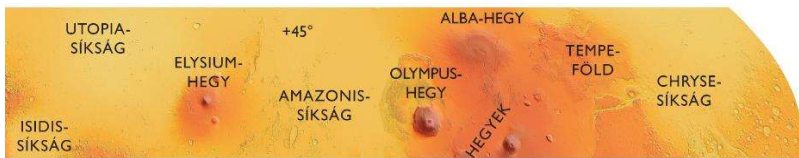


8.1 A marsi kráterek méretének a meghatározása



A 2018-as Mars misszió során az InSight elhelyez egy szeizmométert a Mars felszínére, és a tervek szerint 2019-től a műszer elkezd észlelni a marsi meteorit-becsapódások okozta talajrezgéseket. Ugyanakkor a Marsról folyamatosan készülő műholdképek felhasználásával az új krátereket azonosíthatják, és meg tudják majd határozni, hogy mennyi energia szabadult fel a keletkezésükkor. A becsapódás érzékelt szeizmikus jeleinek felhasználásával a kutatók majd egyre többet tudnak meg a Mars belső szerkezetéről.

Ebben a feladatban képzeletben az egyik missziós projektsoporthoz csatlakozunk. A csapat feladata olyan távérzékelési módszerek megismerése és elemzése, melyeket a kráter szélességének és mélységének meghatározására használnak.

A csoport feladata, hogy kis sebességű ejtési kísérletekkel szimulálja a kráterek keletkezését, és modellezze a műhold felvételét egy telefon vagy táblagép kamerájának a felhasználásával. A csoport azt az információt kapja, hogy a Mars felszínének anyaga nagyon porszerű, akár a liszt.

Házi feladat lehet a Mars körül keringő MRO (Mars Reconnaissance Orbiter) műszereinek (főként a HiRISE) és tevékenységének megismerése.

FELADAT

Készíteni kell egy saját krátert, azt le kell fényképezni, majd meg kell ismerni és érteni a műholdak képeinek feldolgozása mögötti technikát.

TANULÁSI CÉL

- lépték megállapítása (kalibrálás)
- mérési adatok feldolgozása
- tangens szögfüggvény használata

KELLÉKEK

- mély tepsi, vagy kartondoboz (legalább 30 cm x 30 cm x 5 cm)
- liszt (annyi, hogy a fenti edényt 5 cm mélyen kitöltse)
- kakaópor (vékony "takaró" réteghez)
- fagolyó (kb. 3,5 cm átmérőjű, 30 g tömegű)
- lámpa (napsütés szimulálására, árnyék létrehozásához)
- okostelefon vagy táblagép (kamerával)
- 1 méteres vonalzó vagy mérőszalag
- HiView szoftver (ingyenes; <http://www.uahirise.org/hiview>)
- MS Paint, IrfanView vagy egyéb alkalmas képezelő szoftver
- „01-UjKraterek_2007-2013.xlsx” adatfájl

