

# METODA IZRADBE MONOLITA ŠUMSKIH TALA PRIMJENOM EPOKSIDNE SMOLE

## THE PREPARATION METHOD OF FOREST SOIL MONOLITHS WITH THE USE OF EPOXY RESIN

Boris VRBEK

### Sažetak

U razdoblju od 2011. do 2013. godine u Hrvatskom šumarskom institutu načinjena je zbirka monolita najvažnijih šumskih tala. Zbirka je izrađena novom metodom pričvršćivanja pomoću epoksidne smole. Nakon što se iskopa pedološka jama, pripremi se čelo profila i načini se prizma tla dimenzije 20 cm X 100 cm i debljine 5 cm. Prizma se podijeli na razmake od po 10 cm. Podjela nam je potrebna zbog što vjernijeg prenošenja tla na podlogu načinjenu od vodootpornog drveta i ograničenu letvicama 2 X 3 cm. Oštrom alatom se odvoji dio tla (oko 10 cm) i prenese u okvir koji mora biti položen horizontalno, a u njemu je premazan sloj epoksidne smole debljine do 1 cm. Nakon što se malo prosuši na zraku, monolit se učvršćuje s bezbojnim mat lakom i nakon toga se može prikazati u okomitom položaju ili objesiti na zid nekog izložbenog prostora. Nova metoda je jednostavnija i brža jer nije potreban masovni monolit u sanduku koji je teško ponekad transportirati do prve prometnice.

KLJUČNE RIJEČI: Monolit, pedologija, epoksidna smola, zbirka

### Uvod

#### Introduction

U svakom znanstvenom projektu gdje su potrebna pedološka istraživanja, potrebno je istražiti tlo standardnim terenskim i laboratorijskim metodama Pernar et al (2013), Vrbek (2013). Kako bi se tlo moglo proučiti i odrediti njegova pedosustavna pripadnost, potrebno je iskopati pedološku jamu, fotografirati vertikalni presjek (pedološki profil) i uzeti uzorke tla iz određenih dubina (genetskih horizonta). Za karakteristične pedološke profile možemo pripremiti te načiniti monolite, kako bi nam dulje vrijeme mogli služiti za proučavanje morfologije tla, a isto tako za edukaciju o tipovima tala na određenom području. Otisak tla, kao i pedološki monolit koji se uzima na terenu, treba biti što vjernija kopija profila tla na terenu. Pri tomu se otisak tla razlikuje od monolita tla. Otisak tla nastaje specijalnom tehnikom premazivanja tla te odvajanja u tankim sloju od

podloge. Monolit tla je nešto deblji (obično 5 do 20 cm) i postupak obrade nastavlja se u laboratoriju nakon što se transportira s terena. Takav prikaz je realniji nego fotografija u boji ili nacrtana slika. Uz znanstvene uloge, monoliti i otisci tla imaju važnu ulogu u nastavi iz pedologije, geologije i srodnih predmeta, jer studentima omogućuju uvid u raznovrsnost i rasprostranjenost glavnih tipova tala na određenom području. U svijetu postoje zbirke pedoloških profila u obliku otisaka profila tla ili monolita koji su izloženi u muzejima: ISRIC – World Soil Museum sa sjedištem u Wageningenu (Slika 1 i 2), Dokuchayev muzej tala koji postoji od 1904. godine u Saint-Petersburgu (slika 3 i 4), Muzej Satoyama u Japanu, Australska zbirka monolita tala i još mnoge zbirke u muzejima u Vietnamu, Tajlandu, SAD-u, Estoniji, Njemačkoj, Mađarskoj i td).

