

Felszínmozgásos üledékek ásványos összetétele Kulcs területéről

Mineral composition of slipped sediments from Kulcs

Udvardi Beatrix

Litoszféra Fluidum Kutató Labor, Kőzettani és Geokémiai Tanszék, Természettudományi Kar, Eötvös Loránd Tudományegyetem, udvbeatrix@gmail.com

Kovács István János

Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, kovacs.istvan.janos@mfgi.hu

Szabó Csaba

Litoszféra Fluidum Kutató Labor, Kőzettani és Geokémiai Tanszék, Természettudományi Kar, Eötvös Loránd Tudományegyetem, cszabo@elte.hu

Mihály Judit

MTA Kémiai Kutatóközpont, Molekuláris Farmakológiai Intézet, Budapest

Németh Csaba

MTA Kémiai Kutatóközpont, Molekuláris Farmakológiai Intézet, Budapest

ÖSSZEFOGLALÁS: Számos földcsuszamlás fordul elő a Duna lösz magaspartján, különösen gyakori a felszínmozgás Kulcs, Rácalmás, Dunaujváros térségében. Ezek hátterében nemcsak hidrológiai, hanem földtani okok is állnak. Ez utóbbi megismerése céljából Kulcs déli részén egy esettanulmány keretében vizsgáltuk a felszínmozgással érintett üledékeket különböző módszerek felhasználásával (lézeres szemcseméret elemzés, XRD, TA, FTIR, fő- és nyomelem kémiai elemzés). Jelen tanulmányban a terepi megfigyeléseket, a fúrások üledékeit és azok FTIR elemzésekből meghatározott ásványos összetételét mutatjuk be. A terepi megfigyelések alapján a megcsúszott terület elsősorban szürke iszap, lösz és agyagos szedimentekből épül fel, amelyek a fúrásokban is azonosíthatók. Az FTIR vizsgálatok szerint az üledékek fő ásványos komponensei a kvarc, karbonátok és a rétegszilikátok. A sűrű üledékváltások és a nagy mennyiségben jelenlévő térfogatváltoztató ásványok hozzájárulhatnak a felszínmozgások létrejöttéhez Kulcson. Az üledékek mélységprofiljának megismerése mellett a laterális változékonyság nyomon követése is hozzájárulhat a megcsúszott területek és a potenciálisan aktív területek lehatárolásához.

Kulcsszavak: földcsuszamlás, lösz, ásványos összetétel, Kulcs

ABSTRACT: Many landslides have taken place in the Danube Loess bluffs, especially with some of the highest landslide densities found in the area of Kulcs, Rácalmás, Dunaujváros. Their causes can be considered not only hydrological but also geological reasons. To investigate the latter one, landslide sediments, as a typical movement, in southern part of Kulcs were documented using different techniques (XRD, TA, FTIR, grain size distribution, major and minor element analyses). In this study the authors presented field observations and mineral composition of borehole sediments. Field observations show that the slipped area is formed from grey silt, loess and clayey sediments, which are also present in the boreholes. FTIR analysis showed that the main mineral components of sediments are quartz, carbonates and sheet silicates. The frequent position of sediments and the presence of swelling minerals may contribute to identification of slipped and potentially active sites.

