloživi podaci o donjim i poplavnim vodama. Dubina pojave čvrste stijene.	Dubina uzorka u cm	Teksturna oznaka prema USDA	Grupe tala prema		Čestice skeleta > 7,5 mm tež. %	% čestica koje prolaze sito promjera mm				Gornja granica plast. (W _p)	Vlaž. pri 100°C (w ₁₀₀)	Propul. za vodu (f ₁₀)	Propul. za vodu (f ₂₀)	Kap. bilju prist. vlage mm/cm	Reakcija tla pH u H ₂ O	Potencijal bubrenja i stezanja	Potencijalni utjecaj smrzavanja
				jedinstvenoj klasifikaciji	klasifikaciji AASHO		4,7 No. 4	2,0 No. 10	0,42 No. 40	0,074 No. 200								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Distrični, srednje duboki ravničarski pseudoglej	Povremeno prekomjerno vlaženje oborinskim i površinskim cijednim vodama. Djelomično hidromeliorirana tla sistemom otvorene kanalske mreže.	0—29	Prašk. ilovača	ML ili CL	A-4	—	100	100	90—100	70—90	30,8	7,4	0,38	2,8	5,4	osrednji	visok	
		29—45	Prašk. ilovača	ML ili CL	A-4	—	100	100	90—100	70—90	33,7	9,6	—	2,8	5,5	visok	visok	
		45—85	Prašk. glinasta ilovača	CL	A-7	—	100	100	95—100	85—95			0,08	1,5	6,1			
		85—140	Prašk. glina	CL	(A-7)	—	100	100	95—100	90—95			< 0,026	1,4	6,8			
		200	Prašk. glinasta ilovača	CL	A-7	—	100	100	95—100	85—95					7,4			
		250	Prašk. ilovača	ML	A-4	—	100	100	90—100	70—90					7,4			
Kartograf. jedinica: npr. br. 15 i 16	Niža dravska terasa (W ₀), 109—111 m. n. m., nagib terena do 1%. Pokrovne praškaste ilovače, do dubine sondiranja (3,5 m).	350	Prašk. ilovača	ML	A-4	—	100	100	90—100	70—90					7,2			
Nekarbonatno i vertično, mineralno, amficlejno tlo	Bivše poplavno područje između lateralnog kanala Brod i glavnog recipijenta područja — kanala Jugovac. Nije riješeno pitanje detaljne odvodnje. Mezouvala, također na nižoj dravskoj terasi, 107—111 m. n. m. Teksturno teži, višeslojni materijali. U toku ljeta 1974. god. donja voda utvrđena na dubini 2,5—3,2 m.	0—26	Prašk. glina	CH	(A-7)	—	100	100	95—100	90—95	64,0	31,6	< 0,026	2,2	5,8	vrlo visok	osrednji	
		31—47	Prašk. glina	CH	(A-7)	—	100	100	95—100	90—95	61,0	38,4	—	2,1	6,5	vrlo visok	osrednji	
		47—82	Prašk. glinasta ilovača	CL	A-6	—	100	100	95—100	85—95			< 0,026	1,8	7,0		visok	
		82—170	Glina	CH	(A-7)	—	100	100	90—100	75—95			0,08	1,5	7,4			
		170—200	Prašk. glinasta ilovača	CL	A-7	—	100	100	95—100	85—95					7,4			
		250	Glina	CH	(A-7)	—	100	100	90—100	75—95					7,0			
		350	Prašk. ilovača	ML ili CL	A-4	—	100	100	90—100	70—90					6,8			

Napomene:

1. U zoni slatina obavezno se navode podaci o salinitetu, izraženi u Mmhos/cm pri 25°C vidi tač. 3.1. i 4.1., pod k).
2. Ovisno od raspoloživim podacima, procjenjuje se i utjecaj korozije na cijevi od ljevanog željeza i betona (vidi tač. 3.1.).

d) Za kolone 8—11 koristili smo se podacima iz tabele br. 3.

Tabela 3.

POSTOTAK ČESTICA (MATERIJALA) KOJE PROLAZE KROZ SITO
ODREĐENOG PROMJERA (USDA, 1971)

Teksturna oznaka prema USDA	% čestica koje prolaze kroz sito promjera mm			
	4,76	2,0	0,42	0,074
	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200
Glina	100	100	90—100	75— 95
Praškasta glina	100	100	95—100	90— 95
Prašk. glin. ilovača	100	100	95—100	85— 95
Glinasta ilovača	100	100	90—100	70— 80
Ilovača	100	100	90—100	60— 75
Praškasta ilovača	100	100	85— 95	70— 90
Prah	100	100	100	90—100
Pjeskovita glina	100	100	85— 95	45— 60
Pjesk. glin. ilovača	100	100	80— 90	35— 55
Pjeskovita ilovača	100	100	60— 70	30— 40
Fino pjesk. ilovača	100	100	70— 85	40— 55
Vrlo fino pjes. ilovača	100	100	85— 95	50— 65
Ilov. vrlo fini pijesak	100	100	90— 95	40— 60
Ilovasti pijesak	100	100	50— 75	15— 30
Finij pijesak	100	100	65— 80	20— 35
Pijesak	100	100	50— 70	5— 15
Vrlo fini pijesak	100	100	75— 90	35— 55

e) U vezi s kolonama 12 i 13, postupci određivanja granica i indeksa plastičnosti opisani su u Priručniku za fiziku tla (JDPZ, 1971, str. 175). U slučaju potrebe, ranije spomenuti dijagram plastičnosti prema Casagrandeu može se naći u svakom udžbeniku ili priručniku za geomehaniku, odn. mehaniku tla (vidi npr. Najdanović, 1967, str. 35).

f) Propusnost tla za vodu u koloni 14 izrazili smo u vrijednostima metar/dan i predlažemo da se primijeni klasifikacija prema Priručniku za fiziku tla JDPZ (1971, str. 81). Izvorna američka klasifikacija nešto je drugačija, s užim rasponom graničnih vrijednosti za umjereno malu i umjerenu, a širim rasponom za umjereno brzu i brzu filtraciju (USDA, 1971, uz odgovarajuće preračunavanje inč/sat u metar/dan ili cm/sekunda).

g) Kapacitet bilju pristupačne vlage u koloni 15 naveli smo u vrijednostima mm/cm. Takvi se podaci sve češće iskorištavaju u meliorativnoj praksi (odvodnje i navodnjavanja) dok se klasični američki način (inč/inč) rjeđe primjenjuje izvan SAD-a.

