

Célpont: a Föld!

2008. október 7-én Az ezerarcú burgonya címmel sokszínű programot szerveztek a keszthelyi Balaton Színházban. Ezen a napon továbbá a Magyar Nemzeti Vagyongazdálkodási Igazgatóság visszautasította azokat a vádakat, melyek egy Zala megyei földterület értékesítése kapcsán érték. A Zalai Hírlap másnapi száma azt is megírta, hogy Kálovics Anikó megnyerte Udinében a nemzetközi félmaratont. A Kanizsa KK pedig simán győzött a Budaörs ellen az NB I-es kosárlabda-bajnokságban. Az országos napilapokban sem olvashattunk sokkal érdekesebb híreket. Strasbourgban sikerrel jártak a Baumag károsultjai, Putyin nem fogadta Ohmertet, Izrael miniszterelnökét, a fizikai Nobel-díjat három fizikus kapta az elemi részecskék vizsgálatában elért eredményeiért.

Pedig október 7-én egy izgalmas esemény is lejátszódott, ami elkerülte a szenzációra mindig oly éhes média figyelmét. Hajnali 2 óra 46 perckor a 2008 TC3 kisbolygó összeütközött a Földdel¹. **Először történt meg, hogy azelőtt fedeztek fel egy égitestet, mielőtt összeütközött volna a Földdel!**

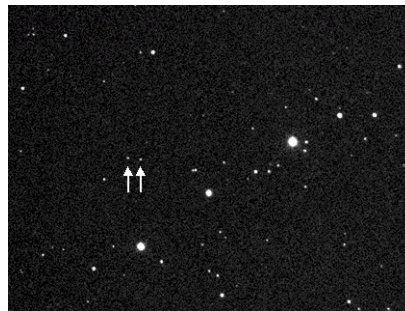
A 2008 TC3

A kisbolygót október 6-án fedezték fel Arizonában, a Catalina Sky Survey program keretében, amely a Földet veszélyes mértékben megközelítő kisbolygók automatikus keresését végzi.

A becslések szerint 3 méter átmérőjű szikladarab 13 km/s sebességgel² vágódott a Föld légkörébe. A közegellenállás miatt felizzott, és darabokra esett szét. A robbanás energiája 1-2 kilotonna lehetett. Darabjai rencsére lakatlan területre zuhantak a szudáni sivatagban.

A kisbolygó elmozdulása az égbolton. Az égitestet a nyílak jelzik. A fényfoltok 2 perc eltéréssel mutatják az égitest helyzetét. A felvétel készítésének idején (okt. 6., 21:24) a kisbolygó 150 ezer km-re volt a Földtől (a Hold távolságának kevesebb, mint a felénél).

Fotó: Paolo Beltrame



A Meteosat-8 infravörös felvétele (2008. okt. 7., 2:45).

A fényfolt a nyíl hegyénél látható.

Magát a becsapódást nem sikerült közvetlenül megfigyelni. A felizzó meteort azonban megörökítette a Meteosat-8 meteorológiai műhold. A fényfolt Wadi Halfától délkeletre látható a felvételen.

A Kartúmi Egyetem 45 hallgatója Mauwia Shaddad vezetésével expedíciót szervezett a sivatagba. 4 nap alatt mintegy 280 meteoritot gyűjtöttek össze, 5 kg össztömeggel. A kémiai



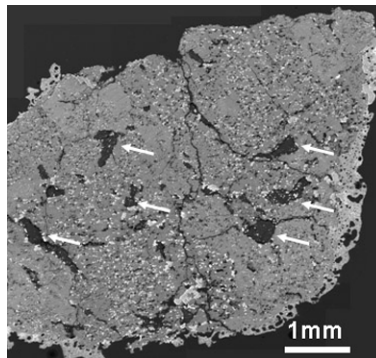
¹ Időpontok a greenwich-i idő szerint (1 órával kevesebb, mint a közép-európai idő).

² 47000 km/h, a hangsebesség 40-szerese!

analízis feltárta, hogy a szudáni meteorit egy különleges családhoz, az ureilitekhez tartozik, melynek tagjai sötét, szénben gazdag szemcséket tartalmaznak. A meteorithullás „közelében” lévő vasútállomás alapján Almahata Sitta³ névre keresztelt meteorit ultrafinom szemcsézettsége és porózus szerkezete azonban erősen eltér a család többi tagjától.