Muzej tla u Wageningenu nudi posjetiteljima velik broj pedoloških monolita koji su sabrani na svim područjima u

<sup>1</sup> Hrvatski šumarski institut, Cvjetno naselje 41, 10450 Jastrebarsko, e-mail: borisv@sumins.hr



**Slika 1.** ISRIC–Svjetski muzej tla.  
**Figure 1** ISRIC-Soil World Museum



**Slika 2.** Nova zgrada muzeja tla-Wageningen.  
**Figure 2.** New soil museum building-Wageningen



**Slika 3.** Dokuchayev središnji muzej tala.  
**Figure 3** Dokuchayev central Museum of soil



**Slika 4.** Dokuchayev zgrada muzeja u St. Petersburgu.  
**Figure 4** Dokuchayev building of Soil Museum St Petersburg

svijetu. Od prekrasnih vulkanskih tala u Indoneziji do tala s područja Amazone i velikih prostranstva Rusije. Od 1974. godine do danas, prikupljeno je preko 1100 monolita tla, dok je u muzejskom postavu prikazana zbirka od preko 200 monolita tla sa detaljnim opisima i analizama. Dokuchayev muzej tala u zbirci ima oko 3500 prikupljenih monolita.

### **Povijest i razvoj tehnike monolita** History and development of monolit techniques

Prema Baren & Bommer (1979) monoliti tla prvi puta su načinjeni u Rusiji potkraj 19. stoljeća i prikazani u Cichagu 1983. do 1984. godine u sklopu međunarodne izložbe (Columbian Exhibition in Chicago 1893), Hodgson (1978). Tada su se u SAD-u prvi puta upoznali s metodom rada i izradbom monolita koji su prikazivali tla s njihovim približno prirodnim unutarnjim svojstvima. Metoda je bila jednostavna i praktična. Oštri rub metalnog okvira se utisnuo u tlo i cijeli okvir s tlom prikazao se u vertikalnom položaju. Slična metoda je opisana od Rispoloshenskog (1897) prema

pisanju Kubiëne (1953). Na prvom međunarodnom tloznanstvenom kongresu u Washingtonu 1927. godine, oko osamnaest pedoloških monolita je prezentirano (Truog 1928). Vilenski (1927) u svom radu piše o tehnikama prepariranja i prezentiranja monolita tla. Tla su bila prikazana u drvenim kutijama (Kasatkin i Krasnyuk 1917, Polynov et al 1929). Godinu dana prije Miklaszewski (1928) je pisao o Poljoprivrednom muzeju u Warsawi u Poljskoj, gdje je načinjena i prikazana zbirka monolita tla u drvenim kutijama duljine od 100 do 200 cm. Metoda se sastojala od jednostavnog umetanja prizme tla u kutiju i odsijecanje lopatom ili oštrim predmetom od pedološkog profila. Tlo se na taj način u kutiji transportiralo na željeno mjesto. Kasnije su se počeli koristiti različiti stabilizatori koji bi učvrstilo tlo u kutiju, kako se ne bi osipali uslijed sušenja i vlaženja. U prvi mah se koristila otopina sa šećerom. (Baren & Bommer 1979). Schlacht (1928) je primijenio metodu nekog adhezivnog materijala kojim je premazao debeli karton te ga je pritisnuo uz zid profila tla. Nakon sušenja ostale su čestice tla prilijepljene na površni kartona. Taj način se zvao "Klebeplatten

**Tablica 1.** Povijesni pregled izradbe monolita tla s načinom učvršćivanja**Table 1** History of soil monolith preparation and way of fixation

