

Kozmikus sebhely (asztrobléma) a Bükkben

Nyomozás egy 20 millió évvel ezelőtti meteoritbecsapódás után



1

Fotók: Baráz Csaba

Az összességében sugarasan széttartó bükki völgyhálózatot az eddigi vélemények szerint a folyóvízi erózió alakította ki, bizonyítottan preformált (szerkezeti) völgyet a kutatás nem tart számon. Van azonban a Bükkben egy különös terület, ahol a völgyirányok bizonyos anomáliáról tanúskodnak. A Hór-völgybe torkolló Hosszú-völgy és mellékvölgyei, azaz a Hosszú-völgyi-patak vízgyűjtő területének völgyirányai kirívóan különböznek a Déli-Bükkre jellemző (az „alaprajz” szerint kissé hajladozó, de egyenes) völgyhálózattól.

A 4 km átmérőjű *körképlet* (gyűrűs tájszerkezet) északi pontja a Pázsagi erdőszház közelében van. A keleti peremét a Nagy-Dall – Dall-gerinc – Közép-szék – Hajagos-Kuklya – Felső-Csákány vonulata, a nyugati kerületét a Borostyánkő – Nagy-Táskás – Gerzsény – Csipkés-tető – Odvas-bükk vonulata jelöli ki. A közepe a Hosszú-völgyi erdőszház mellett, a Gába nevű domborulatnál van. (1., 5. kép) Itt találkoznak a *kiüllőszzerűen összetartó* vízfolyások.

A sugarasan összetartó (északi, északkeleti irányba futó!) völgyhálózat a vulkáni eredetű vidékeink (Börzsöny, Mátra) felszínalaktani jellegzetességét idézik. Ugyanis a vulkáni kőzetekből felépülő hegységeink völgyhálózata az eredeti vulkányszerkezetet tükrözi: a tűzhányó-kráterek illetve kalderák belsejében ágas (összetartó), a hajdani vulkáni képletek küldő peremén sugaras (széttartó) völgyhálózat vágódott be.

De nem csak vulkáni kráterek, kalderák léteznek a Földön, hanem ún. *impakt kráterek*, *asztroblémák* – azaz meteoritkráterek is, amelyek generálhatnak hasonló jelenségeket. Ezért vizsgáljuk meg a szóban forgó területet az impakt jelenségek szemszögéből is.

A meteoritbecsapódás

Tekintsük át vázlatosan, hogy mi történik egy asztrobléma keletkezésekor. A légkörön áthaladó kozmikus test becsapódásakor a kinetikai energia egy része az ütköző tömeget, illetve a „befogadó” kőzettömeget hevíti fel, a másik része földrengést (szeizmikus hullámokat) és léghullámokat kelt (robbanás). A kráter kirobbanásakor a szétfeszítő erő következtében a környező térszínt megemeli, a kőzeteket feltorlaszolja. A meteoritkráter belső oldala meredek, a kőzetek töredezettségűek, a kráter fenekén breccsaréteg (impakt breccsa), alatta egy repedezett, töredezett kőzetöv található. A kráterperem körül sugaras és arra merőleges törésrendszer alakul ki. A becsapódási robbanás következtében a kráterterméyedés anyagának egy része megolvadva, másik része törmelék formájában a légkörbe kerül.

