



Sbírka meteoritů Národního muzea z hlediska současné klasifikace

National Museum's meteorite collection in terms of current classification

Dalibor Velebil

Národní muzeum, mineralogicko-petrologické oddělení, Cirkusová 1740, 193 00 Praha 9; dalibor.velebil@nm.cz

Velebil D., 2025: Sbírka meteoritů Národního muzea z hlediska současné klasifikace. – Journal of the National Museum (Prague), Natural History Series 194: 93–114.

Abstrakt: Samostatná sbírka meteoritů Národního muzea v Praze byla založena přibližně okolo roku 1900, do té doby byly (od roku 1824) meteority součástí mineralogické sbírky. Roku 1904 zahrnovala sbírka 181 pádů a nálezů (celkem 218 jednotlivých kusů). Ke konci roku 2024 zahrnovala sbírka 553 inventárních položek meteoritů (376 jednotlivých pádů a nálezů), z toho obecných chondritů: 193 (pádů a nálezů), uhlíkatých chondritů: 11, enstatitových chondritů: 5, želez: 124, pallasitů: 17, mesosideritů: 8, eukritů: 6, diogenitů: 2, aubritů: 1, ureilitů: 1, měsíčních meteoritů: 4, marsovských meteoritů: 4.

Abstract: The separate meteorite collection of the National Museum in Prague was established around 1900, until then (since 1824) meteorites were part of the mineralogical collection. In 1904, the collection included 181 falls and finds (a total of 218 individual pieces). By the end of 2024, the collection included 553 inventory items of meteorites (376 individual falls and finds), of which ordinary chondrites: 193 (falls and finds), carbonaceous chondrites: 11, enstatite chondrites: 5, irons: 124, pallasites: 17, mesosiderites: 8, eucrites: 6, diogenites: 2, aubrites: 1, ureilites: 1, lunar meteorites: 4, Martian meteorites: 4.

Klíčová slova: meteority, chondrity, achondrity, železa, pallasity, mesosiderity, Národní muzeum v Praze

Key words: meteorites, chondrites, achondrites, irons, pallasites, mesosiderites, National Museum in Prague

Received: 25 February 2024 | Accepted: 29 July 2025 | Published on-line: 20 November 2025

Úvod

Pády meteoritů byly lidmi pozorovány odpradávná. Písemné zmínky máme od starých Egypťanů, Řeků, Římanů, Číňanů a Arabů. Jejich chápání ovšem bylo většinou od dnešního odlišné. Věřilo se, že jsou to kusy skal urvané silnými víchřicemi, že jsou to kameny upuštěné bájnými ptáky, že byly vyvrženy výbuchem sopky nebo že se prostě jedná o atmosférický jev. Ovšem názory některých řeckých filozofů na původ meteoritů se už blížily dnešním představám. Například Diogenés ze Sinópe vyslovil ve 4. století př. Kr. názor, že pády kamenů z nebe souvisejí s hvězdami. Meteority byly uchovávané v chrámech, svatyních, později

v kláštěrech, na hradech a zámčích (Tuček 1981).

V roce 1492 (16. listopadu) byl pozorován pád meteoritu u Ensisheimu v Alsasku ve Francii. Událost byla považována za boží zázrak a kámen o hmotnosti 127 kg byl uložen a obdivován v místním kostele. Později byl mnohokrát ořezáván a jeho zbytek o hmotnosti 55 kg byl uložen na radnici v Ensisheimu. Dnes je tento pád považován za nejstarší pozorovaný a zároveň dobře doložený pád meteoritu (Tuček 1981).

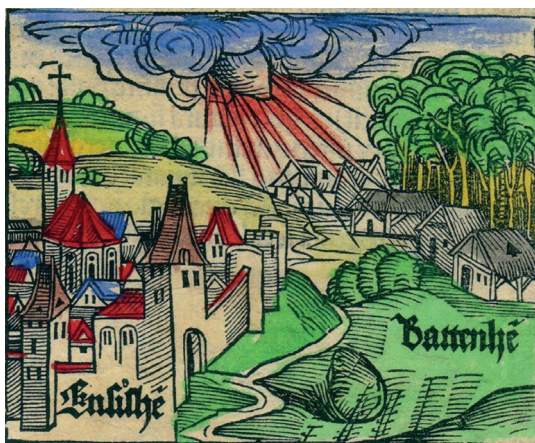
Novověcí badatelé vesměs nevěřili zprávám o pádech kamenů z nebe, ale byly mezi nimi i výjimky, jako lékař a astrolog Paracelsus (1493–1541), matematik a filozof Pierre Gassendi (1592–1655) nebo fyzik a astronom Galileo Galilei (1564–1642). V roce 1766 popsal italský mnich Domenico Troili (1722–1792) pád meteoritu u obce Albareto v Itálii, jehož byl očitým svědkem. Sám meteorit prozkoumal a přisoudil mu sopečný původ (Tuček 1981).

V roce 1790 spadl u francouzského Barbotanu déšť kamenných meteoritů. Asi 300 místních obyvatel podepsalo svědectví o pádu, které s několika kusy meteoritu zaslali Pařížské akademii věd. Ta svědectví odmítla s tím, že „kameny z nebe padat nemohou, protože v nebi žádné kameny nejsou.“

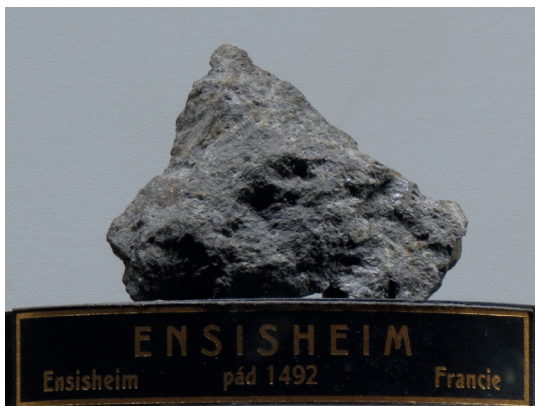
Převratná byla práce německého fyzika Ernsta Chladniho (1756–1827), který shromáždil dostupné informace o pádech kamenů z nebe, prohlédl mnoho jejich ukázek a tyto informace kriticky zhodnotil. Došel k závěru a v roce 1794 publikoval, že meteority jsou z nebe spadlé „třísky světa“ (Tuček 1981). Mnozí se však jeho názorům i nadále vysmívali. V roce 1819 Chladni poznámenal: „... nevíra šla tak daleko, že velká část meteoritických hmot byla z veřejných sbírek vyházena, aby sbírky nebyly terčem posměchu.“

V roce 1803 spadlo u francouzského města L'Aigle v Normandii asi 3000 kusů meteoritů. Tentokrát uvěřili jejich kosmickému původu i francouzští akademici. Chladniho výzkumy a interpretace tak nakonec došly všeobecného uznání, takže od počátku 19. století se již všeobecně věřilo, že meteority jsou tělesa mimozemského původu. Přelom 18. a 19. století se také stává počátkem systematického výzkumu meteoritů a ve Vídni, Londýně a Petrohradě vznikají první soustavné sbírky meteoritů (Tuček 1981).

Již v 18. století si badatelé uvědomovali, že existují dva zcela rozdílné typy meteoritů, a to meteority kamenné a železné. V roce 1772 prozkoumal německý botanik a zoolog



Obr. 1. Pád meteoritu Ensisheim ve Francii v roce 1492 na dobové kolorované rytině.



Obr. 2. Meteorit Ensisheim, Alsasko, Francie, obecný chondrit LL6, 5 × 4 × 1,2 cm, 29 g, sbírka Národního muzea inv. č. P1M121. Foto: D. Velebil.

Peter Simon Pallas (1741–1811) u Krasnojarsku v Rusku 680kg kus železa s velkými zrny olivínu, který byl znám již dříve (nejméně od roku 1749) a který se později ukázal být meteoritem. Chladni označil v roce 1794 tento meteorit jako Pallasovo železo a o něco později se pojem pallasit prosadil jako označení želez s olivíny. Posléze si badatelé povšimli dalších přechodných typů meteoritů a vyvstala potřeba meteority třídit, tedy klasifikovat.

Klasifikací meteoritů se zabývali především mineralogové a petrografové Martin Heinrich Klaproth (1743–1817), Gustav Rose (1798–1873), Gustav Tschermak (1836–1927), Aristides Brezina (1848–1909), Stanislas-Étienne Meunier (1843–1925), George Thurland Prior (1862–1936), Brian Mason (1917–2009) a geochemici Vagn Fabritius Buchwald (* 1929), John T. Wasson (1934–2020), Klaus Keil (1934–2022), Edward R. D. Scott (1947–2021) a další (Skála 1994, McCall a kol. 2006).

Dnes, zejména díky monitorování pádů meteoritů a výpočtům jejich drah víme, že většina meteoritů jsou úlomky planetek (asteroidů) z pásu mezi Marsem a Jupiterem, rozpadlých při vzájemných srážkách. U počátků metodiky pozorování pádů meteoritů a výpočtu jejich drah

stáli čeští astronomové Vladimír Guth (1905–1980), František Link (1906–1984) a Zdeněk Ceplecha (1929–2009). Tito pánové instalovali speciální kamery, s jejichž pomocí byl 7. dubna 1959 sledován pád meteoritu v Čechách. Čeští astronomové propočítali jeho dráhu, určili místo dopadu a díky tomu byly skutečně nalezeny čtyři úlomky meteoritu nazvaného Příbram. Poprvé bylo dokázáno, že meteority pocházejí z pásu planetek. Dodnes jsou čeští astronomové světovou špičkou v rozvíjení metodiky monitorování pádů meteoritů. Pokračovateli pánů Gutha, Linka a Ceplechy jsou Pavel Spurný a Jiří Borovička.

Po dlouhou dobu byly nálezy meteoritů vzácností a počítaly se na stovky. Jejich množství se výrazně zvýšilo až během posledních desetiletí, zejména po roce 1990, a to díky systematickému sběru na Antarktidě a v pouštích. Na Antarktidě se meteority sbírají už od roku 1969 a doposud zde bylo nalezeno 54 % všech meteoritů. Hojně se meteority sbírají také v pouštích severní Afriky, Arabského poloostrova, v Chile, Íránu či Austrálii. Dnes je díky tomu k dispozici téměř osmdesát tisíc nálezů, což může představovat odhadem i první stovky tisíc jednotlivých kusů meteoritů, protože některé nálezy sestávají z mnoha stovek přirozených úlomků. Po Antarktidě jsou meteority nejvíce vyhledávány v pouštích severozápadní Afriky,



Obr. 3. Meteorit Čeljabinsk, Rusko, obecný chondrit LL5, vlevo inv. č. P1M515: 5,5 × 4,5 × 4 cm (136,6 g), vpravo inv. č. P1M497: 5 × 3,3 × 2 cm (59,3 g). Foto: D. Velebil.