Sredstvo za izradbu monolita tla	Godina primjene	Autor
Prirodno nepreparirano tlo	1897 (1953)	Rispoloshenski (Kubiëna, W.L.)
Prirodno nepreparirano tlo	1917	Kasatkin, V.G. & Krasnyuk, A.A.
Prirodno nepreparirano tlo	1928	Truog, E.
Cement + želatina	1929	Spirhanzl, J
Monolith Leim (neka vrsta ljepila)	1929	Schlacht, K.
Katran (CH <sub>2</sub> )	1930	Bushnell, T.M.
Nitroceluloza (C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> (NO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> O <sub>5</sub> )	1936	Voigt, E.
Celuloza acetat (film) (C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> ) + Aceton (C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> )	1940	Gračanin, M., Janeković, Đ.
Vinylit otopina	1945	Berger, K.C, Muckerhirm, R.J
Celuloza acetat (film) (C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> ) + Aceton (C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> )	1962	Klarke G.R.
Polyethylene glycol polimer (C <sub>2n</sub> H <sub>4n+2</sub> O <sub>n+1</sub> )	1974	Hammond, R. F.
Šećer (C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> )	1979	Baren, Boner
Metil vinil keton (C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O) + Ethil vinil keton (C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> O) + Vinil klorid (C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> Cl)	1981	Stainbarat, G.C., Franzmayer, DD, Yahner, J.E.
Poliuretan (C <sub>25</sub> H <sub>42</sub> N <sub>2</sub> O <sub>6</sub> )	1987	Otersberg, R.J., Byron, T.M.
Poliester (H(CO <sub>2</sub> -X-CO <sub>2</sub> ) <sub>x</sub> OH)	1987	Maarse, Terwid
Vinil latex (vodena otopina) (C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O) + Gips plastelin	1998	Barahona, E., A. Iriarte
Acril (C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> )	2009	Haddad, N.I., Lawrie, R.A., Eldridge, S.M.
Celuloza acetat (film) (C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> ) + Aceton (C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> )	?	Celanese Canda Inc. 1250 Hayter Road Edmonton, Alberta
Vinyl chloride Acetate resin, ili Vinyl resin (C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> Cl) <sub>n</sub> (C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>m</sub>	?	Harrisons & Crosfield (Canada) Ltd., Edmonton, Alberta
4-methyl-2-pentanone, ili Isobutyl methyl ketone (C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O)	2009	Juma, N., J. Robertson
Epoksidna smola (C <sub>21</sub> H <sub>25</sub> ClO <sub>5</sub> )	2011	Vrbek, B.

Monolithmethode". Prema Jager and Van der Voort (1966) primjenjiv je bio samo za pjeskovita tla. Za teške glinaste i mokre profile potrebna je drukčija priprema i obrada tla kako bi monoliti bili postojani (Jager and Schellekens 1963). Neke metode sastojale su se u uzimanju cilindričnih uzoraka bušenjem pomoću strojeva do većih dubina (Matelski 1949, LGM mededelingen 1977). Razvojem kemijske industrije u uporabu su došli novi preparati za impregnaciju koji su mogli dobro učvrstiti tlo (Maarse and Terwindt 1964, Bouma 1969). Takvi učvršćivači bili su načinjeni od nitroceluloznih lakova opisani u radovima Voigt (1936), Gračanin & Janeković (1940) te različitih vinilnih spojeva koje su se primijenili (Berger i Muckenhirn, 1946). Poliester je također primijenjen od Maarse i Terwindt (1964), dok je Hammond (1974) impregnirao tla koja sadrže više humusa sa nisko molekularnim polyethylene glycol polymerom. Od 1966. godine u Internacionalnom muzeju tala cijela zbirka monolita načinjena je pomoću nitroceluloznih lakova. Zagrebačka film lak metoda prepariranja monolita razvijena je u prošlom stoljeću (Gračanin i Janeković 1940.g). Zbirka od dvadesetak monolita tala za potrebe nastave iz pedologije i danas je dijelom na agronomskom i šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Novim kemijskim spojevima, dakako, isprobane su i nove metode uzimanja monolita i otisaka tla. U tablici 1 prikazane su razne opcije prepariranja tla s pregledom godina i autora koji su ih primijenili.

Zadatak i cilj istraživanja

## Zadatak i cilj istraživanja

### Goal of research

Cilj izradbe pedoloških monolita je osnivanje pedološke zbirke Hrvatskog šumarskog instituta sa svrhom poticanja, razvoja i promidžbe pedologije kao znanstvene i nastavne discipline. Novom metodom načinjeni su pedološki monoliti na terenu kako bi se omogućilo proučavanje karakteristike tala, njihova fizionomija i klasifikacija u laboratorijima, predavaonicama i muzejima. Na temelju znanstvenih istraživanja publicirano je mnogo radova na temu pedologije ili znanosti u tlu, ali do danas se nije u Šumarskom institutu uspjela načiniti zbirka šumskih tala u Hrvatskoj koja bi bila prezentirana kao edukacijski materijal studentima i ostalim zainteresiranim osobama.

