

IDENTIFIKÁCIA MORFOLÓGIE ÍLOVÝCH PÔDNÝCH ČASTÍC

Milan Gomboš, Andrej Tall, Jarmila Trpčevská

Predložený článok sa zaoberá identifikáciou morfológických charakteristík ílových pôdných častíc. Výskum ílových častíc sa realizoval na ťažkých pôdach Východoslovenskej nížiny. Ich veľkosť, tvar a špecifický povrch sa skúmali aplikáciou metódy sedimentácie, využila sa laserová difrakčná analýza a vizualizácia častíc na elektrónovom mikroskope. Získalo sa textúrne rozdelenie ílových pôdných mikročastíc v priebehu sedimentácie, časový priebeh špecifického povrchu a zobrazené tvary mikročastíc. Najmenšia identifikovaná častica mala priemer 0,11 μm . Špecifický povrch sa pohyboval v závislosti od veľkosti častíc od 2,29 do 33,20 $\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$. Ílové pôdne častice sú približne lupeňovitého tvaru.

KEÚČOVÉ SLOVÁ: ílové pôdne častice, difrakčná analýza, morfológia ílových častíc

IDENTIFICATION OF THE MORPHOLOGY OF CLAY SOIL PARTICLES. Presented paper deals with identification of morphological characteristics of clay soil particles. Clay particles of heavy soils of the East Slovakian Lowland were examined. Particles size, shape and specific surface were examined. Methods of sedimentation, laser diffraction analysis and visualization of particles on electron microscope were applied for research. Textural distribution of soil clay micro particles during sedimentation, temporal course of specific surface and display of micro particles shape were acquired. The smallest identified micro particle had diameter of 0.11 μm . Specific surface was in range of 2.29 to 33.20 $\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ according to particle size. Soil clay particles are approximately of petal shape.

KEY WORDS: clayey soil particles, laser diffraction analysis, morphology clay particles

Úvod

Ílové pôdne častice sú definované ako častice s vysokým obsahom pôdných minerálov. V pôdnej fyzike sú definované ako častice s priemerom $\leq 2 \mu\text{m}$. Častice s priemerom $\leq 1 \mu\text{m}$ tvoria koloidné íly. V pôdach vytvárajú špecifické hydrofyzikálne vlastnosti. Zdrojom týchto špecifik sú ílové minerály montmorilonitickej a illiticej skupiny ktoré v priebehu vlhkostných zmien spôsobujú objemové zmeny pôdneho profilu. V priebehu týchto procesov sa významným spôsobom menia retenčné vlastnosti a hydrodynamika nenasýtenej zóny pôdneho profilu. Poznanie morfológických vlastností uvedených pôdných mikročastíc je nevyhnutné pre skúmanie retenčných a hydrodynamických vlastností pôdneho profilu (Orfanus et al., 2008; Pavelková, 2010; Kandra, Matoušková, 2013; Šoltész, Baroková, 2011; Skalová a kol., 2015).

Pôdne mikročastice boli skúmané v podmienkach Východoslovenskej nížiny (VSN). Z morfológických vlastností bola skúmaná ich veľkosť, tvar a špecifický povrch. Pre skúmanie bola aplikovaná metóda sedimentácie, laserová difrakčná analýza a vizualizácia častíc pri rôznych zväčšeniach na elektrónovom mikroskope.

Materiál a metódy

Odber pôdnej vzorky bol uskutočnený v lokalite Senné. Tá sa vyznačuje pokryvom extrémne ťažkých pôd, kde je viac ako 77 % obsahu častíc menších ako 0,002 mm. Obsah prachovitých častíc je cca 18 % a piesku cca 4 %. Odobraná ílovitá pôdna vzorka bola použitá pre vytvorenie disperzného podielu vo vodnom (destilovaná voda) disperznom systéme.