Obr. 4. Meteorit Orgueil, Francie, uhlíkatý chondrit CI1, 8,4 × 7,2 × 6 cm, 364 g, sbírka Národního muzea inv. č. P1M228. Foto: D. Velebil.



Obr. 5. Mineralog Karel Vrba (1845–1922), zakladatel samostatné sbírky meteoritů Národního muzea na fotografii z roku 1912. Foto: archiv mineral.-petrolog. odd. NM.

odkud pochází asi 11 % všech nálezů meteoritů (Norton & Chitwood 2008; MetBullDat).

Meteority jsou vědci, obchodníky a sběrateli rozlamovány či řezány na množství menších částí, jednak kvůli výzkumným účelům a jednak proto, aby byla uspokojena poptávka sběratelů meteoritů, kvůli nimž jsou meteority velmi ceněným obchodním artiklem.

Klasifikace meteoritů

Již na počátku 19. století byly rozlišeny kamenné meteority, meteoritická železa a pallasity, tj. železa se zrny olivínu. Všechny tyto typy meteoritů vždy obsahují určité množství niklu, kamenné meteority v podobě drobných zrn železa s příměsí niklu. Díky těmto zjištěním bylo možné rozlišovat meteority, tedy mimozemské horniny od hornin pozemských. Dále bylo zjištěno, že většina kamenných meteoritů se vyznačuje specifickou strukturou – obsahují více či méně zřetelné kulovité útvary zvané chondry či chondrule. Ty jsou viditelným pozůstatkem postupné akrece materiálu v počátcích formování Sluneční soustavy. Jejich velikost se

obvykle pohybuje v řádu milimetrů (1–10 mm), bývají ale i menší než 1 mm. Jsou tvořené směsí základních horninotvorných minerálů charakteristických pro meteority (Mason 1962, Skála 1994).

Na počátku 20. století byly rozlišovány chondrity, achondrity (souhrnně kamenné meteority), železné meteority a kamenoželezné meteority. Chondrity představují 90 % všech známých meteoritů. Většina z nich jsou tzv. obecné (normální, obyčejné) chondrity, které jsou zdaleka nejčastějším typem meteoritů nacházených na Zemi – představují asi 85 % všech meteoritů. Jsou tvořené zrny těchto minerálů: pyroxenu, olivínu, anortitu a kromě toho, jak již bylo řečeno, i zrny niklového železa. Charakteristická je pro ně hojná přítomnost chonder.

Achondrity mají obdobné mineralogické složení jako chondrity, tedy jsou to „kamenné“ (silikátové) horniny, ale neobsahují chondry a jsou chudé niklovým železem. Železné meteority jsou tvořené převážně železem a obsahují proměnlivé množství niklu, obvykle 6 až 17 %. V rámci železných meteoritů byly rozlišovány tři základní typy, a to oktaedrity, hexaedrity a ataxity. Hmota železných meteoritů totiž není z chemického hlediska homogenní. Je tvořena doménami kamacitu (železo s 5 až 7 % niklu) a taenitu (železo s 13 až 48 % niklu) v různém poměru. Kamacit a taenit jsou dvě různé modifikace niklového železa, které se navzájem liší krystalovou strukturou.

V oktaedritech jsou kamacit a taenit uspořádány v podobě navzájem se pronikajících „vrstev“ destičkovitých krystalů. Zatímco taenit se omezuje podle ploch hexaedru (krychle), kamacit tvoří krystaly omezené plochami oktaedru (osmistěnu), které přerůstají přes rohy krychlových krystalů taenitu.

Na řezu oktaedritem se toto střídání po naleštění a naleptání projeví jako charakteristické, tzv. Widmanstättenovy obrazce. Hexaedrity jsou mnohem vzácnější. Na řezu se po naleptání jejich struktura jeví jako velmi tenké paralelní vrstvičky označované jako Neumannovy linie, což jsou dvojčatné lamely v destičkovitých krystalech kamacitu. Hexaedrity jsou

charakteristické relativně nízkým obsahem niklu. Widmanstättenovy obrazce vznikly odmíšením během pomalého (byť různě rychlého) ochlazování a krystalizace původní taveniny. Neumannovy linie jsou důsledkem šokové deformace při srážce mateřské planety s jiným velkým tělesem (Meteorite.fr).

Widmanstättenovy obrazce jsou pojmenovány podle hraběte Aloise von Beckh Widmanstättena (1753–1849), který tuto strukturu železných meteoritů poprvé objevil, a to na českém meteoritu Loket (Elbogen), nikoliv ovšem leptáním, ale zahříváním desky meteoritu nad kahanem. Neumannovy linie jsou pojmenované po Johannu Georgu Neumannovi, který je objevil v českém meteoritu Broumov (Braunau). Ataxity nemají makroskopicky viditelné Widmanstättenovy obrazce ani Neumannovy linie, takže působí celistvým dojmem. V mikroskopickém měřítku jsou však i ataxity tvořené lamelami taenitu a kamacitu. Ataxity se vyznačují vysokým obsahem niklu (například meteorit Gebel Kamil má 19,8 hm. % Ni).

Kamenoželezné meteority mají různý charakter; patří mezi ně již zmíněné pallasity, rozlišovány byly anebo ještě jsou i tzv. mesosiderity, siderolity, litosiderity, siderofyry či lodranity. Jsou to směsi niklového železa a silikátové hmoty.

Během 20. století až do dnešních dob prodělala klasifikace meteoritů další vývoj, nicméně výše nastíněné dělení v hrubých rysech stále víceméně platí. Kromě mineralogických, chemických a strukturálních postupně přibyla ještě další důležitá kritéria pro klasifikaci meteoritů, a to jemnější chemická hlediska včetně obsahu stopových chemických prvků a izotopových poměrů kyslíku. Na významu nabyla genetická interpretace odvozená od podrobného výzkumu složení a struktury meteoritů. Snahou vědců je popsat způsob vzniku konkrétních skupin meteoritů a přiřadit je ke konkrétním planetkám a planetám (Hutchinson 2006, McSween a kol. 2010, Krot a kol. 2014).

V roce 1975 byla zavedena klasifikace železných meteoritů na základě stavby a šířky kamacitových a taenitových pásků (Buchwald 1975). Podle tohoto kritéria byly železné meteority rozčleněny na nejhrubší oktaedry (šířka kamacitových pásků více než 3,3 mm, označení Ogg), hrubé oktaedry (šířka kamacitových pásků 1,3–3,3 mm, označení Og), střední oktaedry (0,5–1,3 mm, Om), jemné oktaedry (0,2–0,5 mm, Of), nejjemnější oktaedry (do 0,2 mm Off), plessitické oktaedry (do 0,2 mm, jehlicovitá struktura, Opl), hexaedry (H) a ataxity (bez struktury). Dnes se už toto členění železných meteoritů příliš



Obr. 6. Meteorit Mighei, Ukrajina, uhlíkatý chondrit CM2, 6 × 4,2 × 3,6 cm, 84 g, sbírka Národního muzea inv. č. P1M227. Foto: D. Velebil.



Obr. 7. Meteorit Grosnaja, Gruzie, uhlíkatý chondrit CV3, 3,8 × 3,2 × 0,5 cm, 15 g, sbírka Národního muzea inv. č. P1M111. Foto: D. Velebil.

nepoužívá a namísto toho se o něco později prosadilo chemické členění železných meteoritů na základě obsahu niklu, iridia, galia a germania (Wasson 1985).

Z genetického hlediska rozlišujeme dvě základní skupiny meteoritů, a to meteority diferencované (přetavené, vyvinuté) a nediferencované (nepřetavené, primitivní, nevyvinuté) (Wasson 1974). Nediferencované meteority pocházejí z planetek, které prodělaly jen málo intenzivní tepelnou přeměnu. Jsou to všechny chondrity. Diferencované meteority pocházejí z planetek (a planet), které měly původně složení chondritové, ale posléze prošly kompletním přetavením a následně se rozrůznily (diferencovaly), stejně jako planeta Země, na jádro, plášť a kůru. Chondrity jsou tedy meteority nediferencované a všechny ostatní meteority (achondrity s. s., železa, pallasity, mesosiderity, lunární a marsovské meteority) pocházejí z planetek (a planet) diferencovaných, a jsou to tedy tzv. diferencované meteority. Pojem achondrit bývá někdy používán v širším slova smyslu pro všechny diferencované meteority včetně želez, pallasitů a mesosideritů, což však vnáší do terminologie zmatek, proto se v tomto textu přidržíme původnějšího významu termínu achondrit pro (diferencované) silikátové meteority bez chonder. Zvláštní postavení mají tzv. primitivní achondrity (o nich dále v textu).

V současné době jsou meteority klasifikovány následujícím způsobem. **Nediferencované meteority – chondrity** dělíme na obecné chondrity, uhlíkaté chondrity, enstatitové chondrity a R- a K-chondrity. Vznikly shlukováním částic v době formování Sluneční soustavy a posléze nebyly buď vůbec, anebo jen velmi málo přepracovány dalšími procesy. Rozdíly mezi jednotlivými skupinami chondritů jsou dány místem jejich vzniku v akrečním mlhovinovém disku v počátcích formování Sluneční soustavy, respektive vzdáleností od Slunce (Weisberg a kol. 2006).

Obecné (obyčejné, normální, běžné) chondrity jsou zdaleka nejčastějšími meteority nacházenými na Zemi (85 % všech známých meteoritů). Jsou složené především z olivínu, ortopyroxenu a niklového železa. To, že jsou obecné chondrity na Zemi nejhojnější, ještě neznamená, že jsou planetky tohoto složení v pásu asteroidů mezi Marsem a Jupiterem nejčastější. Spíše se zdá, že jde o shodu okolností a že zdrojem obecných chondritů bylo jen několik málo planetek, jejichž pozice byla kdysi náhodou taková, že umožnila vyslat směrem k Zemi velké množství fragmentů. Pro zajímavost uvedme, že jednou z nich je možná relativně bezvýznamná planetka 3628 Božněmcová (Meteorite.fr).