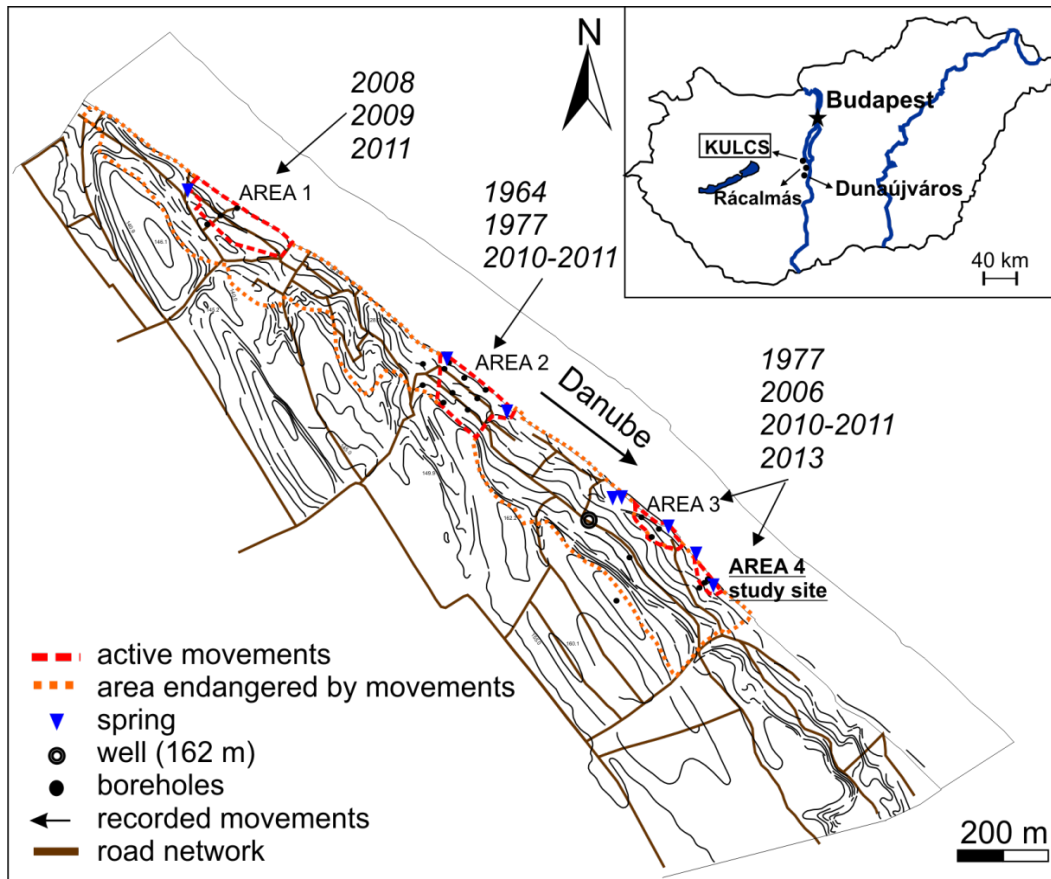
Keywords: landslide, loess, mineral composition, Kulcs

1. BEVEZETÉS

Számos földcsuszamlással érintett terület fordul elő Magyarországon, amelyek közül a leginkább érintett szakasz a Duna jobb partját kísérő magaspárt Budapest és Mohács között (Farkas, 2003, Kleb & Schweitzer, 2001, Szabó, 2003). Ezen a területen a felső-pannóniai és negyedidőszaki üledékekből felépülő magaspartot kísérő felszínmozgások dokumentálása az első települések megjelenésével egyidős, de tematikus térképezésük csak az 1964-es dunaujvárosi földcsuszamlást követően vált igazán központi kutatási témává Magyarországon. A korai munkák elsősorban a térképezés és a

felszínmozgásos folyamatok részletes terepi leírásával gazdagították az ismereteinket, majd ahogyan a települések a XX. század második felétől növekvő ütemben kezdtek el terjeszkedni, az egyre nagyobb mérvű beépítettség hatására a hangsúly a megelőzésre, védekezésre és egy-egy felszínmozgást követő káresemény hatásainak felszámolására helyeződött. Ez a szükség hívta életre a felszínmozgásos folyamatok részletes hidrológiai, ásványtani, geokémiai és geofizikai tanulmányozásának igényét is.

A csuszamlás által érintett üledékek vizsgálata számos fontos tényezőre mutatott rá, úgymint a változatos üledékek sorára, a csuszamlásban jelentős szerepet játszó paleotalajokra, vörösgyagokra és a nyomás alatti vizet tartalmazó pannon homokerekre (Rónai et al., 1965; Fodor et al., 1968, FTV, 1979; Fodor & Kleb, 1994). Ezeket a struktúrákat követték nyomon Kulcs területén, ahol elsősorban a csapadékviszonyok és a Duna vízintjének ingadozása következtében rövidebb-hosszabb megszakításokkal folyamatosan mozog a magaspart.