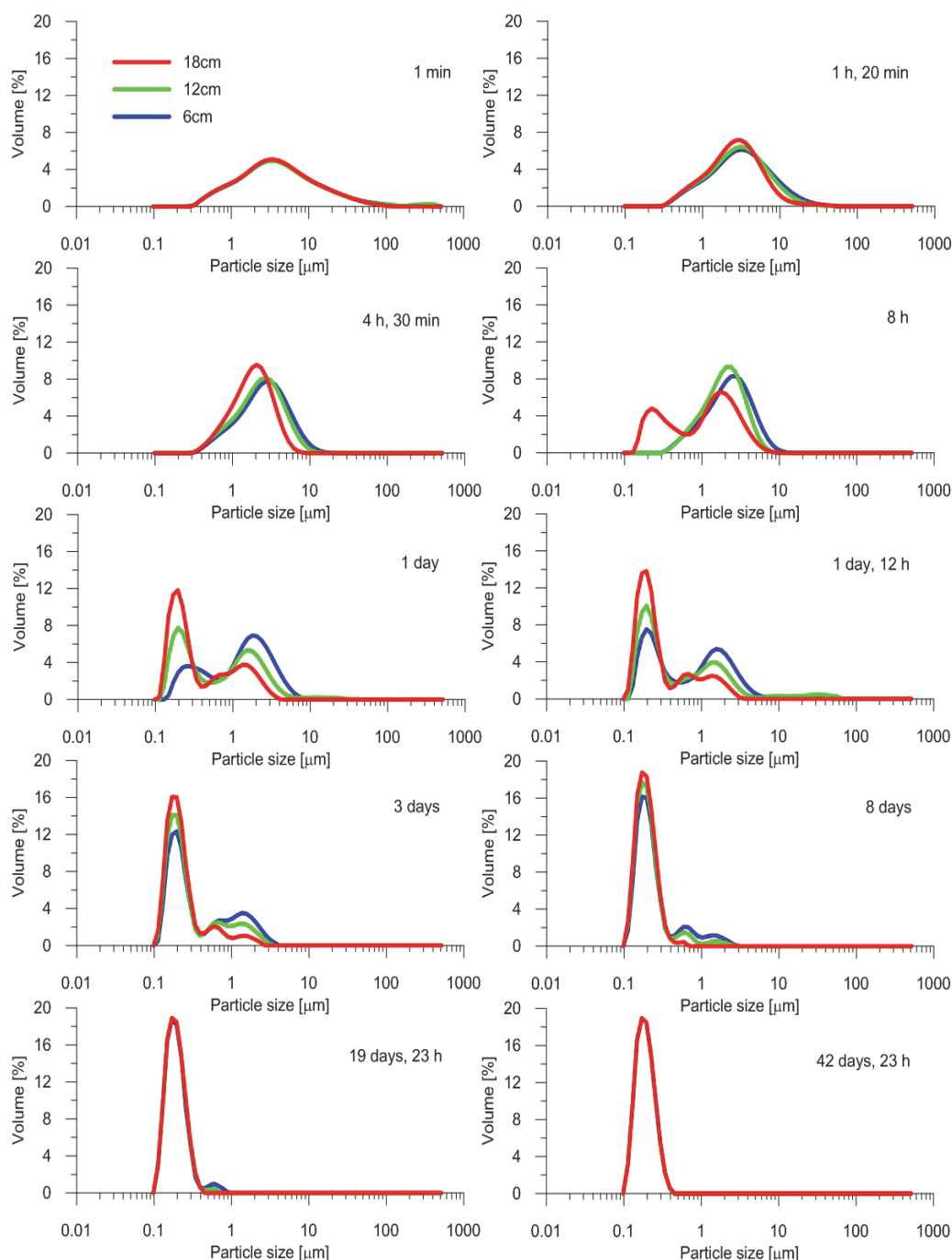
Pre identifikáciu morfológických vlastností častíc rôznych frakcií bola aplikovaná metóda sedimentačnej

analýzy. V procese frakcionácie pôdnej suspenzie s časticami $\leq 10 \mu\text{m}$ a následne tvoriacej sa koloidnej lyosolickej disperzie ílových častíc pôdy vo vode boli odobierané vzorky pre difrakčnú laserovú analýzu. Textúra pôdných vzoriek a ich špecifický povrch bol meraný na prístroji Mastersizer 2000 značky MALVERN Instruments. Prístroj je schopný pracovať suchou aj mokrou cestou. Analýzy uvedené v tejto práci boli robené výhradne mokrou cestou pomocou disperznej jednotky Hydro 2000MU. Pred každou analýzou boli vzorky

suspenzie vystavené ultrazvuku po dobu 5 minút pre ich dokonalejšiu dispergáciu. Výrobcom udávaná citlivosť merania je v rozmedzí od $0,02 \mu\text{m}$ do $2000 \mu\text{m}$. Vizualizácia ílových častíc bola realizovaná na elektrónovom mikroskope pri rôznych zväčšeniach.