Obecné chondrity dělíme na základě poměru ryzího železa (resp. Fe + FeS) a oxidu železa v silikátech na skupiny **H** („bronzitové chondrity“), **L** („hyperstenové chondrity“) a **LL** („amfoterity“). Písmenná označení vycházejí z anglického high, low a low-low (Wason 1974). Slovní označení („bronzitové, hyperstenové, amfoterity“) vychází v prvních dvou případech z typu přítomného ortopyroxenu (bronzit, hypersten). Ortopyroxeny jsou mineralogicky definovány dvěma krajními členy: enstatitem $Mg_2(SiO_3)_2$ a ferrosiletem $Fe_2(SiO_3)_2$. Petrologové rozlišovali ještě přechodné členy označované jako bronzit (90–70 molekulárních % enstatitové složky) a hypersten (70–50 mol. % enstatitové složky). „Amfoterity“ byly v nedávné minulosti mylně považovány za přechod mezi chondrity a achondrity. Dnes už se slovní označení „bronzitové, hyperstenové, amfoterity“ nepoužívá, v čemž se mimo jiné odráží i trend odklonu od mineralogické terminologie v meteoritice.

H chondrity mají nejvyšší (High) celkový obsah Fe (25–31 hm. %), vysoký obsah Fe v podobě kovu (15–19 hm. %), ale nízký obsah Fe v silikátech. L chondrity mají nižší (Low) celkový obsah Fe (20–25 hm. %), nízký obsah kovového Fe (4–10 hm. %), ale vyšší obsah Fe v silikátech. LL chondrity mají celkově nízký (Low) obsah Fe (19–22 hm. %), nízký (Low) obsah kovu (1–3 hm. %), ale nejvyšší obsah Fe v silikátech.

Uhlíkaté chondrity představují asi 4 % všech známých meteoritů. Jsou to nejprimitivnější meteority vůbec, prošly nejmenší tepelnou přeměnou a nejvíce odpovídají složení prahmoty, z níž se zformovala Sluneční soustava. Jsou lehké, porézní, křehké, takže se snadno zcela rozpadají, a to jak při průniku atmosférou, tak později na zemském povrchu. Proto jsou na Zemi relativně vzácné.

Uhlíkaté chondrity obsahují uhlík v podobě grafitu a fullerenu, takže jsou hodně tmavé (šedočerné), a také organické sloučeniny. Kromě toho obsahují fylosilikáty (serpentin,

smektit), které jsou produktem preterestrické hydratace primárních silikátů. To znamená, že uhlíkaté chondrity obsahují vodu (ve smektitech relativně volně vázanou, vserpentinech v podobě OH skupiny). Většinou neobsahují ryzí kov. Jejich složení je velmi variabilní, takže ani obsah uhlíku není podmínkou pro zařazení mezi uhlíkaté chondrity. Hlavním kritériem je relativně vysoký poměr Mg, Ca a Al vůči Si ve srovnání s ostatními chondrity. Uhlíkaté chondrity se dělí na skupiny označované **CI, CM, CV, CO, CR, CK, CH, CB a C-ung** s tím, že první písmeno je vždy C a znamená uhlíkatý chondrit a druhé písmeno je odvozeno od názvu typového meteoritu.

Chondrity skupiny CI jsou pojmenované podle meteoritu Ivuna (Tanzanie, pád 1938). Jsou to vůbec nejprimitivnější meteority, které prošly nejmenším zahřátím, menším než 50 °C. Jsou jemnozrnné a neobsahují chondry. Jejich průměrné chemické složení se používá jako standard pro posouzení míry chemické diference pozemských hornin. Porovnání chemismu pozemské horniny s chemismem meteoritu skupiny CI nám ukazuje, jak moc se pozemská hornina odchýlila od prvotního složení Sluneční soustavy. CI meteority obsahují polycyklické aromatické uhlovodíky a aminokyseliny, takže jsou považovány za stavební kameny života na Zemi. Obsahují až 20 % vody vázané na hydratované fylosilikáty. Neobsahují ryzí železo, ale železo oxidované v podobě magnetitu. Olivín je v horninové matrix jen řídce rozptýlen. Meteority skupiny CI jsou relativně vzácné, patří k nim jen deset dosud známých meteoritů, většinou velmi malých, o hmotnosti řádově jednotek až stovek gramů, mezi nimi kromě již zmíněného meteoritu Ivuna (705 g) také meteorit Orgueil (Francie, pád 1864, celkem 14 kg) a Alais (Francie, pád 1806, celkem 6 kg). Z deseti oficiálně registrovaných meteoritů skupiny CI je pět pozorovaných pádů, čtyři nálezy na Antarktidě a jeden na poušti v Maroku (Meteorite.fr, MetBullDat).

Nejčastěji patří uhlíkaté chondrity do skupiny označované CM podle meteoritu Mighei (Ukrajina, pád 1889, celkem 8 kg). V současné době známe celkem 765 nálezů nebo pádů



Obr. 8. Meteorit Broumov – cihelna (Braunau), Čechy, železo IIAB, 22,5 × 21,3 × 14 cm, 17,23 kg, sbírka Národního muzea inv. č. P1M365. Foto: D. Velebil.



Obr. 9. Meteorit Loket (Elbogen), Čechy, železo IID, 16 × 14 × 8,4 cm, 6,6 kg, sbírka Národního muzea inv. č. P1M327. Foto: D. Velebil.

meteoritů tohoto typu, z toho je ale jen 21 nálezů učiněných krátce po pádu. Naprostá většina (580) byla nalezena na Antarktidě; mnoho dalších bylo nalezeno v severozápadní Africe, přičemž tyto pouštní a antarktické meteority mohou náležet jen k několika málo pádům. Relativně známějšími meteority patřícími do skupiny CM jsou Murchison (Austrálie, pád 1969, celkem 100 kg) a Murray (USA, pád 1950, celkem 12,6 kg). Většina CM chondritů náleží k petrologickému typu 2 (vysvětlení dále v textu). Jsou méně hydratované než CI meteority (obsahují asi 10 % vody), takže obsahují zachovalé chondry obvyklé velikosti jen okolo 0,3 mm tvořené olivínem a rovnoměrně rozptýlené v černé základní hmotě, která je stejně jako v případě CI meteoritů tvořená převážně směsí fylosilikátů a magnetitu. Obsahují množství komplexních organických sloučenin, například v meteoritu Murchison bylo zjištěno více než 230 různých aminokyselin (na Zemi je známo pouze 20 aminokyselin), které možná ani nemají původ ve Sluneční soustavě. Uvažovalo se, že CM chondry mají kometární původ, dnes se badatelé více přiklánějí k tomu, že CM chondry pocházejí z hlavního pásu planetek (například z planetky 1 Ceres – vůbec největšího asteroidu, dnes klasifikovaného jako trpasličí planeta, či planetky 19 Fortuna).

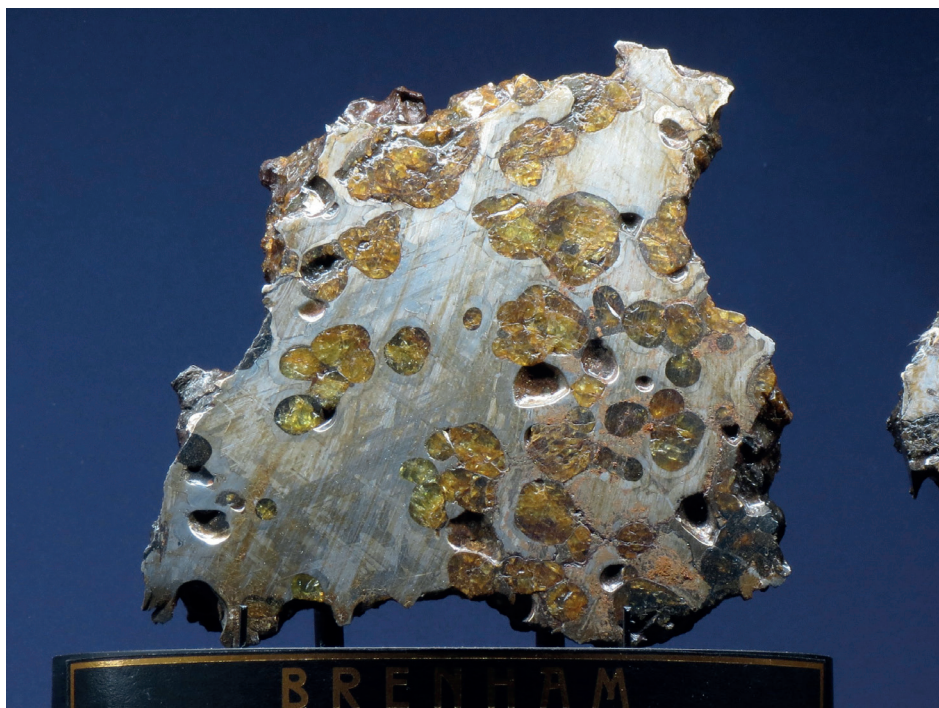
Uhlíkaté chondry skupiny CV jsou pojmenované podle meteoritu Vigarano (Itálie, pád 1910, celkem 15 kg). V současné době řadíme do této skupiny celkem 753 nálezů či pádů meteoritů, z toho ale jen osm bylo nalezeno krátce po pádu, většina byla nalezena v severozápadní a severní Africe a na Antarktidě. Do této skupiny patří relativně známé meteority Allende (Mexiko, pád 1969, celkem 2 tuny materiálu!) a Grosnaja (Čečensko, Rusko, pád 1861, celkem 3,5 kg). Složením a strukturou se více blíží obecným chondritům. V tmavě šedé základní hmotě převládá Fe-bohatý olivín (fayalit), hojně jsou dobře vyvinuté chondry obvyklé velikosti okolo 1 mm tvořené Mg-bohatým olivínem (forsterit) obklopeným troilitem (FeS). Obsahují také hojně světlé inkluze anortitu. Některé CV chondry obsahují mikroskopické diamanty, andradit, grosulár, nefelín a jiné v meteoritech neobvyklé minerály (Meteorite.fr; MetBullDat).

Uhlíkaté chondry skupiny CO jsou pojmenované podle meteoritu Ornans (Francie, pád 1868, 6 kg). Databáze meteoritů v současné době eviduje celkem 722 položek meteoritů skupiny CO, z toho je ale jen sedm pozorovaných pádů, ostatní meteority byly nalezeny na Antarktidě a v pouštích severní Afriky, Chile a Ománu. Nálezy na pouštích a na Antarktidě sice získávají samostatná označení, ale stejně jako v případě předchozích skupin uhlíkatých chondritů mohou patřit jen k několika málo samostatným pádům, takže množství zástupců těchto skupin je rozhojňováno jen formálně. CO chondry jsou většinou černé nebo i tmavě šedé a vyznačují se velkou koncentrací drobných chonder, které představují více než 70 % hmoty. Mají hojně viditelné inkluze niklového železa. Do skupiny CO patří například meteority Lancé (Francie, pád 1872, celkem 51,7 kg), Felix (USA, pád 1900, 3,2 kg) či Kainsaz (Rusko, pád 1937, 200 kg).

