

Bírálat
Kereszturi Ákos
Földtudományi módszerekkel a Földön kívüli víz nyomában
című MTA doktori értekezéséről

Kereszturi Ákos az MTA doktora címért benyújtott dolgozatát a Mars kutatásának egyik legizgalmasabb aspektusáról, a víz történetéről és jelenkori előfordulásáról írta. Kutatásainak megfigyelési alapjai az utóbbi évek legjobb felbontású képalkotó és spektrális megfigyelő Marszondái. Az adatok alapján olyan marsi területek átfogó, térinformatikai-fizikai kémiai-klimatológiai stb. kérdések mentén kijelölt komplex vizsgálatát végezte el, amelyről a szakirodalomban nem készült korábbi tanulmány, vagy a vizsgált területeket csak egy-egy aspektusból és felületesen érintették. A felhasznált szoftveres arzenál a vizsgálatok átfogásához illeszkedően rendkívül széles körű – a célszoftverek csak vázlatos felsorolása is az értekezés egy oldalát teszi ki. Kereszturi Ákos az adatforrásokat és a szoftveres adottságokat valóban mesterei szinten kezeli. A vizsgálatok “vivőfrekvenciája” mégis az átfogó geológiai-planetológiai szemlélet, az egyedi megfigyeléseket és konklúziókat mindig és végsősoron a Mars bolygó, mint egységes rendszer szempontjából értelmezi. Az egységes megértésre törekvés dokumentuma a dolgozat rajzanyaga is, amely a bemutatott képeken látható jelenségek geológiai-planetológiai értelmezésének kiváló alátámasztása.

Az elmúlt évtizedekben tág határok között mozgott a Marson alaha, vagy jelenleg megtalálható víz mennyiségére vonatkozó mainstream és alternatív becslések értéke, és arról is különböző elképzelések jelentek meg, hogy hol lenne a vízraktár megtalálható. Ma már közvetlenül is vizsgálható – mint ahogy a dolgozat is beszámol róla – a marstalaj felső részének víztartalma, illetve ennek időszakos változása, akár a szélességi körök függvényében is. A megfigyelési anyag egyik kiemelt kérdése, sőt már a Mars-kutató műszerek megtervezésénél is az egyik kiemelt szempont a vizes területek vizsgálata. Az elmúlt évtizedekben összegyűlt mérési ezért anyag nagyban árnyalta vagy épp felülírta a korábbi elképzeléseket – ezért fontos és különösen időszerű, hogy a Mars hidrológiájának poharába öntsünk ... friss vizet, némi képzavarral élve.

A dolgozat, kitérő céljának megfelelően, a kiszemelt területek részletes morfológiai leírását adja, a legtöbb vizsgált területen elsőként ilyen részletességgel. A dolgozat első felében a víz történeti kutatását alapvetően kétféle kormeghatározással alapozza meg: a víz felszínalakító munkájával összefüggésbe hozható területek korszakolását – a területek kiterjedésétől függően – kráterstatisztikákkal, illetve tektonikus alakzatok vizsgálatával végezte el. A kormeghatározás pontosságát – ami általában inkább nagyságrendi/minimális jellegű a folyamatos felszínalakulások miatt – részletesen és jól érthetően írja le. A dolgozat második részében a dűnefoltok és az ezekhez kapcsolódó folyási jelenségek bemutatása és értékelése áll, kimerítő mennyiségű példával illusztrálva; illetve foglalkozik a pólussapkák CO₂ jegének olvadása után megmaradó víz vizsgálatával is. A dolgozat a záró részben – szerkezeti szempontból kiválóan felépítve – az Atacama sivatagban megfigyelt néhány analógiát mutat be, amelyeket a korábban tárgyalt marsi vizsgálatokkal állít szembe, mintegy a hitelesség bélyegét ütve az értekezésre.

Az értekezés leírt anyaga kiváló összefoglalása annak az értékes munkának, amit Kereszturi Ákos – a köszönetnyilvánításban említett munkatársaival együtt – a Mars megismerésének érdekében kifejtett. Javasolom a nyilvános védés kitűzését, mivel a doktori műben tárgyalt eredmények alkalmasak az MTA doktora cím elnyeréséhez.

A dolgozatban hullámzó mértékben találhatunk elírásokat, ezek száma néhol zavaróan sok (pl. Bevezetés vége felé), néhány elírás oda nem illően humoros hatást kelt, és néha szintaktikailag is hibás fogalmazás fordul elő (pl. a 7. tézispontban). A 6.2. ábrán szereplő kivágások az ábra felirata szerint "Fig 2" ábrán láthatók kinagyítva, a dolgozatban a 6.2 ábrán látjuk ezeket. Szerencsés lett volna az ábrát vagy újra elkészíteni, vagy legalább valamilyen módon jelezni a dolgozat ábraanyagára vonatkozó számozást. Ezek az értekezés megítélését érdemben nem befolyásolják.

Nagyobb hiányosságnak érzem, hogy a fogalmak és folyamatok között akad olyan, amit explicit módon (pl. a Bevezetésben taglalva) vagy legalább implicit módon (mint a dűnék stoss és lee oldalai esetében ez megtörténik, helyesen) szerencsés lett volna megmagyarázni. Ezek a geofizikában általánosan ismert fogalmak, de az átfogóbb háttér és a bővebb bevezetés a dolgozat megértését mindenképpen interdiszciplinárisabbá teszi.

