

Medicinska edukacija
/ Medical education

SISTEMATIZACIJA PRIMENJENIH PELOIDA
U BANJAMA SRBIJE

SYSTEMIZATION OF APPLIED PELOID IN
SERBIAN SPAS

Correspondence to:

prim. dr med. **Atila Klimo**

fizijatar-balneoklimatolog

Specijalna bolnica za rehabilitaciju

„Banja Kanjiža“ Kanjiža

24420 Kanjiža, Narodni park b.b,

tel: +38124875163

e-mail: petik@stcable.net

Atila Klimo

Specijalna bolnica za rehabilitaciju „Banja Kanjiža“ Kanjiža, Srbija

Ključne reči

pedogeneza, peloid, tipologija

Key words

pedogenesis, peloid, typology

Sažetak

Tipologija prirodnih geoloških sedimenata, koji čine peloide sa potencijalnom terapeutskom primenom, zasniva se na nekoliko parametara: poreklu, nastanku i sastavu čvrste faze zemljišta, hemijskom sastavu i temperaturi termomineralne vode, te procesu mešanja i sazrevanja peloida. Osobine peloida zavise od pedogeneze i uzajamnog delovanja stenske mase i vode pod dejstvom visoke temperature, pritiska i organske žive materije. U Srbiji za sada ne postoji konsenzusom prihvaćena klasifikacija upotrebljivih peloida. Bazirajući se na celovitosti Lüttigove klasifikacije peloida, na genetičkoj i WRB klasifikaciji tipova i klasa zemljišta, te na hidrogeološkom rejoniranju termomineralnih voda Srbije, studijom se želi predočiti podela primenjenih peloida u banjama Srbije.

UVOD

Vrste stena – polazni materijal u formiranju zemljišta

Površina teritorije Srbije od svega 88.361km² srazmerno je mala u poređenju sa Evropskim kontinentom, međutim formirani sastav i sklop stenske mase je vrlo raznovrstan i složen. Geomorfologija reljefa teritorije Srbije je rezultat dinamičkih promena unutar alpske orogeneze južne Evrope. Sučeljavanje tri planinska masiva - Dinarida, Srpsko-Makedonske mase i Karpato-Balkanida - uslovalo je formiranje osnovnih tektonskih jedinica na tlu Srbije. Od njih se razlikuje Panonski basen, široki ravničarski teren severno od Dunava i Save, potonuli deo Zemljine kore (tektonska depresija) izgrađen od istih jasno uslojenih, škriljavih krečnjaka kao i Rodopska masa. U geološkoj građi Srbije najzastupljenije su sedimentne stene. Nalaze se u zapadnoj (okolina Valjeva, Užica, Raške) i istočnoj Srbiji (od ponišavlja na jugu, do Dunava na severu). Strukturu mezozojskog krečnjačkog kompleksa odlikuju masivno rasprostranjeni laporoviti, peskoviti i dolomitični kompleksi. Tercijarni sedimenti zahvataju ravničarske, dolinske i kotlinske oblasti gde su nastali u marinskim i jezerskim uslovima. U ravnica su pokriveni kvartarnim šljunkovima, peskovima i lesom. U manjoj meri su rasprostranjene metamorfne i mag-

matske stene. Kriptokristalasti jasno uslojeni škriljci (mikašisti, dvoliskunski gnajsevi i zeleni kristalin) tipični su za teritoriju Srbije zahvaćene regionalnim metamorfizmom stena. Od masivnih metamornih stena najzastupljeniji su kvarciti. Na tragove aktivnog vulkanizma nailazimo u planinskom vencu Karpato-Balkanida istočne Srbije u obliku „velikog andezitskog masiva“. Od magmatskih stena inače prevladavaju peridotiti, graniti i gabrovi.

Aluvijalni sedimenti su prostorno najviše zastupljeni (25,2%) u geološkom profilu Srbije. Izgrađuju ravničarske terene i rečne doline. Karakteristični su za teritoriju Vojvodine i doline velikih reka, gde dostiže širinu i do 30 km. Taloženi su u vidu različitih peskova, šljunkova i glina promenljivog litološkog i granulometrijskog sastava. Stenske mase jezerskih terasa se nalaze na drugom mestu i čine 18,4% površine Srbije. Grade ih kompleksi peskova, šljunkova, glina, peščara, lapora, laporaca i krečnjaka u različitim kombinacijama. Javljuju se u okviru tercijarnih jezerskih naslaga, rasprostranjeni u Vojvodini i rečnim dolinama. Učešće škriljavih metamornih stena u geološkoj građi Srbije je značajno, tako da one zahvataju 17,6% od njene teritorije. Škriljci visokog stepena kristaliteta su značajnije rasprostranjenosti. Nalazimo ih na području južne i jugoistočne Srbije, po slivu Južne Morave uzvodno od Leskovca, rasuto po centralnoj Srbiji (Jastrebac i Juhor) i na Staroj planini u

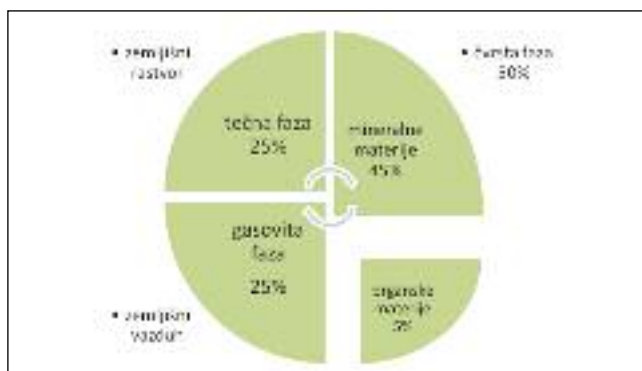
istočnoj Srbiji. Tereni izgrađeni od fliša i vezanih klastičnih stena čine 15% površine zemlje. Prva zona se pruža od Beograda preko Šumadije i dalje ka jugu. Druga zona zahvata terene zapadne Srbije između Koviljače i Guče, dok je treća zona u istočnoj Srbiji zastupljena od Ključa do Pirot. Osnovni elementi flišnog kompleksa su peščari, glinci i laporci. Od vezanih klastičnih stena najveće rasprostranjenje imaju crveni permski peščari, zastupljeni na području Stare i Suve planine u planinskom luku Karpato-Balkanida. Karbonatne stene, pretežno krečnjaci (90%), pokrivaju 9,6% teritorije i koncentrisani su u oblasti istočne Srbije od Đerdapa do Suve planine, dok u zapadnoj Srbiji učestvuju u građi Tare, Valjevske podgorine i Pešterske visoravni. Ostatak karbonatnog kompleksa čine bigar, oniks (varijetet minerala kalcedona), mermeri i dolomiti. Eolski sedimenti - les i „živi” pesak - dominantno su zastupljeni u Vojvodini, severnoj Šumadiji i delovima Pomoravlja. Zahvata 7,4% površine Srbije. Najmanju rasprostranjenost (5,5%) imaju magmatske stene. Kao glavni pretstavnici, dacit i andezit karakteristični su za istočnu Srbiju na području Bora i Majdanpeka, a u centralnoj Srbiji, na planini Kotlenik i Rudnik. Na granite nailazimo na teritoriji Bujanovca, Kopaonika i Jastreba. Pojave gabra se ograničavaju na prostoru Deli Jovana i Stare planine.^(1,2)