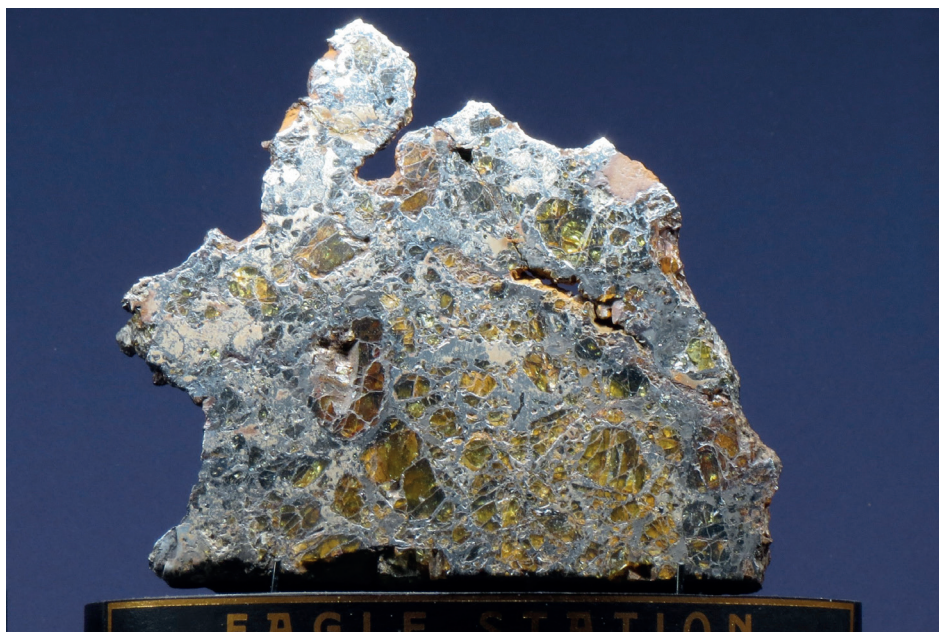
Uhlíkaté chondry skupiny CK jsou označené podle meteoritu Karoonda (Austrálie, pád 1930, 41,73 kg). Databáze meteoritů eviduje 583 položek meteoritů skupiny CK, z toho jsou ale jen dva pozorované pády. Kromě meteoritu Karoonda je to ještě meteorit Kobe (Japonsko, pád 1999, 136 g). Všechny ostatní byly nalezeny systematickým průzkumem na Antarktidě a v pouštích. Jsou tmavě šedé až černé, základní hmota je tvořena fayalitem a pyroxenem s hojně rozptýleným magnetitem. Neobsahují fylosilikáty, tedy ani žádnou vodu (Meteorite.fr; MetBullDat).

Uhlíkaté chondry skupiny CR jsou označené podle typového meteoritu Renazzo (Itálie, pád 1824, 1 kg). Databáze meteoritů eviduje 208 položek chondritů CR, z toho ale jen tři pády. Kromě meteoritu Renazzo jsou to ještě meteority Al Rais (Saúdská Arábie, pád 1957, 160 g) a Kaidun (Jemen, pád 1980, 2 kg), ostatní nálezy jsou z Antarktidy a z pouští. Obsahují niklové železo a troilit (úhrnem až 10 %), fylosilikáty a malé množství vody. Obsahují velké jasně viditelné chondry, které tvoří asi 50 % hmoty, často lemované niklovým železem a troilitem, což je pro CR chondry typické.

Uhlíkaté chondry skupiny CH jsou terminologickou výjimkou. Písmeno H není odvozeno od názvu meteoritu, ale od vysokého (High) obsahu kovu, protože obsahují až 15 obj. %



Obr. 10. Meteorit Brenham, USA, pallasit PMG-an, $8,5 \times 8 \times 1,3$ cm, 299 g, sbírka Národního muzea inv. č. P1M31. Foto: D. Velebil.



Obr. 11. Meteorit Eagle Station, USA, pallasit PES, $8,2 \times 8 \times 1$ cm, 132 g, sbírka Národního muzea inv. č. P1M63. Foto: D. Velebil.

niklového železa. První takový meteorit byl nalezen v Allan Hills na Antarktidě v roce 1982 (11,9 g) a pojmenován ALH 85085. Databáze meteoritů dnes eviduje 29 položek chondritů skupiny CH, z toho 13 z Antarktidy, ostatní z pouští, jeden kus o hmotnosti 16 kg byl v roce 2003 nalezen v Rusku (meteorit Isheyevo, 16 kg). Pro CH chondrity je charakteristická přítomnost hojných malých fragmentovaných chonder; obsahují také určité množství fylosilikátů (Meteorite.fr, MetBullDat).

Uhlíkaté chondrity skupiny CB jsou označeny podle typového meteoritu Bencubbin (Austrálie, nález 1930, 118 kg). Kromě toho eviduje databáze meteoritů dalších 25 položek meteoritů této skupiny. Tzv. bencubbinity jsou výjimečné tím, že obsahují více než 50 % niklového železa, takže by je bylo teoreticky možné řadit ke kamenoželezným meteoritům, jako jsou mesosiderity, díky svým ostatním vlastnostem jsou ale řazeny mezi uhlíkaté chondrity.

Jednotlivé nálezy, které svými vlastnostmi sice odpovídají uhlíkatým chondritům, ale zároveň neodpovídají žádně z výše uvedených skupin, řadíme do samostatné skupiny C-ung (ungrouped, neseskupeno). K vytvoření nové skupiny je totiž třeba alespoň pět samostatných nálezů.

Enstatitové chondrity se od obecných a uhlíkatých chondritů liší tím, že jejich hlavním minerálem je enstatit $Mg_2(SiO_3)_2$ a většina železa je v těchto meteoritech přítomna jen v podobě kovu, popřípadě troilitu FeS, silikáty jsou téměř bez železa. Enstatitové chondrity se dělí do dvou skupin **EH** a **EL**, a to na základě stejného kritéria jako obecné chondrity, tzn. podle celkového obsahu železa (High/Low). EH chondrity obsahují více železa než EL chondrity. Uvažuje se, že EH i EL chondrity pocházejí ze stejného asteroidu (planetky), jen z jeho různých vrstev. Databáze meteoritů eviduje celkem 703 položek enstatitových chondritů, z toho ale jen 19 pozorovaných pádů, mezi nimi například meteority Khairpur (Pákistán, pád 1873, 13,6 kg, klasifikace EL6), Indarch (Ázerbájdžán, pád 1891, 27 kg, klasifikace EH4) a Eagle (USA, pád 1947, 10 kg, klasifikace EL6). Ostatní jsou nálezy z Antarktidy a z pouští (Meteorite.fr, MetBullDat).

Mimo obecné, uhlíkaté a enstatitové chondrity rozlišujeme ještě dvě samostatné skupiny chondritů, a to **R (Rumuruti chondrity)** a **K (Kakangari chondrity)**. R-chondrity jsou



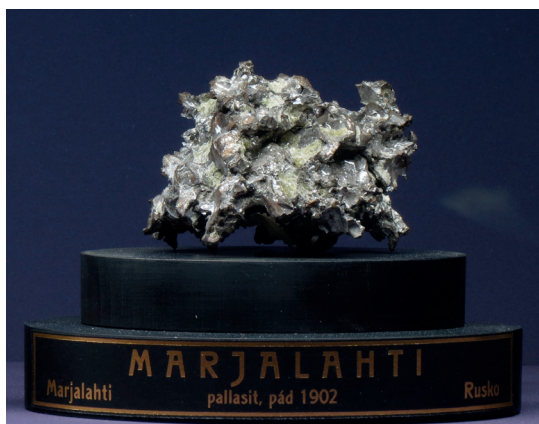
Obr. 12. Meteorit Campo del Cielo, Argentina, železo IAB-MG, $36 \times 34 \times 26$ cm, 83 kg, sbírka Národního muzea inv. č. P1M521. Foto: Národní muzeum.

označeny podle meteoritu Rumuruti (Kenya, pád 1934, 67 g). Obsahují velké množství fayalitu (Fe-olivínu) a neobsahují téměř žádné kovové železo. Mají méně chonder než obecné a enstatitové chondrity. Často obsahují heterogenní uzavřeniny (xenolity), což znamená, že jsou brekcionované a pravděpodobně jde o regolity z povrchu asteroidu. Databáze meteoritů momentálně eviduje 332 položek R-chondritů s tím, že kromě meteoritu Rumuruti se jedná výhradně o nálezy z pouští a Antarktidy. Poprvé byl ovšem tento typ meteoritů popsán podle meteoritu Carlisle Lakes (49,5 g) nalezeného v roce 1977 v Austrálii.

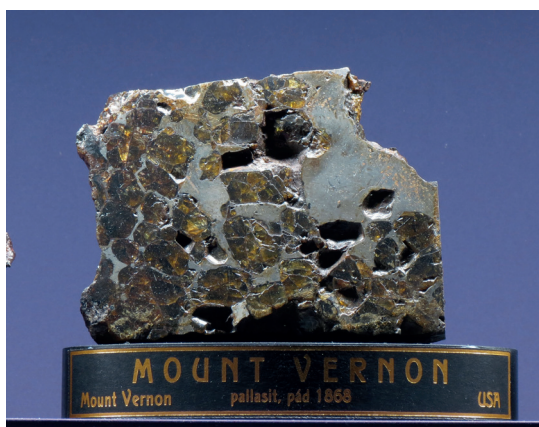
K-chondrity jsou označeny podle meteoritu Kakangari (Indie, pád 1890, 350 g). Kromě tohoto jsou k dnešním dnům známy ještě další tři meteority skupiny K, a to Lewis Cliff 87232 (Antarktida, nález 1987, 23,1 g), Lea County 002 (USA, nález

METEORITY NEDIFERENCOVANÉ (CHONDRITY)	uhlíkaté chondrity	CI (Ivuna)		
		CM (Mighei)		
		CO (Ornans)		
		CV (Vigarano)		
		CK (Karoonda)		
		CR (Renazzo)		
		CH		
		CB (Benzubbin)		
		C-ung		
	obecné chondrity	H		
		L		
		LL		
	enstatitové chondrity	EH		
EL				
	R (Rumuruti)			
	K (Kakangari)			
primitivní achondrity	acapulcoity	ACA-LOD		
	lodranity			
	brachinity			
	winonaity			
achondrity	howardity	HED		
	eukrity			
	diogenity			
	angrity			
	aubrity			
	ureility			
	měsíční			
	marsovské	SHE+NAK+CHA+OPX		
železa	IC			
	IIAB			
	IIC			
	IID			
	IIE			
	IIF			
	IIG			
	IIIAB			
	IIIE			
	IIIF			
	IVA			
	IVB			
	IAB komplex		MG + ung + sHL + sLM + sLH + sLL + sHH	
	pallasity		PMG	
PES (Eagle St.)				
P-ung				
mesosiderity	MES			
METEORITY DIFERENCOVANÉ	železná			ŽELEZNÉ
pallasity				KAMENOŽELEZNÉ
mesosiderity				

Tab. 1. Zjednodušené schéma současné klasifikace meteoritů (orig. D. Velebil).