Kérem ezért, hogy a védésen mutassa be a:

- Hadley-cella kialakulását és szerkezetét a Földön és a Marson;
- A dolgozatban bemutatott rózsadiagramok szerkezetét és olvasásának módját;
- Illetve azt, hogy a marsi klatrátok lebomlásának említésénél milyen szerkezetű klatrátok lebomlására gondolt, milyen folyamatban.

- A 15. oldalon írt albedómeghatározási módszer hibáját valamilyen forrás alapján becsüli ("néhány % lehet") és a lehetséges hibaforrásokról a felszín szerkezetét érintő faktorok tekintetében részletesen beszámol. A kérdéses geometriai albedó a visszaszórás adott geometriájú mértékét írja le, függ a fényforrás, a megfigyelő és a megvilágított sík kölcsönös geometriájától. Ahol légkör van (pl. a Marson), ott a megvilágítás nem is egyetlen fényforrás, hanem egy inhomogén felület, és napszaktól függ a pontos fényeloszlás. Mindenképpen bonyolult viselkedésű mennyiségről van tehát szó; ha végzett azonos területeken különböző megvilágítás mellett méréseket, érdemes lenne ezeket is összevetni, és az albedó hibája meghatározásánál bemutatni; vagy ezekkel foglalkozó szakirodalomból idézni eredményeket (elég általános és fontos kérdéskör ahhoz, hogy sok helyen megtalálható legyen a tárgyalása).

További kérdéseim az értekezéshez kapcsolódóan:

- A 3.9. ábrán látható "erodált völgyszakaszok" ránézésre akár széleróziós folyamatok is lehetnek. Vannak további érvek ezeknek az erodált formáknak a vizes eredete mellett?

- A 3.12. ábrán a 3,5 Ga izokrón talán 1,5 Ga elírása? Ez az izokrón az ábrán az 1 Ga és a 4 Ga között középen, vagy attól inkább a fiatal irányban látható. Az ábra alatt olvasható "távlati kutatási lehetőségekkel" kapcsolatos kérdésem, hogy a Mars mely területein lenne célszerű olyan területeket keresni, ahol a kráterstatisztika pontosabb/önkonzisztensebb kormeghatározást tesz lehetővé?

- A 4.3. ábrán azt látjuk, hogy a völgyfenék folyásirányban, a 20-57. km szakasz között mintegy 100 métert emelkedik. Ha az MV valóban vízfolyás volt, feltételezhető, hogy a völgyfenék a vizes időszakban végig lejtett? Ha igen, milyen hatások miatt változhattak meg a magasságviszonyok mára?

- A 2. tézispont konklúzióinak olvasása közben ellentmondást érzek az alábbi megállapítások között:

“A lejtők stabilitása kevésbé ismert a Marson, de elméletileg várható, hogy a kráterek élettartama a lejtőkön rövidebb, mint a közel vízszintes felszíneken.” vs. “A részben elpusztult kráterek hiánya a lejtők stabilitására utal a térségben.” és “Torzult kráterek azonban gyakorlatilag nem mutatkoztak a törmeléklejtőkön, ezért valószínűsíthető, hogy a becsült kor nagyságrendileg releváns.” Az MV völgyfal törmeléklejtőjének valószínűsített fiatal kora a terület jelentős és folyamatos eróziójára utal, hiszen nem életszerű, hogy a vízfolyás lejtője eredendően recens képződmény volna. Ennek tükrében sem a lejtő stabilitását, sem a becsült kor nagyságrendi relevanciáját – legalábbis a kialakulást tekintve nem, a felszínformálást tekintve nyilván igen – nem érzem helytállóknak. Kérem, kommentálja ezt az észrevételt.

- Az 5.6. ábrán bemutatott kráterszámok “jól viselkednek”, meglepően pontosan követi az eloszlás az izokronokat. Különösen a korábbi tézispontokkal kapcsolatban bemutatott, folyóvölgy-környéki területek esetében látható nagy “szétszéledéshez” képest meglepően jó itt az illeszkedés. Kérem, mutassa be az eltérés lehetséges okait.

- A dűnefoltokkal kapcsolatos folyási jelenségek értelmezésénél azt látjuk, hogy mindig a dűnék kiemelkedő részéről, “gerincéről” indulnak el a folyási jelenségek; az oldalakon ezek nem jellemzőek. Itt a folyadék utánpótlásával kapcsolatos kérdés merül fel, hiszen az egyszer lefolyt anyag többé nem található meg a dűnék felső részein. Ezek a folyások időszaki jelenségek lennének tehát, amelyek kimerülnek idővel; vagy valamilyen folyamat a víz utánpótlásaként működik a kiemelkedések tetején?

A fenti kérdések az eredmények interdiszciplinárisabb közlésével kapcsolatosak, az eredmények érvényességét és jelentőségét nem érintik. A disszertáció alapján egyértelműen megítélhető Kereszuri Ákos jelentős szerepe Mars vizsgálatában. Ezek alapján támogatom az MTA doktora cím megítélését.

Seattle, 2023. 03. 03.

Szabó M. Gyula