Výsledky a diskusia

Na obr. 1 sú uvedené zmerané zrnitostné profily skúmanej pôdy v desiatich zvolených časových intervaloch.



Obr. 1. Zmerané distribučné funkcie veľkosti častíc v rôznych časových intervaloch.

Fig. 1. The measured distribution function of particle size at various time points.

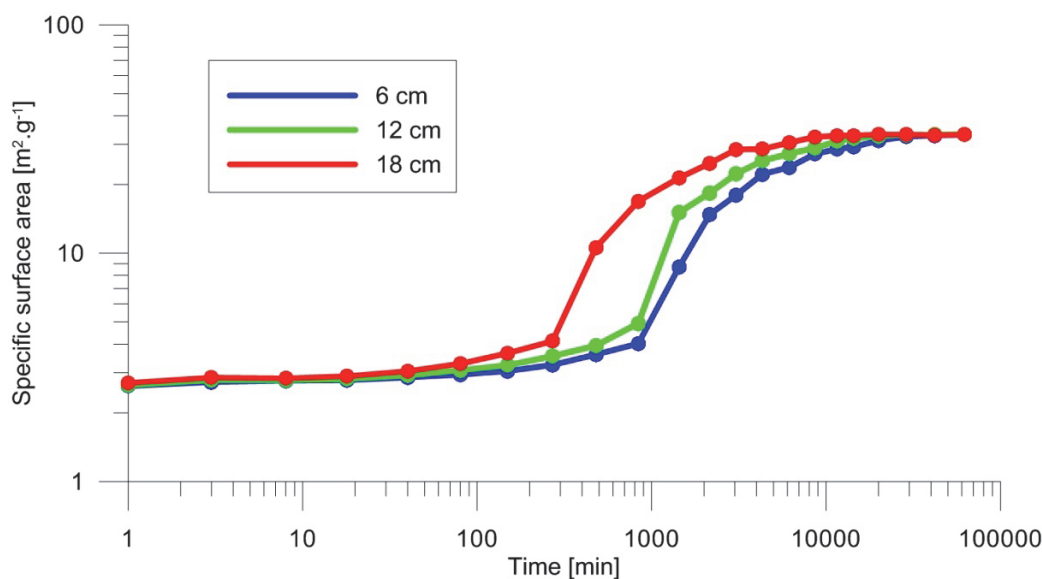
V prvých fázach experimentu bol stav suspenzie blízky homogénemu stavu, čo dokazujú aj merania, keď boli zrnitosťné profily v troch sledovaných výškach veľmi podobné. V počiatočných fázach experimentu do uplynutia 1 hod. 20 min. vo všetkých odberných úrovniach boli najpočetnejšie častice z intervalu $2,88 - 3,31 \mu\text{m}$. Po tomto čase v každej z troch úrovní boli v rovnakých časoch identifikované veľkosti najpočetnejších častíc v rozdielnych zrnitosťných intervaloch. Naopak, veľkosť najpočetnejších častíc z rovnakého zrnitosťného intervalu bola v rôznych odberných úrovniach identifikovaná v rôznych časoch. V ďalšom časovom priebehu heterogenita suspenzie postupne klesala. Po uplynutí šiesteho dňa od začiatku experimentu až po jeho ukončenie boli vo všetkých úrovniach najpočetnejšie častice opäť z jedného zrnitosťného intervalu ($0,16 - 0,18 \mu\text{m}$). V závere experimentu boli vo všetkých troch úrovniach zmerané takmer rovnaké zrnitosťné krivky.

Na obr. 2 sú uvedené zmeny špecifického povrchu v procese sedimentácie v troch výškových úrovniach nad dnom sedimentačnej nádoby.

