

## Geologická expozice na HPHK

ke každé položce odstaveček textu s odkazy na obr...???

Z čeho je Země?

Vznik a vývoj Země, desková tektonika

obr. 1

obr. 2

obr. 3

Z čeho jsou hvězdy a vesmír?  
Temná hmota a energie, WMAP

Jaké jsou základní minerály a horniny

Co je minerál a hornina?

Mohsova stupnice tvrdosti a krystalové soustavy — projev mikroskopické struktury hmoty.

tab. 1

tab. 2

Které horniny najdeme v našem okolí?

Geologie Královéhradeckého kraje

obr. 4

obr. 5

obr. 6

obr. 7

Co nám říkají meteority?

Jak se určuje stáří Země? (radiometrická metoda)

tab. 3

Co jsou impaktní krátery?

obr. 9

obr. 10

obr. 11

obr. 12

obr. 14

obr. 15

obr. 16

Vznik vltavínů

obr. 13

obr. 8

# Primitivní horiny

Model meteoritu Morávka ???

Zakoupení stonařovského achondritu příp. jiných meteoritů z NM? ???

# Vyvřelé horniny

Aa láva z relativně nedávné erupce sopky Etna.

Lokalita: Montagnola (2700 m n. m.), Etna, Sicílie, Itálie.

Nález: M. Brož (srpen 2001).

Andezit a jeho pyroklastikum s amfibolem, třetihory – neogén. Lokalita: Sitno, cesta od Počúvadla, Štiavnické vrchy, Slovensko. Nález: M. Brož (srpen 2000).

Nefelinický nefrit (hornina podobná žnělci) s natrolitem. Pochází z Kunětické hory (307 m n. m.), což je z třetihorní lakolit (tj. kupa vyvřelá v podzemí a odhalená erozí). Lokalita: Kunětická hora, Pardubice, ČR.

Nález: M. Brož (2002).

Světlá žula z oblasti Žulové. Žula je hornina tvořená různými druhy živců, křemenem a slídami. Je to hlubinná vyvřelina, což potvrzuje její hrubá krystalická struktura, které vzniká při pomalém chladnutí magmatu v podzemí. Na povrch se dostala až po pozdějším vyzdvižení a erozi nadložních vrstev.

Lokalita: Kaltenštejn, Hradisko, Žulová, Jeseníky, ČR.

Nález: M. Brož (srpen 2001).

# Usazené horniny

Fosilie amonita nalezená ve vápenci z Podbielu (Mišík, 1976). Amoniti jsou vyhynulí hlavonožci se spirálovitými vápnitými schránkami. Obývali moře od devonu do křídy. Byli predátoři (největší druh měl velikost 2 m) — živili se drobnými členovci a rybami. Jsou vůdčími zkamenělinami druhohor, je jich známo více než 10 000 druhů. Lokalita: Červená skala, Podbiel, Slovensko. Nález: M. Brož (duben 2001).

Šedý jemnozrný vápenec dvorecko–prokopského souvrství, stupeň prag, spodní devon. V hornině jsou patrné tmavší chodbičky červů (Chlupáč, 1999, s. 154). Lokalita: lom u kapličky u Barrandovy skály, Praha, ČR. Nález: M. Brož (květen 2000).

Barrandovo naleziště „Butovice“ — loděnkovití hlavonožci (Nautiloidea) v konkracích šedých vápenců. Kopanincké souvrství, silur (Chlupáč, 1999, s. 92). Lokalita: Praha – Jinonice, ČR. Nález: M. Brož (srpen 2000).

„Ortocerový“ vápenec s prokřemenělým loděnkovitým hlavonožcem (Chlupáč, 1999, s. 92). Lokalita: Kovářova mez, Praha — Jinonice. Nález: M. Brož (srpen 2000).

Silurská vápnitá břidlice se zkamenělinou graptolita (Chlupáč, 1999, s. 102). Graptoliti jsou vyhynulí mořští polostrunatci. Kostru měli zpevněnou pružnou osou. Žili v koloniích, a to od středního kambria až do spodního karbonu. Lokalita: Loděnice, Barrandien, ČR. Nález: M. Brož (duben 2000).

Graptolitové břidlice, silur, liteňské souvrství (Chlupáč, 1999, s. 87). Lokalita: lom na Vyskočilce, Malá Chuchle, Praha, ČR. Nález: M. Brož (květen 2000).

Amonit a belemnit ve druhohorním vápenci. Lokalita: Malý Atlas, Maroko. Nález: M. Lehký (1993).



Úlomky schránek korálů. Většina vápence ( $\text{CaCO}_3$ ) na povrchu Země je organického původu. Lokalita: ostrov Cayo Sombrero, Venezuela. Nález: M. Lehký (1998).

## Přeměněné horniny

*Svor* z Obřích skal. Jako svory se označují horniny, které vznikly výraznější tlakovou a teplotní přeměnou jílových a písčitých usazenin. Ruly, svory a fylity se podílejí na stavbě většiny našich pohoří (Krkonoš, Hrubého Jeseníku, Orlických hor, Šumavy, Krušných hor, Českomoravské vrchoviny). Lokalita: Obří skály, Lipová, Jeseníky, ČR. Nález: M. Brož (srpen 2001).

Epidotický (páskovaný) *amfibolit* — vysoce metamorfovaná, břidličnatá hornina, která vznikla pravděpodobně přeměnou hornin oceánské kůry, především bazaltu. Zelené pásy jsou tvořené hlavně minerálem epidotem ( $\text{Ca}_2(\text{Fe}^{3+}\text{Al})\text{Al}_2(\text{SiO}_4)(\text{Si}_2\text{O}_7)\text{O}(\text{OH})$ ), zatímco černé amfibolem. Lokalita: Římovický potok, Římovice, Golčův Jeníkov, ČR. Nález: M. Brož (2003).

## Brekcie

## Ukázky minerálů

Žluté krystaly *pyritu* ( $\text{FeS}_2$ ) v *křemeni* ( $\text{SiO}_2$ ). Sulfidy jako pyrit nebo troilit ( $\text{FeS}$ ) jsou zřejmě hojné v nitrech terestrických planet (obr. 2). Lokalita: Edelštejn, Zlaté Hory, Jeseníky, ČR. Nález: M. Brož (srpen 2001).

Minerál *rutil* ( $\text{TiO}_2$ ) nalezený v náplavech Římovického potoka. Lokalita: Římovický potok, Římovice, Golčův Jeníkov, ČR. Nález: M. Brož (2003).

*Magnetit* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ). Oxidy železa (např. hematit  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , limonit  $\text{HFeO}_2$  a magnetit) pokrývají povrch Marsu a způsobují jeho červenou barvu. Lokalita: důl Měděnec, Krušné hory, ČR. Nález: M. Brož (2003).

Křišťál — pravidelné, čisté krystaly křemene ( $\text{SiO}_2$ ). Kyslík a křemík jsou nejběžnějšími prvky zemské kůry (obr. 1). Lokalita: Křišťálové údolí na stolové hoře Roraima y Tepuy, Gran Sabana, Venezuela. Nález: M. Lehký (1998).

## Regionální geologie

Ohlazený *křemen* ( $\text{SiO}_2$ ) z říčních usazenin Labe. Silikáty, mezi které minerál křemen patří, tvoří převážnou většinu zemské kůry. Lokalita: hvězdárna, Hradec Králové, ČR. Nález: M. Brož (2002).