Obračun fiziološki aktivne vlage u volumnim % poznat je, a njihovo preračunavanje u mm/cm vrši se prema jednostavnoj formuli:

$$\frac{\text{vol. \%}}{10} = \text{mm/cm.}$$

Ovisno o potrebi, na temelju ovih podataka naknadno se može odrediti *ukupni kapacitet* aktivne vlage za određeni horizont ili sloj tla. Npr., za površinski horizont pseudogleja ukupni kapacitet iznosi 75,4 mm ($2,6 \times 29$ cm), ili do 140 dubine profila ukupno 254 mm fiziol. aktivne vlage tla ($75,4 + 41,6 + 60 + 70$).

h) Za reakciju tla u koloni 16 naveli smo podatke u pH-jedinicama, a odnose se na određivanja u vodi. Međutim, u pedološkim izvještajima, pri opisu sistematskih jedinica kad se raspolaže sa više podataka, češće se navodi *raspon* pH-vrijednosti prema niže navedenoj skali:

<i>Raspon pH</i>	<i>Reakcija tla</i>
< 4,5	ekstremno kisela
4,5 — 5,0	vrlo jako kisela
5,1 — 5,5	jako kisela
5,6 — 6,0	srednje kisela
6,1 — 6,5	slabo kisela
6,6 — 7,3	neutralna
7,4 — 7,8	blago alkalna
7,9 — 8,4	umjereno alkalna
8,5 — 9,0	jako alkalna
> 9,0	vrlo jako alkalna

i) Potencijal bubrenja i stezanja u koloni 17 ocijenjen je na osnovu koeficijenta linearne rastegljivosti (COLE).

Navedeni koeficijent određuje se prema volumnim specifičnim težinama:

Dbd — apsolutno suhog tla (105°C , odn. Stv koja se do sada gotovo isključivo iskorištavala u pedološkoj praksi), i

Dbm — kod $1/3$ bara (ili odgovarajućeg stupnja zasićenosti do poljskog kapaciteta tla za vodu).

Slijedi obračun prema formuli:

$$\text{COLE} = \left(\frac{\text{Dbd}}{\text{Dbm}} \right)^{1/3} - 1,$$

dok se potencijal bubrenja i stezanja klasificira:

za COLE

< 0,03	kao	nizak
0,03 — 0,06	kao	osrednji
0,06 — 0,10	kao	visok
> 0,10	kao	vrlo visok

Detaljnija objašnjenja vidi u nedavno objavljenom radu autora ovog rada (Racz, 1974b).

Tabela B

INTERPRETACIJA POJEDINIH ILI GRUPE FIZIKALNIH SVOJSTAVA TLA ZA ODREĐENU INŽINJERISKU NAMJENU

Naziv sistematske jedinice i brojevi kartografskih jedinica tala	Stupanj i vrsta ograničenja za:						Podobnost za:			Nepovoljna svojstva tla koja utječu na izgradnju ili buduću eksploataciju građevinskih i hidromelioracionih objekata:				
	apsorpciono područje septičkih jama (rezervoara)	otvorene kazete (lagune) za prihvrat otpadnih voda	pliće zemljane iskope	stambene objekte sa ili bez podruma	sanitarne jame	lokalne puteve i ceste	građevni materijal u cestogradnji	izvor pijeska (ev. šljunka)	ponovno formiranje površinskog sloja	akumulacionih jezera	raznih zemljanih nasipa	odvodnje	navodnjava	terasa i odgovarajućih kanala na padinama
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Distrični, srednje duboki ravničarski pseudoglej Kartografska jedinica: npr. br. 15 i 16	jako, mala propusnost tla za vodu	nezatno	jako do umjereno, uglavnom zbog nepotpune prirodne drenaže	umjereno do jako, ovisno o vrsti građevine; nepotpuna drenaža i potencijal utjecaj mraza	umjereno, nepotpuna prirodna drenaža (1)	umjereno do jako, nepotpuna drenaža i potencijal utjecaj mraza	osrednji do slab, teža tekstura srednjeg dijela profila i potencijal utjecaj mraza	nepodesan, do 3,5 m dubine tla	osrednja (2)	ne mogu se izgraditi zbog konfiguracije terena	0—45 cm, visoka osjetljivost na uništavajuću eroziju i osrednje do teške karakteristike sabijanja 45—140 cm, povoljniji materijali	45—140 cm, mala do vrlo mala propusnost tla za vodu	slaba infiltracija ograničava mogućnost primjene (3)	nepotrebno
Nekarbonatno i vertično, mineralno amfignejno tlo Kartografska jedinica: npr. br. 20—23	jako, mala propusnost tla za vodu	umjereno, jako humozno tlo	jako, slaba prirodna drenaža i teža tekstura	jako, slaba drenaža teža tekstura i vrlo visok potencijal bubrenja i stezanja	jako, slaba drenaža, teža tekstura, event. utjecaj donje vode	jako, slaba drenaža teža tekstura i visok potencijal bubrenja	slab, teža tekstura, visok Ip i potencijal bubrenja, slaba prirodna drenaža	nepodesan, do 3,5 m dubine tla	slaba, teža tekstura i ostala nepovoljna svojstva ovih tala (materijala)	takva vrsta namjene ne dolazi u obzir na istraživanom objektu, svojstva tla inače povoljna	0—250 cm, pretežno slabo do nepropusni CH-materijali, veće promjene volumena tla prilikom vlaženja i sušenja	0—82 cm vrlo mala propusnost tla za vodu	(3)	nepotrebno

Napomene:

- (1) Odgovara prosječnoj ocjeni, uključujući i teksturni sastav dubljih horizonata profila (do 3,5 m).
- (2) Također prosječna ocjena na osnovu svih raspoloživih podataka o proizvodnim karakteristikama ovih tala.
- (3) U postojećim uvjetima ratarske proizvodnje od prioritnog su značaja hidro- i agrotehnički zahtvi odvodnje.

j) Potencijalni utjecaj mraza — kolona 18 — ocjenjuje se prema teksturnim oznakama USDA, ili za grupu tala prema Jedinствenoj klasifikaciji.

U oba slučaja predviđene su tri klase:

Prema teksturnoj oznaci:

Nizak	Osrednji	Visok
Pijesak	Glina	Prah
Ilovasti pijesak	Praškasta glina	Praškasta ilovača
Krupno pjeskovita ilovača	Pjeskovita ilovača	Praškasto glin. ilovača
	Pjesk. glin. ilovača	Ilovača
	Pjeskovita glina	Glinasta ilovača
		Vrlo fino pjesk. ilovača
		Fino pjesk. ilovača

Prema Jedinствenoj klasifikaciji:

Nizak: GW, GP, SW, SP

Osrednji: GM, GC, SC, CH, OH

Visok: ML, CL, OL, MH, SM

k) U slučaju halomorfniх tala uvodi se posebna kolona i primjenjuju se slijedeće klase saliniteta:

*Analitički podaci u
Mmhos/cm kod 25°C:*

nema	< 2,0
niska	2,0 — 4,0
osrednja	8,0 — 8,0
visoka	8,0 — 16,0
vrlo visoka	> 16,0

4.2. Upute za pripremu tabele B

a) Vertikalna kolona 1 jednaka je odgovarajućoj koloni u tabeli A.

