

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM  
TERMÉSZETTUDOMÁNYI KAR

# **Marsi becsapódásos kráterek DTM-alapú morfometriai elemzése**

SZAKDOLGOZAT  
FÖLDTUDOMÁNYI ALAPSZAK  
TÉRKÉPÉSZ ÉS GEOINFORMATIKUS SZAKIRÁNY

*Készítette:*

Magyar Zoltán

*Témavezetők:*

dr. Székely Balázs  
egyetemi docens  
ELTE Geofizikai és  
Űrtudományi Tanszék

dr. Mészáros János  
adjunktus  
ELTE Térképtudományi és  
Geoinformatikai tanszék



Budapest, 2017

# TARTALOMJEGYZÉK

|                                                                 |           |
|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. BEVEZETÉS .....</b>                                       | <b>3</b>  |
| 1.1. MARS-FELSZÍN KUTATÁSA .....                                | 3         |
| 1.1. FELADAT ISMERTETÉSE .....                                  | 5         |
| <b>2. ADATOK ÉS MÓDSZEREK .....</b>                             | <b>6</b>  |
| 2.1. ADATFORRÁS .....                                           | 6         |
| 2.1.1. <i>Mars Express – HRSC</i> .....                         | 6         |
| 2.1.2. <i>Kiválasztott domborzatmodell</i> .....                | 8         |
| 2.2. MORFOMETRIA.....                                           | 9         |
| 2.3. KORÁBBI MARSÍ KRÁTER-MORFOMETRIAI VIZSGÁLATOK .....        | 11        |
| <b>3. ADATOK NUMERIKUS FELDOLGOZÁSA.....</b>                    | <b>12</b> |
| 3.1. ADATOK ELŐÁLLÍTÁSA ÉS EXPORTÁLÁSA A DOMBORZATMODELLBŐL ... | 12        |
| 3.2. ELEMZÉSEK - ADATFELDOLGOZÁS PYTHON KÖRNYEZETBEN .....      | 18        |
| <b>4. EREDMÉNYEK BEMUTATÁSA .....</b>                           | <b>23</b> |
| <b>5. DISZKUSSZIÓ .....</b>                                     | <b>25</b> |
| <b>6. ÖSSZEFOGLALÁS .....</b>                                   | <b>29</b> |
| <b>7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS .....</b>                             | <b>30</b> |
| <b>8. IRODALOMJEGYZÉK.....</b>                                  | <b>31</b> |
| 8.1. FELHASZNÁLT IRODALOM .....                                 | 31        |
| 8.2. FELHASZNÁLT WEBOLDALAK .....                               | 33        |
| <b>9. FÜGGELÉK .....</b>                                        | <b>34</b> |

# 1. BEVEZETÉS

## 1.1. Mars-felszín kutatása

Az elmúlt évtizedekben a Naprendszer égitesteit meglátogató űrszondák eredményeként a planetológia, már nem csak a bolygók pályadatainak számításából áll. A keringő- és leszálló egységek révén részletesebben megismerhető az egyes bolygók, holdak, kisbolygók felszíni formakincsei és folyamatai (Hargitai és Kereszturi, 2002). Megfigyelhető, hogy a kőzetbolygók, kivéve a Föld és a Vénusz, valamint egyes holdak legáltalánosabb felszínalakító tényezője a meteorbombázás, eredménye pedig tipikus felszínformaként a becsapódásos kráterek. A Földön ezek a felszínformák leg többje a lemeztektonika, a növénytakaró és az éghajlat következtében már nem látható, erodálódott vagy betemetődött. Azonban ahol megmaradtak jelentős mennyiségben, ott az egységnyi területen belüli számosságuk és méretük alapján következtetni lehet a felszín korára.

Kraterszámlálós módszernél külön kell vizsgálni a felszín kráterképződési korát és a krátermegtartási korát, mely tekintettel van arra a tényre, hogy a kráterek lepusztulhatnak akár erózióval, relaxációval stb. (Hargitai et al., 2008). A Mars rétegtani-morfológiai egységeit először a Mariner-9 felvételei alapján készítették el (Scott és Carr, 1976; Condit, 1978), majd a Viking Orbiter fényképei alapján pontosítottak rajta (Scott és Tanaka, 1986) azóta több változat is elkészült, valamint további finomításokat végeztek a korszakán, például Hartmann és Neukum (2001) az Arcadiai Formáció vizsgálatával.

A geokronológiai, kronosztratigráfiai – kraterszámlálás alapján történő – tagolás Hartmann (2005), a magyarítás pedig Hargitai et al. (2008) a három fő időszak a Noachi időszak (kb. 4 – 3,5 Ga), a Heszperiai időszak (kb. 3,5 – 3 Ga) és az Amazoni időszak (kb. (2 –) 3 Ga – napjainkig).

A Mars felszínének legnagyobb egységei a déli, sűrűbben kráterezett, magasabban fekvő idősebb felszín és az északi alacsonyabban elhelyezkedő üledékkal fedett, kevesebb kráteret tartalmazó medencék. Két fő vulkáni területe az Elysium-hátság és a Tharsis-hátság. Felszínét alakítják még völgyrendszerek, köztük a legnagyobb a 4500 km hosszú és átlagosan 7 km mély Valles Marineris, melyhez hasonló a Földön ki sem alakulhatna.

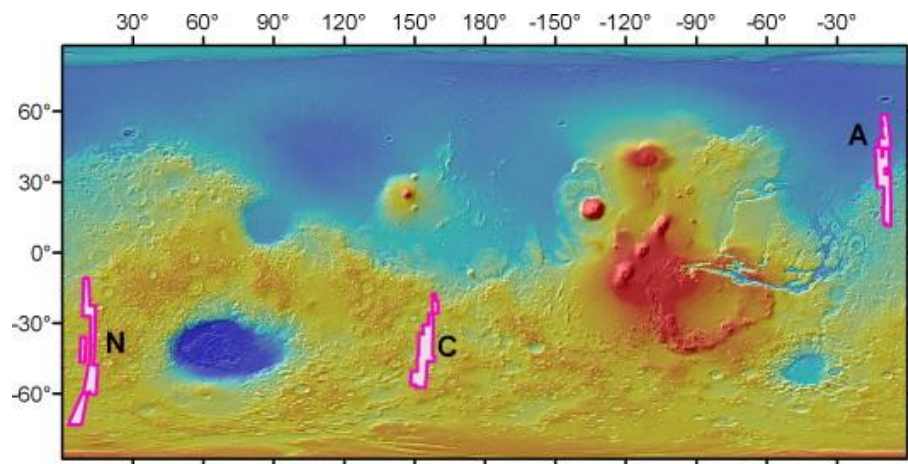
A Mars felszínének leggyakoribb formái közé tartozó kráterek, közülük többségben vannak a becsapódásos kráterek. Ezek nagy méretskálán megtalálhatóak a bolygó felszínén, egészen a pár száz méteres átmérőjűektől a több száz kilométeres átmérőjűekig. Alakjuk és méretük alapján lehetnek egyszerű, valamint komplex kráterek. Az egyszerűek általában 5 kilométernél kisebbek és mélység/átmérő arányuk 0,2 körül van (Pike, 1980a,b). 5-8 kilométeres átmérőtől már összetettebb alakokkal rendelkeznek: (1) Széles, laposabb aljuk dombokkal, halmokkal tagolt; (2) rendelkeznek központi kimagasodással; (3) kisebb-nagyobb részeken megcsuszamlott a kráterfal és ezáltal; (4) teraszok alakulhatnak ki körbe a kráterperem mentén (Pike, 1980a, b). Azonban a becsapódásos kráterek gyakran mutatnak más aszimmetrikus formákat, melyek részben kapcsolódhatnak a meteorok becsapódási szögéhez (elnyújtottabb, ovális alak keletkezhet laposabb szögű becsapódásoknál). Gyakran köthetők morfológiai folyamatokhoz (pl.: erózió, fagyos talajfolyás/talajszőnyeg-kúszás), melyek hatására különböző kitettségekben más-más intenzitással pusztul a felszín.

## 1.1. Feladat ismertetése

Dolgozatom célja a Mars felszínét legelterjedtebb alakító tényező, a becsapódásos kráterek morfológiai elemzése. Ennek alapjául a Mars Express HRSC domborzatmodellje szolgált. Feladatom a kráterfalakra összpontosított, azon belül is többek között a lejtőszögek mérésére, és a lejtés egyenlőtlen eloszlásából adódó aszimmetria vizsgálatára.

Munkám gondolatmenetét Conway és Mangold (2013) módszere határozta meg, korábbi tanulmányok felhasználásával jó módszert dolgoztak ki a kráterek észak – dél irányú aszimmetria vizsgálatára és annak megjelenítésére.

Munkámat három kiválasztott területen végeztem el, melyek közül egy az északi (Acidalia Planitia) és kettő a déli féltekén (Noachis Terra, Terra Cimmeria) helyezkedik el.



1. ábra: A tanulmányozott területek. „N”: Noachis Terra, „C”: Terra Cimmeria, „A”: Acidalia Planitia  
forrás: Conway és Mangold (2013)

## 2. ADATOK ÉS MÓDSZEREK

### 2.1. Adatforrás

#### 2.1.1. Mars Express – HRSC

Az Európai Űrügynökség (European Space Agency, későbbiekben: ESA) Mars tanulmányozására szánt küldetése (Mars Express) azért kapta meg nevébe az Express kifejezést, mert gyorsabban készült el, mint a hasonló célú küldetések eszközei.<sup>1</sup> A Mars Express 2003 júniusában startolt el a bajkonuri űrrepülőtérről egy orosz Szojuz-FG hordozórakéta fedélzetén. Ez azonban magával vitte még, a Charles Darwin hajója után elnevezett, Beagle 2 (sajnos kommunikációs hiba miatt sikertelen) landoló egységet is (Chicarro et al., 2004). 2003. december 30-án Mars körüli pályára állt. Folyamatos módosításokkal 2004. január közepére elfoglalta poláris pályáját a bolygó körül, majd megkezdte az adatok gyűjtését a Marsról és annak felszínéről. A küldetés időtartamát többszöri meghosszabbítással<sup>2,3</sup> kitölték legkésőbbi időponttal 2016. március 28-ig. A Mars Express fedélzetén helyet kapó műszerek közül a nagyfelbontású sztereo kamerát (High Resolution Stereo Camera, későbbiekben: HRSC) eredetileg az oroszok vezette Mars-96 küldetéshez tervezték Gerhard Neukum közreműködésével (Neukum et al., 2004)



2. ábra: A HRSC eszköz. A) HRSC-SRC B) HRSC színes sztereo szkennert C) Digitális egység  
forrás: [https://www2.mps.mpg.de/images/projekte/mars-express/hrsc/hrsc\\_b.jpg](https://www2.mps.mpg.de/images/projekte/mars-express/hrsc/hrsc_b.jpg)

Az eszköz magába foglalja a HRSC színes sztereo szkennert és a Szuper-felbontású Csatornát (Super-Resolution Channel, SRC). A műszer nagy előnye, hogy háromszoros sztereo képekkel dolgozik, és négy színben érzékel. Ennek köszönhetően 250 km magas keringési pálya magasságnál az eszköz optikai kamerájával készült képek maximális

<sup>1</sup> forrás: [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Science/Mars\\_Express/Mars\\_Express\\_mission\\_facts](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Mars_Express/Mars_Express_mission_facts)

<sup>2</sup> forrás: <http://sci.esa.int/director-desk/45685-mission-extensions-approved-for-science-missions/>

<sup>3</sup> forrás: <http://sci.esa.int/director-desk/54999-working-life-extensions-for-esas-science-missions/>

felbontása 10 m. A HRSC képeiből sztereo-fotogrammetriával készült digitális domborzatmodellek előállításához a különböző képeken az azonos felszíni pontokat tartalmazó pixeleket automatizált eljárással fűzték össze.

Az így előállított nyers DTM-ek akár pixelenkénti 50 méteres felbontással is rendelkezhetnek. A színes képek lehetőséget nyújtanak a felszín osztályozására és információt szolgáltatnak az időjárásviszonyokról; habár rosszabb felbontásban, de a Mars Express képalkotó spektrométere által vizsgálhatóvá teszi a felszín ásványtani tulajdonságait (Neukum et al., 2004).

### 2.1.2. Kiválasztott domborzatmodell

A Mars Express nagy felbontású sztereo kamera adatainak negyedik sávjából készültek a küldetés alatt készített nyers digitális domborzatmodellek. A nyers DTM-eket kisebb, észak—dél irányban hosszabb nyugat—kelet irányban keskeny képek alkotják. Az északi 85° és déli 85° között szinuszoid vetülettel rendelkeznek, a sarki régiókban pedig poláris sztereografikus vetületük van. Ezeknek a dátuma egy 3396 km sugarú gömb, azonban domborzatmodell két verzióban készült el: (1) A magasságot a 3396 km sugarú dátumfelülettől számító (DT4)<sup>4</sup> és (2) egy ekvipotenciális felülethez, az ún. GMM3 areoidhoz (a geoid marsi megfelelője) viszonyított magasságot használó (DA4) (Gwinner et al., 2008). Ezutóbbi közvetlen összehasonlítható a MOLA MEGDR hálózat modelljeivel<sup>5</sup>. A DTM-ek felbontása pixelenkénti 50 m-től 500 m-ig terjedő skálán belül van. Az nyers domborzatmodelleken belül, annak középmeridiánja egy egyenes vonal, a többi meridián körívként írható le, valamint a paralelkörök egymástól egyenlő távolságra elhelyezkedő párhuzamos vonalak.

Sajnos a szabadon hozzáférhető adatok nem fedik le a Mars teljes felületét, de ennek figyelembevételével az általam kiválasztott területekre volt elegendő mennyiségű kép, melyeknek felbontása 50, 100 és 125 m/px.

| Vizsgált területek | Képek azonosítói                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Acidalia Planitia  | H1205_0000, H1216_0000, H1249_0000, H1260_0000, H1326_0000, H1465_0000 <sub>3</sub> , H1476_0000, H1498_0000 <sub>3</sub> , H3231_0000, H3253_0000 <sub>2</sub> , H5350_0000 <sub>3</sub> , H5368_0000 <sub>3</sub> |
| Noachis Terra      | H0397_0000, H0430_0000, H1899_0000 <sub>4</sub> , H2225_0000, H2247_0000, H2258_0000, H2280_0000 <sub>3</sub> , H2694_0000                                                                                          |
| Terra Cimmeria     | H0228_0000, H0241_0000 <sub>3</sub> , H0280_0001, H0293_0000 <sub>3</sub> , H2055_0000, H2066_0000, H2579_0000 <sub>3</sub> , H2590_0001 <sub>4</sub> , 2612_0000 <sub>3</sub> , H2634_0000 <sub>4</sub>            |

1. táblázat: Az egyes vizsgálati területekhez tartozó HRSC képszámok<sub>1</sub>:

1 Ha nincs megjelölve, a felbontás 75 m/px

2 A felbontás 50 m/px

3 A felbontás 100 m/px

4 A felbontás 125 m/px

<sup>4</sup> forrás: [http://pds-geosciences.wustl.edu/workshops/MEX\\_WORKSHOP\\_May08\\_presentations/4\\_HRSC\\_level4\\_map\\_projection\\_small.pdf](http://pds-geosciences.wustl.edu/workshops/MEX_WORKSHOP_May08_presentations/4_HRSC_level4_map_projection_small.pdf)

## 2.2. Morfometria

A görög eredetű morfometria szó a görög  $\mu\omicron\phi\phi\eta$  = alak, valamint a  $\mu\epsilon\tau\rho\acute{\iota}\alpha$  = mérés összetételéből alakult, szó szerinti jelentése: alakmérés. Ez így nagyon általános kifejezés, ezáltal nem csak a földfelszín mérésére vonatkoztatható, hanem akármilyen tárgy, élőlény alakjának, méretének vizsgálatára, numerikus modellezésére. Ezért egyértelműsítésként célszerűbb, ha földtudományokhoz és természetföldrajzhoz köthető módszereit geomorfometriának hívjuk. Így pontosítva a kifejezés már csak a földfelszín alaki tulajdonságainak mérésére vonatkozik (Kertész és Karátson, 2002). J.J. Clarke a geomorfometriát „a földfelszín konfigurációjának és felszíni formák alakjának, dimenziójának a mérése és ennek matematikai elemzése”-ként definiálja (Clarke, 1966). R. J. Pike pedig a topográfia kvantitatív ábrázolásának, analízisének tudományaként hivatkozik rá (Pike, 2000). A dolgozat további részében azonban mégsem így fogok hivatkozni rá – a geo előtag félrevezető lehetne –, hanem szakma által a Mars esetében használt areomorfometria kifejezéssel. Tehát a(z) (areo)morfometriai elemzések, egy adott terület felszínének egy vagy több számszerűsített paraméterének/paramétereinek és térbeli változásainak vizsgálata.

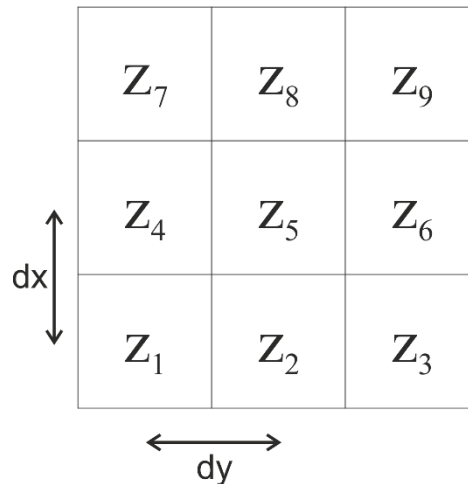
A felszín számszerűsítésének egyik legegyszerűbb módja, ha szabályos rácshálót „fektetünk” rá és a rácspontokban „leolvassuk” a magasságot. Ez nevezhető rács-központú GRID-nek vagy más névvel raszteres adatmodellnek, ami a morfometriai elemzések egyik legfontosabb kiinduló alapanyaga. Hiszen a felbontás ismeretében akár lehet lejtőszöget, kitettséget, lejtőgörbületet, a terület egészen vagy kisebb meghatározott területű egységeként haladva a legmagasabb és a legalacsonyabb pont különbségéből reliefet számolni.

A lejtőszög számítása GRID esetén nem teljesen egyértelmű, attól függ, hogy milyen közelítést alkalmazunk, és melyik raszterpontokat vonjuk be a számításba. Zhou és Liu (2004) irányú (É – D) gradienst ( $f_x$ ) és Y irányú (Ny – K) gradienst ( $f_y$ ) határoz meg. Ekkor a lejtőszöget a következő formulával számíthatjuk (Zhou és Liu, 2004):

$$S = \arctg \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$$

1. képlet

Egy 3x3-as mozgó ablakban a grid pontjait beszámozva, az  $f_x$ -et és  $f_y$ -t többféleképpen definiálhatjuk.



3. ábra: A z-k a grid indexelt pontjai, melyekhez valamilyen érték tartozik, dx és dy pedig az x és y irányú felbontást jelöli.

Horn módszere (Horn, 1981) például a harmadrendű véges differenciál súlyozva a távolságok reciprokának négyzetével, más néven a nyolc szomszéd módszere. Az adott pontra számított értéknél a négy szomszédos pontot kétszeres súllyal veszi az átlós szomszédokhoz képest. Ekkor az x irányú meredekség:

$$f_y = \frac{(z_3 - z_1 + 2(z_6 - z_4) + z_9 - z_7)}{8dy} \quad 2. \text{ képlet}$$

az y irányú meredekség pedig:

$$f_x = \frac{(z_7 - z_1 + 2(z_8 - z_2) + z_9 - z_3)}{8dx} \quad 3. \text{ képlet}$$

Az ArcMap Slope funkciója is ezt a módszert használja.

## 2.3. Korábbi marsi kráter-morfometriai vizsgálatok

Több tudományos munka foglalkozott már a marsi becsapódásos kráterek pólus-, valamint egyenlítő felé néző lejtői között kialakult különbséggel. Kreslavsky és Head (2003) 300 méteres felbontású MOLA (Mars Orbiter Laser Altimeter) adatok alapján megállapították, hogy közepes szélességeken ( $40^{\circ}$  –  $50^{\circ}$  É és D) a pólus felé néző lejtőszögek kisebbek, mint az egyenlítő felé nézők. Ezt a pólus felé néző lejtő talajában végbement olvadási–fagyási ciklusoknak tulajdonították, viszont tanulmányuk szerint nincs szükség a jég állandó jelenlétére, elég, ha az a melegebb ciklusokban található meg.