Pevné vápnité a slinité *pískovce* se zkamenělinami mlže Perna a amonita *Lewesiceras* (Ziegler, 1999, s. 34). Jizerské souvrství České křídové pánve, střední turon. Lokalita: profil u Dolánek, Turnov, ČR. Nález: M. Brož (červen 2000).

*Pískovec* cenomanského stáří z Měsíčního údolí. Pískovec je usazená hornina tvořená zejména zpevněnými zrnky křemene, živců a slíd. Lokalita: Měsíční údolí, Kozákov, Český ráj, Turnovsko, ČR. Nález: M. Brož (červen 2002).

Mlž *Inoceramus Labiatus* (3 ks), amonit a samostatné jehlice ježovek (srovnej se schránkou ježovky bez jehliček, v současnosti žijícího druhu). Turon, druhoohory. Mapu viz na obr. 7. Lokalita: strmý břeh Labe u vrcholku Pardedub, Skalička u Hradce Králové, ČR. Nález: M. Lehký (2002).

Vápnitá schránka recentní ježovky. Lokalita: Venezuela. Nález: M. Lehký (1998).

Třetihorní *čedič* a spolu s ním se vyskytující minerál amfibol. Čedič je hornina vyvřelá na povrchu — rychlé ochlazení taveniny vede k jeho jemnozrnné struktuře.

Lokalita: vrch Zebín, Jičín, ČR. Nález: M. Brož (červen 2000).

Krystaly *amfibolu* ze Supí hůrky. Lokalita: Supí hůrka, poblíž obce Stupna, ČR. Nález: M. Lehký.

Pyropy (*české granáty*) získané rýžováním (193 ks, největší má rozměr 4,6 mm krát 3,8 mm krát 3,3 mm). Minerál pyrop ( $\text{Mg}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$ ) patří do třídy silikátů.

Lokalita: potok Zlatnice, mezi obcemi Borovnice a Stupna, ČR.

Nález: M. Lehký.

Mandlovcový *melafyr* — prvohorní (permská) vyvřelá hornina. (Ziegler, 1999, s. 47). Tato tmavá hornina vznikala v povrchových částech lávových příkrovů, jež obsahovaly větší množství plynů. Po odplynění byly dutiny zaplněny minerálními roztoky a postupně krystalizovaly. Lokalita: Votrubačův lom, Kozákov, Český ráj, Turnovsko, ČR. Nález: M. Brož (červen 2000).

Prvohorní rostlinstvo (kapradiny, kmeny a úlomky větviček). Lokalita: halda u železniční trati směr Turnov, Malé Svatoňovice, ČR. Nález: M. Lehký (2002).

Část kmene *araukarie* nalezená v říčních náplavech Labe. Araukarity jsou zkamenělé kmeny permokarbonských rostlin. Lokalita: pískovna nad Roudničkou, Hradec Králové, ČR. Nález: M. Lehký.

## Horniny impaktních kráterů

Rieský *suevit* vznikl impaktní šokovou přeměnou z hornin krystalinického podloží. Skelná tělíska jsou zcela přetavené původní horniny. Měřením poměru  $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$  v těchto sklech se podařilo odvodit stáří impaktu ( $15,0 \pm 0,1$ ) My (miliónů roků). Lokalita: lom Altenbürg, Ries, Německo. Nález: M. Brož (2000).

*Vápencová impaktní brekcie z kráteru Steinheim.*  
Vznikla podrcením (a pozdějším zpevněním) vápenců datovaných do svrchní jury (malmu). Lokalita: Burgstall, Sontheim, Německo. Nález: M. Brož (2001).

Třetihorní *travertiny* s fosiliemi z lomu Goldberg v Riesu. Pocházejí z období, kdy byl Rieský kráter vyplněný jezerem. Lokalita: Goldberg, Ries, Německo. Nález: M. Brož (2001).

*Pharionsche Sandgrube* („šnekové písky“) — schránky třetihorních plžů rodu *Gyraulus*. Tato usazená hornina se nalézá na severním úbočí centrálního vrcholku impaktního kráteru Steinheim. V roce 1867 *Frantz Hilgendorf* publikoval jejich vývojový diagram a podpořil tak na základě paleontologických nálezů Darwinovu teorii o vývoji druhů přírodním výběrem. Lokalita: Steinheim am Albuch, Německo. Nález: M. Brož (2001).

*Vltavíny* (2 ks). Sběr z pole po orbě. Vltavíny patří mezi tektity — skla, která mohou vznikat při dopadech kosmických těles na Zemi. Proces vzniku vltavínů je naznačen na obr. 13. Lokalita: Pašínovice, asi 20 km jižně od Českých Budějovic, ČR. Nález: M. Lehký.

Doplňt minerály:

Minerál *olivín* ( $(\text{Fe,Mg})_2\text{SiO}_4$ ) je silikát s vysokou hustotou ( $\rho = 3\,200$  až  $4\,400\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ), a proto v magmatu klesá. Tvoří značnou část zemského pláště.

Ilmenit ( $\text{FeTiO}_3$ ) a spinel ( $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ ) tvoří bazaltická moře na Měsíci.

Hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) a limonit (hnědel,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) jsou hojné na povrchu Marsu a dávají mu charakteristickou červenou barvu.

Korund ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) má vysoký podíl v kůře Země (obr. 1). Pro svoji vysokou tvrdost ( $t = 9$ ) se používá jako smirek.

Troilit ( $\text{FeS}$ ) a pyrit ( $\text{FeS}_2$ ) jsou pravděpodobně složkami zemského pláště.

Železo a nikl. Země má niklo-železné jádro.

Sůl kamenná ( $\text{NaCl}$ ).

# Chemický systém minerálů

---

## 1. Prvky

např. zlato (Au), tuha (C), diamant (C), síra (S)

## 2. Halogenidy

sůl kamenná (NaCl), fluorit (CaF<sub>2</sub>)

## 3. Sulfidy

galenit (PbS), sfalerit (ZnS), pyrit (FeS<sub>2</sub>), chalkopyrit (CuFeS<sub>2</sub>)

## 4. Oxidy

křemen (SiO<sub>2</sub>), korund (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), krevet (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), magnetit (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>), opál (SiO<sub>2</sub>·nH<sub>2</sub>O), hnědel (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·nH<sub>2</sub>O)

## 5. Uhličitany

kalцит (CaCO<sub>3</sub>), dolomit (CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>), magnezit (MgCO<sub>3</sub>)

## 6. Dusičnany

ledek (NaNO<sub>3</sub>)

## 7. Sířany

sádrovec (CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O)

## 8. Křemičitany (silikáty)

olivín, živce, slídy, granáty

## 9. Organogenní minerály

jantar

---

**Tab. 1** — Základní chemický systém minerálů a příklady podle [5].

# Základní typy hornin

---

## 1. Primitivní

chondritické meteority, povrch asteroidů, CHON částice v kometách

## 2. Vyvřelé

žula, gabro, čedič, andezit, znělec, melafyr

## 3. Usazené (sedimentární)

slepenec, pískovec, spraše, hlíny, jíly, vápenec, rašelina, uhlí, travertin

## 4. Přeměněné (metamorfované)

rula, svor, fylit, mramor, amfibolit

## 5. Brekcie

---

**Tab. 2** — Základní typy hornin a příklady podle [5].

# Klasifikace meteoritů

---

## Chondrity

### *uhlíkaté chondrity*

- CI vodní přeměna; bez chondrulí; bohaté na těkavé složky
  - CM vodní přeměna; minichondrule
  - CR vodní přeměna; primitivní chondrule; obsah kovu
  - CO minichondrule; kov
  - CV velké chondrule; četné inkluze Ca–Al (CAIs); částečná vodní přeměna
  - CK velké chondrule; ztmavené silikáty
  - CH mikrochondrule; bohaté na kov; chudé na těkavé látky
- nezařazené (např. Coolidge; LEW 85332)