Nastanak zemljišta

Debljina i litološki sastav matične stenske mase, karakter, vrste i starost tektonskih pokreta i magmatizma uzajamno uslovljavaju nastanak raznolikih hidrogeoloških sistema i zemljišnih struktura.

Zemljište, tlo (pedon) je površinski rastresiti sloj Zemljine kore (litosfere) arbitrarne dubine do 200 cm i formira se usitnjavanjem raspadnih produkata matične stenske mase pomešane sa organskom materijom. Proces stvaranja zemljišta (pedogeneza), odnosno razgradnja stena je vrlo spor i složen proces a odvija se mehaničkim, hemijskim i biološkim putem. Za mehaničku razgradnju zaslužni su voda, led, toplota, korenje i gravitacija. Mehanički usitnjene stene daju mnogobrojne površine, koje podležu značajnim hemijskim transformacijama i mineralizaciji. Organski materijal u zemljištu predstavljen u vidu kompleksnih humusnih materija (humini, huminske kiseline, fulvo kiseline) nastaje raspadanjem izumrlih biljnih i životnijskih organizama stvorivši stabilan hemijski koloidni kompleks.^(3,4) U zemljište pretvoreni rastresiti, heterogeni stenski materijal (regolit) se raščlanjava na horizonte po vertikalnom preseku (WRB klasifikacija),⁽⁵⁾ koji dobijaju sasvim nove osobine - postaju propustljivi za vodu i vazduh, povećava im se ukupna površina čestica, zato postaju aktivnije, ubrzavaju se biohemijski procesi. Zato se tlo i smatra tro-, odnosno četvorofaznim disperznim sistemom (Slika 1.).

U najvećem procentu zastupljenu, čvrstu fazu zemljišta izgrađuju čestice različitog mineraloškog sastava, što utiče i na poroznost tla, tj. na prolaznost za vodu i vazduh. Step propustljivosti zemljišta određuje dinamiku razmene anorganskog i organskog materijala.^(3,4) Voda kao univerzalni rastvarač razlaže litološki stub sa kojim stupa u kontakt i tako menja svoj sastav, ali i sastav stena pa i zemljišta. Vreme trajanja kontakta voda-stena-zemljište bitno utiče i na



Slika 1. Zemljište kao trofazni sistem

mineraloški sadržaj podzemnih voda. To je dugotrajan dinamički interaktivni proces i teži dostizanju ravnotežnog stanja. Dakle, mehanizam formiranja hemijskog sastava zemljišta i podzemnih voda je rezultat uzajamnog delovanja stenske mase i vode pod dejstvom visoke temperature, pritiska (gasa) i organske žive materije.

Geolozi smatraju da su granitne (dubinske magmatske) stene bile polazni materijal u nastanku zemljišta. Mnogo su osetljivije na hemijsku razgradnju nego ostale stene sastavljene od tvrdih minerala. Tip zemljišta biće mešavina produkata polaznog materijala, na pr. granit i peščar daju kamenčiće i pesak, dok zemljišta krečnjačkog porekla obiluju muljem i glinom. Različiti tipovi zemljišta sastoje se iz različitih minerala. Balans minerala bez sumnje, jedan je od ključnih faktora koji utiče na razliku u kvalitetu. Iako degradacijom stena minerali ostaju slobodni u zemljištu, da bi ih živi organizmi usvojili, treba da su u rastvorenom obliku.

Zemljišni tipovi zastupljeni u ravničarskim i brežuljkastim terenima Srbije (Tabela 1.) su černozemi, smonice, gajnjače, crvenice, parapodzoli i ritske crnice. Pedološki pokrivač planinskih predela čine smeđa zemljišta na krečnjacima, rendzine, podzoli, stenovita i humusno-silikatna zemljišta. Složeni uticaj i sadejstvo pedogenetičkih faktora (matična stena, klima, reljef, živi organizmi) objašnjava ogromnu raznovrsnost zemljišnog pokrivača Srbije.^(6,7) Aktuelna je genetička klasifikacija klasa i tipova zemljišta po Škoriću, Filipovskom i Čiriću (1985).⁽⁶⁾

Uticaj sastava i osobine zemljišta na kvalitet peloida

WRB analizom pedološkog profila dobijamo vredne podatke o unutrašnjoj morfologiji zemljišta. Na vertikalnom preseku tla uočavaju se slojevi koji se međusobno razlikuju po boji, mehaničkom sastavu, strukturi i sadržaju organskih materija. Slojevi imaju horizontalan pravac pružanja i nazivaju se horizonti.⁽⁵⁾ Osobinu zemljišnog horizonta određuju:

- morfološke karakteristike - boja, mehanički sastav (tekstura) i struktura zemljišta,
- fizičke karakteristike - granulometrijski sastav, struktura agregata i konzistencija zemljišta,
- hemijske karakteristike - pokazatelji stanja kiselosti (zaslanjenost, alkalizacija).