Z obrázku je zrejмый nárust špecifického povrchu so

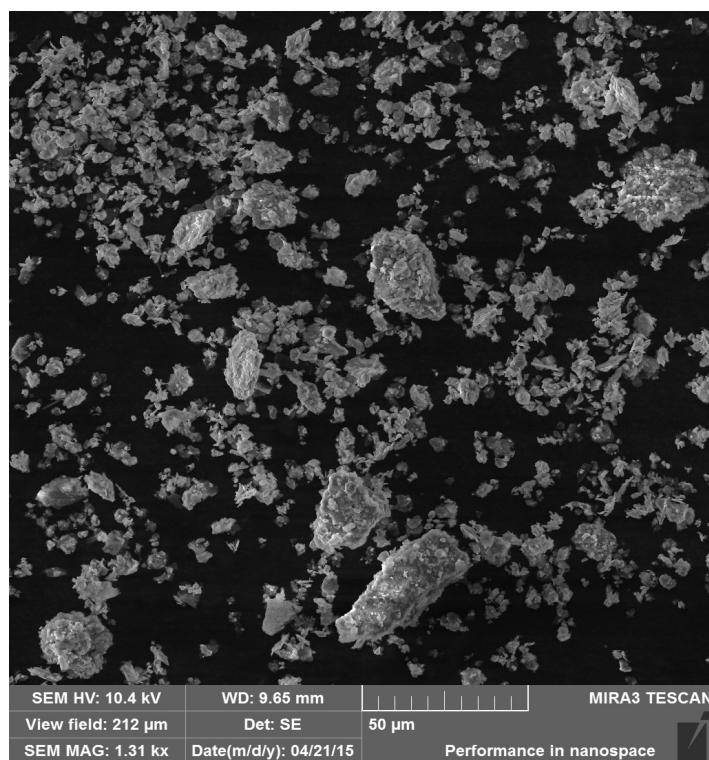
zmenšováním sa častíc vo vyšších odberných miestach. Nepriamo to dokumentuje proces frakcionácie v priebehu sedimentačného procesu. Na začiatku sedimentácie je v dôsledku miešania vytvorená homogénna suspenzia, ktorá sa usadzovaním heterogenizuje a špecifický povrch v dôsledku zmenšovania častíc v suspenzii narastá. V ďalšom procese sedimentácia končí vytvorením sedimentačnej rovnováhy vo vzniknutom pôdnom koloide. Veľkosť špecifického povrchu sa menila od $2,29 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ do $33,20 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ na konci experimentu.

Tvar pôdných mikročastíc bol skúmaný pod elektrónovým mikroskopom. Tvary a veľkosti disperzného podielu, t. j. tvary mikročastíc, sú zrejmé z obr. 3, 4 a 5, na ktorých sú ich fotografické zábery z elektrónového mikroskopu pri rôznych zväčšeniach. Pôdne mikročastice majú tvar lupeňov. Stredná hodnota hrúbky zobrazených pôdných mikročastíc na obr. 3, 4 a 5 sa pohybuje okolo $0,45 \mu\text{m}$, plošné rozmery sú okolo $1,58 \times 2,36 \mu\text{m}$. Stredná hodnota objemu častíc je $1,68 \mu\text{m}^3$, čo predstavuje fiktívnu guľovitú časticu o priemere $d_e = 1,47 \mu\text{m}$.