## Materijali i metode

### Matherial and mhetods

Na terenu je potrebno odrediti karakteristično mjesto u šumskoj zajednici gdje se odredi pedološka jama za kopanje. Dimenzije pedološke jame su širina 80–100 cm, dužina



**Slika 5.** A+B komponenta epoksi smole  
**Figure 5** A+B component of epoxy resin

180 cm i dubina najmanje 180 cm na područjima gdje za to postoje uvjeti. Na mjestima sa većom količinom kamenja (skeleta) ili plitkim tlima pedološki profil se iskopa do 80 cm dubine ili do matičnog supstrata. Duboke jame moraju imati napravljene stepenice kako bi se moglo u nju lakše spustiti radi obrade profila tla. Detaljno se opiše čelo profila, uzmu se uzorci iz genetskih horizonata za analizu te se obvezno fotografira okolina i mjesto gdje je pedološka jama iskopana. Na zaglađenoj okomici pedološke jame (profilu) se pomoću okvira označi površina gdje se namjerava uzeti monolit ili otisak. Najbolje je načiniti prizmu tla dimenzije nešto malo manje od okvira. Okvir je širine 25 cm, dužine 100 cm i debljine 5 cm. Okvir se sastoji od vodootpornog materijala i letvica dimenzije 2 X 3cm od drveta. Zapune se sve pukotine sa silikonskim kitom i okvir se oboji tamno smeđom bojom. Na pozadini okvira pričvrste se jedna ili dvije alke na koje se gotovi monolit kasnije može objesiti. Univerzalna epoksidna smola se sastoji od 1 kg komponente A (bisfenol-A krezil-glicidil-eter) i od ½ kg komponente B (izoforondiamin, benzilni alkohol). Te se dvije komponente (A+B) spoje u posudi i miješaju u omjeru: A:B = 2:1 tj. 2 težinska dijela komponente A i 1 težinski dio komponente B ili volumenski A:B = 9:5. Kada se A i B komponenta dobro izmiješa, epoksidna smola se ulije u okvir. Nakon toga slijedi postupak prenašanja dio po dio tla iz pedološkog profila u okvir po točno označenim podjelama (rasteru). Uzimamo visine po 10 cm tla, debljine 5 cm i stavljamo u okvir koji mora biti u točno vodoravnom položaju kako bi



**Slika 6.** Pripremanje epoksi smole  
**Figure 6** Epoxy resin prepare

se epoksidna smola jednakomjerno rasporedila. Vrijeme reakcije epoksidne smole ovisi o zračnoj vlazi i temperaturi, ali najbolje je posao obaviti u roku od 45 minuta. Prilikom spajanja komponenata razvija se blaga temperatura. Potpuno stvrdnjavanje epoksidne smole je nakon 24 sata na 20 °C, 12 sati na 30 °C. (slika 5 i 6).

Epoksidne smole prvi su 1930-ih pripravili P. Castan u Švicarskoj i S. O. Greenlee u SAD-u kao smolaste produkte reakcije bisfenola A i epiklorhidrina s epoksidnim skupinama (Macan 2006). Prije Drugog svjetskog rata cijena monomera za te smole bila je previsoka, pa komercijalna proizvodnja počinje tek 1947. godine poboljšanjem sinteze monomera i procesa polimerizacije. U početku su glavni proizvođači tvrtke Ciba (vlasnik Castanovih patenata) i Shell Chemical, a smole su rabljene gotovo isključivo za prevlake. Nove vrste epoksidnih smola počele su se javljati 1950-ih, a do kraja 1960-ih razvijeno je preko 25 različitih tipova.

Kod uzimanja otiska tla treba izuzetna preciznost i najbolje je koristiti okvir koji se prisloni na pripremljen profil te se unutar njega označi površina pomoću rastera podijeljenog vertikalno po 10 cm. Najbolje je načiniti prizmu veličine okvira i debljine do 5 cm. (Slika 7 i 8).

