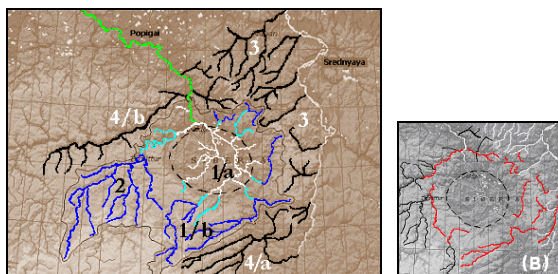


Néhány földi meteoritkráter hidrogeológiai jellemzése és az impakt kráterek folyóvízi (fluviális) lepusztulásának összefoglalása

(Mihályi K.)

1, Popigai



A **Popigai meteoritkráter** (Oroszország, Közép-Szibéria): 36 mill. éves; átmérője: 100 km; a bal felső térkép 280×132 km-es területet ábrázol.

A fehér folyók (**1/a**) a krátermedence belsejében futnak.

A világoskékek az ún. hátravágódó szakaszok, ezek metszik át a kráter sáncát (ami a szaggatott vonal külső részein kezdődik). A szaggatott vonal a krátermedencét határolja le.

A sötétkék folyókat (pl.: **1/b**, **2**) a világoskék, hátravágódó szakaszok eltérítették, és a medencébe irányították azokat.

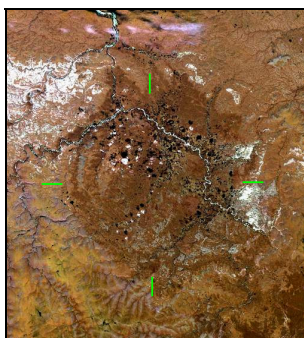
A világos-, ill. a sötétkék folyószakaszok találkozásainál néhol meg is figyelhető egy éles, könyökszerű irányváltás, ami azt jelzi, hogy ezek a folyók már nem az elsődlegesen kialakított medrükben futnak.

A feketével kiemelt folyók (**3**, **4/a-b**) nincsenek összeköttetésben a medencébe folyó vizekkel, ezeket a krátersánc kifelé néző lejtői irányítják.

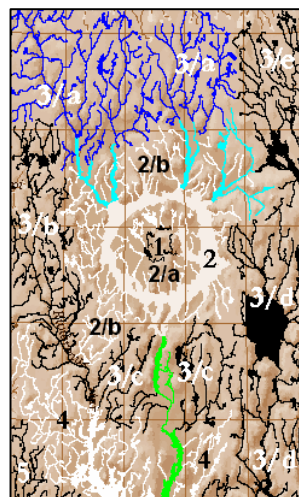
A zöld folyó a medence vizét vezeti le (lecsapoló folyó), amely a kráterből kiérve a fekete folyók egy részét is felveszi.

A „B” jelű térképen ugyanazok a folyók vannak ábrázolva mint a másikon, csak itt a futásirány alapján lettek pirossal kiemelve azok a szakaszok, amelyek ívelt futásukkal a sáncot jelzik.

Űrfelvételen így fest a kráter (a barna folt a zöld szátkeresztben a krátermedencét jelenti):



2, Manicouagan



A **Manicouagan meteoritkráter** (Kanada, Labrador-félsziget): 214 mill. éves; átmérője: 100 km; a térkép 280×190 km-es területet ábrázol.

A legbelső részen, **1**-essel jelzett folyók (fekete) az ún. *központi felboltozódott* rész körül folynak. Az ilyenfajta kiemelkedés nem ritka a nagyméretű krátereknél, annak eredményeként, hogy az aljzat a becsapódás eredményeként „visszapattan”, vagy még inkább visszarugózik – ez ahhoz hasonlít, mint amikor egy tál vízbe egy vízcseppet cseppentenek. Maga a kör alakú sziget (~50-60 km átmérővel) egyébként egy ún. *olvadékpajzs*: a becsapódáskor keletkezett hő olvasztotta meg a területet, jellegzetesen kör-alakban, ami aztán újra megszilárdult, igen masszív „pajzsot” alkotva a terület felett. A **2/a**-val jelzett folyók (fehér) innen futnak a jellegzetes alakú tóba (**2**).

