

## **A Mars ventifaktjai**

SCHWEITZER FERENC<sup>1</sup>

### **Abstract**

### **Ventifacts on Mars**

Ventifacts (dreikanter) on Earth are individual rocks a few centimeters in size that have been shaped by wind erosion. On Mars images taken by Spirit they can be observed 20° south of Equator, in an arid environment. The best example is “Adirondack”, a ventifact ca 40 cm in size with 3–4 side planes, faceted by grains, transported by persistent winds of variable velocity, and ending with tapered profiles. Traces of pitting on ventifacts carved from less resistant rocks by hard grains are common in arid regions of Earth.

On Mars images the ventifacts surfaces are formed by dark brown or black desert crust presumably of ferrous and manganese origin. On Earth they represent 2–5 mm thick desert crust, the formation of which is conceived only in the presence of moisture.

Superimposing the dark crust on Mars rocks there is desert varnish. Material of the latter generally is associated with blue-green algae which support life even in most extreme conditions, at least on Earth.

### **Bevezetés**

Amióta Christiaan HUYGENS elkészítette híres rajzait a Marson látható geomorfológiai alakzatokról, továbbá Giovanni Virgino SCHIAPARELLI csatornarendszereket vélt felfedezni a bolygó felszínén, majd később Percival LOWELL már a marsi öntőcsatornák „bizonyítékait” is bemutatta, több mint kétszáz év telt el. A tudomány számára azonban csak most kezdenek feltárulni a Mars igazi titkai, amihez főként a Mariner, a Viking és a Mars szondák járultak hozzá. Az 1970-es évek derekára az összegyűlt kutatási eredmények bizonyítékai végleg eloszlatták a marsi termőföldek és csatornák létezésének legendáját.

A Mars kisebb, mint a Föld. Átmérője 6794 km, a marsi nap hossza 24 óra 37 perc, az év hossza 687 nap, azaz valamivel kisebb, mint a Földé. Átlagos felszíni hőmérséklete –65 °C. Légkörenek 95%-át CO<sub>2</sub>, 3%-át pedig N alkotja.

A bolygó korát 4,5 milliárd évre datálják. Mai felszíne néhány millió év alatt alakulhatott ki, egyes felszíni formái viszont egész fiatalok, néhány tízezer évesek is lehetnek. A bolygó felszínén a makro- és mikro-geomorfológiai formák szerint nagy valószínűség alapján létezik vagy létezett kezdetleges élet: vannak fagyott vízjégre és kötött vízre utaló jelenségek és jelek a már eddig is feltételezett folyóvölgyek és más vízhez kötődő geomorfológiai formák mellett.

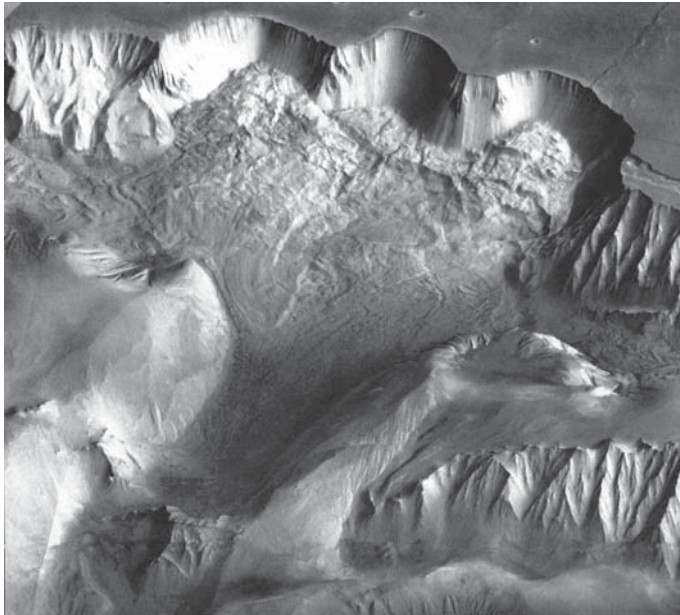
---

<sup>1</sup>MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, H-1112 Budapest, Budaörsi út 45. E-mail: schweift@mtafki.hu

