

Egy gyors mikrotömegmozgásos folyamat szerepe löszös üledékekkel fedett lejtők felszínének formálásában

BOROS LÁSZLÓ

A beható, sokoldalú geomorfológiai kutatások eredményeként több évtizede közzismert tény, hogy Földünk felszínének formálásában fontos szerepet játszanak a különböző tömegmozgásos folyamatok. Tevékenységükkel trópusi, mérsékelt és hideg éghajlati övben egyaránt találkozhatunk, bár megjelenési formáik igen eltérőek lehetnek.

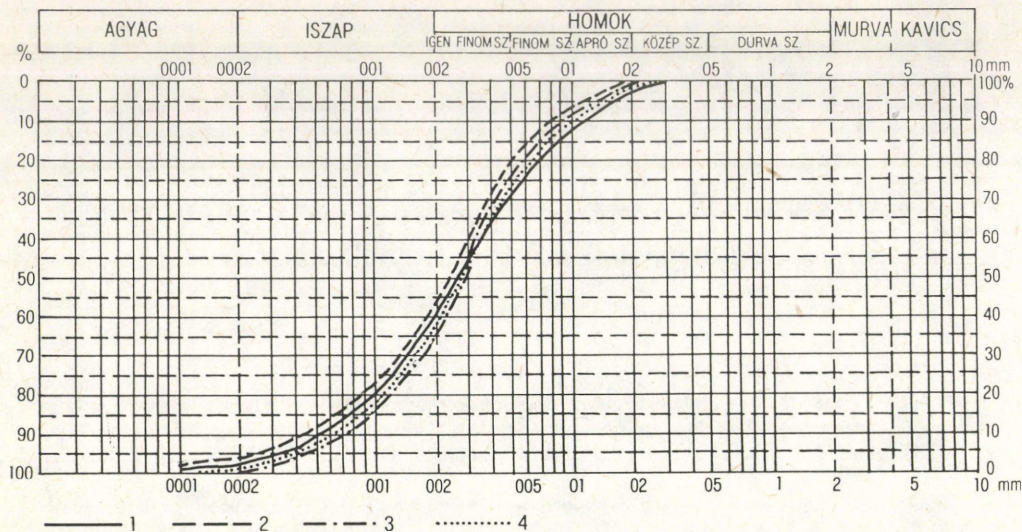
A Kárpát-medencében végbemenő tömegmozgásos folyamatokra CHOLNOKY J. (1922) erdélyi kutatási eredményei hívták fel a figyelmet. Később PEJA GY. (1956a,b, 1962), PINCZÉS Z.–BOROS L. (1966a), BOROS L. (1991), ÁDÁM L. (1967), LÁNGNÉ BUCZKÓ E. (1969), ZÁMBÓ L. (1969), PÉCSI M. (1971a,b), SZABÓ J. (1979, 1982a,b, 1985), ÁDÁM L.–MAROSI S.–SZILÁRD J. (1981) foglalkozott a kérdéssel. K. W. BUTZER (1986), PÉCSI M. (1971a) a tömegmozgások osztályozását, LÁNGNÉ BUCZKÓ E. (1969) és SZABÓ J. (1985) pedig a csuszamlások tipizálását végezte el. Így ma már számos vonatkozásban jól ismerjük a tömegmozgásos folyamatokat, azok kiváltó okait, menetét, fő sajátosságait, típusait, megjelenési helyeit.

Célkitűzés, alkalmazott módszerek

Amíg a nagyobb mennyiségű anyagot szállító tömegmozgásokról meglehetősen széles körű és alapos ismeretekkel rendelkezünk, addig a kutatások csak kevés figyelmet fordítottak a mikrotömegmozgásokra, azok felszínformáló szerepére. Pedig laza üledékekkel fedett lejtős térszíneken bizonyos feltételek mellett említésre méltó, gyakran jól mérhető domborzatalakító tevékenységet fejtenek ki. Ez a felismerés késztetett arra, hogy egy sajátos mikrotömegmozgásos folyamat, a *löszpergés* törvényszerűségeire, előidéző és kiváltó okaira, lefolyásának menetére, formájára és mértékére vonatkozóan végezzünk vizsgálatokat, gyűjtsünk számszerű adatokat.

A terepmunka során több helyen – így a Tokaji-hegyen, a Harangodon és a Nyírség löszös köpennyel fedett ÉNy-i részében feltérképeztük ezen tömegmozgásos folyamatok helyét, több mint 50 felfogó edény (doboz) segítségével különböző évszakokban megmértük a mozgó (pergő) tömeg mennyiségét, megvizsgáltuk nedvességét és a pergés időtartamát.

A begyűjtött anyag (uralkodóan lösz) (1. ábra) szemcseösszetételi vizsgálatát a debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetem Földrajzi Intézetében, a pergett anyag morzsáinak frakció szerinti részarányát szitálással, a nedvességtartalmát szárítószekrény és nagy pontosságú mérleg segítségével a nyíregyházi Bessenyei György Tanárképző



1. ábra. A pergett anyag szemcseösszetéti görbéje (a KLTE Földrajzi Intézetének vizsgálatai alapján szerk.: BOROS L.). – 1, 2, 3, 4. = a minták száma

Grain size distribution curve of the disintegrated material (drawn by L. BOROS after laboratory analyses data in the Geographical Institute Kossuth Lajos University, Debrecen). – 1, 2, 3, 4. = sample numbers

Főiskola laboratóriumában végezték, ill. végeztük el. Ugyancsak laboratóriumi körülmények között, *piknométer* segítségével olajos és petróleumos közegben igyekeztünk meghatározni a különböző hőmérsékletű és nedvességtartalmú lösz *köbös hőtágulását*, amely feltételezésünk szerint szerepet játszik a pergesi folyamat létrejöttében.