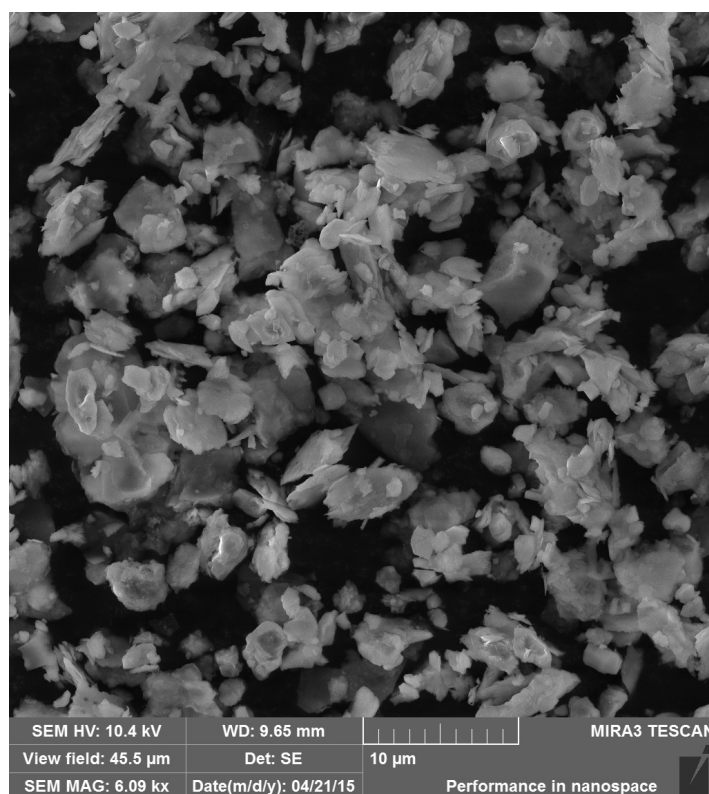


Obr. 2. Zmeny špecifického povrchu v procese sedimentácie v troch výškových úrovniach nad dnom sedimentačnej nádoby

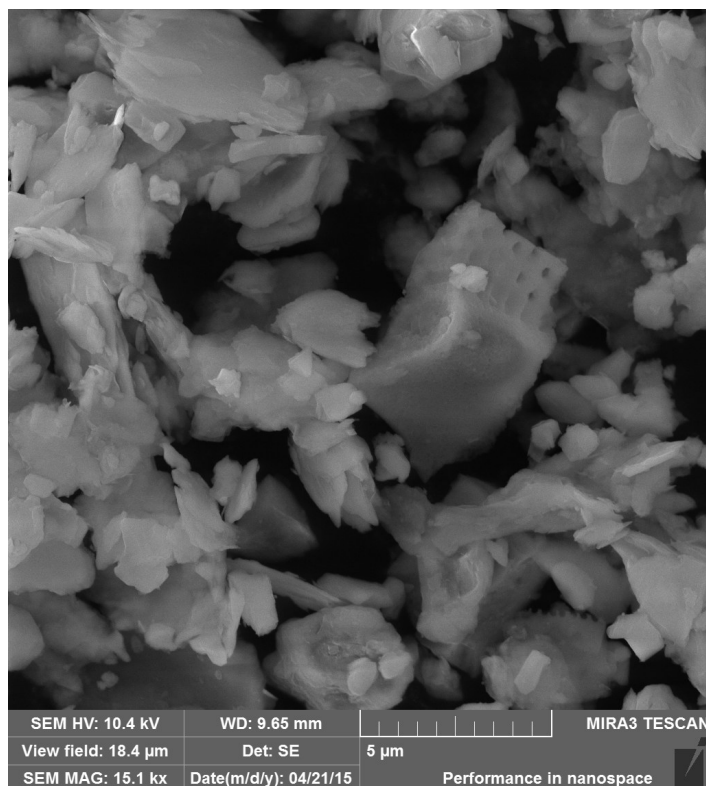
Fig. 2. Changes specific surface in the process of sedimentation in three height levels above the bottom of the settling vessel



Obr. 3. Morfológia pôdnych mikročastíc – veľkosť pohľadu 212,0 μm.
 Fig. 3. Morphology of the examined soil microparticles – view size 212,0 μm.



Obr. 4. Morfológia pôdnych mikročastíc – veľkosť pohľadu 45,5 μm.
 Fig. 4. Morphology of the examined soil microparticles – view size 45,5 μm.



Obr. 5. Morfológia pôdnych mikročastíc – veľkosť pohľadu 18,4 µm.

Fig. 5. Morphology of the examined soil microparticles – view size 18,4 µm.

Záver

V predloženom príspevku boli skúmané základné morfológické charakteristiky ílových pôdnych častíc. Identifikovala sa ich veľkosť, tvar a špecifický povrch. Pre skúmanie bola aplikovaná sedimentačná analýza, laserová difrakčná analýza a vizualizácia tvaru častíc elektrónovým mikroskopom. Výsledkom boli distribučné rozdelenia jednotlivých ílových frakcií v desiatich rôznych časoch v troch výškových úrovniach sedimentačnej nádoby. Najmenšia častica vo vytvorenom disperznom systéme bola identifikovaná na konci experimentu v podmienkach sedimentačnej rovnováhy a mala priemer 0,11 µm. Sedimentačná rovnováha nastala pre $d(50) = 0,19$ µm.