*Sivatagi csendélet
(a nyíl hegyénél egy új meteorit)*



*Az egyik meteorit metszete
a szén szemcsékkel*

Forrás: <http://www.nasa.gov/topics/solarsystem/tc3>

Katasztrófák a múltban

Naponta mintegy 100 tonna bolygóközi por hull a Földre. Néhány méteres kisbolygó becsapódása egy-két havonta bekövetkezik, de a TC3-mal ellentétben általában észrevétlen marad. 50 méteres égitestek átlagosan 100 évenként ütköznek össze a Földdel. Ezek már okozhatnak helyi mértékű károkat vagy árhullámot a tengerben.

Globális hatásokat eredményező, 1 km-nél nagyobb méretű kisbolygó becsapódására néhány százezer évenként kerülhet sor. Egy 10 km-es égitest becsapódását követően a légkörben szétoszló törmelékfelhő beburkolja az egész Földet. A por a napfény nagy részét elnyeli, továbbá savas esők kialakulásához vezet. Ennek következtében kipusztulhat a növényzet jelentős része, ami a növényevők, majd a ragadozók kihalásához vezet.

Cickányszerű ősiünk a dinoszauruszok pusztulását szemléli (NASA).

Hasonló katasztrófa zajlott le 65 millió évvel ezelőtt, amikor a mexikói Yucatán-félszigetre zuhant le egy 10 km átmérőjű kisbolygó. A katasztrófa következtében a fajok mintegy 75%-a kihalt, köztük a dinoszauruszok is eltűntek a Földről. Hirtelen megnyílt a lehetőség távoli őseink, a kezdetleges emlősök előtt, „akik” addig csak cickányokhoz hasonló, éjszakai életet élő rovarévők voltak a



³ Arabul: 6. állomás. Az állomás mintegy 36 km-re van a gyűjtőhelytől.

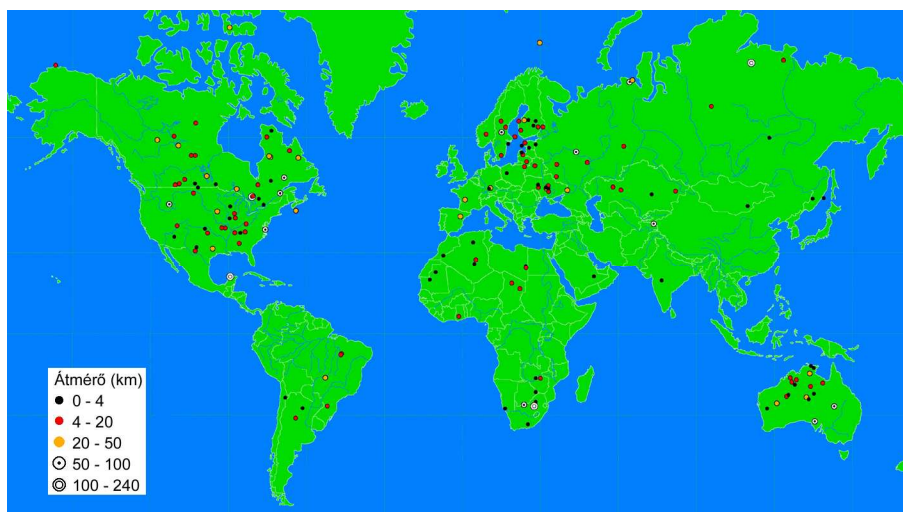
dinoszauruszok árnyékában. Közvetve tehát az emberi faj megjelenését is egy ilyen kozmikus ütközésnek köszönhetjük!

Érdekes módon a dinoszauruszok kibontakozásához szintén egy becsapódás tisztította meg a terepet. A 251 millió évvel ezelőtti esemény a perm és a triász határán a legnagyobb pusztulást okozta az élet fejlődése során. A szárazföldi fajok (növények, rovarok, gerincesek) 70%-a, tengeri fajoknak pedig 96%-a kihalt. Ez az egyetlen katasztrófa a Föld történetében, amely még a rovarokra is hatással volt.