### *obyčejné chondrity*

- H velký celkový podíl prvků skupiny Fe
  - L malý celkový podíl prvků skupiny Fe
  - LL nízký obsah prvků skupiny Fe; nízký obsah ryzího Fe
- „HH“ (chondritické silikáty v železe Něčaevo [Нечaeво] IIE)

### *R chondrity*

- R silně oxidované; bohaté na izotop  $^{17}\text{O}$

### *Enstatické chondrity*

- EH velký podíl kovů; vysoce redukované; minichondrule
  - EL malý podíl kovů; vysoce redukované; chondrule středních velikostí
- nezařazené (např. LEW 87223)

### *IAB/IIICD silikáty*

- subchondritické složení; bez chondrulí; obsah planetárního plynu

### *nezařazené chondrity*

- např. Deakin 001

## Primitivní achondrity

### *Acapulcoity*

- chondritické obsahy plagioklasu a troilitu; středně zrnité

### *Lodranity*

- subchondritické obsahy plagioklasu a troilitu; hrubé zrno

### *Winonaity*

- podobné IAB silikátům

### *nezařazené*

- např. Divnoje [Дивное]

## Diferencované meteority

### *Asteroidální achondrity*

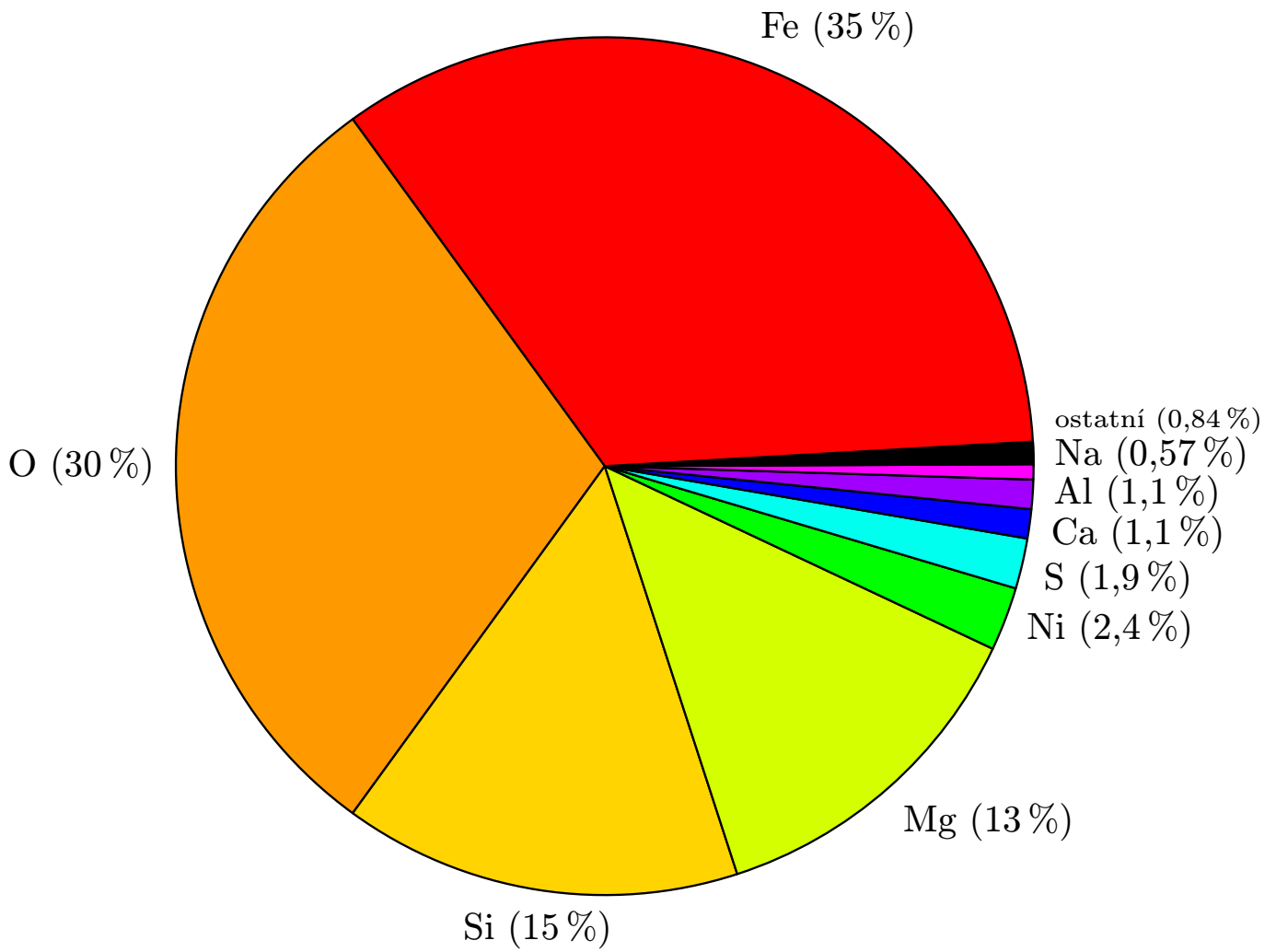
- Eucrity bazalty
- Diogenity ortopyroxeny
- Howardity drcená směs bazaltů a ortopyroxenů
- Angrity fassaitické a pyroxenové bazalty
- Aubrity enstanitické achondrity

	Ureility	olivín–pyroxen–uhlíkatá matrice
	Brachinity	stejnozrnné; obsah olivínu, klinopyroxenu, ortopyroxenu
<i>Marťanské meteority</i>		
	Shergottity	bazalty a lherzolity
	Nakhlity	augitické pyroxeny
	Chassigny	dunit
	ALH 85001	ortopyroxenit
<i>Měsíční meteority</i>		
	mořské bazalty	
	impaktní brekcie	anortositový a mořský regolit a fragmentované brekcie
<i>Kamenná železa</i>		
	Pallasity	železo a olivín; vzorky rozhraní jádro/plášť hlavní skupina pallasitů pallasity z Eagle-Station-trio
	Mezosiderity	železo a silikáty bazických hornin nezařazené (např. Enon; Mt. Egerton)
<i>Železa</i>		
	magmatické skupiny	IC, IIAB, IIC, IID, IIF, IIIAB, IIIE, IIIF, IVA, IVB
	nemagmatické skupiny	IAB/IIICD, IIE
	nezařazené	(např. Britstown; Denver City; Guin; Sombrerete)