Tekstura, odnosno mehanički sastav zemljišta predstavlja procentualni odnos disperznih frakcija u uzorku suvog zemljišta (Slika 2.). Drugim rečima, granulometrijski sastav zemljišta je odgovoran za kvalitet kristalnog skeleta peloida,

Tabela 1. Rasprostranjenost osnovnih tipova zemljišta u Republici Srbiji

Tip zemljišta	Karakteristike	Površina (ha)
Distrična smeđa zemljišta (Distrični kambisol)	kiselo, rahlo AM* tlo sa fero-oksidom, na kvarcno-silikatnoj osnovi; brdsko-planinski krajevi	2.607.000
Černozem	AM, najplodnije humusno ravničarsko tlo na lesnoj osnovi	1.200.000
Zemljišta na krečnjacima (Kalkomelanosol i kalkokambisol)	karbonatno-dolomitna crnica sa glinom, visokoplaninski pašnjaci; kamenasto-ilovasto AM šumsko tlo na krečno-dolomitnoj osnovi, brdsko planinski krajevi	910.000
Smonica (Vertisol)	AM tamnosivo, pukotinasto tlo sa 40-50% gline (montmorilonit) na osnovi klastične jezerske naslage ili glinene trošine bazaltnih stena	680.000
Aluvijalno zemljište (Fluvisol)	HDM rastresito, peskovito-ilovasto-glinasto tlo; plavna područja	675.000
Pseudoglej (Planosol)	HDM nepropusno, jako kiselo, glinasto-ilovasto, eluvijalno tlo sa stagniranjem pretežno padavinske vode	500.000
Gajnjača (Eutrični kambisol)	AM smeđe, ilovasto tlo sa dosta kreča, osnova: bazične magmatske stene; vlažne listopadne šume	437.000
Rankeri	AM humusno silikatno tlo na silikatnoj peridotitnoj podlozi; krajevi četinarskih šuma	324.000
Zemljišta na serpentinu (Ranker i Eutrični kambisol na serpentinu)	ranker i gajnjača na podlozi serpentina (filosilikat, metamorfna stena)	268.000
Slatine i zaslanjena zemljišta (Solončak, Solonjec i Solođ)	svetlo siva, alkalna, glinasto-ilovasta HLM tla sa suficitnim podzemnim vlaženjem na lesnoj osnovi	234.000
Eolski pesak (Arenosol)	AM rastresito peskovito nerazvijeno tlo	86.000
Kamenjari (Litosol)	AM izrazito kamenito tlo na karbonatnoj i dolomitnoj osnovi	77.757

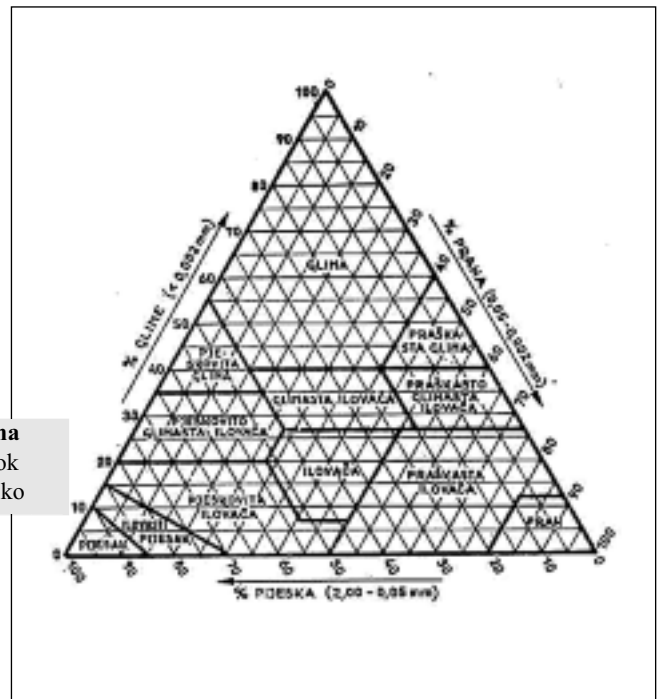
Ukupno: 4.191.750

*AM: automorfna tla, HDM: hidromorfna tla, HLM: halomorfna tla

odnosno za učešće čestica minerala veličine reda od drobina stena (< 2 cm), šljunka (2 mm – 2 cm), peska (50 μm – 2 mm), alevrita (2 – 50 μm) do gline (< 2 μm). Poznavanje teksture, mnogo nam govori o pojedinim osobinama zemljišta, kao što je poroznost, permeabilnost, stepen bubrenja i kapacitet vezivanja vode. Smanjenjem veličine čestica, raste specifična površina materije. Zrna gline imaju oko 10.000 puta veću površinu od zrna peska. Odnos specifične površine, volumena i naboja otpora spoljnih slojeva ima veliki uticaj na kapacitet vezivanja vode, na mehanizam i brzinu hemijskih reakcija, na uticaj kohezivnih sila i sposobnost održavanja mikroorganizama.^(3,4)

Osobina/Ponašanje	Pesak	Alevrit	Glina
Kapacitet vezivanja vode	Nizak	Srednje visok	Visok
Snabdevanje nutrijentima	Siromašno	Srednje visoko	Visoko

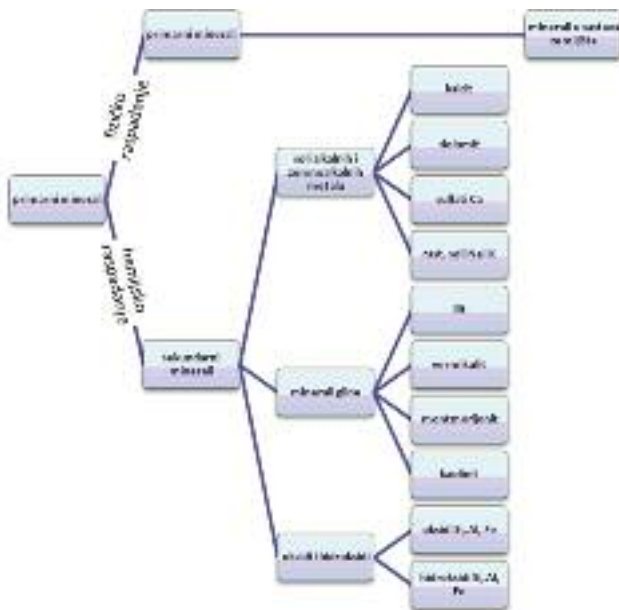
Plastičnost, kao važno svojstvo pleoida je oblik konzistencije zemljišta koji predstavlja interval vlažnosti zemljišta pri kom ono može da menja svoj oblik bez pucanja i drobljenja pod uticajem spoljašnjih sila i da taj oblik zadržava i posle prestanka dejstva istih sila. Plastičnost zemljišta je uslovljena veličinom, oblikom i procentualnim odnosom čestica, sadržajem organske materije i količinom vlage.



