

Meteoriti

Dragocen vir podatkov o našem osončju

Padci meteoritov so v času, ko so se oblikovali planeti, pomembno vplivali na povečanje njihovih mas. Luna je nastala ob trku velikega meteorita na Zemljo, ko je bila ta še v precej raztaljeni obliki. Meteorit je odtrgal del raztaljene površine Zemlje in v njeni krožnici se je izoblikovala Luna. Na površino našega planeta jih pade razmeroma malo, saj zaradi trenja v atmosferi preprosto izgorijo. Kljub temu so pomembni predmeti, ki pričajo o nastanku in starosti našega sončnega sistema, obenem pa nam povedo veliko tudi o kemični oziroma mineraloški sestavi drugih planetov in asteroidov v vesolju. Zato je nedavna najdba meteorita v Zgornjesavski dolini za stroko zelo pomembna in bo seveda po končanih raziskavah doma in v tujini deležna številnih objav.

DR. MIHA JERŠEK
Prirodoslovni muzej Slovenije
DR. RENATO VIDRIH
MOP, Agencija RS za okolje,
Urad za seizmologijo in geologijo

Meteorit je padel v Zgornjesavsko dolino letošnjega 9. aprila, ob 3. uri zjutraj. Podatke o poti meteorita so raziskovali tako slovenski astronomi kot tuji. Po objavi novice v brezplačnem tedniku se je sreča nasmehnila gospodu **Jožefu Pretnarju** in gospe **Bojani Kranjc**, ki sta 17. maja našla meteorit in o tem obvestila **Thomasa Graua**, ki na terenu že več tednov iskal domnevni meteorit, in Prirodoslovni muzej Slovenije. Meteorit je razpadel v več manjših kosov. Vzorce meteorita in njihovo pot raziskujejo slovenski astronomi in geologi v sodelovanju s tujimi. Največji kos meteorita bo javnosti razstavljen letošnjega oktobra na razstavi *Evolucija Zemlje in geološke značilnosti Slovenije*, ki bo v Prirodoslovnem muzeju Slovenije. Do tedaj bodo znani tudi vsi osnovni znanstveni podatki. Tokrat pa nekaj osnov o tem zanimivem pojavu.

Meteoroid, meteor, meteorit

Beseda meteorit izvira iz grške besede *meteoron*, ki označuje fenomen na nebu. Enak izvor imata tudi besedi meteoroid in meteor. Ven-

Novi podatki o meteoritu iz Avč v dolini Soče

Za »naš« meteorit se zanimajo tudi v ZDA

V prilogi Znanost je bil letošnjega 26. junija objavljen članek o črpalni hidroelektrarni Avče, ki bo edina tovrstna naprava v Sloveniji. V njem je med drugim zapisano optimistično pričakovanje Andreja Maffija, župana občine Kanal, na katere ozemlju ležijo Avče, vasica z okrog 300 stalnimi prebivalci: »Soške elektrarne so v okolje postavile zanimivost ... Zdaj bi bližino črpalne hidroelektrarne lahko tržili tudi v turistične namene. Menim namreč, da je za podjetne in drzne krajane to priložnost, saj bodo sem prihajali ljudje iz vse Evrope.« Glas o Avčah v dolini Soče pa se je začel širiti najprej po Evropi, pozneje pa še po drugih celinah, predvsem ameriški, že pred mnogimi leti, kmalu po 31. marcu 1908, ko je v bližino vasi padel edini slovenski meteorit.

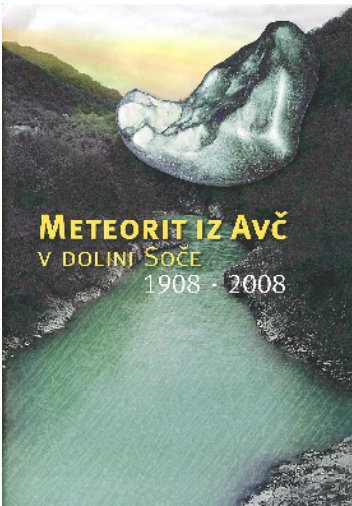
IZR. PROF. DR. DRAGAN BOŽIČ
Inštitut za arheologijo ZRC SAZU, Ljubljana

Ob 100. obletnici njegovega padca je bilo v medijih, tudi v tej *Delovi* prilogi, že veliko napisanega. Meteorit, ki so ga prve dni po padcu imeli za kos topovske krogle, ki je na avstrijsko ozemlje priletela iz bližnje Italije, je prav kmalu zapustil Avče in prek Trsta prispel na Dunaj, kjer je postal eden dragocenejših eksponatov Mineraloško-petrografskega oddelka Naravoslovnega muzeja, ki hrani eno največjih zbirk meteoritov na svetu.

