

Meteoritkráter a Bakony nyugati peremén? I.

Aki már egyszer is rápillantott a Hold felszínére távcsövön keresztül, meggyőződhetett róla, hogy felszíne telistele van lyuggatva kisebb-nagyobb kráterekkel. De az űrszondák által közvetített felvételek hasonló képet nyújtanak a legtöbb szilárd felszínű égitestről is. Ezeket a „sérüléseket” — mint köztudott — nagyrészt meteoritok, kisbolygók és üstökösök becsapódása hozta létre. Vajon a Föld kivétel lenne ez alól? Természetesen nem! Az elmúlt 4,5 milliárd év alatt rengeteg becsapódás érte bolygónkat, de a felszínét alakító külső és belső erők nagyrészt eltüntették ezeket.

A következőkben egy érdekes feltételezést szeretnénk a Meteor Olvasói elé tárni. Ha ez igaz, akkor Magyarország is belép azon országok nem túl népes táborába amelyek területén asztroblémák találhatóak. Írásunk első részében a földi meteoritkráterekkel általánosságban szeretnénk foglalkozunk és ismertetjük dr. Moldvay Loránd geológus elméletét a Bakony-hegység egy érdekes területéről. A második részben saját vizsgálatainkról számolunk be.

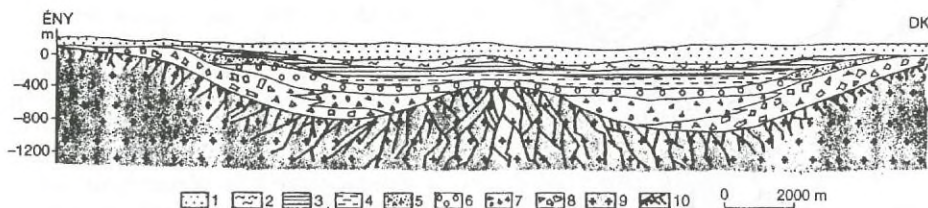
A „csillagsebekről” röviden

Földünk, mint égitest, állandó és szoros kapcsolatban áll a környező térrel. Ennek egyik következményeként kisebb-nagyobb testek záporoznak folyamatosan légkörnek felső részébe. Ennek következtében — becslések szerint — mintegy 1000–10 000 tonnával nő naponta bolygónk össztömege. A legkisebb szemcsék a légkör határára érkezve szinte rögtön lelassulnak, és további életüket a szelek szárnyán lebegve töltik, míg ki nem ülednek a felszínen. A nagyobbak (mák- vagy babszem méretűek) nem fékeződnek le olyan könnyen, és óriási sebességgel (12–70 km/s) hatolnak be a sűrűbb légköri rétegekbe, ahol akár 3000 °C-ra felhevülve elégnék. Ezt látjuk mi meteorjelenség formájában. Az ökölnyi, vagy annál is nagyobb meteoritok már nem semmisülnek meg a légkörben, hanem azon áthatolva a felszínig is lejuthatnak. A krónikák számos meteorithullásról és „kőesőről” tudósítanak a világ minden tájáról.

Egészen századunk elejéig a legtöbb csillagász teljesen elhanyagolhatónak tartotta kozmikus testeknek a Föld felszínéig való lejutásának veszélyét. Akkori vélemények szerint ugyanis a légkör szinte teljes védelmet nyújt az emberiség számára. Ennek bizonyítékát látták a „hullócsillagok” elégésében. Az, hogy ház méretű, vagy akár több kilométer átmérőjű testek is lejuthatnak a felszínig, csak századunk közepén vált világossá. Nagy szerepe volt ennek bebizonyításában a nem régen elhunyt Eugene Shoemakernek. Számos földi képződményről bizonyította be, hogy kozmikus eredetűek. Ezek közül leghíresebb az arizonai Barringer-kráter, melyet korábban a Hévízi-tóhoz hasonló melegforrás-kürtőnek is gondoltak. Műholdak felvételein az elmúlt évtizedekben rengeteg gyanús, korszerű alakzatot fedeztek fel. Ma már több mint százzal derült ki biztosan, hogy kozmikus becsapódás alakította ki. Ezeket a földi krátereket R. S. Dietz javaslatára asztroblémáknak nevezzük, a görög „csillag” és „seb” szavakból összevonva.