Slika 2. Američka klasifikacija osnovnih klasa zemljišta prema teksturi

Kvalitetan peloid je izgrađen od čestica oštih ivica, promera 10-100 μm u čijem sastavu čestice manje od 2 μm su zastupljene $\geq 30\%$, a čestice veće od 250 μm ne treba da prelaze 2-3% ukupne količine.^(8,9,10)

Elementarni, odnosno mineralni sastav zemljišta (u daljem tekstu - peloid) reflektuje strukturu Zemljine kore (Slika 3.). U tlu je više zastupljen O i Si, dok su stenske mase bogatije u Al, Fe, Ca, Na i K i Mg, te zato ih više nalazimo u termomineralnim vodama. Peloid pomešan sa termomineralnom vodom gradi heterogenu smešu u vidu grubo disperznog sistema – suspenziju. Disperzni sistemi poseduju veliku površinu u odnosu na površinu velikih čestica iste zapremine, samim tim i veći površinski napon, što pogoduje apsorpciji vode i raznim supstancijama.



Slika 3. Mineraloški sastav zemljišta

Izvor: Anđelković T.

U ovome prednjače minerali u koloidnom rastvoru, pretežno čestice gline. Prirodni lepak zemljišta (cementna materija) su koloidi organskog i neorganskog sastava (Cahumat). Koloidi spleću čestice gline, alevrita i peska u mikroagregate. Mikroagregati se međusobno lepe u makroagregate. Veoma stabilno dispergovane koloidne čestice reda veličine od 1-100 nm poseduju negativan električni naboj i veliki kapacitet za jonsku izmenu, čime menjaju primarni sastav disperznog sredstva, odnosno termomineralne vode.⁽¹⁰⁾ Zbog toga peloid kao polidisperzna hidrofilna sredina poseduje veliki afinitet prema molekulama vode. Sadržaj vode varira od 23-92% sa porastom zastupljenosti od mineralnih peloida ka tresetu. Na osnovu ove činjenice načinjen je silazni niz jedinjenja i jona razvrstanih po sposobnosti taloženja hidrofilnih koloida:

citrat > tartarat > sulfat > acetat > hlorid > bromid > nitrat > hlorat > jodid > tiocijanat
 $\text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+} > \text{Sr}^{2+} > \text{Ba}^{2+} > \text{Li}^{+} > \text{Na}^{+} > \text{K}^{+} > \text{Rb}^{+} > \text{Cs}^{+}$

Disperzionim (sitnjenje, prosejavanje) i kondenzacionim metodama prerade (agregacija i kondenzacija manjih čestica

u veće – „sazrevanje peloida”) povećava se stepen rasipanja čestica u mineralnom sastavu peloida. Homogenizacijom se teži poboljšati kvalitet peloida, tj. obezbediti prelazak u stanje hidrosola, odnosno u koloidni rastvor. Dokaz za ovako poboljšane osobine peloida je njena praktična primena u vidu elektroforeze.⁽¹¹⁾

Neorganska jedinjenja u peloidima potiču od mineralnog sastava upotrebljenog zemljišta, a pretežno su zastupljena u vidu oksida i hidrokida, najčešće silicijuma, aluminijuma, karbonat anjona, kalcijuma, gvožđa, magnezijuma, natrijuma. Peloidnu masu grade većinom inertne, neaktivne čestice kvarcnog peska, kalcijum karbonata, dolomita i kombinacije karbonatno-glinovitih stenskih masa. One obrazuju skelet, odnosno kostur peloida. Hemijski aktivne čestice se nalaze u koloidnom rastvoru, a biološka iskoristljivost jonskog sastava peloida i termomineralne vode zavisi od stepena njihove rastvorljivosti u tečnoj fazi peloida. Količina u vodi rastvorljivih mineralnih materija je mala, retko prelazi 1% mase, izuzetak čine morski mulj (5-15%) i limani (3-20%).^(8,9)

Organske materije prirodnog porekla (POM) se mogu naći u rastvorenom obliku, u obliku koloida ili nerastvorenih čestičnih materija, kao što su bakterije, planktoni i minerali obloženi organskim materijama. Rastvorena organska materija i POM u obliku koloida prevashodno su prisutne u obliku neživih molekula i makromolekula kao što su humusne materije (humusne kiseline i humini) i nespecifične humusne materije (lignini, tanini, ugljeni hidrati, aminokiseline, proteini, masne kiseline, smolaste materije i pigmenti). U POM procentualni udeo humusnih materija iznosi od 10-70%. Proces njihovog nastanka je dugotrajan i odvija se zahvaljujući mikrobiološkoj aktivnosti i abiogenim procesima. Organske materije imaju važnu ulogu u biogeohemijskim ciklusima budući da se ponašaju kao donori ili akceptori protona. Kao puferi, utiču na transport i degradaciju različitih polutanata. Takođe, učestvuju u reakcijama taloženja i rastvaranja metala i minerala. Formiraju se mikrobiološkom dekompozicijom biljnih i životinjskih tkiva.^(12,13)

Druga, ne manja važna hemijska osobina peloida je njegova reakcija, što zavisi od koncentracije vodonikovih i hidroksilnih jona. Balneoterapijska vrednost peloida raste sa njihovom alkalnošću počev od pH 7,2, a pretežno je uvetovana sadržajem HCO_3^- anjona.

CILJ RADA

Bazirajući se na postojeću šarolikosti pedološkog pokrivača Srbije Lüttigova klasifikacija je u prezentovanom radu upotpunjena pedološkim klasama i tipovima u cilju preciznijeg definisanja peloidnih nalazišta po kvalitetu. Krajnji cilj je bio da se tako definisani zemljišni prostor optimalno iskoristi za peloidoterapiju u banjskim lečilištima Srbije.