Obr. 13. Meteorit Marjalahti, Finsko, pallasit PMG, 5,4 × 3,6 × 3,3 cm, 133 g, sbírka Národního muzea inv. č. P1M191. Foto: D. Velebil.



Obr. 14. Meteorit Mount Vernon, USA, pallasit PMG, 8,1 × 5,9 × 3,2 cm, 392 g, sbírka Národního muzea inv. č. P1M200. Foto: D. Velebil.

1988, 11 g) a Northwest Africa 10085 (Severozápadní Afrika, rok 2013, 52,2 g). Jsou bohaté na troilit a železem obalené chondry. Od ostatních skupin chondritů se liší především specifickým poměrem izotopů kyslíku.

Z hlediska systematické klasifikace bývají jednotlivé skupiny chondritů na základě příbuznosti sdružené ještě do vyšší klasifikační jednotky zvané klan. Jsou to klany (CI), (CM-CO), (CV-CK), (CR), (H-L-LL), (EH-EL) s tím, že klan CR zahrnuje skupiny CR, CH a CB. Kromě toho jsou u některých skupin definovány ještě podskupiny.

U všech chondritů určujeme také tzv. petrologický typ. Ten je vyjádřen číslem od 1 do 6 (někdy je používán i stupeň 7), uváděným za písmenným označením skupiny, například H5, L6, LL4, CI1, CM2, CV3, EH3, EL6, R4, K3 apod. Ekvilibrované chondry (stupeň 6 či 7) se vyznačují naprostou homogenitou chemismu minerálů (pyroxenů, olivínů), ke které došlo zahřátím hmoty na 700 až 1000 °C v hlubších partiích planetek. Na opačném spektru jsou chondry, kde se chemismus jednotlivých druhů minerálů liší v širokých mezích a odpovídá rozdílným podmínkám vzniku jednotlivých zrn minerálů (Wasson 1974, 1985). Petrologické typy 1 a 2, typické pro uhlíkaté chondry, vyjadřují spíše stupeň alterace olivínu (coby

primárního minerálu) vodou za vzniku vodnatých fylosilikátů. V takových meteoritech nezůstal záznam o podmínkách panujících v solární mlhovině v době vzniku olivínu. Někdy je rozlišován ještě stupeň šokového postižení olivínu a anortitu daný srážkami planetek, který je vyjádřený symboly S1 až S6 (Stöffler a kol. 1991).

Diferencované meteority členíme na achondry (s. s.) neboli kamenné (silikátové) achondry (konkrétně **angrity**, **aubrity**, **eukrity**, **diogenity** a **howardity**), dále **mesosiderity**, **pallasity** a **železa**. Zvláštními typy diferencovaných meteoritů jsou měsíční neboli **lunární meteority** a **marsovské meteority**, které pocházejí z Měsíce, respektive z Marsu (Weisberg a kol. 2006).

Železné meteority odpovídají jádrům diferencovaných planetek. Představují necelá 2 % všech dosud nalezených meteoritů. V současnosti se dělí do 13 skupin, a to podle obsahu stopových prvků galia, germania a iridia. Jsou to skupiny označované **IC**, **IIAB**, **IIC**, **IID**, **IIE**, **IIF**, **IIG**, **IIIAB**, **IIIE**, **IIIF**, **IVA**, **IVB** a **IAB komplex**. Dalšími stopovými prvky používanými ke

klasifikaci železných meteoritů jsou antimon, arsen, kobalt, měď, zlato, thalium a wolfram. Koncentrace těchto stopových prvků se dávají do poměru k obsahu niklu. Předpokládá se, že železné meteority náležející podle chemismu do jedné skupiny pocházejí ze stejného mateřského tělesa. Skupina označovaná jako IAB komplex zahrnuje podskupiny IAB-MG (IAB main group) a neseskupené meteority, které mimo jiné zahrnují i bývalé skupiny označované dříve jako IAB, IIICD. Železné meteority dvou posledně jmenovaných bývalých skupin (IAB a IIICD) obsahují silikátové inkluze svým složením blízké primitivním chondritům – winonaitům (o nich podrobněji dále v textu). Asi 15 % železných meteoritů nezapadá do žádných z definovaných skupin a označují se jako neseskupené (ungrouped irons).

Pallasity a mesosiderity jsou kamenoželezné meteority. Pallasity (zkráceně PAL) jsou niklová železa, v nichž jsou uzavřena velká zrna olivínu (35–85 obj. %), často průsvitná až průhledná. Jsou považovány za hmotu z rozhraní jádra a pláště diferencovaných planetek a jsou svým chemismem podobné železným meteoritům. Databáze meteoritů v současnosti eviduje 189 položek pallasitů (cca 0,2 % všech meteoritů). Na základě chemismu dělíme pallasity do dvou skupin označovaných **PMG** (hlavní skupina pallasitů – main group), kam patří většina pallasitů, a **PES** (pallasity typu Eagle Station). PMG pallasity odpovídají obsahem stopových prvků i izotopovými poměry železným meteoritům skupiny IIIAB, takže se předpokládá, že železa IIIAB a pallasity PMG pocházejí ze stejného mateřského tělesa. Do této skupiny patří slavné pallasity Krasnojarsk, Brenham, Brahin, Imilac, Esquel či Marjalahti. Pallasitů skupiny Eagle Station (PES) známe pouze pět. Složením niklového železa odpovídají železným meteoritům skupiny IIF a předpokládá se, že pallasity PES a železa IIF mají společné mateřské těleso. Velká část pallasitů ovšem svým složením neodpovídá ani jedné ze dvou definovaných skupin a označujeme je jako neseskupené (**P ungrouped**) – například pyroxenový pallasit (PP) Vermillion (USA, nález 1991, 34,36 kg).

Mesosiderity (zkráceně **MES**) jsou směsí niklového železa a silikátové hmoty tvořené převážně pyroxenem a anortitem. Silikátová komponenta složením zpravidla odpovídá silikátovým achondritům z kůry diferencovaných planetek, jako jsou eukrity či diogenity (o nich dále v textu). Železná komponenta zpravidla odpovídá železům skupiny IIIAB. Předpokládá se, že mesosiderity vznikly srážkou dvou diferencovaných planetek. Databáze meteoritů dnes eviduje 379 položek mesosideritů (asi 0,5 % všech meteoritů). Mezi nejznámější patří meteority Estherville (USA, pád 1879, 320 kg) či Vaca Muerta (Chile, nález 1861, celkem asi 4 tuny úlomků) (Meteorite.fr, MetBullDat).

Mezi čistě kamenné (silikátové) achondrity (s. s.) patří, jak už bylo řečeno, howardity, eukrity, diogenity, angrity a aubrity. První tři z nich, tedy howardity (**HOW**), eukrity (**EUC**) a diogenity (**DIO**), tvoří tři samostatné skupiny meteoritů, někdy souhrnně označované zkratkou HED. Jsou podobné pozemským magmatickým horninám, jako jsou bazalty, dolerity a gabra, to znamená, že prošly výraznou magmatickou diferenciací. HED meteority mají některé společné izotopové a chemické charakteristiky a předpokládá se, že pocházejí z jednoho velkého, silně diferencovaného asteroidu, kterým by, jak se zdá, mohl být asteroid 4 Vesta, třetí největší asteroid Sluneční soustavy o průměru 530 km. V blízkosti jižního pólu Vesty se nachází gigantický, 13 km hluboký impaktní kráter. Během impaktu, při němž vznikl tento kráter, byly vyvrženy velké kusy hmoty, z nichž se vytvořily menší asteroidy, tzv. Vestoidy neboli „děti Vesty“. A právě tyto Vestoidy by měly být zdrojem howarditů, eukritů a diogenitů. HED meteority představují asi 4 % všech meteoritů.

Eukrity jsou nejčastějšími kamennými achondrity. Jsou to mimozemské bazalty pocházející z kůry mateřského tělesa. Jsou tvořené pyroxeny enstatitem, ferosilitem, pigeonitem a Ca-plagioklasem (anortitem). Kromě toho obsahují troilit, chromit a niklové železo. Eukrity představují 2,5 % všech meteoritů (dnes v databázi 1950 položek). Na základě mineralogických a chemických charakteristik se skupina eukritů člení ještě do několika podskupin. Mezi nejznámější eukrity patří meteority Stonařov/Stannern (Česko, pád 1808, 52 kg), Jonzac (Francie, pád 1819, 5 kg), Juvinas (Francie, pád 1821, 91 kg) či Millbillillie (Austrálie, pád 1960, 330 kg).

Diogenity jsou pojmenované po řeckém filozofovi Diogénovi. Jsou tvořené především enstatitem a menším množstvím olivínu a anortitu. Jsou to kumuláty s hrubými zrny pyroxenu vzniklé v hlubších částech kůry; například diogenit Tatahouine (Tunisko, pád 1931, 12 kg) obsahuje zelené, 1 cm velké krystaly enstatitu. Databáze meteoritů dnes zahrnuje 675 položek diogenitů (Meteorite.fr, MetBullDat).

Howardity jsou pojmenované po anglickém chemikovi Edwardu Howardovi (1774–1816), který se zabýval složením meteoritů. Howardity mají směsné složení, jsou to polymiktní brekcie tvořené klasty eukritového, diogenitového, uhlíkatochondritového složení a zcela přetavenými klasty. Jsou to vlastně regolitové brekcie z povrchu kůry vzniklé během mohutného impaktu. Uzavřeniny uhlíkatého chondritu pocházejí z impaktoru. Databáze meteoritů dnes eviduje 468 položek howarditů.

Dalšími dvěma skupinami achondritů jsou angrity (**ANG**) a aubrity (**AUB**). Angrity jsou pojmenovány podle meteoritu Angre des Reis (Brazílie, pád 1869, 1,5 kg). V angritech převládá titanem a hliníkem nabožený diopsid, dalšími minerály jsou anortit, minoritní je olivín a kirchsteinit $\text{CaFe}^{2+}\text{SiO}_4$ (minerál ze skupiny olivínu). Jsou to nejstarší známé magmatické horniny pocházející z jednoho z prvních diferencovaných asteroidů rozvíjející se Sluneční soustavy, který vznikl přepracováním chondritové hmoty. Angrity jsou velmi vzácné, databáze meteoritů jich dnes eviduje pouze 54 (0,07 % všech známých meteoritů).