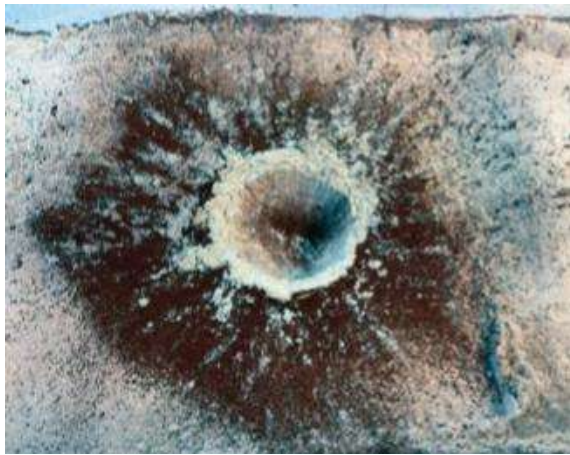
A KRÁTER MODELLEZÉSE

A becsapódási terület modellje lehet egy magas falú tepsi vagy egy kartondoboz melynek az oldala legyen elég magas, hogy meggátolja az anyag kiszóródását. A becsapódási terület legalább 30x30 cm legyen. A felszín anyaga kulcsfontosságú, a feladat kidolgozói erre a lisztet találták a legalkalmasabbnak, bár finom homok is megfelelő lehet. A becsapódási területet úgy készítjük elő, hogy a lisztet (vagy homokot) lassan beleszítjük a tartályba (különben hajlamos lenne összetömörödni). Az edényt finoman rázogassuk meg, hogy az anyag egyenletesen töltse azt ki. A liszt/homok réteg legalább 5 cm mély legyen. A becsapódási kráter mintázatát legjobban a kiszóródó anyag nyomon követésével lehet megfigyelni. Ehhez a liszt színétől eltérő anyagot, például kakaóport, púdert, vagy porított festéket is használhatunk.

A becsapódási terület előkészítésekor az eltérő színű por egy részét a liszt felületére szítjuk. Ez lehetővé teszi, hogy az ütközéskor kidobott anyag és a sugarak jól láthatók és mérhetők legyenek.

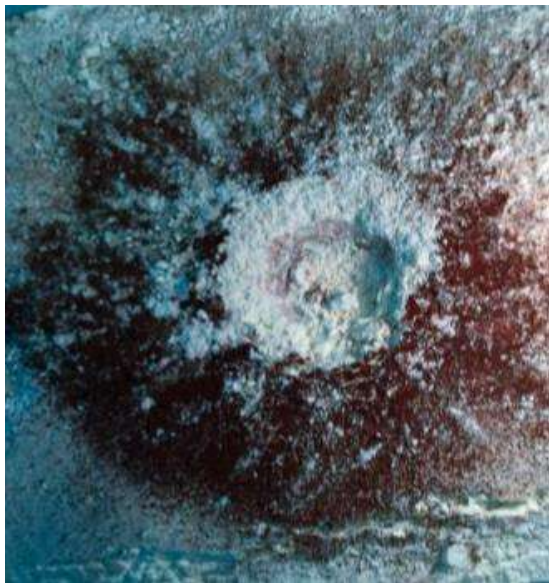
A szerzők a legjobb „meteorit”-nak eddig egy kb. 3,5 cm átmérőjű és 30 g tömegű fagolyót találtak (sűrűsége kulcsfontosságú tényező), ami kb. 60 cm magasságból leejtve eredményezte az alábbi krátert.





ÁRNYÉK MODELLEZÉSE

A Napot egy 45°-os szögben világító asztali lámpa modellezheti, ami árnyékot hoz létre a kráterben.



KALIBRÁCIÓS KÉP KÉSZÍTÉSE

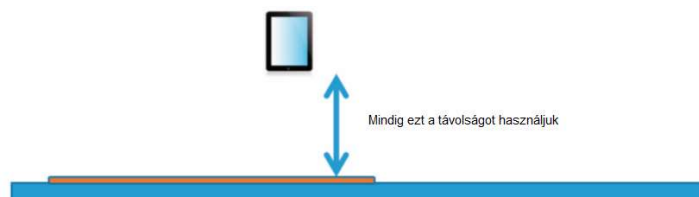
A technika alapja a következő fogalmak megértését igényli:

- felbontás - az egyes képpontok (pixelek) mekkora távolságot jelentenek a valóságban
- képméret - hány képpont alkotja a képet

A fénykép készítéséhez használhatunk pl. egy táblagép, vagy telefon kameráját is. Nagyon fontos, hogy a modellezésünk során mindig ugyanazt a kamerát használjuk, mérőleges rálátással, azonos magasságból.

Először egy skálázáshoz használható kalibrációs képet készítünk.