DISKUSIJA

Klasifikacija peloida

Komitet za peloidne pri međunarodnom društvu za medicinsku hidrologiju (ISMH - International Society of Medical Hydrology and Climatology) 1931. godine dao je predlog da se svi zemljani materijali u cilju terapije nazovu jednim opštim imenom - peloidi. Termin je prihvaćen na Konferenciji ISMH održane 1938. godine u Wiesbadenu i formulirana je sledeća definicija: „Peloid je svaka materija nastala prirodnim geološkim procesom, a pomešan sa vodom u vidu fine smeše se koristi za lečenje u obliku kupanja i oblaganja”.⁽¹⁴⁾ Doajeni Srpske balneologije T. Štraser i V. Godić peloid su definisali na sličan način (1969): „Peloidi su geološki stvoreni produkti iz neorganskih i/ili organskih materija, koji mogu da se koriste za lečenje u obliku kupanja ili oblaganja”.⁽¹⁴⁾ Tokom proteklog vremenskog perioda definicija peloida je evoluirala shodno novim naučnim saznanjima i izvedene su različite klasifikacije prema sledećim autorima istraživačima: (14, 16)

- prema A. Ščerbakovu (1937) peloidi se dele na neorganske i organske peloidne, na tresete, te na mešovite i veštačke peloidne; (17)

- nemačka klasifikacija potiče od W. Benadea (1938), a zasniva se na geološkom poreklu i sastavu. Prirodne peloidne deli na podvodne organske i neorganske sedimente i na zemljane, pretežno mineralne sedimente. Nedostatak: nisu uvršteni prirodni mešoviti i veštački peloidi;

- S. Pisani (1938, Wiesbaden) je dao predlog klasifikacije na osnovu porekla i hemijskog sastava čvrste i tečne faze peloida. Privaćena klasifikacija je dopunjena od strane B. Burta (1949, Dax) rangiranjem peloida prema temperaturi tečne faze, kao i procesom maturacije. Po prvi put je slana, morska voda uvrštena kao modalitet tečne faze peloida;

- I. Hattori (1963) je klasifikovao peloidne prema termičkim karakteristikama u praktičnoj primeni;

- F. Veniale (1998) peloidne razvrstava u dve klase, u primarne peloidne koji su postali ili istaloženi na mestu raspadanja primarnog materijala i na sekundarne peloidne, čiji je sastavni materijal transportovan vodom, a potiče iz različitih izvora; (10)

- G. Lüttig-ova (2004) podela se bazira na geološkim karakteristikama zemljišta. Razlikuje eupeloidne (sitno zrnasti, vodenasto, rastresiti sedimenti), parapeloidne (zdrobljeni, mleveni, prosejavani sedimenti), apogon peloidne (peloidima slične materije sa dodatkom veštačkih supstanci), peloidne vode (suspenzije). Dalja podela se vrši prema klasama i tipovima peloida uz navedene primere; (18,19)

- M. Pozo i saradnici (2009) predlažu podelu na osnovu mineralnog i hemijskog sastava peloida, a razlikuju filopeloidne (u sastavu dominiraju filosilikati), organo-peloidne (dominiraju organske materije) i sulfo-peloidne (signifikantna zastupljenost sumpora).⁽¹⁴⁾

U Srbiji za sada ne postoji konsenzusom prihvaćena klasifikacija upotrebljivih peloida. Najviše podataka o podeli lekovitih blata od 1994. godine do danas nalazimo u istraživanjima T. Jovanovića i O. Krunić. (8, 9) Rezultati dosadašnjih geoloških i hidrogeoloških istraživanja o formiranju,

pojavi i rasprostranjenosti termomineralnih voda na teritoriji Republike služe kao osnova za određivanje mesta formiranja, odnosno ležišta peloida. Bazirajući se na celovitosti Lüttig-ove klasifikacije peloida (Tabela 2.) i na osnovu hidrogeološkog rejoniranja termomineralnih voda mogu se izdvojiti sledeća ležišta prirodnog zemljišnog materijala u Srbiji:

1. Dakijski basen – nema,
2. Karpato-balkanidi – 1 (zona Glavnog vrela kod Niške banje), (20,21)
3. Srpsko kristalasto jezgro – 5 (zona mineralnih izvora kod Vranjske banje, tri mineralna izvora „blatišta” tzv. Gornje banje kod Sijarinske banje, podnožje sela Rakovac kod Bujanovačke banje, zona izvora B-5 u ataru sela Veliko Pupavce kod Prolom banje, okolina Ribarske banje), (22,23,24)
4. Šumadijsko-kopaonički blok – 3 (podnožje planine Bukulje kod Bukovičke banje, selo Stojnik na jugoistočnoj padini planine Kosmaj 24 km SZ od Mladenovca, okolina Vrnjačke banje), (25,26)
5. Unutrašnji Dinaridi zapadne Srbije – 2 (podnožje planine Gučevo kod Banje Koviljače, mineralni izvori duž reke Toplice kod Banje Vrujci), (27,28,29)
6. Panonski basen – 3 (jezero Velika Rusanda Melenci, Kanjiški pašnjak k.p. 6046 kod Banje Kanjiže, rit Orlovat - Dagana Mol 45° 44' 41.55" N 20° 4' 50.97" E), (30,31,32)

Profesor Gerd Lüttig peloidne je razvrstao po geološkim principima. Izuzetna složenost i raznovrsnost zemljišnog pokrivača pedogeografskih provincija Srbije je omogućila formiranje zemljišta različitih osobina. Na osnovu raspoloživih analiza rezultata uzoraka primenjenih peloida u banjama Srbije ona su razvrstana po razredima i oblicima formiranja tla, a u cilju pojašnjenja činjenica dopunjena su klasom i tipom zemljišta (Tabela 2. na strani 40).

