

## Válasz

**Dr. Jámber Áron**  
MTA doktora

### *Opponensi véleményére*

Köszönöm Dr. Jámber Áronnak az igen alapos, mindenre kiterjedő, építő szándékú bírálatát. Hálás vagyok, hogy az értekezés könyv-formájú kiadását javasolja, amelyhez részletes – minden elütést és nem teljesen megfelelő szóhasználatot is tartalmazó – javító megjegyzéseket tett. A tudományos eredményeket méltató szavak és gondolatok, valamint a tézisek egyértelmű megfogalmazásának kiemelései különösen pozitív érzéseket keltettek bennem.

A kritikai megjegyzésére az alábbiakban válaszolok. Válaszomban részletesen nem térek ki az elütésekre, elírásokra, észrevételeire (2, 3, 6, 7, 8, 9a, 10, 12, 18, 19, 20, 22, 23, 28), mert azokat a disszertáció könyvformában történő kiadásakor javítom. Ismét köszönöm a méltató megjegyzéseket (4, 5, 17, 24, 26, 30, 31, 33, 35, 38, 40, 42, 45).

### **Válaszok a bíráló kérdéseire megjegyzéseire**

*(dőlt betűkkel szedve szerepelnek a bírálatban leírtak, megfogalmazottak)*

*a) A beépített mészkövek mállásában a Szerző alulértékeli a defláció szerepét. A mész-ooidok kimozdításában a szélverésnek alkalmanként jelentős szerepe lehetett, és tovaszállításukat is gyakorta a szél végezhette el. (ez egyben válasz a 14., 27. és 43. megjegyzésre is)*

A defláció szerepét a geomorfológiában a felszínformák kialakulásánál főleg arid területeken igen jelentős folyamatnak tekintik (Cook et al. 1994, Bristow et al. 2009). Az épített környezetben megjelenő deflációs jelenségekkel – tudomásom szerint – részletesen még nem foglalkoztak. Azt érdemes megjegyezni, hogy a városi környezetben speciális széláramlási viszonyok alakulhatnak ki (pl. street canyon, Eliasson et al. 2006), amelyek a deflációs folyamatok modellezését lényegesen megnehezítik. A mész ooidok önálló szemcse formájában csak akkor jelentkeznek, ha már a szemcsék a jégkristályosodás, a hőtágulás, vagy a sókristályosodás feszítő hatására kiperegtek.

*b) A durva, de még a tömör mészkövek mállásában is komoly szerepe lehet alkalmanként a mohák, esetenként magasabb rendű növények gyökereinek a mikro hasadékok nyomásos és oldásos tágításával. (ez egyben válasz a 15. megjegyzésre is)*

Egyet értek, hogy a mészkövek mállásában a növényzetnek jelentős szerepe van. Ezt a kőanyagok mállását előidéző hatásokat bemutató fejezetben röviden be is mutattam (4. fejezet, 11. oldal) idézve Warscheid és Braams (2000) cikkét. Ez elsősorban a természetes környezetre igaz, de a városi klímán található épületeken is nyomon követhető. A disszertációban is jeleztem, hogy a legintenzívebb hatást a magasabb rendű növények gyökerei mellett a zuzmók fejtik ki (St. Clair és Seaward 2004). Ez a hatás a budapesti és a szennyezett városi környezetben korlátozottabban jelentkezik, mint a természetes területeken,

mert a légszennyezés hatására – például Budapest belvárosi részein is – zuzmómentes övezetek ún. „zuzmó sivatagok” alakultak ki. Ez azt jelenti, hogy a nagyobb felületen megjelenő növényzet (pl. zuzmók) hatásai itt nem olyan mértékűek, mint a természetes környezetben. A gyökerek feszítő hatását is már korán felismerték, az egyik legelső ilyen munkára (Schaffer 1932) a disszertációban is hivatkoztam. Azt is érdemes kiemelni, hogy a kőfelület élettartamára a moháknál alacsonyabb rendű növények hatása pozitív is lehet. Ismerünk olyan mikrobás filmeket, amelyek a kőfelületen védőréteget is képezve csökkentik a mállási hajlamot (Webster és May 2006).