Višak tla se odstrani oštrim nožem. Ako je tlo jako kamenito (skeletalno) i na profilu tla nije moguće načiniti podjelu na 10 jednakih horizontalnih dijelova zbog kamenja, tada dio po dio tla ili kamenja prenašamo u okvir u kojemu je epoksidna smola. U tom postupku okvir mora biti isto tako



**Slika 7.** Priprema profila za uzimanje monolita  
**Figure 7** Profile preparation for monolith takes



**Slika 8.** Prenešeni monolit tla  
**Figure 8** Soil monolith carries over

u vodoravnom položaju. Točnost rasporeda kamenja i tla moramo kontrolirati pomoću rastera, kako bi bilo što vjernije prirodnom profilu tla. Prilikom rada možemo tlo uzimati od dna pedološkog profila pa do površine (slika 9 i 10). Za plitka tla u okvir širine 20 cm, dužine 50 cm i debljine 2 cm ulije se epoksidna smola (oko ½ lit.) tako da pokrije cijelu površinu u debljini 5 do 10 mm. U okvir postepeno se-

limo materijal po kvadrantima iz pedološkog profila. Nakon što se kompletni profil "preseli", možemo odmah transportirati u vodoravnom položaju. Potrebno je neko vrijeme kako bi epoksidna smola otvrdnula. Nakon toga možemo uspraviti okvir i odstraniti višak tla i kamenja te ga preparirati sa bezbojnim mat lakom, ali na način da ne dobijemo sjajne površina na tlu ili kamenju.



**Slika 10.** Prenošnje profila kamenjare po dijelovima  
**Figure 10** Carry over stony profile by parts

**Slika 9.** Kamenjara  
**Figure 9** Lithosol



**Slika 11.** Dio zbirke monolita dubokih tala (HŠI)

**Figure 11** Part of deep soils collection (FRI)

(HŠI= Hrvatski šumarski institut, FRI= Forest Research Institute)

Autori Barahona i Iriarte (1998) preporučuju metodu vodene otopine sa vinil latexom za tla koja sadrže kamenje. Metoda je učinkovita ali dosta komplicirana, jer je potrebno više vremena za izradbu otiska tla. Na dasku se nanese gipso-plastika po rubovima debljine 5–8 cm, tako da sa gornje strane ostane otvor. Kroz taj otvor se ulije vodena otopina vinil lateksa i nakon stvrdnjavanja odvoji se monolit sa tlom i kamenjem i dalje se obradi u laboratoriju.

Nakon sušenja i obrade otiska tla, okvir sa tlom se može prezentirati u okomitom položaju na zidu ili sl. (slika 11 i 12). Otisak tla je vjeran originalnom tlu koji je na terenu i debljine je od 2 do 4 cm. U slučaju krupnijeg kamenja monolit se modificira sa sitnijim komadima stijena koji mogu biti debljine do 6 cm.

## Rasprava i rezultati

### Discussion and results

Kod uzimanja monolita najveći dio vremena bio je potreban za pripremu profila na terenu u obliku prizme, kako bi se na nju postavio sanduk visine 150 cm širine 20-tak cm i



