

Opponensi vélemény

Török Ákos: „*Mészke műemlékek kőanyagának mállása*” c. akadémiai doktori értekezéséről

Általános megjegyzések

Török Ákos, geológusként, nemcsak saját szorosan vett szakterületén, hanem a műszaki tudományok művelőinek körében is általánosan elismert személyiség. Eredetileg karbonát-szedimentológusként indult, s az Alma Materben elsajátított tudását a karbonát-szedimentológia Mekkájának számító Readingben (U.K.) tökéletesítette, majd számos új felismeréssel gazdagította a hazai „kagylómészke” előfordulásokra vonatkozó ismereteinket. Miután a Budapesti Műszaki Egyetem Építőanyagok és Mérnökgeológia tanszékére került, felismerte, hogy a továbbiakban a jövő műszaki értelmiségének nevelése is feladatai közé fog tartozni, ezért igyekezett a mérnöki gyakorlathoz közvetlenebbül kapcsolódó kutatási témát választani magának. Egyidejűleg nagy lelkesedéssel és elhivatottsággal látott hozzá a geológiát a mérnökhallgatók számára vonzóan bemutató tananyagok összeállításához. Törekvéseiben segítettek a Tanszék Schafarzik Ferencig, Papp Ferencig visszanyúló hagyományai és a geológiát a műszaki tudományokkal ötvöző atmoszféra amelyet senior kollégái Kertész Pál, Gálos Miklós és Kleb Béla biztosítottak körülötte. Évtizedekig tartott, míg tananyagaiból tankönyv is született, de érdemes volt kívánni mert a Geológia mérnököknek c. kötet minden szempontból megfelel a mérnöki igényeknek.

Az „első szerelem – örök szerelem” jegyében fő kutatási témaként végülis a karbonátos kőzetekből épült műemlékek kőanyagának mállását választotta. Eredményeinek összefoglalása a jelen disszertáció. A kutatás során kitűnően tudta hasznosítani karbonátszedimentológiai, ásványtani, geokémiai ismereteit és ezeket szerencsésen volt képes ötvözni a mérnökgeológia számára elengedhetetlenül fontos műszaki megfontolásokkal valamint a kőfelhasználást, kőkonzerválást szolgáló változatos terepi és laboratóriumi mérési módszerekkel. Nagy segítségére voltak széleskörű külföldi kapcsolatai, melyek lehetővé tették, hogy a hazai műemlékekre vonatkozó adatait/eredményeit a jelentős és jól tanulmányozott külföldi műemlékek hasonló adataival vethesse össze.

Meggyőződésem, hogy a dolgozat, a geológia, a műszaki tudományok és a környezettudomány határmezsgyéjén egyensúlyozva, azért tudott kiemelkedő eredményekkel előállni, mert szerzőjének megközelítése mindvégig az integráltan gondolkozó geológus oknyomozó megközelítése maradt.

Részletes értékelés

Témaválasztás

A napjainkban zajló környezetváltozás, a légkör antropogén eredetű szennyeződése, a savas esők, a városi por egyre nagyobb veszélyt jelentenek az építőanyagok, kiemelten a mészkő anyagú építőelemek, s az ezekből épült műemlék épületek, valamint a mészkőből készült díszítő faragványok, köztéri szobrok számára. Noha a probléma nem mai keletű, orvoslása egyre nagyobb erőfeszítéseket, egyre jelentősebb költségfordítást igényel. A megoldások optimalizálásához elengedhetetlen a kőanyag és a városi atmoszféra kölcsönhatására vonatkozó tudományos ismeretek gyarapítása. A Jelölt nem kisebb feladatra vállalkozott, mint

ezen ismeretek összegyűjtése, új adatokkal való kiegészítése, tudományos igényű osztályozása, valamint az észlelt jelenségekért felelős folyamatok részleteinek megértése/feltárása.

Megállapíthatjuk tehát, hogy a témaválasztás időszerű, s bár mind a nemzetközi, mind a hazai építőanyag-tudományban és műemlékvédelemben számos előzménye van, a dolgozat jelen formájában hézagpótló szerepet tölt be.

A dolgozatról általában

A 135 számozott oldalból álló kötetet 87 szép kiállítású ábra ill. fotográfia, valamint 32 táblázat illusztrálja. A tiszteletet parancsoló irodalomjegyzék 14 oldalon 250 tételt sorol fel, melyekből 42 a Jelölt saját (egyéni, vagy első-szerzős) munkája.

A mű szerkezete világos, áttekinthető, arányos, az áttekinthetőséget jól szolgálja a tipográfia.

A *Bevezetés*-ben ismerteti a célkitűzést, indokolja, hogy a „kőanyagok mállása” témakörben miért éppen a mészkövekre koncentrál, majd röviden összefoglalja a téma szakirodalmát.