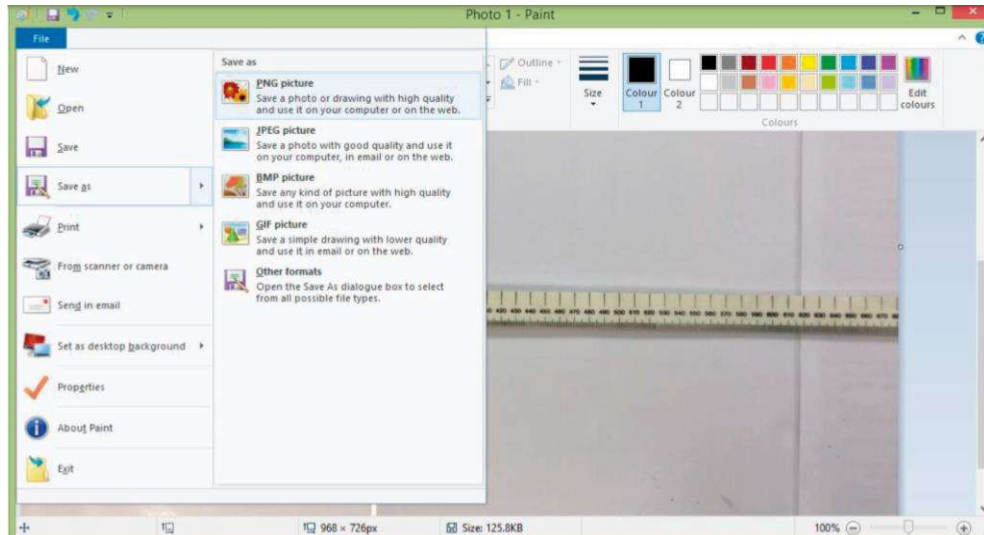
Az alábbi ábra egy 40 cm távolságról lefényképezett mérőszalagot mutat:





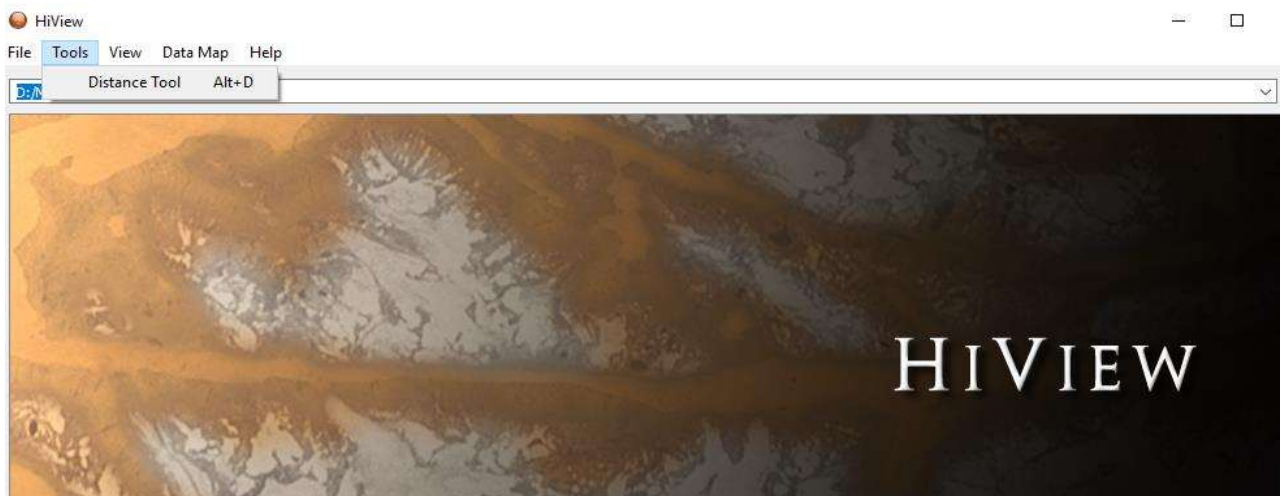
A KÉP ÁTALAKÍTÁSA AZ ELEMZÉSHEZ

Az elkészített képet le kell tölteni a számítógépre. A valószínűleg JPG-fájlt át kell konvertálni PNG formátumba a HiView számára, amivel a későbbiekben az elemzést fogjuk végezni. Ha Windows-t használunk, ehhez nyissuk meg a letöltött képet pl. a Paint programmal, és a „Save as” parancssal mentjük el PNG formátumban.