Slijedi grupa kolona (2—7) prema stupnju i vrsti ograničenja za određenu inženjersku namjenu. Ocjena se vrši na osnovu kriterija u pomoćnim tabelama br. 4—13, na idućim stranama teksta.

b) Kolona 2 namijenjena je ocjeni apsorpcione sposobnosti tla za septičke jame (betonski ili metalni rezervoari s bočnim izvodima za tekući dio fekalija).

Osnovno ograničenje predstavlja slaba propusnost za vodu na dubini i u horizontima ispod spomenutih izvoda (orijentaciono od 0,6—1 m dubine tla). Međutim, stanovito ograničenje mogu predstavljati i propusna tla kad su septičke jame na povišenim položajima. U tom slučaju obavezno se navodi eventualna opasnost zagađivanja podzemnih voda i otvorenih bunara na podnožju.

U vezi s pomoćnom tab. 4 skrećemo pažnju na slijedeće:

— Kako se klase propusnosti USDA (1971) razlikuju od klasifikacije u Priručniku za fiziku tla (JDPZ, 1971), preračunali smo granične vrijednosti u m/dan.

— Za neznatan i umjereni stupanj ograničenja granične vrijednosti hidrauličke provodljivosti prema laboratorijskom postupku R. E. Uhlanda i A. M. O'Neala (1951) niže su, dok je filtracija prema teren-skom sondažnom postupku izražena u vrijednostima minuta/cm (»auger hole method«).

Tabela 4.

SVOJSTVA TLA O KOJIMA OVISI PRIMJENA ZA
SEPTIČKE JAME

Svojstva tla	Stupanj ograničenja		
	neznatno	umjereno	jako
Klasa propusnosti tla za vodu (USDA, 1971)	12—1,2 m/dan	1,2—0,36 m/dan	< 0,36 m/dan
Hidraulička provodljivost (Uhland i O'Neal, 1951)	> 0,6 m/dan	0,6—0,36 m/dan	< 0,36 m/dan
Brzina filtracije postupkom sondažne bušotine	> 18 min/cm	18—24 min/cm	< 24 min/cm
Nivo podzemne vode	> 1,8 m	1,8—1,2 m	< 1,2 m
Poplave	nema	rijetko	često
Nagib	0—8%	8—15%	> 15%
Dubina do stijene ili nepropusnog sloja	> 1,8 m	1,8—1,2 m	< 1,2 m
Klase kamenitosti	0 i 1	2	3, 4 i 5
Klase stjenovitosti	0	1	2, 3, 4 i 5

— Klase kamenitosti i stjenovitosti odgovaraju američkim pedo-kartografskim normativima (vidi Priručnik za terenska istraživanja, JDPZ, 1967, str. 54).

c) U koloni 3 navode se ograničenja za otvorene kazete (lagune), koje služe za prihvati i fermentaciju otpadnih voda.

U našim primjerima:

— ograničenja su neznatna kod pseudogleja zbog slabe propusnosti,

— kod amfigleja, međutim, stupanj ograničenja je umjeren uslijed jake humoznosti površinskog horizonta.

U tab. 5 navode se ostala svojstva i kriteriji.

Tabela 5.

OGRANIČENJA ZA PRIHVAT OTPADNIH VODA

Svojstva tla	Stupanj ograničenja		
	neznatno	umjeren	jako
Sezonski nivo podzemne vode	> 1,5 m	1,5—1 m	< 1 m
Propusnost za vodu	< 0,36 m/dan	0,36—1,2 m/dan	> 1,2 m/dan
Dubina do čvrste stijene	> 1,5 m	1,5—1 m	< 1 m
Nagib	< 2%	2—7%	> 7%
Vol. % kamena (< 25 cm Ø)	< 20%	20—50%	> 50%
% površine prekrivene kamenom (< 25 cm Ø)	< 3%	3—15%	> 15%
Organska tvar (humus)	< 2%	2—15%	> 15%
Poplave	nema	nema	povremeno
Grupe tala prema Jedinствenoj klasifikaciji	GC, SC, CL CH*	GM, ML, SM MH	GP, GW, SW SP, OL, OH PT

* Napomena:

Površinski horizonti koji odgovaraju navedenim grupama tala smatraju se povoljnim materijalima za buduće dno kazete (lagune)

Potrebna kvaliteta materijala za nasipe navedena je u tab. 2.

Napominjemo da se pod *sezonskim* nivoom podzemne vode podrazumijeva označeni nivo u trajanju od najmanje mjesec dana. Međutim, označeni nivoi podzemne vode neće bitno utjecati ako je površinski sloj tla vrlo male propusnosti za vodu i ako njegova debljina prelazi 60 cm.

d) Kolona 4 namijenjena je za razne, uglavnom pliće, zemljane iskope (jame, kanale i rovove).

Tabela 6.

OGRAIČENJA U IZVOĐENJU I PRIMJENI
RAZNIH ZEMLJANIH ISKOPA

Svojstva tla	Stupanj ograničenja		
	neznatno	umjereno	jako
Klase prirodne dreniranosti tla (USDA)	ekscisivna, ponešto ekscisivna i dobra	umjereno dobra	nepotpuna, slaba i vrlo slaba
Sezonski nivo podzemne vode	> 1,5 m	1,5—0,75 m	< 0,75 m
Poplave	nema	rijetko	često
Nagib	0—8%	8—15%	15%
Tekstura tla (horizonata) do dubine kopanja*	fino pjes. ilov.- pjes. ilovača, ilovača, praš. ilov., praš. glin. ilov., pjes. glin. ilov.,	prah, glin. ilov. pjesk. gline i šljunkovita tla	glina, prašk. glina, pijesak, organska tla i vrlo šljunkovita tla
Dubina do matičnog (geološkog) supstrata	> 1,5 m	1,5—1 m	< 1 m
Klase kamenitosti	0 i 1	2	2, 4 i 5
Klase stjenovitosti	0	1	2, 3, 4 i 5

* Napomene:

Tekstura, odn. teksturne razlike horizonata iskorištavaju se u ovom slučaju za procjenu mogućnosti rada (kopanja) ručnim alatom i stabilnosti stijena u jamama, rovovima, i dr.

Dopunska tumačenja o američkoj klasifikaciji teksture navedena su u tekstu i tab. 7, 8.