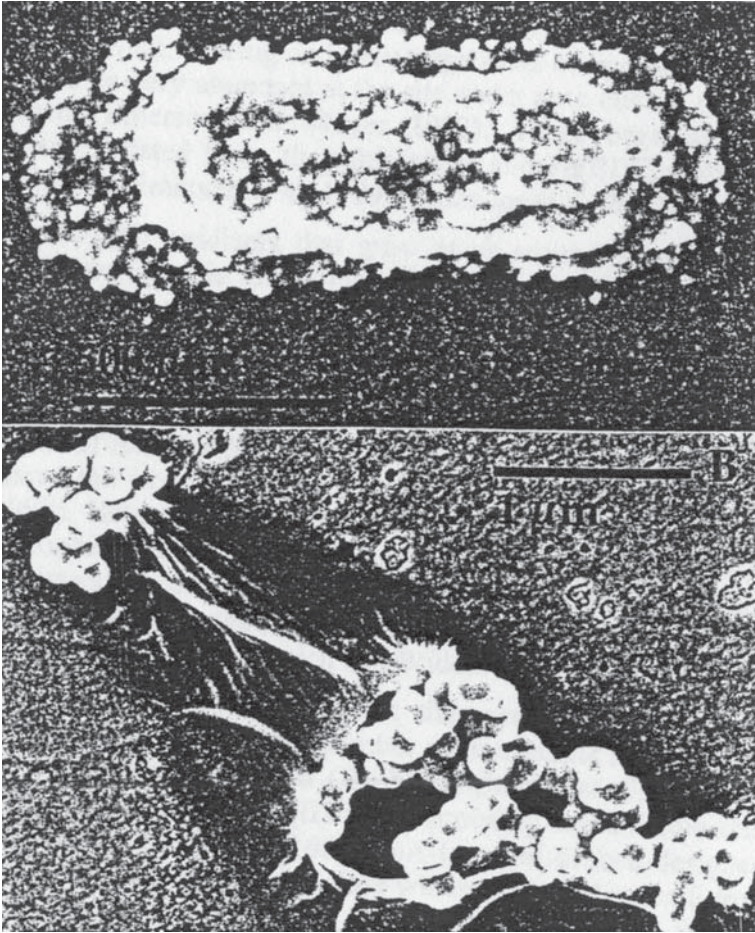
## Az űrszondák szerepe a marsi ventifaktok vizsgálatában

Azok az új űrszondák, amelyek 2003. december 25-én és 2004. január 24-én szálltak le a Mars felszínére, egyrészt az egykori – vagy esetleg a ma is létező – élet nyomai után kutatnak, másrészt a jég, a vulkanizmus, a szél, a víz és a meteorit becsapódások okozta felszíni elváltozások geológiai és geomorfológiai magyarázatára szolgáltathatnak bizonyítékokat. Az európai Beagle-2 űrszonda elnémult, a Spirit, amely a marsi Egyenlítőtől D-re, a Guszev-kráterben szállt le, az Opportunity, amely a Meridiani-medencében (Meridiani Planum) érte el a felszínt, Marsra érésük után csodálatos képeket és vizsgálati eredményeket küldtek a Földre.

Főként a Spirit amerikai Mars-szonda által sugárzott panoráma és a kőzetek közeli felvételei alapján, továbbá a földi geomorfológiai folyamatokból és formákból kiindulva megkockáztatható néhány feltételezés. Nagy valószínűséggel gondolhatunk arra, hogy a nagyobb, már ismert geomorfológiai formák, pl. folyóvölgyek, vízhez kapcsolódó forrásfeltörések, szabadon mozgó sivatagi homokformák (1. kép), továbbá a permafrosthoz (állandóan fagyott földhöz) köthető geomorfológiai formák (pl. a poligonális köves tundra, a permafrosthoz kapcsolódó csúszópályák mentén kialakult földcsuszamlások stb.) mellett *vízjég* és rendkívül kezdetleges élet hordozói a *kék algák* (2. kép) jelenléte is felvetődhet, ill. ennek valószínűsége az alább vázolt szempontok és adatok alapján nem zárható ki.