Mai ismereteink mellett azt mondhatjuk, hogy kb. 8–10 ezer évente történik bolygónkon 100 méter átmérőjű krátert kialakító becsapódás. Az 1 km körüli kráterek létrejötte kb. 150–200 ezer évente, a 10 km-es, vagy annál is nagyobb asztroblémák gyakorisága pedig évmilliósi gyakorisággal jellemezhető. A 100 km-nél nagyobb, akár 1000 km-es krátermedencét kirobbantó ütközések gyakorisága csupán korszakosnak mondható.

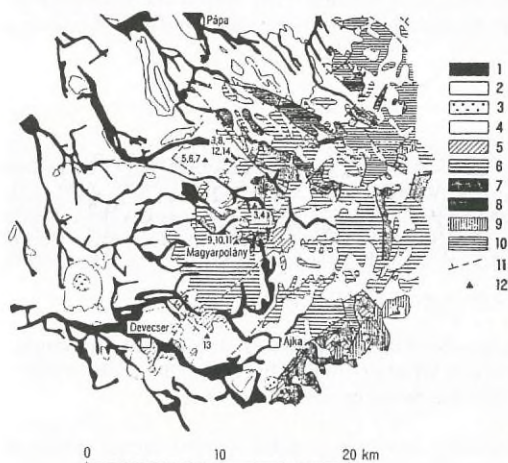
Mi történik egy nagyobb test becsapódásakor? Először a légkörrel kerül kapcsolatba a kozmikus test. Mozgási energiája hőkéntésre, ionizációra, a légkör megmozgatására, gerjesztésére és sok esetben robbanásra fordítódik. A levegő fékező hatása annál inkább érvényesül, minél kisebb a meteor kiinduló tömege. A közepes méretű (0,5–50 cm átmérőjű) meteorok légköri áthaladásuk során elérkeznek kb. 20–40 km magasságban az úgynevezett „fékezési ponthoz”, ahol lelassulnak. Itt fényük kialakszik, és csak a nehézségi gyorsulásból származó 100–200 m/s-os sebességgel hullanak tovább a felszínig. Teljesen más a helyzet az egészen nagy kozmikus testek esetében. Ezek sebessége kevésbé, vagy alig csökken. Ha függőleges irányú belépést és 40 km/s induló sebességet feltételezünk, akkor egy 100 tonnás test a felszínig elérve még mindig 20 km/s sebességgel rendelkezik. A néhány ezer tonnásak viszont már alig veszítenek a kezdeti sebességükből. Szélsőséges esetben a becsapódás sebessége 70 km/s is lehet.



1. ábra. A Boltüzsszka-asztróbléma (1: negyedkori laza üledékek, 2–4: harmadkori márgák és mészkövek, 5–8: alsó kréta korú összezúzott kőzetek, impact breccsák, 9: gránit és más kristályos kőzetek, 10: a kőzetek összerepedeztetési öve)