Parsons és Nimmo (2009) modelljük alapján viszont más értékeket kaptak, mely szerint a pólus felé néző kráterfalaknak meredekebbnek kell lenniük. Eredményeik validálására 120 azonos korú krátert (16-40 kilométeres átmérőjűeket) vizsgáltak meg a bolygó mindkét féltekéjén. Habár előzetes numerikus modelljük és Kreslavsky és Head (2003) vizsgálatai alapján szisztematikus mintát kellett volna találniuk az egyes aszimmetriák között, azonban más eredményt kaptak. Az eltérést a kisméretű kráterek elemzésből való kimaradásának tulajdonították, valamint másfajta lejtőfolyamatok jelenlétének.

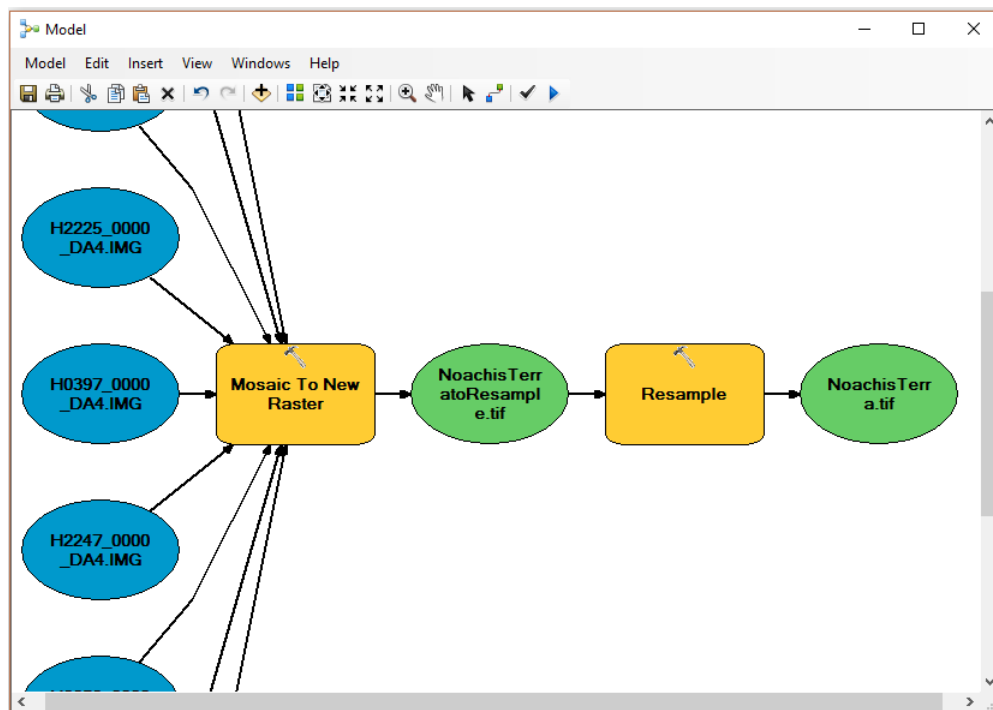
Conway és Mangold (2013) az ellentmondásos eredmények megoldása céljából megvizsgáltak több területet a bolygó északi és déli féltekéjén. Vizsgálatukkal nem találtak kapcsolatot az aszimmetria földrajzi szélességtől függésétől, amit a várt fagyás/olvadás ciklusok, például a geliszoliflukció okozna (ezek a folyamatok ellenkező aszimmetriát okoznának, mint ami tapasztalható). További vizsgálatokkal megállapították, hogy az aszimmetriát közepes szélességeken jégtakaró okozza Terra Cimmeria területén.

### 3. ADATOK NUMERIKUS FELDOLGOZÁSA

#### 3.1. Adatok előállítása és exportálása a domborzatmodellből

A későbbi adatfeldolgozáshoz XYZ fájlokra volt szükségem, melyek előállításához a következő szoftvereket használtam: ArcGIS programcsomag ArcMap 10.4.1-es verziója, valamint GlobalMapper 15.

A kiválasztott nyers domborzatmodell képeit a könnyebb kezelés érdekében a vizsgált területenként egyesítettem egy-egy nagyobb domborzatmodellé. Ezáltal a DTM szélső részein, ahol a képek között átfedés van, csak részben bent lévő krátereket is bevonhattam a vizsgálatba.

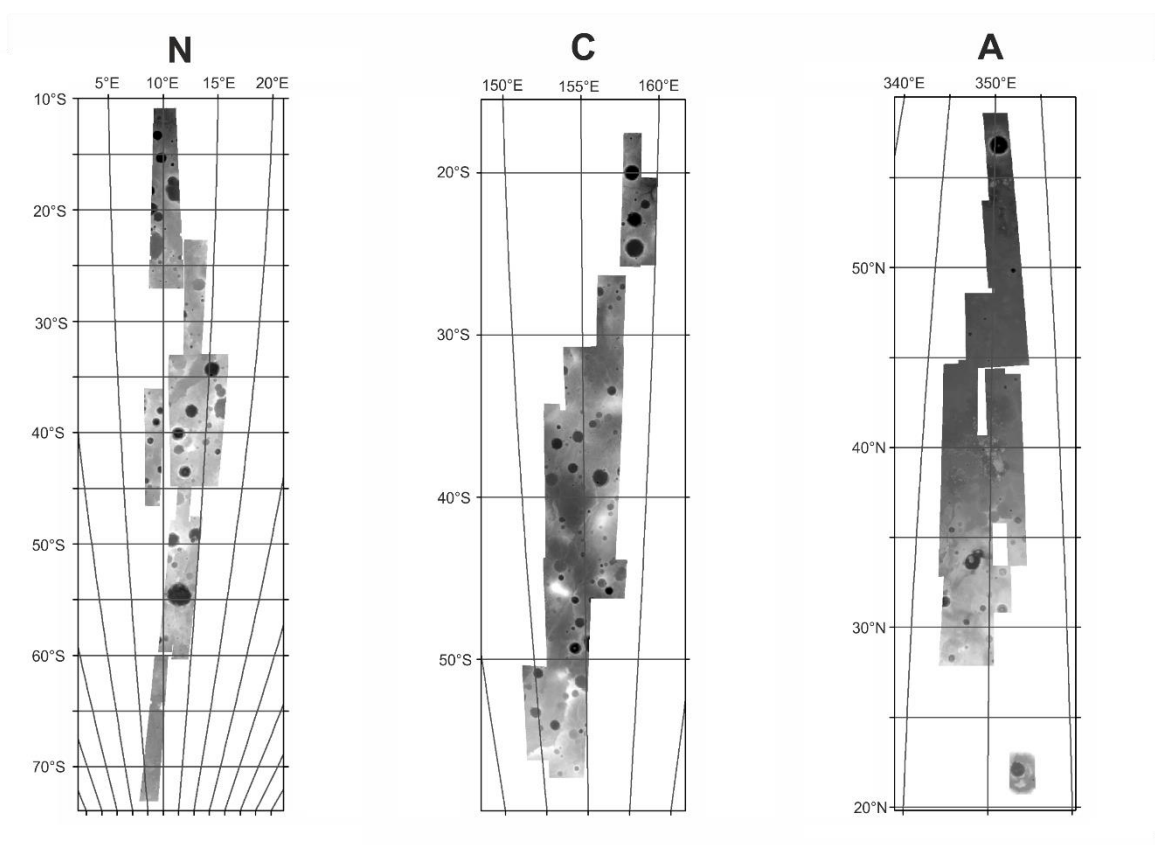


4. ábra: Az egyes domborzatmodellek egyesítésének modellje

Az egyes raszteres állományok egyesítésére és az egyes területek felbontásának egységesítésére a **ModelBuilder**-ben készítettem egy modellt. A képek mozaikolásához az ArcToolbox/Data Management Tools/Raster/ Raster Dataset/ **Mosaic to New Raster** eszközt használtam. Beállításainál az átfedő részek számítási módját átlagolásra állítottam, így az egymás felett elhelyezkedő pixelek értékeinek az átlagát számította ki a program. Az

eltérő felbontások (3.ábra) következtében a három vizsgált terület egyesített rasztereinek sem lett ugyanaz a felbontása.

A későbbi vizsgálatok megkönnyebbítése érdekében az új, egységes felbontást az ArcToolbox/ Data Management/ Raster/ Raster Processing/ **Resample** eszközzel 75 m/px-re állítottam be. Bár ez a lépés módosítja az 50 m/px felbontású domborzatmodellek lejtőszög értékeit, de csak egy ilyen felbontású kép volt, a többi mind legalább 75 m/px-es (1. táblázat), így ez a hibatényező elhanyagolható mennyiségűnek bizonyult.



5. ábra Az egyesített domborzatmodellek. „N” Noachis Terra, „C” Terra Cimmeria, „A” Acidalia Planitia

Noachis Terra középmeridiánja  $10^{\circ} E^5$ , Terra Cimmeria középmeridiánja  $156^{\circ} E$ , Acidalia Planitiaé pedig  $351^{\circ} E$ . A becsapódásos kráterek körül határolásához az **Editor** kör rajzoló eszközét használtam. A kráterperemen túlnyúló területtel rajzoltam meg őket, mert a kráter tényleges peremét és sugarát később kvantitatív módszerekkel határoztam meg. A vektoros réteget (későbbiekben: krátermaszk réteg) egy geodátbázisban (Personal geodatabase, PGDB) hoztam létre a raszteres állománynak megfelelő vetületi rendszerrel.

<sup>5</sup> A szélességi és hosszúsági fokoknál az angol rövidítéseket használom, mert a magyar rövidítést használva összetéveszthető lenne a Kelvin-fokkal (rosszul felírásával), ahol földrajzi hosszúsági adat önállóan szerepel.

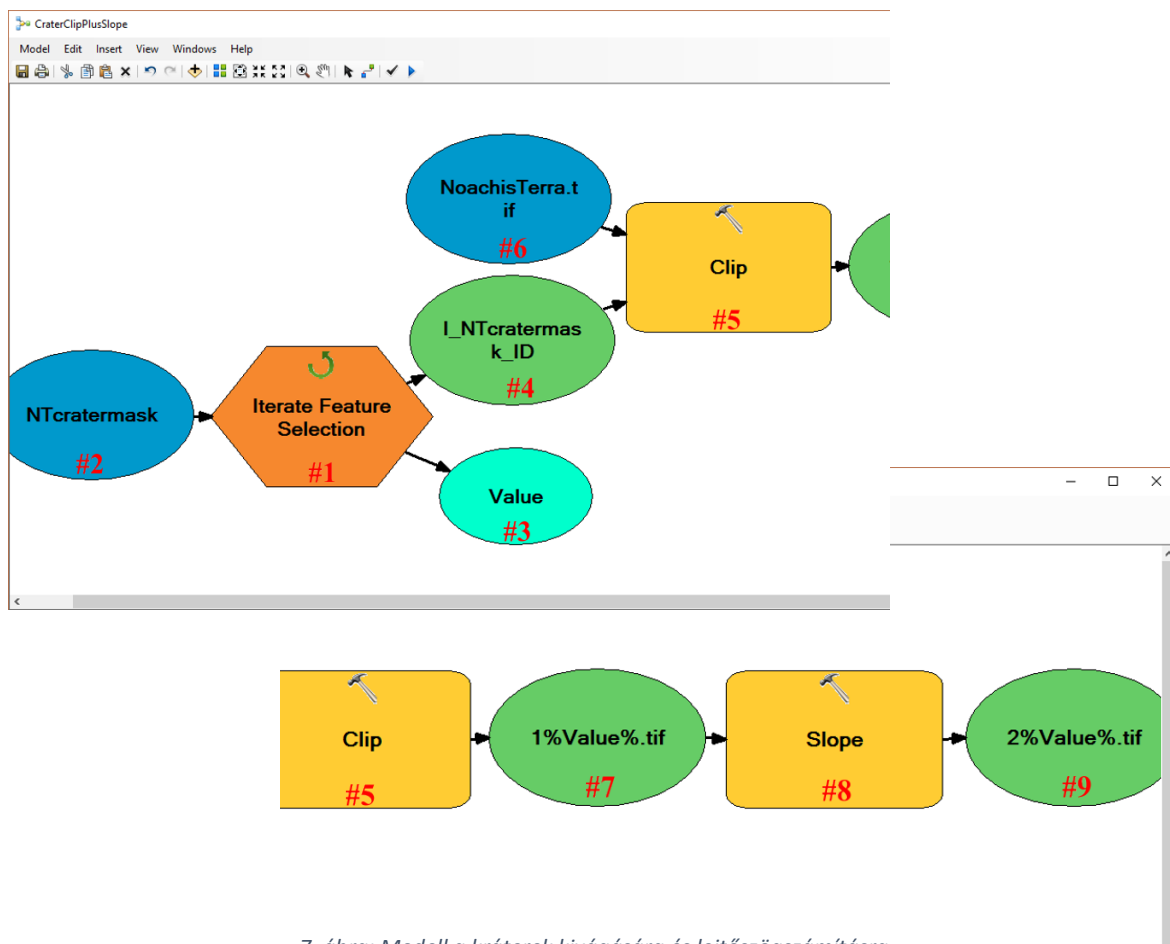
Attribútumtáblája külön oszlopban tárolja a magassági adatokat és a lejtőszögeket tartalmazó kráterenkénti XYZ fájlok azonosítóját; a **Calculate Geometry** eszköz **X Coordinate of Centroid** és **Y Coordinate of Centroid** funkcióival kiszámított középpont  $x_0$  és  $y_0$  koordinátáit.

Az elemzésekhez szükségem volt a kráterek földrajzi szélességére. Bár az alkalmazott szinuszoid vetületnek méter az alapegysége, de az **Y Coordinate of Centroid** eszköznél be lehet állítani, az eredmény mértékegységét, így vetületi transzformáció nélkül irattam ki a fok értékeket.

| Table        |      |         |      |           |               |                  |           |              |                 |
|--------------|------|---------|------|-----------|---------------|------------------|-----------|--------------|-----------------|
| NTcratermask |      |         |      |           |               |                  |           |              |                 |
|              | OBJE | SHAPE * | ID   | IDtoSlope | X0            | Y0               | Latitude  | SHAPE_Length | SHAPE_Area      |
| ▶            | 1    | Polygon | 1001 | 2001      | -23861.857198 | 18831164.301901  | -10.84143 | 15383.087782 | 18831164.301901 |
|              | 2    | Polygon | 1002 | 2002      | 61466.43848   | 74829820.900648  | -11.18292 | 30664.951695 | 74829820.900648 |
|              | 3    | Polygon | 1003 | 2003      | -22737.37579  | 549814999.092714 | -11.70408 | 83121.471642 | 549814999.09271 |
|              | 4    | Polygon | 1004 | 2004      | -40795.224398 | 167597360.095692 | -11.92951 | 45892.162086 | 167597360.09569 |
|              | 5    | Polygon | 1005 | 2005      | 41962.198081  | 21051316.377186  | -12.16952 | 16264.643971 | 21051316.377186 |
|              | 6    | Polygon | 1006 | 2006      | 21377.57358   | 56169101.102619  | -12.51771 | 26567.682276 | 56169101.102619 |
|              | 7    | Polygon | 1007 | 2007      | 15461.478397  | 22388467.52497   | -13.51156 | 16773.245971 | 22388467.52497  |
|              | 8    | Polygon | 1008 | 2008      | 48481.544417  | 163880059.730844 | -13.80797 | 45380.365434 | 163880059.73084 |
|              | 9    | Polygon | 1009 | 2009      | -30311.529809 | 291676861.406456 | -14.17189 | 60541.882528 | 291676861.40645 |

6. ábra: Példa az attribútum tábla szerkezetére (Noachis Terra)

Következő lépésben a krátermaszk réteg által lefedett raszteres felület kráterenként külön állományba exportálását hajtottam végre, valamint külön fájlokba ezen területekre lejtőszögeket számítottam az ArcMap-ben. Az előbb felsorolt műveletekhez szintén egy modellt készítettem a **Model Builder**-ben.



7. ábra: Modell a kráterek kivágására és lejtőszögszámításra

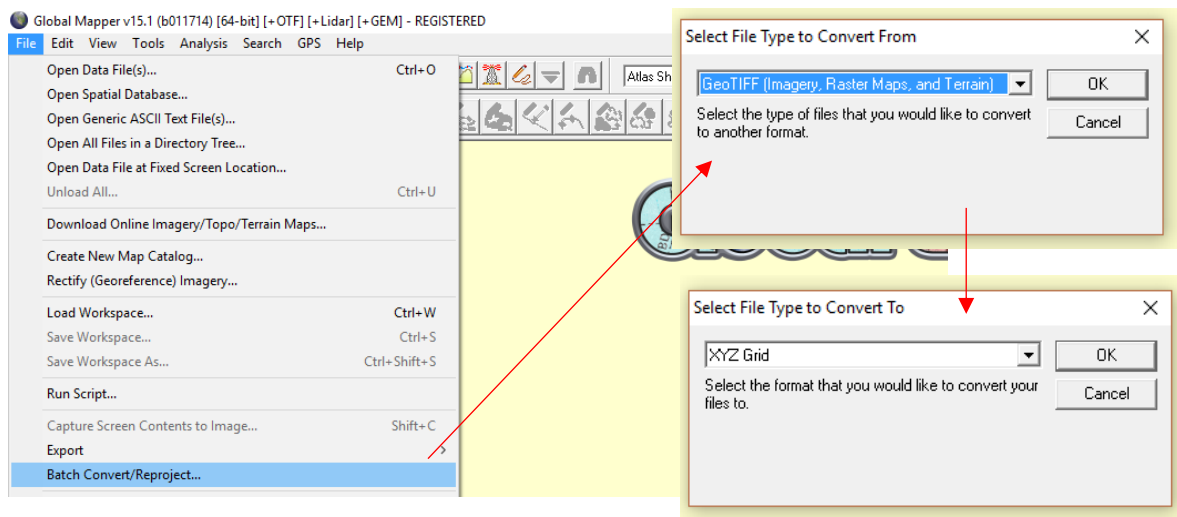
| Sorszám | Operáció                  | Művelet                                                                              |
|---------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| #1      | Iterate Feature Selection | A krátermaszk rétegből az egyes kráterek behívása egymás után.                       |
| #2      | Input Features            | A #1 által kiválasztott réteg megnyitása.                                            |
| #3      | Value                     | A krátermaszk ID mezőjének attribútumai. Később felhasználva a #7 és #9 névadásához. |
| #4      | Selected Features         | A #1 kimeneti kiválasztott egyes krátereket lefedő körök.                            |
| #5      | Clip                      | Vágó eszköz. Eredménye az egyes kráterek rasztersokszöge magassági adatokkal.        |
| #6      | Input Raster              | Ebből a raszterből vág a #5.                                                         |
| #7      | Output Raster Dataset     | A #5 kimeneti rasztere.                                                              |
| #8      | Slope                     | Lejtőszög számító. Alapja a #7. Az eredménye fokban.                                 |
| #9      | Output Raster             | A #9 kimeneti rasztere                                                               |

2. táblázat: Magyarázó táblázat a 8. ábrán szereplő modellhez

Az **Iterate Feature Selection**-ön (Insert/Iterators) belül beállítottam a bemeneti rekordokhoz (**Input Features**) a krátermaszk réteget és a csoportosításhoz

(**Group by Fields**), hogy az ID (a képek azonosítója) mező alapján haladva hajtja végre a modell az utasításokat. Ennek a műveletnek a használatával hoztam létre a kráterenkénti külön állományokat. Az **Iterate Feature Selection**-nek két kimeneti adata van. Az egyik a **Value**, ez tartalmazza az ID mező attribútumait és az adott rekordréteget, mely egyben a **Clip** (ArcToolbox/ Data Management Tools/ Raster/ Raster Processing/ Clip) kivágó eszköz kiterjedését (Output Extent) adja. A tényleges körök alapján történő vágáshoz ki kellett jelölnöm **Maintain Clipping Extent** opciót, így nem a kör köré rajzolható négyzet kiterjedése alapján dolgozik a program. A vágáshoz bemeneti réteggént az összeillesztett, már 75 méteres felbontású raszteres állományt használtam fel. Ez a művelet kvázi kör alakú rasztersokszögeket eredményezett. A keletkező fájlok nevéhez a **Value** értékét használtam fel. Végül a **Clip** kimeneti réteget beállítottam a **Slope** (ArcToolbox/Spatial Analyst Tools/ Surface/ Slope) eszköz bemeneti adatainak a lejtőszögek kiszámításához.

Az ArcMap a **Slope** az értékek számításához a Horn-féle (Horn, 1981) négy szomszéd módszert használja.