1. kép. A permafrosthoz kapcsolódó csúszópályák mentén kialakult földcsuszamlások a Marson  
Slumps on Mars attached to sliding planes associated with permafrost



2. kép. Mangánt megkötő baktériumok, méretük mikrométerben (mikron). Az (A) mikroszkópos felvételen metallogén baktérium látható felszínközeli agyagpala feketemázás felületén, a kaliforniai Barstow (San Bernardino County) közelében. A (B) kép fejletlen baktériumot, valószínűleg talajbaktériumot mutat felszíni fekete mázon az arizonai Phoenix közeli South Mountain Parkban (DORN, R.I.–OBERLANDER, T.M. 1981)

Manganese-fixing bacteria, scale is in micrometres (microns). Micrograph (A) shows a Metallogenium-type bacterium on black varnish on subsurface shale near Barstow. (San Bernardino County, California). Micrograph (B) shows budding bacterium, possibly Pedomicrobium, on black surface varnish from South Mountain Park, near Phoenix, Arizona (DORN, R.I.–OBERLANDER, T.M. 1981)

A környezeti körülményekre egyaránt jól utalnak a ventifaktok, a sivatagi kéreg (*desert crust*) és a sivatagi fénymáz (*desert varnish*), vagy az akár ovális alakú kavicsos poligonok (3–6. kép). A Spirit Mini TES műszere színképelemzést is készített, amelyből kitűnik, hogy a vizsgált marsi ásványokban kötött víz is jelen van (1. ábra).



3–4. kép. Ovális alakú kavicspoligonok a Marson (felül) és a Földön (alul). Kialakulásukhoz permafrost és időszakonként aktív zóna (olvadás-fagyás) jelenléte szükséges. A marsi kép a Gusev-kráterben készült, a poligonális köves tundra felszíne az Ogilvy-hegységből (Kanada) való

Gravel polygons of oval shape on Mars (upper) and on Earth surface (lower). Permafrost and perennial active zone (of melting-freezing cycles) are preconditions to their emergence. The Marsial image was taken in Gusev Crater, the photo showing polygonal stony tundra was from Ogilvy Mountain Range, Canada



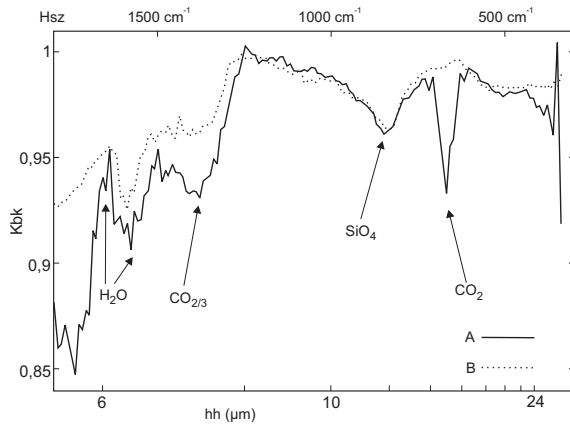
5. kép. Száraz-hideg sivatagi tájkép a Marson. A kősvatag a Guszev-kráter környezetében helyezkedik el

Image of a dry and cold desert on Mars, in the environs of Gusev Crater



6. kép. Poligonális köves tundra felszínrészlete a Marson. A kör vagy ovális kömentes felszínnek széléin a fagy nyomás hatására felszínre nyomódott és ventifakttá formálódó kődarabok láthatók

A fragment of polygonal stony tundra surface from Mars. Along the edge of circular or oval surface void of stones are pieces of rock pressed upwards from below by frost and subsequently shaped into ventifacts



1. ábra. A Spirit Mini TES (A) műszere által készített színeképelemzés, amely kimutatta, hogy a marsi ásványokban kötött víz is van. – B = MGS/TES; Kbk = kibocsátó képesség; Hsz = hullámszám; hh = hullámhossz

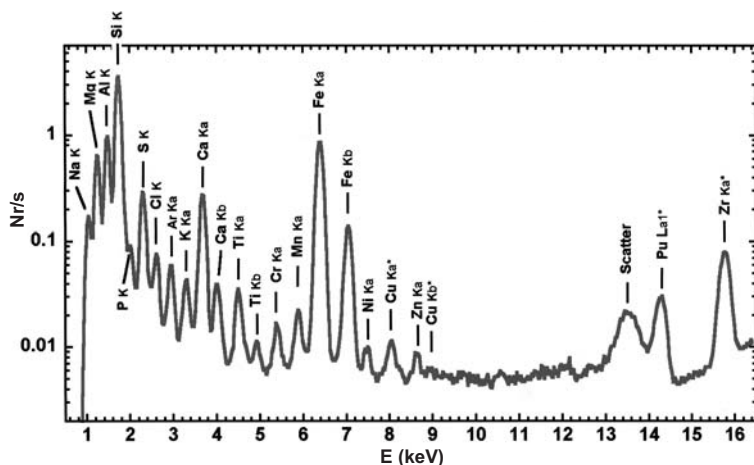
Spectral analysis by Mini TES (Thermal Emission Spectrometer) (A), equipped on Spirit Marsrover has proven the presence of bounded water in Marsial minerals. – B = MGS/TES; Kbk = radiation capability; Hsz = wave number; hh = wave length