A becsapódások többször vezettek egy-egy újabb geológiai korszak bekövetkezéséhez, és felgyorsították az evolúciót a bolygón. Talán még az élet eredete is ezeknek az ütközéseknek köszönhető. Keletkezése után egy milliárd évig a Föld felszínét heves becsapódások érték. Ebben az úgynevezett intenzív bombázási szakaszban jelentős mennyiségű víz és széntartalmú molekula került a világűrűből a felszínre. Az élet éppen az intenzív bombázási szakasz végén keletkezett a Földön, mintegy 3,8 milliárd évvel ezelőtt.

A becsapódások nyomai

A Naprendszer szilárd felszínnel rendelkező bolygói és holdjai tele vannak kráterekkel, melyek jó része az intenzív bombázási szakaszban jött létre. A Földön azonban a kéregmozgások, a tengerek, az időjárás és az erózió következményei eltüntették a legtöbb krátert.



*Meteoritkráterek a Földön (<https://www.dmr.nd.gov>)
Körülbelül 170 becsapódás nyomai ismerhetők fel a kontinenseken.*

A legismertebb becsapódási nyomok közé tartozik az 50 ezer éves arizonai meteoritkráter, amely egy 50 méter átmérőjű vasmeteor lezuhanásakor keletkezett.

Hozzáink legközelebb, elérhető távolságban és kráterre emlékeztető megjelenéssel Németországban találunk becsapódási nyomokat. A Ries-kráter 24 km átmérőjű, a tőle 40 km-re nyugatra fekvő steinheimi meteoritkráter pedig alig 4 km méretű. Mindkét ütközés kb. 15 millió évvel ezelőtt zajlott le. Nincs kizárva, hogy egy kettős-kisbolygó becsapódása hozta létre az alakzatokat.

A Ries-kráter legnagyobb települése Nördlingen. Késő gótikus Szent Györgytemplomának 90 méter magas tornyából az útikönyv szerint belátni a kráter 99 faluját.

Ottjártamkor a templomtornyot sajnos tatarozták, így nem tudtam felmenni. Az úti-könyv állítását mindenestre kétlem.

A nördlingeni Rieskrater Museum ugyan látványos kiállítással szolgál a laikusok számára a meteoritok eredetéről, de nem pótolta az elmaradt látványt. A múzeumban megtekinthetjük a 2002. április 6-án lehullott neuschwansteini meteorit egy darabját is.

1970-ben az Apollo-14 holdűrhajó legénysége a felkészülés során a Ries-kráterben végezte geológiai gyakorlatait. A csillagászok figyelmét felkeltheti, hogy a kráter becsapódásos eredetét 1960-ban Eugene Schoemaker mutatta ki. Előtte vulkanikus formációnak vélték.

A steinheimi meteoritkráter

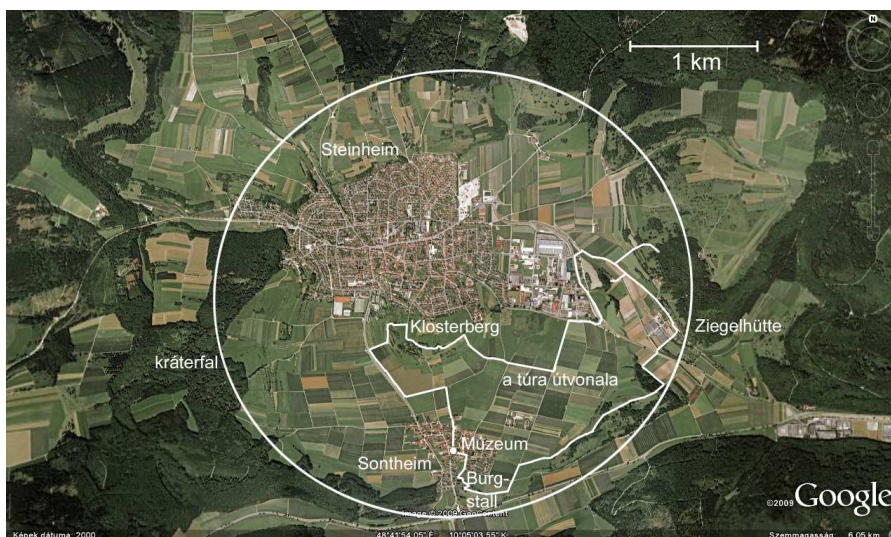
Steinheim (am Albuch) Baden-Württemberg keleti határánál, Ulmtól mintegy 40 km-re északra található. A 8700 főt számláló község a kráter belsejében fekszik csakúgy, mint a tőle alig egy km-re lévő Sontheim. A két faluban, illetve a környéken több szálláshely fogadja a látogatókat. Szokatlan élmény volt egy meteoritkráterben aludni.