A tömegmozgásos folyamatokat kiváltó főbb okok és mozgások típusai

A tömegmozgásos folyamatokról számos munka látott napvilágot, ezért csak röviden szeretnénk felvázolni a mozgások kiváltó okait és típusait. Több évtizede elfogadott és bizonyított tény, hogy tömegmozgásos folyamatok főleg nagy reliefenergiájú területek meredek lejtőin a nehézségi erő hatására, a lejtő állékonyságának megszűnése miatt következnek be. K. W. BUTZER (1986) szerint a lejtő állékonyságát annak szöge, magassága, a talaj, a málladéktakaró és az anyaközet jellege és nedvessége határozza meg.

BUTZER a mozgásokat négy fő típusba sorolta: 1. *omlások*, 2. *csúszások*, 3. *lassú folyások*, 4. *gyors folyások*. A mozgó tömeg lehet *merev* (szilárd), *plasztikus* és *folyós*.

PÉCSI M. (1971a) a *lejtős tömegmozgások hat genetikai csoportját* és 20 típusát különítette el. Vizsgálataink a PÉCSI-féle osztályozás *közetomlás* csoportjában a *közet*

(löss) omlás, pontosabban a föld (löss) pergés típusára terjedtek ki. Amint a későbbiekben látni fogjuk, a pergés és omlás gyakorta jelentkezik egy azon helyen és időben, sőt erős túlnedvesedés esetén – igaz, nem gyakorta – csúszó mozgásba is átmehet.

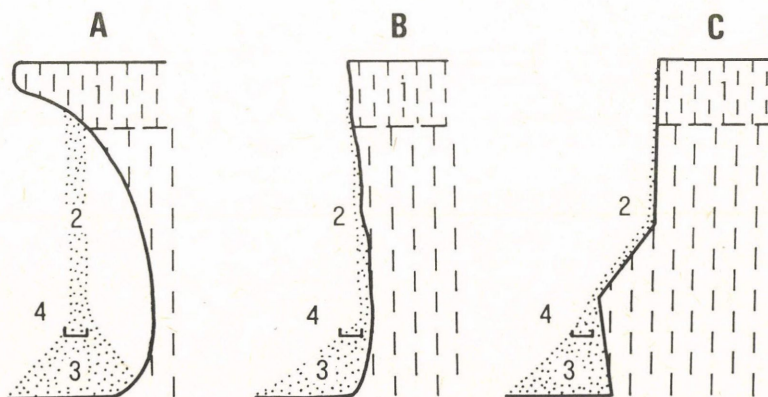
PÉCSI M. (1971a) szerint a kőzetomlás oka a nehézségi erő hatására fellépő feszültség, nyírólapok, vagy húzási törések mentén bekövetkező hirtelen szakadás, míg kiváltó oka a lejtőtúlfejlődés, a meredek partfalak alámosása, inszolációs és krionivális aprózódás lehet.

A föld (löss) pergés a löszös, löszszerű üledékekkel fedett lejtős térszínek természetes és mesterséges feltárásaiban, aszók, mélyutak, agroteraszok meredek, nem ritkán függőleges, esetleg túlhajló (áthajló) partfalain igen gyakori tömegmozgásos folyamat.

A mozgás oka ez esetben is a nehézségi (gravitációs) erő, kiváltója pedig a lejtőtúlfejlődés, valamint a krionivális és az inszolációs aprózódás. Hazánkban mindkét, azaz a krionivális és az inszolációs aprózódás által kiváltott mozgástípus kimutatható, általánosan elterjedt.

Krionivális hatásra bekövetkezett löszpergés

Tél végén, tavasz kezdetén a kora délelőtti órákban, amikor az éjszakai kemény fagyot a napsugárzás hatására előbb gyenge, majd egyre erősebb olvadás váltja fel, a löszfal oldaláról millió apró löszmorzsa, löszlemezke hullik le zizegve, s halmozódik fel a löszfal lábánál (2. ábra, 1., 2., 3. kép). Ezen mikrotömegmozgásokat olyan bonyolult,



2. ábra. Pergés különböző löszfalakról. – A = túlhajló; B = függőleges; C = domború falról; 1 = lösz; 2 = a pergés iránya; 3 = az anyag felhalmozódása; 4 = felfogó edények

Disintegration on various loess bluffs. – A = overhang; B = vertical; C = convex bluff; 1 = loess; 2 = direction of transport; 3 = accumulation of material; 4 = recipient vessels



1. kép. Lösspergésből származó anyag felhalmozódása a Tokaji-hegy egyik löszmélyútjában. A kép bal oldalán hóolvadékvíz által kialakított eróziós barázda

Accumulation of disintegrated loess material in one of the sunken roads on Mount Tokaj. On the left: erosion gully formed by meltwater

összetett folyamatok váltják ki, amelyeknek az egyik alapvető feltétele a túlfellett *lejtő anyagának mérsékelt átnedvesedése*, a másik a testek *hőhatásra bekövetkező térfogatváltozása*, s ezen belül a *fagyhatás*.

Őszi-téli esőzésektől és hóolvadékvizektől az üledékes kőzetek (lössök, talajok) felső 20–40 cm-es, esetenként 50–60 cm-es rétege erősebben *átnedvesedik*. Megfigyeléseink, méréseink szerint a löszfalakról a pergés legalább 15–18%-os nedvességtartalom esetén indul meg. Legintenzívebb a mozgás 20–28%-os nedvesség esetén, míg e fölött a víz kohéziós (összetartó) ereje csökkenti, majd meg is szünteti az anyag leválását a falról. 38–40%-nyi víztartalom mellett pedig talajfolyás következhet be. A hőmérséklet csökkenésekor a szilárd testek (így a löszök is) összehúzódnak, melegedésükor kitévőnek.