## A ventifaktok sajátosságai

A marsi ventifaktok éles kavicsok vagy dreikanterek, amelyek jól utalnak a jelenlegi Mars felszín Egyenlítőtől 20 °-ra D-re levő arid környezetére. Tanulmányozásukból az alábbi következtetések vonhatók le.

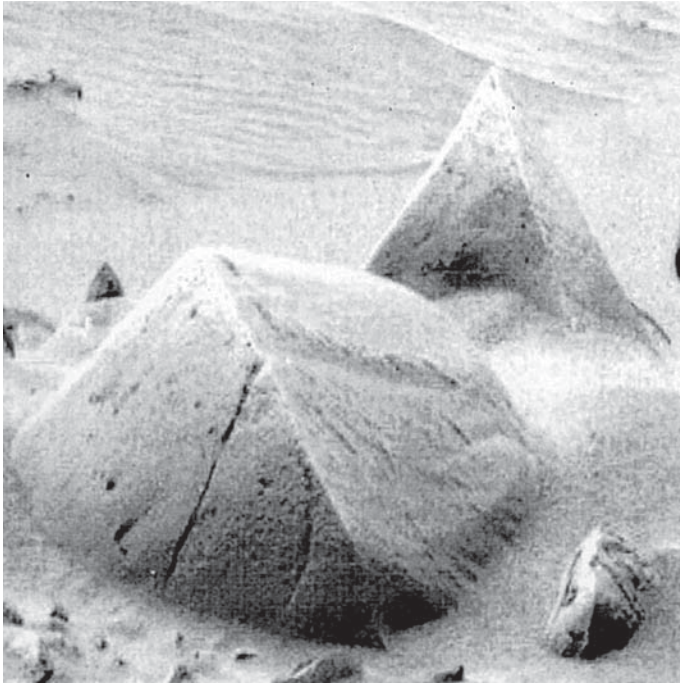
1. Mivel a Mars talajösszetében szilícium (Si) is található (2. ábra), a száraz időszakokban az erős, de változó irányú szelektől a felszínen mozgatott kvarchomok szemcsék éleket, ill. lapos felületeket csiszolnak a kőzetek felszínén. Az egyik legszebb példány a New York közeli hegységről elnevezett „Adirondack” névre keresztelt, mintegy 40 cm-es, háromszög alakú, a tartós, de változó erősségű szél által szállított, nagy keménységű anyag (kvarc?) által lecsiszolt, sima felületű, 3–4 oldallal is határolt kőzet (7. kép). Az oldallapok élekben végződnek Néhány puhább kőzetből álló ventifakt felületén a szél által szállított keményebb anyagú homokszemcsék becsapódása is megfigyelhető (8. kép). Ezek apró mélyedések a ventifakt felszínén. A földi környezetben a meleg-száraz, ill. a hideg-száraz területeken igen gyakori (SCHWEITZER F. 2000).

2. A Spirit felvételeken az is jól megfigyelhető, hogy a kősvatag kőzetdarabjain a ventifaktokat feltehetően a vastól és mangántól elszínezett, sötétbarna vagy fekete felületek borítják, amelyek a földi típusú ventifaktok esetében 2–5 mm vékony,