8. ábra: tif – xyz konverzió

Ezt követően az xyz formátumú fájlok létrehozása következett. Az ArcMap-ben van lehetőség raszteres adatok dbf fájlra konvertálására (egyfajta attribútum tábla, dBase formátumban) és ennek csv formátumba mentésére, mely az adatpontokat XYZ formában tárolja. De a nagyobb, tíz kilométert meghaladó sugarú krátereknél hibaüzenetet írt ki, mert a fájlba írt rekordok száma meghaladta a formátum adta korlátokat. Ezért a GlobalMapper **Batch Convert/Reproject** funkciójával állítottam elő az xyz fájlokat. A program előnye, hogy az ArcGIS-szel ellentétben a NULL értékeket kihagyja a konverzió során. Hátránya viszont, hogy az ArcMap-ben elkészített TIFF fájlok vetületének dátumát nem ismerte fel, emiatt azt a vizsgált területenként (6. ábra) be kellett állítanom, hogy az Interplanetary, Mars 2000 (Sphere)-t használja.

Végül a vizsgált területenkénti krátermaszk rétegek attribútum tábláját **Table To Excel** ( ArcToolbox/ Conversation Tools/ Excel/ Table To Excel) eszközzel egy csv fájlba exportáltam, aminek adatai szükségesek voltak a későbbi elemzések elvégzéséhez.

## 3.2. Elemzések - Adatfeldolgozás Python környezetben

Az előzőekben elkészített adatok feldolgozását, a számítások legnagyobb részét és ezek megjelenítését ábrán későbbi elemzésekhez Python 3.6 környezetben végeztem a PyCharm Community Edition program 2016.3.3 verziójának integrált fejlesztő-környezetében. Többek között felhasználtam a programozáshoz a Python kiegészítő csomagjai közül a:

- NumPy-t, ez bővebb támogatást nyújt a többdimenziós tömbök, mátrixok használatához és magas szintű matematikai függvény könyvtárral rendelkezik.
- SciPy-t, ami hasznos modulokat tartalmaz lineáris algebra, optimalizáció, interpoláció, integrálás stb. használatához.
- Matplotlib-et, ami lényegében egy grafikus függvény könyvtár és fontos szerepe van ábrák előállításában (Hill, 2015)
- Os-t, ez egy központi Python modul, ami lehetővé teszi az operációs rendszer-specifikus feladatok kiállítását.

Alapvetően kétféle programot írtam munkám során. Az egyik félében szinte csak a számítások, a másikban pedig az ábrák megalkotása szerepel. Az első két program a főbb matematikai műveleteket, valamint a későbbi elemzésekhez, képek előállításához szükséges táblázatok létrehozását tartalmazza. A többi programot a PCT képek, lejtőprofil, illetve a doboz ábrák létrehozására írtam meg.

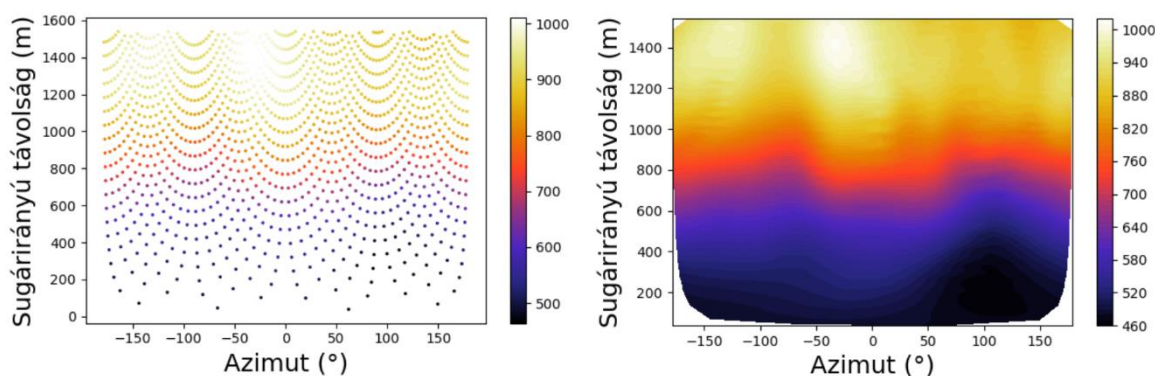
A csv fájlba exportált krátermaszk réteg attribútumtáblájára az első kettő programhoz volt szükségem, mert az tartalmazza az xyz állományok importálásához szükséges azonosítókat, az egyes kráterek középpontjának koordinátáit és az információt az objektumok földrajzi szélességéről. Ennek a megnyitásán kívül szinte mindkét program egésze egy-egy nagy `for` cikluson belül helyezkedik el. Ennek két oka van, egyrészt a táblázatok létrehozása miatt, másrészt praktikusság miatt, hiszen így nem kell a programot manuálisan lefuttatni a több száz kráterre.

Ezután írtam meg a polárkoordináta-transzformációt (PCT), amit az alábbi formulákkal számítottam ki (Székely és Karátson, 2004):

$$r = \sqrt{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2} \quad 4. \text{ képlet}$$

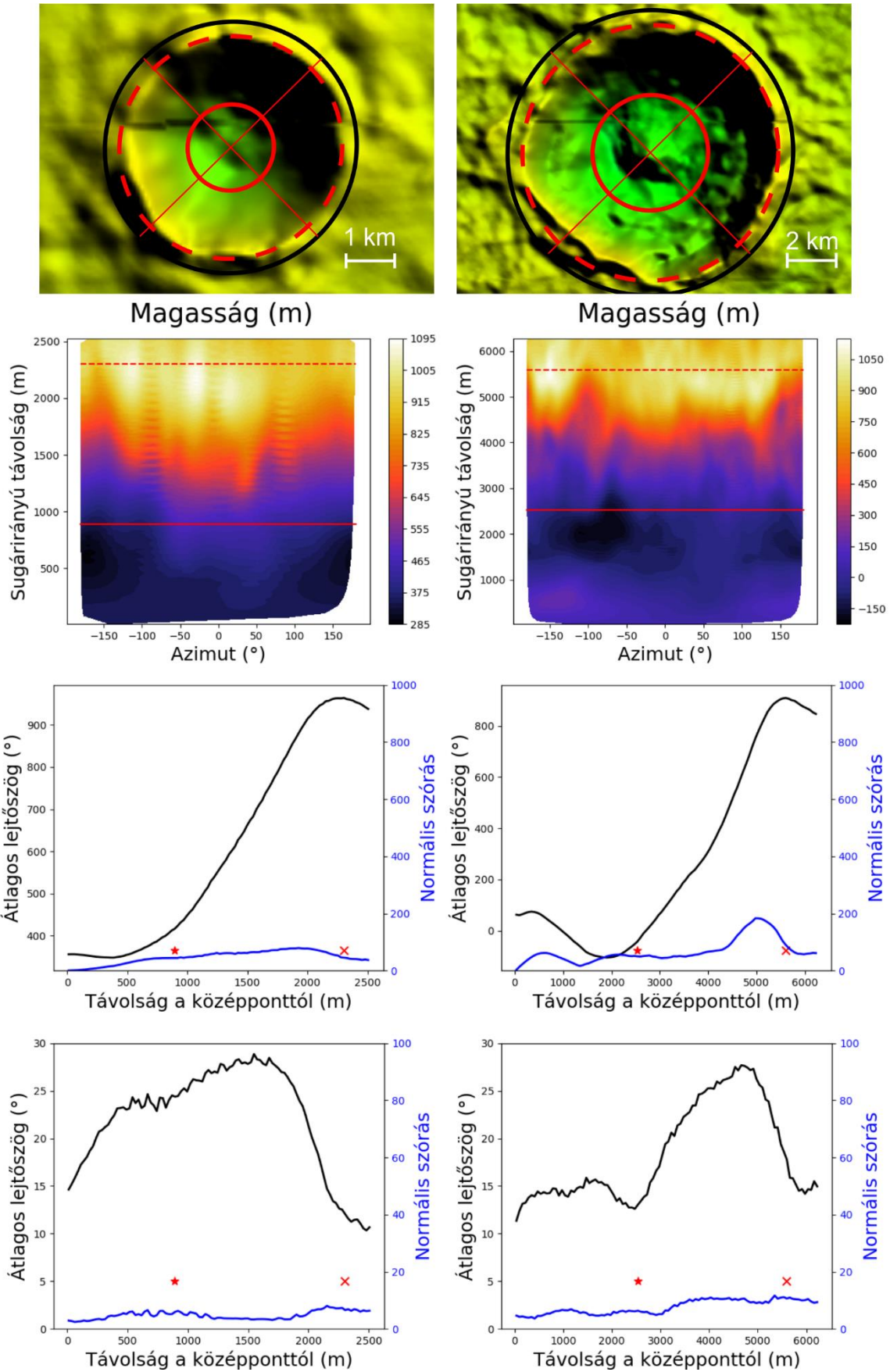
$$\varphi = \arctg\left(\frac{x - x_0}{y - y_0}\right) \left(\frac{180^\circ}{\pi}\right) \quad 5. \text{ képlet}$$

ahol  $r$  az  $(x,y)$  ponthoz  $(x_0,y_0)$  ponttól számított sugár nagysága, és  $\varphi$  = az  $(x,y)$  és  $(x_0,y_0)$  pontok által meghatározott vonal, a függőleges (É – D) egyenessel bezárt szöge – a függőlegetől jobbra indulva  $0^\circ - 180^\circ$ , balra pedig  $0^\circ - -180^\circ$  tartományon értelmezve.



9. ábra: Példa az interpoláció nélküli és interpolált PCT képekre. Színezés magassági adatok alapján méterben.

A PCT során a `scipy.interpolate.griddata()` függvénnyel interpoláltam az adatokat. A művelet módszerének a `'cubic'`-ot állítottam be, mely harmadrendű (köbös) közelítést alkalmaz. A PCT képek vízszintes tengelye a kráter pontjainak azimutját tartalmazza  $-180^\circ - 180^\circ$  fok között, a függőleges tengelyen pedig a kráter középpontjától való távolság jelenik meg. A színezés sötétkéktől (legalacsonyabb rész) a pirosra át a világos sárgáig (magasabb részek) terjed. Ez a formátum a programban egy mátrixban tárolja az adatokat, így ideális a különböző kitettségi intervallumokon belüli vizsgálatra.



10. ábra: A kráterfal lehatárolásának illusztrációja. Bal oldali oszlopban egy egyszerű ( $23^{\circ} 49' S$ ,  $159^{\circ} 5' E$ ), a jobb oldali oszlopban egy komplex kráterhez ( $17^{\circ} 52' S$ ,  $158^{\circ} 13' E$ ) tartozó képek (Terra Cimmeria). Bővebb magyarázat a szövegben. Az alulról második sor ábráit Conway és Mangold (2013) nyomán készítettem el.

A felső két kép (10. ábra) a példakrátereket mutatja felülnézetben, a fekete vonal a krátermaszk adott kráterre vonatkozó területet veszi körbe. Az átlós piros egyenes vonalak a vizsgálat egyik alapjául szolgáló, a pólus felé néző, illetve az egyenlítő néző, szektorokat (felső, alsó körcikkek - a vizsgált terület függvényében változhat) határolja le. A felső és a középső PCT képeken a piros szaggatott vonal a kráter peremét, a folytonos piros vonalak pedig a kráterfal alját jelölik. Alulról a második sor diagrammjain a fekete vonal a kráterek átlagolt lejtőprofiljait ábrázolja, a kék görbe pedig a kráter középpontjától kifelé haladva az azonos távolságra lévő pontok magassági értékeinek szórását jelöli. Az alsó sor ábráin az átlagolt lejtőszögek változása (fekete görbe), valamint ezen értékek szórása (kék görbe) látható. A kráterfal kiterjedését Conway és Mangold (2013) nyomán állapítottam meg (szemléltetésére a 10. ábra alulról második sora szolgál). A szürke egyenes a kráterfal aljának meghatározásához szükséges. Alsó végpontja a kráter középpontjában helyezkedik el az átlagolt magasságok minimum értékénél, ezzel kiküszöbölve az esetleges központi kiemelkedéseket. Teteje az átlagolásból meghatározott kráterperemen helyezkedik el. A két végpont felhasználásával kiszámítható a felszín pontjainak távolsága az egyenestől az alábbi képlet felhasználásával:

$$F(P_1, P_2, (x_i, y_i)) = \frac{|(y_2 - y_1)x_i - (x_2 - x_1)y_i + x_2y_1 - y_2x_1|}{\sqrt{(y_2 - y_1)^2 + (x_2 - x_1)^2}} \quad 6. \text{ képlet}$$

ahol,  $F$  az adott pont távolsága az egyenestől,  $P_1(x_1, y_1)$  az egyenes alsó-,  $P_2(x_2, y_2)$  a felső végpontja,  $(x_i, y_i)$  az átlagolt felszín egy pontja. Egy `for` ciklussal kiszámoltam az összes távolságot, majd az `numpy.max()` függvény használatával meghatároztam a legnagyobb távolsághoz tartozó pontot, mely a kráterfal alját adja. Az alsó két sor diagrammjain a piros \* a kráterfal aljának távolságát, a piros x pedig a kráterperem távolságát jelölik a kráter középpontjától.

Ezután a már megnyitott xyz állományokra is elvégeztem a polárkoordináta-transzformációt. Ezt a műveletet csak a kráterperem területére eső adatainak felhasználásával végeztem el, a korábban meghatározott kráterfalon kívül eső részeket levágtam, így már csak a vizsgálat számára releváns részek maradtak meg. A kráterfalat Kreslavsky és Head (2003), valamint Parson és Nimmo (2009) módszeréhez hasonlóan északi-, déli-, keleti- és nyugati negyedekre osztottam fel (10. ábra). Azonban lejtőszögek különbsége okozta aszimmetria megállapításához Conway és Mangold (2013) módszerét

vettem alapul, mely észak- és dél felé néző kráterfal helyett pólus-, ill. egyenlítő felé néző lejtőket különítettem el. Tehát az aszimmetria a következő képlettel számítható ki:

$$A = \frac{S_{eq} - S_p}{S_{avg}} \quad 7. \text{ képlet}$$

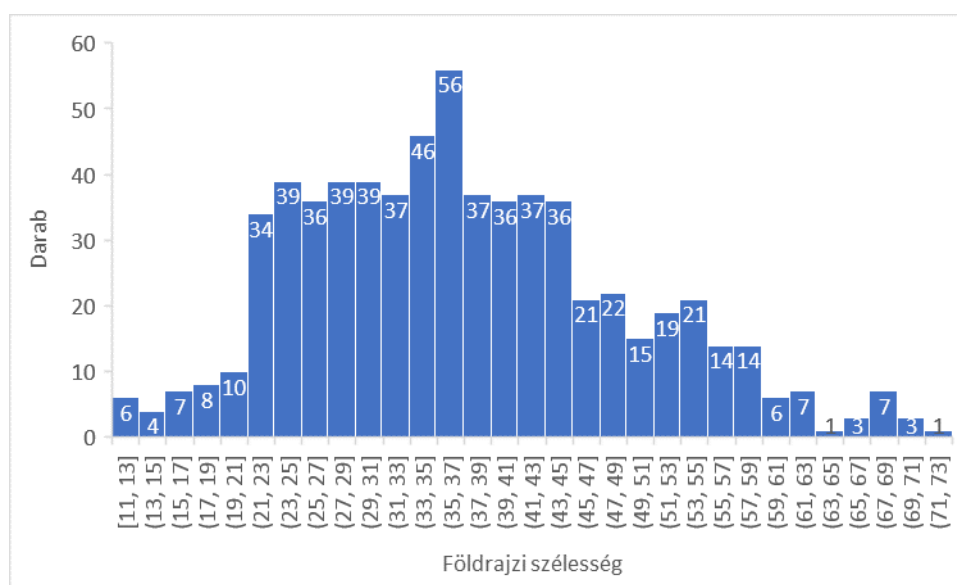
, ahol  $A$  az aszimmetria,  $S_p$  a pólus felé néző,  $S_{eq}$  az egyenlítő felé néző átlagos lejtés,  $S_{avg}$  pedig a kráterfal átlagos lejtése.

Ezzel a módszerrel az  $A$  értéke mindkét féltekén ugyanolyan jellegű aszimmetriát jelöl. Minél negatívabb az értéke, annál kisebb a lejtése az egyenlítő felé néző lejtőnek a pólus felé nézőénél. A pozitívabb értékek pedig értelemszerűen meredekebb egyenlítő felé néző lejtőket jelölnek.

## 4. EREDMÉNYEK BEMUTATÁSA

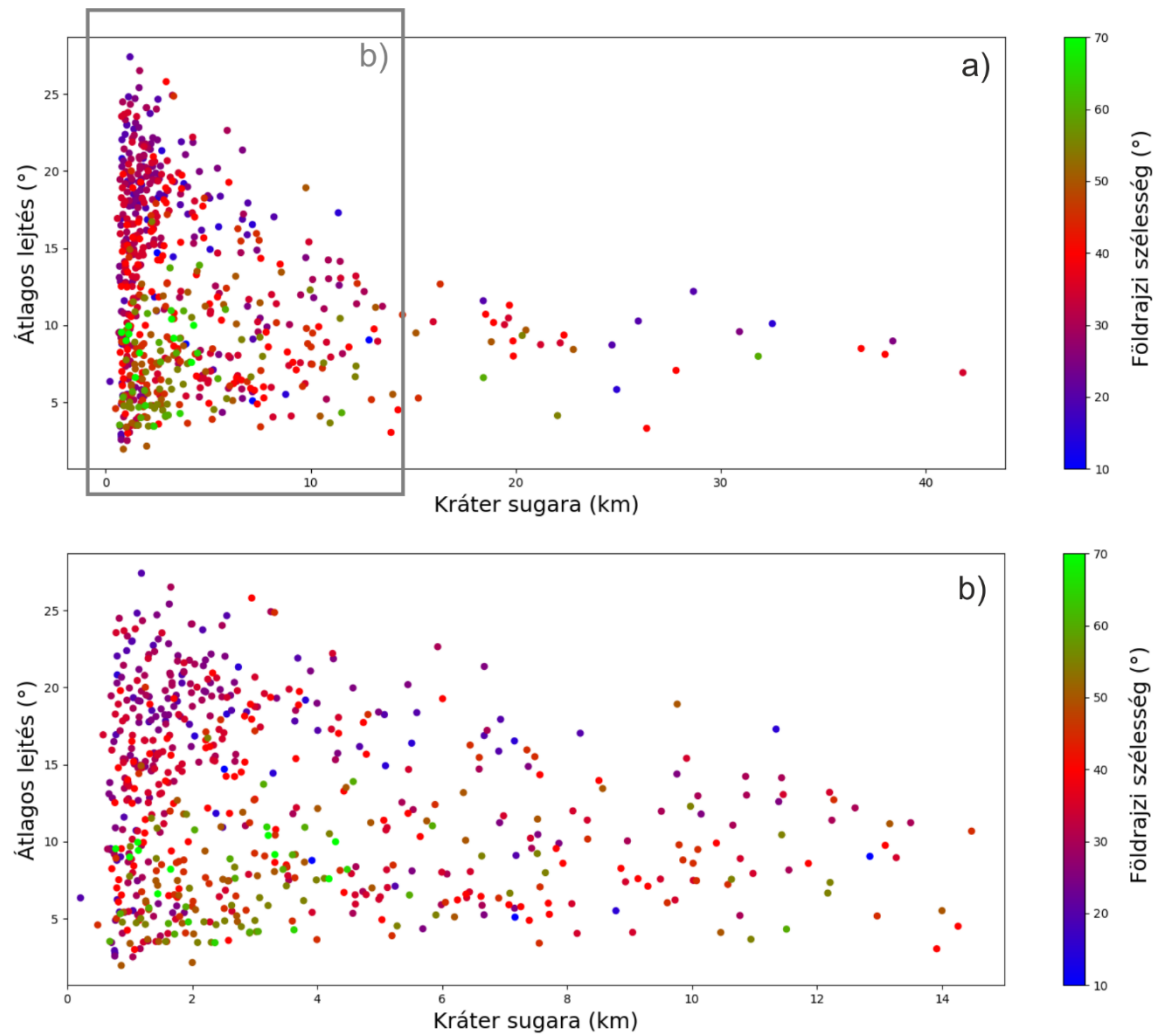
Az egyes ábrák elkészítéséhez, valamint statisztikai elemzéshez több táblázatot is létrehoztam (1. – 5. sz. függelék), valamint létrehoztam egy összefoglaló térképet a régióként megvizsgált kráterek aszimmetriájának és mélység-átmérő arányának alakulásáról.