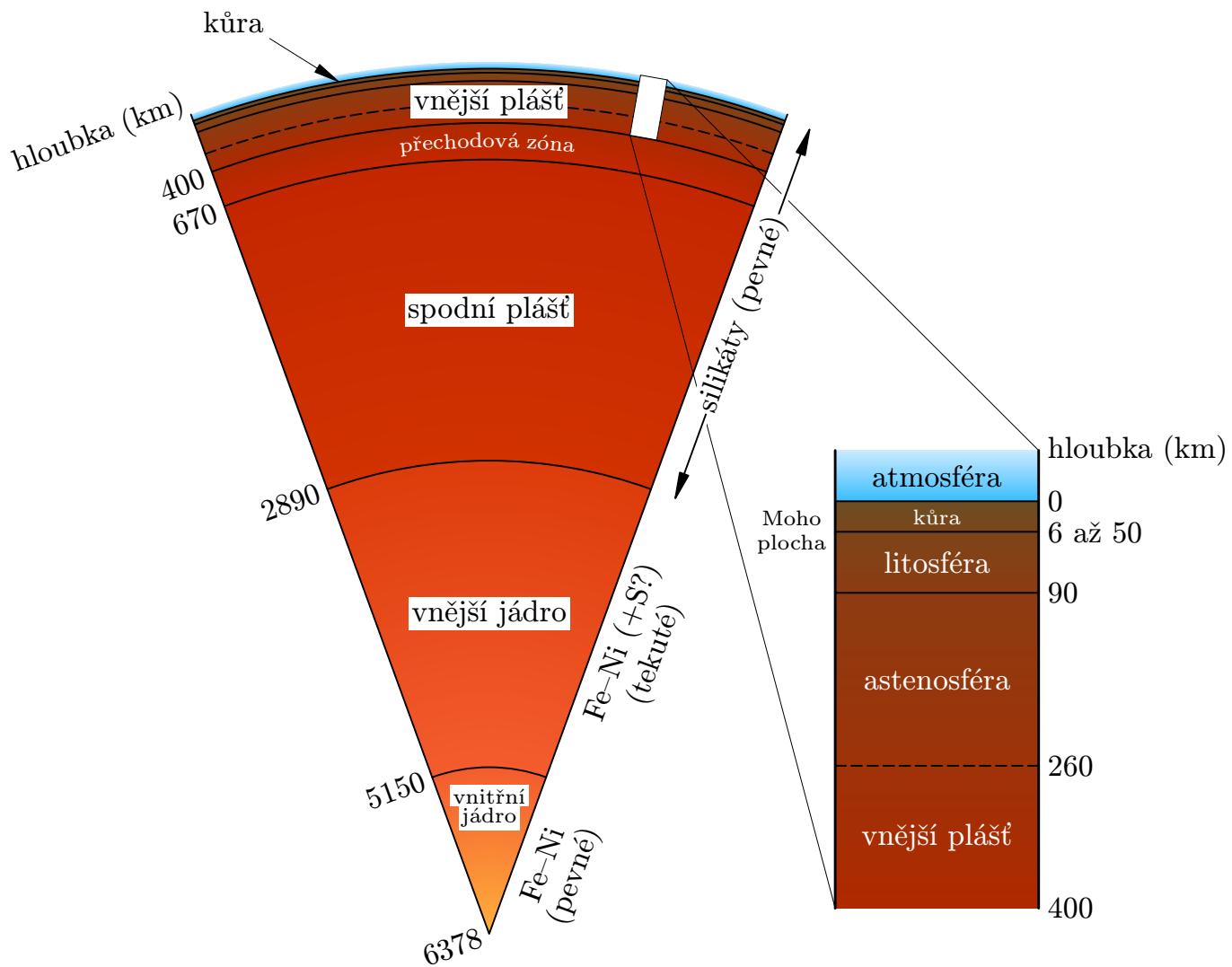
---

**Tab. 3** — Klasifikace meteoritů podle [13].

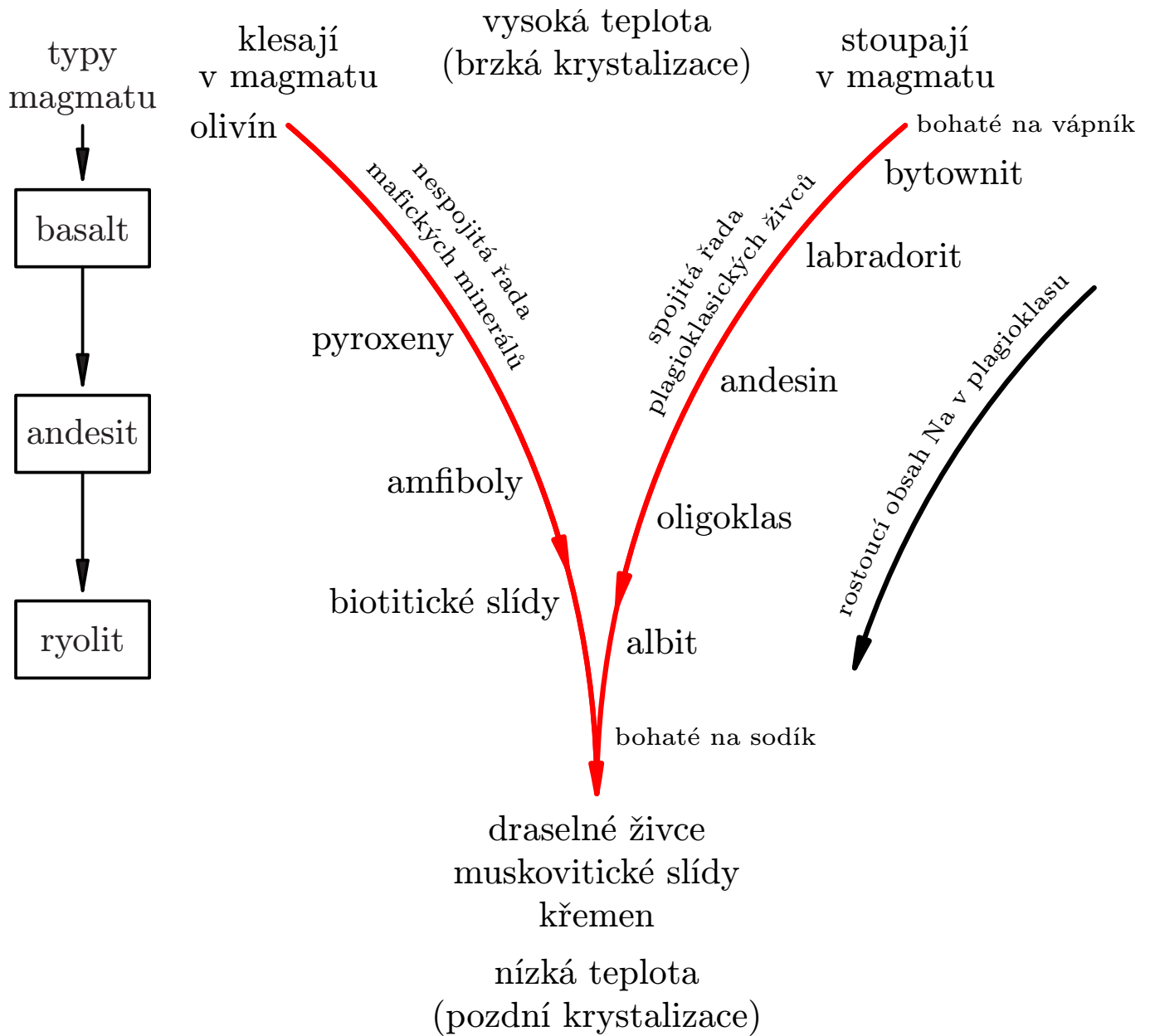




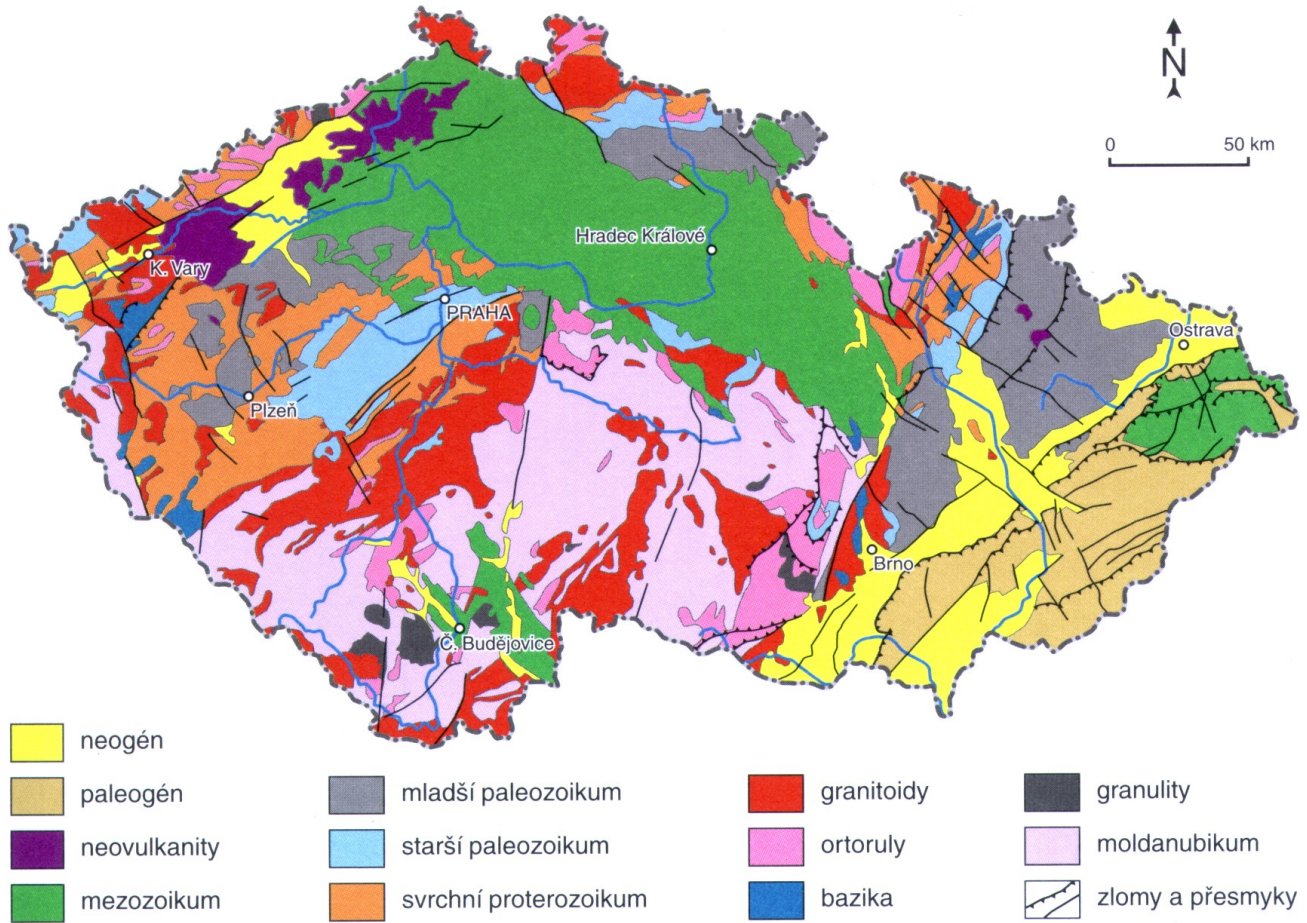