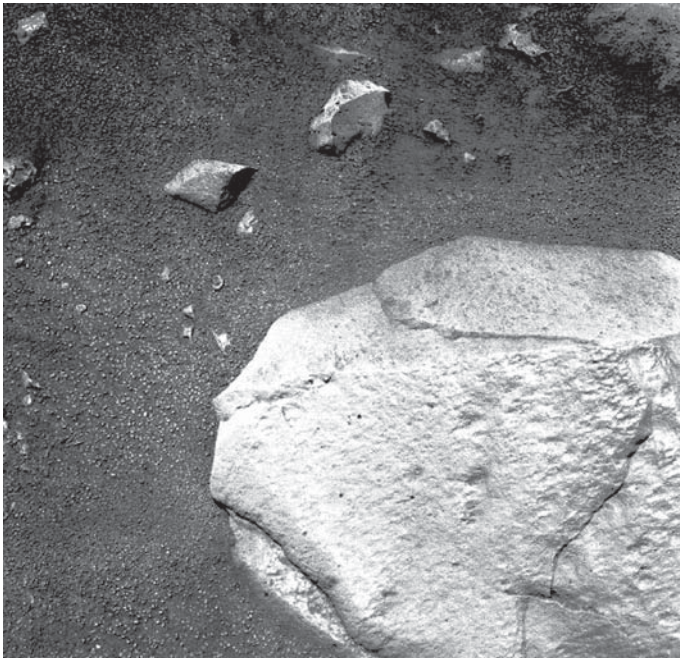
2. ábra. Az Alfa-röntgenspektrométerrel (APXS) végzett kémiai vizsgálat kimutatta, hogy a Földre továbbított Mars-üledékekben jelen van a szilícium (SiK), a vas (Feka, Fekb), a kalcium (CaKa), az alumínium (AlK), a mangán (Mak) és a kén (Sk) is. Az ábrák a Spirit honlapjáról származnak: (<http://marsrovers.nasa.gov/gallery/all/spirit.html>)

Chemical analysis conducted by APXS (Alpha Proton X-ray Spectrometer) has proven the presence of silicon (SiK), iron (Feka, Fekb), calcium (CaKa), aluminium (AlK), manganese (Mak) and sulphur (Sk) in Marsial sediments forwarded to Earth. Figures are borrowed from Spirit website (<http://marsrovers.nasa.gov/gallery/all/spirit.html>)



7. kép. Változó szélereősség által szállított, nagy keménységű homok által lecsiszolt, sima felületű, 3–4 oldallappal is határolt kőzet (a híres „Adirondack” kőzetdarab)

A rock with 3–4 side planes faceted by grains of sand grains transported by directional variability (the famous “Adirondack” rock)



8. kép. A kemény homokszemcsék becsapódásának jelei a lazább kőzettestek felszínén (Gusev-kráter)

Traces of hard sand grain impact on the surface of less consolidated rocks (Gusev Crater)

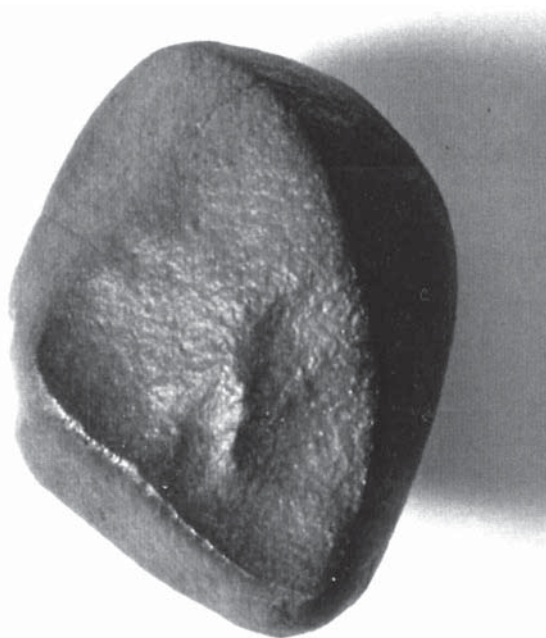


ún. sivatagi kérget (*desert crust*) alkot, amelynek anyaga vasból, ill. mangánból áll. Ám ennek képződéséhez víz jelenlétére van szükség. Földi környezetben a sivatagi kérgek képződése éppen a szárazság következtében alulról felfelé történik, ahol az vagy a felszínen, vagy a kőzetek felületén kiválik (9. kép). Szonda által készített felvételen ez utóbbit figyelhetjük meg.

3. A marsi kőzetek felületét bedefő sötét színű vékony kéreg felszínén az ún. sivatagi fénymáz (*desert varnish*) alakul ki. A szakirodalom alapján a csillogó fénymáz anyaga és a kéreg felülete a kék algákhoz kötődik, amelyek a legszélsőségesebb fizikai körülmények között is – legalábbis a Földön – az élet hordozói (DORN, R. I.– OBERLANDER, T. M. 1981; NAGY, B. et al. 1991) (10. kép).