Összesen 661 db krátert vontam be a vizsgálatba, ebből 162 db Acidalia Planitia, 268 db Noachis Terra és 231 db Terra Cimmeria területén helyezkedik el. A legkisebb kráter átmérője 0,423 km, a legnagyobbé 83,6 km.



11. ábra: A kráterek eloszlása földrajzi szélesség alapján. A földrajzi szélesség adatok abszolútértékben szerepelnek.

A legtöbb krátert, a két féltéken a  $21^{\circ}$  –  $45^{\circ}$  szélességi körök között (472 db) vizsgáltam meg, míg a  $45^{\circ}$  –  $59^{\circ}$ -ok között ennek kb. a harmadát 126 db-ot (11. ábra). Öt fokonként átlagolva összesítettem a kráterek aszimmetriáját, lejtőszögeit, átmérőit és mélység – átmérő arányát, valamint ezen értékek mediánját, átlagát és szórását mindhárom vizsgálati területre tekintve egy-egy nagyobb összegző táblázatba (1. – 2. sz. függelék), ezzel ellentétben a 3. – 5. sz. függelék az összes régióra kráterenként ismerteti azok különböző paramétereit.



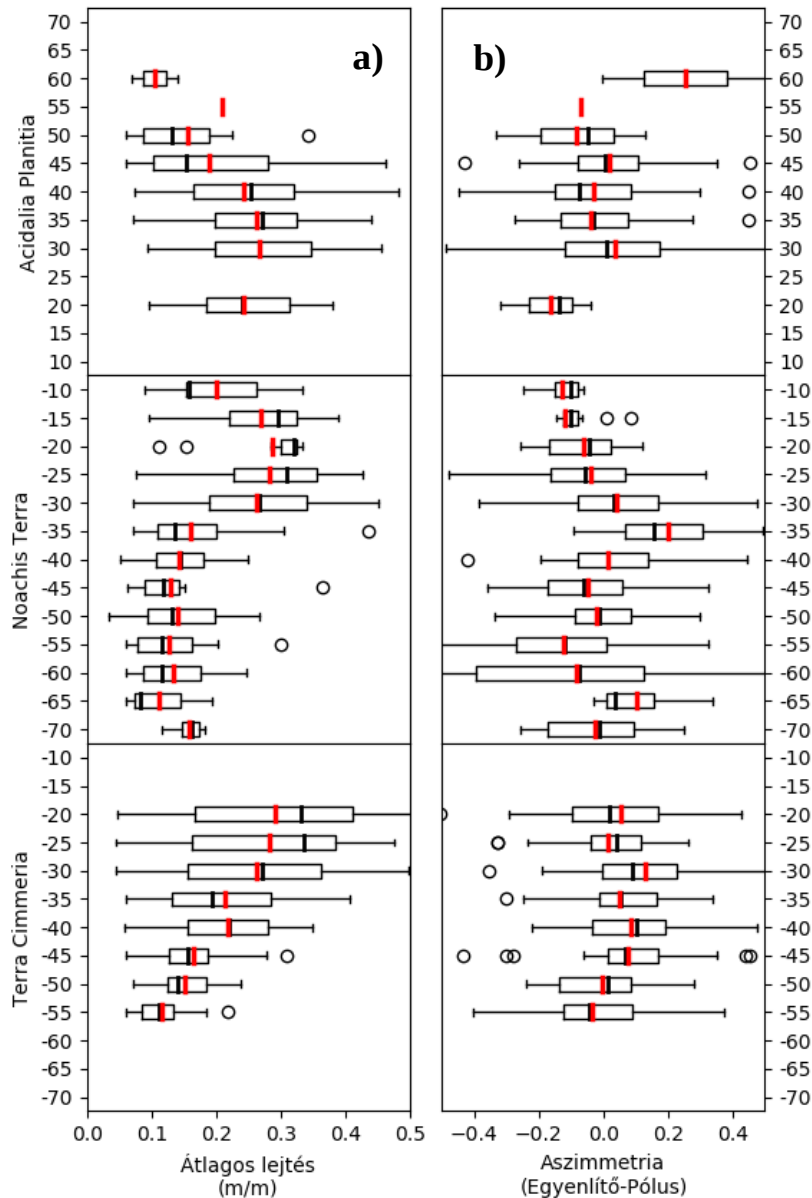
12. ábra: Az átlagolt lejtőszögeinek eloszlása a kráterméret alapján. Színezés a földrajzi szélesség abszolútértéke szerint.  
a) az összes kráterre b) a 0 – 15 km sugarú kráterekre jeleníti meg az adatokat.

A 12. ábrán jól elkülönül, hogy vizsgált a kráterek döntő többsége a földrajzi szélességtől függetlenül 15 km-nél kisebb sugarú. Az ennél nagyobbak főképp kb.  $20^{\circ}$  –  $45^{\circ}$  É – D között találhatóak. A 0 – 5 km sugarú kráterek a lejtőszög-skála egészén jelen vannak, azonban közelebről megtekintve észrevehető, hogy az alacsonyabb szélességeken levő kráterek többségükben meredekebb kráterfallal rendelkeznek, mint az  $55^{\circ}$  földrajzi szélesség feletti társaik. A kráterek sugarának növekedésével megfigyelhető, hogy egyre lankásabbak belső lejtőik.

## 5. DISZKUSSZIÓ

Az átlagos lejtés és aszimmetria szélesség szerinti változásának szemléltetésére, és az átmérő-, mélység-átmérő arány függvényében alakuló aszimmetria értékek megjelenítésére – Conway és Mangold (2013) – dobozábrák (box-plot) sorozatát készítettem el. Ezzel a megjelenítési móddal kiválóan lehet illusztrálni a minta értéktartományának változásait, az átlagok és középértékek alakulását, valamint következtetni lehet belőle a szórásra is.

A *13.a) ábra* is a jól mutatja a trendet a *12. ábrához* hasonlóan, hogy a kráterfalak lejtése a pólusok felé haladva csökken. Azonban ez sem általános, hiszen a Noachis Terra területén  $10^{\circ} - 25^{\circ}$  S között növekvő tendencia a jellemző. A *13.b) ábrán* az aszimmetriák változásai jelennek meg. Vizsgálati területenként különböző mintát mutatnak, azonban megegyezik bennük, hogy a közepes ( $30^{\circ} - 45^{\circ}$  N – S) és magasabb ( $60^{\circ}$  N – S) földrajzi szélességeken a többihez képest pozitívabb az aszimmetria (meredekebb egyenlítő felé néző lejtő). Az adatok mindhárom régióban erőteljes szóródást mutatnak. Ezekre az értékekre befolyással lehetnek a kráterek alakjának természetes változékonysága (különböző eróziós folyamatok) és az alapkőzet. Alapvetően a Noachis Terra és a Terra Cimmeria felszíne idősebb, Noachi időszaki, míg az Acidalia Planitia Amazoni időszaki (Hargitai *et al.*, 2008).

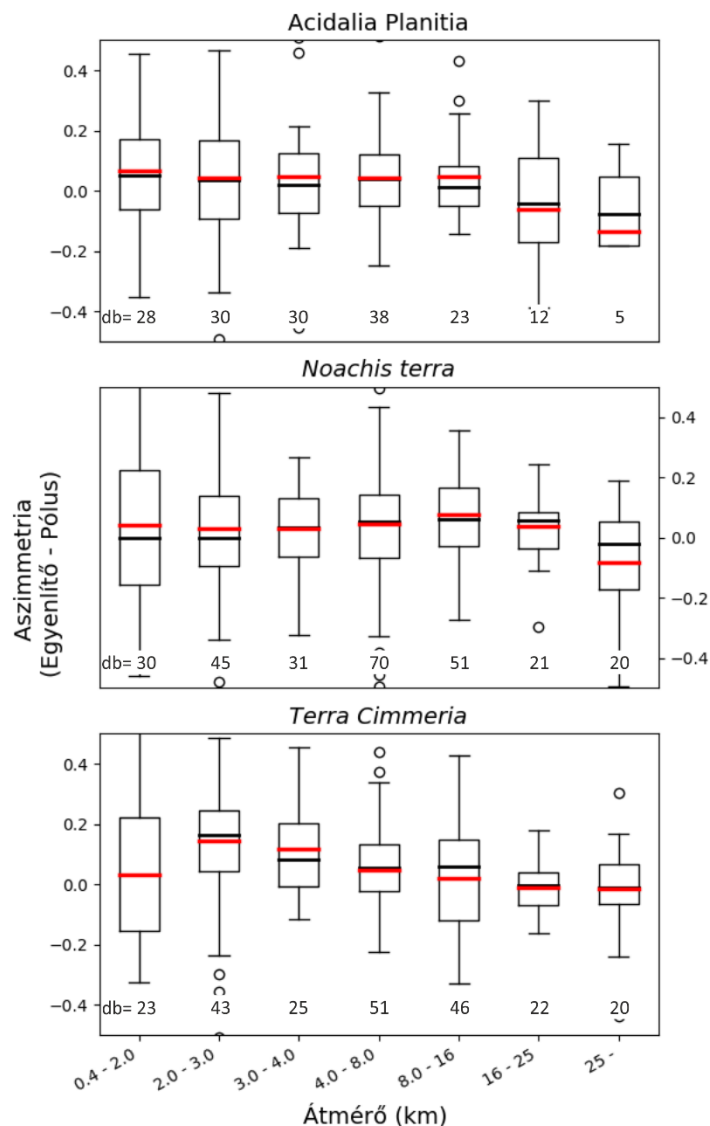


13. ábra: Csoportos dobozábra: a) Az átlagos lejtés változása b) az aszimmetria változása a földrajzi szélességgel. A függőleges tengelyen a pozitív értékek az északi, a negatív értékek a déli földrajzi szélességeket jelölik. A dobozokon belül a vastag fekete vonal az a) lejtés mediánját, b) aszimmetria mediánját; a vastag piros vonal pedig ezen értékek átlagait jelölik. A doboz jelöli ki az interkvartilis terjedelmet (minta középső fele), a vízszintes vonalak jelölik ki az alsó- és felsőkvartilist, a 90%-os lefedettség alsó és felső határát, a körök pedig az ún. outlierek (kiugró értékek), melyek a 1,5-szeres interkvartilisen kívül esnek. Conway és Mangold (2013) nyomán – pythonban elkészítve.

Parsons és Nimmo (2009) modelljük alapján megállapították, hogy  $25^{\circ} - 40^{\circ}$  között kell a lejtőszögek különbségeiből adódó aszimmetriának a legnagyobbak lennie. A 13.b) ábrát közelebbről megvizsgálva, valamint a mellékelt táblázat adataival összevetve (1. sz. függelék) többnyire igazolódik felvetésük. Terra Cimmeria területén az átlagok és a középértékek  $25^{\circ}$ -tól növekednek, majd  $30^{\circ} - 40^{\circ}$  között elérik maximumukat,  $35^{\circ}$  kivételével, ahol lokális minimum van. Noachis Terra-n csak  $25^{\circ}$ -nál lép át a pozitív tartományba és az előző területhez hasonlóan alakulnak a maximumértékek. Acidalia Planitia területén a többi régióval ellentétben  $35^{\circ} - 40^{\circ}$  között nagyobb visszaesés van az

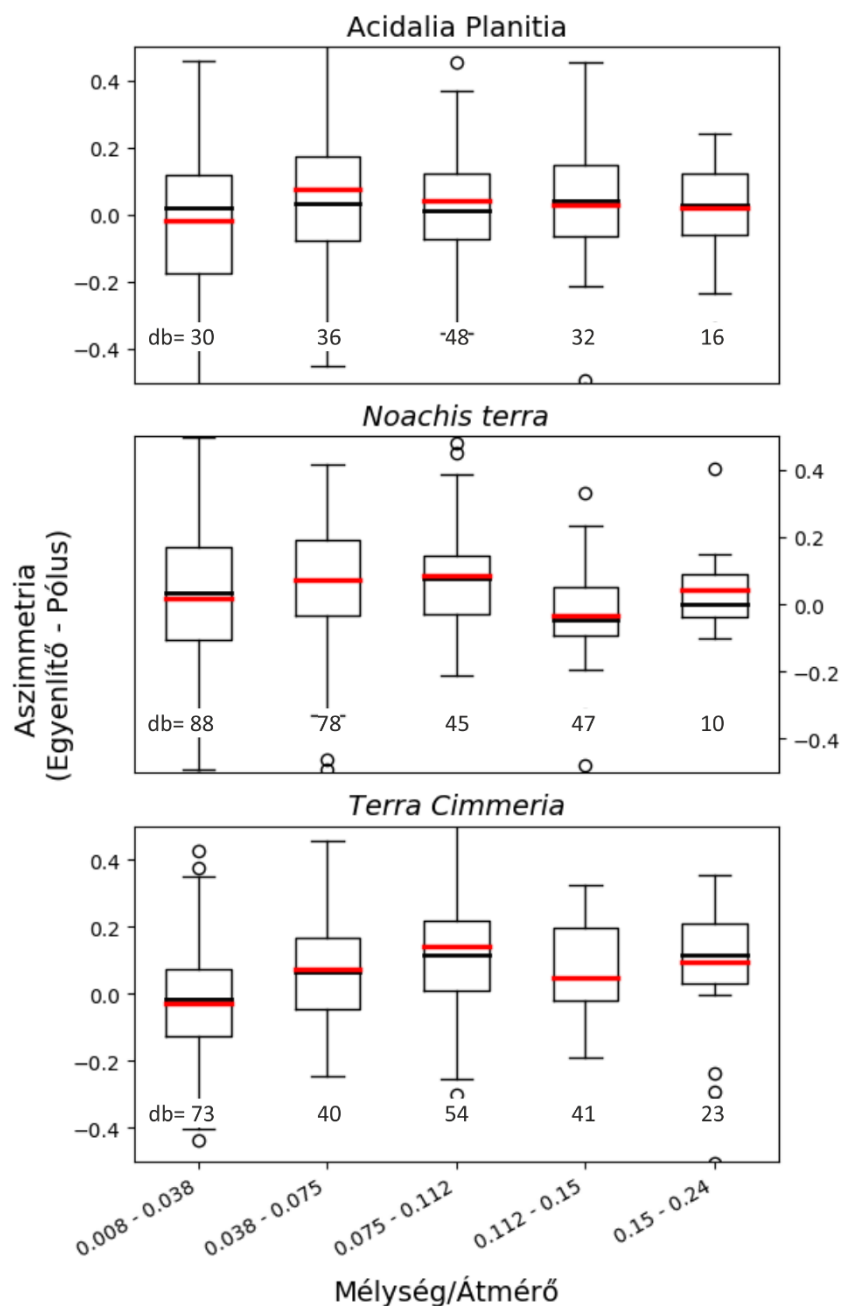
értékekben és a második csúcs az értékekben már 45°-nál van. Meglepően két régióban (Acidalia Planitia, Noachis terra) is újra növekedést mutatnak az aszimmetria átlagai és középértékei.

A 13 a) és b) ábrák összehasonlítása alapján megfigyelhető, hogy az aszimmetria értékek nincsenek összefüggésben az átlagos kráterfal-lejtés nagyságával.



14. ábra: Az aszimmetria alakulása a kráterek átmérőjének függvényében. A vastag piros vonal az aszimmetria átlagát, a vastag fekete vonal pedig a középértékét jelöli. A dobozok jelölik ki az interkvartilis terjedelmet, a függőleges vonalak pedig az adatok 90%-át lefedő intervallumot felosztva alsó- és felső kvartilis részekre. A körök azon kiugró értékeket mutatják, melyek távolabb esnek a mediántól az interkvartilis rész terjedelmének másfélszeresénél. (Conway és Mangold (2013) nyomán – pythonban elkészítve)

A kráterek átmérője és az aszimmetria között nem figyelhető meg jelentős összefüggés (14. ábra). Az átmérő növekedésével kis mértékben csökken csak az A értéke. egyedül Noachis Terra régióban figyelhető meg nagyobb aszimmetria növekedés a 2 – 4 km átmérőjüeknél, a másik két területtel ellentétben.



15. ábra: Az aszimmetria a mélység/átmérő függvényében. A vastag piros vonal az aszimmetria átlagát, a vastag fekete vonal pedig a középtértékét jelöli. A dobozok jelölik ki az interkvartilis terjedelmet, a függőleges vonalak, pedig az adatok 90%-át lefedő intervallumot felosztva alsó- és felső kvartilis részekre. A körök azon kiugró értékeket mutatják, melyek távolabb esnek a mediántól az interkvartilis rész terjedelmének másfélszeresénél. (Conway és Mangold (2013) nyomán – pythonban elkészítve).

A 15. ábra mutatja az aszimmetria változásait a mélység/átmérő ( $m/d$ ) függvényében, azonban az  $A$  értékeiben nincs szignifikáns különbség sem az  $m/d$ , sem a vizsgált területek szempontjából. Ennek ellenére megfigyelhető mindhárom régióban az  $0.038 < m/d < 0.112$  kráterek enyhén pozitívabb  $A$  medián és átlagértékei (2. sz. függelék).

## 6. ÖSSZEFOGLALÁS

Munkám fő célja a marsi becsapódásos kráterek morfológiai elemzése volt. Ezt a vizsgálatot három kiválasztott területen keresztül (Acidalia Planitia, Noachis Terra, Terra Cimmeria) végeztem el. Adatforrásként a Mars Express HRSC domborzatmodelljei szolgáltak, amiket az ArcMap 10.4.1 és a GlobalMapper 15 szoftverekkel alakítottam át az elemzésekhez szükséges formátumúvá. Az így keletkezett adatbázisokat Python 3.6 környezetben használtam fel. A PCT módszer megfelelőnek bizonyult a további számítások előkészítéséhez, mert általa könnyen lehet az adatokat, mind a kráter középpontjától kifele haladva egyenlő távolságoként, mind különböző kitettségű intervallumokon belül vizsgálni. A kráterek sugarát kvantitatívan határoztam meg, majd ezután kiszámoltam azan felszínformák más paramétereit is, mint például a mélység és átmérő arányát, a kráterfal átlagos lejtését. Az aszimmetria megállapítására Conway és Mangold (2013) módszerét használtam fel. Az elkészített táblázatok és ábrák alapján már jól vizsgálhatóvá váltak a kráterek. Parsons és Nimmo (2009) modellje alapján, miszerint a legnagyobb aszimmetria értékek a közepes szélességeken ( $25^{\circ}$ – $40^{\circ}$ ) vannak, én is hasonló értékeket találtam a vizsgált régiókban. Azonban megállapításukkal ellentétben  $35^{\circ}$  S – N környékén lokális minimumok mutatkoztak, valamint Acidalia Planitia és Noachis Terra területén a magasabb szélességeken ( $65^{\circ}$ -) szintén pozitívabb értékeket kaptam. Egyértelmű összefüggést nem találtam az aszimmetria és a földrajzi szélesség, átmérő, valamint mélység között. Viszont eredményeim alapján jól látszik a lejtőszögek csökkenése a kráterek méretének és a földrajzi szélesség növekedésével. Az elkészült adatbázisok jó alapanyagul szolgálhatnak további elemzések elvégzésére.

## 7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek, dr. Székely Baláznak a segítségért és útmutatásért, valamint belső konzulensemnek, dr. Mészáros Jánosnak segítségéért. Köszönettel tartozom Koma Zsófiának és Vörös Fanninak a programozás kezdetén nyújtott segítségükért.

Köszönöm családomnak, barátaimnak, valamint közvetlen környezetemnek a támogatást, tanácsokat és hogy elviseltek munka közben.