**Obr. 1** — Podíl jednotlivých chemických prvků na hmotnosti Země. Podle [10].



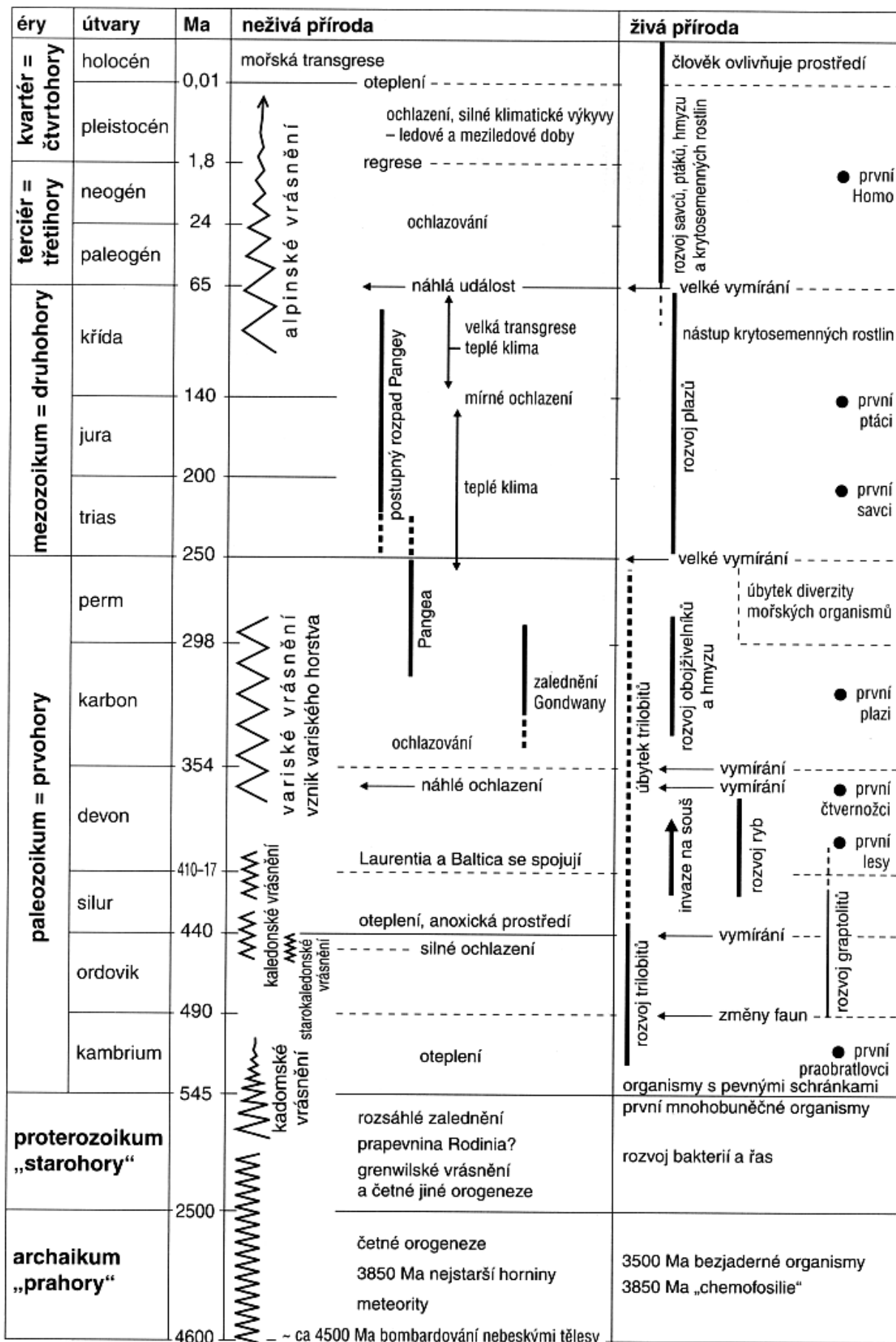
Obr. 2 — Struktura zemského tělesa. Podle [14].