Aubrity jsou pojmenovány podle meteoritu Aubres (Francie, pád 1836, 800 g). Jsou tvořené převážně enstatitem a někdy bývají označovány také jako enstatitové achondrity. Obsahují také malé a proměnlivé množství olivínu, niklového železa a troilitu. Je to patrně magmaticky přepracovaná hmota složená enstatitových chondritů. Jsou bílé se světlou povrchovou kůrou a většinou brekcionované, což svědčí o srážce jejich mateřského tělesa. Dnes je evidováno pouze 91 položek aubritů (0,12 % všech meteoritů). Mezi aubrity patří i poměrně nedávný pád meteoritu Ribbeck z. od Berlína v roce 2024 (nalezeno bylo několik desítek úlomků o celkové hmotnosti asi 1800 g).

Měsíční neboli lunární meteority (**LUN**) jsou horniny pocházející z Měsíce, z něhož byly vyraženy během velkých impaktových událostí. Jsou podobné kamenům dopraveným na Zemi během misí Apollo a Luna, charakteristický je pro ně zejména specifický poměr manganu a železa a poměr izotopů kyslíku. Většina lunaitů jsou různé typy polymiktních regolitových brekcií, vzniklých během impaktových procesů. Obsahují hojně světlé klasty tvořené anortozity, tj. horninami tvořenými převážně anortitem (s menším množstvím pyroxenu a olivínu). Rozlišujeme různé petrologické typy lunárních meteoritů pocházející z různých míst povrchu Měsíce, jako jsou anortozitové brekcie, bazaltové brekcie, brekcie s přetaveným materiálem, troktolitové natavené brekcie, anortozity, gabra, bazalty, troktolity či anortozitové troktolity. Databáze meteoritů dnes eviduje 716 záznamů lunárních meteoritů, což představuje 0,9 % všech meteoritů (Meteorite.fr, MetBullDat).

Mezi diferencované meteority patří také marsovské meteority pocházející pravděpodobně z Marsu, z něhož byly vyraženy během impaktů mimořádně velkých meteoritů na povrch planety. Souhrnně bývají označovány také zkratkou SNC („sniky“), odvozenou podle historických pádů meteoritů Shergotty (Indie, pád 1865, 5 kg), Nakhla (Egypt, pád 1911, 10 kg) a Chassigny (Francie, pád 1815, 4 kg), které představují odlišné horninové typy z jednoho mateřského tělesa. V porovnání s ostatními meteority jsou to horniny relativně mladé, vykrytalizovaly před 1,35 až 0,15 miliardy let, zatímco většina meteoritů má stáří okolo 4,5 miliardy let, nejmladší měsíční meteority jsou staré 2,8 miliardy let. Z toho vyplývá, že pocházejí z mateřského tělesa, které si dlouho uchovalo magmatickou aktivitu, a tím by měla být planeta. Kromě toho vykazují jedinečnou frakcionační linii izotopů kyslíku, odlišnou od pozemských hornin, a byly v nich nalezeny inkluze plynu, který je svým složením totožný se složením marsovské atmosféry, jak ji známe díky marsovským sondám.

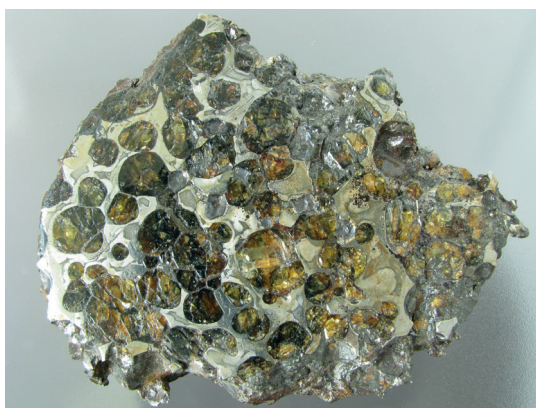
Rozlišujeme čtyři skupiny marsovských meteoritů: shergottity (**SHE**), nakhly (**NAK**), chassignity (**CHA**) a ortopyroxenity (**OPX**). Shergottity jsou nejhojnější skupinou marsovských meteoritů. Je pro ně charakteristické, že obsahují maskelynit, tedy sklo vzniklé šokovou

přeměnou plagioklasu během impaktu. Jinak mají shergottity složení podobné pozemským bazaltům (pigeonit + augit + maskelynit) a lherzolitům (olivín + ortopyroxen + maskelynit + chromit). Nakhlyty jsou jemnozrnné klinopyroxenity tvořené kumulovanými krystaly augitu obklopenými minoritním olivínem a alkalickým živcem. Přítomné bývají i amfibol, smektit, oxidy a hydroxidy železa a chlorit, které jsou produktem preterestrické alterace primárních minerálů. Chassignity známe zatím pouze dva, kromě meteoritu Chassigny je to ještě meteorit NWA 8694 (Maroko, nález 2014, 54,8 g). Jsou obdobou pozemských dunitů, to znamená, že jsou tvořené převážně olivínem, konkrétně fayalitem, v menší míře i klinopyroxenem, plagioklasem a chromitem. Ortopyroxenit je znám pouze jeden, a to meteorit Allan Hills 84001 (Antarktida, nález 1984, 1,9 kg). Je tvořen z 97 % enstatitem, zbytek připadá na maskelynit, chromit a karbonát. Databáze meteoritů dnes eviduje celkem 395 marsovských meteoritů (0,5 % všech meteoritů) (Meteorite.fr, MetBullDat).

Přechodem mezi nediferencovanými meteority (chondrity) a diferencovanými meteority jsou tzv. **primitivní achondrity** (zkráceně PAC). Zahrnují několik velmi odlišných skupin, které mají společné to, že se do určité míry podobají svým chondritovým „předkům“. Mají složení blízké chondritům, ale ztratily jejich původní strukturu. Pravděpodobně vznikly v malých mateřských tělesech chondritového složení a posléze byly jen částečně přetaveny a diferencovány akrečními a impaktivními procesy. Poté byly rychle ochlazeny. Mezi primitivní chondrity patří **acapulcoity (ACA)**, **lodranity (LOD)**, **brachinity (BRA)** a **winonaity (WIN)**. Primitivní achondrity představují 0,5 % všech meteoritů.

Acapulcoity mají jméno podle meteoritu Acapulco (Mexiko, pád 1976, 1914 g). Až na výjimky neobsahují žádné reliktní chondry, jsou tvořené hlavně olivínem a ortopyroxenem, méně anortitem, niklovým železem a troilitem. Od chondritů se odlišují poměrem izotopů kyslíku. Lodranity jsou pojmenované podle meteoritu Lodran (Pákistán, pád 1868, 1 kg). Jsou tvořené silikáty (olivín + ortopyroxen + anortit) a niklovým železem zhruba ve stejném poměru, takže připomínají mesosiderity, od nichž se ale liší izotopovými poměry kyslíku, obdobnými jako u acapulcoitů. Předpokládá se, že acapulcoity a lodranity pocházejí ze stejného mateřského tělesa, jen lodranity z větších hloubek, protože byly podrobeny intenzivnějšímu a delšímu tepelnému zpracování. Mluvíme proto souhrnně o klanu acapulcoit-lodranit.

Brachinity jsou pojmenovány podle meteoritu Brachina (Austrálie,



Obr. 15. Meteorit Krasnojarsk, Rusko, pallasit PMG-an, 8 × 6,4 × 2,7 cm, 207 g, sbírka Národního muzea inv. č. P1M370. Foto: D. Velebil.



Obr. 16. Meteorit Steinbach, Německo, železo IVA-an, 6 × 2,8 × 1,1 cm, 78 g, sbírka Národního muzea inv. č. P1M35. Foto: D. Velebil.



Obr. 17. Meteorit Seymchan, Rusko, pallasit PMG, $17,5 \times 11 \times 0,2$ cm, 189 g, sbírka Národního muzea inv. č. P1M514. Foto: D. Velebil.



Obr. 18. Meteorit Estherville, USA, mesosiderit A3/4, $6,8 \times 5,4 \times 1,6$ cm, 235 g, sbírka Národního muzea inv. č. P1M62. Foto: D. Velebil.



Obr. 19. Meteorit Vaca Muerta, mesosiderit A1, $6,8 \times 3,6 \times 1,2$ cm, 50 g, sbírka Národního muzea inv. č. P1M99. Foto: D. Velebil.

nález 1974, 203 g). Tvořeny jsou hlavně drobnými izometrickými zrny fayalitu, mezi nimiž je menší množství pyroxenu (klino- i ortopyroxenu) a anortitu; kov téměř zcela chybí. Od jiných achondritů se liší charakteristickými vzory stopových prvků a izotopů kyslíku.

Winonaity jsou pojmenovány podle typového meteoritu Winona (USA, nález 1928, 24 kg). Ten byl nalezen v ruinách starého indiánského sídla Elden Pueblo v Arizoně, které bylo obydleno přibližně v letech 1070 až 1275. Zdá se, že obyvatelé osady meteorit viděli padat a poté jej uctívali. Winonaity jsou tvořené převážně jemnozrnným pyroxenem a méně forsteritem, troilitem a niklovým železem.

Poněkud problematické systematické postavení mají **ureility (URE)**, pojmenované podle typového meteoritu Novo-Urei (Rusko, pád 1886, 1900 g). Místní obyvatelé našli po pádu několik kamenů, přičemž první nalezený rozbili na malé kousky a z neznámých důvodů snědli. Ureility jsou tvořené olivínem a pigeonitem, mezi jejichž zrny se nachází grafit, diamant, niklové železo a troilit. Některé jsou polymiktními brekciemi s heterogenním složením. Interpretace vzniku ureilitů je nejednoznačná. Podle mineralogického složení a izotopů kyslíku jsou to primitivní achondrity, podle vzoru stopových prvků jsou to spíše vysoce diferencované horniny. Dnes je evidováno 725 položek ureilitů, což představuje 0,94 % všech meteoritů (Meteorite.fr, MetBullDat).

Četnost zastoupení jednotlivých typů meteoritů v muzejních sbírkách neodpovídá četnosti jejich pádů a nálezů na Zemi. Z hlediska pádů a nálezů jsou na Zemi nejčastější obecné chondrity, kterých je 85 %. Pokud jde o další typy meteoritů, je jejich četnost následující: uhlíkaté chondrity 4 %, enstatitové chondrity 0,9 %, R- a K-chondrity 0,1 %, železné meteority 1,8 %, pallasity 0,25 %, HED meteority 4 % (konkrétně eukrity 2,5 %), angrity 0,07 %, aubrity 0,12 %, lunaity 0,9 %, marsovské meteority 0,5 %, primitivní achondrity 0,34 %, ureility 0,94 % (MetBullDat).