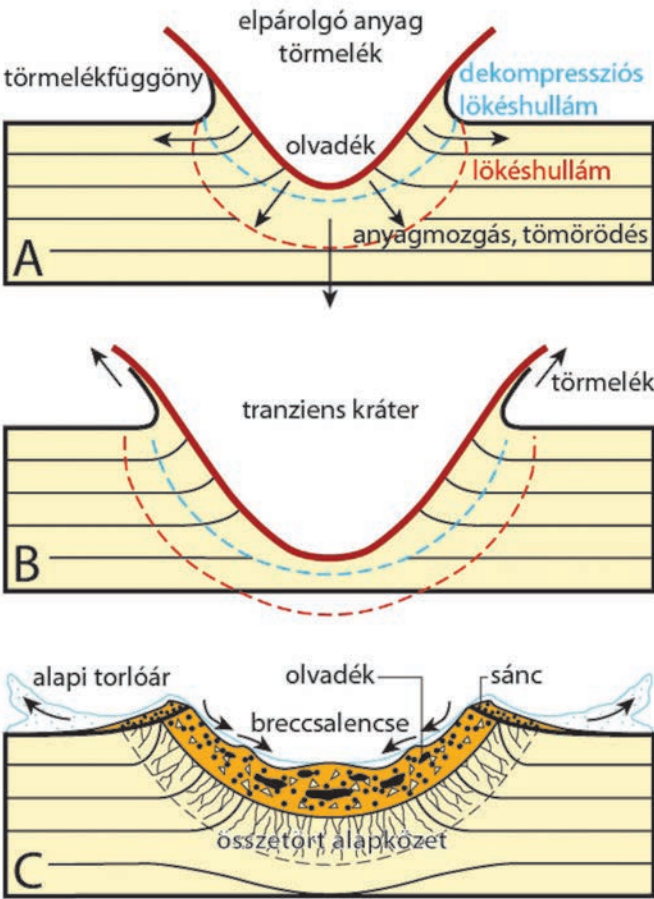
Az expozív vulkánkitörések piroklaszt-szórásához hasonlóan az impakt törmelékanyag a magasba emelkedik, és a törmelékiszórás hatalmas terü-

teket borít be. Az összezúzott törmelék (nagy szemcseméretű impakt breccsa) a kráter belsejében és a közvetlen közelében halmozódik fel, a kisebb szemcseméretű törmelék és por azonban nagy távolságokra is eljut a légkörben. (1. ábra)

A becsapódás következtében létrejött kráter az idő múlásával jelentősen átalakul. A geoszféra exogén folyamatai – azaz a külső erők – következtében egyszerre zajlik a kiemelkedett kráterperem pusztulása és a mélyedés hordalékkal, törmelékkel történő feltöltődése. A szerkezeti mozgások (endogén erők) és az eróziós folyamatok (exogén erők) akár a gyökérrégióig elpusztíthatják a meteoritkrátert – mint az a feltételezett Hosszú-völgyi asztrobléma esetében is történt, történhetett.

Vegyük sorra az asztroblémákra jellemző fontosabb jegyeket:

1. A becsapódott meteorikus anyag jelenléte,
 2. Nagy mennyiségű összezúzott kőzetanyag, törmelék (impakt breccsa) keletkezése a kráterben és a kráter környékén,
 3. ún. nyomásásványok (a kvarcnak óriási nyomás és a magas hőmérséklet következtében létrejövő módosultai, a coesit és a stishovit),
 4. A kráter falát alkotó kőzetben kialakuló nyomási kúpok (centiméteres, méteres kőzetszerkezeti elváltozások),
 5. A kráter központját jelző kiemelkedések,
 6. Nagy mennyiségű összezúzott kőzetanyag, törmelék (impakt breccsa) keletkezése a kráterben és a kráter környékén.
- Az utólagos hatások közül egy: 7. Posztimpaktvulkanizmus, posztimpakt hidrotermák üledékei.



1. ábra – A becsapódás folyamatának három mozzanata (French B. M. 1998 alapján) A – a becsapódást követő kiválás, kimélyítés; B – tranzienst kráter növekedése; C – átalakulás; (D – végső kráter lásd: 2. ábra)

A Hosszú-völgyi impakt esemény

Ha alaposan körülnézünk a „Hosszú-völgyi asztroblémában” az alábbi, impakt eseményt valószínűsítő jelenségekkel találkozhatunk. *A becsapódást követő robbanás és szivóhatás következtében kibillentett alapközetre, a hajdani kráterperemet jelző „feltupírozott” kőzetrétegekre lebet jó példa a Borostyán-kő kelet–nyugati irányú gerince. (2. kép) A felső-triász korú Felsőtárkányi*



2

Mésző Formáció, a feltételezett kráterperem irányával megegyező csapásirányú, szinte függőleges rétegei akár a kráterperemet feltorlaszoló erőket is demonstrálhatják. Azzal a megjegyzéssel, hogy ez a rétegdőlés a hegység bonyolult, gyúrt-takarós szerkezetének kialakulásakor is létrejöhetett.