**Slika 12.** Dio zbirke monolita plitkih tala (HŠI)

**Figure 12** Part of shallow soils collection (FRI)

dubine do 20 cm. Uglavnom taj način prepariranja najčešće se koristi u svijetu (Borowiec et al 1968., Brown 1962., Clarke, 1962., Van der Voort 1970., Wright 1971). (slike 14, 15, 16). Nakon odvajanja od glavnog profila lopatom ili oštirim predmetom glavno je bilo transportirati u laboratorij na obradu (Filipovski 1968). Taj način uzimanja monolita treba više ljudi, jer je monolit težak za transport (Day 1968), Greenlee (1972). Za razliku od prepariranja epoksidnim smolama zbog težine otiska kod ovih metoda je potrebno najmanje dvije osobe. Ponekad je tlo toliko tvrdo da ga je nemoguće odvojiti od profila tla osim u debljim stupcima, a tada težina monolita može iznositi i do 25 kg. Nova metoda pomoću epoksidne smole je jednostavniji postupak što se tiče terenskog posla, tako da se u jednom danu koji puta mogu preparirati do dva pedološka profila. Naravno to ovisi o udaljenosti lokacija na kojima se posao radi. Metoda "preseljenja" tla iz pedološkog profila u okvir koji je natopljen s epoksidnom smolom je rađena prvi puta u pedološkim krugovima kod nas, a i šire. Metoda je vrlo jednostavna i ne zahtijeva komplicirane sanduke i prizme sa višestrukim premazivanjima, a isto tako kod rada ne smeta i prevelika vlaga u tlu. Ako je tlo jače vlažno reakcija smole može biti malo burnija, ali ne mijenja na kvaliteti otiska.



**Slike 13, 14 i 15.** Obrada profila tla za uzimanje monolita u drvene sanduke

**Figures 13, 14 & 15** Treatment of soil profile for monolith take in wooden box

Prikaz horizonata, boje i konkretija na otisku je vjeran originalnom tlu. U pripremi je također pokus s premazivanjem epoksidne smole i stavljanje armaturne mrežice na pripremljeni profil u pedološkoj jami, ali za to trebaju biti idealni uvjeti. Isto tako možemo načiniti prizmu u profilu tla koja je dimenzije okvira, prislonimo okvir i odvojimo prizmu s okvirom od tla te ju naknadno fiksiramo epoksidnom smolom.

Zbirka monolita našla je primjenu i u virtualnom obliku (Krzic et al 2010). Treba samo posjetiti web stranicu <http://soilweb.landfood.ubc.ca/monoliths/> i nađemo se u velikoj zbirci monolita tala, čija se kolekcija nalazi na Sveučilištu British Columbia (UBC) u Vancouveru u Kanadi. Sa svojih 197 monolita koji su prikazani na webu, to je druga po veličini zbirka monolita tla u tom dijelu svijeta.

Izrada monolita šumskih tala je djelomično financiran iz projekta Ministarstva znanosti i Hrvatskih šuma u sklopu projekta "Šumska staništa u uvjetima izloženosti štetnim utjecajima i klimatskim promjenama" (voditelj: B. Vrbeć) i obuhvatio je do sada 60% glavnih šumskih tipova tla na području Hrvatske, a načinjeno je do sada ukupno oko 64 tipa i podtip tla. Veći dio (41 monolit) izložen je u Hrvatskom šumarskom institutu, 7 monolita tla predstavlja zbirku šumskih tala Gorskog kotara u muzeju Brod na Kupi, 11 monolita izrađeno je za potrebe edukacije u Nacionalnom parku "Risnjak", 1 monolit je u šumariji Varaždin i 1 u IC centru Varaždin te 1 monolit u šumariji Vrbovec. Prosječna jedinična cijena koštanja izradbe monolita (ako uračunamo terenski rad, materijalni troškovi i troškovi kopanja pedološke jame), iznosi oko 1680,00 kn (221 €).

## Zaključci Conclusions

Nova metoda izradbe monolita i otisaka tla na terenu jednostavnija je za rad, tako da možemo u kratkom roku načiniti željeni monolit tla.

Monolit tla je lagan i jednostavan za transport (oko 3–5 kg). Očvršćivanje epoksidne smole je relativno brzo, unutar 2 sata, ali to ovisi o temperaturi zraka.

Metoda je primjenjiva za jako skeletna tla, kao i za glinovita, duboka tla.

Prepariranje epoksidnom smolom moguće je izvesti na dva načina: Ako želimo prikazati vjerni profil tla gdje je moguće vidjeti i strukturu tla po horizontima, tada je preporučljiva metoda višekratnog premazivanja smolom i stavljanje posebne armaturne mrežice. Za taj način prepariranja potrebno je više vremena i potrebo je još iskustvo u radu. Drugi način je precizno premještanje tla debljine do 5 cm u okvir s epoksidom. Kod tog načina se djelomično poremeti struktura tla, ali sva druga obilježja su istovjetna prirodnom profilu tla.