Může být překvapivé, že nálezů a pádů železných meteoritů je jenom 1,8 %, přitom ve sbírkách jsou železa zastoupená poměrně hojně (např. ve sbírce NM 124 pádů a nálezů železa a 193 pádů a nálezů obecných chondritů). Železné meteority jsou sice co do počtu pádů a nálezů poměrně vzácné, co do objemu hmoty ale dominují, proto jsou v hojně míře zastoupeny i ve sbírkách. Odhaduje se, že všechny doposud nalezené železné meteority mají dohromady hmotnost více než 500 tun, což představuje asi 90 % celkové hmotnosti všech nalezených meteoritů.

Mnoho pádů a nálezů meteoritických želez se vyznačuje velkým objemem, popřípadě i četností jednotlivých kusů. Týká se to v první řadě meteoritů Campo del Cielo (celkově více než 100 t hmoty), Aletai (74 t), Hoba (60 t), Cape York (58 t), Canyon Diablo (30 t), Gibeon (26 t), Sikhote Alin (23 t) atd. Než započal systematický sběr meteoritů v pouštích a robotický sběr na Antarktidě, byla meteoritická železa nacházena oproti kamenným meteoritům relativně častěji než dnes, protože jsou pro svou hmotnost a kovové složení daleko nápadnější. Meteority z Antarktidy, přestože jsou nyní zdaleka nejhojnější, se na sběratelském trhu prakticky neobjevují, protože sběr na Antarktidě není prováděn soukromými lovci meteoritů, ale profesionálními institucemi, v jejichž držení nalezené meteority zůstávají.

Pokud jde o největší jednotlivé kusy meteoritů, jasně dominují železa: Hoba (Namibie, 60 t), Cape York – Ahnighito (Grónsko, 31 t), Campo del Cielo – Gancedo (Argentina, 31 t), Campo del Cielo – El Chaco (Argentina, 29 t), Aletai – Armanty (Čína, 28 t), Aletai – WuQilike (23 t), Bacubirito (Mexiko, 22 t), přičemž meteorit Hoba stále spočívá na místě, kde spadl, a meteorit El Chaco víceméně také, i když bylo učiněno několik pokusů o jeho krádež. Na místě pádu spočívá také 10. největší meteorit Mbosi (Tanzanie, 16 t).

Největší kamenoželezné meteority jsou: Huckitta (Austrálie, 1,4 t), Fukang (Čína, 1007 kg), Krasnojarsk (Rusko, 700 kg), Brenham (USA, 450 kg). Největší kamenné meteority jsou: Jilin (Čína, 1770 kg), Norton County (USA, 1073 kg, aubrit!), Čeljabinsk (Rusko, 570 kg) a Long Island (USA, 564 kg). Všechna právě vyjmenovaná železa, železokameny a kameny jsou s výjimkou meteoritů Hoba, Fukang a Norton County zastoupeny i ve sbírce Národního muzea.

Při úvahách nad interpretací původu meteoritů klasifikovaných jako marsovské a měsíční se nabídnou hypotetická otázka, jestli nemohou existovat také terestrické meteority,

tj. materiál, který byl v dávných geologických dobách ze Země vyražen impaktem a posléze se vrátil v podobě meteoritu (Simms 2011). Zatím takový meteorit popsán nebyl, zato byl identifikován kousek pozemské horniny z jedné z mnoha ukázek měsíčních hornin dopravených na Zemi během amerického programu Apollo. Anortozitová polymiktní měsíční brekie obsahovala úlomek žuly, považovaný za pozemský, tzn. dopravený na Měsíc jako pozemský meteorit (Bellucci a kol. 2019).

Sbírka meteoritů Národního muzea a její struktura

První meteority byly Národním muzeem získány již nedlouho po jeho vzniku. Roku 1824 daroval hrabě Eugen z Vrba Národnímu muzeu (tehdy ještě Vlastenskému muzeu) meteorit z Praskoles u Žebráku. Roku 1830 daroval Národnímu muzeu baron František Malovec ze Skalice, majitel panství Bohumilice-Skalice, meteorické železo z Bohumilic a roku 1836 JUDr. J. šlechtic Löhner meteority z Lysé nad Labem a ze Stonařova (Tuček 1978).

Další meteority přibývaly do Národního muzea dary, koupěmi a výměnami i ve druhé polovině 19. století, v té době ovšem ještě netvořily samostatnou kolekci, ale byly součástí sbírky minerálů. Roku 1882 nastoupil do Národního muzea významný mineralog profesor Karel Vrba (od roku 1895 ředitel mineralogicko-petrologického oddělení), který se významně zasloužil o založení samostatné sbírky meteoritů a její následné obohacování a rozvoj. Za jeho působení došlo k jejímu největšímu rozšíření.

Sám Vrba k tomu poznamenal: „*Byv r. 1882 pověřen řízením mineralogicko-petrografického oddělení Musea království Českého, našel jsem meteority zařaděny ve sbírce mineralogické, celkem 17 pádů a nálezů – 9 želez a 8 kamenů. Velmi skrovné prostředky, jimiž jsem z počátku disponoval, nedovolovaly v prvých letech pomýšletí na založení zvláštní sbírky meteoritů.*“ (Vrba 1904). Po roce 1892, kdy byla dostavěna nová budova muzea na Václavském náměstí, získal Vrba více peněz na nákup meteoritů formou zemských dotací, v čemž byl podporován jednatelem muzea Bohuslavem Jirušem (Vrba 1904, Běličová 2013, Velebil 2013).

Roku 1895 byla zřízena a roku 1901 rozšířena samostatná expozice meteoritů. V roce 1904, kdy Karel Vrba vydal tiskem katalog muzejní sbírky meteoritů, obsahovala sbírka 181 pádů a nálezů a celkem sestávala z 218 jednotlivých kusů (Vrba 1904). Přibližně v roce 1910 zavedl Vrba samostatný inventář sbírky meteoritů, čímž se sbírka meteoritů konečně formálně oddělila od sbírky minerálů. Koupěmi a výměnami byla velmi rychle rozšiřována, takže v roce 1914, kdy Vrba vydal tiskem druhý katalog sbírky, již zahrnovala 255 pádů a nálezů a celkem 308 kusů (Vrba 1914). Expozice meteoritů byla opět rozšířena o nové akvizice.

Počáteční vývoj inventářů meteoritů je poněkud nejasný, protože Vrbův inventář v podobě ručně psané svázané knihy obsahuje dvojí číslování. Druhý v knize uvedené číslování (nesouvislé) končí číslem K255 v roce 1914. Toto druhé číslování s písmenem K na začátku budí dojem, že existoval ještě nějaký starší Vrbou vedený soupis. Zároveň ale byly meteority zapisovány do mineralogického inventáře založeného již Franzem Xaverem Zippem, a to až do roku 1916 (Tuček 1978).

Vrba zapisoval do inventáře meteoritů až do roku 1919 a skončil číslem 262. Po Vrbově smrti pokračovala v zapisování do inventáře jeho nástupkyně Ludmila Slavíková, a to až do čísla 275 v roce 1937, kdy sbírka zahrnovala 275 pádů a nálezů. Pak byl Vrbův inventář veden Karlem Tučkem, a to až do roku 1959, kdy končil číslem 315. Tuček byl dlouholetým vedoucím (1939–1950 a 1956–1976) mineralogicko-petrologického oddělení Národního muzea a jednou z jeho odborných specializací byla právě meteoritika (Tuček 1981).

V roce 1959 založil Tuček inventář nový, dodnes platný, a záhy jej také publikoval (Tuček 1966). Starý Vrbův inventář již nevyhovoval, protože byl veden podle pádů a nálezů a další kusy ze stejného pádu či nálezu byly k původní položce připisovány pod písmeny a, b, c... Zároveň v něm nebylo místo pro podrobnější popis jednotlivých kamenů. Nový Tučkův inventář byl veden po jednotlivých kusech a podrobněji. Ve stejné době byly pořizeny i dva lístkové katalogy sbírky, jeden chronologický a druhý abecedně řazený podle názvů (míst pádů a nálezů) meteoritů.



Obr. 20. Meteorit NWA6963, Oued Touflit, Maroko, marsovský (shergottit), $5,7 \times 4,5 \times 3,5$ cm, 122,5 g, sbírka Národního muzea inv. č. P1M517. Foto: D. Velebil.



Obr. 21. Meteorit NWA10203, Mauritanie, lunární, $4,6 \times 3,5 \times 2,6$ cm, 78,9 g, sbírka Národního muzea inv. č. P1M518. Foto: D. Velebil.



Obr. 22. Meteorit Stonařov (Stannern), Morava, eukrit, $7,4 \times 6,5 \times 4,1$ cm, 173,5 g, sbírka Národního muzea inv. č. P1M356. Foto: D. Velebil.



Obr. 23. Současná stálá expozice meteoritů v Historické budově Národního muzea na Václavském náměstí v Praze. Foto: D. Velebil.

Po Tučkově odchodu do důchodu v roce 1976 se stala kurátorkou sbírky meteoritů a zároveň vedoucí mineralogicko-petrologického oddělení specialista na problematiku meteoritů Marcela Bukovanská a byla jí až do roku 1995. V roce 1976 zahrnovala muzejní sbírka meteoritů 432 inventárních položek a v roce 1995 celkem 468 položek. V letech 1995 a 1996 byl pověřeným správcem sbírky Roman Skála a v letech 1996 až 2010 Jiří Litochleb. Od roku 2011, kdy sbírka zahrnovala 495 položek, je kurátorem sbírky Dalibor Velebil, přičemž ke konci roku 2024 čítala sbírka 553 inventárních položek meteoritů.

Ke konci roku 2024 zahrnuje muzejní sbírka celkem **376 jednotlivých pádů a nálezů**. Pokud tento soubor 376 pádů a nálezů rozebereme z hlediska současné klasifikace meteoritů, zjišťujeme že ve sbírce převládají nediferencované meteority neboli chondrity, kterých je celkem 208 pádů a nálezů, z toho **obecných chondritů je 193, uhlíkatých 11 a enstatitových 5**. Ve sbírce nejsou zastoupeny žádné chondrity skupin R a K.