1. ábra. Kulcs elhelyezkedése a négy földcsuszamlásos területtel. A fúrások és a források megjelölése terepi megfigyeléseken és korábbi tanulmányokon (FTV, 1979, Farkas, 2011) alapul. (Location map of Kulcs town, where the four landslide areas are reported. Marked boreholes and springs based on field observation and previous studies (FTV, 1979, Farkas, 2011))

2. MINTATERÜLET JELLEMZÉSE

Kulcson négy területen következtek be jelentős kárt okozó mozgások, amelyek közül a legdélebbi részen, a Hájóállomástól mintegy 200 m-re délebbre, a Sötér sétány alatt a 2011-es csuszamlást követően felszíni kármentesítésen átesett területen és környezetében (rézsűzték a partoldalt, felszíni vízvezető csatorna épült) végeztünk terepbejárást és létesítettünk fúrásokat (1. ábra). A korábbi talajfeltárások alapján ezen a területen a pH, az ásványisó-tartalom és a víz $\text{Ca-HCO}_3\text{-SO}_4$ típusa szennyezett talajvíz jelenlétére utal (FTV, 1979).

Ezen a területen a terepi szemlék alkalmával (2012 kora őszi, 2013 tél eleje, kora és késő tavasz) szinte a folyópart teljes hosszában vonalmenti szivárgást és fakadások sorát észleltünk, valamint a kavics alól kibukkanó üledékek erősen felpuhult állapotban voltak, amely arra utaltak, hogy a területen további mozgások várhatók. Ez a terület ezért ideális választásnak mutatkozott a felszínmozgásban résztvevő üledékek mélyebb megismeréséhez. Ettől a területtől délebbre már nem következtek be jelentős csuszamlások Kulcson, azonban már korábban potenciálisan mozgásveszélyes területté nyilvánították a település e részét is, mert a lassú mozgásra utaló jelenségek ott is megfigyelhetők (FTV, 1979).

A rézsúzótt partoldal területén két bő vizű fakadást figyeltünk meg a magaspart aljában, amelyek által közrezárt területen belül azonosítható a korábbi, 2011-es csuszamlásból származó kibukkanó, közel függőleges dőlésű üledékek sora a Duna medrében. Ezt a kitüremkedést párhuzamos pásztákban erősen felpuhult, finomlemezes mészmárga alkotja, amely meredeken dől Ny-ÉNy felé. Az év több időszakában történt terepbejárást követően jól megfigyelhető volt, hogy a felszínről beszivárgó és a háttérből érkező csapadékból adódóan a rézsú nedvesebb időszakban teljesen átitatott és felszínén a kisebb-nagyobb mélyedésekben víz gyűlik össze. A terület további sajátossága, hogy a Hajóállomástól északra kb. 100 m-re a Duna partján már szintes településű finomszemcsés homokkő bukkan a felszínre, míg a mintaterületen a Duna kavicsanyaga alól szürke ártéri üledék és lösz bukkan ki.

3. MINTAVÉTELEZÉS

A felszínen lévő szürke vízvezető felpuhult szürke iszapból, a kitüremkedés anyagából és a megfigyelt üledékek sorának partmenti kibukkanásából, valamint homokkőből vettünk mintákat.

A fúrásos mintavételt a magaspart alatt, a kitüremkedés előterében a folyópartra merőlegesen (K1, K2, K3) és azzal párhuzamosan (K2, K4, K6, K5), mintegy 30 m*100 m-es szelvényben végeztük 3-7 m mélységben (2. ábra). A fúrásokat kis átmérőjű (63 mm-es) Borro típusú benzinmotoros talajfúró berendezéssel végeztük folyamatos magmintázással, illetve ahol keményebb üledékben elakadt a fúrás, ott spirál fúrószállal folytattuk a műveletet. A K5 fúrást a potenciálisan mozgásveszélyes zónában, az egyik határoló fakadástól 15 m-re délebbre mélyítettük. Egy-egy mintát vettünk a fúrásokban megfigyelt üledékegységekből és a szemmel látható üledékváltások határáról az üledékek ásványos összetételének megismerés céljából.