In kje je povezava med tem meteoritom in ZDA?Pravzaprav jih je več, vendar se bomo v tem prispevku omejili na tri, ki so še vedno aktualne.

Ameriški priročnik

Leta 1975 je danski metalurg **Vagn Fabritius Buchwald** pri založbi University of California Press v Berkeleyju izdal obsežen *Priročnik o železovih meteoritih. Njihova zgodovina, razširjenost, sestava in zgradba (Handbook of iron meteorites. Their history, distribution, composition and structure)* v treh zvezkih, ki skupaj štejejo več kot 1.400 strani. V drugem zvezku je objavil podroben opis avškega meteorita. V njem je **Friedrichu Martinu Berwerthu** (<http://www.nhm-wien.ac.at/Content.Node/forschung/mineral/Berwerthdt.html>), ki je leta 1904 postal direktor Mineraloško-petrografskega oddelka Naravoslovnega muzeja na Dunaju in ki je meteorit pridobil za ta muzej, očital, da se je v poročilu o padcu, ki ga je že leta 1908 objavil pri Cesarski akademiji znanosti na Dunaju, naslonil le na pričevanje **Ivana Kolenca** iz Avč, ni pa se nikoli lotil iskanja drugih očitilcev. Kolenč je bil s svojim šestletnim sinom edina neposredna priča padca, saj je bil od jablane, katere vejo je meteorit odlomil, oddaljen samo 40 m. Zanimivo je, da novica v tržaškem časniku *Edinost* kot očitvidca ne omenja njega in njegovega sina, ampak **Martina Križniča**, lastnika zemljišča. Buchwaldov očitek Ber-



NASLOVNICA RAZKOŠNE BROŠURE O METEORITU IZ AVČ. NAMENSKA SREDSTVA ZA TISK, KI SO JIH PRISPEVALI PRIMORCI IZ AJDOVŠČINE, OBČINA KANAL OB SOČI IN MLIN ZA RIŽ RICKMERS IZ BREMNJA, NISO NIKDAR PRIŠLA DO TISKARNE.

nekaterih kemijskih prvin v mineralih iz meteoritov. Lahko se namreč zgodi, da meteorit nima izvora iz asteroidnega pasu, ampak je del kakšnega drugega planeta ali lune. Na Zemlji so tako odkrili tudi meteorite z Marsa in naše Lune. In sicer lahko večji meteorit s površja planeta ali lune »odbije« kamnino, ki je na površju in Zemljina gravitacija lahko takšen meteor privlači enako kot meteorje iz asteroidnega pasu. Glavni razlog, da meteorji oziroma asteroidi iz asteroidnega pasu »odidejo« iz svoje tirnice pa je privlačnost velikega Jupitra. Magmatiska aktivnost na Marsu, Luni in Zemlji se po času razlikuje in tako lahko iz starosti, ki jo dobimo na podlagi izotopske sestave nekaterih kemijskih prvin v mineralih, ki sestavljajo meteorit, sklepamo na izvor meteorita.

Meteoriti lahko skrivajo tudi podatke o morebitnem življenju v vesolju. V nekaterih meteoritih so namreč že našli strukture iz kalcijevega karbonata, ki so nadvse podobne strukturam, ki jih proizvajajo nekateri mikroorganizmi na Zemlji.

Padec meteorita

Meteoroidi potujejo po vesolju s hitrostjo med 10 in 70 km/sekundo. Ko prispejo v Zemljino atmosfero, to je že na višini 1200 do 1300 kilometrov, se zaradi trenja njihova hitrost precej zmanjša. Na višini med 100 in 120 kilometri je to že tako intenzivno, da se zato meteoroidi zelo segrejejo in zato tudi zasvetijo. Ko prispejo do gostejših plasti atmosfere največkrat povsem izgorijo in izparijo. Manjši delci, ki ostanejo, padejo počasi na naš planet in ti tvorijo t.i. meteoritski prah. Na ta način naj bi na naš planet padlo tudi do milijon ton snovi na leto. Poleg svetlobe, ki spremlja padec meteorita, je v zadnji fazi padanja prisoten tudi zvok, ki je podoben streli iz topa ali grmenju. Ob padcu večjega meteorita nastane udarni krater. Na našem planetu so jih našli približno 160. Ob tem se sprostijo ogromno energije. Meteorit največkrat razpade, nastali krater pa je ne-

kajkrat večji od samega meteorita. Zanimivo je, da v kraterjih ne najdemo snovi, ki bi imele izvor v vesolju. Razlog je v tem, da meteoroid razpade še predno doseže Zemljino površje. Dokaz, da je struktura udarnega kraterja povezana z meteoritom je prisotnost nekaterih kemičnih prvin kot so iridij, osmijs in platina. Prav ti elementi so na Zemlji redki, v udarnih kraterjih pa je njihova obilnost 20.000- do 100.000-krat večja. Tudi pritisk od padcu meteorita je izjemen. Kamnine v kraterju kažejo hitre spremembe pritiska – so metamorfizirane, nastanejo pa tudi minerali, ki sicer kristalijo pri visokih pritiskih: coesit, stishovit, diamant.