Način interpretacije objasniti ćemo na primjeru pseudogleja. Prema kriterijima u tab. 6, teksturni sastav pojedinih horizonata za spomenutu namjenu predstavlja:

- neznatno ograničenje do 85 cm dubine, a
- jako od 85—140 cm dubine tla, ili

umjereno, u prosjeku za čitav profil do 1,5 m. Međutim, zbog specifične makro- i mikrostrukturne građe pseudogleja (uključujući reliktnu horizontu izvornog geološkog supstrata), prirodna drenaža profila je slaba, odn. nepotpuna za površinske horizonte. S obzirom da je to primarni kriterij u tab. 6, navedena je konačna ocjena stupnja ograničenja kao — *jako do umjereno*.

U američkom priručniku navode se još slijedeći dopunski kriteriji za zemljane iskope:

- pojava slabije propusnih horizonata (»fragipan« i »duripan«) ili drugih materijala koji otežavaju kopanje ručnim alatom povećava stupanj ograničenja;

- naprotiv, materijali poput lesa, sa relativno stabilnim vertikalnim usjecima (bočnim stijenama jame), smanjuju stupanj ograničenja;

- slično je i kod ostalih rastresitih geoloških supstrata, jer je moguće ručno kopanje;

- osim toga, stupanj ograničenja smanjuje se za kaolinitne glinaste materijale zbog povoljne drobitosti.

Spomenute klase prirodne dreniranosti tla opisane su u pedokartografskom Priručniku domaćih autora (K o v a č e v i ć i J a k š i ć, 1964, str. 47). Ali, u ranije štampanim pedološkim kartama SRH i SRBiH primijenjena su grafička rješenja i umjesto 7, samo 5 klasa dreniranosti.

Spomenimo još da se u tab. 6 navode potklase i dopunske oznake teksture za skeletna tla prema američkoj klasifikaciji. Kriteriji za ove podjele i oznake navode se u pomoćnim tabelama br. 7 i 8, jer su ranije izostavljeni u Priručniku za fiziku tla (JDPZ, 1971).

e) Kolona 5 predviđena je za niže stambene objekte, sa podrumskim prostorijama ili bez njih. Navedena ograničenja služe kao opća informacija u izradi idejnog projekta, dok su za izvedbene projekte zgrada, temelja, priključka na kanalizaciji, vodovod i dr. potrebna detaljna geomehanička istraživanja (vidi treću grupu metoda, tač. 2, u ranijem tekstu).

Tabela 7.

KRITERIJI ZA POTKLASE PREMA AMERIČKOJ
KLASIFIKACIJI TEKSTURE

Klasa	Potklasa	%-tni sadržaj pojedinih kategorija pijeska
Pijesak	Krupni pijesak	$\geq 25\%$ vrlo krupnog i krupnog pijeska, $< 50\%$ ostalih kategorija pijeska
	Pijesak	$\geq 25\%$ vrlo kr., krupnog i srednjeg pijeska $< 50\%$ sitnog i vrlo sitnog pijeska
	Sitni pijesak	$\geq 50\%$ sitnog pijeska, ili $< 25\%$ vrlo krupnog, krupnog i srednjeg i $< 50\%$ vrlo sitnog pijeska
	Vrlo sitni pijesak	$\geq 50\%$ vrlo sitnog pijeska
Ilovasti pijesak	Ilovasti krupni pijesak	$\geq 25\%$ vrlo krupnog i krupnog pijeska $< 50\%$ ostalih kategorija pijeska
	Ilovasti pijesak	$\geq 25\%$ vrlo kr., krup. i sred. pijeska, $< 50\%$ sitnog i vrlo sitnog pijeska
	Ilovasti sitni pijesak	$\geq 50\%$ sitnog pijeska, ili $< 25\%$ vrlo krupnog, krup. i srednjeg i $< 50\%$ vrlo sitnog pijeska
	Ilovasti vrlo sitni pijesak	$\geq 50\%$ vrlo sitnog pijeska
Pjeskovita ilovača	Krupno pjeskovita ilovača	$\geq 25\%$ vrlo krup. i krupnog pijeska, $< 50\%$ ostalih kategorija pijeska
	Pjeskovita ilovača	$\geq 30\%$ vrlo kr., krup. i srednjeg, ali $< 25\%$ vrlo krupnog i $< 30\%$ vrlo sitnog i sitnog pijeska
	Sitno pjeskovita ilovača	$\geq 30\%$ finog i $< 30\%$ vrlo sit. pjes., ili 15—30% vrlo kr., krup. i sred. pijeska
	Vrlo sitno pjeskovita ilovača	$\geq 30\%$ vrlo sitnog pijeska, ili $> 40\%$ sitnog i vrlo sit. pijeska od čega je najmanje polov. vrlo sit. pjes. a < 15 vrlo kr., krup. i sred. pijeska

Tabela 8.

**DOPUNSKE OZNAKE TEKSTURE ZA SKELETNA
TLA PREMA AMERIČKOJ KLASIFIKACIJI**

%—tak skeleta	Promjer čestica skeleta		
	0,2—7,5 cm	7,5—25 cm	> 25 cm
2—15%	slabo šljunkovita	slabo kamenita	krupno kamenita
15—50%	šljunkovita	kamenita	
50—90%	jako šljunkovita	jako kamenita	jako krupno kamenita
> 90%	šljunak	kamen	krupni kamen

Napomena:

Nazivi i granične vrijednosti usklađeni su s naknadnim preporukama FAO za primjenu američke klasifikacije.

Ukazujemo, nadalje, da se gornja klasifikacija skeletnih tala znatno razlikuje od Gračaninove klasifikacije, koja se najčešće primjenjuje u našoj zemlji (JDPZ, 1971, str. 20 i 25).

Ostali podaci o američkoj klasifikaciji teksture navedeni su u spomenutom Priručniku JDPZ.

Osnovni kriteriji navedeni su u tab. 9. Spomenimo još da se navedeni parametri iskorištavaju:

— za procjenu ograničenja u izgradnji trgovačkih centara i manjih industrijskih objekata čiji temelji ne prelaze uobičajenu dubinu za trokatnice. U ovom slučaju posebno ograničenje predstavlja pad terena, pa su i navedene norme za 50% niže;

— isto ograničenje vrijedi i za padine s pojavom klizišta (ručteren);

— potencijalni utjecaj mraza općenito je veći u hladnim i vlažnim klimatskim područjima.

Tabela 9.