A csöndes, nyugodt vidéket kijelölt turista- és kerékpárutak, szabadidőközpontok teszik kedvelt kirándulóhellyé. Erre vezet a jellegzetes táblával jelzett Schäferwanderweg túraútvonala is ☺.

*A Schäferwanderweg turistajelzése egy fa törzsén
(A szerző felvétele)*



15 millió évvel ezelőtt a táj egyáltalán nem volt ilyen békés. Egy 140 méter átmérőjű, 5 millió tonna tömegű kisbolygó 20 km/s sebességgel vágódott a Föld légkörébe. A felszabaduló energia több ezer hirosimai atombombának felelt meg. A becsapódás következtében 4 km átmérőjű, eredetileg 200 méter mély kráter jött létre. A mélyebb rétegekből visszaverődő lökeshullámok kiemelkedést hoztak létre a kráter közepén, a mai Klosterberget. A szétszóródó anyag hatalmas sziklák formájában jelenleg is megfigyelhető a környéken. A megroppant, széttöredezett kőzet több helyen felbukkan a felszínre.



A meteoritkráter és a túra útvonala (a GoogleEarth alapján)



A szerző a Burgstall csúcsán 2008 nyarán.

*A völgyben Sontheim házai, mögöttük a központi csúcs dombja (Klosterberg).
A kráter északi fala a látóhatáron emelkedik. (Juhászné Illés Zsuzsanna felvétele)*

A kráterfal maradványairól széttekintve jól belátható az egész kráter a két falu között fekvő központi csúccsal együtt, amely 43 méterrel emelkedik a völgy fölé. A becsapódás nyomaihoz 9 km hosszú, kényelmesen bejárható geológiai tanösvény vezet. Az egyes állomásokat jelző táblák mára kissé megkoptak, de feliratuk még jól olvasható. A séta során gyönyörű természeti környezetben tekinthetjük meg a medence keletkezésének történetét. A tanösvényről térképpel, fotókkal, illetve az egyes állomások leírásával kiegészítve részletes ismertető olvasható a www.zmgzeg.sulinet.hu/csillag webhelyen.

A túrát célszerű Sontheimben kezdeni, a Meteorkráter Múzeumnál. Bár a nyitvatartási idő meglehetősen korlátozott (hétfő, illetve péntektől vasárnapig), szállásadónk minden gond nélkül elintézte, hogy külön kinyissák a számunkra. A múzeumban kapható Heizmann és Reiff könyve a meteoritkráterről.

A múzeumtól nem messze, a Burgstall-szikla tövében találjuk a túra első állomását. A 30 méter magas sziklát a becsapódás ereje repített a kráter peremére. Csúcsán állva könnyen elképzelhetjük az iszonyatos erejű robbanást.

13 millió évvel ezelőtt két folyó vize tavat alakított ki a kráterben. A tó 1 millió évig létezett, azután feltöltődött. Ennek köszönhetjük, hogy a kráter mindmáig megőrizte eredeti formáját. A törmeléket 2 millió éve a jégkorszak folyói hordták el. A múzeumban számos kőületet láthatunk ennek a viszonylag zárt környezetnek az élővilágából.

Az ősi tó sekély vizében élő algák mészkövet választottak ki, és akár 10 méter magas zátonyokat is képeztek. A legtöbb mészkőszirtet azonban a XIX. század folyamán vasútépítéseknel használták fel. A legutolsó sziklát Ludwig Schäffer mentette meg, akinek emlékművét a Klosterbergen megmaradt szirt tövében találjuk.

A Klosterberg nyugati tövébenél érjük el a gyűjtők kedvencét, a homokbányát. A világhírű fosszílialelőhelyen 90 növény-, 50 madár- és 55 emlősfajt azonosítottak. A híres csigahomokban mintegy 100 csigafaj maradványait gyűjthetjük össze. Vigyünk magunkkal műanyag tasakot a homok számára!