## Literatura References

- Barahona, E., A. Iriarte, 1998: A method for collection of soil monoliths from stony and gravelly soils. *Geoderma* 87 pp 305–310.
- Berger, K.C., R. J. Muckenhirn, 1945: Soil profiles of natural appearance mounted with Vinylite Resin. *Proc. Soil Sc. Soc. Am.* 10, pp 368–370
- Borowiec, J., H. Domzal, 1968: The possibilities of using polyvinyl acetate in taking and mounting soil monoliths. *Rolczniki Gleboznawcze* 19, pp 271–277
- Bouma, A. H., 1969: Methods for the study of sedimentary structures. Wiley, New York
- Brown, L. N., 1963: The lacquer cement method of making soil monoliths. *California Agric. Exp. Station, Bulletin* 795
- Bushnell, T. M., 1930: The Purdue technique for taking and mounting soil profile samples. *Soil Science*, vol. 29. No 5, pp 395
- Clarke, G. R., 1962: The preparation and preservation of soil monoliths of thin section. *Journal of Soil Science*, 13: pp 18–21
- Day, J. H., 1968: Making Soil Monoliths, Canada Dept. of Agriculture 16
- Filipovski, G., 1968: Pedologija, Univerzitet u Skopju
- Gračanin, M., Đ. Janeković, 1940: The Zagreb film – lacquer method of taking pedological soil profile samples. *Soil Research* 7, pp 22–32
- Gračanin, M., Đ. Janeković, 1940: Zagrebačka film-lak metoda uzimanja otisaka pedoloških profila. *Poljoprivredna smotra*, sv 2. Zagreb pp 2–13
- Greenlee, G. M., 1972: Preparing a Soil Monolith. Alberta Institute of Pedology M-72-2. Edmonton, Canada. pp. 8
- Hadad, N. I., R. A. Lawrie, S. M. Eldridge, 2009: Improved method of making soil monoliths using acrylic bonding agent and proline auger, *Geoderma* doi: 10. 1016/j.geoderma
- Hammond, R. F., 1974: The preservation of peat monoliths for permanent display. *J. of Soil Sc.* 25, pp 63–66
- Hodgson, J. M., 1978: Soil sampling and soil description. *Monographs on Soil Survey*, Clarendon Press: Oxford University Press, Oxford, pp 125–132
- Jager, A., A. F. C. M. Schellekens, 1963: Handleiding voor het conserveren van zware en/of natte bodemprofielen (*Transl.: Manual for conservation of heavy and wet soil profiles*). *Boor en Spade* 13, pp 61–65
- Jager, A., W. J. M. Van Der Voort, 1966: Collection and preservation of soil monoliths. *Soil Survey Paper* 2, Soil Survey Institute, Wageningen.
- Juma, N., J. Robertson, 2009: Past Soil Monolith Collections. Faculty of Agricultural, Life & Environmental Sciences, Department of Renewable Resources, University of Alberta.
- Kasatkin, V. G., A. A. Krasnyuk, 1917: Aid to field work in soil investigations. Petrograd, Russia.
- Klarke, G. R., 1962: The preparation and preservation of Soil monoliths of thin section. *Journal of Soil Science*, 13:18–21 doi: 10.1111/j.1365-2389.162.tb00676.x
- Krzic M., R. Strivelli, E. Holmes, S. Dyanatkar, 2010: Soil monolith collection at UBC. The University of British Columbia, Vancouver. <http://soilweb.landfood.ubc.ca/monoliths/>