U navedenoj kategorizaciji bitno je objasniti razliku između prirodnog lekovitog blata, odnosno prirodnog geološkog materijala (eupeloid prema Lüttigu) i peloida stricto sensu (peloida u užem smislu), tojest grupe proizvoda, koje su najčešće u upotrebi nakon proceca sazrevanja (parapeloid prema Lüttigu). Kada se sazrevanje odigrava u prirodnom okruženju materijal se zove prirodni peloid i može se smatrati lekovitim blatom, a u ostalim slučajevima se imenuje kao peloid (Gomes i sar, 2013). Za razliku od tipa zemljišta sazrelog u svom prirodnom okruženju, peloid s.s. je veštački izmanipulisani ili konstruisan proizvod. Veštački se stvaraju uslovi približno prirodnom sazrevanju, kako bi se potencijalno promenila kompozicija čvrste i tečne faze peloida u cilju modifikacije i optimizacije originalnih svojstava u ostvarivanju specifičnih terapijskih funkcija.^(10,14,16) Zbog toga se verovatno i G. Lüttig opredelio za izraz parapeloid, koji procesom maturacije trpi promenu, preobražaj.

Sazrevanje je zaista kritična faza u pripremi (prerade / bogacenja) peloida, jer se menjaju fizičke, hemijske i biološke karakteristike prirodnog, odnosno inicijalnog sastava mineralne vode i zemlje (Tabela 3. na strani 41) u funkciji temperature, vremena i uslova mešanja peloida (Gomes, 2012; Pozo, 2013). Formira se plastični materijal izmenjenih

Tabela 2. Proširena Lüttig-ova klasifikacija peloida (1994/2004)

Grupa	Razred	Tip (oblici) formiranja	Klasa i tip zemljišta	Primer
Eupeloidi (prirodni, nepripravljani)	stalan peloid (treset, humit)	udignuti treset	HDM-tresetna zemljišta (histosol)	mahovinski (Sphagnum) treset
		peščani treset		Eriophorum (gamažna trava) treset
		šumski močvarni treset		trkasti (Phragmites) treset
		ravni treset		šabni treset
		tresetna zemlja		
		plitki treset		
	limnički peloid (jezerski mulj sa rastvoranim CO ₂)	klastični	HDM-flavisol	Banja "Rusanda" Melenci (jezerska glina)
		humasni		glinasto blato
		krečnjački		diatomajska zemlja
				grija
	primorski-probalni peloid	akvijačna ilovača, glina mulj zone plime-oseke		liman
	izvorski (kerogeni) peloid	sedimentni-klastični	HDM-flavisol, AM-distrični kambisol	Vranjska banja, Sijarinska banja zona termomineralnog izvora
		humasni	HDM-flavisol	Banja Vrujci (ilovasti alevrit), Bujanovačka banja - blato
		karbonatni (krečnjački)	AM-kalkomelanosol	Niška banja zona termomineralnog izvora-radioaktivni bigar (491,4-738,5 Bq/l) krečnjak: bigar i travertin (kalcit, aragonit) - Pamukçale
oebki peloid	les, ilovača	AM-eurični kambisol	Orlovat-Mol (ilovasti alevralit) → Banja "Junaković" Apatin	
zemljani peloid	eluvijalna ilovača, zemlja	HLM-sodni solončak, AM-eurični kambisol	kaolin (bela glina), Banja Kanjiža (slatinski laporac), Bukovička banja (peskovita glina)	
vulkanogeni peloid	tafit, taft		fang - delimično	
	pepero, plavuša		grupa smektitna (filosilikat), grupa hidro-alumosilikata - delimično	
Parapeloidi (preađeni)	pelinski stenski materijal	bituminozni (naftni pesak) lejl (glineni škriljac)		Pesidonia šajl (Švapski visoravan)
	krečnjački stenski materijal	glinac smektitne grupe		grupa hidro-alumosilikata - delimično
		krečnjak, laporac, kreda	HDM-pseudoglej, HDM-semiglej	Vranjačka banja (glinasta ilovača), Banja Koviljača (ilovasti alevrit), "Selters" Mladenovac (alevritska glina), kredni plato (Rügen, severna Nemačka)
	vulkani	tras (peskoviti vulkanski pepero, plavuša)		Ajfel-fango (Neuenahr zapadna Nemačka)
		andezit, trahit, fonolit, riolit	AM-vertisol	Proton banja (peskovita ilovača) → Lukovska banja → Ribarska banja, Frajburg vulkani fango (jugozapadna Nemačka)
	metamorfni stenski materijal	mineralni puder -delimično		
đubinski magmatski stenski materijal	mineralni puder - delimično			
Apogoni (izvedeni, derivati) peloidi		osnovna supstanca + pretežno tečni nosač (ulja, masti, parafin, t.m. voda)		Bujanovačka banja - parafango
Peloidne vode	tresetna i blata voda	tresetništa, močvare		
	crna voda	ročni rukavci, estvar, mrvanje		Merava (Češka), Rio Negro, Sebangau
	tresetna suspenzija			

ili novih reoloških osobina, kao što je zapreminski udeo dispergovane faze, viskoznost, veličina, raspodela, interakcija i naelektrisanje čestica, priroda i koncentracija emulgatora, tj. termomineralne vode. Hemijske promene se odigravaju u domenu pH, elektroprovodljivosti (Eh) sredine i u sastavu organskih i biogenih elemenata.^(10,33,34,35) U uslovima maturacije peloida promene nastaju i usled rasta kolonija termofilnih bakterija. Termogravimetrijskim merenjem se identifikuju organske komponente, uključujući i fosfolipide, naročito sulfoglikolipide, odgovorne za pozitivan antiinflamatorni efekat (Galzigna, 1996). Već nakon 6-7 meseci sazrevanja peloida identifikovane su razne klase jedinjenja, kao što su zasićene i nezasićene masne kiseline, hidroksilne i dikarboksilne kiseline, te dugolančani ugljovodonici i alkoholi. Hidrofilni ekstrakti su pokazali veću aktivnost od

lipofilnih ekstrakata (Centini i sar, 2015). Zbog navedenih novih saznanja Radna grupa komiteta za peloidne pri ISMH je prihvatila novu, dopunjenu definiciju peloida: „Peloid je prirodni proizvod, koji se sastoji od mešavine organskih i neorganskih materijala sa morskom, slanom jezerskom ili drugom mineralnom vodom nakon sazrevanja, koji se može primeniti na različite delove tela ili na celo telo čak i kupanjem za terapijske ili kozmetičke svrhe“ (Carretero i sar, 2010).