## 8. IRODALOMJEGYZÉK

### 8.1. Felhasznált irodalom

- CHICARRO, A., MARTIN, P., & TRAUTNER R. (2004): The Mars Express Mission: An Overview in: Andrew Wilson (ed.): Mars Express The Scientific Payload. ESA Publications Division ESTEC, Noordwijk pp. 3-16
- CLARKE, J. (1966). Morphometry from Maps. In: Essays in Geomorphology. Elsevier Publishing Company, New York pp. 235-274
- CONDIT, Christopher D. (1978): Distribution and relations of 4- to 10-km-diameter craters to global geologic units of Mars. *Icarus* **34(4)** 465-478
- CONWAY, Susan J. & MANGOLD, Nicolas (2013): Evidence for Amazonian mid-latitude glaciation on Mars from impact crater asymmetry. *Icarus* **225(1)** 413-423
- GWINNER, K., ROATSCH, T., MATZ, K.-D., SCHOLTEN, F., ELGNER, S., PREUSKER, F., OBERST, J., JAUMANN, R., HEATHER, D., & NEUKUM, G. (2008): Archival stereo data products of the HRSC experiment onboard Mars Express. *Lunar and Planetary Science* **39** 2373
- HARGITAI, Henrik, CSÁSZÁR, Géza, BÉRCZI, Szaniszló, KERESZTURI, Ákos (2008): Földön kívüli égitestek geológiai és rétegtani tagolódása és nevezéktana. *Földtani Közlöny* **138(4)** 323-338
- HARGITAI, Henrik & KERESZTURI, Ákos (2002): Javaslat magyar bolygótudományi szaknyelvi norma létrehozására. GEO 2002 (Sopron, 2002. augusztus 21-25.) pp. 26-32
- HARTMANN, William K. & NEUKUM, Gerhard (2001): Cratering chronology and evolution of Mars. *Space Science Reviews* **96** 165-194
- HARTMANN, William K. (2005) Moons and Planets. Brooks Cole, 456
- HILL, Christian (2015): Learning Scientific Programming with Python, Cambridge University Press, Cambridge, 455 p

- HORN, B. K. P. (1981): Hill shading and the reflectance map. *Proceedings of IEEE* **69(1)** 14-47.
- KERTÉSZ, Ádám & KARÁTSZON, Dávid (2002): Morfometria in: Karátszon Dávid (ed.): Magyarország földje. Magyar Könyvklub, Budapest, pp. 468-469
- KRESLAVSKY, M. A. & HEAD, J. W. (2003): North–south topographic slope asymmetry on Mars: Evidence for insolation-related erosion at high obliquity. *Geophys. Res. Lett.* **33**
- NEUKUM, G., JAUMANN, R., & the HRSC Co-Investigator and Experiment Team (2004): HRSC: the High Resolution Stereo Camera of Mars Express. in: Andrew Wilson (ed.): Mars Express The Scientific Payload. ESA Publication Division ESTEC, Noordwijk pp. 17-36
- PARSONS, R. A. & NIMMO, F. (2009): North-south asymmetry in Martian crater slopes. *J. Geophys. Res.* **114**
- PIKE, R. J. (1980a): Control of crater morphology by gravity and target type – Mars, Earth, Moon. 11th Lunar and Planetary Conference (Houston, 1980. 03. 17-21.) pp. 2159-2189
- PIKE, R. J. (1980b): Formation of complex impact craters: evidence from Mars and other planets. *Icarus* **43** 1-49
- PIKE, R. J. (2000): Geomorphometry – diversity in quantitative surface analysis. *Progress in Physical Geography* **24(1)** 1-20
- SCOTT, D. H. & CARR, M. H. (1976): The new geologic map of Mars (1 : 25 000 000) USGS, Washington
- SCOTT, D. H. & TANAKA, K. L. (1986): Geological Map of the Western Equatorial Region of Mars (1 : 15 000 000). USGS, Washington
- ZHOU, Qiming, LIU, Xuejun (2004): Error Analysis on Grid-Based Slope and Aspect Algorithms. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, **70(8)** 957-962

## 8.2. Felhasznált weboldalak

- <ftp://psa.esac.esa.int/pub/mirror/MARS-EXPRESS/HRSC/MEX-M-HRSC-5-REFDR-DTM-V1.0/>  
utolsó elérés: 2017.05.14.
- [http://pds-geosciences.wustl.edu/workshops/MEX\\_WORKSHOP\\_May08\\_presentations/4\\_HRSC\\_level4\\_map\\_projection\\_small.pdf](http://pds-geosciences.wustl.edu/workshops/MEX_WORKSHOP_May08_presentations/4_HRSC_level4_map_projection_small.pdf)  
utolsó elérés: 2017.05.14.
- [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Science/Mars\\_Express/Mars\\_Express\\_mission\\_facts](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Mars_Express/Mars_Express_mission_facts)  
utolsó elérés: 2017.05.17.
- <http://sci.esa.int/director-desk/45685-mission-extensions-approved-for-science-missions/>  
utolsó elérés: 2017.05.14.
- <http://sci.esa.int/director-desk/54999-working-life-extensions-for-esas-science-missions/>  
utolsó elérés: 2017.05.14.
- [http://pds-geosciences.wustl.edu/workshops/MEX\\_WORKSHOP\\_May08\\_presentations/4\\_HRSC\\_level4\\_map\\_projection\\_small.pdf](http://pds-geosciences.wustl.edu/workshops/MEX_WORKSHOP_May08_presentations/4_HRSC_level4_map_projection_small.pdf)  
utolsó elérés: 2017.05.14.

## 9. FÜGGELÉK

*1. sz. függelék: A vizsgált területenkénti aszimmetria- és átlagos lejtés értékek változása a szélesség függvényében.*

*2. sz. függelék: A vizsgált területenkénti átmérő és mélység – átmérő hányados alakulása a szélesség függvényében.*

*Az 1. – 2. sz. függelékben a szélességi értékek abszolútértékben szerepelnek.*

*3. sz. függelék: Acidalia Planitia területén vizsgált kráterek összesítő táblázata*

*4. sz. függelék: Noachis Terra területén vizsgált kráterek összesítő táblázata*

*5. sz. függelék: Terra Cimmeria területén vizsgált kráterek összesítő táblázata*

| Vizsgálat<br>fajtája    | Terület           | Földrajzi<br>szélesség | 15°    | 20°    | 25°    | 30°   | 35°   | 40°    | 45°    | 50°    | 55°    | 60°    | 65°   | 70°   |
|-------------------------|-------------------|------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
| Aszimmetria             |                   | 10°                    |        |        |        |       |       |        |        |        |        |        |       |       |
| Darab                   | Acidalia Planitia | 0                      | 0      | 6      | 0      | 33    | 57    | 33     | 23     | 7      | 1      | 2      | 0     | 0     |
|                         | Noachis Terra     | 5                      | 14     | 12     | 55     | 36    | 21    | 32     | 15     | 25     | 19     | 19     | 5     | 10    |
|                         | Terra Cimmeria    | 0                      | 0      | 29     | 27     | 39    | 39    | 31     | 26     | 15     | 25     | 0      | 0     | 0     |
|                         | Acidalia Planitia | -                      | -      | -0.073 | -      | 0.057 | 0.024 | -0.019 | 0.056  | 0.006  | -0.013 | 0.277  | -     | -     |
| Medián                  | Noachis Terra     | -0.041                 | -0.041 | 0.009  | -0.002 | 0.078 | 0.190 | 0.062  | -0.004 | 0.037  | -0.058 | -0.019 | 0.082 | 0.037 |
|                         | Terra Cimmeria    | -                      | -      | 0.019  | 0.038  | 0.089 | 0.054 | 0.102  | 0.069  | 0.015  | -0.045 | -      | -     | -     |
|                         | Acidalia Planitia | -                      | -      | -0.096 | -      | 0.084 | 0.013 | 0.022  | 0.065  | -0.024 | -0.013 | 0.277  | -     | -     |
| Átlag                   | Noachis Terra     | -0.066                 | -0.058 | -0.006 | 0.014  | 0.087 | 0.229 | 0.061  | 0.008  | 0.031  | -0.063 | -0.024 | 0.141 | 0.026 |
|                         | Terra Cimmeria    | -                      | -      | 0.055  | 0.013  | 0.129 | 0.048 | 0.085  | 0.076  | -0.003 | -0.034 | -      | -     | -     |
|                         | Acidalia Planitia | -                      | -      | 0.087  | -      | 0.197 | 0.186 | 0.223  | 0.244  | 0.148  | 0.000  | 0.232  | -     | -     |
| Szórás                  | Noachis Terra     | 0.060                  | 0.132  | 0.114  | 0.176  | 0.198 | 0.170 | 0.227  | 0.162  | 0.202  | 0.210  | 0.328  | 0.120 | 0.143 |
|                         | Terra Cimmeria    | -                      | -      | 0.246  | 0.241  | 0.222 | 0.205 | 0.153  | 0.203  | 0.160  | 0.204  | -      | -     | -     |
| Átlagos lejtés<br>(m/m) |                   |                        |        |        |        |       |       |        |        |        |        |        |       |       |
| Darab                   | Acidalia Planitia | 0                      | 0      | 6      | 0      | 33    | 57    | 33     | 23     | 7      | 1      | 2      | 0     | 0     |
|                         | Noachis Terra     | 5                      | 14     | 12     | 55     | 36    | 21    | 32     | 15     | 25     | 19     | 19     | 5     | 10    |
|                         | Terra Cimmeria    | 0                      | 0      | 29     | 27     | 39    | 39    | 31     | 26     | 15     | 25     | 0      | 0     | 0     |
|                         | Acidalia Planitia | -                      | -      | 0.241  | -      | 0.266 | 0.272 | 0.254  | 0.155  | 0.131  | 0.208  | 0.105  | -     | -     |
| Medián                  | Noachis Terra     | 0.159                  | 0.295  | 0.319  | 0.310  | 0.268 | 0.137 | 0.146  | 0.118  | 0.131  | 0.116  | 0.116  | 0.084 | 0.164 |
|                         | Terra Cimmeria    | -                      | -      | 0.332  | 0.336  | 0.272 | 0.193 | 0.221  | 0.157  | 0.141  | 0.111  | -      | -     | -     |
|                         | Acidalia Planitia | -                      | -      | 0.243  | -      | 0.267 | 0.263 | 0.243  | 0.190  | 0.155  | 0.208  | 0.105  | -     | -     |
| Átlag                   | Noachis Terra     | 0.199                  | 0.269  | 0.287  | 0.282  | 0.262 | 0.160 | 0.143  | 0.130  | 0.141  | 0.127  | 0.134  | 0.111 | 0.158 |
|                         | Terra Cimmeria    | -                      | -      | 0.291  | 0.282  | 0.262 | 0.213 | 0.217  | 0.165  | 0.151  | 0.116  | -      | -     | -     |
|                         | Acidalia Planitia | -                      | -      | 0.096  | -      | 0.095 | 0.091 | 0.098  | 0.105  | 0.092  | 0.000  | 0.035  | -     | -     |
| Szórás                  | Noachis Terra     | 0.087                  | 0.089  | 0.071  | 0.099  | 0.098 | 0.083 | 0.051  | 0.069  | 0.064  | 0.061  | 0.056  | 0.050 | 0.020 |
|                         | Terra Cimmeria    | -                      | -      | 0.136  | 0.127  | 0.125 | 0.099 | 0.082  | 0.056  | 0.049  | 0.039  | -      | -     | -     |

1. sz. függelék: A vizsgált területenkénti aszimmetria- és átlagos lejtés értékek változása a szélesség függvényében. A szélességi értékek abszolútértékben szerepelnek

| Vizsgálat<br>fajtája | Tertület            | Földrajzi<br>szélesség |        |          |        |       |        |        |        |        |          | 60°      | 65°   | 70°   |
|----------------------|---------------------|------------------------|--------|----------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|----------|----------|-------|-------|
| Átmérő (km)          |                     | 10°                    | 15°    | 20°      | 25°    | 30°   | 35°    | 40°    | 45°    | 50°    | 55°      | 60°      | 65°   | 70°   |
| Darab                | Acidalia Planitia   | 0                      | 0      | 6        | 0      | 33    | 57     | 33     | 23     | 7      | 1        | 2        | 0     | 0     |
|                      | Noachis Terra       | 5                      | 14     | 12       | 55     | 36    | 21     | 32     | 15     | 25     | 19       | 19       | 5     | 10    |
|                      | Terra Cimmeria      | 0                      | 0      | 29       | 27     | 39    | 39     | 31     | 26     | 15     | 25       | 0        | 0     | 0     |
|                      | Acidalia Planitia - | -                      | -      | 4.323 -  | -      | 4.212 | 3.564  | 3.196  | 4.025  | 5.142  | 3.816    | 33.540 - | -     | -     |
| Medián               | Noachis Terra       | 7.833                  | 8.905  | 7.651    | 3.244  | 3.037 | 7.063  | 14.329 | 7.031  | 4.045  | 4.497    | 6.111    | 6.389 | 3.103 |
|                      | Terra Cimmeria -    | -                      | -      | 2.235    | 3.727  | 2.809 | 5.445  | 7.403  | 15.037 | 11.507 | 7.565    | -        | -     | -     |
| Átlag                | Acidalia Planitia - | -                      | -      | 12.445 - | -      | 7.803 | 6.856  | 3.577  | 5.307  | 6.830  | 3.816    | 33.540 - | -     | -     |
|                      | Noachis Terra       | 11.537                 | 16.134 | 11.199   | 5.361  | 6.575 | 12.342 | 21.865 | 7.797  | 7.389  | 7.949    | 8.368    | 6.243 | 4.433 |
|                      | Terra Cimmeria -    | -                      | -      | 7.083    | 10.163 | 4.624 | 10.497 | 11.288 | 14.998 | 16.842 | 11.606 - | -        | -     | -     |
| Szórás               | Acidalia Planitia - | -                      | -      | 17.824 - | -      | 7.750 | 7.317  | 2.030  | 3.709  | 5.381  | 0.000    | 30.105 - | -     | -     |
|                      | Noachis Terra       | 7.869                  | 17.970 | 12.475   | 5.153  | 6.619 | 16.909 | 19.208 | 6.539  | 8.222  | 9.796    | 8.192    | 1.809 | 2.626 |
|                      | Terra Cimmeria -    | -                      | -      | 11.787   | 17.317 | 4.354 | 11.448 | 11.177 | 8.254  | 13.074 | 9.198 -  | -        | -     | -     |
| Mélység/<br>Átmérő   |                     |                        |        |          |        |       |        |        |        |        |          |          |       |       |
| Darab                | Acidalia Planitia   | 0                      | 0      | 6        | 0      | 33    | 57     | 33     | 23     | 7      | 1        | 2        | 0     | 0     |
|                      | Noachis Terra       | 5                      | 14     | 12       | 55     | 36    | 21     | 32     | 15     | 25     | 19       | 19       | 5     | 10    |
|                      | Terra Cimmeria      | 0                      | 0      | 29       | 27     | 39    | 39     | 31     | 26     | 15     | 25       | 0        | 0     | 0     |
|                      | Acidalia Planitia - | -                      | -      | 0.102 -  | -      | 0.098 | 0.092  | 0.097  | 0.054  | 0.035  | 0.085    | 0.052 -  | -     | -     |
| Medián               | Noachis Terra       | 0.108                  | 0.089  | 0.103    | 0.115  | 0.095 | 0.038  | 0.034  | 0.031  | 0.045  | 0.044    | 0.040    | 0.034 | 0.057 |
|                      | Terra Cimmeria -    | -                      | -      | 0.142    | 0.127  | 0.114 | 0.081  | 0.069  | 0.040  | 0.037  | 0.032    | -        | -     | -     |
| Átlag                | Acidalia Planitia - | -                      | -      | 0.098 -  | -      | 0.093 | 0.089  | 0.103  | 0.070  | 0.044  | 0.085    | 0.052 -  | -     | -     |
|                      | Noachis Terra       | 0.088                  | 0.089  | 0.140    | 0.102  | 0.099 | 0.048  | 0.034  | 0.040  | 0.048  | 0.042    | 0.045    | 0.035 | 0.056 |
|                      | Terra Cimmeria -    | -                      | -      | 0.127    | 0.117  | 0.110 | 0.074  | 0.065  | 0.041  | 0.039  | 0.034    | -        | -     | -     |
| Szórás               | Acidalia Planitia - | -                      | -      | 0.044 -  | -      | 0.046 | 0.046  | 0.041  | 0.046  | 0.022  | 0.000    | 0.015 -  | -     | -     |
|                      | Noachis Terra       | 0.053                  | 0.045  | 0.138    | 0.039  | 0.048 | 0.031  | 0.016  | 0.030  | 0.020  | 0.021    | 0.022    | 0.012 | 0.012 |
|                      | Terra Cimmeria -    | -                      | -      | 0.051    | 0.048  | 0.041 | 0.037  | 0.033  | 0.021  | 0.014  | 0.010 -  | -        | -     | -     |

2. sz. függelék: Vizsgált területenkénti átmérő és mélység-átmérő hányados alakulása a szélesség függvényében. A szélességi értékek abszolútértékben szerepelnek.

3. sz. függelék: *Acidalia Planitia* területén  
vizsgált kráterek összegző táblázata. ID =  
azonosító mező,  $\phi$  = szélesség,  
 $\lambda$  = hosszúság, D = átmérő, M/D = mélység és  
átmérő aránya, A = Aszimmetria

| Acidalia Planitia |        |           |        |       |        |
|-------------------|--------|-----------|--------|-------|--------|
| ID                | $\phi$ | $\lambda$ | D      | M/D   | A      |
| 51001             | 58.497 | 350.570   | 3.435  | 0.013 | -0.509 |
| 51002             | 56.857 | 350.375   | 63.645 | 0.015 | -0.045 |
| 51003             | 53.478 | 350.543   | 3.816  | 0.018 | 0.013  |
| 51004             | 50.599 | 350.159   | 3.522  | 0.018 | -0.097 |
| 51005             | 50.556 | 350.015   | 2.927  | 0.020 | 0.249  |
| 51006             | 49.865 | 351.734   | 19.525 | 0.020 | 0.017  |
| 51007             | 48.246 | 350.950   | 5.142  | 0.020 | -0.167 |
| 51008             | 48.254 | 351.294   | 5.422  | 0.020 | 0.231  |
| 51009             | 48.492 | 352.334   | 3.681  | 0.021 | -0.006 |
| 51010             | 47.566 | 351.242   | 7.593  | 0.024 | -0.058 |
| 51011             | 47.157 | 349.374   | 9.625  | 0.024 | -0.076 |
| 51012             | 47.025 | 352.004   | 5.024  | 0.026 | 0.185  |
| 51013             | 46.777 | 351.090   | 3.181  | 0.026 | 0.177  |
| 51014             | 46.596 | 350.161   | 4.438  | 0.027 | -0.022 |
| 51015             | 46.303 | 349.858   | 5.397  | 0.027 | -0.063 |
| 51016             | 46.315 | 348.212   | 14.713 | 0.028 | -0.161 |
| 51017             | 45.833 | 349.701   | 5.722  | 0.028 | -0.056 |
| 51018             | 45.881 | 351.033   | 4.025  | 0.029 | -0.027 |
| 51019             | 45.104 | 352.219   | 3.784  | 0.029 | -0.460 |
| 51020             | 45.024 | 350.457   | 3.723  | 0.030 | -0.131 |
| 51021             | 44.832 | 349.728   | 6.634  | 0.031 | -0.035 |
| 51022             | 44.540 | 346.964   | 2.291  | 0.033 | 0.339  |
| 51023             | 44.027 | 347.793   | 0.974  | 0.035 | 0.519  |
| 51024             | 44.025 | 348.870   | 1.576  | 0.035 | -0.368 |
| 51025             | 43.494 | 348.437   | 1.559  | 0.036 | 0.018  |
| 51026             | 43.457 | 347.574   | 2.521  | 0.036 | -0.166 |
| 51027             | 43.404 | 349.570   | 3.730  | 0.036 | -0.135 |
| 51028             | 43.353 | 351.041   | 13.187 | 0.037 | 0.084  |
| 51029             | 43.805 | 351.857   | 12.895 | 0.037 | 0.026  |
| 51030             | 43.642 | 350.410   | 3.016  | 0.037 | -0.037 |
| 51031             | 43.076 | 350.354   | 3.293  | 0.041 | -0.661 |
| 51032             | 42.926 | 348.199   | 5.838  | 0.041 | -0.326 |
| 51033             | 42.512 | 348.652   | 4.911  | 0.042 | -0.120 |
| 51034             | 42.119 | 351.183   | 3.331  | 0.043 | 0.189  |
| 51035             | 41.903 | 350.568   | 5.901  | 0.043 | 0.040  |
| 51036             | 41.769 | 350.429   | 4.435  | 0.045 | -0.047 |
| 51037             | 41.725 | 350.279   | 5.684  | 0.048 | -0.045 |