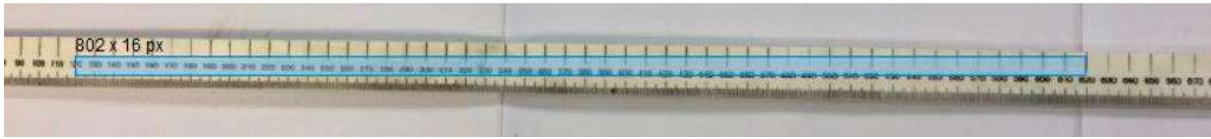
A HiView TELEPÍTÉSE

A HiView-t a www.uahirise.org/hiview webhelyről lehet telepíteni.



A FELBONTÁS MEGHATÁROZÁSA

Sikeres installálás után indítsuk el a programot, és nyissuk meg vele a PNG formátumú kalibrációs képünket! Első lépésként meghatározzuk egy ismert távolságra eső képpontok számát. Az egér bal fülét lenyomva és nyomva tartva, az egér mozgatásával jelöljük ki egy tartományt, ahogy azt az alábbi ábra mutatja! A kijelölt tartomány mérete pixelekben mérve a bal felső sarokban látható.



Esetünkben a vonalzón kijelölt 500 mm hosszúságú szakasznak 802 képpont (pixel) felel meg, így a felbontásunk:

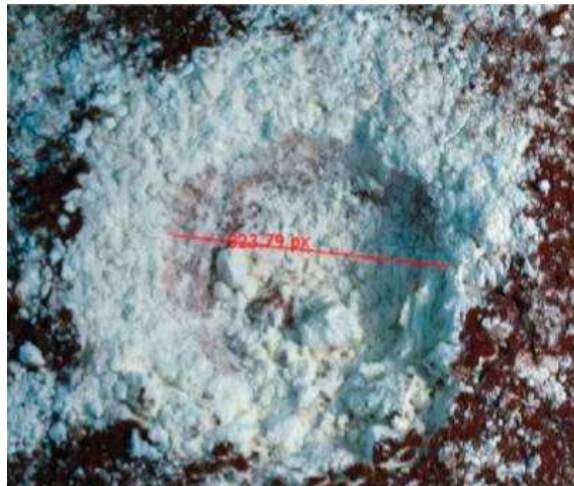
$$\text{Felbontás} = 500\text{mm} / 802\text{px} = 0,62 \text{ mm/px}$$

A „Distance Tool” használata a HiView alkalmazásban

A „Tools/Distance Tool” menüpont segítségével kapcsoljuk be a távolságmérő eszközt! Kattintsunk a képen a kiindulásul választott pontra, majd az egeret mozgassuk a kívánt távolságig! Ekkor egy piros vonal jelenik meg, amely mellett a pixelek száma (px), vagyis a vonal hossza olvasható. Ezzel az eszközzel nem csak vízszintes (X) és függőleges (Y), hanem tetszőleges irányban levő két képpont távolságát is meg tudjuk határozni.

A KRÁTER MÉRETÉNEK A MEGHATÁROZÁSA

A kráter képét ugyanúgy elemezzük a HiView használatával mint a vonalzó képét: a képet PNG formátumra konvertáljuk, betöltjük HiView programba, és a „Distance Tool” segítségével távolságot mérünk.



A fenti képen a kráter átmérője 324 képpont (kerekítve 323,79-ről). Mivel ugyanabból a magasságból fényképeztük, mint a kalibrációs képet, az egyes pixelek tényleges hossza most is 0,62 mm.

Tehát a kráter tényleges átmérője: Kráter átmérője = 324 px · 0,62 mm/px = 201 mm

Ellenőrzésként közvetlenül is mérjük meg a krátert, hogy a módszerünk helyességét igazoljuk.