Felmerült a kérdés, mennyi a szilárd testek, s mennyi a lösz hőhatásra bekövetkező *tágulása*, ill. *összehúzódása*? A fizika törvénye szerint a *szilárd testek lineáris hőtágulási tényezőjét* az

$$\alpha = \frac{l}{l_0} \cdot \frac{l-l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0 \Delta t}$$

képlet, a *szilárd testek köbös (térfogati) tágulásait* pedig a

$$V = V_0 (1 + 3\alpha t) = V_0 (1 + \beta t)$$

képlet alapján kapjuk meg. A $t-l_0$ hőmérsékletváltozásnál fellépő $l-l_0$ megnyúlás (összehúzódás) arányos az eredeti l_0 hosszúsággal és a hőmérsékletváltozással. A V_0 a szilárd test (jelen esetben a lösz) eredeti térfogatát jelöli. A β térfogati hőtágulási tényező a lineárisnak háromszorosa ($\beta = 3\alpha$). A szilárd anyag (így a löszé is) térfogatváltozása (ΔV) a következőképpen is kifejezhető:

$$\Delta V = V_0 \cdot \beta \cdot \Delta t,$$

ahol a V_0 a lösz eredeti térfogatát, a Δt a hőmérsékletváltozást jelenti, a β pedig a hőtágulási együttható.

A természetben azonban a löszök nem homogén anyagok, hanem több-kevesebb vizet is tartalmaznak, s hőmérsékletük meglehetősen tág határok között mozog, télen pedig jóval 0°C alá süllyedhet.

Fagypont alatt a nedvességet (vizet) tartalmazó löszök, löszös üledékek, talajok viselkedése bonyolultabb. 0°C alatt további térfogatcsökkenésen mennek keresztül, de a bennük, a szemcsék között lévő víz *fajlagos térfogata fagyáskor 9%-kal megnövekszik*. Ebből következik, hogy ameddig a lösz(talaj)szemcsék fagypont alatti összehúzódása nagyobb, mint a közöttük lévő víz jéggé (jégtükké) alakulása során bekövetkező 9%-os térfogatnövekedése, addig az anyag zsugorodik (száraz talajállapot). Közepes (mintegy 20–25%-os) talajnedvesség esetén egyensúlyi helyzet alakul ki, a lösz térfogata nem



2. kép. Omlásból és pergésből származó akkumulációs törmelékkip sor egy löszfal lábánál
Accumulation debris fan deriving from toppling and granular disintegration on loess bluff feet



3. kép. Finom pergő anyag felhalmozódása a tokaji Rákóczi-völgy egyik löszfala előtt 1992-ben (A képek a szerző felvételei)

Accumulation of fine-grain disintegrated material in front of a loess bluff in the Rákóczi valley, Tokaj, 1992 (Pictures taken by the author)

csökken tovább, s mindaddig nem növekszik, ameddig a magasabbá váló talajnedvesség-ből keletkező jég térfogatnövekedése túl nem haladja a lösz(talaj)szemcsék zsugorodásának mértékét. Nedves talajállapotban fagyhatásra azonnali térfogatnövekedés következik be (1. táblázat).

A terepen végzett megfigyeléseinket, feltételezéseinket laboratóriumi kísérletekkel igyekeztünk ellenőrizni. Sajnos, a rendelkezésünkre álló egyszerű mérőeszköz (pik-

nométer) csak megközelítő pontosságú adatok nyerésére nyújtott lehetőséget. Csupán a piknométerbe helyezett lösz, ill. az olajos és petróleumos közeg térfogatváltozását tudtuk leolvasni a skáláról, azt is csak 0,5 cm³-es pontossággal. A mérőkészülék hőhatásra bekövetkezett változásait nem. Ennek ellenére a mérés bizonyos következtetések levonására alkalmas volt, mivel a térfogatváltozási tendenciát kimutatta. Vizsgálataink szerint 10–12%-nál kisebb nedvességtartalom esetén mintegy 5–6%-os, 15–20% között 1–1,5%-os térfogatcsökkenés, 25–30% víztartalomnál pedig 2–3%-os növekedés következik be (1. táblázat).

1. táblázat. Különböző nedvességtartalmú löszök hőhatásra bekövetkezett térfogatváltozása*

Minta	Nedvességtartalom, %	Térfogat, cm ³		Térfogatváltozás
		+17 °C-on	-10 °C-on	
1.	7–8	45	42,0	-3
2.	11–13	45	43,0	-2
3.	14–16	45	44,0	-1
4.	17–19	45	44,5	-0,5
5.	20–23	45	45,0	0
6.	25–28	45	46,0	+1,0
7.	29–32	45	47,0	+2,0

*A méréseket és számításokat HADHÁZY T. útmutatásai alapján BOROS L. végezte. Az elemzett minták száma minden esetben 10–10 volt.

A víz hőtágulási együtthatója (β) = $1,3 \cdot 10^{-4}$ (= 0,00013), a jégé $1,5 \cdot 10^{-4}$ (= 0,00015). A lösz térfogatváltozását a $\Delta V = V_0 \beta \Delta$, képlet alapján számítottuk ki.

A piknométer 250 cm³-es lombikjában 205 cm³ petróleumba (amelynek ismert a hőtágulási együtthatója = 0,001) 45 cm³ löszöt helyeztünk el. A lombikot +17 °C-os szobahőmérsékletre -10 °C-ra lehűtve az össztérfogat átlagosan 4 cm³-rel csökkent, amelyből 3,35 cm³ a petróleumra, 0,65 cm³ a löszre jutott. Így a lösz térfogatcsökkenése (ΔV) 0,65 cm³. A 27 °C hőmérsékletváltozás esetén kiszámolt hőtágulási együttható (β) 0,00053 = $1,53 \cdot 10^{-4}$.