Az sem elképzelhetetlen, hogy a kozmikus test becsapódásakor a befogadó kőzet(ek) összetöredezésére, breccsásodására szolgált szép példát a Nagy-Ökrös déli oldalában lévő útbevágás Felsőtárkányi Mészőfeltárása. (3., 4. kép) Az erősen meggyötört megjelenés természetesen a hegység szerkezetének kialakulásakor,



3

vagy azt követően zajló tektonikai események következtében is kialakulhatott. (Lásd: Több fázisú redőképződés a Hosszú-völgy környékén c. keretes írást.)

Van-e nagy mennyiségű összezúzott kőzetanyag, törmelék (impakt breccsa) a kráterben és a kráter környékén? Eddigi ismereteink szerint a kráterben nincs, a kráteren kívül viszont ismerünk olyan képződményt, amit akár a kráterből kilökődő, és igen nagy (de jól körülhatárolható területre visszahullott impakt törmeléknek – vagy annak áthalmazott anyagának – is tekinthetünk. Ez a régebbi földtani térképeken negyedidőszaki üledéknek ábrázolt szárazföldi, közettörmelék vörösayag, amely a legújabb geológiai tér-

képen a Felsőnyárádi Formáció Vincepáli Tagozataként szerepel és a Délkeleti-Bükkben mezozoos karbonátokra és agyagpalákra települt. Ennek a vitatott eredetű, vörös színű, rétegzetlen, osztályozatlan közettörmelék, közetlisztes agyagnak a szögletes törmelékanyaga főleg a Bányahegyi Radiolaritból, kisebb részben dolomitból és tűzkőből, tűzköves mészkőből származik. *A képződmény viszonylag idős korára (kora-miocén, eggenburgi kor) utal, hogy a törmelékforrásként megnevezett felső-triász, jura időszaki kőzetek ma mélyebb topográfiai helyzetben vannak! (A Vincepáli Tagozat legkeletibb foltját Kisgyőr környékén az ottnangi emelet Gyulakeszi Riolituffja fedi.) (6. kép)*

Ez a sajátos és különös település – a szülőközetektől magasabb topográfiai helyzetben lévő (!) – képződmény akár egy impakt törmelékanyag visszahullott, többszörösen összekeveredett, áthalmazódott változata is lehet. A bizonyossághoz (vagy a cáfolathoz) természetesen alapos és célzott vizsgálatokra lenne szükség (ásványtani jellegzetességek, kozmikus testmaradványok, esetleges meteorikus anyag feltárása stb.).

A hipotetikus meteoritkráter létrehozó becsapódást a fenti sajátosságok alapján kb. 20 millió évvel ezelőttre valószínűsíthetjük. A kozmikus test becsapódása akár még a bükkaljai vulkáni kőzeteket eredményező vulkáni működés megindulásához is hozzájárulhatott (amit persze elsősorban lemeztéktonikai és geofizikai folyamatok generáltak, hiszen az esemény közvetlen a Gyulakeszi Riolituffát („alsó riolituffát”) eredményező expozív vulkánkitörések előtt következhetett be. Posztimpakt vulkanizmus?)