A KRÁTER MÉLYSÉGÉNEK A MEGHATÁROZÁSA

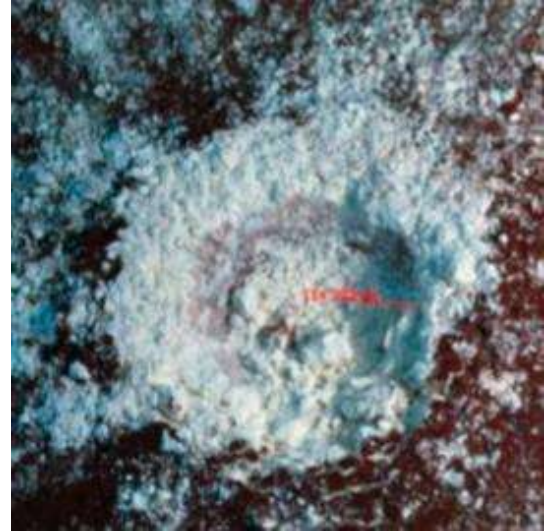
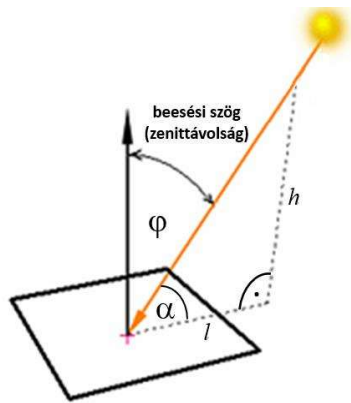
A kráter-mélységét is meg tudjuk határozni, ami ismét ellenőrizhető közvetlen méréssel. Először is mérjük meg az árnyék hosszát! A 114 képpontos árnyék hosszúság 70,7 mm (114 px · 0,62 mm/px = 70,7 mm) távolságot jelent. Mivel esetünkben a megvilágítás szöge épp 45 fok volt, a kráter mélysége megegyezik az árnyék hosszával, azaz 70,7 mm.

Ha a megvilágítás szöge eltér a 45 foktól, akkor a kráter mélységének meghatározása egy kicsit bonyolultabb. Ehhez ismerni kell a derékszögű háromszögek oldalainak arányaira vonatkozó összefüggéseket, azaz a szögfüggvényeket.

Definíció szerint $\text{tg } \alpha = h/l$, ahol h a kráter mélysége, l az árnyék hossza, így a kráter mélységére egyszerűen kapjuk: $h = l \text{ tg } \alpha$. A gyakorlatban inkább a Nap φ zenittávolságát (a beesési szöget) használják. Ezzel a kráter mélységét a

$$h = l \text{ tg}(90^\circ - \varphi)$$

formulával tudjuk kiszámítani.