STAMBENI OBJEKTI SA ILI BEZ PODRUMSKIH PROSTORIJA

Svojstva tla	Stuupanj ograničenja					
	neznatno		umjereno		jako	
	sa podrumom	bez podruma	sa podrumom	bez podruma	sa podrumom	bez podruma
Klase prirodne drenaže	ekscisivno, ponešto eksc., dobro drenirano	uključujući umjereno dobro drenirano	umjereno dobro drenirano	ponešto slabo drenirano	ponešto slabo i vrlo slabo drenirano	slabo i vrlo slabo drenirano
Sezonski nivo podzemne vode	< 1,5 m	< 0,75 m	< 0,75 m	< 0,5 m	> 0,75 m	> 0,50 m
Poplave	nema		nema		rijetko ili učestalo	
Nagib	0—8%		8—15%		15%	
Potencijal bubrenja i stezanja	nizak		osrednji		visok	
Grupe tala prema Jedinstvenoj klasifikaciji	GW, GP, SW, SP, GM, GC, SM, SC, SL Ip < 15		ML, CL Ip > 15		CH, MH, OL, OH	
Potenc. utjecaj mraza	nizak		umjeren		visok	
Klase kamenitosti	0 i 1		2		3, 4 i 5	
Klase stjenovitosti	0		1		2, 3, 4 i 5	
Dubina supstrata	> 1,5 m	> 1 m	1,5—1 m	1—0,5 m	< 1 m	< 0,5 m

f) Kolona 6 odnosi se na sanitarne jame, sa umjerenim i jakim stupnjem ograničenja za navedene primjere pseudogleja i amfigleja. Ostale parametre vidi u tab. 10.

Potreba za sanitarnim jamama svakim je danom sve veća i u našoj zemlji. Namijenjene su zatrpavanju izmeta i drugih otpadaka kako bi se spriječilo širenje neugodnog mirisa, zaraza, te bilo kakvih kontakata s ljudima i domaćim životinjama. To su, npr., razni otpaci životinjskog porijekla, često pomiješani s tekućim i krutim izmetom, iz većih tovi-lišta, klaonica, peradarskih farmi itd.

Tabela 10.

SANITARNE JAME ZA ODLAGANJE FEKALIJA I
DRUGIH OTPADAKA

Svojstva tla	Stupanj ograničenja		
	neznatno	umjereno	jako
Nivo podzemne vode	ne utječe ako je > 1,8 m		< 1,8 m
Klase prirodne drenaže	ekscisivno, ponešto eksc., dobro i umjereno dobro drenirano	ponešto slabo i neka umje-reno dobro drenirana tla	slabo i vrlo slabo drenirano
Poplave	nema	rijetko	često
Propusnost za vodu	< 1,2 m/dan	< 1,2 m/dan	> 1,2 m/dan
Nagib	0—15%	15—25%	25%
Tekstura tla	pjes. ilovača, ilovača, prašk. ilov., pjes. glin. ilovača	praš. glin. ilovača, glin ilovača, pjes. glina, ilov. pijesak	praš. glina. glina, mulj, treset, šljunak, pijesak
Dubina supstrata	tvrd > 1,8 m	> 1,8 m	< 1,8 m
	drobiv > 1,5 m	< 1,5 m	< 1,5 m
Klase kamenitosti	0 i 1	2	3, 4 i 5
Klase stjenovitosti	0	0	1, 2, 3, 4 i 5

Napomena:

Kako se sanitarne jame kopaju 3—4,5 m dubine tla, u glavnoj tabeli treba uvijek navesti do koje su dubine vršena pedološka istraživanja (vidi tab. B, kolona 6)

Sanitarne jame izvode se obično kao tranšeje. Nakon odlaganja otpaci se zatrpavaju slojem tla debljine najmanje 15 cm. Na kraju, kad je jama puna, prekriva se slojem tla debljine najmanje 60 cm.

Ovisno o terenu i lokalnim potrebama, može se primijeniti i površinsko odlaganje otpadaka (vidi tab. 11). Zatrpavaju se tlom iz obližnjih materijalnih graba. Kvaliteta zemljišnog materijala procjenjuje se prema kriterijima u tab. 12. Od prioritetnog su značaja konzistencija i tekstura tla, jer o njima ovisi mogućnost kopanja, prevoza i ponovnog odlaganja (rasipanja) tla.

Niže se navodi klasifikacija konzistencije tla za različita stanja vlažnosti prema Američkom društvu za konzervaciju tla (Hutchinson i Stoess, 1970).

Stanje vlažnosti tla:

Konzistencija tla:

<i>Mokro</i>	neljepljivo, slabo ljepljivo, ljepljivo, vrlo ljepljivo, neplastično, slabo plastično, plastično i vrlo plastično.
<i>Vlažno</i>	rahlo (slabo vezano), vrlo drobivo, drobivo, čvrsto, vrlo čvrsto i ekstremno čvrsto.
<i>Suho</i>	slabo vezano, meko, umjereno tvrdo, tvrdo, vrlo tvrdo i ekstremno tvrdo.

Tabela 11.

OGRANIČENJA U SLUČAJU POVRŠINSKOG ODLAGANJA
FEKALIJA I DRUGIH OTPADAKA

Svojstva tla	Stupanj ograničenja		
	neznatno	umjereno	jako
Sezonski nivo podzemne vode	> 1,5 m	1,5—1 m	< 1 m
Klase prirodne drenaže i općenito ocjeditosti terena	ekscesivno, ponešto eksc., dobro i umjereno dobro drenirano	ponešto slabo drenirano	slabo i vrlo slabo drenirano
Poplave	nema	rijetko	često
Propusnost za vodu	ne utječe ako je manja od 1,2 m/dan		> 1,2 m/dan
Nagib	0—8%	8—15%	> 15%

Napomene:

Plići nivo podzemne vode i slaba ocjeditost terena negativno utječu na rad i pokretljivost mehanizacije. S druge strane, poželjna je umjerena propusnost za vodu površinskih i dubljih horizonata tla, jer je time spriječeno prebrzo procjeđivanje tekućeg dijela fekalija. Međutim, u aridnim i semiaridnim područjima tolerira se umjereno brza i brza filtracija

Tabela 12.

**PROCJENA KVALITETE ZEMLJIŠNOG MATERIJALA ZA
ZATRPAVANJE FEKALIJA NA POVRŠINI TLA**

Svojstva tla	Stupanj ograničenja		
	umjereno	neznatno	jako
Konzistencija tla u vlažnom stanju	vrlo drobivo i drobivo	rahlo, čvrsto	vrlo i ekstremno čvrsto
Tekstura tla	pjes. ilovača, ilovača, praš. ilovača, pjes. glin. ilovača	praš. glin. ilovača, glin. ilovača, pjes. glina, ilov. pijesak	praš. glina, glina, mulj, treset, šljunak, pijesak
Debljina materijala (dubina profila)	> 1 m	1—0,5 m	< 0,5 m
Skelet u vol. %	< 15%	15—35%	> 35%
Klase kamenitosti	0 i 1	2	3, 4 i 5
Nagib	< 8%	8—15%	> 15%
Klase prirodne drenaže	Ne utječe ako je povoljnije od slabe dreniranosti		slabo i vrlo slabo drenirano

Napomene:

Klasifikacija konzistencije za mokro, vlažno i suho tlo navodi se u tekstu.