Peloidi s.s. su „živi sistemi“ u konstantnoj promeni. Vremenski period je ključ pripreme peloida tokom procesa maturacije (Veniale, 2007). U mnogim banjskim lečilištima Srbije vremenski period se određuje prilično empirijski i proizvoljno u kome presudnu ulogu ima praktičar, koji određuje varijabilnost i interakciju ostalih činioca koji

vladaju tokom sazrevanja. Dužina maturacije traje od nekoliko meseci do 3 godine.^(14,28) U našem okruženju u Banji Koviljači postoji najduža tradicija i iskustvo u pripremi peloida sazrevanjem u blatnim bazenima, blatnim kanalima, tzv. „blatištu”. Organizovano lečenje i primena sulfidnog (i do 13,5 mg/l rastvorenog H₂S) peloida počelo je 1898. godine.⁽²⁸⁾ U današnje vreme u Srbiji se na sličan način odvija maturacija peloida u Sijarinskoj banji, u Bujanovačkoj banji i nedavno od 2014. godine i u Banji „Selters” Mladenovac. Obnavljanje procedure sazrevanja peloida, međutim često izmiče naučnoj kontroli. Rezultati mnogih

istraživanja (Curini i sar, 1990; Galzigna i sar, 1995, 1999, 2004; Ivon i Feran, 1996; Oprostiv i sar, 1999, 2004, 2005; Bertelli, 2000; Veniale i sar, 1999, 2004; Sanchez i sar, 2000, 2002; Centini i sar, 2015) su ukazali na važnost dužetrajnijeg praćenja uslova sazrevanja peloida i utvrđivanja promena u njegovom organskom sastavu i antioksidativnih osobina. Navedeni autori naglašavaju potrebu razrade referentnih standarda i sertifikacije kvaliteta i ispravnosti peloida za upotrebu u terapijske i kozmetičke svrhe.⁽³⁶⁾

Tabela 3. Glavni sastojci i način pripreme primenjenih peloida u banjama Srbije

Banja /Mesto	Razred / Tip zemljišta	Klasa mineralne vode	Priprema
Bukovička/Arandelovac	zemljani p.-eutrični kambisol	alkalna, fluoridna ugljenokisela	seje, meša, homogenizuje
Bujanovačka	izvorski p.- fluvisol	alkalna, gvožđevita, fluoridna, ugljenokisela	prirodno - seje, meša - parafango
Junaković/Apatin	eolski p.- eutrični kambisol	alkalna-murijatična	seje, meša, homogenizuje
Kanjiža	zemljani p.- sodni solončak	alkalna, jodna, sulfidna	seje, meša, homogenizuje
Koviljača	krečnjački stenski materijal -pseudoglej	zemnoalkalna, sulfidna	sazreva
Lukovska	vulkaniti-vertisol	zemnoalkalna, ugljenokisela	seje, meša, homogenizuje
Rusanda/Melenci	limnički p. - fluvisol	murijatična	prirodno
Selters/Mladenovac	krečnjački stenski materijal -semiglej	alkalno-murijatična ugljenokisela	sazreva
Niš	izvorski p. - kalkomelanosol	HCO ₃ -Ca akrototerma	seje, meša, homogenizuje
Prolom	vulkaniti - vertisol	alkalna akrototerema	seje, meša, homogenizuje
Ribarska	vulkaniti - vertisol	alkalna-salinična, fluoridna	seje, meša, homogenizuje
Sijarinska	izvorski p. – distrični kambisol	alkalna-salinična, ugljenokisela	sazreva
Vranjska	izvorski p. - fluvisol	alkalna-salinična, fluoridna	seje, meša, homogenizuje
Vrnjačka	krečnjački stenski materijal - pseudoglej	alkalna, ugljenokisela (sonda 5 Topli izvor)	seje, meša, homogenizuje
Vrujci	izvorski p. – fluvisol	HCO ₃ - zemnoalkalna	prirodno - seje, meša, homogenizuje

ZAKLJUČAK

Neophodno je izvršiti novu ili obnoviti postojeću fizičku i hemijsku analizu primenjenih peloida u banjanskim lečilištima Srbije u cilju kompletiranja postojećih podataka o njihovom sastavu, kvalitetu i balneoterapijskoj vrednosti, čime bi upotpunili nedostatke u predloženoj klasifikaciji peloida radi prihvatanja iste.

Abstract

SYSTEMIZATION OF APPLIED PELOID IN SERBIAN SPAS

The typology of natural geological sediments, which make peloids with potential therapeutic application, is based on several parameters: the origin, the formation and composition of the solid stage of the soil, the chemical composition and temperature of the thermomineral water, and the process of mixing and maturation of peloids. The features of peloids depend on pedogenesis and on mutual action of rock mass and water under the influence of high temperature, pressure and organic living matter. In Serbia, for now there is no accepted classification of usable peloids with consensus. Based on the integrity of Lüttig's classification of peloids, on the genetic and WRB classification of types and classes of soil, and the hydrogeological regionalization of thermomineral waters of Serbia, the study wants to envisage the partition of applied peloids in spas in Serbia.