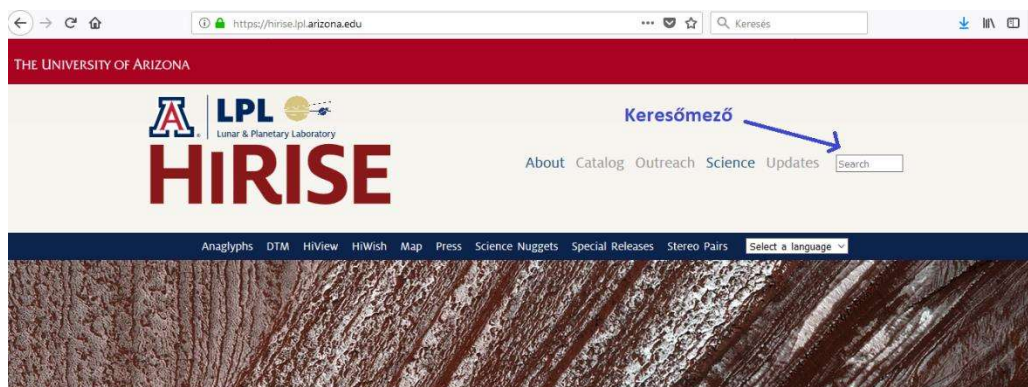


FELADAT: valódi kráterek elemzése a HiView segítségével

A Nagyfelbontású Képképző Tudományos Kísérlet keretében (High Resolution Imaging Science Experiment - HiRISE) a Mars Reconnaissance Orbiter fedélzetén működik egy tükrös távcsővel rendelkező kamera, amely az objektíve 0,5 m átmérőjű. Az eddigi úrkutatások során ez a legnagyobb kamera, ami lehetővé teszi, hogy a Marsról 0,3 m/pixel felbontású képeket készítsünk. Ez már az 1 m-nél kisebb tárgyak felbontását is lehetővé teszi.

A HiRISE kamerája által készített képeket egy online adatbázisban tárolják és ingyenesen hozzáférhetők, a <https://hirise.lpl.arizona.edu> címen. A minket érintő funkciók sajnos csak angol nyelven érhetők el. (Bár van lehetőség a magyar nyelv kiválasztására, a lehetőségek nagyon korlátozottak.)

Az adatbázisban sokféle funkció található, és bármelyik képre kattintva nagyon érdekes saját képeket is készíthetünk.



EGY KRÁTER KÉPÉNEK A LETÖLTÉSE

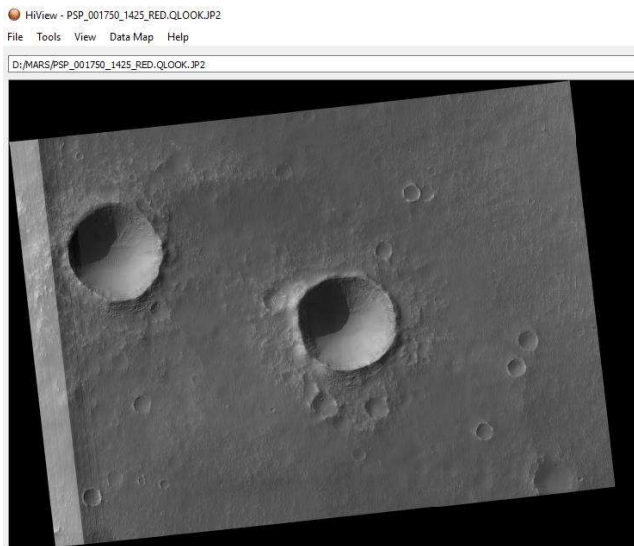
Ha egy ismert kráter felvételét szeretnénk letölteni, akkor ennek a legegyszerűbb módja a keresési funkció használata. A keresőmező PSP vagy ESP hivatkozási számot vár a terület beazonosításához.

Az itt bemutatott példa a PSP_001750_1425 nevű felvétel két, majdnem azonos méretű marsi kráterrel. Ezt az azonosítót a keresőmezőbe beírva feljön egy lap, amely a kép egy kis részletét és pozícióját tartalmazza. Innen léphetünk tovább a részletes adatokat tartalmazó oldalra, ahonnan letölthető a jobb oldalt látható felvétel, különböző változatokban.

Megjegyzés: a HiView összes menüpontjához teljes felbontású képet kell használni. A szürkeárnyaltos JP2 és IRB a legkevésbé tömörített. Ezek nagyon nagy fájlok, és néhány percet vesz igénybe a letöltésük

A „Map” feliratra kattintva és a csúszkával kissé belenagyítva az oldal megmutatja, mely területekről készültek nagyfelbontású képek, ahonnan további információk és keresési lehetőségek nyílnak meg. (Lassú!)

A gyakorláshoz a potenciális kráterképek listáját a "01-UjKraterek2007-2013.xlsx" Excel-fájl tartalmazza, ami letölthető a honlapról (<http://telapo.datatrans.hu/mars/>).



Miután kiválasztottuk a képet és a becsapódási krátert azonosítottuk, itt az ideje, hogy a méréseket elvégezzük. A technika pontosan ugyanaz, mint a saját kráterünk esetében volt. Töltsük be a képet HiView képelemző programba, és használjuk a „Distance Tool” menüpontot a pixelek megszámlálásához! A kiválasztott kráter átmérőjére 3687 px-nek adódott.