Figyelemre méltó, hogy a Bükk belsejében egyedül itt, a Pázsag – Nagy-Ökrös környékén található riolituffa/dácituffa. A 400 és 500 m tszf-i magasságban lévő vulkáni kőzetfoltok helyzete és besorolása nem egyértelmű (tartozhatnak az „alsó”, de akár a felső tufaösszlethez is), viszont miocén-korú felszínt jelölnek: hajdani karsztcsapdákat vagy a feltételezett impakt kráter aljzatát. Ez utóbbi esetben a riolituffa-foszlányok a kráter belsejének tanú-felszínei lehetnek... Az sem elképzelhetetlen, hogy a kráter központjában lévő, a „rugalmas visszapattnás” nyomán keletkezett központi kiemelkedést (pontosabban annak eróziós maradványát) a Gába nevű domborulat jelöli ki.



5

1. kép: A Hosszú-völgy és a Hór-völgy látképe a Három-kőről
2. kép: Feltorlódott (?) kőzetrétegek a Borostyánkő tetején. A Borostyánkő gerince talán a hajdani kráterperemet rajzolja ki
3. kép: A Nagy-Ökrös erősen összetöredezett, függőlegesre állított mészkőrétegei
4. kép: A Nagy-Ökrös meggyötört, már-már breccsásodott kőzetrétegei
5. kép: Az impakt struktúra belsejében. A Hosszú-völgy látképe, háttérben a Közép-szék (588 m) – Hajagos-Kukja (664 m) – Felső-Csákány (648 m) vonulatával. A hajdani keleti kráterperem maradványa.



4

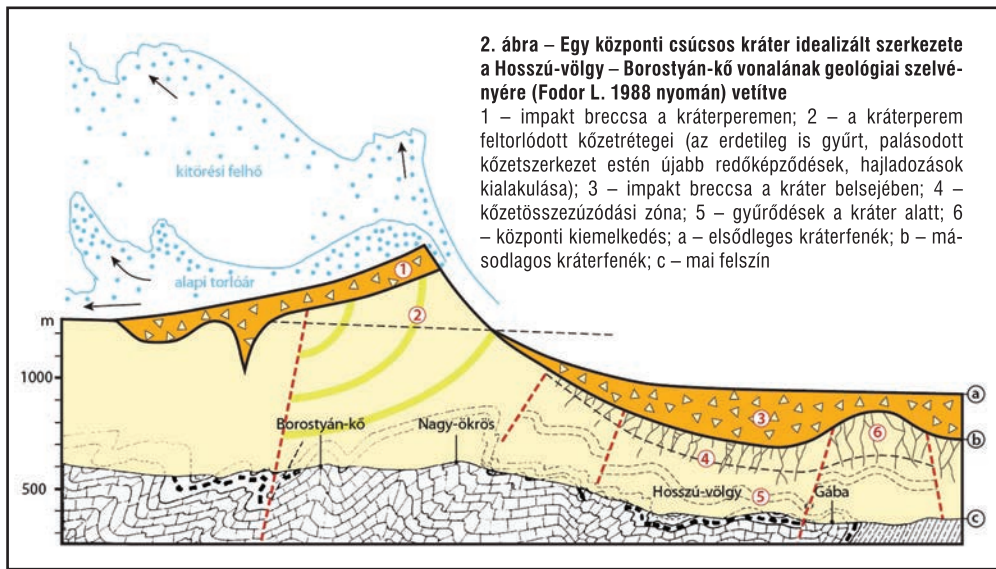
A „Hosszú-völgyi asztrobléma” pusztulása

De vajon miért csak foszlányokban maradt meg a kráteraljazat, illetve miért nincs – a feltételelesen impakt törmeléknek tekintett – *Vincepáli Tagozatnak* nyoma a „Hosszú-völgyi kráterben”. Azért, mert a bükki kozmikus sebhely a hajdani meteoritkráternek csupán az „árnyéka”, annak becsapódás által preformált gyökérzónája. A feltételezett impakt esemény óta eltelt kb. 20 millió év alatt a Bükk tömege (a hajdani trópusi tönkfelszín) ugyanis jelentősen lepusztult, átformálódott. (2. ábra)

napjainkig zajló felszínfejlődése lepusztulás, eltemetődés (tengerelborítás), kiemelkedés, tönkösödés, areális leöblítés, lineáris erózió szakadatlan váltakozásából áll. De izgalmas kérdések vetnek fel a vizsgált területen kimutatható kapturák (folyóvizek lefejeződése) keletkezésének okai is (Kis-Pázsag-völgy, a Hosszú-völgy – Kanheverés-völgyirány Hór-patak általi lefejezése) vagy a Hór-völgy Zsilibes-oldal melletti irányváltása, a Hór-patak ősenek Dall-gerinc – Közép-szék vonulatának átréselése, a hosszú-völgyi vízgűjtő Hór-patak általi lecsapolása... Ez a mai völgymedence tehát va-