A felszínbe való becsapódásakor a néhány ezer vagy több millió tonna tömegű testek kinetikai energiája átalakul az ütköző tömeget felmelegítő hővé, más része kráter képződésére, a becsapódás által érintett földi kőzetek felhevítésére, földrengés keltésére, légshullámok (robbanás) keltésére és a levegő felforrósítására fordítódik. Egy 1 km átmérőjű tömeg ütközésekor kb. 6 milliárd közepes hatóerejű hidrogénbomba teljesítményének megfelelő energia szabadul fel. Ennyi hagyományos és nukleáris robbanóenergiát az emberiség egész történelme során nem állított még elő! A föld kérgébe behatoló kozmikus tömeg maga előtt anyagsűrűsödést hoz létre. A részecskék hirtelen összepréselődése fölmelegedéssel és megolvadással jár. A közben fejlődő gőzök és gázok roppant feszítő erőt képviselnek, ami robbanásakor magával viszi mind a becsapódó test, mind a földkéreg megolvadt és szilárd anyagait. Az energia egy része szeizmikus hullámok formájában terjed szét. A kráter kirobbanásakor akkora szétfeszítő nyomás hat a keletkezett gödör belső oldalfalaira, hogy ez a kőzetrétegeket körkörösén megemeli, feltorlaszolja. A perem körül sugaras és arra merőleges törésrendszer alakul ki. A krátermélyedés anyaga a becsapódási robbanástól részben megolvadva vagy elpárologva, részben szilárdan a légkörbe kerül, ahonnan a nagyobb darabok (impact törmelék) a környéken szétszóródnak, a kisebbek (por) pedig a légkör mozgásával egyre távolabb sodródnak. A kráterképző energia másik jelentős része a kidobott kőzetek alatti rétegek összezúzódására használandó fel, vagyis breccsásodott és töredezett kőzetzónák keletkeznek. Egy nagyméretű kráter keletkezésekor a krátermedence belsejében több kilométerrel is elvékonyodhat a szilárd kéreg, vagyis a kráter térségében megbomlik az izosztatikai egyensúly, és ennek ellensúlyozására — az izosztázia szabályának megfelelően — a

kráter közepe előbb-utóbb megemelkedik, központi domborulat, csúcs jön létre. A robbanás pillanatában keletkezett elsődleges kráter azonban a későbbiekben folyamatosan módosul. Visszahull a belsejébe a „kilőtt” közettörmelék egy része. A töredezett, meredek kráterfal átfarmálódása is bekövetkezik utólagos kőzetelmozdulások, csuszamlások, kőpergések következtében. Az így kialakult térszíni formát a földrajzi burok állandóan működő külső erői is azonnal alakítani kezdi: részben lepusztítják a kiemelkedő kráterperemi gyűrűs dombok anyagát, részben hordalékokat ülepítenek a gödör belsejébe, azaz előbb-utóbb eltemetik, a felszínét is elsimítják. Az 1. ábrán a kb. 25 km átmérőjű, eltemetett, ukrainai Boltűzsszkaja-asztróbléma látható, amely kb. 100 millió éve keletkezett.



2. ábra. Magyarpolány környékének földtani térképe (1: holocén alluvium, völgyek,... 6: oligocén és alsó miocén kavics és konglomerátum,... 11: vetők, 12: Moldvay gyűjtőhelyei

Nemritkán a becsapódott meteorikus anyagdarabjai is fellelhetőek. Másodszer az ún. nyomásásványok jelenlétét kell kiemelni, amelyek döntően bizonyítják a becsapódást. A coesit és stisovit a kvarcnak (SiO_2) óriási nyomáson és hőmérsékleten kialakuló módosulata. A normál sűrűsége $2,65 \text{ g/cm}^3$. Ezzel szemben a coesit sűrűsége $2,92 \text{ g/cm}^3$, a stisovit pedig $4,34 \text{ g/cm}^3$. Stisovított semmilyen mesterséges módon nem lehet előállítani. Coesitit is csak atombomba-robbantások helyszínén lehet találni. A kvarchomoknak coesitit való átalakulásához ugyanis 1800 °C -on $41\,000$ atmoszféra nyomásra, stisovittá válásához ezen hőmérséklet mellett $190\,000$ atmoszféra nyomásra van szükség. Harmadik bizonyítékként a kráter falában kialakuló ún. nyomási kúpokot kell megemlíteni. A robbanás ugyanis az eredeti kőzetben centiméteres, méteres nagyságrendű kőzetszerkezeti átfarmálódásokat hoz létre. A kúpok csúcsai mindig a kráter közepének irányába mutat. Végül a központi kiemelkedések meglétét kell kiemelniünk, amelyek néha majdnem az egész krátert kitöltik. Kisbolygók becsapódása esetében a kráterben és környékén jelentős nehézfém feldúsulást (pl. irídium) lehet mérni a talajban, ha fémekben gazdag volt az égitest.