A 2. fejezetben (*Műemlékek*) a vizsgált hazai és az összehasonlításához használt németországi műemlékeket mutatja be.

A 3.- fejezetben (*Módszerek*) a módszereket sorolja fel, majd a 4. fejezetben (*Eredmények és értékelésük*) rátér az eredmények ismertetésére.

Az első három fejezet terjedelme összesen 27 oldal, a saját eredményeket, gazdag illusztrációs anyaggal, 85 oldalon ismerteti. Az egyes vizsgált műemlékeknek szentelt alfejezetek felépítése egységes, a megfigyelések és az értelmezés egyértelműen elkülönülnek egymástól. A fotók és táblázatok dokumentatív értéke kiemelkedő.

Az utolsó fejezet (*Új tudományos eredmények*) négy oldalban logikus csoportosításban sorolja fel az új tudományos eredményeket. A dolgozatot köszönetnyilvánítás és a már említett irodalomjegyzék zárja.

Stílusa általában világos jól érthető, sajtóhibát alig találtam a szövegben, akadt azonban néhány magyartalan mondat (nem mindig tartja be az alany, állítmány, bővítmények sorrendet s előfordul, hogy hiányos a központosítás). Ezekkel kapcsolatos észrevételeimet a szöveg közé bejegyeztem.

Irodalomkezelés

A szakirodalom áttekintése és értékelése jól összefogott, minden esetben a lényegre szorítkozik. A téma érdemi hazai és külföldi irodalmát csaknem hiánytalanul felvonultatja. Hivatkozásai korrektek, pontosak. Talán egyetlen hiányossága van: láthatólag kísérletet sem tett arra, hogy a műemlékvédelem és általában az építőanyagok geológiája témakörben, kéziratok jelentések formájában, különféle intézményeknél lappangó értékeket felderítse. Minden bizonnyal ennek tudható be, hogy a hazai kőanyagok mállásával foglalkozó kutatások történeti áttekintéséből dr Oravecz János (ELTE) és dr Horváth Zoltán (GKI, majd később Műemlékvédelmi Hivatal) munkái kimaradtak.

Vizsgálati módszerek

Az alkalmazott módszerek messzemenőleg kielégítik a legkorszerűbb nemzetközi gyakorlat kívánalmait. A terepi méréseket szisztematikusan, a szakirodalom és a saját tapasztalatai alapján megfogalmazott mállási kategóriák jellemzésére koncentrálnak végezve. Hazánkban elsőként alkalmazta épületeken a mikrofúrás ellenállás mérést. A kőfelületek hőmérsékletének napszakos változását többszöri mérésekből összeállított sorozat-adatokkal dokumentálta.

Laboratóriumi méréseihez a háttér részben a BME saját laborkapacitása, valamint a Göttingeni Egyetemmel, ill. kisebb részben az ELTÉ-vel folytatott együttműködése biztosította.

Részletes tartalmi megjegyzések a dolgozathoz

8. old.: Az „édesvízi mészkő” szinonimájaként „travertin”-t ír. Úgy gondolom, ha már átveszünk egy idegen kifejezést, azt célszerű abból a nyelvből adaptálni, amely nyelven a kifejezés megszületett. Az édesvízi mészkő klasszikus előfordulása az olaszországi Tivoli, a lelőhelyről származó forrásvízi mészkövet a rómaiak Tivoli antik neve után *Lapis Tiburtinus* néven emlegették, ebből lett az olasz *travertino*. A képződményt a német és az angolszász irodalom emlegeti *travertine* – a Jelölt által magyarítva *travertin* – néven. Számomra magyarul következetesebbnek tűnne a *travertino* kifejezés használata. Megjegyzem az „édesvízi mészkő” és a *travertino* annyiban nem szinonimák, hogy bár minden *travertino* egyben édesvízi mészkő, nem minden édesvízi mészkő minősül *travertino*-nak (a legújabb szakirodalom – pl. Alonso-Zarza 2010 - határozottan elkülöníti a *travertinot* a mésztufától és egyéb pl. palusztin/lakusztin karbonát-üledékektől. Eszerint tehát – amikor szükséges a pontosítás – ajánlatos az *édesvízi mészkő* kifejezés helyett, magyar szövegkörnyezetben is a *travertino*-t használni.

9. oldal alján: „expozíciós idő” helyett magyarul lehetett volna „kitettséget” használni.