LITERATURA

1. Rabrenović D. Geologija Srbije: Srpsko-makedonska masa, Karpatobalkanski, Vardarska zona. Univerzitet u Beogradu Rudarsko-geološki fakultet, Beograd; Apr. 2011.
2. Tomić Z, Rakonjac Lj, Isajev V. Izbor vrsta za pošumljavanje i melioracije u centralnoj Srbiji. Institut za šumarstvo; Beograd; 2011.
3. Rančić S, Anđelković T. Analitička hemija životne sredine. Niš: Prirodno-matematički fakultet Univerzitet u Nišu; 2010.
4. Szalai Z, Jakab G. Bevezetés a talajtanba környezettanosságnak. Budapest: Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar Budapest; 2011.
5. Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Society of Soil Science, International Soil Reference and Information Centre. World Reference Base For Soil Resources, 84 World Soil Resource Reports, Rome (Italy) 1998.
6. Škorić A, Filipovski G, Ćirić M. Klasifikacija zemljišta Jugoslavije (Classification of Soils of Yugoslavia). Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Posebna izdanja, knjiga LXXVIII, Sarajevo 1985.
7. Protic N, Martinovic Lj, Milicic B, Stevanovic D, Mojasevic M. The Status of Soil Surveys in Serbia and Montenegro. European soil bureau, Resarch report 2003 Jan; 9: 297-315.
8. Jovanović T, editor. Balneoklimatologija. Beograd: Medicinski fakultet Univerziteta u Beogradu CIBIF; 1994.
9. Krunić O. Mineralne vode. Univerzitet u Beogradu Rudarsko-geološki fakultet, Departman za hidrogeologiju; Beograd 2012.
10. Veniale F, Bettero A, Jobstraibizer PG, Setti M. Thermal muds: Perspectives of innovations. Applied Clay Science. 2007; 36: 141-147.
11. Bačikin R, Naumović N, Lazarević P, Isakov I, Kaluderski S, Magda N. Elektroforeza peloida u terapiji osteoartroze kolena. Balneoklimatologia. 2014;1(1):282-3.
12. Leenheer JA, Croue J-P. Characterized aquatic dissolved organic matter. Environ Sci Technol 2003; 37(1):19-26.
13. Avdalović S-J. Nastanak zemljišta u procesima bioremedijacije [doktorska disertacija]. Univerzitet u Beogradu Hemijski fakultet; 2015.
14. Gomes C, Carretero M-I, Pozo M, Maraver F, Cantista P, Armijo F. et al. Peloids and pelotherapy: Historical evolution, classification and glossary. Applied Clay Science. 2013; 75-76: 28-38.
15. Štraser T, Godić V. Uvod u medicinsku bioklimatologiju i osnovi balneoklimatoterapije. Medicinska knjiga; Beograd-Zagreb; 1969.
16. Gomes C. Naturotherapies Based on Minerals. Geomaterials. 2013; 3(1): 1-14.
17. Leko M.T, Ščerbakov A, Joksimović H.M. Lekovite vode i klimatska mesta u Kraljevini Srba, Hrvata i Slovenaca sa balneološkom kartom. Ministarstvo narodnog zdravlja; Beograd; 1922.
18. G. Lüttig. „Thermalschlämme“ – ein neues Ange-bot in der europäischen Naturheilkunde? Ärztzeitschrift für Naturheilverfahren. 2006; 47(4)
19. G. Lüttig. „Thermalschlämme“ – ein neues Ange-bot in der europäischen Naturheilkunde? – Teil II. Ärztzeitschrift für Naturheilverfahren 2006; 47(5)
20. Martinović M.Ž. Niška kotlina – geneza i evolucija. Srpsko geografsko društvo. Posebna izdanja, knj. 43; Beograd; 1976.
21. Vučić VM. Prilog problemu spontane akumulacije radioaktivnih supstancija na terenu. Publikacije Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Serija: matematika i fizika. 1958; 20: 1-6.
22. Petrović P.T, Zlokolica M.M. Hidrogeotermalni sistem Sijarinske banje. IV Kongres banja sa međunarodnim učešćem, 15-16. maj 2012; Vrnjačka Banja: Zbornik radova. p.154-163.
23. Radenković Z, Radenković P. Peloidoterapija sa osvrtom na izvorski peloid sumporovitih voda Sijarinske banje. Apollinem medicum et aesculapium. 2011; 9 (2): 25-29.
24. Balneološko mišljenje o terapijskoj vrednosti prirodnog lekovitog blata iz Prolom banje. Beograd (Srbija): Institut za Rehabilitaciju Služba za Balneoklimatologiju, Sokobanjska 17; 2014.
25. Balneološki izveštaj uzorka gline Vrbica "V-II" i Rudinci "G-II-V". Beograd (Jugoslavija): Medicinski fakultet Univerziteta u Beogradu Katedra za medicinsku fiziologiju, Višegradska 26/II; 1995.
26. Balneološko mišljenje o terapijskoj vrednosti prirodnog lekovitog blata iz Banje „Selters“ Mladenovac. Beograd (Srbija): Institut za Rehabilitaciju Služba za Balneoklimatologiju, Sokobanjska 17; 2014.
27. Physicochemical peloid analysis report of Banja Koviljaca. Istanbul (Turkey): Istanbul University Istanbul Medical faculty Department of Medical Ecology and Hydroclimatology Balneology Laboratory, Millet Cad. 126, Çapa; 2011.
28. Stojković N, Sremčević N. Primena sumporovitog peloida Banje Koviljače kod dece. Specijalna bolnica za rehabilitaciju Banja Koviljača; Banja Koviljača 2008.
29. Balneološko mišljenje o terapijskoj vrednosti prirodnog lekovitog blata iz Banje Vrujci. Beograd (Srbija): Institut za Rehabilitaciju Služba za Balneoklimatologiju, Sokobanjska 17; 2014.
30. Balneološko mišljenje o terapijskoj vrednosti prirodnog lekovitog blata iz Banje „Rusanda“ Melenci. Beograd (Srbija): Institut za Rehabilitaciju Služba za Balneoklimatologiju, Sokobanjska 17; 2014.
31. Stručno mišljenje o terapijskoj vrednosti uzorka blata iz Specijalne bolnice za rehabilitaciju Banja Kanjiža. Beograd (Srbija): Institut za Rehabilitaciju Služba za balneoklimatologiju, Sokobanjska 17; 2013.
32. Izveštaj o ispitivanju svojstava peloida "Dagana". Novi Sad (Srbija): NTC NIS-Naftagas d.o.o. Novi Sad Direkcija za geologiju i razradu ležišta Laboratorija upstream, Put šajkaškog odreda 9; 2014.
33. Sokolović DS, Šećerov SRM, Sokolović SM. Proučavanje reoloških osobina nestabilnih emulzija mineralnog porekla. Hem. ind. 2013; 67 (2) 293-301.
34. Pozo M, Carretero MI, Maraver F, Pozo E, Gomez I, Armijo F. Composition and physico-chemical properties of peloids used in Spanish spas: A comparative study. Applied Clay Science 2013; 83-84:270-279.
35. Carretero MI, Pozo M, Legido JL, Fernández GMV, Delgado R, Gómez I et al. Assessment of three Spanish clays for their use in pelotherapy. Applied Clay Science. 2014; 99: 131-143.
36. Centini M, Tredici MR, Biondi N, Buonocore A, Maffei Facino R, Anselmi C. Thermal mud maturation: organic matter and biological activity. Int J Cosmet Sci. 2015 Jun; 37 (3): 339-47