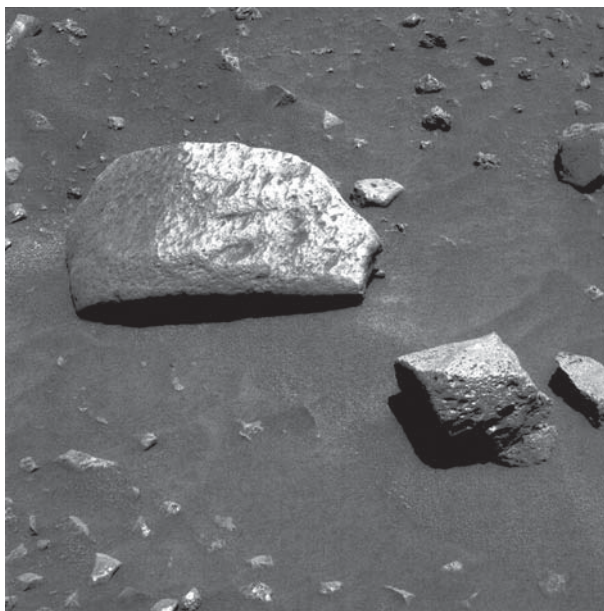
Mivel a NASA ezeket a marsi kérgeket jelenleg is vizsgálja, fenti hipotézisemet és következtetéseimet levélben 2004. február 12-én elsőként közöltem James B. GRAVIN úrral, a Mars Exploration Program tudományos vezetőjével. Azóta ez a téma a NASA kutatási programjának egyik része.

Ha a marsi ventifaktok kérgének anyagában a kék algák mutathatók ki – és a földi sivatagi fénymázzal borított ventifaktokban kimutatható kék algák ezt valószínűsítik –, akkor a Marson nem az élet eredete lehet a kérdés, hanem inkább az élet fejlődése. Ez a megállapítás az ősi környezet fejlődése szempontjából rendkívül fontos, mert az „ózonpajzs” kialakulására is utalhat.



9. kép. Sivatagi kéreggel és fénymázzal rendelkező ventifakt a Namíb-sivatagból

Ventifact with desert crust and varnish from the Namibian Desert



10. kép. Csillogó fénymázas kőzetdarab a Mars felszínén. A Mars képek a Spirit honlapjáról (<http://marsrovers.nasa.gov/gallery/all/spirit.html>) származnak, a 4. és 9. kép SCHWEITZER F. felvétele

Rock covered with desert varnish from the Mars surface. Marsial images are borrowed from Spirit website (<http://marsrovers.nasa.gov/gallery/all/spirit.html>), photos 4 and 9 are taken by F. SCHWEITZER

A ventifakt-sivatagi fénymáz-kék algák kapcsolatrendszere alapján szembe kerülünk azzal a kérdéssel is, hogy mi is az élet? Ezzel az alapproblémával az élet eredetével foglalkozó teoretikusok mindegyike szembesül. Sokan a kérdés bonyolultságából fakadóan a válaszadás lehetetlenségét hangsúlyozzák.

A NASA szerint az élet a darwini evolúcióra képes önnfenntartó kémiai rendszer. Az élet a Földön 3,5 milliárd éves, vagy valamivel több (3,8 milliárd éves) lehet, miután hosszas előzetes utat járt be. (Erre lehet következtetni a nyugat-ausztráliai, valamint a grönlandi Isua és Akilia mellett talált cianobaktérium-leletek alapján.) A cianobaktériumok az oxigéntermelő fotoszintézist igazolják, ugyanúgy, mint a rendkívül szélsőséges fizikai viszonyok között is élni tudó kék algák.

#### IRODALOM

- DORN, R. I.–OBERLANDER, T.M. 1981. Rock varnish origin characteristics and usage. – Z. Geomorph. N. F. 25. 4. pp. 420–436.
- NAGY, B. et al. 1991. Rock varnish in the Sonoran Desert: microbiologically mediated accumulation of manganeseiferous sediments. – Sedimentology, 38. pp. 1153–1171.

SCHWEITZER F. 2000. Geomorphic evolution in the Carpathian Basin during the Late Cenozoic and the Pliocene epoch. – In: Studies in Geography in Hungary 32. KERTÉSZ, Á.–SCHWEITZER, F. eds: Physico–geographical research in Hungary. Geogr. Res. Inst. HAS. Bp. pp. 9–27.