Tartós fagyponat alatti hőmérsékleten jégkristályok alakulnak ki a lösz (talaj) néhány dm vastag rétegében, s szerkezeti változásokat idéznek elő abban. Hajszáltrepedések megszámlálhatatlan sokasága keletkezik elsősorban a nedves rétegben, de a nedves és száraz tömeg határán is. Az előbbieket a *lösszpergést*, az utóbbiakat a nagyobb tömegek *omlását* segítik elő. Így gyakran a pergés és omlás együttesen, egy időben fordul elő.

A fagy hatására kialakult vékony repedésekbe a nappali olvadáskor víz jut, az éjszakai újrafagyáskor a víz jéggé alakulása során bekövetkező újbóli térfogatnövekedés a jégkék szerepét tölti be, tovább szélesítve ezáltal a repedéseket, s kisebb-nagyobb löszlemezeket, morzsákat választva le a falról. Ezek a labilissá vált, támaszukat veszített apró tömegek azonban csak a fagy újbóli megszűnése után hullnak alá, mert addig a jég a falhoz köti őket. Ezért a kionivális pergés minden esetben csak a fagyott réteg felszínének „kiengedésekor” indulhat meg, s amikor a hőmérséklet ismételen 0 °C alá süllyed, megszűnik.

A tél végi löszpergést döntő mértékben a fagy idézi elő, de mellette derült napokon a napsugárzás szárító hatása is szerepet játszik. Ezt bizonyítják a begyűjtött anyagok nedvességvizsgálati eredményei is (2. táblázat). A D-i kitettségű, a napsugárzás hatására intenzívebben felmelegedő falakról pergő lösz szárazabb, amely már a leválást megelőzően is néhány %-kal kevesebb nedvességet tartalmaz, mint az É-i fekvésűekről lepergő, ráadásul a pergő lösz esés közben és a felhalmozódási helyén is száradhat. (A felfogó edényekben összegyűlt anyagot 12–15 naponként gyűjtöttük be. Igaz, az akkumulálódott anyag utólagos nedvességet is kaphatott, de 1991-ben és 1992-ben, mérésünk idején ez utóbbi nem következett be.)

A pergetett anyag (a vizsgált anyag lösz, 1. ábra) közel 80%-a 0,1–3,1 mm átmérőjű morzsákból, lemezekből állt (3. táblázat). A 0,1 mm-nél kisebb átmérőjű anyag aránya 11–15%, a durváé pedig 6–8% között alakult.

A nedves anyag fagy hatására bekövetkező (kriónivális) pergése térben és időben változó. Az É-i és a D-i löszfalak pergési ciklusának kezdete (ill. befejeződése) közötti időeltolódás a mi térségünkben akár 10–15 nap is lehet. Derült, hideg éjszakákat követően a délelőtti napsütés, felmelegedés hatására a D-i kitettségű löszfalakról 30–60 perccel, olykor másfél órával korábban indul meg az anyag mozgása, mint az árnyékolt, 0 °C hőmérséklet fölé később emelkedő É-ias falon. 1992-ben pl. a Tokaji-hegy D-i oldalán február 10-re elolvadt a hó, míg az É-in még március 2-án is 2–5 cm vastagságú hófalakat lehetett találni, s a talaj is fagyott volt. 1992. márc. 15-én de. 10 órakor a tokaji Rákóczi-völgy D-i fekvésű löszfalán +4 °C-ot, a vele szemben lévő É-i kitettségűn –2 °C-ot mutatott a hőmérő.

1992. márciusában megmértük a Tokaji-hegy ÉK-i oldalában nyíló Rákóczi-völgy tengelyében húzódó mélyút mindkét (É, ÉNy-nak, ill. D, DK-nek néző) oldalán, mintegy 270 m hosszúságban pergés által kialakult törmelékkúpok méreteit, kiszámítottuk térfogatukat. A 36 helyen végzett mérés szerint a mélyút D-re, DK-re néző fala előtt átlagosan 75 cm, az É-ra, ÉNy-ra néző előtt pedig 104 cm magas törmelékletű (egymásba érő kúpok sorozata) halmozódott fel (1., 2., 3. kép). Ez azt jelenti, hogy egyetlen mélyút É-ias fekvésű faláról 252 m³, a D-ies, naposabb fekvésűről 141 m³ lösz pergett le. Az egy napra eső anyagmozgás 3–33 g között alakult (3. táblázat). A magas (3–5 m-es) falak lábánál 1–1,5, sőt 2 m-es törmelékkúpok, az alacsonyabbak előtt 20–30 cm-esek sorakoztak (1., 2., 3. kép). Az arányok értékelhetősége céljából talán nem érdektelen a Rákóczi-völgy löszmélyútjában (az alsó kezdőpontjától felfelé haladva) mért löszfalak, s a lábuknál felhalmozott, pergett anyag méreteit (a löszfal magassága és a pergett anyag) közreadni (4. táblázat).

A leírtakhoz hasonló kisebb-nagyobb törmelékkúpok sokaságát figyeltük meg a Tokaji-hegy más löszfeltárásában csakúgy, mint a Tisza által alávájt partszakaszon, Timár és Balsa, valamint a Hernád magaspartján Felsődobsza és Gibárt között és más helyeken (3. ábra).