Na srečo so padci velikih meteoritov redki. Takšni, ki povzročijo učinke, zaznane na celotnem planetu Zemlji, padejo v povprečju na 250.000 let. Na drugi strani pa smo priča vsakodnevnu padanju meteorskega prahu, ki pa je tako droban, da tega praktično ne zaznamo. Padci meteoritov od nekaj deset dekagramov do nekaj deset kilogramov so razmeroma pogosti, vendar je verjetnost, da ga bomo našli razmeroma majhna. Če pade meteorit sredi morja ali oceana, smo ga verjetno izgubili za vedno. Padec meteorita na kopno pa je vzpodbudnejši za najdbo. Pri tem so nam danes v pomoč sateliti, varnostne kamere ter nadvse pomembna pričevanja

Meteoriti v Sloveniji

O meteoritih v Sloveniji ni veliko znanega. Leta 1961 je o njih pisal **M. Fiegel (Proteus, 1961)**. V okolici Ajdovščine naj bi padli trije meteoriti, leta 1908 pod vrhom Čavna, leta 1937 pri Predmehju in tretji leta 1868 blizu Fužin pri Ajdovščini. V primeru prvega gre verjetno za padec v bližini Avč 31. marca 1908, ki je dobro dokumentiran (glej *sosednji članek*; op. ur.), druga dva pa sta nepreverljiva in gre po vsej verjetnosti za ostanke topljenja železa (bližnja fužin, meteoriti pa so zelo podobni ostantkom žlindre pri topljenju železa).

očivilcev. Vsi, ki opazijo ali slišijo padanje meteorja, naj si natančno zapomnijo smer, čas in uro dogodka. Ti podatki lahko namreč ključno pripomorejo k najdbi meteorita.

Vrste meteoritov

Meteorite delimo glede na njihovo mineralno in kemično sestavo ter strukturo. Večina meteoritov je kamnitih (92,8 odstotka), redkejši so železovi (5,7 odstotka), najredkejši pa so kamnitoželezovi (1,5 odstotka).

Te skupine delimo še naprej. In sicer delimo železove meteorite glede na razmerje med nikljem in železom (Ni : Fe). Heksaedriti so sestavljeni iz minerala kamacita, ki ima v svoji sestavi železo in 2 do 6 odstotkov niklja. Oktaedriti so meteoriti kjer se preraščata kamacit in taenit (kamacit ali α-železo, kubični sistem), skupna količina niklja pa je med 6 in 17 odstotki. Atakiti pa so meteoriti z zelo visoko vsebnostjo niklja.

Kamnitoželezove meteorite delimo v dve skupini: palasite in mezosiderite. Palasiti imajo poleg železa precej olivina. Olivin je trdna mešanica dveh mineralov – fayalita in forsterita. Mezosideriti pa so bogati s kalcijevimi pirokseni in plagioklazi. Najbolj raznovrstni so kamniti meteoriti, ki so večinoma silikatne sestave. V grobem ločimo hondrite in ahondrite, ki se med seboj ločijo po tem ali imajo hondrule ali ne. Hondrule so drobne kroglice, ki so velike od manj kot mm pa vse do nekaj mm.

Zanimivo je, da je količina najdenih meteoritov obratno sorazmerna z njihovo pogostostjo. Razlog je verjetno v tem, da železove oziroma kovinske meteorite lažje ločimo na terenu od preostalih kamnin. Kamniti meteoriti so namreč med drugimi kamninami precej težje prepoznavni.

Padci meteoritov in množična izumrtja

Padec meteorita ima lahko velike posledice za živi svet našega plane-



METEORIT, KI JE NEDAVNO PADEL SKOZI STREHO HIŠE V AUCKLANDU NA NOVI ZELANDJI.

ta. Manjši meteorit lahko povzroči spremembe samo v lokalnem smislu in tako uniči samo nek ekosistem v okolici padca. Padec kilometrskega meteorita na naš planet pa prinese globalno spremembo. Ob padcu se lahko pojavijo potresi z magnitudo 1,0 ali celo več. V atmosfero se sprostijo izjemno veliko prahu, kar vpliva na zmanjšanje količine sončnega sevanja, ki pride na površje Zemlje. Prah je v atmosferi lahko več mesecev, površje Zemlje pa je v stalni temi. Zato pade temperatura na površju celotne Zemlje. Zaradi pomanjkanja sončnega sevanja so prizadeti fotosintetski organizmi, ki pa so osnova v prehranbeni verigi številnih ekosistemov. Nastane tako imenovana atomska zima. Padec meteorita lahko povzroči tudi požare, ki še dodatno obremenijo ozračje.