Stanovil sa časový priebeh špecifického povrchu v procese sedimentácie t. j. veľkosť špecifického povrchu pre rôzne zrnitostné frakcie. Veľkosť špecifického povrchu sa menila od 2,29 m²·g⁻¹ do 33,20 m²·g⁻¹. Na konci experimentu sa v dôsledku vytvorenej dynamickej sedimentačnej rovnováhy špecifický povrch ustálil na konštantnej hodnote.

Tvar častíc je uvedený na fotografických obrázkoch s poľom zobrazenia 212 µm, 45,5 µm a 18,4 µm. Zábery na ílové mikročastice ukazujú, že majú približne tvar lupeňov.

Čiastkové výsledky prezentované v tejto práci sú súčasťou širšej analýzy sedimentácie ílových pôdnych častíc.

PodĎakovanie

Práca vznikla za finančnej podpory projektov VEGA 2/0062/16 a VEGA 1/0425/14.

Literatúra

- Orfanus, T., Nagy, V., Štekauerová, V., Lichner, L. (2008): A geostatistical analysis of soil water content at the field scale: the influence of soil texture and tillage. Volume: 36 Pages: 1023 – 1026 Part: 2 Supplement: S (7th ALPS-ADRIA Scientific Workshop, Stara Lesna, SLOVAKIA).
- Pavelková, D. (2010): Influence of ground water level on the water supply of plants on soils with various hydrophysical characteristics. In Növénytermelés, 2010, vol. 59, supplement, 247 – 250. ISSN 0546-8191.
- Kandra, B., Matoušková, V. (2013): Špecifiká merania retenčných čiar ťažkých pôd na Východoslovenskej nížine. In XVII. Okresné dni vody: zborník referátov. ÚH SAV Bratislava, Východoslovenská vodárenská spoločnosť, a. s. Košice, 2013, 61 – 66. ISBN 978-80-89139-29-3.

- Skalová, J., Kotorová, D., Igaz, D., Gomboš, M., Nováková, K. (2015): Regionalizácia pedotransferových funkcií vlhkostných retenčných kriviek pôd Slovenska, Slovenská technická univerzita v Bratislave, 2015. 143 s. ISBN 978-80-227-4455-3.
- Šoltész, A., Baroková, D. (2011): Impact of landscape and water management in Slovak part of the Medzibodrožie region on groundwater level regime. In Journal of Landscape Management. 2011, vol. 2, no. 2, 41 – 45.

IDENTIFICATION OF THE MORPHOLOGY OF CLAY SOIL PARTICLES

Basic morphological characteristics of soil clay particles were studied in presented paper. Particle size, shape and specific surface was identified. Sedimentation analysis, laser diffraction analysis and visualization of particles shape on electron microscope were applied for research. The result is distribution division of individual clay fractions of 10 different times and three height levels of sedimentation container. The smallest particle in created dispersion system was identified at the end of experiment in conditions of sedimentation equilibrium. Its size was 0.11 μm . Sedimentation equilibrium

occurred for $d(50) = 0.11 \mu\text{m}$. Temporal course of specific surface in sedimentation process i.e. size of specific surface for different granularity fractions was the next result. Size of specific surface varied from $2.29 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ to $33.20 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ at the end of experiment. Specific surface stabilized at constant level due to the created dynamic sedimentation equilibrium at the end of experiment. Particle shape is from indicated photographic pictures display of 212 μm , 45.5 μm and 18.4 μm . Shots on clay micro particles indicates that they has the petal shape.

Ing. Milan Gomboš, CSc.
RNDr. Andrej Tall, PhD.
Ústav hydrológie SAV Bratislava
Výskumná hydrologická základňa Michalovce
Hollého 42
071 01 Michalovce
E-mail: gombos@uh.savba.sk

Doc. Ing. Jarmila Trpčevská, PhD.
Technická univerzita v Košiciach
Hutnícka fakulta
Katedra neželezných kovov a spracovania odpadov
Letná 9
042 00 Košice
Tel: +42155 602 24 09
E-mail: jarmila.trpcevska@tuke.sk