U slučaju teksturno težih-materijala konačna ocjena donosi se na osnovu raspoloživih podataka o kvaliteti gline. Npr., stupanj ograničenja je umjeren ako su zastupljene tzv. neekspandirajuće gline (kaolinitna i ilitna grupa sekundarnih minerala).

Procjene se vrše na terenu (Soil Survey Staff, 1951, ili Priručnik FAO). Pod pojmom mokrog tla podrazumijeva se stanje vlažnosti koje odgovara poljskom kapacitetu tla za vodu, ili nešto iznad te vlažnosti. Vlažno tlo odgovara rasponu vlage između poljskog kapaciteta tla za vodu i zrakosuhog tla. Suho tlo odgovara količini vlage u stanju tzv. zrakosuhog tla.

g) U *koloni 7* označeni su stupanj i vrsta ograničenja kad se tlo iskorištava kao podloga za lokalne ceste i puteve.

U tab. 13 navedena su svojstva tla koja služe kao parametri za spomenutu namjenu. O njima je bilo govora već ranije (tač. 3.3. a). Smatramo da su jasni i navedeni primjeri pseudogleja i amfigleja, tako da nisu potrebna dopunska obrazloženja.

Tabela 13.

LOKALNI PUTEVI I CESTE

Svojstva tla	Stupanj ograničenja		
	neznatno	umjereno	jako
Klase prirodne drenaže	ekscesivno, ponešto eksc., dobro i umjereno dobro drenirano	ponešto slabo drenirano	slabo i vrlo slabo drenirano
Poplave	nema	najviše jednom u 5 godina	više od jednom u 5 godina
Nagib	0—8%	8—15%	> 15%
Dubina supstrata	> 1 m	1—0,5 m	< 0,5 m
Podloga — AASHO indeks:	0—4	5—8	> 8
— Jedinstvena klasifikacija:	GW, GP, SW, SP, GM, GC, SM, SC	CL sa Ip < 15	CL sa Ip > 15, CH, MH, OH, OL, Pt
Potencijal bubrenja i stezanja	nizak	osrednji	visok
Osjetljivost na mraz	niska	osrednja	visoka
Klase kamenitosti	0, 1 i 2	3	4 i 5
Klase stjenovitosti	0	1	2, 3, 4 i 5

Detalnija objašnjenja vidi u ranijem tekstu tač. 3.3. a.

Slijede kolone 8—10, u kojima se procjenjuje podobnost određene sistematske jedinice tla kao građevnog materijala ili za obnovu površinskog sloja (mekote). Parametri se navode u tab. 14—16, na idućim stranim teksta.

h) Prema podacima u koloni 8 pseudoglej predstavlja osrednji do slab, a amfiglejno tlo izrazito slab građevni materijal u cestogradnji.

U ovim procjenama osnovni je preduvjet dubina profila (najmanje 0,9 m). Konačna ocjena predstavlja prosjek za sve genetske horizonte profila, jer će se oni izmiješati prilikom kopanja, prevoza i rasturanja na trasi ceste. Osim toga, u primjeni pedokartografskih rezultata istraživanja polazimo od pretpostavke da za lokalne ceste i puteve usjeci ili eventualni nasipi ne prelaze dubinu ili visinu od 1,8 m.

Ostali parametri navedeni su u tab. 14 i razvrstani prema:

- svojstvima koja određuju kvalitetu zemljišnog materijala, te
- ekto i endomorfološka svojstva tla koja određuju veću ili manju podobnost za otvaranje materijalnih graba.

Tabela 14.

TLO KAO GRAĐEVNI MATERIJAL U CESTOGRADNJI

Svojstva tla		Stupanj podobnosti		
		dobar	osrednji	slab
Inženjerske klasifikacije	Grupe tala	GW, GP, SW, SP, GC, SM, SC	ML, CL sa Ip < 15	CL sa Ip > 15 CH, MH, OL, OH, Pt
	AASHO- indeks	0—4	5—6	> 8
Potencijal bubrenja i stezanja		nizak	osrednji	visok
Osjetljivost na mraz		niska	osrednja	visoka
Nagib		0—15%	15—25%	> 25%
Klase kamenitosti		0, 1 i 2	3	4 i 5
Klase stjenovitosti		0 i 1	2	3, 4 i 5
Klase prirodne drenaže		ekscesivno do umjereno dobro drenirano	ponešto slabo drenirano	slabo i vrlo slabo drenirano

Napomene:

Prema gornjem redoslijedu prva tri svojstva određuju kvalitet zemljišnog materijala, a ostala četiri podobnost tla i lokacije za otvaranje materijalne grabe. Pri interpretaciji podataka za grupe tala prema Jedinствenoj klasifikaciji dovoljno je primijeniti korelacionu tab 1. Međutim, za AASHO-indekse neophodne su odgovarajuće geomehaničke analize tla.

Tabela 15.

NASLAGE PIJESKA I ŠLJUNKA

	Mogući izvor		Ne može se iskorištavati	
	povoljan	osrednji	slab	nepodesan
Grupe tala prema Jedinstvenom sistemu	SW SP GW GP	SW — SM SP — SM GP — GM GW — GM	SM SW — SC SP — SC GM GP — GC GW — GC	sve ostale grupe

Napomene:

Od ekonomskog su interesa samo kontinuirane naslage, veće debljine od 1 m.

Ispod glavne tabele, ili u tekstu, mogu se navesti i eventualne dublje naslage pijeska i šljunka prema ranijim geološkim istraživanjima na određenom području.

Tabela 16.

 OCJENA ZEMLJIŠNOG MATERIJALA ZA PONOVO FORMIRANJE
 POVRŠINSKOG SLOJA
 (za travnjake, parkove i slično)

Svojstva tla	Stupanj podobnosti		
	dobar	osrednji	slab
Teksturni sastav (i dominantna grupa sekundarnih minerala)	sitno pjes. il., vrlo s. pjes. il., ilovača, praš. ilovača, pjes. ilovača, pjes. glina sa 1:1 tipom sekundarnih minerala	glin. ilovača, pjes. gl. ilov., prašk. gl. il., pjes. glina sa 2:1 tipom sek. minerala; prašk. glina sa 1:1 sek. min.	pijesak, ilov. pijesak, glina, praš. glina sa 2:1 tipom sekundarnih minerala
Debljina materijala	> 40 cm	40—20 cm	< 20 cm
Skelet, vol. %	< 3%	3—15%	> 15%
Topive soli (saturirani ekstrakt)	< 4 mmhos/cm	4—8 mmhos/cm	> 8 mmhos/cm
Klase kamenitosti	0	1	2, 3, 4 i 5
Nagib	< 8%	8—15%	> 15%
Klase prirodne drenaže	ne utječu ako su povoljnije od slabe dreniranosti		slabo i vrlo slabo drenirano

Napomena:

Za gornju namjenu najčešće se iskorištavaju samo površinski, humusno akumulativni horizonti.

i) *Kolona 9* i pomoćna tab. 15 namijenjene su procjeni podobnosti za otvaranje materijalnih graba kao izvora pijeska i šljunka.