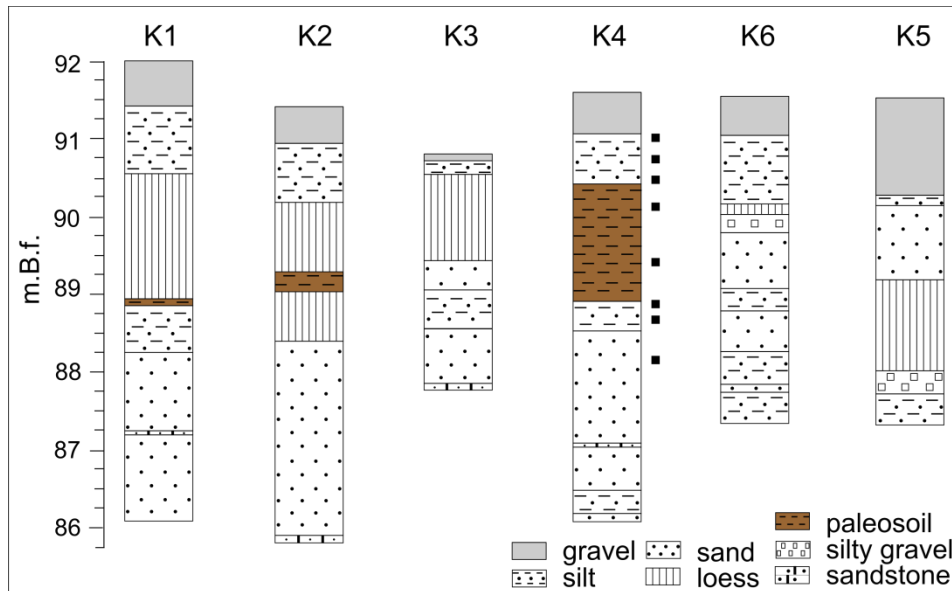
4. MÓDSZER

A felszíni és fúrásban lévő üledékek dokumentálását követően az ásványos összetétel meghatározásához infravörös spektrometriai méréseket végeztünk.

A vizsgálatokat achát mozsárban porított mintákon és a finomfrakción ($<2\mu\text{m}$), 80 °C -on 30 percig történő szárítást követően végeztük el az MTA Központi Kémiai Kutatóintézet Spektroszkópiai Laboratóriumában egy egyreflexiós Specac Golden Gate ATR feltétel felszerelt Varian 2000 FTIR infravörös spektrométerrel. A spektrumok középső infravörös tartományban, 400-4000 cm^{-1} közötti hullámszám tartományban 4 cm^{-1} felbontással és 128-szoros futtatással készültek. A spektrumfeldolgozás és kiértékelés az OPUS 6.5 infravörös spektrum kiértékelő szoftverrel történt.