Kaj pa bi se zgodilo, če bi padel meteorit v ocean? Zaradi izparevanja morske vode bi v ozračje prišlo veliko pare in ogljikovega dioksida. V atmosferi bi se zadrževala celo dlje kot prah. Tako bi se naš planet najprej ohladil zaradi padca temperature, nato pa bi se zaradi prisotnosti toplogrednih plinov naš planet segrela še številna leta po samem padcu. Ob padcu meteorita v ocean bi se pojavili tudi cunami. Znanstveniki so izračunali, da bi padec meteorita s premerom 10 km povzročil nastanek 1 do 3 km visokega cunamija.

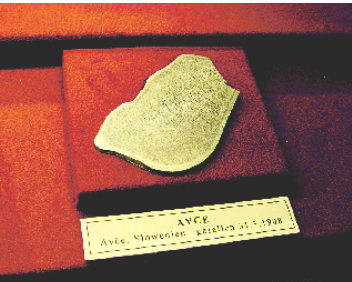
V zgodovini našega planeta so padci meteoritov zaznamovali izumrtja številnih živalskih in rastlinskih vrst. Na izumrtje naj bi poleg padcev meteoritov vplivali tudi obsežnejši vulkanski izbruhi in znižev-



SLIKA FRANCIJA GROŠA Z MLAKE PRI KRANJU PRIKAŽUJE PADEC METEORITA V MOVNRNO BORŠT PRI AVČAH 31. MARCA 1908 IN EDINI PRIČI PADCA, KMETA IVANA KOLENCA IN NJEGOVEGA ŠESTLETNEGA SINA.

Research Discoveries – www.psrd.hawaii.edu/.../Meteorites.Vienna.Museum.html). V njem med drugim piše, da dunajska zbirka meteoritov šteje okoli 8.500 primerkov z okoli 2.400 najdišč. V dvorani meteoritov pa je razstavljenih okrog 5.000 vzorcev, ki pripadajo okoli tisoč različnim meteoritom. Začetki zbirke segajo v 18. stoletje, ko je Avstriji vladala cesarica **Marija Terezija**. Zelo zanimivo je besedilo o začetkih meteoritike, ki nas pouči, da je med znanstveniki šele okrog leta 1800 prevladalo prepričanje, da so meteoriti zunajzemeljska snov.

Sledi predstavitev vsega petih meteoritov, ki so Martelovo očitno najbolj očarali. Prvi je 39 kg težki meteorit iz Hraščine v Hrvaškem Zagorju, ki je padel maja 1751 in ki velja za ustanovni meteorit dunajske zbirke. Ljudje so videli ognjeno kroglo in slišali gromu podobno eksplozijo. Leto pred Kolumbovim odkritjem Amerike, 1492, je pri kraju Ensheim v Alzaciji padel meteorit, katerega kosi so se ohranili do zdaj. Njegov padec so upodobili na lesorezih. O meteoritu, ki je bil stoletja dolgo priklenjen v ječi gradu Loket (nemško Elbogen) na Če-



REZINA AVŠKEGA METEORITA NA STALNI RAZSTAVI V DVORANI METEORITOV NARAVOSLOVNEGA MUZEJA NA DUNAJU. NA POSNETKU SO DOBRO VIDNE NEUMANNOVE ČRTE IN RAZLIČNO ŠIROK ŽGALNI PAS OB ROBOVIH.

Jezikoslovec **Jernej Kopitar** je bil med letoma 1803 in 1808 tudi varuh znamenite Zoisove zbirke mineralov, ki jo hrani Prirodoslovni muzej Slovenije v Ljubljani. **Luka Vidmar**, raziskovalec življenja in dela **Žige Zoisa**, nas je opozoril na doslej neznano dejstvo, da je v korespondenci med njim in Kopitarjem govorja tudi o meteoritih. Zato seveda ni presenetljivo, da je imel Zois v svoji zbirki štiri, med njimi kos leta 1749 blizu Krasnojarska ob reki Jenisej v Sibiriji odkritega meteorita, imenovanega Pallasovo železo, ki je odigral pomembno vlogo v delu nemškega fizika **Ernsta Chladnja** iz leta 1794, v katerem je Chladni dokazal, da so meteoriti zunajzemeljskega izvora. To spoznanje je takrat pomenilo pravo majhno znanstveno revolucijo.