Mindezen okok miatt az sem valószínű, hogy geofizikai módszerekkel ki lehet mutatni egy meteoritkráter jelenlétét. Kérdés, hogy egy eltemetett meteoritkráter geofizikai jellemzői (negatív gravitációs anomália, jelentős pozitív vezetőkéesség-anomália, negatív szeizmikus sebességanomália stb.) jelentkeznék-e egy „gyökéréig” lepusztult asztrobléma esetében?

Láthatjuk, hogy sok a kérdőjel, a feltételes módban megfogalmazott mondat, hiszen mindez csupán egy gondolat kísérlet. Akár így is lehetett... Véleményem szerint a fentebb bemutatott több egyedi (az általánostól – azaz a Déli-Bükk-



A meteoritkráterek példának okáért egy geológiai értelemben nyugodt ősmasszívumon is jelentősen megváltoznak a külső erők hatására, hát még egy olyan tektonikailag aktív litoszféradarabon, mint amilyen a Bükkium. A Bükk miocéntől

lóban az árnyéka, lenyomata (gyökérrégiója) a hajdani kráternek, s annak formajegyeit, jellemzőit csupán nyomokban, áttételesen hordozza. (Lásd: A feltételezett Hosszú-völgyi meteoritkráter vízrajzi mintázata, „fluviális hálójá” c. keretes írást.) (4. ábra)

re jellemző geológiai-geomorfológiai állapotoktól – eltérő) és különös jelenség nyomán talán nem indokolatlan felvetni egy hajdani impact kráter jelenlétét. Ennek bizonyítása vagy cáfolata további kutatásokat, vizsgálatokat igényel.

Baráz Csaba (BNPI)

A feltételezett „Hosszú-völgyi meteoritkráter” körüli törésrendszer mintázata

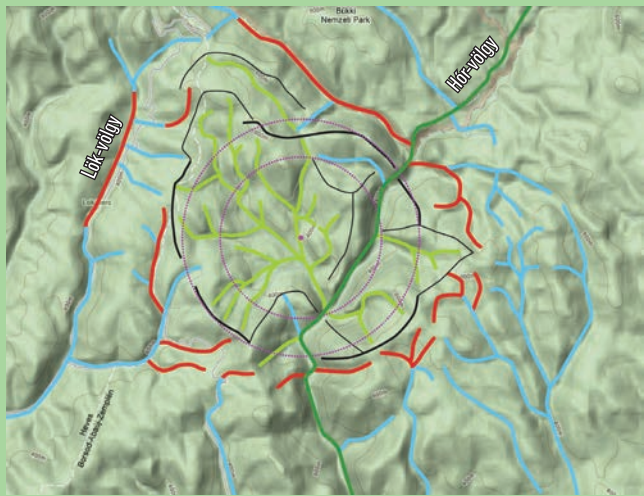
A Hór-völgytől keletre kimutatott, nagy sűrűségű, É–D-i irányú törések, vetődések akár egy impakt eseménnyel is összefüggésbe hozhatók. Meteoritbecsapódáskor a kráterperem körül sugaras és arra merőleges törérendszer alakul ki. A Bükk földtani térképén feltüntetett (kimutatott, térképezett) törésvonalak szembeötlő módon a feltételezett krátertől keletre sűrűsödnek (nyugati irányban hiányoznak). Hasonló módon elgondolkodtató a Vincepáli Tagozat elterjedése, amely egy a feltételezett asztróblémától szintén keletre, egy KÉK-i tengelyű ellipszisen belül mutatható ki. Nem elképzelhetetlen, hogy mindezek a jelenségek egy NY-i irányból becsapódó kozmikus test keltette feszültségek és lökéshullámok következményei.