5. FÚRÁSOK ÜLEDÉKES EGYSÉGEINEK JELLEMZÉSE

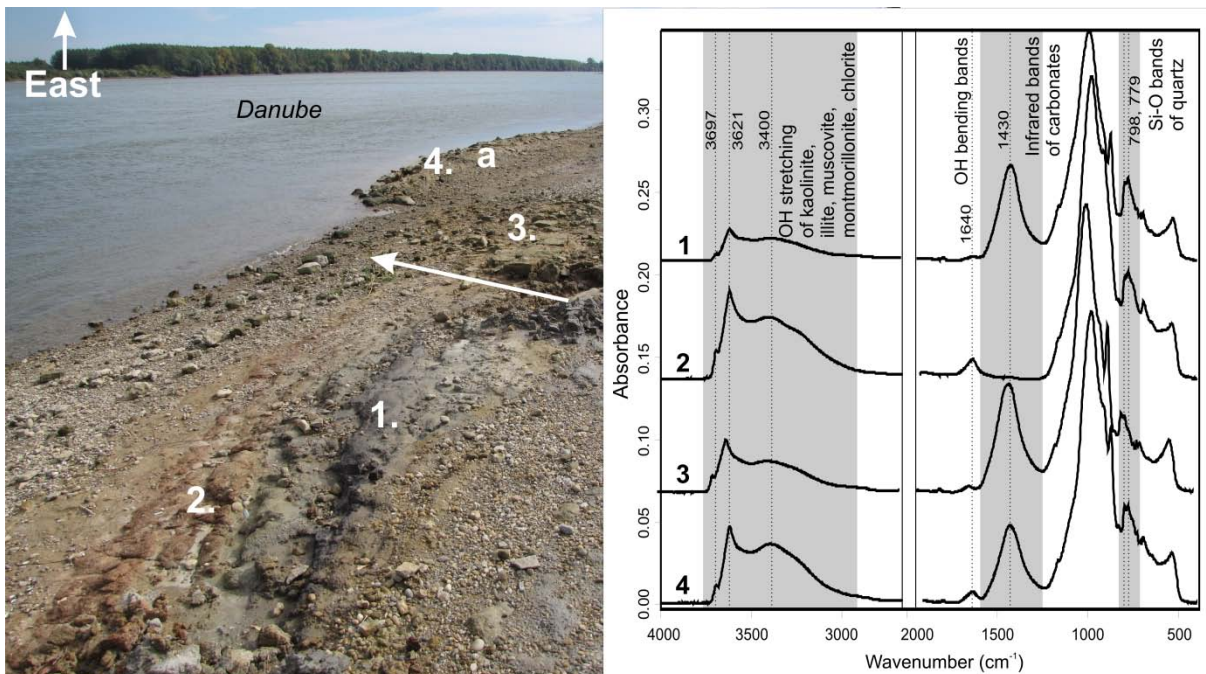
A fúrások felső részén a Duna kavicsanyaga alatt szürke iszap helyezkedik el, amelynek vastagsága rendre 17 cm (K1), 96 cm (K2), 87 cm (K3), 65 cm (K4), 28 cm (K5), 88 cm (K6) (2. ábra). Ez arra utal, hogy a Duna felé a K3-K2-K1 fúrások szelvényében a szürke iszap kivékonyodik, míg a parttal párhuzamos fúrásorozatban (K2-K4-K6) közel állandó vastagságú. Ez alól kivételt képez a K5- fúrás, ahol vékonyabb a megfigyelt üledék. A korábbi talajfeltárások alapján ebben a szürke rétegben helyezkedhet el csúszózóna (Farkas, 2011), azonban fontos megemlíteni, hogy a Duna medrében megjelenő kitüremkedés, amely a csuszamlás során megcsúszott üledék alsó részeit tartalmazza, szemmel láthatóan is más megjelenésű színében és ásványos összetételében (3. ábra). A szürke egység alatt sárga-vörös limonitos lösz és finom-középszemcsés homok helyezkedik el. A löszbabás lösz nem mutat egységes képet: felső részében lazább szerkezetű, az alsó részén tömörebb és vízszintes elválási felületek figyelhetők meg benne. A löszben vörösesbarna paleotalaj szintek (K2, K4, K3 fúrások) is azonosíthatók, a K4 fúrásban mintegy 1 m, míg a másik két fúrásban néhány cm vastagságban (2. ábra).



2. ábra. A fúrások a fő üledékegységekkel. K1, K2, K3 a folyópartra merőleges, míg K2, K4, K6, K5 azzal párhuzamos. A négyzetek az FTIR vizsgálatok mintavételi helyeit jelöli a K4 fúrásban. (Columns for the boreholes, showing the main sedimentological units. K1, K2, K3 are perpendicular section to the river bank, while K2, K4, K6, K5 are along the river bank. Black squares represent sampling depth for FTIR analysis in borehole K4.)

Ez az egység a felszíni kibukkanásban is megfigyelhető. A fúrások legmélyebb szakaszán homok és homokkő azonosítható, amely vékony (5-10 cm), finomszemcsés, agyagos közberétegzett testekkel tagolt. A három fő üledékegység mellett a K-6 és a K-5 fúrásban, amely a fakadáshoz közel mélyült, egy erősen meszes, finomszemcsés üledékbe ágyazott mészkavicsos réteget tartalmaz, amely a többi fúrásban nem található meg.