15. old. 5.3. táblázat (*Magyarországi helyszínek klíma- és légszennyezettségi adatai*): Informatív lett volna feltüntetni a táblázatban a fagyos napok számát is, hiszen köztudott, hogy a fagyási-olvadási ciklusok száma jelentősen befolyásolhatja a kőanyag romlását (pl. Ondrasina et al. 2002). Erre egyébként később, a 9.5. fejezetben („Értékelés”), a 84. oldalon kitér: megemlíti, hogy a kérgek leválását a fagyás-olvadási ciklusok száma (is) befolyásolja, de e kijelentésnek ily módon nincs előzménye.

18. old. 5.4. ábra. A budapesti levegő szennyezettségét szemléltető két térképet Moingl et al. (Főv. Levegőtisztasági Kft.) 1991-es kéziratos jelentése alapján mutatja be. Jó lett volna talán, ha – legalább összehasonlítási céllal - az Országos Meteorológiai Szolgálatnál jelenleg is folyó levegőszennyezettségi kutatások (Labancz Krisztina, Ferenczi Zita) eredményeit is figyelembe veszi.

44-47. old. Érdekes lett volna, ha a Citadella falát alkotó kövek felmérése alapján készített állapot-térképet módszertanilag összeveti pl. a Fitzner et al. által a kairói El-Merdani mecset faláról publikált (az övéhez nagyon hasonló) térképeivel (Fitzner et al. 2002) és kiemeli, hogy a kairói esettanulmányhoz használt kategorizálástól mennyiben tért el az általa, a klimatikusan alapvetően különböző helyzetben lévő Citadellára adaptált kategorizálás.

55-63. old (8.5. fejezet) A dolgozat egyik legértékesebb része a mállási kéreg részletes ásványtani/mikromorfológiai vizsgálata, a mállás során keletkező gipsz szerepének taglalása és annak feltárása, hogy a mállási kéreg, – amíg le nem válik – , bár esztétikailag „rombol” , a fizikai tulajdonságokat tekintve, lényegében védi, erősíti a kőanyagot.

Kérdésem: Nem végzett-e (esetleg szeparált/mosott mintákon) olyan vizsgálatokat, amelyek a kéreg valamelyikében, a gipsz mellett esetleg dolomit jelenlétét is igazolhatták volna? Mint tudjuk a gipsz mellett a dolomit kimutatása röntgendiffrakcióval nem lehetséges, de ha a gipszet eltávolítjuk, megjelenhet a dolomit csúcsa. Rodriguez-Navarro és szerzőtársai (1997) a spanyolországi Jaen-i katedrális kőanyagának vizsgálatakor autigén dolomitot mutattak ki a mállási kéregben. Mg- forrásként szélfújta detritális dolomit port, ill. a városi környezet fém-tartalmú porszennyeződését jelölték meg. Kíváncsi lennék ezzel kapcsolatos véleményére.

68. old. A Citadellán végzett megfigyelésekből arra következtet, hogy azt, hogy a kövek felszínét borító kéreg leválásában a gipszkristályosodás, a jég, vagy egyszerűen a hőtágulás játssza a fő szerepet, azt elsősorban a kéreg vastagsága és vízáteresztő képessége szabja meg. Jó lett volna, ha itt egy kissé bővebben kifejti, hogy a feltételezett összefüggésben pl. a kéregvastagságnak mi a pontos szerepe!

69. old. 2. bekezdés 3. és 4. mondata: Lehet, hogy csak a fogalmazás teszi, de nem világos, miért jellemzőek „az anyagvesztéssel járó mechanikai formák a falfelület (csak?) közel harmadára”. A következő (4.) mondatban csupán arra ad magyarázatot, hogy ezeken a felületeken a por miért nem tapad meg, de az anyagvesztéses jelenség lokalizációjának okáról nem beszél.

5. bekezdés: Felhívja a figyelmet arra, hogy a gipsz a fehér mállási kéreg esetében alul dúsul, míg a fekete kéreg esetében éppen az alsó részeken van belőle kevesebb. A jelenség magyarázatával adós marad!

71.old. 9.2. ábra: Hiányzik a méretarány!

80.old.: A 9.4. fejezet („*Mállási formák mikroszerkezete és ásványtani összetétele*”) elején, a 9.15. ábrával illusztrált jelenség érdekes hasonlóságot mutat egy a karbonátszedimentológiából ismert természetes jelenséggel, a kalkrét-képződéssel, ill. annak termékeivel (laminált kalkrét, pedogén mikritesedés stb). Szívesen venném, ha a Jelölt erről a feltűnő hasonlatosságról kifejtené a véleményét!

81. old. a lap tetején: Fenti gondolatmenet folytatásaként jelzem, hogy a kéreg felrepedezésének részfolyamatai is kitűnően analogizálhatók a karbonát szubsztrátumon kialakult meszes talajok felszínén megfigyelhető kalkrét-kéreg feltöredezésével és az un. kalkrét-breccsák létrejöttével.