2. táblázat. A löszmelyutak faláról lepergett anyag mennyisége (I.), napi átlaga (II.) és nedvességtartalma súly %-ban*

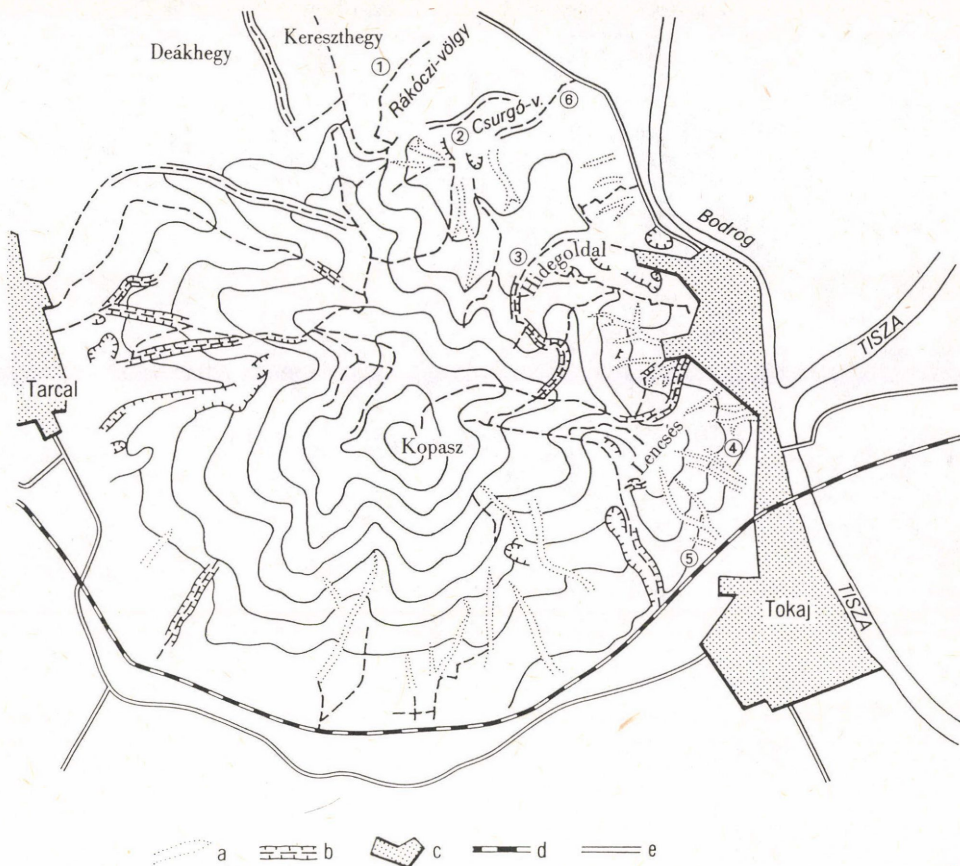
A mintavétel helye	Kitettsége	I d e j e											
		1991. II. 20.–III. 6.			1992. II. 15.–II. 27.			1992. II. 27.–III. 9.			1992. III. 9.–III. 22.		
		I. (g)	II. (g)	%	I. (g)	II. (g)	%	I. (g)	II. (g)	%	I. (g)	II. (g)	%
Rákóczi-völgy	1. DK	–	–	–	365,1	30,4	9,9	350,2	35,2	8,6	271,6	20,9	5,2
	2. K	363,0	25,9	10,0	402,5	33,5	9,8	388,4	38,4	7,9	395,0	30,4	6,7
	3. DK	135,2	9,6	9,6	103,0	8,6	6,6	98,7	9,8	4,5	73,5	5,6	4,2
	4. ÉNY	246,8	17,6	18,5	215,8	20,0	17,9	160,7	16,0	14,2	129,2	9,9	11,7
	5. ÉNY	446,3	31,8	23,8	478,4	39,8	16,6	341,9	34,2	14,9	265,5	20,4	8,9
	6. ÉNY	–	–	–	56,1	4,6	18,0	40,9	4,1	4,9	28,8	2,2	4,0
	7. ÉNY	–	–	–	331,4	27,6	19,5	259,8	35,9	14,3	580,0	44,6	9,8
	8. ÉNY	397,5	28,4	23,5	465,0	38,7	24,2	375,5	37,5	22,5	352,0	27,0	15,7
Csorgó-völgy	1. DK	191,0	13,6	21,0	185,5	15,4	38,6	165,7	16,5	4,7	176,1	13,5	7,8
	2. DK	245,6	17,5	13,0	237,5	19,8	10,7	181,9	18,2	4,8	174,5	13,4	4,3
	3. DK	–	–	–	65,2	5,4	9,5	45,7	4,5	5,3	46,0	3,5	5,0
	4. ÉNY	182,3	13,0	20,8	150,0	20,8	21,8	112,5	11,2	5,9	231,8	17,8	5,8
	5. ÉNY	320,0	22,8	16,9	321,2	26,7	16,6	286,5	28,6	15,1	291,5	22,4	14,6
	6. DK	93,8	6,7	10,1	88,3	7,3	12,4	83,1	8,3	11,3	45,9	3,5	5,2
	7. DK	–	–	–	142,0	11,8	10,0	102,3	10,2	7,8	98,9	7,6	5,4
	8. É	–	–	–	317,7	26,5	24,2	290,5	29,0	12,8	305,0	23,4	9,7
Lencsés-hegy	1. K	–	–	–	142,5	11,9	10,5	137,0	13,7	10,3	125,2	9,6	7,5
	2. K	–	–	–	–	–	–	101,0	8,4	6,0	100,5	7,3	4,7
	3. ÉK	–	–	–	167,9	14,0	12,2	155,2	15,5	10,3	140,1	10,7	7,7
	4. ÉK	–	–	–	140,5	11,7	11,8	–	–	–	125,0	9,6	8,8
	5. K	–	–	–	130,3	10,8	10,8	–	–	–	–	–	–
	6. NY	–	–	–	–	–	–	47,5	3,9	5,9	50,3	3,8	4,9
	7. NY	–	–	–	96,3	8,0	7,3	–	–	–	–	–	–
	8. DNY	–	–	–	41,6	3,5	5,1	40,0	4,0	5,0	35,4	2,7	4,6

*A méréseket BOROS L. végezte

3. táblázat. A pergetett anyag mennyiségének szemcse nagyság szerinti alakulása a Tokaji-hegyen és Timárnál, 1990-ben és 1991-ben, súly %-ban*