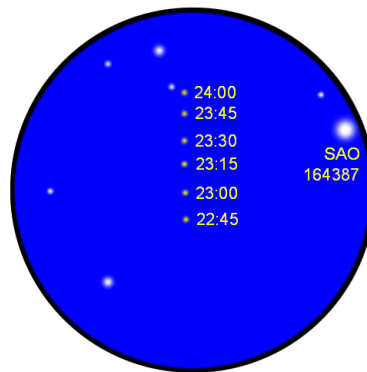


A homokbányában gyűjtött csigahomok (a szerző felvétele)

A tanösvény 19 állomás után visszakanyarodik a krátermúzeumhoz. Túránkat így a kiindulópontnál fejezhetjük be.

Potenciálisan veszélyes kisbolygók

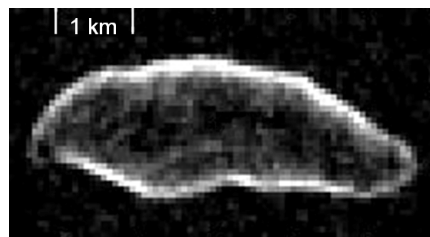
A kisbolygók (vagy aszteroidák) általában a Mars és a Jupiter pályája között keringenek a Nap körül. A bolygók gravitációs hatására az ellipszispálya elnyúlhat, és metszheti a Föld pályáját. A csillagászok azokat a kisbolygókat tekintik veszélyesnek, amelyek a Hold távolságának a hússzorosánál közelebb kerülhetnek a Földhöz, és legalább 100–150 méter átmérőjűek. Ezek alkotják a potenciálisan veszélyes kisbolygók (az angol rövidítés alapján: PHA-k) csoportját. Jelenleg (2009. június 1-jén) 1061 PHA-t ismerünk. Az 1000. PHA-t 2008. november 26-án fedezték fel.



A szerző rajza a Geographos mozgásáról (időpontok helyi időben). A távcső látómezeje megfelel a Hold átmérőjének.

A Földet megközelítő égitesteket általában nehéz megfigyelni, mert viszonylag kicsik, ezért eléggé halványak. 1994. augusztus 31-én azonban az 5×2 km-es Geographos kisbolygó került földközelségbe. Alig 12-szeres holdtávolságra haladt el mellettünk. Viszonylag nagy mérete miatt már kisebb távcsövekkel is jól látszott. Néhány perc alatt kivehető volt az elmozdulása az égbolton a környező csillagokhoz képest.

*Radarkép a Geographos kisbolygóról
A kisbolygó az egyik legelnyúltabb égitest a Naprendszerben. (NASA)*



Távcsövem teljesítőképességét a 700 méter átmérőjű 2002 NY40 kisbolygó tette próbára 2002. augusztus 17-én. Alig 2,3 holdtávolságra haladt el a Földtől. Nem tudtam rajzot készíteni róla, mert szemmel láthatóan mozgott a látómezőben. Folyamatosan követni kellett, hogy ne veszítsem szem elől. Hátborzongató látványt nyújtott!

Ole Nielsen felvétele 12 másodpercenként mutatja a 2002 NY40 helyzetét a csillagok között.



Becsapódások a jövőben

A kisbolygókat ma már több automatikus obszervatórium figyeli. Közöttük található a 2008 TC3-at felfedező Catalina Sky Survey is. A felvételeket számítógépes programok értékelik ki. Az előzetes pályaszámítás alapján veszélyesnek nyilvánuló kisbolygók adatait közzéteszik az Interneten. A listában megadják az ütközés valószínűségét és a becsapódás várható következményeit az úgynevezett Torinói-skála alapján (lásd például: www.zmgzeg.sulinet.hu/csillag).

A médiában időről-időre felröppen egy-egy újabb kisbolygó felfedezésének a híre, amely néhány évtizeden belül össze fog ütközni a Földdel. Az újságírók azonban elkapkodják a következtetéseket. A felfedezést követő rövid idő alatt csak pontatlan pályaelemek állnak a rendelkezésünkre. Ezek alapján több évre-évtizedre előre meglehetősen bizonytalan pálya számolható ki. Néhány hónapos vagy éves megfigyelés után, a pontosabb mérések szerint eddig mindig kiderült, hogy elkerüljük az összeütközést. Ez azonban nem olyan érdekes hír, amit közölnének a médiumok.