2-essel jelölve egy gyűrű alakú tó (Manicouagan-tó) látható a sziget körül, ami azt jelzi, hogy egymás felé lejtő (másodsorban pedig ívelt) területek találkoznak itt. Kialakulását a jégkorszaki jég letaroló munkája is segítette: a becsapódáskor képződött olvadék-sziget peremén a kőzetek már nem olvadtak meg, azonban jócskán összetöredeztek, azaz a szilárdságuk és a mechanikai ellenálló-képességük igencsak lecsökkent. A tágabb környezet eredeti, magmás kőzetei (ahol a becsapódás energiája már nem tudott jelentős kőzettördelést okozni) viszont már ismét keményebb felszíneket alkottak. Most jön a lényeg: ahogy a jégkorszaki jégtakaró (2-3 km vastagságú volt) átcsúszott a területen, úgy tudta ezeket a töredezett kőzeteket tovaszállítani a belső sziget és a tágabb környék közti átmeneti területről, míg a sziget és a külső részek ellenállóbb kőzeteit nem tudta megbontani – így jött létre az a gyűrűszerű

mélyedés, amit ma víz tölt ki. Mindehhez a becsapódáskor létrejött vetődések is hozzájárulhattak.

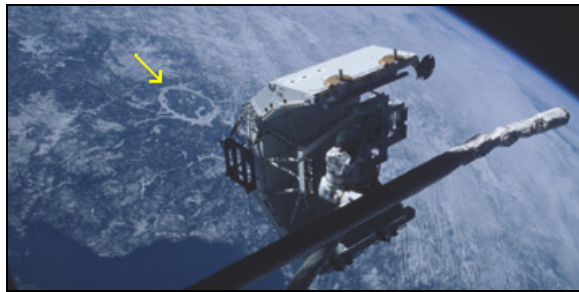
A **2/b**-vel jelzett folyók a már említett külső területeket jelzik, amelyek azonban alaktanilag még a kráter részeit képzik.

3/a, b, c, d, e: szintől függetlenül a kráter sáncának kifelé néző lejtői által meghatározottak (főleg a 3/b és c részek), amelyeken belül a sötétkék részek a tógyűrűbe (ezáltal a medencébe) vezetik a vizüket, a világoskék (sáncon át hátravágódó) szakaszok által.

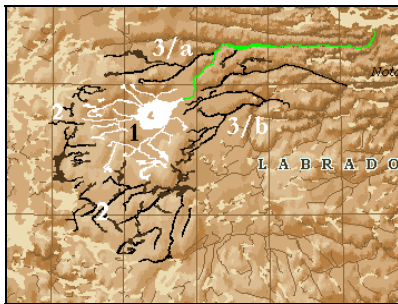
4, 5: a krátertől jórészt függetlenül fejlődő, kisebb vízfolyásrendszerek (vízvázalasztóval többé-kevésbé lehatárolhatóak).

Zöld színnel itt is a medencét lecsapoló folyó van kiemelve.

A kráter (amelyből itt csak a gyűrű alakú tó vehető ki) űrfelvételen így néz ki:



3, Mistasin



A Mistasin meteoritkráter (Kanada, Labrador-félsziget): 36 mill. éves; átmérője: 28 km; a térkép 170×125 km-es területet ábrázol.

Ezt a krátert is a jégkorszaki jég módosította: a kelet felé mozgó jégtömeg a krátert nyugat-keleti irányban megnyújtotta, amit legjobban a tó (Lake-Mistasin) alakja tükröz. A tó közepén lévő kis folt a központi csúcs maradványa. Ennek kialakulási elve hasonló, mint a Manicouagan esetében, csak mivel ez egy viszonylag kis kráter, ezért itt olvadékpajzs nem igazán képződött, helyette csak ez a kis sziget van.

1-essel a tó és a belefutó fehér folyók vannak jelölve. A folyók jelzik azt, hogy a krátermedence nagyobb, mint maga a tó.