Sorszám-	A pergés ideje és helye	M é r e t e, mm							
		0,10	0,11–0,40	0,41–1,00	1,01–1,60	1,61–3,15	3,16–10,00	10,01	Összesen
1.	1991. II.	11,5	18,1	18,9	16,0	26,9	7,5	1,1	100,0
2.	"	17,2	17,5	22,6	14,0	21,2	6,3	1,2	100,0
3.	"	7,8	19,2	16,6	17,6	31,0	5,2	2,6	100,0
4.	"	16,0	23,2	14,7	12,6	26,2	4,9	2,4	100,0
5.	"	8,5	16,4	17,6	15,8	14,3	27,1	0,3	100,0
6.	"	12,1	12,3	16,3	15,0	31,6	11,5	1,2	100,0
7.	"	19,1	23,2	13,9	7,2	12,6	15,5	8,5	100,0
8.	"	7,9	14,0	30,2	16,1	25,9	5,1	0,8	100,0
9.	"	0,6	9,3	24,4	20,8	33,8	8,8	2,3	100,0
10.	"	0,5	13,2	30,6	19,8	24,4	8,5	3,0	100,0
11.	"	7,8	18,1	24,5	20,1	26,1	3,2	0,2	100,0
12.	"	7,0	17,5	25,4	24,8	21,6	3,1	0,6	100,0
13.	"	5,5	15,1	24,5	25,8	24,6	4,0	0,5	100,0
14.	"	25,7	17,1	15,9	16,1	21,3	2,9	1,0	100,0
15.	"	23,1	47,5	17,2	5,6	5,4	1,0	0,2	100,0
16.	1992. VII.	46,0	13,5	6,1	4,9	6,0	7,1	16,4	100,0
17.	"	0,0	3,8	10,1	13,2	36,0	25,5	11,4	100,0
18.	"	8,1	9,2	12,8	15,8	21,8	21,5	10,8	100,0
19.	"	4,5	5,5	11,2	14,9	20,6	28,3	15,0	100,0
20.	"	49,5	38,9	11,1	0,5	0,0	0,0	0,0	100,0
21.	"	45,1	37,6	14,2	3,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1–21. átlaga		15,4	18,6	18,0	14,3	20,5	9,4	3,8	100,0
1–15. átlaga		11,4	18,8	20,9	16,5	23,1	7,6	1,7	100,0
16–19. átlaga		14,6	8,0	10,1	12,2	21,2	20,6	13,4	100,0
22.	1992. II.	10,2	18,3	19,5	20,4	22,4	7,1	2,1	100,0
23.	1992. II.	7,4	10,2	20,9	22,6	21,8	8,2	8,9	100,0

*BOROS L. mérési adatai



3. ábra. A Tokaji-hegyen végzett vizsgálatok helyei (1–6). – a = löszaszó; b = mélyút; c = beépített terület; d = vasút; e = közút

Sites of investigations on Mount Tokaj (1–6.) – a = dry valley in loess; b = sunken road; c = built-up area; d = railway; e = public road

Száradás okozta (inszolációs) pergés

A rendszeres éjszakai fagyok megszűnése után, amikor az erősödő napsugárzás hatására a nappali hőmérséklet eléri, ill. meghaladja a $+5$ – $+10$ °C-ot, a löszfalak felső, magas nedvességtartalmú rétege, különösen annak felszíne gyors száradásnak indul.

Először a napsugárzásnak, hőnek, levegőmozgásnak kitett felületi réteg veszti el nedvességének egyre nagyobb hányadát, amely kettős következménnyel jár:

4. táblázat. A pergetett anyag méretei a Rákóczi-völgy löszmélyútjában

Távolság, m	Déli		Északi	
	kitettségű fal			
	Löszfal magasság, m	Pergetett anyag, m	Löszfal magasság, m	Pergetett anyag, m
0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	1,0	0,4	1,0	0,6
15	2,0	0,6	1,8	0,7
25	2,8	0,6	3,0	1,0
30	1,8	0,5	3,1	0,7
45	2,2	0,8	3,2	1,4
55	1,3	0,4	2,8	1,7
75	3,0	0,5	–	–
90	3,0	1,5	2,5	0,5
100	3,0	0,5	4,2	2,5
110	5,0	1,6	4,3	2,1
125	3,5	0,6	–	–
130	3,5	0,6	3,2	0,6
150	4,0	1,2	4,1	0,9
175	2,0	0,4	3,8	0,9
200	2,8	0,9	2,5	0,4
225	2,0	0,5	1,5	0,8
260	1,7	0,4	1,9	0,4
270	0,5	0,1	0,6	0,2

1. Csökken a víz kohéziós szerepe, amely ez ideig összetartotta a löszfelszín fellazult, félig-meddig levált, labilis egyensúlyi helyzetbe került részecskéit, így az összetartó erő megszűnésével azok a nehézségi erő hatására a mélybe hullanak.

2. A gyors száradás hatására a felületi réteg erősebben, az alatta lévők mérsékeltebben száradnak ki.

A felületi intenzívebb száradás számottevő térfogatcsökkenéssel és zsugorodással jár, amelynek következtében, miként a visszahúzódó árvíz után, megrepedezik, majd feltáskásodik az öntésiszap, öntésagyag, úgy táskásodik, majd pattogzik le a falról a löszlemezkék sokasága. Ez a jelenség inszolációs aprózódásként is felfogható, mivel a tömör, szálban álló lösztömegről válnak le apró részecskék s aprózódnak fel a napsugárzás hatására. A pergés oka ez esetben a hőhatásra az anyag felületén bekövetkeztet vízvesztés hatására végbemenő térfogatcsökkenés, a néhány mm vastag kiszáradt és a még nedves tömeg között kialakuló húzóerő, miniatűr törések mentén kialakult szakadások.

Ez a tömegmozgásos folyamat is csak egy meghatározott nedvességi tartományban játszódik le. Megítélésünk és néhány mérési adat szerint, ha a löszfal nedvességtartalma 16–15% alá süllyed, a mozgás megszűnik. Ez rendszerint március végén, április elején következik be.