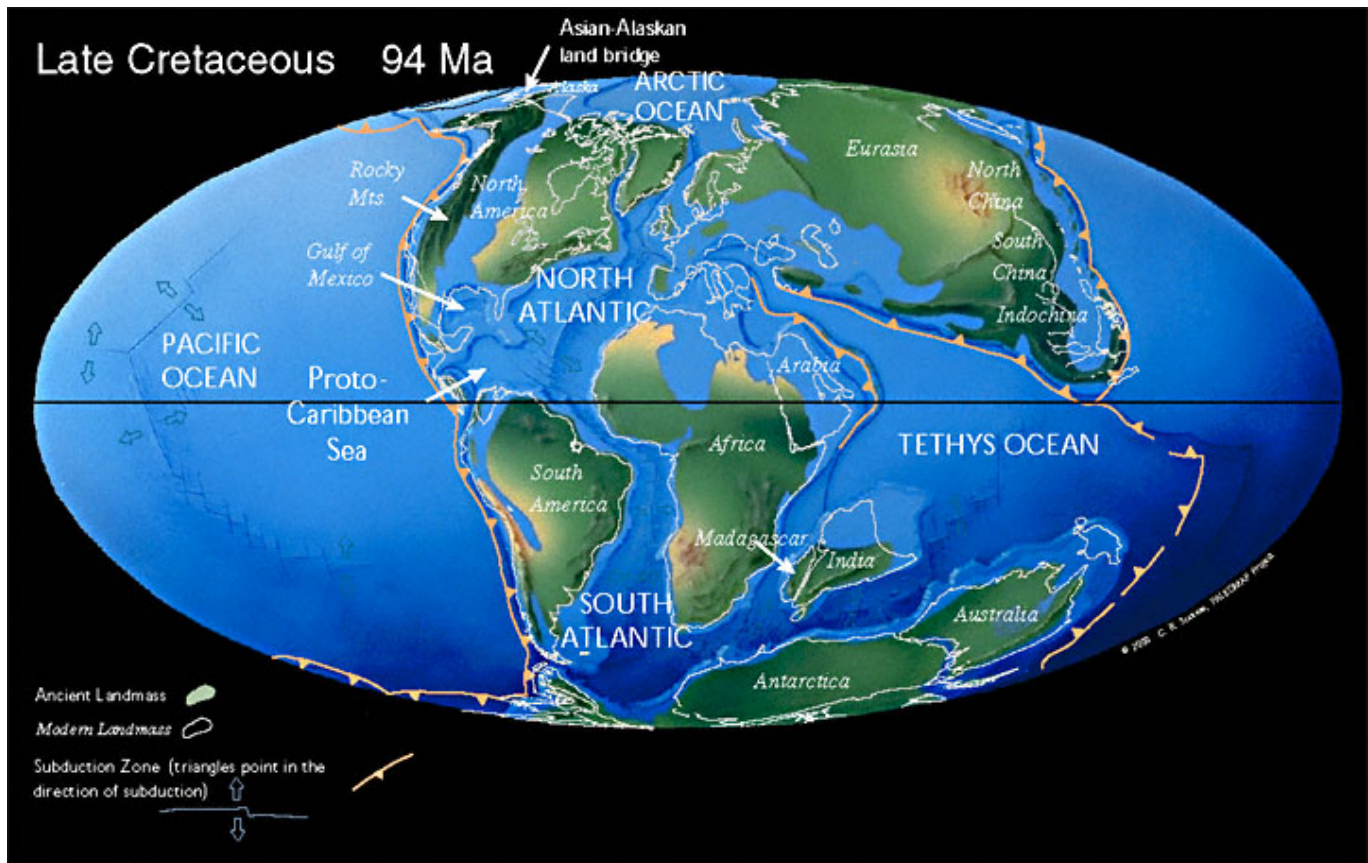
**Obr. 3** — Bowenův sled reakcí při tuhnutí magmatu. Podle [14].



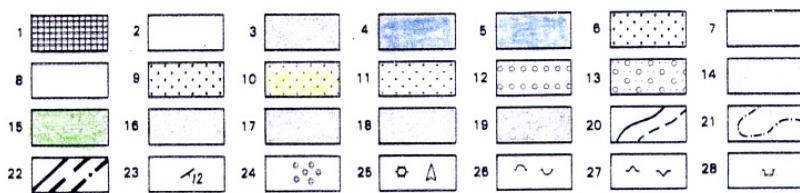
Obr. 4 — Geologická mapa České republiky. Převzato z [9].



Obr. 5 — Geologické éry a útvary, jejich vymezení (v miliónech let), nejdůležitější události v neživé a živé přírodě. Převzato z [9].



**Obr. 6** — Mapa světa v éře druhohor, útvaru křídě, stupni turonu. Během křídě se otevřel jižní Atlantický oceán. Indie se oddělila od Madagaskaru a posunovala se k severu. Severní Amerika byla ještě spojena s Evropou a Austrálie s Antarktidou. Velká část Evropy, i naše území, byla zaplavena mořem (oceánem Tethys). Převzato z [16].



**KVARTÉR, holocén:** 1 – antropogenní uloženiny; 2 – humolity /slatiny/; 3 – organogenní místy vápnité sedimenty; 4 – fluvialní sedimenty inundačních území, převážně písčitolinité, lokálně písčitošterkovité;

**holocén – svrchní pleistocén:** 5 – deluviofluvialní, převážně písčitolinité a hlinitokamenité sedimenty; 6 – naváté pisky; 7 – deluvialní, převážně hlinitopísčité a hlinitokamenité sedimenty;

**pleistocén:** 8 – spraše a sprašové hlíny; 9 – fluvialní písčité štěrky nejnižší terasové akumulace, würm; 10 – fluvialní písčité štěrky, riss; 11 – fluvialní písčité štěrky, mindel; 12 – fluvialní písčité štěrky, gúnz;

**TERCIÉR, neogén:** 13 – fluvialní písčité štěrky, pliocén;

**MEZOZOIKUM, křída:** 14 – břeženské a teplické souvrství: šedé vápnité jílovce, podřízené slínovce; svrchní turon – coniak; 15 – jizerské souvrství: šedé vápnité jílovce, místy prachovité polohy, podřízené slínovce a jílovité vápence; střední – svrchní turon; 16 – bělohorské souvrství: šedé slínovce a vápnité jílovce, vápnité spongilitické prachovce; spodní – střední turon; 17 – perucko–korycanské souvrství: písčité slepence převážně jemnozrné pískovce, prachovité jílovce, glaukonitické pískovce a prachovce; cenoman;

**MLADŠÍ PALEOZOIKUM – perm:** 18 – chotěvické souvrství: červenavé a rudohnědé pískovce a aleuopelity; autun;

**STARŠÍ PALEOZOIKUM – SVRCHNÍ PROTEROZOIKUM:** 19 – šedavé sericiticko–chloritické fylity, drobové fylity, metadrobry a metabazity;

20 – hranice stratigrafických jednotek a hornin zjištěná a předpokládána; 21 – hranice terasových akumulací v podloží eolických sedimentů; 22 – tektonická linie zjištěná, předpokládána, zakrytá kvartérními uloženinami; 23 – směr a sklon vrstev; 24 – relikty pleistocenních fluvialních štěrků různého původu; 25 – sluháky, hrance; 26 – hliniště v provozu, opuštěné; 27 – pískovna v provozu, opuštěná; 28 – lom opuštěný.