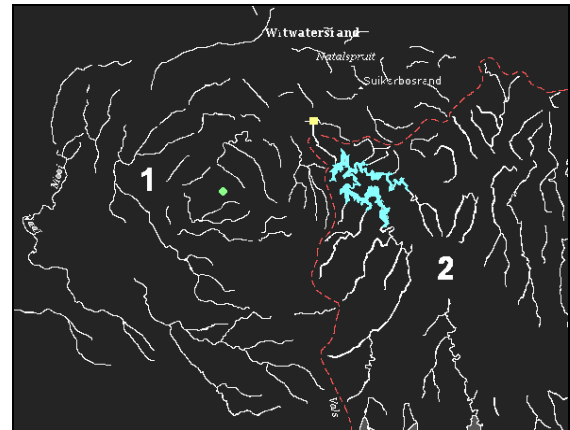
2 és 3/a, b: itt is a kráter sáncának külső lejtőit jelzik (még hozzá igen jól, főleg a 2-vel jelzett folyórendszerek).

A zöld a lecsapoló vízfolyás színe. Jelen esetben hiányoznak a sánctól átmetsző folyók, azaz ennek a kráternek csak kifolyása van, vizeinek összessége a krátermedence belsejében ered.

A Mistasin űrfelvételen:



4, Vredefort



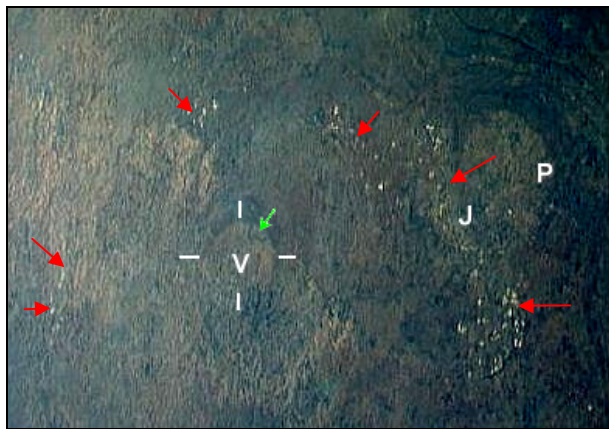
A Vredefort-szerkezet (Dél-Afrikai-Köztársaság): 2024 mill. éves; átmérője: 300 km; a térkép 310×220 km-es területet ábrázol.

Ez a kráter azért érdekes (azon túl, hogy a legnagyobb és egyben az egyik legöregebb ismert földi meteoritkráter), mert már nem tekinthető formailag szokványos kráternek (gyakran ezért nem is használják a nevében a „kráter” jelzőt, hanem helyette a „szerkezet” megnevezést). Ennek oka: szakirodalmi források szerint ez a jelenleg felszínen lévő forma a kráternek az ún. gyökér-zónája, azaz azok a rétegek, amelyek a hagyományos formaelemeket (sánc, aljzat stb.) hordozták, már rég lepusztultak (egyenes vélemények szerint a fedőréteg 8-10 km vastagságban pusztult le az elmúlt 2 milliárd év alatt – ez hatalmas mennyiség). Ezek alapján most azt láthatjuk a felszínen, hogy milyen változások mentek végbe 8-10 (s valószínűleg még több) kilométer mélységben a becsapódás hatására: megfigyelhető az erősen koncentrikus jelleg, a központi régió (zöld pont) körül (megj.: jelen esetben csak a koncentrikus jelet kiemelve, ívelt folyószakaszok vannak fehérrel megfestve).

1: az eredeti, koncentrikus hálózat ívelt elemei láthatóak itt.

2: itt látható az, hogy a zöld középponttól keletre egy mélyedés képződött melyben ma a Wilge-tó (világoskék) található, és ez a mélyedés a terület kb. egyharmadán önálló vízgyűjtőt képezett (a piros, szaggatott vízválasztó határolja le ezt a részt). A lényeg az, hogy ezen a mélyedés által „elidegenített” területen is megfigyelhető még a koncentrikus vízhalózat (főleg a tóhoz közeli részeken – ez akár az ún. *átöröklött* vagy más néven *epigenetikus* vízfolyások egyik típusa is lehet). Ez azt jelenti, hogy a Wilge-tó medencéje a becsapódás után süllyedt be. A sárga négyzet a két folyórendszer egyesülésének a helyét jelzi.