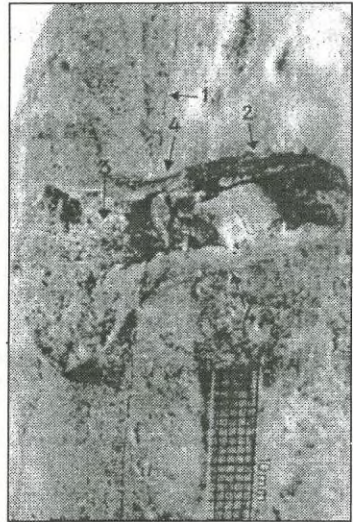
Egy érdekes terület a Nyugat-Bakonyban

Ajka és Pápa között, a 394 m magas Öreg-hegy déli oldalán fekszik Magyarpolány. Ha dr. Moldvay Loránd geológus feltételezése igaz, akkor ez a falu egy kb. 23 km átmérőjű asztroléna központjában fekszik. Az említett kutató két publikációt tett közzé a vizsgált területről. Az elsőben — amely 1981-ben jelent meg — még kriptovulkáni szerkezetnek tulajdonította a területen megfigyelhető körkörös törésvonal rendszert (2. ábra). Kriptovulkánoknak a felszín közelébe emelkedett, de fel nem tört szubvulkáni magmás tömegeket nevezünk. A kriptovulkánokra jellemző, hogy van morfológiailag is kiemelkedő központi magjuk. Ez esetünkben Magyarpolánynál helyezkedik el, ahol paleogén-neogén takaró alól kibújva kréta időszak üledék emelkedik viszonylag magasra. A központi magot kisebb-nagyobb süllýedékek veszik körül. A területen azonban sem mélyfúrásokban (max. 650 m), sem mágneses anomália mérésekben nem jelenik meg nagy tömegű vulkáni kőzet.

Második, 1987-es cikkében Moldvay már extraterresztrikus okokkal magyarázza a terület geológiai és morfológiai jellegzetességeit. Milyen bizonyítékokat hoz fel elmélete mellett? Alapvetően morfológiai és geológiai érveket sorakoztat fel. Először is szerinte a terület egy központi csúccsal rendelkező kráter jellegzetességeit hordozza. A központi csúcs a magyarpolányi Öreg-hegy, amelyet alacsonyabb gyűrű alakú mélyedés vesz körül (a kráter alja). A vetődésekkel szabdaltn gyűrűn kívüli terület általában magasabbra emelkedik (a DK-i oldalon a legjellegzetesebben, itt 50–80 m a szintkülönbség). ÉNy-on a szerkezet megsüllýedt, a körszimmetrikus rendszer folytatódását azonban az árterek hálózata jelzi.

Sokkal érdekesebbek azonban az általa felsorakoztatott geológiai érvek. A területet más földrajzi körülmények között — csaknem ezer méter vastagságban — felhalmozódott, oligocén végi, miocén eleji kavicsstakaró borítja. Anyaga döntően mészkő. Rajtuk nagyon gyakran néhány mm mély, sima peremű és fenekű, általában kör, ovális, félhold vagy szabálytalan alakú mélyedés van. A szerző ezeket benyomatos kavicsoknak nevezi, és létrejöttüket részben robbanásból származó összenyomódással magyarázza (3. ábra). Kialakulását más irodalom fúrókagylóknak, vagy oldódásnak tulajdonítja.