*c) A durva mészkövek szemcséinek eltávolításában érdemi mértékben részt vesznek a közlekedés okozta gyakorta meg-megújuló mértékű rázkódások. (Ez egyben válasz a 13., 29., 32., 43. megjegyzésre is)*

Egyet értek Dr. Jámbor Áron megjegyzésével, hogy a forgalom és egyéb emberi tevékenység keltette rezgések hozzájárulnak a durva mészkövek szemcséinek eltávolításához. A probléma az, hogy ezeket a hatásokat nagyon nehéz mérni, és nyomon követni. A kérdéskörrel összefüggő további észrevétel, hogy a szemcsék kiperegéséhez a karbonátos cementanyag fellazítása, pl. mikro-repedések kialakulása is szükséges. Ezek kialakulásában a jég-kristályosodásnak, a hőtágulásnak és a sók hatásának van döntő szerepe. A rezgések hatása akkor tud érvényesülni, ha a közetanyag már „fellazult”. Összefoglalva úgy gondolom, hogy a szemcsék kiperegésének elsődleges kiváltó tényezői a jég, a hőingadozás, valamint a sók hatása.

*d) Helyesnek tartottam volna, hogy a Szerző a tömör mészköveknél a hasított– és a polírozott felszínek mállásának különbségeit is vizsgálat tárgyává teszi (ez egyben válasz a 39. megjegyzésre).*

Több, korábban megjelent kutatás eredményeit összefoglaló szakirodalom a kő felületi érdességének a mállási folyamatokban betöltött szerepét elsősorban laboratóriumi modellkísérletek eredményei alapján elemzi. A klímakamrában végzett mérések a felületi érdesség hatását a karbonátos kőfelületeken kialakuló ásványfázisok tekintetében vizsgálták, amihez a mintákat különböző sók hatásának tették ki (Urosevic et al. 2010). A jelen dolgozatban ilyen jellegű laboratóriumi kísérleteket nem végeztem, a hasított és polírozott felületek mállási különbségeit nem tanulmányoztam. Ilyen típusú mérések hosszabb távú kutatási terveimben szerepelnek. A dolgozatomban összefoglalt helyszíni megfigyelések, a mintavételezés és mintaelemzések során a nem polírozható durva mészkő és az édesvízi mészkő mállási különbségeire koncentráltam.

*e) Jó lett volna a mállási kéreg egyes rétegei eltérésének időbeli értékelését megkísérelni (ez egyben válasz a 25 és 44. megjegyzésre).*

A mállási kéreg egyes rétegeinek szöveti, ásványtani és geokémiai eltérést a 11.2. fejezet mutatja be. Az „anyagi” különbségek jól nyomon követhetők, de az egyes rétegek keletkezésének idejére – sajnos – pontos mérési adatsorok nem állnak rendelkezésemre. Közvetetten arra lehet következtetni, hogy az eltérő elemi/izotópos összetétel (LA-ICP-MS lézer ablációs-induktív csatolású plazma-emissziós tömegspektrometria) eltérő keletkezési időre utal. A mintákon az egyik leginkább azonosítható dátum az ólmozatlan benzin

bevezetése sem azonosítható, mert az ólom erősen mobilis fém, ami kéreg alsóbb zónáiba vándorol (114. o.). Az egyes, egymásra üledő porrétegek vizsgálatát angol kutatókkal közösen megkíséreltük, és jelentős összetételbeli különbséget tapasztaltunk (McAlister et al. 2006, 2008). Ezen adatokból sem tudunk a porrétegek képződési korára következtetni.

### *Kisebb megjegyzések*

*1. Nem az összes mészkövet mutatja be. (Hiányoznak a mecseki, villányi, Dunántúli-középhegység, Bükk, Szendrő, Uppony, Aggtelek–Rudabánya). Igaz, hogy csak a legelterjedtebbeket ígéri (3. old.).*

A legelterjedtebb és a műemlékekben leginkább megjelenő mészkőváltozatokat foglaltam össze a bevezetésben. A disszertáció későbbi fejezeteiben a többi, olyan mészkőváltozatot is bemutatom, amelyből készült műemlékeket vizsgáltam.

*9. Hiányolom a Lánchíd pilléreinek megemlítését (5. old.).*

A dolgozatban – terjedelmi korlátok miatt – csak azokat a fővárosi műemlékeket mutatom be, amelyeket legfontosabbnak véltem. Így kimaradt a Lánchíd, illetve további fővárosi műemlékek is mint például az Alagút kapuzata. A disszertáció könyv-jellegű megjelenéskor részletesebben kívánom bemutatni a fővárosi, mészkőből készült műemlékeket.

*11. Talán a travertinó jobban elfogadott.*

A műszaki földtanban (mérnökgeológiában), építőiparban a travertin kifejezés a gyakoribb, mivel az MSZ 18281 számú magyar szabvány Betonok, Habarcsok, Építési Anyagok c. kötet (294 o.) a forrásvízi mészkő szinonimájaként travertint (és nem travertinot) használ. A dolgozat témája a műszaki földtanhoz, az építőiparhoz kapcsolódik szorosan, emiatt dolgozatomban következetesen travertin kifejezést használtam.