|       |        |         |        |       |        |
|-------|--------|---------|--------|-------|--------|
| 51038 | 41.945 | 351.168 | 3.401  | 0.049 | 0.059  |
| 51039 | 42.283 | 348.399 | 2.129  | 0.051 | -0.276 |
| 51040 | 41.414 | 346.741 | 1.923  | 0.051 | 0.116  |
| 51041 | 41.290 | 347.237 | 1.426  | 0.051 | -0.023 |
| 51042 | 41.225 | 348.793 | 4.652  | 0.052 | 0.019  |
| 51043 | 41.473 | 350.278 | 2.123  | 0.053 | -0.158 |
| 51044 | 41.712 | 351.337 | 2.480  | 0.053 | 0.083  |
| 51045 | 40.999 | 351.229 | 5.193  | 0.054 | 0.249  |
| 51046 | 40.701 | 351.719 | 3.196  | 0.055 | -0.128 |
| 51047 | 40.643 | 351.746 | 3.415  | 0.055 | -0.114 |
| 51048 | 41.217 | 351.460 | 1.731  | 0.057 | -0.634 |
| 51049 | 41.354 | 351.525 | 1.634  | 0.058 | 0.086  |
| 51050 | 40.961 | 352.133 | 1.526  | 0.061 | -0.005 |
| 51051 | 40.721 | 349.803 | 3.318  | 0.061 | 0.109  |
| 51052 | 40.579 | 349.619 | 2.437  | 0.062 | 0.492  |
| 51053 | 40.949 | 347.175 | 1.647  | 0.062 | 0.352  |
| 51054 | 39.883 | 350.554 | 9.479  | 0.063 | 0.057  |
| 51055 | 39.662 | 350.475 | 5.903  | 0.066 | 0.075  |
| 51056 | 39.890 | 349.451 | 7.431  | 0.066 | -0.279 |
| 51057 | 39.577 | 347.082 | 5.084  | 0.067 | 0.080  |
| 51058 | 39.351 | 347.833 | 1.701  | 0.067 | -0.113 |
| 51059 | 39.037 | 348.333 | 6.507  | 0.067 | -0.107 |
| 51060 | 38.954 | 351.067 | 2.068  | 0.068 | 0.136  |
| 51061 | 38.618 | 346.551 | 1.639  | 0.068 | -0.319 |
| 51062 | 38.580 | 346.589 | 1.585  | 0.070 | -0.171 |
| 51063 | 38.477 | 347.411 | 5.355  | 0.073 | 0.233  |
| 51064 | 38.754 | 347.504 | 1.734  | 0.074 | -0.287 |
| 51065 | 37.881 | 347.531 | 2.295  | 0.075 | -0.455 |
| 51066 | 37.562 | 346.746 | 5.677  | 0.075 | 0.073  |
| 51067 | 36.926 | 347.161 | 8.456  | 0.075 | -0.062 |
| 51068 | 36.902 | 346.746 | 3.564  | 0.075 | 0.085  |
| 51069 | 36.787 | 347.990 | 2.467  | 0.077 | -0.123 |
| 51070 | 37.203 | 349.294 | 6.309  | 0.077 | 0.127  |
| 51071 | 37.771 | 350.191 | 4.498  | 0.078 | -0.256 |
| 51072 | 37.630 | 350.480 | 2.239  | 0.079 | 0.007  |
| 51073 | 37.138 | 350.691 | 10.925 | 0.079 | -0.007 |
| 51074 | 36.967 | 350.478 | 17.869 | 0.079 | 0.602  |
| 51075 | 36.896 | 350.298 | 1.538  | 0.080 | -0.072 |
| 51076 | 36.953 | 349.692 | 4.781  | 0.081 | -0.228 |
| 51077 | 36.499 | 351.418 | 8.681  | 0.082 | -0.011 |
| 51078 | 36.344 | 351.498 | 2.176  | 0.082 | -0.240 |
| 51079 | 36.560 | 351.905 | 2.962  | 0.083 | 0.066  |
| 51080 | 35.972 | 351.903 | 24.402 | 0.083 | -0.032 |
| 51082 | 36.688 | 347.835 | 16.320 | 0.084 | -0.300 |
| 51083 | 36.500 | 347.898 | 1.877  | 0.084 | -0.142 |
| 51084 | 36.426 | 347.842 | 2.250  | 0.084 | -0.120 |
| 51085 | 36.239 | 347.636 | 2.092  | 0.085 | 0.117  |
| 51086 | 36.171 | 347.905 | 3.057  | 0.085 | 0.074  |
| 51087 | 35.893 | 348.123 | 2.486  | 0.085 | -0.130 |
| 51088 | 35.753 | 347.931 | 14.829 | 0.086 | 0.142  |
| 51089 | 35.873 | 347.682 | 2.596  | 0.086 | 0.119  |
| 51090 | 35.673 | 348.304 | 2.793  | 0.087 | 0.095  |
| 51091 | 35.397 | 347.959 | 16.151 | 0.089 | 0.128  |
| 51092 | 35.430 | 347.374 | 22.919 | 0.092 | 0.069  |
| 51093 | 35.542 | 346.934 | 1.906  | 0.092 | -0.120 |
| 51094 | 36.200 | 347.295 | 3.089  | 0.094 | 0.452  |

|       |        |         |        |       |        |
|-------|--------|---------|--------|-------|--------|
| 51095 | 35.378 | 352.294 | 1.980  | 0.097 | -0.015 |
| 51096 | 35.066 | 351.393 | 10.019 | 0.098 | 0.020  |
| 51097 | 35.083 | 351.216 | 1.562  | 0.098 | 0.073  |
| 51098 | 35.039 | 351.240 | 1.425  | 0.098 | 0.070  |
| 51099 | 34.744 | 351.556 | 21.952 | 0.098 | 0.198  |
| 51100 | 34.113 | 351.470 | 3.231  | 0.099 | 0.114  |
| 51101 | 33.987 | 351.810 | 1.148  | 0.099 | -0.175 |
| 51102 | 33.578 | 351.439 | 2.057  | 0.099 | -0.036 |
| 51103 | 33.580 | 351.527 | 2.087  | 0.099 | -0.034 |
| 51104 | 35.018 | 348.041 | 3.554  | 0.100 | 0.030  |
| 51105 | 34.891 | 348.416 | 10.248 | 0.100 | 0.061  |
| 51106 | 34.733 | 349.038 | 4.858  | 0.100 | 0.055  |
| 51107 | 34.728 | 349.570 | 6.181  | 0.101 | -0.104 |
| 51108 | 34.621 | 349.707 | 2.896  | 0.102 | -0.236 |
| 51109 | 34.521 | 349.474 | 2.591  | 0.103 | -0.004 |
| 51110 | 34.515 | 350.013 | 9.216  | 0.103 | -0.215 |
| 51111 | 34.376 | 350.047 | 4.724  | 0.110 | -0.024 |
| 51112 | 34.149 | 349.831 | 3.737  | 0.111 | -0.114 |
| 51113 | 34.178 | 349.567 | 5.014  | 0.111 | 0.021  |
| 51114 | 33.516 | 349.622 | 1.771  | 0.112 | -0.454 |
| 51115 | 33.957 | 348.275 | 3.753  | 0.112 | -0.158 |
| 51116 | 34.350 | 348.246 | 11.989 | 0.113 | -0.067 |
| 51117 | 34.167 | 347.772 | 16.185 | 0.114 | -0.092 |
| 51118 | 33.946 | 347.154 | 3.673  | 0.114 | -0.214 |
| 51119 | 33.718 | 346.734 | 1.816  | 0.114 | -0.076 |
| 51120 | 33.616 | 347.075 | 1.796  | 0.115 | -0.170 |
| 51121 | 33.615 | 347.117 | 1.632  | 0.118 | 0.057  |
| 51122 | 33.621 | 347.405 | 4.668  | 0.119 | -0.026 |
| 51123 | 33.401 | 347.800 | 12.875 | 0.121 | -0.060 |
| 51124 | 32.357 | 347.288 | 5.368  | 0.123 | 0.145  |
| 51125 | 32.359 | 347.373 | 4.212  | 0.124 | -0.121 |
| 51126 | 32.231 | 347.751 | 3.354  | 0.124 | -0.091 |
| 51127 | 32.173 | 347.982 | 3.307  | 0.126 | -0.057 |
| 51128 | 32.107 | 347.984 | 1.909  | 0.127 | 0.060  |
| 51129 | 31.820 | 347.904 | 2.749  | 0.127 | -0.340 |
| 51130 | 31.826 | 349.989 | 23.098 | 0.128 | 0.389  |
| 51131 | 31.408 | 349.839 | 2.699  | 0.130 | -0.169 |
| 51132 | 31.074 | 349.581 | 22.866 | 0.131 | -0.237 |
| 51133 | 30.860 | 349.351 | 4.310  | 0.131 | -0.207 |
| 51135 | 30.899 | 349.096 | 9.238  | 0.132 | -0.255 |
| 51136 | 30.305 | 348.531 | 24.476 | 0.133 | 0.162  |
| 51137 | 30.448 | 347.720 | 3.909  | 0.134 | -0.048 |
| 51138 | 30.248 | 348.071 | 9.142  | 0.134 | 0.042  |
| 51139 | 29.876 | 348.512 | 2.957  | 0.135 | -0.249 |
| 51140 | 29.720 | 348.712 | 3.354  | 0.138 | -0.004 |
| 51141 | 30.045 | 348.659 | 7.092  | 0.139 | -0.513 |
| 51142 | 29.382 | 350.137 | 4.625  | 0.142 | -0.204 |
| 51143 | 29.360 | 350.009 | 26.998 | 0.142 | 0.076  |
| 51144 | 29.076 | 349.447 | 3.530  | 0.144 | 0.054  |
| 51145 | 29.020 | 348.997 | 1.663  | 0.148 | -0.241 |
| 51146 | 28.858 | 350.067 | 3.415  | 0.148 | 0.104  |

|       |        |         |        |       |        |
|-------|--------|---------|--------|-------|--------|
| 51147 | 28.776 | 350.039 | 2.375  | 0.149 | -0.464 |
| 51148 | 28.743 | 350.171 | 2.477  | 0.151 | -0.150 |
| 51149 | 28.569 | 350.088 | 12.157 | 0.152 | -0.433 |
| 51150 | 28.896 | 348.569 | 13.184 | 0.152 | 0.059  |
| 51151 | 28.657 | 348.331 | 4.573  | 0.153 | -0.136 |
| 51152 | 28.487 | 348.662 | 4.737  | 0.154 | -0.057 |
| 51153 | 28.297 | 347.653 | 25.219 | 0.157 | -0.155 |
| 51154 | 28.103 | 347.019 | 13.279 | 0.159 | 0.044  |
| 51155 | 28.147 | 348.303 | 2.106  | 0.170 | 0.057  |
| 51156 | 28.495 | 349.625 | 1.827  | 0.171 | -0.030 |
| 51157 | 28.453 | 349.705 | 1.292  | 0.179 | 0.211  |
| 51158 | 22.083 | 351.762 | 51.946 | 0.184 | 0.183  |
| 51159 | 21.961 | 351.438 | 3.670  | 0.187 | 0.072  |
| 51160 | 22.230 | 351.881 | 2.103  | 0.198 | 0.236  |
| 51161 | 22.493 | 352.457 | 4.975  | 0.201 | 0.026  |
| 51162 | 21.522 | 352.706 | 9.358  | 0.201 | -0.014 |
| 51163 | 21.664 | 352.735 | 2.616  | 0.232 | 0.074  |

4. sz. függelék: Noachis Terra területén vizsgált kráterek összegző táblázata. ID = azonosító mező,  $\phi$  = szélesség,  $\lambda$  = hosszúság, D = átmérő, M/D = mélység és átmérő aránya, A = Aszimmetria

| Noachis Terra |         |           |        |       |        |
|---------------|---------|-----------|--------|-------|--------|
| ID            | $\phi$  | $\lambda$ | D      | M/D   | A      |
| 11001         | -10.841 | 9.590     | 4.804  | 0.136 | -0.023 |
| 11002         | -11.183 | 11.057    | 7.833  | 0.145 | -0.087 |
| 11003         | -11.704 | 9.608     | 25.693 | 0.031 | -0.007 |
| 11004         | -11.930 | 9.297     | 14.331 | 0.018 | -0.041 |
| 11005         | -12.170 | 10.724    | 5.026  | 0.108 | -0.174 |
| 11006         | -12.518 | 10.369    | 7.625  | 0.134 | -0.082 |
| 11007         | -13.512 | 10.268    | 4.761  | 0.071 | 0.125  |
| 11008         | -13.808 | 10.842    | 14.315 | 0.083 | -0.067 |
| 11009         | -14.172 | 9.473     | 17.562 | 0.020 | -0.055 |
| 11010         | -14.385 | 10.001    | 4.079  | 0.117 | -0.060 |
| 11011         | -15.302 | 9.808     | 65.021 | 0.026 | -0.019 |
| 11012         | -15.102 | 10.806    | 10.186 | 0.082 | -0.043 |
| 11013         | -15.906 | 10.870    | 22.690 | 0.077 | -0.008 |
| 11014         | -16.038 | 11.248    | 6.587  | 0.103 | -0.030 |
| 11015         | -16.138 | 11.249    | 1.600  | 0.176 | -0.038 |
| 11016         | -16.573 | 10.188    | 5.476  | 0.129 | -0.030 |
| 11017         | -16.616 | 10.463    | 5.103  | 0.126 | -0.064 |
| 11018         | -16.910 | 10.446    | 11.025 | 0.095 | 0.058  |
| 11019         | -17.399 | 10.861    | 49.844 | 0.013 | -0.495 |
| 11020         | -18.528 | 10.273    | 7.286  | 0.122 | -0.159 |
| 11021         | -18.516 | 9.429     | 3.145  | 0.126 | -0.141 |
| 11022         | -20.100 | 9.054     | 13.812 | 0.090 | 0.116  |
| 11023         | -19.898 | 9.414     | 8.017  | 0.100 | 0.021  |
| 11024         | -20.236 | 10.456    | 3.911  | 0.107 | 0.049  |
| 11025         | -20.589 | 9.520     | 49.386 | 0.019 | -0.182 |
| 11026         | -21.197 | 10.521    | 2.705  | 0.140 | -0.003 |
| 11027         | -21.336 | 9.996     | 10.153 | 0.085 | 0.160  |
| 11028         | -21.311 | 11.582    | 0.423  | 0.585 | 0.149  |
| 11029         | -21.619 | 11.154    | 5.256  | 0.130 | -0.052 |
| 11030         | -21.674 | 10.156    | 13.870 | 0.088 | 0.054  |
| 11031         | -21.471 | 9.182     | 16.421 | 0.088 | -0.087 |
| 11032         | -22.977 | 10.615    | 5.228  | 0.128 | -0.043 |
| 11033         | -23.402 | 10.154    | 9.965  | 0.092 | 0.170  |
| 11034         | -23.268 | 10.813    | 5.349  | 0.115 | -0.024 |
| 11035         | -23.060 | 12.709    | 2.783  | 0.112 | -0.034 |
| 11036         | -23.235 | 13.571    | 8.657  | 0.077 | -0.113 |
| 11037         | -23.657 | 9.660     | 2.902  | 0.120 | -0.083 |
| 11038         | -23.750 | 9.719     | 3.967  | 0.110 | 0.093  |
| 11039         | -23.981 | 9.943     | 1.492  | 0.129 | -0.162 |
| 11040         | -23.996 | 10.286    | 2.914  | 0.134 | -0.197 |
| 11041         | -23.728 | 10.765    | 14.318 | 0.028 | 0.326  |
| 11042         | -23.708 | 12.166    | 13.340 | 0.020 | -0.097 |

|       |         |        |        |       |        |
|-------|---------|--------|--------|-------|--------|
| 11043 | -23.468 | 13.544 | 1.592  | 0.158 | -0.095 |
| 11044 | -23.658 | 13.730 | 2.296  | 0.124 | 0.119  |
| 11045 | -23.922 | 13.753 | 2.017  | 0.110 | -0.118 |
| 11046 | -24.005 | 13.969 | 2.921  | 0.130 | -0.046 |
| 11047 | -24.095 | 11.018 | 10.904 | 0.121 | -0.131 |
| 11048 | -24.328 | 12.126 | 3.123  | 0.138 | 0.055  |
| 11049 | -24.595 | 12.630 | 4.423  | 0.149 | 0.045  |
| 11050 | -24.530 | 13.041 | 2.685  | 0.119 | 0.170  |
| 11051 | -24.565 | 13.599 | 2.492  | 0.097 | 0.147  |
| 11052 | -24.363 | 10.801 | 3.225  | 0.117 | -0.010 |
| 11053 | -24.485 | 11.092 | 1.336  | 0.095 | -0.098 |
| 11054 | -24.513 | 9.951  | 4.584  | 0.121 | -0.002 |
| 11055 | -24.626 | 9.920  | 4.357  | 0.136 | -0.191 |
| 11056 | -24.698 | 9.674  | 22.776 | 0.034 | -0.027 |
| 11057 | -24.933 | 9.335  | 1.543  | 0.036 | -0.380 |
| 11058 | -25.033 | 11.083 | 3.412  | 0.129 | 0.078  |
| 11059 | -25.296 | 11.183 | 20.290 | 0.031 | 0.065  |
| 11060 | -25.375 | 11.468 | 5.050  | 0.134 | -0.035 |
| 11061 | -25.296 | 12.833 | 11.382 | 0.021 | 0.320  |
| 11062 | -25.631 | 12.093 | 4.895  | 0.110 | 0.333  |
| 11063 | -25.778 | 8.786  | 4.430  | 0.132 | -0.130 |
| 11064 | -25.965 | 9.030  | 2.330  | 0.125 | -0.048 |
| 11065 | -26.085 | 9.088  | 3.616  | 0.130 | -0.092 |
| 11066 | -26.086 | 9.184  | 2.169  | 0.115 | -0.119 |
| 11067 | -25.963 | 9.278  | 1.406  | 0.065 | -0.461 |
| 11068 | -26.086 | 9.823  | 2.622  | 0.150 | -0.001 |
| 11069 | -25.924 | 9.981  | 1.540  | 0.075 | -0.029 |
| 11070 | -25.692 | 10.349 | 3.745  | 0.078 | -0.104 |
| 11071 | -26.352 | 9.713  | 15.738 | 0.038 | 0.200  |
| 11072 | -26.438 | 10.252 | 13.349 | 0.105 | 0.110  |
| 11073 | -25.885 | 10.884 | 2.270  | 0.096 | 0.534  |
| 11074 | -26.073 | 10.453 | 1.361  | 0.094 | 0.086  |
| 11075 | -25.910 | 11.553 | 19.516 | 0.036 | 0.245  |
| 11076 | -26.674 | 9.057  | 2.690  | 0.102 | 0.139  |
| 11077 | -26.713 | 10.663 | 3.375  | 0.039 | 0.220  |
| 11078 | -26.176 | 9.306  | 3.504  | 0.060 | 0.034  |
| 11079 | -26.721 | 11.593 | 1.443  | 0.121 | 0.188  |
| 11080 | -26.792 | 11.366 | 1.837  | 0.051 | 0.089  |
| 11081 | -26.574 | 11.972 | 1.737  | 0.148 | 0.056  |
| 11082 | -25.693 | 13.023 | 3.486  | 0.120 | 0.103  |
| 11083 | -26.175 | 13.802 | 8.519  | 0.103 | 0.112  |
| 11084 | -26.211 | 13.169 | 2.838  | 0.136 | -0.156 |
| 11085 | -26.345 | 13.437 | 1.884  | 0.140 | -0.332 |
| 11086 | -27.063 | 13.568 | 3.244  | 0.170 | 0.096  |
| 11087 | -27.750 | 12.730 | 3.976  | 0.134 | -0.088 |
| 11088 | -27.693 | 13.534 | 3.737  | 0.153 | -0.016 |
| 11089 | -27.569 | 13.565 | 1.690  | 0.224 | 0.402  |
| 11090 | -27.648 | 13.342 | 2.145  | 0.115 | 0.193  |
| 11091 | -27.529 | 13.888 | 1.403  | 0.147 | 0.233  |
| 11092 | -27.737 | 13.918 | 11.857 | 0.085 | 0.042  |
| 11093 | -28.096 | 13.966 | 21.715 | 0.066 | -0.038 |