- Kubišna, W. L., 1953: Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. F. Enke Verlag, Stuttgart, pp 340–353
- Maarse, H., J. H. J. Terwindt, 1964: A new method of making lacquer peel sections. *Marine Geology* 1, pp 98–105
- Macan, J., 2006: Priprava hibridnih materijala za prevlake sol-gel procesom. Disertacija Sveučilište u Zagrebu, pp 1–161
- Matelski, R. P., 1949: The use of the Kelley soil sampling machine in Nebraska. *Agronomy Journal* 41, pp 394
- MikLaszewski, S., 1928: La prise des monoliths de sols. *Doswiadczalnictwo Rolnicze* 4, pp 8–15
- Ottersberg, R. J., T.M. Byron, 1987. An improved procedure for collection and preservation of soil profiles. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51, 1388–1390.
- Polynov, B. B., V. A. Baltz, Z. J. Schokalsky, 1929: Instruction for collecting soil monoliths and soil samples for laboratory investigation. Publishing Office Academy of Sciences of the USSR, Leningrad.
- Pernar, N., D. Bakšić, I. Perković, 2013: Terenska i laboratorijska istraživanja tla, priručnik za uzorkovanje i analizu, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Hrvatske šume d.o.o., Zagreb, pp 1–192.
- Schlacht, K., 1929: Eine neue Methode zur Konservierung von Bodenprofilen. *Z.f. Pflanzenern., Düng. u. Bodenk.* 13, pp 426–431
- Spirhanzl, J., 1929: Die "Bodenmonolithen" Stoklasa-Festschrift, Berlin pp 381.
- Steinhardt, G.C., D.P. Franzmeyer, J.E. Yahner, 1981: How to Make Miniature Soil Monoliths, Agronomy department Purdue University. West Lafayette, USA
- Truog, E., 1928: General exhibits. *Soil Science* 25, pp 89–91 17
- Van der Voort, W. J. M., 1970: Literature about taking and preservation of soil monoliths. Soil Survey Institute, Wageningen. Publ. 4846.
- Van Baren, J. H. V., W. Bomer, 1979: Procedures for the collection and preservation of the soil profiles. Technical Paper No. 1. International Soil Museum, Wageningen (ISRIC) 23pp
- Voigt, E., 1936: Ein neues Verfahren zur Konservierung von Bodenprofilen. *Z.f. Pflanzenern., Düng. u. Bodenk.* 45, pp 111–115
- Vilenski, D. G., 1927: On the organisation of exchange of monolithic soil samples and, in conformity on some necessary technical improvements in taking and mounting monoliths. *Pochvovedenie* 22, pp 59–66
- Wright, M. J., 1971: The preparation of soil monoliths for the ninth International Congress of Soil Science, Adelaide, 1968. *Geoderma* 5, pp 151–159
- Vrbek, B., 2011: Tloznastvo. Skripta, rukopisni materijal Veleučilište u Karlovcu pp 1–256.
- Vrbek, B., 2013: Tloznastvo. udžbenik za studij lovstva i ekologije, Veleučilište u Karlovcu. pp 1–151.
- Columbian Exposition, 1893: History of the world's Columbian exposition, Chicago, 4 volumes (vol. 3, pp. 52)
- LGM mededelingen, 1977: Laboratorium voor Grondmechanica, Delft, LGM mededelingen, deel 18, no. 2 and 3

## Summary

In the Croatian Forestry Institute a collection of monoliths of the most important forest soils was produced during the period from 2011 to 2013. The collection was made by means of a new method of attachment and preparation with the use of epoxy resin. After digging the pedological pit, the profile is prepared and a prism of soil, measuring 20 cm x 100 cm and 5 cm thick, is made. With a sharp tool it is then separated from the soil and placed horizontally so that the monolith can be analysed and fixed onto the base. In the case of skeletal soils we gradually move the soil from the marked prism in the pedological profile into the frame according to marked parts. After drying the monolith is fixed with clear matte varnish, following which it can be presented in a vertical position or on the wall of an exhibition area. The new method is less complicated and faster because it does not require a massive monolith in a large box, which is occasionally difficult to transport to the first communication road.

---

KEY WORDS: Soil Monolith, pedology, epoxy resin. Collection of works





*Sretan Božić i nova godina*  
*Merry Christmas and a Happy New Year*  
*Frohe Weihnachten und glücliliches neues Jahr*