*16 Az 5.2 táblázatban a TM (=tömör mészkő) megjelölést kevésnek érzem. Kor és formáció megadása is indokolt lenne*

Az 5.2. táblázatban a Bp7 mintánál a TM jelölés jura korú, tardosi vörös mészkövet jelöl, amely a „Pisznicei Mészkő Formációba” tartozik, míg a H5 minta az eocén „Szépvölgyi Mészkő Formációba” sorolható mészkő felületéről származik.

*21. Nem világos, hogy milyen oldat pH-ját határozták meg (28. old.).*

A megfogalmazás pontosítása szükséges: A porított minták vizes oldatának pH-ját határoztuk meg. A módszer részletesen a Török et al. (2011) publikációban olvasható.

*34. A fúrómagok mérete megállapíthatatlan (71. és 72. old.), aztán a 9.7. ábrán (76. old.) látható, hogy kb. 3 cm, de a 9.8. ábrán (77. old.) látható, hogy 1 cm. Mi az igaz?*

A fúrómagok 3,8 cm átmérőjűek (9.2. és 9.7. ábra), a 9.8. ábrán a bemutatott lépték 2 cm.

36. A 10.2. ábráról hiányzik a méret! (88. old.).

A 10.2. ábra bal oldalán, a fekete gömbös kéreg határánál – elég nehezen kivehetően – léptékként egy ujj szerepel.

41. Mit jelent az átmeneti fémek? (113. old.).

A dolgozatban átmeneti fémként, hasonlóan a nemzetközi osztályozáshoz, azokat az elemeket tekintetem, amelyeknek betöltetlen „d-pályái” vannak. A nemzetközi osztályozás konkrétan a 21-40-es rendszámú (Sc-Zn), a 39-48-as rendszámú (Y-Cd) és a 71-80-as rendszámú (Lu-Hg) elemeket sorolja ide. McAlister et al. (2008) publikációban ismertetett kutatásban a kőzetfelületre ülepedő porból átmeneti fémeket mutattunk ki, és elemeztük ezen fémek kőzetmállásban betöltött katalitikus szerepét.

Végül ismét kifejezem köszönetem Dr. Jámber Áronnak pozitív és előre mutató bírálatáért. Köszönöm, hogy javasolja a dolgozat elfogadását és az MTA doktora tudományos minősítés megítélését.

## **Idézett irodalom**

- Bristow, C.S., Drake, N., Armitage, S. 2009. Deflation in the dustiest place on Earth: The Bodélé Depression, Chad. *Geomorphology*, 105, 50–58.
- Cook, R.U., Warren, A., Goudie, A.S. 1994. *Desert geomorphology*. UCL Press, London, 526p.
- Eliasson I., Offerle, B., Grimmond, C.S.B., Lindqvist, S. 2006. Wind fields and turbulence statistics in an urban street canyon. *Atmospheric Environment*, 40, 1–16
- McAlister, J.J., Smith, B.J., Török Á. 2006. Element partitioning and potential mobility within surface dusts on buildings in a polluted urban environment, Budapest. *Atmospheric Environment*, 40, 6780–6790.
- McAlister, J.J., Smith, B.J., Török Á. 2008. Transition metals and water-soluble ions in deposits on a building and their potential catalysis of stone decay. *Atmospheric Environment*, 42, 7657–7668.
- McAlister, J.J., Smith, B.J., Török Á. 2008. Transition metals and water-soluble ions in deposits on a building and their potential catalysis of stone decay. *Atmospheric Environment*, 42, 7657–7668.
- Schaffer, R.J. 1932. *The weathering of natural building stones*. His Majesty's Stationary Office, London, 149p.
- St. Clair, L., Seaward, M. 2004. Biodeterioration of rock substrate by lichens: progress and problems. In: St. Clair, L., Seaward, M. (eds) *Biodeterioration of Stone Surfaces*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1–8.
- Török Á., Licha, T., Simon, K., Siegesmund, S. 2011. Urban and rural limestone weathering; the contribution of dust to black crust formation. *Environmental Earth Sciences*, 63, 675–693.

- Urosevic, M., Sebastián-Pardo E., Cardell, C. 2010. Rough and polished travertine building stone decay evaluated by a marine aerosol ageing test. *Construction and Building Materials*, 24, 1438–1448.
- Warscheid, T., Braams, J. 2000. Biodeterioration of stone: a review. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 46, 343–368.
- Webster, A., May, E. 2006. Bioremediation of weathered-building stone surfaces. *Trends in Biotechnology*, 24, 255–260.

Budapest, 2013. február 2.

Török Ákos