A jelenleg ismert PHA-k esetén még a legveszélyesebbnek tekintett becsapódások valószínűsége sem lépi túl a 0,07%-ot, illetve a Torinói skála 1-es fokozatát. A legközelebbi ilyen eseményt 2022-ben a 260 méter átmérőjű 2009 KK kisbolygó földközelsége jelenti, melynek során az összeütközés valószínűsége csak 0,01%!

Az idén eddig (június 1.) a 2009 DD45 kisbolygó került legközelebb a Földhöz 2009. március 2-án. A 35 méter átmérőjű szikladarab körülbelül akkora volt, mint a Tunguz-meteorit. Csupán 72 ezer km-re haladt el a Földtől. Ez alig kétszerese a műsorszóró műholdak távolságának! A Föld napköri keringése során 40 perc alatt teszi meg ezt a távolságot, ennyivel késtük le a „randevút”.

A 2009-ben várható legnagyobb földközelségre szeptember 29-én kerül sor, amikor az 500–600 méter átmérőjű 1998 FW4 kisbolygó 8,6-szoros holdtávolságra halad el a Föld mellett. **Jelenleg nem ismerünk olyan égitestet, amely valamikor a jövőben összeütközne a Földdel!**

Juhász Tibor

Internet-ajánlat:

Meteoritkráter-katalógus: <http://www.unb.ca/passc/ImpactDatabase>

A steinheimi meteoritkráter: <http://www.steinheimer-becken.de>

A lehetséges becsapódások kockázata: <http://neo.jpl.nasa.gov/risk>

PHA-katalógus: <http://www.cfa.harvard.edu/iau/lists/Dangerous.html>

Földközelségek: <http://www.cfa.harvard.edu/iau/lists/PHACloseApp.html>

Juhász Tibor: Célpont: a Föld!

A zalaegerszegi Zrínyi Miklós Gimnázium évkönyve, 2008–2009, 40.–47. old.

A Zrínyi webhelyén (www.zmgzeg.sulinet.hu/csillag):

- animáció a földsúroló égitestekről, melyek 2007. júliusa és 2008 júniusa között 20 millió km-nél közelebb kerültek a Földhöz (NASA). Érdeemes megnézni!
- a 2002 NY kisbolygó mozgása az égbolton (Don Parker felvételsorozata alapján)

Irodalom

E.P.J. Heizmann–W. Reiff: Der Steinheimer Meteorkrater
(Verlag F. Pfeil, München, 2002)

S. Kleingärtner–J. Drauschke: Spurensuche in der Brenzregion
(Landratsamt Heidenheim, 2007)

Németország nyitott szemmel (Kossuth Kiadó, 2003)

Egy friss hír: 2009. június 12-én Gerrit Blanke éppen iskolába igyekezett Essenben, amikor egy lezuhanó meteor 8 cm hosszú vágást ejtett a karján. A borsónyi méretű kődarab 30 cm átmérőjű bemélyedést hozott létre az úttesten. A diák füle még órákkal később is csengett a jelenséget kísérő robbanástól.

(Forrás: www.sky.com)

Egy ilyen esemény valószínűsége egy a 100 millióhoz. Előzőleg csak egyetlen olyan esetet ismertünk, amikor embert talált el egy lehulló meteor. 1954. november 30-án Alabamában egy közel 4 kg tömegű meteorit átszakította a háztetőt, majd összetörte a szekrényt. A padlóról visszapattanva súlyos zúzódást okozott az ágyán alvó Ann Hodges kezén és csípőjén.

(Forrás: <http://en.wikipedia.org>)



Gerrit Blanke, kezében a meteorittal. A kép alsó részén a becsapódás által okozott sérülést látjuk az úttesten.

(A képek forrása:
www.vnexpress.net)

Meteoritok által okozott károk: <http://imca.repetti.net/metinfo/metstruck.html>

A meteoritokkal kapcsolatban lásd még Juhász Tibor: Kövek az égből

(A Zrínyi Miklós Gimnázium Évkönyve 2001–2002)