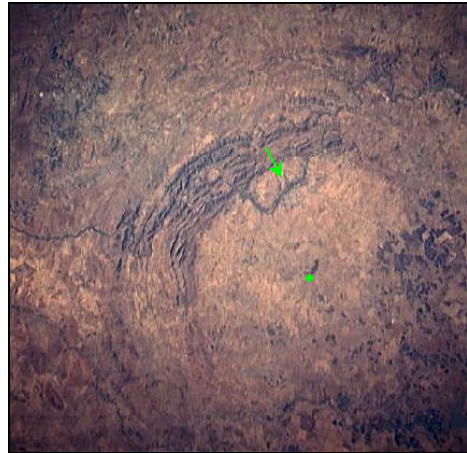
A Vredefort-szerkezet úrfelvételeken:



A felső képen a központi rész (ez az ún. Vredefort-dóm) látható a fehér szálkeresztben, közepén „V” betűvel. Ez nem az egész szerkezetet jelenti (az ezen a felvételen nem igazán vehető ki – pont ezért hasznos a vízrajzi térkép), hanem annak néhányszor tíz km-es, belső részét, ami viszonylag épen maradt. A piros nyilakkal jelzett fehér pöttyök kisebb-nagyobb csoportjai egykori aranybányák sebhelyei (pl.: Carletonville, Klerksdorp és Welkom). Félköríves elhelyezkedésük, (amely félkörív középpontja nagyjából egybeesik a Vredefort-szerkezetével is) nem véletlen: a becsapódás hatására keletkezett vetők mentén áramlottak fel az aranyat hordozó forró vizes oldatok (hasonló folyamat nyomai figyelhetők meg a kanadai Sudbury becsapódásos szerkezetnél is, csak ott nem arany halmozódott fel, hanem a Föld legnagyobb cink- és rézérctelepei). A vetődések menti kiemelkedésekhez és bezökkenésekhez igazodó folyók is ezt a koncentrikusságot tükrözik. A bányák által kirajzolódó ív tehát még a becsapódásos szerkezet szerves részét képezi.

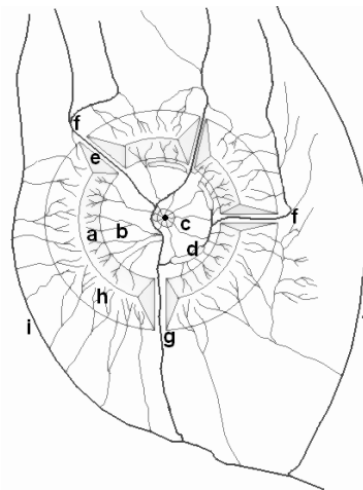
A következő hasáb elején látható, részletgazdagabb kép is a dóm-részt ábrázolja, aminek középpontját a zöld pont jelzi, körülötte az ívelt hegyvonulatokként megjelenő gyűrődésekkel és vetőkkel (a kép közepén).

A felvételeken a zöld nyilak az egymásnak megfeleltethető folyókanyarulatokat jelzik (a két kép kb. harmad fordulatnyit van elfordulva egymáshoz képest).



4, Összefoglalás: a meteoritkráterek lehetséges vízrajzi mintázatai és a folyóvízi erőzójuk

Az alábbi ábra 11 darab földi meteoritkráter vízrajzi vizsgálatának az eredménye, példákkal alátámasztva láthatóak itt a kráterek folyóvizek általi (fluviális) lepusztulásának részletei (a Vredefort-szerkezetre, annak eltérő jellege miatt, ez a séma csak részlegesen alkalmazható):



a, a krátersánc belső oldalain lefolyó kisebb folyók (sivatagi területeken: szárazvölgyek, időszakos aszók) ágas szerkezete, centripetális iránya, s a sánc alja felé történő egyesülésük elég általános az egyéb eredetű medence lejtők esetében is. Pl.: Mistasin-, a Haughton-, a Manicouagan-, és a Nördlingen-Ries- meteoritkrátereknél látható, de részletesebb térképen valószínűleg még jóval több kráternél is feltűnik, a felbontás függvényében egyre

erősebben ágas (dendrikus) jelleggel. Érdekes, hogy az Acramannál párhuzamosak ezek a folyók.

b, a folyók a medence síkságára érve is megtarthatják konvergens irányukat, de akár párhuzamos irányt is felvehetnek (Acraman).