|       |         |        |        |       |        |
|-------|---------|--------|--------|-------|--------|
| 11094 | -27.905 | 13.252 | 2.349  | 0.097 | 0.304  |
| 11095 | -28.430 | 12.318 | 20.186 | 0.037 | 0.085  |
| 11096 | -28.580 | 12.896 | 1.800  | 0.176 | 0.012  |
| 11097 | -28.968 | 12.975 | 13.438 | 0.089 | 0.075  |
| 11098 | -29.027 | 13.998 | 4.948  | 0.116 | 0.081  |
| 11099 | -29.204 | 13.770 | 2.253  | 0.148 | -0.095 |
| 11100 | -29.554 | 13.518 | 7.309  | 0.094 | 0.131  |
| 11101 | -29.484 | 13.796 | 2.969  | 0.144 | -0.479 |
| 11102 | -29.450 | 13.246 | 1.945  | 0.088 | -0.163 |
| 11103 | -29.696 | 13.152 | 2.406  | 0.181 | -0.103 |
| 11104 | -29.666 | 13.499 | 2.611  | 0.179 | 0.061  |
| 11105 | -29.722 | 14.052 | 2.302  | 0.114 | -0.072 |
| 11106 | -29.882 | 13.146 | 1.977  | 0.075 | -0.013 |
| 11107 | -30.018 | 13.919 | 1.958  | 0.108 | 0.389  |
| 11108 | -29.893 | 13.780 | 1.762  | 0.097 | 0.378  |
| 11109 | -30.717 | 12.853 | 6.085  | 0.086 | -0.018 |
| 11110 | -30.610 | 12.774 | 1.950  | 0.066 | 0.338  |
| 11111 | -31.148 | 12.902 | 17.933 | 0.029 | -0.042 |
| 11112 | -31.242 | 13.233 | 11.975 | 0.019 | 0.061  |
| 11113 | -31.223 | 13.731 | 14.866 | 0.030 | -0.007 |
| 11114 | -31.261 | 12.447 | 4.004  | 0.107 | 0.097  |
| 11115 | -31.478 | 12.616 | 1.863  | 0.119 | 0.191  |
| 11116 | -31.546 | 13.293 | 3.104  | 0.086 | 0.265  |
| 11117 | -31.834 | 13.236 | 21.532 | 0.012 | -0.296 |
| 11118 | -31.788 | 12.592 | 2.058  | 0.103 | 0.478  |
| 11119 | -31.932 | 13.489 | 5.393  | 0.069 | 0.184  |
| 11120 | -32.260 | 12.931 | 21.745 | 0.059 | 0.149  |
| 11121 | -32.188 | 13.467 | 1.772  | 0.072 | 0.303  |
| 11122 | -32.366 | 13.235 | 5.701  | 0.054 | 0.113  |
| 11123 | -32.574 | 13.448 | 3.030  | 0.165 | -0.035 |
| 11124 | -32.761 | 12.877 | 3.276  | 0.100 | 0.174  |
| 11125 | -32.881 | 13.015 | 2.703  | 0.070 | 0.232  |
| 11126 | -33.153 | 12.912 | 3.468  | 0.030 | 0.110  |
| 11127 | -33.888 | 11.284 | 7.839  | 0.038 | 0.435  |
| 11128 | -33.513 | 15.282 | 10.202 | 0.051 | 0.041  |
| 11129 | -34.793 | 15.215 | 13.966 | 0.049 | 0.284  |
| 11130 | -34.158 | 16.425 | 19.456 | 0.030 | 0.058  |
| 11131 | -34.326 | 15.262 | 83.603 | 0.021 | 0.188  |
| 11132 | -35.291 | 15.638 | 21.544 | 0.031 | 0.190  |
| 11133 | -35.131 | 11.396 | 18.097 | 0.024 | 0.079  |
| 11134 | -35.016 | 12.928 | 7.063  | 0.039 | 0.126  |
| 11135 | -35.427 | 13.231 | 7.333  | 0.058 | 0.210  |
| 11136 | -35.952 | 14.271 | 4.865  | 0.036 | 0.397  |
| 11137 | -35.694 | 11.745 | 5.065  | 0.036 | 0.431  |
| 11138 | -35.938 | 10.983 | 16.646 | 0.049 | 0.034  |
| 11139 | -36.441 | 11.706 | 5.169  | 0.046 | 0.650  |
| 11140 | -36.476 | 13.590 | 5.803  | 0.037 | 0.325  |
| 11141 | -36.543 | 13.825 | 4.566  | 0.028 | 0.147  |
| 11142 | -36.746 | 13.247 | 5.271  | 0.027 | 0.496  |
| 11143 | -37.189 | 11.384 | 10.224 | 0.040 | 0.241  |
| 11144 | -38.052 | 13.182 | 73.683 | 0.022 | -0.014 |

|       |         |        |        |       |        |
|-------|---------|--------|--------|-------|--------|
| 11145 | -39.000 | 14.166 | 23.724 | 0.026 | 0.208  |
| 11146 | -39.351 | 15.254 | 39.764 | 0.026 | -0.124 |
| 11147 | -36.374 | 8.879  | 12.764 | 0.021 | -0.057 |
| 11148 | -36.434 | 8.440  | 17.019 | 0.048 | 0.067  |
| 11149 | -36.914 | 8.588  | 14.520 | 0.016 | 0.618  |
| 11150 | -37.324 | 8.804  | 6.674  | 0.046 | 0.280  |
| 11151 | -38.014 | 9.672  | 28.515 | 0.017 | -0.121 |
| 11152 | -39.047 | 9.203  | 44.698 | 0.039 | 0.070  |
| 11153 | -39.310 | 9.783  | 10.133 | 0.037 | 0.063  |
| 11154 | -39.524 | 8.169  | 10.909 | 0.036 | -0.012 |
| 11155 | -39.700 | 8.612  | 2.153  | 0.038 | -0.023 |
| 11156 | -39.685 | 9.644  | 3.247  | 0.037 | 0.201  |
| 11157 | -40.086 | 11.759 | 76.017 | 0.033 | -0.025 |
| 11158 | -39.880 | 13.677 | 15.431 | 0.018 | 0.061  |
| 11159 | -40.855 | 15.009 | 39.725 | 0.023 | 0.166  |
| 11160 | -40.234 | 15.425 | 10.073 | 0.027 | 0.317  |
| 11161 | -40.753 | 16.369 | 27.833 | 0.011 | -0.701 |
| 11162 | -41.233 | 16.761 | 12.491 | 0.036 | 0.072  |
| 11163 | -41.691 | 16.523 | 37.833 | 0.043 | 0.045  |
| 11164 | -41.969 | 15.409 | 13.242 | 0.024 | -0.122 |
| 11165 | -42.256 | 14.972 | 14.138 | 0.024 | -0.005 |
| 11166 | -41.352 | 14.088 | 18.269 | 0.033 | 0.062  |
| 11167 | -41.532 | 11.831 | 55.632 | 0.023 | 0.047  |
| 11168 | -42.337 | 12.808 | 15.865 | 0.035 | 0.118  |
| 11169 | -44.296 | 13.711 | 25.926 | 0.021 | -0.274 |
| 11170 | -42.862 | 15.633 | 5.161  | 0.028 | 0.321  |
| 11171 | -44.572 | 12.060 | 7.031  | 0.048 | 0.078  |
| 11172 | -44.554 | 12.447 | 7.992  | 0.020 | -0.157 |
| 11173 | -44.504 | 11.697 | 7.205  | 0.030 | 0.074  |
| 11174 | -39.876 | 7.902  | 2.149  | 0.104 | 0.451  |
| 11175 | -40.272 | 7.965  | 7.011  | 0.035 | 0.060  |
| 11176 | -40.717 | 8.459  | 37.064 | 0.041 | 0.074  |
| 11177 | -41.719 | 9.019  | 6.007  | 0.052 | -0.086 |
| 11178 | -42.031 | 8.439  | 11.298 | 0.040 | 0.281  |
| 11179 | -42.106 | 9.631  | 6.645  | 0.042 | -0.329 |
| 11180 | -42.856 | 7.919  | 3.427  | 0.041 | -0.193 |
| 11181 | -43.212 | 8.255  | 7.286  | 0.031 | 0.123  |
| 11182 | -43.415 | 8.549  | 3.997  | 0.024 | -0.102 |
| 11183 | -43.644 | 8.610  | 2.384  | 0.047 | 0.083  |
| 11184 | -43.858 | 8.988  | 3.597  | 0.024 | 0.199  |
| 11185 | -44.530 | 8.454  | 3.491  | 0.036 | -0.004 |
| 11186 | -44.784 | 8.183  | 8.732  | 0.044 | -0.036 |
| 11187 | -44.922 | 9.299  | 20.142 | 0.022 | -0.112 |
| 11188 | -45.613 | 8.729  | 10.394 | 0.018 | 0.341  |
| 11189 | -45.930 | 9.521  | 2.498  | 0.144 | -0.088 |
| 11190 | -45.649 | 8.350  | 2.851  | 0.054 | 0.191  |
| 11191 | -47.894 | 13.141 | 4.045  | 0.038 | 0.127  |
| 11192 | -47.907 | 12.753 | 4.002  | 0.021 | 0.042  |
| 11193 | -48.230 | 12.512 | 2.837  | 0.045 | 0.319  |
| 11194 | -48.062 | 11.336 | 2.572  | 0.037 | 0.055  |
| 11195 | -48.391 | 11.604 | 8.923  | 0.072 | 0.024  |

|       |         |        |        |       |        |
|-------|---------|--------|--------|-------|--------|
| 11196 | -47.662 | 14.124 | 15.055 | 0.049 | 0.064  |
| 11197 | -48.027 | 14.752 | 2.513  | 0.041 | 0.257  |
| 11198 | -48.569 | 12.961 | 2.611  | 0.033 | -0.048 |
| 11199 | -49.155 | 13.109 | 3.571  | 0.039 | 0.253  |
| 11200 | -49.330 | 13.084 | 3.725  | 0.076 | -0.028 |
| 11201 | -49.898 | 11.412 | 5.618  | 0.049 | 0.137  |
| 11202 | -49.486 | 13.124 | 2.009  | 0.023 | -0.251 |
| 11203 | -50.467 | 12.273 | 26.327 | 0.042 | -0.170 |
| 11204 | -50.737 | 12.478 | 8.015  | 0.073 | 0.063  |
| 11205 | -50.825 | 12.205 | 12.396 | 0.025 | -0.520 |
| 11206 | -50.785 | 13.400 | 2.363  | 0.098 | 0.037  |
| 11207 | -50.561 | 14.241 | 4.921  | 0.060 | -0.067 |
| 11208 | -51.283 | 13.308 | 12.752 | 0.052 | 0.077  |
| 11209 | -51.144 | 12.401 | 1.729  | 0.045 | -0.255 |
| 11210 | -51.435 | 11.967 | 7.301  | 0.041 | -0.010 |
| 11211 | -51.570 | 12.103 | 4.105  | 0.036 | -0.015 |
| 11212 | -51.851 | 11.660 | 37.611 | 0.025 | -0.027 |
| 11213 | -51.810 | 12.560 | 1.795  | 0.088 | -0.015 |
| 11214 | -52.258 | 14.155 | 4.410  | 0.046 | 0.186  |
| 11215 | -52.226 | 11.017 | 3.527  | 0.045 | 0.538  |
| 11216 | -52.600 | 11.724 | 2.874  | 0.060 | -0.036 |
| 11217 | -52.703 | 11.682 | 2.209  | 0.057 | 0.060  |
| 11218 | -52.535 | 13.805 | 2.694  | 0.077 | -0.117 |
| 11219 | -52.833 | 13.874 | 44.073 | 0.009 | -0.196 |
| 11220 | -52.845 | 10.840 | 8.392  | 0.046 | -0.058 |
| 11221 | -52.991 | 10.478 | 4.497  | 0.081 | 0.099  |
| 11222 | -53.292 | 11.792 | 10.558 | 0.017 | 0.330  |
| 11223 | -53.244 | 12.024 | 2.017  | 0.063 | 0.058  |
| 11224 | -53.311 | 12.734 | 1.998  | 0.050 | -0.216 |
| 11226 | -54.096 | 13.356 | 5.359  | 0.044 | -0.172 |
| 11227 | -54.832 | 12.477 | 6.053  | 0.019 | -0.552 |
| 11228 | -54.747 | 12.170 | 4.172  | 0.022 | 0.043  |
| 11229 | -54.491 | 11.855 | 5.569  | 0.026 | 0.341  |
| 11230 | -53.894 | 12.680 | 3.911  | 0.039 | -0.322 |
| 11231 | -54.470 | 10.333 | 14.169 | 0.030 | -0.193 |
| 11232 | -57.060 | 11.230 | 5.261  | 0.030 | -0.181 |
| 11233 | -57.267 | 10.891 | 21.884 | 0.017 | 0.011  |
| 11234 | -57.088 | 12.032 | 2.499  | 0.062 | 0.121  |
| 11235 | -57.656 | 13.007 | 6.284  | 0.066 | 0.141  |
| 11236 | -57.601 | 11.036 | 7.606  | 0.051 | -0.078 |
| 11237 | -57.463 | 10.141 | 2.849  | 0.048 | -0.213 |
| 11238 | -57.657 | 9.927  | 1.362  | 0.113 | 0.332  |
| 11239 | -58.420 | 12.487 | 11.690 | 0.048 | 0.015  |
| 11240 | -58.456 | 10.457 | 36.845 | 0.028 | 0.123  |
| 11241 | -58.240 | 14.001 | 3.797  | 0.034 | -0.522 |
| 11242 | -58.850 | 14.042 | 6.906  | 0.040 | 0.071  |
| 11243 | -58.930 | 13.569 | 2.613  | 0.034 | -0.337 |
| 11244 | -59.125 | 12.963 | 5.841  | 0.025 | -0.455 |
| 11245 | -59.503 | 13.054 | 10.953 | 0.035 | -0.272 |
| 11246 | -59.998 | 13.434 | 23.022 | 0.014 | 0.184  |
| 11247 | -60.260 | 11.701 | 9.154  | 0.068 | -0.021 |

|       |         |       |       |       |        |
|-------|---------|-------|-------|-------|--------|
| 11248 | -60.969 | 8.387 | 3.238 | 0.026 | -0.019 |
| 11249 | -61.493 | 9.646 | 7.208 | 0.049 | 0.416  |
| 11250 | -61.681 | 9.596 | 5.210 | 0.042 | 0.409  |
| 11251 | -61.790 | 9.316 | 5.372 | 0.043 | -0.493 |
| 11252 | -61.911 | 9.969 | 4.077 | 0.075 | -0.214 |
| 11253 | -61.978 | 8.389 | 6.111 | 0.024 | -0.381 |
| 11254 | -62.431 | 8.663 | 1.698 | 0.039 | 0.647  |
| 11255 | -63.827 | 7.697 | 4.727 | 0.040 | 0.058  |
| 11256 | -65.287 | 8.200 | 7.258 | 0.019 | 0.189  |
| 11257 | -65.194 | 8.315 | 3.876 | 0.027 | 0.024  |
| 11260 | -66.502 | 8.693 | 8.964 | 0.034 | 0.354  |
| 11262 | -67.721 | 8.840 | 6.389 | 0.056 | 0.082  |
| 11263 | -68.118 | 6.547 | 8.588 | 0.051 | 0.276  |
| 11264 | -68.435 | 8.608 | 2.276 | 0.059 | 0.101  |
| 11265 | -68.499 | 7.723 | 3.309 | 0.036 | 0.148  |
| 11266 | -68.462 | 7.313 | 1.549 | 0.065 | -0.136 |
| 11267 | -68.389 | 6.984 | 2.256 | 0.069 | -0.015 |
| 11268 | -68.726 | 9.221 | 6.432 | 0.075 | 0.088  |
| 11269 | -68.885 | 6.487 | 1.999 | 0.065 | -0.182 |
| 11270 | -68.948 | 5.665 | 2.897 | 0.041 | -0.121 |
| 11271 | -69.502 | 7.086 | 8.378 | 0.055 | 0.161  |
| 11272 | -72.152 | 6.774 | 6.646 | 0.043 | -0.061 |

5. sz. függelék: Terra Cimmeria területén vizsgált kráterek összegző táblázata. ID = azonosító mező,  $\phi$  = szélesség,  $\lambda$  = hosszúság, D = átmérő, M/D = mélység és átmérő aránya, A = Aszimmetria

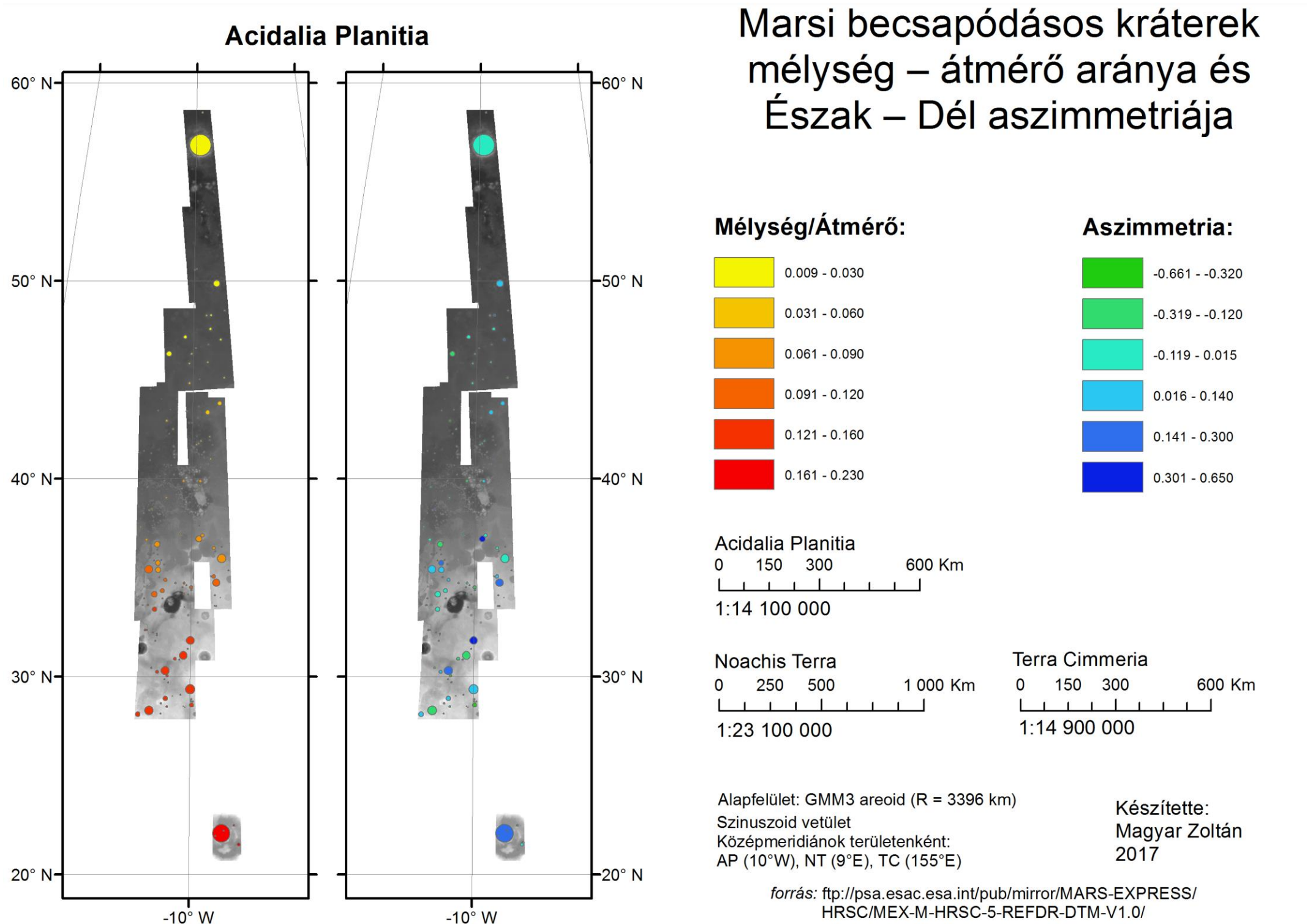
| Terra Cimmeria |         |           |        |       |        |
|----------------|---------|-----------|--------|-------|--------|
| ID             | $\phi$  | $\lambda$ | D      | M/D   | A      |
| 31001          | -17.873 | 158.229   | 11.189 | 0.100 | -0.012 |
| 31002          | -17.623 | 158.469   | 1.599  | 0.101 | -0.128 |
| 31003          | -18.152 | 158.780   | 1.597  | 0.176 | -0.294 |
| 31004          | -18.278 | 158.000   | 10.494 | 0.019 | 0.426  |
| 31005          | -18.879 | 158.490   | 1.512  | 0.099 | -0.254 |
| 31006          | -18.995 | 158.852   | 1.670  | 0.164 | 0.111  |
| 31007          | -20.002 | 158.335   | 57.329 | 0.030 | 0.167  |
| 31008          | -20.164 | 157.745   | 3.524  | 0.132 | 0.077  |
| 31009          | -20.505 | 158.661   | 5.106  | 0.149 | -0.099 |
| 31010          | -20.841 | 157.846   | 7.380  | 0.106 | -0.181 |
| 31011          | -20.745 | 158.900   | 2.204  | 0.177 | -0.507 |
| 31012          | -20.987 | 158.543   | 2.235  | 0.190 | 0.047  |
| 31013          | -21.154 | 158.572   | 1.817  | 0.156 | 0.569  |
| 31014          | -21.221 | 158.690   | 14.366 | 0.026 | -0.135 |
| 31015          | -21.325 | 158.513   | 1.559  | 0.133 | -0.185 |
| 31016          | -21.320 | 158.223   | 1.386  | 0.148 | 0.262  |
| 31017          | -21.528 | 158.802   | 2.115  | 0.153 | 0.354  |
| 31018          | -21.661 | 158.582   | 13.346 | 0.077 | 0.008  |
| 31019          | -21.944 | 159.257   | 36.830 | 0.026 | 0.019  |
| 31020          | -22.073 | 159.720   | 4.334  | 0.131 | -0.021 |
| 31021          | -21.584 | 159.887   | 2.078  | 0.178 | 0.149  |
| 31022          | -22.131 | 158.801   | 3.670  | 0.142 | -0.065 |
| 31023          | -21.988 | 158.438   | 2.754  | 0.173 | -0.004 |
| 31024          | -21.885 | 158.138   | 2.062  | 0.183 | 0.215  |
| 31025          | -21.784 | 157.918   | 1.901  | 0.158 | 0.038  |
| 31026          | -22.131 | 157.726   | 5.740  | 0.083 | -0.009 |
| 31027          | -21.995 | 157.749   | 1.706  | 0.149 | 0.616  |
| 31028          | -22.294 | 157.827   | 2.374  | 0.199 | 0.093  |
| 31029          | -22.487 | 159.374   | 1.524  | 0.121 | 0.325  |
| 31030          | -22.538 | 159.494   | 1.418  | 0.112 | 0.031  |
| 31031          | -22.406 | 159.473   | 1.589  | 0.130 | -0.724 |
| 31032          | -22.871 | 158.554   | 61.820 | 0.024 | -0.066 |
| 31033          | -22.798 | 159.357   | 2.913  | 0.116 | -0.189 |
| 31034          | -22.946 | 159.516   | 2.632  | 0.165 | 0.707  |
| 31035          | -23.094 | 159.224   | 9.146  | 0.108 | 0.068  |
| 31036          | -23.268 | 159.393   | 3.727  | 0.138 | 0.052  |
| 31037          | -23.151 | 157.792   | 15.064 | 0.061 | 0.119  |
| 31038          | -23.825 | 159.099   | 4.604  | 0.146 | 0.001  |
| 31039          | -23.840 | 158.940   | 2.296  | 0.184 | 0.148  |
| 31040          | -24.173 | 157.837   | 7.996  | 0.097 | -0.041 |
| 31041          | -24.622 | 158.598   | 76.771 | 0.022 | 0.050  |
| 31042          | -24.552 | 159.109   | 3.243  | 0.127 | -0.034 |