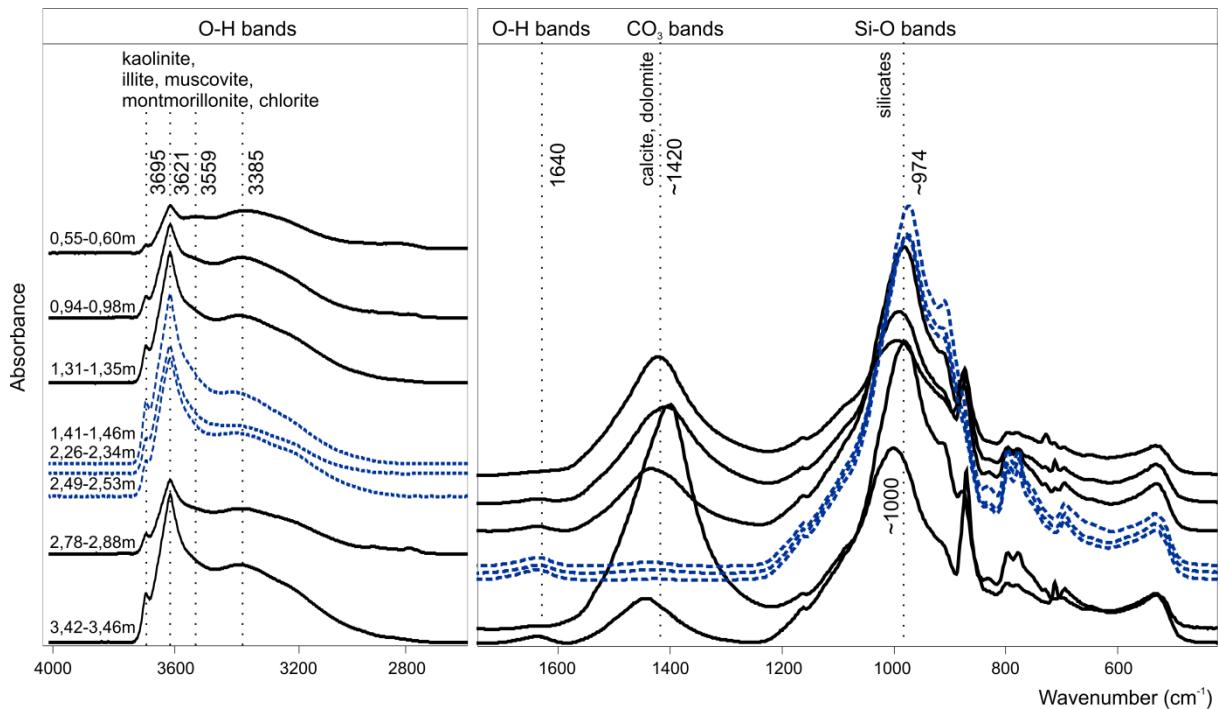
A felszínen és a fúrásban megfigyelt üledékek kis vastagságban, sűrűn váltakoznak dobostorta szerű szerkezetet kialakítva. A K-5 fúrás kivételével, amely a csuszamlásnyelven kívül mélyült, a fúrásokban megfigyelt üledéksorozat felfele finomodik.



3. ábra. A csuszamlásnyelv a folyóparton lévő kitüremkedéssel (a). A nyíl a mozgás irányát mutatja. A számok a felszínen kibukkanó üledékek ATR-FTIR spektrumát mutatják: szürke iszap (1.), vörösbarna paleotalaj (2.), sárga löszbabás lösz (3.), sárga meszes kompaktált üledék (4.). (Toe of the Kulcs landslide with location of the bulge in the riverbank (a). Moving direction is shown by the arrow. Numbers representing ATR-FTIR spectra of sediments from outcrop are as follows: grey silt (1.), reddish brown paleosol (2.), yellow loess with loess dolls (3.), yellow calcareous compacted sediment (4.))