3. ábra – A Hosszú-völgy környékének asztrolábiára /kozmosz test becsapódására utaló jelenségei a Bükk hegység földtani térképére illesztve (Magyar Állami Földtani Intézet, 2002 nyomán)

Pontsor: a feltételezett kráterperem; fekete vonal: a Hosszú-völgy vízválasztója (a ma kirajzolódó feltételezett kráterperem); fehér vonal: a földtani térképen feltüntetett terek; sárga szaggatott vonal: a Vincepáti Tagozat elterjedési területe (áthalmozott, mállott impakt breccsa?); kék, piros, zöld vonalak: völgy- és vízhalmozát

A feltételezett „Hosszú-völgyi meteoritkráter” vízrajzi mintázata („fluviális hálójá”)



4. ábra – A Hosszú-völgy környékének völgyirányai, vízrajzi hálózata a GoogleMaps domborzati modelljére illesztve

Zöld völgyek: a krátermedence belsejébe futnak (konvergens irányúak). A kráter-sánc belső oldalain lefolyó vizek (völgyek) ágas szerkezete, centripetális irányú s a sánc alja felé történő egyesülések medencejellegét mutat; kék völgyek: a kráter-sánc külső oldaláról széttartanak (radiálisak) a völgyirányok, azaz centrifugális mintázat jellemzi. Ezeket a folyóvizeket a külső lejtők irányították; piros völgyek: azok a völgyszakaszok lettek kiemelve, amelyek ívelt futása a hajdani kráter-sáncot jelzik. (Figyelemre méltó a Hór-völgytől keletre a Belvács-völgy – Tamás-zéki-völgy vonaláig nyomozható szélességen hajladozó, ívelt vonalú különös völgyhálózat. Talán egy koncentrikus szerkezetű kráter külső pereme?)

Több fázisú redőképződés a Hosszú-völgy környékén

A földtani értelemben vett Déli-bükki egység jelentősen különbözik az Északi-bükki egységtől: itt több szinklinálisból és antiklinálisból álló rendszer alakult ki – és a tengelydőlése is ellenkező, mint az északi egységé (nyugati dőlésű). A második gyűrődési rendszer tengelye nem párhuzamos az elsővel (mint az északi egység esetében), hanem azzal jelentős szögkülönbséget mutat, ezért itt bonyolult interferencia mutatható ki.

Az 1980-as években, a Déli-Bükkben lefolytatott részletes szerkezetföldtani vizsgálatok során Fodor László a Borostyán-kő és a Nagy-Okrös környékén több különböző típusú redőfajtaát különített el, melyeket három különböző redőképződési fázisba sorolt – megkülönböztetve helyi jellegű és az egész összletet ért gyűrődést. (Fodor L. 1988)

A gyűrődések első fázisa során dél felé átbuktatott redők keletkeztek. Később a rétegsor K–Ny-i csapású sávokban ismét meggyűrődött. A harmadik fázisban keletkezett a rétegzés és a palásság ma is megfigyelhető enyhe hajladozása. Ennek során „egy jobbos eltolódás mentén az első két fázis tengelyei elcsavarodtak, a nyírási zónában kulisszás kvarcerek, kulisszás redők, ezek magjában cikcakk- és kofferredők alakultak ki. Ez utóbbiak és a második fázisú redők között interferencia lépett fel. Valószínűleg az eltolódással egyidőben a korábbi fázisok redőtengelyei nagy ívben meghajlottak, ezen íves szerkezet az egész hegységben megfigyelhető.”