Nyári kiadósabb esőzéseket követően a löszfalak felső rétege, ill. felszíne átmenetileg ismét nedvesebbé válhat, amely száradása révén újabb, de viszonylag rövid ideig (néhány órát) tartó pergést idézhet elő. Ezen jelenségre ZÁMBÓ L. (1969) is felhívja a

figyelmet. Megfigyelései szerint az a „neszezés”, „surrogás”, amely 1–1,5 órán át a nyári esők után a pergés következtében lép fel és szinte halk zörejjé olvad egybe a löszbevágásokban, figyelemre méltó anyagmennyiséget mozgat. Az akkor mozgatott anyag mennyisége azonban méréseim szerint elmarad a tél végi, tavasz eleji krionivális pergés tömegétől. Igaz, a pergés mellett ilyenkor omlások is bekövetkezhetnek a lefolyó nagytömegű víz alámosó tevékenységének eredményeként.

A löszfalak pusztulását az élővilág is elősegíti. A *növényzet* gyökerei gyakran választanak le a löszmélyutak, aszók oldaláról kisebb–nagyobb, finomabb–durvább löszdarabokat. A napsütötte, száraz löszfalak kedvelt telephelyei a löszdarazsaknak, méheknek, így pl. a kicsiny kürtősdarazsnek (*Odontodynerus deflendus*), az óriás kürtősdarazsnek (*Paragymnomerus spiricornis*), a fali bundásméhnek (*Anthophora parietina*) és a gyakori bundásméhnek (*Anthophora acervarum*). Egyes partszakaszokon ezen apró rovarok által mélyített néhány mm átmérőjű kürtők sokasága figyelhető meg. A belőlük származó (kikotort) finom anyag a pergés okozta kúpokra emlékeztető akkumulációs formában halmozódik fel a löszfal lábánál.

Hasonló, de nagyobb üreget vájnak egyes madarak – pl. a gyurgyalagok (*Merops apiaster*) – is. A 6–8 cm átmérőjű, 50–60 cm hosszú fészekjáratok kikotort anyaga jelzi ezen szép madarak üregvájó munkájának és fészkének helyét.

Összegzés

A több éven keresztül előbb kvalitatív, majd kvantitatív módszerekkel végzett vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy tél végén, tavasz elején fagyváltozékony időszakokban, ill. az azt követő felmelegedések és talajszáradások következtében a pergési folyamat széleskörűen elterjedt mindenhol, ahol az erózió, vagy az ember meredek feltárásokat, falakat hozott létre, ahol a fagy, vagy az inszolációs hatásra leváló részecskéket a nehézségi erő a mélybe, a feltárás lábához tudja szállítani. Ezen mikrotömegmozgásos folyamat csak megfelelő, mintegy 15–25% nedvességtartományban intenzív, az alatt, vagy fölött sokkal mérsékeltebb.

A pergés gyakran nagyobb tömeg omlásával együtt is megjelenhet. Vizsgálataink során erre is szép számmal találhatunk példát, mint ahogy arra is, hogy a pergő felület magasabb térszínekről származó, hirtelen érkező eső, vagy hóolvadék vizektől csúszás, sárfolyás színterévé válik.

Megfigyeléseinket elsősorban lösszel fedett térszínen végeztük, de megítélésünk szerint a vizsgált mikrotömegmozgásos folyamat más, laza üledékekkel fedett felszíni sebhelyeken, bevágódásokban is bekövetkezhet. Éppen ezért pusztító munkájával szemben védekezni kell, pl. a veszélyeztetett meredek partfalakon megfelelő hajlásszögű rézsük kialakításával, azok kikövezésével, gyepesítésével, az aszókban lefolyó állandó,

vagy időszakos vízfolyások medrének rendezésével, energiájának lépcsőkkel történő megtörésével.