c, az itt ábrázolt radiális (centrifugális) mintázat akkor keletkezik, ha a medence belsejében központi csúcs is van (fekete ponttal jelölve). Ennek a kiemelkedésnek lehet egy másik következménye is: mivel a medence kifelé lejt, a sánc alkotta gát felé, a medence peremén egy köríves völgy jön létre, melyben tógyűrű vagy annak szétszakadozott változata jöhet létre és/vagy ívelt folyószakaszok jelennek meg (**d**). Jellemző példái: Lake-Siljan- és a Charlevoix-szerkezetek. A Manicouagan is hasonló adottságokkal rendelkezik, de ott a vetődések és a jégletarolás szerepe is igen nagy.

e, a sáncon hátravágódó folyók átréselhetik az egész peremet, és sáncok alját addig csak kívülről megkerülő folyókat kaptúrával (**f**) magukhoz vonzzák, melyeket sokszor (de nem feltétlenül) éles, könyökszerű törések jeleznek. A megdőlt kráterterület kiemelkedett részein (jelen esetben a kép felső része) a leggyakoribbak, de az ezzel nagyjából derékszöget bezáró sánc-részleteken is megjelenhetnek (Ries-kráter). Gyakran több van belőlük. Példái: Popigai-, Manicouagan-, Charlevoix-Lake-Siljan- és a Nördlingen-Ries-kráterek.

g, a krátermedence lefolyása szintén a hátravágódás okozta sánc-átmetés miatt alakul ki, a megbillenés okán legmélyebbre kerülő részen. Szemben a krátermedencét tápláló folyókkal, a lecsapoló vízfolyásokból általában csak egy van. Példák: Popigai-, Mistasin-, Manicouagan-, Siljan-, Haughton- és Ries-kráterek.

h, a sánc külső feléről a folyók a belső oldalhoz hasonló mintázatot alkotnak, csak itt széttartanak (radiálisak) mint pl. a Popigai-, részben a Mistasin- és az Acraman-krátereknél. Lefutásuk lehet párhuzamos is: Clearwater-krátereknél már csak ez a rész van csekély befolyással a folyóhálózatra.

i, a kráter sáncairól lefutó (többnyire radiális) folyók vizeit gyakran egy, a sánc talpa előtt futó, ívelt rajzolatú folyó gyűjti össze, mint pl. a Popigai keleti-, ill. Siljan déli sánc-előterületein.

j, a krátert megkerülő folyók nincsenek feltétlenül szoros kapcsolatban a külső sáncoldalal vízfolyásaival, néha csak ívelt futásukkal jelzik, hogy a kráterperem és/vagy a törésrendszer befolyásolja irányukat. Pl.: a Popigai-, ill. Mistasin-kráterek és esetleg a Haughton.

megismerhető a legjelentősebb szárazföldi felszínformáló folyamat, a folyóvízi (fluviális) erózió.

A vízrajzi mintázatok részletes feltárása ezen túlmenően segíthet abban is, hogy újabb földi meteoritkrátereket lehessen felderíteni, habár az már most sem titok, hogy a jellegzetes vízrajzi minták felismerése csupán az első lépés lehet ebben a folyamatban, teljes bizonyosságot egy forma kozmikus eredetét illetően csak a részletes geológiai és geofizikai vizsgálatok adhatnak.

Harmadrészt az összehasonlító planetológia is hasznosíthatja a hidrogeológiai eredményeket, elég csak pl. a Mars-kutatásra gondolni: a víz egykori jelenléte a Marson már régóta nem kérdéses, most már azt kell kideríteni, hogy hol és milyen formában volt jelen a folyékony víz. A meteoritkráterek alkotta, természetes mélyedések pl. ideális víztárolók lehettek egykoron, amelyekhez akár folyóhálózatok is kapcsolódhattak, melyek mostanra száraz völgyekké szelídültek, de ha ebben a völgyhálózatban felismerhetőek a földi kráterek körüli folyómintázatok alkotóelemei, akkor az akár egyértelmű utalás lehet az egykori marsi folyókra is.

Konklúzió

A meteoritkráterek vízrajzának vizsgálatával jellemezhető azok lepusztulása, s ezek a lepusztulási módozatok párhuzamba állíthatóak egyéb (nem kozmikus) eredetű, középpontos szimmetriát mutató földi képződmények eróziójával. Ezáltal még jobban