Uhlíkaté chondrity skupiny CI jsou zastoupené třemi položkami meteoritu Orgueil, mezi nimi excelentním celotvarem o hmotnosti 364 g (P1M228), který je asi nejvýznamnější položkou sbírky meteoritů Národního muzea. Uhlíkaté chondrity skupiny CM jsou zastoupeny typovým meteoritem Mighei (P1M227, 84 g) a velmi známým meteoritem Murchison (P1M444, 34 g). Meteority skupiny CV jsou zastoupeny známými meteority Allende (P1M420, 722 g) a Grosnaja (P1M111, 15 g). Uhlíkaté chondrity skupiny CO jsou zastoupené mimo jiné ukázkou meteoritu Lancé (P1M184, 195 g). Ve sbírce nejsou žádné meteority skupin CK a CB.

Enstatitové chondrity jsou zastoupené například ukázkami meteoritů Pillistfer (P1M56, 123 g, pád 1863), Khairpur (P1M295, 92 g, pád 1873), Indarch (P1M226, 30 g, pád 1891) a Eagle (P1M460, 14,7 g, nález 1947). Ze známějších obecných chondritů ve sbírce můžeme jmenovat například meteority Ensisheim (P1M121, 29 g, pád 1492), Albareto (P1M256, 2,5 g, pád 1766), Mauerkirchen (P1M195, 62 g, pád 1786), Barbotan (P1M168, 121,5 g, pád 1790), Siena (P1M124, 57 g, pád 1794), L'Aigle (P1M10, 161 g, pád 1803), Buschhof (P1M55, 74,2 g, pád 1863) nebo Čeljabinsk (P1M515, 136,6 g, pád 2013).

Diferencovaných meteoritů je ve sbírce Národního muzea 168 pádů a nálezů. Pevládají **železa**, kterých je **124, pallasitů je 17, mesosideritů 8, eukritů 6, diogenity 2, aubrit 1, ureilit 1, měsíční meteority 4, marsovské 4**. Ve sbírce není zastoupen žádný howardit, angrit ani primitivní achondrit.

Ze známějších meteorických želez zastoupených ve sbírce můžeme jmenovat například meteority Broumov (Braunau, P1M365, 17,23 kg), Campo del Cielo (P1M521, 83 kg), Canyon Diablo (P1M224, 69,2 kg), Cape York (P1M374, 1093 g), Gibeon (P1M301, 10,65 kg), Henbury (P1M314, 349 g), Loket (Elbogen, P1M327, 6,6 kg), Mundrabilia (P1M432, 3,53 kg), Odessa (P1M415, 15 kg), Sikhote Alin (P1M383, 2,44 kg), Steinbach (P1M35, 78 g), Toluca (P1M207, 18,35 kg). Pallasity jsou zastoupeny například typovým meteoritem skupiny PES Eagle Station (P1M63, 132 g), dále známými pallasity Krasnojarsk (P1M336, 295 g), Brenham (P1N31, 299 g), Brahin (P1M126, 248 g), Imilac (P1M372, 285 g) a Marjalahti (P1M191, 133 g).

Mesosiderity jsou zastoupeny například známými meteority Estherville (P1M62, 235 g) a Vaca Muerta (P1M72, 155 g), eukrity: Stonařov (Stannern, P1M7, 244 g), Jonzac (P1M81, 14 g), Juvinas (P1M239, 196 g), Millbillillie (P1M464, 294 g), diogenity: Shalka (P1M229, 31 g) a Tatahouine (P1M315, 10 g), aubrity: Peña Blanca Spring (P1M489, 0,6 g), ureility: typovým vzorkem Novo-Urei (P1M304, 17 g), měsíční meteority: NWA10203 (P1M518, 78,9 g), marsovské meteority: typovým vzorkem nakhlitu Nakhla (P1M299, 23 g) a ukázkami meteoritů Zagami (P1M473, 3,15 g) a NWA6963 (P1M517, 122,5 g).

Závěr

Klasifikace meteoritů se neustále vyvíjí a lze předpokládat, že tomu tak bude i nadále a že budou vznikat další klasifikační skupiny a jiné zanikat, respektive slučovat se. Sběrka meteoritů Národního muzea zahrnuje většinu, i když zdaleka ne všechny zástupce dnes definovaných klasifikačních skupin. Sběrka je cenná zejména proto, že obsahuje množství historických ukázek meteoritů, dnes již nedostupných, včetně výrazných ukázek českých meteoritů a včetně z hlediska klasifikace typových meteoritů Mighei, Novo-Urei, Eagle Station a Nakhla. Velmi hodnotný je výrazný celotvar uhlikatého chondritu Orgueil. Výjimečná je také excelentní ukázka celotvaru meteoritu Broumov.

Ke konci února 2025 eviduje mezinárodní databáze meteoritů více než 77 tisíc platných názvů meteoritů, přičemž ročně přibývá okolo 1500 nových položek (MetBullDat), z toho je průměrně ročně jen 10 meteoritů nalezených po pozorovaném pádu. V letech 2015 až 2024, tj. za posledních deset let, se v mezinárodní databázi meteoritů objevilo celkem 106 položek nových meteoritů nalezených po pádu. Z toho se pět ukázek dostalo i do sbírky Národního muzea. Jsou to meteority Hradec Králové (P1M519, pád 2016, 108,9 g), Ozerki (P1M535, pád 2018, 171,5 g), Benenitra (P1M561, pád 2018, 148 g), Viñales (P1M522-523, pád 2019, 26,9 a 20,6 g) a Santa Filomena (P1M534, pád 2020, 171 g). Odhaduje se přitom, že ročně dopadne na zemský povrch asi 500 meteoritů, přičemž většina z nich skončí v moři či v odlehklých neobydlených oblastech, často nejsou pády ani pozorovány nebo jsou pozorovány a meteorit není kvůli nepřístupnosti terénu hledán, anebo je hledán, ale není nalezen (např. v roce 2017 v Českých Budějovicích a v roce 2020 v Jizerských horách). Kromě toho dopadá na zemský povrch ročně odhadem asi 5000 tun kosmického prachu (mikrometeoritů).

Poděkování

Tato práce vznikla za finanční podpory Ministerstva kultury ČR v rámci institucionálního financování dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace Národní muzeum (DKRVO 2024-2028/1.III.b, 00023272).

Literatura

- Běličová M., 2013: Bohuslav šlechtic Jiruš a jeho odkaz Národnímu muzeu. – Sborník Národního muzea v Praze, Řada A – Historie 67, 3–4: 4–12.
- Bellucci J. J., Nemchin A. A., Grange M., Robinson K. L., Collins G., Whitehouse M. J., Snape J. F., Norman M. D., Kring D. A., 2019: Terrestrial-like zircon in a clast from an Apollo 14 breccia. – Earth and Planetary Science Letters 510: 173–185. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2019.01.010>

- Buchwald V. F., 1975: Handbook of Iron Meteorites Vol. 1. Iron meteorites in General. – Berkeley: University California Press, 243 pp.
- Hutchinson R., 2006: Meteorites: A Petrologic, Chemical and Isotopic Synthesis. – Cambridge: Cambridge University Press, 524 pp.
- Krot A. N., Keil K., Scott E. R. D., Goodrich C. A., Weisberg M. K., 2014: Classification of Meteorites and Their Genetic Relationships. – In: A. M. Davis (ed.): Meteorites and Cosmochemical Processes, Treatise on Geochemistry (Second Edition). Volume 1: 1–63. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-095975-7.00102-9>
- Mason B., 1962: Meteorites. – New York: John Wiley and Sons, 274 pp.
- McCall G. H. J., Bowden A. J., Howarth R. J. (eds.), 2006: The History of Meteoritics and Key Meteorite Collections: Fireballs, Falls and Finds. – Geological Society of London, Special Publication 256: 1–513.
- McSween H. Y., Huss G. R. (eds.), 2010: Cosmogeochimistry. – Cambridge: Cambridge University Press, 549 pp. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511804502>
- Norton O. R., Chitwood L., 2008: Field Guide to Meteors and Meteorites. – Berlin: Springer Science & Business Media, 287 pp. <https://doi.org/10.1007/978-1-84800-157-2>
- Simms M. J., 2011: Where are all the terrestrial Meteorites? – 74th Annual Meteoritical Societa Meeteng (<https://www.researchgate.net/profile/Michael-Simms-2/publication/253883199>).
- Skála R., 1994: Klasifikace a nomenklatura meteoritů. – Bulletin mineralogicko-petrologického oddělení Národního muzea 2: 28–37.
- Stöffler D., Keil K., Scott E. R. D., 1991: Shock metamorphism of carbonaceous chondrites. – Geochimica et Cosmochimic Acta 56: 4281–4293. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(92\)90268-N](https://doi.org/10.1016/0016-7037(92)90268-N)
- Tuček K., 1966: Catalogue of the Collection of Meteorites of the National Museum in Prague. Revised, enlarged and completed edition – State at the end of the year 1965. – Praha: Národní muzeum, 100 pp.
- Tuček K., 1978: Kapitoly z dějin mineralogicko-petrografického oddělení Národního muzea v Praze. – Časopis Národního muzea v Praze, řada přírodovědná 147, 1–4: 1–142.
- Tuček K., 1981: Meteority a jejich výskyty v Československu. – Praha: Academia, 269 pp.
- Velebil D., 2013: Příspěvek Bohuslava Jiruše do mineralogické sbírky a podsбірky meteoritů Národního muzea. – Sborník Národního muzea v Praze, Řada A – Historie 67, 3–4: 35–38.
- Velebil D., Vrtiška L., 2022: Nová expozice meteoritů Národního muzea. – Minerál 30, 2: 152–162.
- Vrba K., 1904: Sběrka meteoritů v Museu království Českého v Praze koncem června 1904. – Praha: Nákladem vlastním v tiskárně Aloisa Wiesnera, 18 pp.
- Vrba K., 1914: Sběrka meteoritů v Museu království Českého v Praze koncem r. 1913. – Praha: Nákladem vlastním v tiskárně Aloisa Wiesnera, 21 pp.
- Wasson J. T., 1974: Meteorites: Classification and Properties. – Berlin: Springer Verlag, 316 pp.
- Wasson J. T., 1985: Meteorites: Their Record of Early Solar-System History. – New York: W. H. Freeman and Co., 267 pp.
- Weisberg M. K., McCoy T. J., Krot A. N., 2006: Systematics and evaluation of meteorite classification. – In: Lauretta, D. S., Sween H. Y. (eds.): Meteorites and the Early Solar System II. 19–52. Tucson: University of Arizona Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctv1v7zdm.8>

Internet

- Meteoritical Bulletin Database. – International Society for Meteoritics and Planetary Science: <https://www.ipsi.usra.edu/meteor/metbull.php> [Přístup: 25. 2. 2025.]
- Meteorite.fr – All about Meteorites (1998–2023): <https://www.meteorite.fr> [Přístup: 25. 2. 2025.]