Obr. 7 — Geologická mapa lokality Skalička. Převzato z [18].

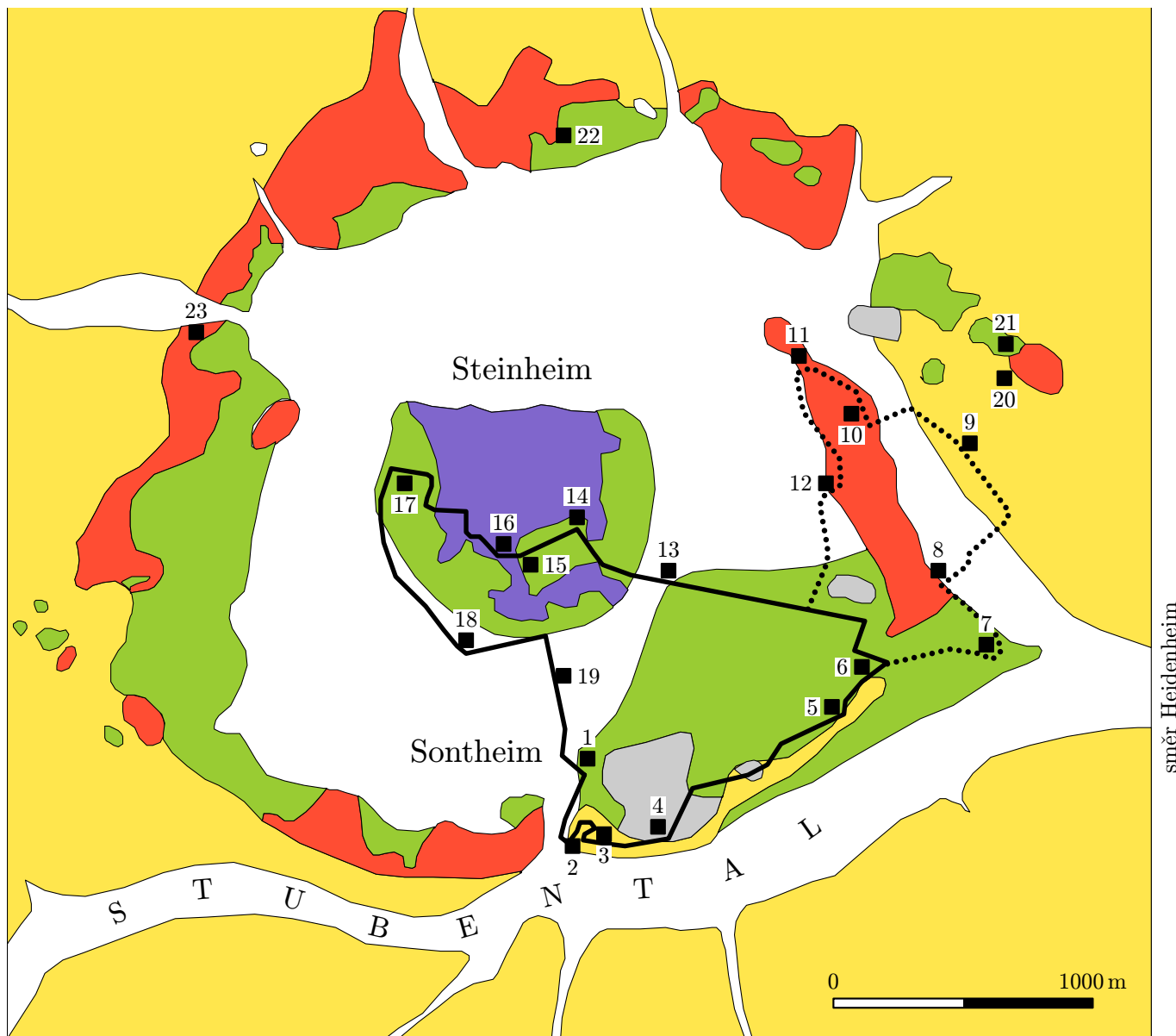












Obr. 8 — Nález vltavínu v oranici na poli. Foto Martin Lehký.



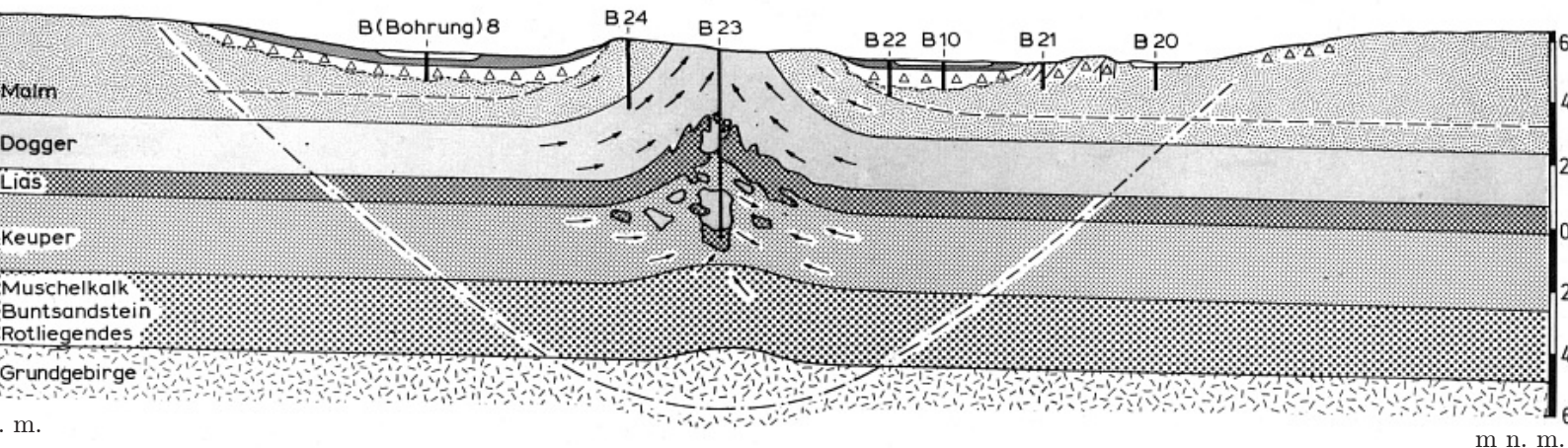


**Obr. 9** — Pohled na centrální vrcholek kráteru Steinheim z okrajového valu (lokalita Burgstall); na dně pánve jsou vystavěny obce Sontheim im Stubental a Steinheim am Albuch. Foto Miroslav Brož.