|       |         |         |        |       |        |
|-------|---------|---------|--------|-------|--------|
| 31043 | -25.272 | 158.700 | 7.787  | 0.107 | -0.017 |
| 31044 | -25.316 | 158.523 | 2.869  | 0.188 | -0.236 |
| 31045 | -24.751 | 159.709 | 3.264  | 0.195 | 0.114  |
| 31046 | -24.685 | 159.625 | 2.244  | 0.137 | 0.261  |
| 31047 | -24.809 | 159.604 | 2.270  | 0.136 | 0.195  |
| 31048 | -24.789 | 159.761 | 3.003  | 0.117 | 0.038  |
| 31049 | -25.049 | 159.691 | 3.970  | 0.155 | 0.027  |
| 31050 | -25.331 | 160.023 | 3.543  | 0.148 | -0.007 |
| 31051 | -25.641 | 158.784 | 11.035 | 0.023 | -0.328 |
| 31052 | -25.613 | 158.193 | 1.521  | 0.162 | -0.327 |
| 31053 | -26.699 | 156.542 | 4.380  | 0.143 | 0.095  |
| 31054 | -26.921 | 156.840 | 13.841 | 0.035 | 0.179  |
| 31055 | -27.038 | 157.887 | 6.703  | 0.110 | 0.142  |
| 31056 | -27.321 | 157.424 | 14.758 | 0.085 | 0.095  |
| 31057 | -27.729 | 157.549 | 21.306 | 0.031 | -0.040 |
| 31058 | -27.684 | 157.948 | 3.284  | 0.143 | -0.009 |
| 31059 | -27.729 | 157.107 | 2.332  | 0.126 | 0.269  |
| 31060 | -27.730 | 156.723 | 2.399  | 0.125 | -0.356 |
| 31061 | -27.857 | 156.543 | 3.136  | 0.148 | -0.088 |
| 31062 | -28.067 | 156.732 | 3.942  | 0.141 | 0.084  |
| 31063 | -28.299 | 156.974 | 19.017 | 0.029 | 0.072  |
| 31064 | -28.337 | 157.177 | 4.957  | 0.147 | 0.023  |
| 31065 | -28.416 | 157.219 | 2.763  | 0.116 | 0.227  |
| 31132 | -36.655 | 157.740 | 4.676  | 0.083 | 0.103  |
| 31133 | -37.544 | 157.567 | 4.683  | 0.085 | 0.075  |
| 31134 | -37.657 | 157.226 | 2.369  | 0.039 | 0.140  |
| 31066 | -28.513 | 157.166 | 1.923  | 0.186 | 0.140  |
| 31067 | -28.290 | 157.678 | 1.944  | 0.121 | -0.189 |
| 31068 | -28.399 | 156.131 | 8.584  | 0.080 | -0.092 |
| 31069 | -28.597 | 156.443 | 2.597  | 0.112 | 0.647  |
| 31070 | -28.788 | 156.641 | 1.989  | 0.158 | 0.224  |
| 31071 | -28.826 | 156.899 | 3.313  | 0.167 | 0.200  |
| 31072 | -28.853 | 157.726 | 2.525  | 0.149 | 0.047  |
| 31073 | -28.952 | 157.388 | 2.793  | 0.163 | 0.231  |
| 31074 | -29.050 | 157.538 | 9.460  | 0.024 | -0.121 |
| 31075 | -29.398 | 157.372 | 1.792  | 0.113 | 0.078  |
| 31076 | -29.413 | 157.592 | 1.507  | 0.106 | 0.029  |
| 31077 | -29.645 | 157.502 | 2.374  | 0.162 | 0.116  |
| 31078 | -30.040 | 156.880 | 3.992  | 0.160 | 0.089  |
| 31079 | -29.630 | 156.253 | 2.214  | 0.098 | 0.577  |
| 31080 | -30.219 | 156.881 | 4.081  | 0.149 | 0.016  |
| 31081 | -30.326 | 157.143 | 7.224  | 0.043 | -0.045 |
| 31082 | -30.791 | 157.576 | 3.155  | 0.114 | 0.249  |
| 31083 | -30.777 | 157.328 | 6.516  | 0.116 | 0.100  |
| 31084 | -30.691 | 157.162 | 1.845  | 0.096 | 0.001  |
| 31085 | -30.869 | 156.675 | 2.980  | 0.084 | 0.485  |
| 31086 | -30.905 | 157.565 | 2.320  | 0.116 | -0.019 |
| 31087 | -31.419 | 157.204 | 2.498  | 0.115 | 0.039  |
| 31088 | -31.271 | 154.176 | 10.712 | 0.053 | 0.274  |
| 31089 | -32.058 | 155.898 | 3.368  | 0.111 | 0.203  |
| 31090 | -32.100 | 157.503 | 11.072 | 0.049 | -0.062 |

|       |         |         |        |       |        |
|-------|---------|---------|--------|-------|--------|
| 31091 | -32.088 | 157.012 | 2.261  | 0.111 | 0.286  |
| 31092 | -31.948 | 156.811 | 2.098  | 0.085 | 0.822  |
| 31093 | -32.324 | 156.562 | 2.586  | 0.076 | 0.260  |
| 31094 | -32.511 | 156.523 | 2.837  | 0.088 | 0.182  |
| 31095 | -32.471 | 157.329 | 2.809  | 0.099 | 0.163  |
| 31096 | -32.643 | 157.333 | 2.588  | 0.092 | 0.051  |
| 31097 | -33.427 | 157.117 | 39.288 | 0.031 | 0.304  |
| 31098 | -33.727 | 157.569 | 3.676  | 0.109 | 0.522  |
| 31099 | -33.485 | 155.920 | 4.154  | 0.122 | 0.201  |
| 31100 | -33.609 | 153.938 | 12.902 | 0.031 | -0.137 |
| 31101 | -33.978 | 155.410 | 2.874  | 0.099 | 0.165  |
| 31102 | -34.102 | 156.087 | 3.226  | 0.111 | 0.338  |
| 31103 | -34.047 | 157.011 | 2.437  | 0.080 | -0.300 |
| 31104 | -34.432 | 156.492 | 12.785 | 0.024 | -0.132 |
| 31105 | -34.406 | 157.446 | 9.224  | 0.030 | -0.765 |
| 31106 | -34.621 | 155.419 | 4.961  | 0.111 | 0.055  |
| 31107 | -34.750 | 154.925 | 20.038 | 0.032 | 0.029  |
| 31108 | -34.481 | 152.550 | 1.901  | 0.099 | 0.217  |
| 31109 | -34.624 | 152.564 | 2.386  | 0.123 | 0.214  |
| 31110 | -34.813 | 153.033 | 2.082  | 0.077 | 0.064  |
| 31111 | -34.720 | 153.644 | 1.963  | 0.103 | -0.019 |
| 31112 | -34.604 | 154.156 | 2.743  | 0.119 | 0.111  |
| 31113 | -35.086 | 153.974 | 6.007  | 0.128 | 0.010  |
| 31114 | -35.359 | 153.422 | 5.112  | 0.124 | -0.028 |
| 31115 | -35.343 | 152.469 | 6.000  | 0.108 | 0.011  |
| 31116 | -35.681 | 153.125 | 19.825 | 0.070 | 0.034  |
| 31117 | -35.783 | 153.597 | 5.445  | 0.108 | 0.222  |
| 31118 | -35.925 | 153.837 | 2.930  | 0.091 | 0.001  |
| 31119 | -36.063 | 153.338 | 3.017  | 0.081 | 0.010  |
| 31120 | -35.827 | 154.440 | 7.101  | 0.099 | 0.123  |
| 31121 | -36.280 | 154.582 | 44.337 | 0.020 | 0.125  |
| 31122 | -36.323 | 154.023 | 8.492  | 0.117 | 0.125  |
| 31123 | -36.539 | 153.476 | 10.238 | 0.038 | -0.116 |
| 31124 | -36.708 | 152.953 | 42.422 | 0.018 | -0.008 |
| 31125 | -37.123 | 155.106 | 9.566  | 0.037 | 0.005  |
| 31126 | -37.242 | 155.341 | 9.094  | 0.044 | -0.247 |
| 31127 | -34.931 | 156.178 | 26.536 | 0.026 | -0.022 |
| 31128 | -35.495 | 155.707 | 31.947 | 0.035 | 0.054  |
| 31129 | -35.307 | 156.661 | 9.976  | 0.031 | 0.260  |
| 31130 | -36.013 | 157.426 | 18.988 | 0.025 | -0.164 |
| 31131 | -36.236 | 157.350 | 3.221  | 0.080 | 0.166  |
| 31135 | -38.004 | 157.000 | 2.078  | 0.091 | 0.476  |
| 31136 | -38.129 | 156.735 | 7.318  | 0.069 | 0.065  |
| 31137 | -38.330 | 156.596 | 9.573  | 0.063 | -0.220 |
| 31138 | -39.087 | 156.087 | 8.685  | 0.093 | 0.070  |
| 31139 | -38.750 | 154.734 | 17.725 | 0.035 | -0.063 |
| 31140 | -38.358 | 155.379 | 5.862  | 0.098 | 0.110  |
| 31141 | -38.668 | 154.057 | 4.436  | 0.099 | 0.180  |
| 31142 | -38.201 | 154.147 | 39.380 | 0.025 | -0.068 |
| 31143 | -38.227 | 153.615 | 2.640  | 0.106 | 0.203  |
| 31144 | -38.296 | 153.289 | 2.644  | 0.140 | 0.222  |

|       |         |         |        |       |        |
|-------|---------|---------|--------|-------|--------|
| 31145 | -37.674 | 152.339 | 7.403  | 0.105 | 0.183  |
| 31146 | -37.786 | 152.094 | 8.858  | 0.026 | 0.102  |
| 31147 | -38.312 | 152.472 | 3.143  | 0.084 | 0.250  |
| 31148 | -38.216 | 152.844 | 14.789 | 0.019 | 0.148  |
| 31149 | -38.905 | 152.483 | 52.767 | 0.015 | -0.033 |
| 31150 | -38.991 | 153.546 | 1.934  | 0.105 | 0.293  |
| 31151 | -38.901 | 154.141 | 2.498  | 0.089 | 0.214  |
| 31152 | -39.264 | 154.150 | 8.855  | 0.075 | -0.037 |
| 31153 | -39.379 | 154.304 | 4.495  | 0.059 | -0.070 |
| 31154 | -39.686 | 153.456 | 5.568  | 0.085 | 0.223  |
| 31155 | -39.807 | 153.572 | 4.565  | 0.096 | 0.155  |
| 31156 | -38.857 | 157.597 | 12.014 | 0.085 | 0.139  |
| 31157 | -39.167 | 157.394 | 3.576  | 0.034 | -0.117 |
| 31158 | -40.589 | 157.128 | 26.184 | 0.026 | 0.108  |
| 31159 | -41.020 | 157.141 | 20.779 | 0.033 | -0.033 |
| 31160 | -40.873 | 155.366 | 15.130 | 0.077 | 0.052  |
| 31161 | -41.851 | 156.347 | 15.649 | 0.040 | -0.155 |
| 31162 | -42.172 | 155.588 | 15.399 | 0.022 | 0.086  |
| 31163 | -42.161 | 154.617 | 18.585 | 0.031 | -0.124 |
| 31164 | -41.814 | 154.144 | 3.872  | 0.050 | 0.293  |
| 31165 | -42.648 | 154.826 | 15.134 | 0.028 | 0.012  |
| 31166 | -42.520 | 156.692 | 19.584 | 0.037 | -0.052 |
| 31167 | -42.210 | 156.922 | 3.520  | 0.040 | -0.031 |
| 31168 | -43.535 | 154.857 | 20.185 | 0.028 | -0.002 |
| 31169 | -43.356 | 153.010 | 5.981  | 0.052 | 0.075  |
| 31170 | -43.959 | 152.636 | 6.006  | 0.114 | 0.067  |
| 31171 | -44.011 | 157.321 | 21.147 | 0.019 | 0.043  |
| 31172 | -44.150 | 156.798 | 16.659 | 0.037 | 0.178  |
| 31173 | -44.216 | 156.416 | 14.967 | 0.074 | 0.149  |
| 31174 | -44.355 | 155.547 | 6.657  | 0.058 | 0.015  |
| 31175 | -44.520 | 155.681 | 4.540  | 0.056 | 0.338  |
| 31176 | -44.954 | 155.022 | 5.996  | 0.053 | -0.064 |
| 31177 | -45.196 | 155.630 | 19.709 | 0.030 | 0.070  |
| 31178 | -45.321 | 156.781 | 11.773 | 0.045 | 0.225  |
| 31179 | -45.779 | 157.125 | 32.629 | 0.050 | 0.118  |
| 31180 | -44.510 | 158.180 | 30.500 | 0.012 | -0.437 |
| 31181 | -44.370 | 157.569 | 4.425  | 0.048 | 0.237  |
| 31182 | -44.562 | 156.458 | 20.033 | 0.032 | 0.038  |
| 31183 | -44.577 | 156.058 | 3.571  | 0.054 | 0.454  |
| 31184 | -44.957 | 152.931 | 24.538 | 0.058 | 0.102  |
| 31185 | -45.425 | 152.070 | 6.319  | 0.042 | 0.439  |
| 31186 | -45.825 | 152.001 | 12.105 | 0.026 | -0.278 |
| 31187 | -46.304 | 152.643 | 19.208 | 0.014 | 0.049  |
| 31188 | -46.339 | 154.112 | 28.947 | 0.042 | 0.021  |
| 31189 | -47.057 | 152.221 | 13.810 | 0.024 | -0.301 |
| 31190 | -47.258 | 153.902 | 10.429 | 0.031 | 0.125  |
| 31191 | -47.147 | 154.850 | 15.108 | 0.011 | 0.351  |
| 31192 | -47.669 | 154.998 | 12.682 | 0.053 | 0.192  |
| 31193 | -48.085 | 153.841 | 17.139 | 0.061 | -0.094 |
| 31194 | -48.284 | 153.277 | 9.714  | 0.056 | 0.107  |
| 31195 | -47.653 | 153.652 | 6.086  | 0.033 | 0.039  |

|       |         |         |        |       |        |
|-------|---------|---------|--------|-------|--------|
| 31196 | -47.016 | 153.674 | 2.893  | 0.053 | -0.148 |
| 31197 | -49.314 | 153.992 | 45.615 | 0.037 | -0.015 |
| 31198 | -49.929 | 153.176 | 11.507 | 0.056 | 0.024  |
| 31199 | -49.764 | 153.080 | 4.982  | 0.040 | 0.064  |
| 31200 | -50.842 | 150.316 | 40.987 | 0.030 | -0.128 |
| 31201 | -50.983 | 150.221 | 6.632  | 0.043 | 0.251  |
| 31202 | -51.367 | 149.798 | 9.755  | 0.026 | 0.282  |
| 31203 | -51.955 | 150.546 | 20.919 | 0.013 | 0.015  |
| 31204 | -51.884 | 150.880 | 5.447  | 0.031 | -0.224 |
| 31205 | -52.248 | 152.865 | 28.002 | 0.023 | -0.178 |
| 31206 | -52.106 | 153.885 | 30.265 | 0.032 | -0.240 |
| 31207 | -53.079 | 153.487 | 7.014  | 0.032 | -0.104 |
| 31208 | -53.638 | 152.895 | 6.428  | 0.035 | 0.055  |
| 31209 | -53.663 | 151.729 | 7.974  | 0.042 | -0.110 |
| 31210 | -54.045 | 151.657 | 40.630 | 0.029 | -0.045 |
| 31211 | -54.240 | 150.134 | 24.419 | 0.033 | -0.127 |
| 31212 | -54.421 | 154.373 | 19.950 | 0.062 | 0.009  |
| 31213 | -53.663 | 154.450 | 8.226  | 0.041 | 0.226  |
| 31214 | -54.567 | 152.410 | 4.764  | 0.027 | -0.179 |
| 31215 | -54.797 | 151.953 | 5.039  | 0.021 | 0.106  |
| 31216 | -54.970 | 152.626 | 4.610  | 0.025 | -0.209 |
| 31217 | -55.468 | 152.077 | 13.268 | 0.040 | 0.023  |
| 31218 | -55.245 | 152.804 | 5.836  | 0.028 | 0.374  |
| 31219 | -54.892 | 150.978 | 7.565  | 0.031 | 0.208  |
| 31220 | -54.965 | 150.305 | 15.306 | 0.028 | 0.239  |
| 31221 | -55.968 | 152.163 | 15.046 | 0.046 | 0.160  |
| 31222 | -55.628 | 154.349 | 6.158  | 0.033 | 0.018  |
| 31223 | -56.726 | 153.769 | 22.870 | 0.054 | -0.054 |
| 31224 | -56.801 | 153.014 | 2.350  | 0.037 | -0.402 |
| 31225 | -56.906 | 152.787 | 1.762  | 0.035 | -0.122 |
| 31226 | -57.053 | 151.882 | 21.262 | 0.025 | -0.076 |
| 31227 | -56.640 | 152.947 | 4.376  | 0.028 | -0.590 |
| 31228 | -56.609 | 150.940 | 3.150  | 0.040 | 0.088  |
| 31229 | -56.007 | 150.556 | 6.007  | 0.028 | 0.039  |
| 31230 | -55.980 | 149.635 | 11.801 | 0.019 | -0.266 |
| 31231 | -55.693 | 151.673 | 24.344 | 0.029 | -0.105 |



## Nyilatkozat

Alulírott, **Magyar Zoltán** (Neptun-kód: **DZM5YL**) nyilatkozom, hogy jelen szakdolgozatom teljes egészében saját, önálló szellemi termékem. A szakdolgozatot sem részben, sem egészében semmilyen más felsőfokú oktatási vagy egyéb intézménybe nem nyújtottam be. A szakdolgozatomban felhasznált, szerzői joggal védett anyagokra vonatkozó engedély a mellékletben megtalálható.

A témavezető által benyújtásra elfogadott szakdolgozat PDF formátumban való elektronikus publikálásához a tanszéki honlapon

HOZZÁJÁRULOK

NEM JÁRULOK HOZZÁ

Budapest, 2017. május 15.

.....

.

a hallgató aláírása