83. old. Érdekes és a kőanyagok romlásának tanulmányozásában előremutató gondolat az ultrahang-terjedési sebesség és a mikrofúrási ellenállás-értékek felhasználása a különböző közettípusok mállottsági fokának minősítésében.

Ugyanezen az oldalon lejjebb: Jó megfigyelés, hogy a különböző kéreg különböző vízfelvételi tulajdonságokkal rendelkeznek.

87. old. 10.2. („Mállási formák”) Az édesvízi mészkő mállási formái között kiemelten szól a kőzetfelület visszaoldódásáról, a mikrokarsztosodásról. Kérdésem: Mi a mélyebb oka annak, hogy a szármata durvamészkő esetében ugyanez a folyamat vagy nem érhető tetten, vagy esetleg másként jelentkezik?

95.old.: „Terepi megfigyelések” említése helyett talán szerencsésebb lenne ebben az összefüggésben az épületeken végzett „helyszíni megfigyelések”-ről beszélni.

Lejjebb: Igen jó megfigyelésnek tartom, hogy a kéregleválás esetén az édesvízi mészkő kevésbé pusztul, mint a durvamésző, mivel, a durvamészővel szemben, az édesvízi mészkő esetében a kéreggel együtt nem válik le magából a kőzetből is egy darab.

96. old. Felhívja a figyelmet rá, hogy az édesvízi mészkő felületére ülepedett por S-izotóp aránya jelentősen eltolódik a nehezebb izotóp javára (+13,8‰) és a kéreg S-izotóp arányát a por és a könnyebb izotópban gazdagabb csapadékvíz kölcsönhatásának tulajdonítja, nem ad azonban választ arra, miből eredhet a légköri por-szennyezés anomális S-izotóp összetétele.

112.old. alján: A gipsztartalom egyik lehetséges forrásaként az Észak-Afrikából származó por-szennyezést is megemlíti. Demonstratív lett volna, ha itt röviden kitér azokra a meteorológiai körülményekre, amelyeknek összejátszása – bizonyos esetekben - az afrikai por jelenlétét eredményezi (itt ld. ismét a 18. old 5.4. ábrája kapcsán tett megjegyzéseme!)

113. old. Igen jó a légköri por és a gipszképződés összefüggéseit tárgyaló rész és a kőzetfelület „emlékező képességének” hangsúlyozása, mert ezzel felhívja a figyelmet a szennyezések hosszú távú hatásaira.

A tézisekről

A tézisek jó átfogó képet adnak a dolgozatban foglalt új tudományos eredményekről. A négy logikusan összetartozó csoportba sorolt, összesen 12 tézis mindegyike új, vagy újszerű megfigyeléseket, mérési adatokat összegez. Minden tézis után, megjelennek az adott tézis anyagát tartalmazó publikációk, melyek jelentős része rangos külföldi szakfolyóiratokban jelent meg. A téziseket elfogadom, mindössze a „B” téziscsoport B1 és B2 téziseit javasolnám egyetlen tézissé összevonni, hiszen lényegileg ugyanarról (a kőanyag és a kéreg ellenállóképességének alakulásáról) van bennük szó, csak egyik a szilárdság, a másik a porozitás felől közelíti meg ugyanazt a jelenséget.

Összefoglalásként megállapítom, hogy Török Ákos az értekezésben összefoglalt kutatási eredményeinek tanúsága szerint a saját maga elé kitűzött célt elérte:

A mészkőből épült műemlékek kőanyagának a városi atmoszférával való kölcsönhatására vonatkozó tudományos ismereteinket jelentősen gyarapította. A korábbi adatokat összegyűjtötte, rendszerezte és tudományos igényű, szisztematikus méréseivel gazdagította. Az adatok értelmezése során a geológus oknyomozó gondolatmenetét optimális arányban vegyítette gyakorlati felhasználás szempontjait szem előtt tartó mérnöki megközelítéssel. Munkája minden bizonnyal hosszú időre hasznos forrásmunkaként fog szolgálni mind az építőmérnökök, mind a műemlékvédelemmel foglalkozó szakemberek számára. Vizsgálatai számos olyan, a kőzet-felszín és az atmoszféra között tetten érhető részfolyamatra hívták fel a

figyelmet, amelyek a földtörténeti múlt hasonló jelenségeivel foglalkozó geológusok számára is jó recens analógiaként szolgálhatnak.

Az értekezésben foglalt tudományos eredményeket az MTA doktori cím megszerzéséhez elegendőnek tartom és a nyilvános védés kitűzését javaslom.

Budapest, 2012. december 3.

Mindszenty Andrea
geológus, egyetemi tanár
az MTA doktora