6. ÁSVÁNYOS ÖSSZETÉTEL INFRAVÖRÖS SPEKTROMETRIAI VIZSGÁLATÁNAK EREDMÉNYEI

Az ásványos összetételt tekintve a mintákat elsősorban karbonát (kalcit, dolomit), kvarc, valamint rétegszilikátok - klorit, muszkovit, illit, kaolinit és duzzadó agyagásvány - alkotják (3 & 4. ábra). A karbonát mennyisége változó, a fúrások felső részén harántolt szürke iszap nagyobb mennyiségben (10-30 %) tartalmaz karbonátokat ($\sim 1430\text{ cm}^{-1}$), mint az alsó, löszös része (5-15 %). A kaolinit (3697 cm^{-1}), klorit (3559 cm^{-1}), illit, muszkovit, montmorillonit ($3621, \sim 3400\text{ cm}^{-1}$) infravörös sávjainak intenzitás változásai a karbonátok mellett a rétegszilikátok változó mennyiségét mutatják. Általános tendencia, hogy ahol a rétegszilikátok - elsősorban a montmorillonit - mennyisége több, a karbonátok szinte teljesen hiányoznak. Ez a löszön belüli paleotalajok megjelenésének jó indikátora a spektrumokon. Vannak olyan részei a fúrásnak, ahol éles váltásként karbonátban gazdag üledéket mintegy 50 % montmorillonit tartalommal jellemzett vékony üledék határol (4. ábra).



4. ábra. A K4 fúrás mintáiból (2. ábra) származó FTIR spektrumok. (FTIR spectra of samples from borehole K4 (Figure. 2))

7. ÖSSZEFOGLALÁS

A megfigyelt üledékek sűrű váltakozása, a paleotalajok jelenléte és az üledékek ásványos összetétele, elsősorban a nagy mennyiségű rétegszilikát jelentősen hozzájárulhat Kulcs déli részén a felszínmozgások létrejöttéhez. A vertikális tagolódás (szürke iszap, paleotalaj, lösz) mellett a laterális üledékváltozások megfigyelése is fontos információt nyújthat a mozgó területek lehatárolására, együttesen vizsgálva a megcsúszott és az átmenetileg stabil állapotban lévő területeket. Ehhez nyújt segítséget az FTIR-ATR módszer, amellyel a lösz és a benne lévő paleotalaj szintek jól elkülöníthetők.

8. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők köszönik az MTA Kémiai Kutatóintézet Spektroszkópai Osztályának, a Magyar Földtani és Geofizikai Intézetnek és a Litoszféra Fluidum Kutató Labornak (LRG, ETLE), hogy lehetővé tették számunkra a mérések elvégzését és biztosították a munkához szükséges feltételeket. A tanulmány létrejöttéhez anyagilag hozzájárult a NAMS-230937 Marie Curie Nemzetközi Reintegrációs Ösztöndíj (Kovács I.J. számára).

9. IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- Farkas, J. 2011. *Szakértői vélemény Kulcs felszínmozgásos területeinek vizsgálatáról*. 166 p.
- Fodor, P., Horváth, Zs., Scheuer, Gy., Schweitzer, F. 1968. A Rácalmási-kulcsi magaspartok mérnökgeológiai térképezése. *Földtani Közlöny* 113, 313–332.
- Fodor, P., Kleb, B. 1994. Engineering geological problems in loess regions of Hungary. *Quaternary International* 24, 25–30.
- FTV; Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat 1979. *Rácalmás község belterület és Kulcs község üdülőterület M=1:4 000 méretarányú mérnökgeológiai térképezése*. Budapest, 1–42.
- Kleb, B., Schweitzer, F. 2001. A Duna csuszamlásveszélyes magaspartjainak településkörnyezeti hatásvizsgálata. In: Ádám, A., Meskó, A. (Eds.), *Földtudományok és a földi folyamatok kockázati tényezői*, Budapest, MTA, 169–193.
- Rónai, A., Bartha, F., Krolopp, E. 1966. A kulcsi löszfeltárás szelvénye. *A Magyar Állami Földtani Intézet évi jelentése az 1963. évről*, Budapest, 167–185.
- Szabó, J. 2003. The relationship between landslide activity and weather: examples from Hungary. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 3, 43–52.