**Kisari Balla György: Karlsruhei térképek a török háborúk korából.** (Teleki Pál emlékének, aki 1913-ban elsőként tanulmányozta e térképeket.) A szerző kiadása, Bp. 2000. 703 old.

KISARI BALLA György térképtörténeti munkáinak újabb értékes darabját veheti kézbe az Olvasó. Már könyve előszavában fontos tudnivalót közöl a Szerző: a karlsruhei Badeni Tartományi Főlevéltár és a Badeni Tartományi Könyvtár 407 színes, kéziratos térképet őriz a török korból. Ebből 319 várrajz, 34 országtérkép, a többi helyzettérkép.

A badeni őrgrófok részvevői voltak a török háborúknak. A könyvtár anyaga a 19. sz.-ban általi tulajdonba került. Hazánkban elsőként Teleki Pál látogatta meg a gyűjteményt még 1913-ban, és szándéka volt azt fel is dolgozni, de erre nem jutott ideje. A Főlevéltár katalógusa csak 1971-ben jelent meg, ami 407 magyar vonatkozású anyagot tartalmaz. A Szerző három alkalommal látogatott Karlsruheba kutatási céllal. A feldolgozott 407 kéziratos térképet – amelyek közül 339 németül, 68 más nyelven jelent meg – mutatja be fenti művében. KISARI BALLA GY., aki e munkájának eredményét németül is közli.

A történelmi bevezetőben a badeni őrgrófok karlsruhei otthonát és a magyarországi török háborúkban való részvételüket ismerhetjük meg. Lajos Vilmos őrgróf 1691-ben fővezérként Szalánkeménynél olyan nagy győzelmet aratott a törökökön, hogy az még a karlócai békétárgyalásokra is kihatott. A badeni őrgrófok családja 1771-ben kihalt, gyűjteményüket egy rokoncsalád örökölte, tőlük kerültek a térképek 1801-ben a Tartományi Főlevéltárba, amely azokat ma is őrizi.

A Magyarországra vonatkozó karlsruhei térképanyag a bécsi után a második leggazdagabb gyűjtemény, amely a magyarországin kívül még 23 más európai ország térképeit is őrizi. A térképállomány mennyisége meghaladja az 1000 db-ot. Ebből 407 magyarországi vonatkozású, amely 16 különböző térképes kötetben kap helyet, 73 pedig külön példányban található. A karlsruhei gyűjtemény a térképeken kívül 29 000 fm (folyóméter) levéltári anyagot is őriz, természetesen több nyelven (német, francia, olasz, latin, török). Hazai részről elsőként Dóka Klára levéltáros kutatta a karlsruhei gyűjtemény magyar vonatkozású anyagát, ám az általa hazahozott mikrofilm tekercseket az Országos Levéltár őrizi. A badeni tartományi levéltárban az 1945-ös légitámadás bombatalálata sok térképet megsemmisített. Az eredeti térképanyagról GLASER Lajos 1933. évi katalógusa tájékoztat. Az általa számba vett 243 magyar vonatkozású térképből mára mindössze 23 maradt meg. Az elpusztult térképekből csupán kettő volt kéziratos, a nyomtatott példányok pedig máshol megtalálhatók. (Az egyetlen megmaradt kéziratos térkép másolata a mű mellékleteként tanulmányozható 4 részben.)

A Szerző külön foglalkozik a térképek rajzolóiival is. Bemutatja azokat a törökkori térképeket és várrajzokat, amelyeket N. ANGELINI itáliai várépítész készített, majd a későbbi utódoktól származókat is. A korabeli térképek száma több száz volt. A karlsruhei Főlevéltár XIII. kötete 74 magyarországi vártérképet tartalmaz. Az ottani térképes kötetek némelyike – pl. a XII. – Bécsben is megtalálható. Sok a magyarországi térkép a XIV. kötetben is, de tartalmazzak hazai anyagokat az I–IV., a VI., a VIII. és a IX. kötetek is. Közülük 71 egyedi térkép magyarországi tartalmú.

A térképek kutatásához korunkban nagy segítséget nyújt GLASER L. „A karlsruhei gyűjtemények magyar vonatkozású térképanyaga” címmel megjelent műve, ebben azonban csak néhány