Navedeni primjeri pseudogleja i amfigleja nisu podesni za ovu namjenu po čitavoj dubini istraživanih profila tla.

U slučaju potrebe vidi karakteristična svojstva za pojedine grupe tala prema Jedinstvenoj klasifikaciji u tab. 1.

j) Ocjenu u *koloni 10* donosimo na osnovu:

- kriterija o podobnosti tla u tab. 16, i
- ostalih raspoloživih podataka o proizvodnim karakteristikama dotične sistematske jedinice u smislu zemljišnog materijala za ponovno formiranje površinskog sloja i obnovu vegetacije na drugom mjestu.

Za ove podatke zainteresirani su razni stručnjaci koji se bave bilo uređenjem prostora u širem smislu, ili direktno za podizanje novih rasadnika, parkova, travnjaka itd.

Uloga pedokartografa ovdje je izuzetno važna, jer se istovremeno mora voditi računa o regeneraciji prirodne vegetacije na preostalom dijelu profila i mjestu odakle se odnosi (skida) zemljišni materijal.

Napominjemo da u velikim gradovima danas već postoje planski raspoređena »skladišta« zemljišnog materijala, pored uobičajenih šljunčara, cementara i asfaltnih baza. Na taj se način barem djelomično nadoknađuje nepovratni gubitak, često i najpogodnijeg zemljišta za stambenu izgradnju i industrijske objekte.

Slijede kolone 11—15, u kojima su navedena ona svojstva tla koja negativno utječu na određena konstrukciona rješenja i buduću eksploataciju (djelatnost i održavanje) građevinskih objekata i hidromelioracionih sistema.

k) U *koloni 11* navedena su svojstva tla ili opća procjena potrebe i mogućnosti izgradnje akumulacionih jezera.

Na istraživanom lokalitetu pseudogleja ograničavajući je faktor konfiguracija terena (ravničarski reljef), dok se na lokalitetu amfigleja takva vrsta namjene ne planira.

Inače, prilikom ovih procjena primjenjuju se slijedeći parametri:

- propusnost tla za vodu,
- dubina podzemne vode,
- dubina i propusnost podloge (zbog mogućih gubitaka vode procjeđivanjem — »seepage«),
- nagib pristranka, jer utječe na tzv. potencijal uskladištenja.

l) *Kolona 12* namijenjena je karakteristikama zemljišnog materijala za nasipe, a procjena se vrši na osnovu kriterija u tab. 2 (uključeno u raniji tekst, tač. 3.3. b).

m) *Kolona 13* namijenjena je odvodnji oraničnih površina i pašnjaka.

U tab. B obično se navodi samo glavni limitirajući faktor.

Izbor površinskog ili podzemnog sistema odvodnje (drenaža u užem smislu) ovisi o slijedećim kvantitativnim i kvalitativnim pokazateljima:

- propusnost za vodu, tekstura i struktura tla,
- dubina do slabije ili jače propusnih horizonata ili geoloških naslaga (npr. argiluvlični Bt, slabo propusni Bg pseudogleja, proslojci ili dublje naslage gline, pijeska itd.),
- nivo podzemne vode,
- nagib terena,
- stabilnost pokosine kanala,
- poplave ili stagnirajuće cijedne vode s okolnih terena,
- salinitet i alkalitet,
- mogućnost izvođenja (izljeva) vode u veće recipijente.

Napominjemo da se u novoj klasifikaciji tala Jugoslavije stupanj zaslanjenosti i alkalizacije određuje prema sovjetskim autorima (vidi Š k o r i ć et al, 1973, str. 45), Klase saliniteta prema američkim autorima navedene su u tač. 4.1. k.

n) *Kolona 14* namijenjena je široj problematici navodnjavanja.

U ovom slučaju od interesa su slijedeća svojstva i parametri:

- kapacitet bilju pristupačne vlage,
- dubina profila u odnosu na dubinu zakorjenjivanja,
- nagib terena,
- infiltracija,
- salinitet i alkalitet,
- kamenitost,
- opasnost od erozije vjetrom,
- pojava slabo propusnih horizonata ili slojeva,
- propusnost za vodu dubljih horizonata tla,
- opasnost od erozije vodom.

o) U *koloni 15* navodi se jedno ili više svojstva tla o kojima ovisi terasiranje terena i odvodnih kanala (okomito ili dijagonalno na pad terena).

To su:

- pad terena u ‰, dužina i oblik padine,
- dubina supstrata ili nekog drugog nepovoljnog materijala,
- kamenitost i stjenovitost terena,
- opasnost od erozije vjetrom, vodom, ili opasnost od klizanja terena,
- tekstura i propusnost tla za vodu,
- potencijalna opasnost od zamuljivanja kanala,
- ostala svojstva tla koja ograničavaju rast planiranih kultura,
- mogućnost izvođenja vode iz kanala u obližnje recipijente.

4. 3. Završne napomene

Nadamo se da će gornje upute i primjeri interpretacije korisno poslužiti u praktičnoj primjeni pedokartografskih istraživanja za inženjerske potrebe.

U budućem radu nužno je uspostaviti bolju i dugoročnu suradnju s odgovarajućim geomehaničkim institucijama. Spomenutom suradnjom mogu se relativno brzo i uz manja dodatna sredstva prikupiti ostali geomehanički podaci za sve važnije tipove tala u Jugoslaviji.