Feltételezett impakt kráterek Magyarországon:

- „Bakonyi meteoritkráter” – Magyaropolány térségében (nem találtak kör alakú szerkezetet, csupán „belőtt”-nek vélt kavicsek alapján),
- „Mecseki meteoritkráter” – Kishajmás, Pusztavölgy (meteoritbecsapódásra utaló morfológia és közettípus a helyszínen nem található),
- „Szilvágyi patkó” – Zala megye (völgyfőrogyásnak bizonyult),
- „Meggyespusztai gyűrű” (karsztos töbrörkítőtésnek bizonyult),
- Magyaramecske (geofizikai mérésekkel kimutatott 6 km átmérőjű szerkezet 300 méter mélységben, a felsőkarbon homokköösszetben).

Irodalom

Bevan M. French (1998): *Traces of Catastrophe: A Handbook of Shock-Metamorphic Effects in Terrestrial Meteorite Impact Structures*. Lunar and Planetary Institute. Houston

Bodoky Tamás. 2004: Becsapódási kráterek a Földön (Terrestrial impact craters). Magyar Geofizika 45. 51–55.

Bodoki, Tamás – Kiss, Márta – Kummer, István – Don, György (2006): The telluric conductivity anomaly at Magyarecske: is it a buried impact crater? In 40th ESLAB Proceedings CD. First International Conference on Impact Cratering in the Solar System, Noordwijk.

Bodoky, T., I. Kummer, K. Kloska, T. Fancsik, E. Hegedűs (2004): A magyarecskei tellurikus vezetőképesség anomália: eltemetett meteorit kráter? Magyar Geofizika, 45. 96–101.

Don György – Solt Péter (2006): Meteoritkráter-tanulmányok. MÁFI Évi jelentése 2006. 155–167.

Fodor László (1988): Több fázisú redőképződés a Bükk hegységi Nagy-Ökrös környékén. Földtani Közlöny 118. 147-162)

Gyenyisz Péter (2008): Planetomorfológia. Égítések felszínalaklata. In Geomorfológia II. Szerk. Lóczy Dénes, Budapest – Pécs. 305–362.

Gyenyisz Péter – Nagyvárad László – Pirkhoffer Ervin (2002): A feltételezett bakonyi meteoritkráter vizsgálata. In Czuppon Viktória – Gerendás Róbert – Kopári László – Tóth József (szerk.): Földrajzi tanulmányok a pécsi doktoriskolából III. Pécs. 46–67.

Hargitai Henrik – Bérczi Szaniszló – Gucsik Arnold – Horvai Ferenc – Illés Erzsébet – Kereszturi Ákos – Nagy Szabolcs János (2005): Becsapódások folyamata, nyomai és hatásai. A Naprendszer kisenciklopédiája – A Naprendszer formáinak 1. ELTE TTK – MTA Kozmikus Anyagokat Vizsgáló Űrkutató Csoport. Budapest

Jakucs László (1995): *Természetföldrajz II. A Föld külső erői*. Szeged

Pelkán Pál (szerk.) (2005): A Bükk hegység földtana. Budapest

6. kép: A Vincepáli Tagozat szép feltárása látható a Völgyfőházhoz vezető út mentén. A képződmény mátrixában uralkodó ásvány, a kvarc célzott vizsgálata (esetleges módosulatainak, az ún. nyomásásványoknak a megtalálása) perdöntő bizonyítékot szolgáltat a feltételezett komizikus test becapódására. Egyébként is feltűnő e közettörmegek, közetlisztes agyag magas vastartalma (hematit, goethit, limonit): 1820 és 1870 között a névadó erdő-részben például vasas breccsát bányásztak! Elgondolkodtat a kovás breccsák jelenléte is: a kova által cementált tüzköztörlemények (melyekben helyenként limonitos üregek találhatók) akár posztimpakt hidrotermák (magas kovasavtartalmú, melegvízi források) üledkeivel is összefüggésbe hozhatjuk. Szépséghibája a következtetésnek, hogy a kovás breccsák a feltételezett kráteren kívül fordulnak elő (Kupán-tető, Kis-és Nagy-Borsó-tető stb.)