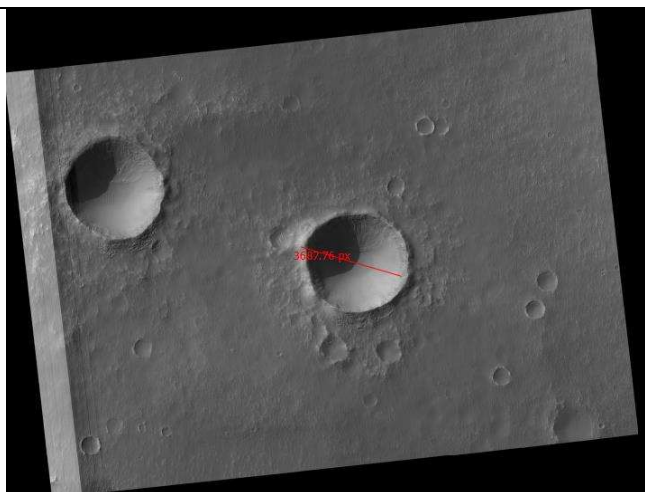
A kép adatait a következőképpen adták meg:

- felbontás (Map projected scale): kb. 25 cm/pixel
- a napfény beesési szöge (Solar incidence angle): kb. 72°,
- ebből következően a Nap $90^\circ - 72^\circ = 18^\circ$ magasan van a horizont felett
- az űrszonda magassága (Spacecraft altitude): 253,7 km

A kráter tényleges átmérőjének kiszámításához használjuk a „Map projected scale” alatt található felbontást, ami ebben az esetben 25 cm/pixel.

Átmérő = $3687 \cdot 0,25 \text{ m} = 921,75 \text{ m}$

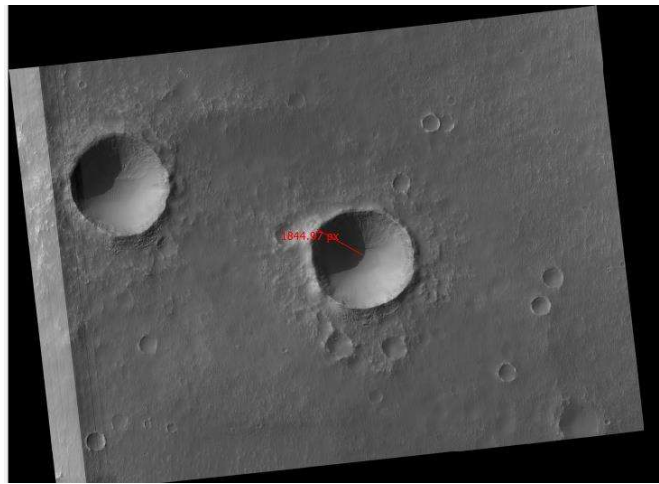
E kráterek publikált mérete 900 m körüli.



Ha most a „Distance Tool” segítségével megmérjük az árnyék hosszát pixelekben: árnyék hossza = $1845 \cdot 0,25 \text{ m} = 461,25 \text{ m}$

majd meghatározzuk a kráter falának magasságát:

$$h = l \cdot \operatorname{tg}(90^\circ - \varphi) = 461,25 \text{ m} \cdot \operatorname{tg}(18^\circ) \approx 150 \text{ m}$$



FELADAT: KRÁTEREK ELEMZÉSE „MAP-PROJECTED” KÉPEK ALAPJÁN

A HiView képek letölthetők a HiRise adatbázisból, az alábbi példában a PSP_006998_2060 egy, a Mars felszínére rögzített kép (map projected). Ezek a képek bármilyen átméretezés során mindig méretarányosak maradnak, így a kép a kráter átmérőjének és árnyékhosszának meghatározásához felhasználható. Gyakorlásul határozzuk meg önállóan a kráter méreteit.