IRODALOM

- ÁDÁM L. 1967. Suvadásos formák a Tolnai-dombság löszös területein. – Földr. Ért. 16. pp. 133–150.
- ÁDÁM L.–MAROSI S.–SZILÁRD J. (szerk.) 1981. A Dunántúli-dombság (Dél-Dunántúl). – Akad. Kiadó, Bp. 704 p.
- BOROS L. 1977. A tokaji Nagy-hegy talajtakarójának pusztulása. – Egyetemi doktori disszertáció, Debrecen, Kézirat, 146 p.
- BOROS L. 1991. Jelenkori szoliflukciós folyamatok vizsgálata löszös térszíneken. – Kézirat, 11 p.
- BUTZER, K. W. 1986. A földfelszín formakincse. – Gondolat, Bp. 512 p.
- CHOLNOKY J. 1922. Néhány vonás az Erdélyi-medence földrajzi képéhez. – Földr. Közl. 46. pp. 107–122.
- CSORBA P. 1985. Tokaji löszön kialakult talajok és földes kopárok nedvességviszonyainak tér- és időbeli változása. – Földr. Ért. 34. 3. pp. 283–294.
- KERÉNYI A.–KOCSISNÉ HODOSI E. 1990. Löszpusztulási formák és folyamatok kvantitatív vizsgálata szőlőterületen. – Földr. Ért. 39. 1–4. pp. 29–53.
- LÁNGNÉ BUCZKÓ E. 1969. A csuszamlások genetikai típusai. – Földr. Ért. 18. pp. 241–245.
- PEJA GY. 1956a. Suvadástípusok a Bükk északi (harmadkori) előterében. – Földr. Közl. 4. pp. 217–240.
- PEJA GY. 1956b. Tektonikai eredetű morfológiai formák kialakulása a Sajó-völgy középső szakaszának környékén. – Földr. Közl. 4. pp. 366–380.
- PEJA GY. 1962. A csereháti tájak földrajzi képe. – Borsodi Földrajzi Évkönyv, Miskolc, pp. 7–31.
- PÉCSI M. 1971a. A földcsuszamlások főbb típusai. – Földr. Közl. 19. pp. 125–143.
- PÉCSI M. 1971b. Az 1970. évi dunaföldvári csuszamlás. – Földr. Ért. 20. pp. 233–238.
- PINCZÉS Z. 1960. A Zempléni-hegység déli részének természeti földrajza. – Kandidátusi disszertáció, Debrecen, Kézirat, 264 p.
- PINCZÉS, Z. 1975. Evaluation of the physico-geographical features of the upper reach of the Hernád-river. – Acta Geogr. Debr. Tom. XIII. pp. 81–104.
- PINCZÉS, Z.–BOROS, L. 1966a. Schneeschmelzerosion in den Tokajer Weingarten. – Acta Geogr. Debr. Tom. V. pp. 101–113.
- STEFANOVITS P. 1975. Talajtan. – Mezőgazd. Kiadó, Bp. 345 p.
- SZABÓ J. 1979. A Cserehát felszínfejlődésének fő vonásai. – Földr. Közl. 27. pp. 246–268.
- SZABÓ J. 1982a. Felszínfejlődési, geomorfológiai és természeti tájpotenciál-vizsgálatok a Cserehátan. – Kandidátusi értekezés, Debrecen, 192 p.
- SZABÓ J. 1982b. Gondolatok a csuszamlásos folyamatok általános jellemzéséhez, különös tekintettel az osztályozás kérdésére. – Acta Geogr. Debr. Tom. XX. pp. 83–114.
- SZABÓ J. 1985. Csuszamlásvizsgálatok a Cserehátan. – Földr. Ért. 34. 4. pp. 409–430.
- TÖVISSI, J. 1963. Alunecari de teren in regiunea comunei Magherani (Lejtőmozgás-formák Nyárádmagyarós község környékén). – Studia Universitatis Babeş-Bolyai, Kolozsvár, pp. 91–98.
- ZÁMBÓ, L. 1969. Untersuchung der Ausbildung von Löss-Schluchten am Beispiel des Hügellandes von Szekszárd. – Ann. Acta Geogr. Bp., pp. 185–202.

THE CONTRIBUTION OF A RAPID MICRO-SCALE MASS MOVEMENT TO THE EVOLUTION OF LOESS-MANTLED SLOPES

by L. Boros

S u m m a r y

Several years of field observations, measurements and then laboratory experiments under moderate circumstances were devoted to answer the question: under what condition the granular disintegration of loess (earth) takes place.

At first qualitative and then more quantitative methods were applied. More than 50 recipient vessels were placed under loess bluffs of various exposure in various seasons and the grain size distribution of the samples (Table 3), their moisture content (Table 2), as well as the spatial distribution, intensity and temporal features of the mass movement were investigated. The temperature and air humidity conditions favourable for disintegration were identified. The volume changes of loess due to warming up, the role of ice formation in disintegration and the triggering of movements were studied through theoretical calculations and laboratory measurements. Heat expansion of loess was calculated from the formula $\Delta V = V_0 \beta \Delta t$, where V_0 is the original volume of loess, Δt is temperature change, while β is heat expansion coefficient for loess ($\beta = 0.00053$).

The *cause of movement* in this case is also gravity, while its *triggering effect* is overdimensional slope formation as well as cryonival and insolation weathering. Two types have been identified: 1. earth (loess) disintegration due to cryonival influence (late winter, early spring), 2. due to desiccation (insolation). The former takes place when freeze-and-thaw alternations are frequent, while the latter preferably occurs after the frost period, due to spring warming or following the desiccation after summer rains. Cryonival processes are more effective in material transport than insolation-induced disintegration. The extent of material transport depends considerably on the height and exposure of the loess bluff formed by natural or man-induced processes (dry valley wall, sunken road, terrace, pseudoterrace etc.).

Although the geomorphic (constructive or destructive) influence of disintegration is limited to small surfaces (e.g. loess bluffs) and the amount of the detached, transported and accumulated material is relatively little, the significance of the resulting landforms (like accumulational debris fans, debris ridges) should not be underestimated, since they are common on loess surfaces dissected by erosion or man-induced processes. Preventive measures are advisable: optimal slopes can be designed, reinforced by stones, grassing, intermittent water-courses should be canalised and their energy reduced by building steps in their beds.

Translated by D. LÓCZY

Berényi István: Az alkalmazott szociálgeográfia elméleti és módszertani kérdései. — Földrajzi Tanulmányok 22., Akadémiai Kiadó, Bp. 1992. 165 old.

Bizonyosan sokszor hivatkozandó alapművet vehet a kezébe az olvasó. Két évtized rendszerezett munkájának gyümölcse ez a kötet, melyben BERÉNYI István értékeli a szociálgeográfia legjellemzőbb nemzetközi irányzatait, fejlődésének tendenciáit, lerakja a hazai kutatásához és alkalmazásához szükséges fogalomrendszere alapjait, majd esettanulmányokkal egészíti ki mondanivalóját.

A könyv egyszerre tartalmaz esszézerű eszmefuttatásokat, gondolatébresztő ábrákat, sémákat, szikár, de világos definíciókat és izgalmas példákat a szociálgeográfia lényegéről, a lokális társadalom különböző csoportjainak valamilyen szempontból specifikus települési cselekvési terveiről, azok jellegzetes megjelenéséről, megnyilvánulásairól. A szociálgeográfia tehát abban sajátos és új, hogy középpontjában az egyes társadalmi csoportok mindennapi élettevékenységének, alapfunkcióinak gyakorlásával kapcsolatos tér- és időbeli szabályszerűségeket tárja fel. E „térbeli csoportspecifikusság” tehát az a fő jellemző, ami a szociológiától és a társadalomföldrajztól egyaránt megkülönbözteti a szociálgeográfiát.