LITERATURA

- Akademija nauk SSSR, *Vsesojuznoe obščestvo počvovedov*, 1972. Tolkovij slovar po počvovedeniju. Fizika počv., Izd. »Nauka«, Moskva.
- American Society of Agronomy (ASA), 1965, *Agronomy* No 9. *Methods of Soil Analysis*. Part 1, Wisconsin, USA.
- Brinkman, R., Smyth, A. J., 1973, *Land Evaluation for Rural Purposes*. International Institute for Land Reclamation and Improvement, Publication No 17, Wageningen.
- Colorado Agricultural Experiment Station and Soil Conservation Service, 1968, *Soil Survey Morgan County*, Colorado. U. S. Dept. Agr., Washington.
- Department of Scientific and Industrial Research, Road Research Laboratory, 1957, *Soil Mechanics for Road Engineers*. Prevod J. Sutić, Građevinska knjiga, Beograd 1964.
- FAO, *Guidelines for Soil Description*. Rome, Italy.
- Gohfeljd, B. L., Zornik, G. V., *Polevie metodi ispitanih gruntov*. Izd. »Budeveljnik«, Kiev.
- Hristov, S., 1966, *Geološki priručnik za inženjerske starešine*, Karlovac.
- Hristov, S., 1968, *Geologija za inženjerske starešine*, Beograd.
- Hristov, S., 1973, *Uticađ sekundarnih argiloidnih zona kore raspadanja na hidrogeološka i inženjersko-geološka svojstva nekih terena Jugoslavije*. Disertacija. Rudarsko-geološko-metalurški fakultet, Beograd.
- Huddelston, J. H., Olson, G. W., 1967, *Soil Survey Interpretation for Subsurface Sewage Disposal*. Soil Sci, Vol. 104, No. 6: 401—409.
- Hutchinson, D. E., and Stoesz, A. D., 1970, *Resource Conservation Glossary*. Journal of Soil and Water Conservation, Vol. 25, No 1: 1—52-G.
- Iowa Agricultural Experiment Station and Soil Conservation Service, 1969, *Soil Survey Clay County*, Iowa. U. S. Dept. Agr., Washington.
- Jakšić, V., 1972, *Ključ za čitanje i korištenje pedološke karte SRBiH i njene dokumentacije u praksi (1:50.000)*, Zavod za agropedologiju, Sarajevo.
- Jugoslovensko društvo za mehaniku tla i fundiranje, 1960, *Geomehanička ispitivanja*, sv. 16 i 17, Beograd.

- Jugoslovensko društvo za proučavanje zemljišta (JDPZ), 1966, *Kemijske metode ispitivanja zemljišta*. Priručnik, knjiga I, Beograd.
- JDPZ, 1967, *Metode terenskog ispitivanja zemljišta i izrada pedoloških karata*. Priručnik, knjiga IV, Beograd.
- JDPZ, 1971, *Metode istraživanja fizičkih svojstava zemljišta*. Priručnik, knjiga V, Beograd.
- Jugoslovenski zavod za standardizaciju, 1968, *Rješenje o jugoslovenskim standardima iz oblasti građevinarstva*, Službeni list SFRJ, br. 1, Beograd.
- Knight, S. J., Freitag, D. R., 1961, *Measuring Soil Trafficability Characteristics*. American Society of Agricultural Engineers. Winter Meeting, Chicago. III.
- Kovačević, P., Jakšić, V., 1964, *Priručnik za terenska pedološka istraživanja*, Sarajevo.
- Lambe, T. W., Whitman, R. V., 1969, *Soil Mechanics*. Jon Wiley and Sons, Inc., New York.
- Lisenko, M. P., 1972, *Sostav i fiziko-mehaničke svojstva grunтов*, Izd. »Nauka«, Moskva.
- Malez, M., 1973, *Kvartarne naslage šire okolice Podravske Slatine i Oravice u Slavoniji*. Poseban otisak iz knjige »Radovi« Centra za organizaciju naučnoistraživačkog rada u Vinkovcima, knjiga II, JAZU, Zagreb.
- Massachusetts Dept. of Commerce — Division of Planning and Soil Conservation Service. *Case Study for Town of Hanover, Plymouth County*. U. S. Dept. Agr., Washington.
- Müller, V., Renger, M., Benecke, P., 1970, *Bodenphysikalische Kennwerte wichtiger Böden, Erfassungsmethodik, Klasseneinteilung und kartographische Darstellung*. Beih. geoll. Jb. Bodenkdl. Beitr., 99/2, Hannover.
- Najdanović, N. J., 1967, *Mehanika tla*. II dopunjeno izdanje, Građevinska knjiga, Beograd.
- Nonveiller, E., 1964, *Geomehanika*, I dio, Sveučilište u Zagrebu.
- Pavlić, V., 1974, *Tla sekcije Podravska Slatina 4*, Projektni savjet za izradu pedološke karte SRH, Zagreb.
- Počvenij institut im. V. V. Dokučajeva, 1971, *Krupnomasstabnaja kartografija počv.*, Izd. »Nauka«, Moskva.
- Projektni savjet za izradu pedoloških karata SRH, 1972. i 1973, *Normativi, zapisnici i recenzije*, Zagreb.
- Purdue Agricultural Experiment Station and Soil Conservation Service, 1969. *Soil Survey Allen County, Indiana*. U. S. Dept. Agr., Washington.
- Racz, Z., 1974a, *Studija o fizikalnim svojstvima tala na nekim proizvodnim površinama IPK — Osijek*. Rukopis, Zagreb.
- Racz, Z., 1974b, *Prilog proučavanju i značenje promjena konzistencije i volumena tla u teškim, vertičnim tlima Pilot farme Ježevo*, Agronomski glasnik, br. 3—4: 105—120.
- Simonson, R. W., Editor, 1974, *Non-Agricultural Applications of Soil Surveys* Developments in Soil Science 4. Elsevier Scientific Publ. Corp. 1974. Reprinted from *Geoderma*, volume 10, No. 1/2.

- Soil Conservation Service (SCS), 1966, *Nonfarm Uses of Soil Surveys*. Reprinted from »Soil Conservation«, Vol. 32, No. 1, U. S. Dept. of Agr., Washington.
- SCS, 1972, *Soil Survey Investigations*, Report No 1. U. S. Dept. of Agr., Washington.
- Soil Survey Staff, 1951, *Soil Survey Manual* USDA, Handbook No 18.
- Steele, J. G., 1967, *Soil Survey Interpretation and Its Use*. Soil Bulletin, No 8, FAO, Rome.
- Strmac, A., 1952, *Određivanje granulometričkog sastava tla areometarskom metodom, po A. Casagrande-u*, *Gradevinar* br. 5 i 6: 23—38, Zagreb.
- Skorić, A., Filipovski, G., Ćirić, M., 1973, *Klasifikacija tala Jugoslavije*, Zagreb.
- Tonejec, M., Hanich, M., 1973, *Primjena aerofotogeološke analize terena na infracrvenim snimcima pri inženjerskogeološkim istraživanjima*, *Put i saobraćaj*, br. 2: 3—20, Beograd.
- Uhland, R. E., O'Neal, A. M., 1951, *Soil Permeability Determinations for Use in Soil and Water Conservation*, USDA, SCS, Washington
- U. S. Department of Agriculture, SCS, 1971, *Guide for Interpreting Engineering Uses of Soils*, Washington.
- Vincek, R., 1968, *Identifikacija i klasifikacija tla*. *Rukopis*. Institut za geomehaniku, IGH, Zagreb.