Vannak azonban olyan benyomatok is, amelyek valóban rendkívül rövid idő alatt és rendkívüli erővel történt behatolást tükröznek. A cikkben hat ilyen kavicsrészlet



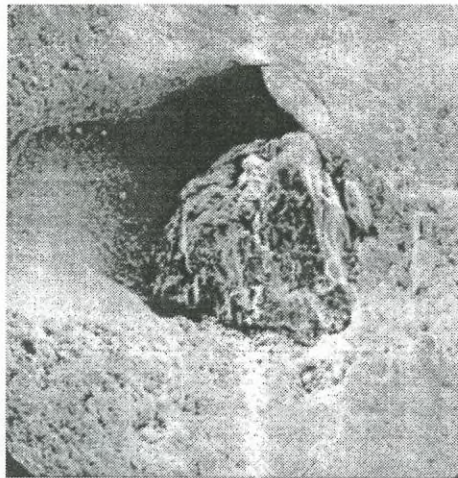
3. ábra. Benyomatos kavics (balra). 4. ábra. Becsapódásnyom (1: eredeti repedések vonalai, 2: palásodás, 3: súrlódási barázdák, 4: lepattanási felület (jobbra))

fényképe és leírása szerepel, de jelen ismertetésünkben mi csak a két legszebbet mutatjuk be. Igen elgondolkodtató a 4. ábrán látható roncsolódás. Mészkökavicsot látunk, amelyen kráter képződött, s ez rövid csatornában folytatódik. Ezt a kavics felületével közel párhuzamosan haladó kis mészkökavics szakította fel. A csatornát létrehozó kavics széthasadozott formában ma is a csatornában van. Ha krátert és a csatornát a kráter felől nézzük, észrevehető, hogy a benyomult kis kavics kifelé görbítette a nagy kavics anyagát. Mivel a kis kavics a csatornában megtartotta egyenes irányát, igen nagy tehetlenségi nyomatokra kell következtetnünk. A csatorna fala csipkézett, néhol kiszélesedő, palás és bejáratánál a becsapódás irányában barázdált. A becsapódás során kialakult súrlódási barázdák majdnem merőlegesek a kavics eredeti repedési vonalaira. Normális geológiai folyamatok során ilyen sérülés nem alakul ki.

A 5. ábrán egy kisméretű benyomatot láthatunk. Kvarchomokszem bemélyedéséről van szó, amelynek átmérője mindössze 1 mm. Scanning felvételen megfigyelhető, hogy a homokszem „fészke” nem lágyan kiformált teknő, hanem csatorna, aminek az oldalán barázdák vannak. E jelenség szintén becsapódást igazol. A homokszem fényes felülete olvadásra utal. Olvadásra utaló nyomok illetve palásodás más mintáknál is megfigyelhetők.

Moldvay szerint a körszimmetrikus szerkezet, a központi kiemelkedés, valamint az összelyuggatott kavicsok tömeges megjelenése asztrobléma szerkezetre utal, tehát a roncsolódások becsapódásos eredetűek. Szerinte a vastag mészkökavics-összlet felett erős kozmikus detonáció következett be a miocén végén (3 millió éve), vagy valamivel később. Ennek eredménye a megfigyelhető törésrendszer és a krátterszerű domborzat és ez okozta a kavicsok egymásba nyomódását, belehatolását. A robbanást egy kozmikus test légkörben való megsemmisülése okozta. Érdekes megemlíteni, hogy a nikkeltartalma a magyarországi talajmintákban 47,25 ppm, az etalonnak kiválasztott Balatonygyörök körzetében csak 20,71 ppm. Ezeket kívül jól illik az elméletbe az Öreg-hegy erős tektonikai összetöredezettsége is — hiszen ez jellemző a kráterek központi csúcsára — amit a szerző saját és mások méréseivel is igazol.

Véleményünk szerint mind a morfológiai, mind a geológiai bizonyítékok ígéretesek, azonban hiányosak, és ezért még számos vizsgálatot el kell végezni az asztroblémák már ismertetett jellemzőinek figyelembe vételével. A pécsi Janus Pannonius Tudományegyetem Általános Természetföldrajz Tanszékén született eredményekről remélhetőleg az ősz folyamán tudjuk tájékoztatni a Olvasókat.



0 1mm

5. ábra Becsapódott kvarchomokszem

GYENIZSE PÉTER