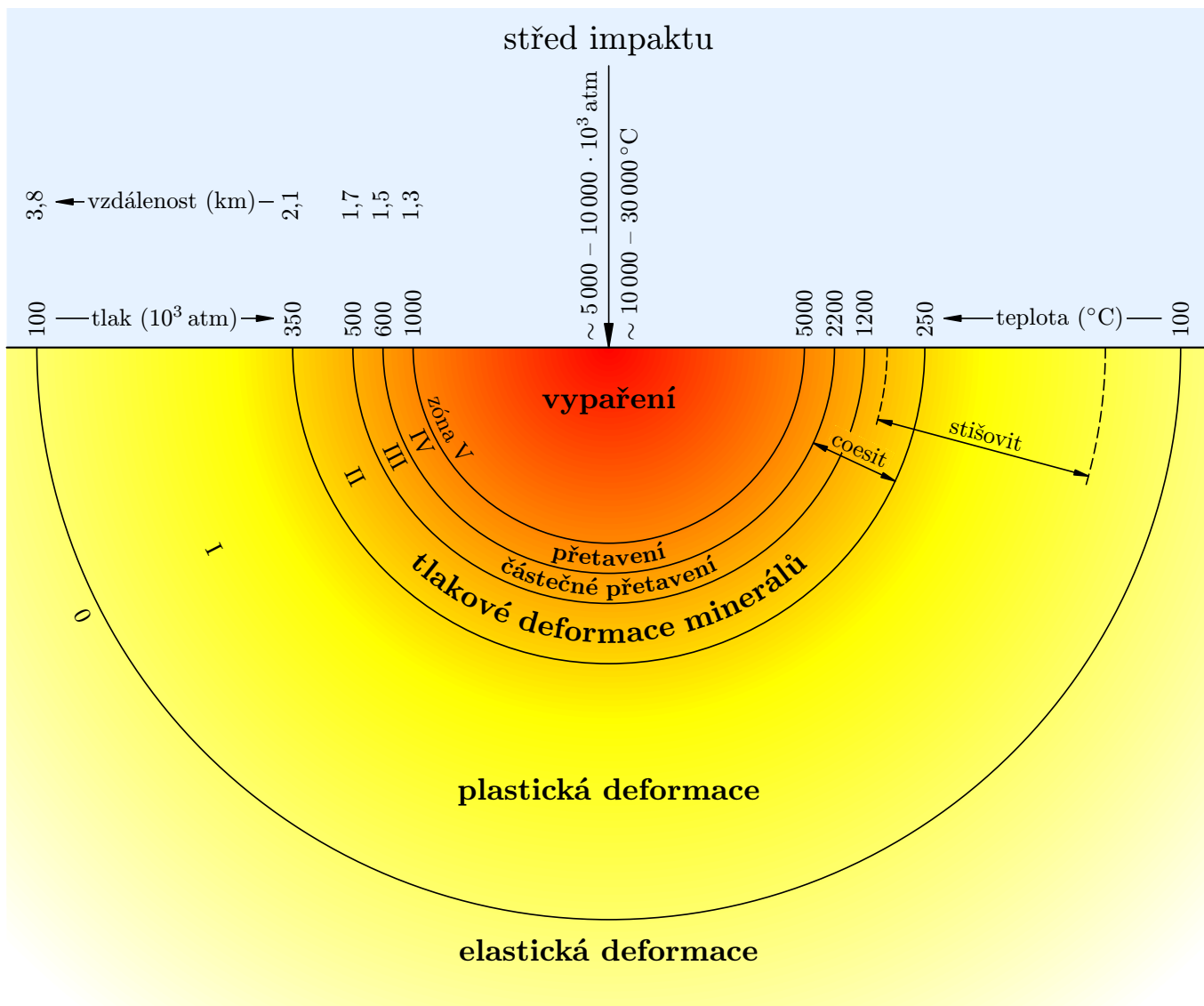


- |  |                             |   |  |
|--|-----------------------------|---|--|
|  | kvartér                     |  | překocené kry svrchního malmu                        |
|  | terciární jezerní usazeniny |  | svrchní malm   |
|  | fall-back brekcie           |  | přemístěný spodní malm a dogger centrálního vrcholku |
|  | geologická stezka (6 km)    |  | 1-19 zastávky geologické stezky                      |
|  | geologická stezka (3 km)    |  | 20-23 další důležitá místa                           |

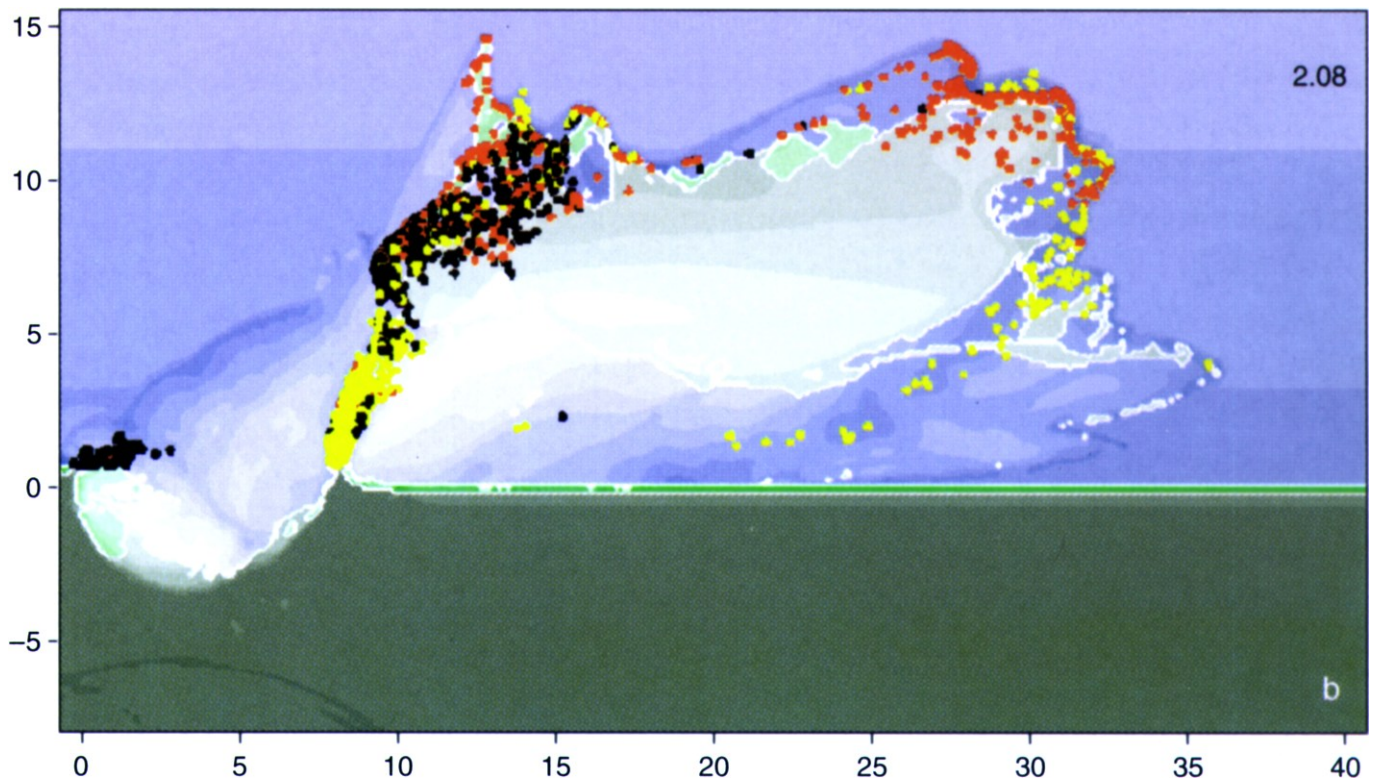
**Obr. 10** — Přehledná geologická mapa Steinheimu s vyznačenou naučnou stezkou [3]. Podle [7].



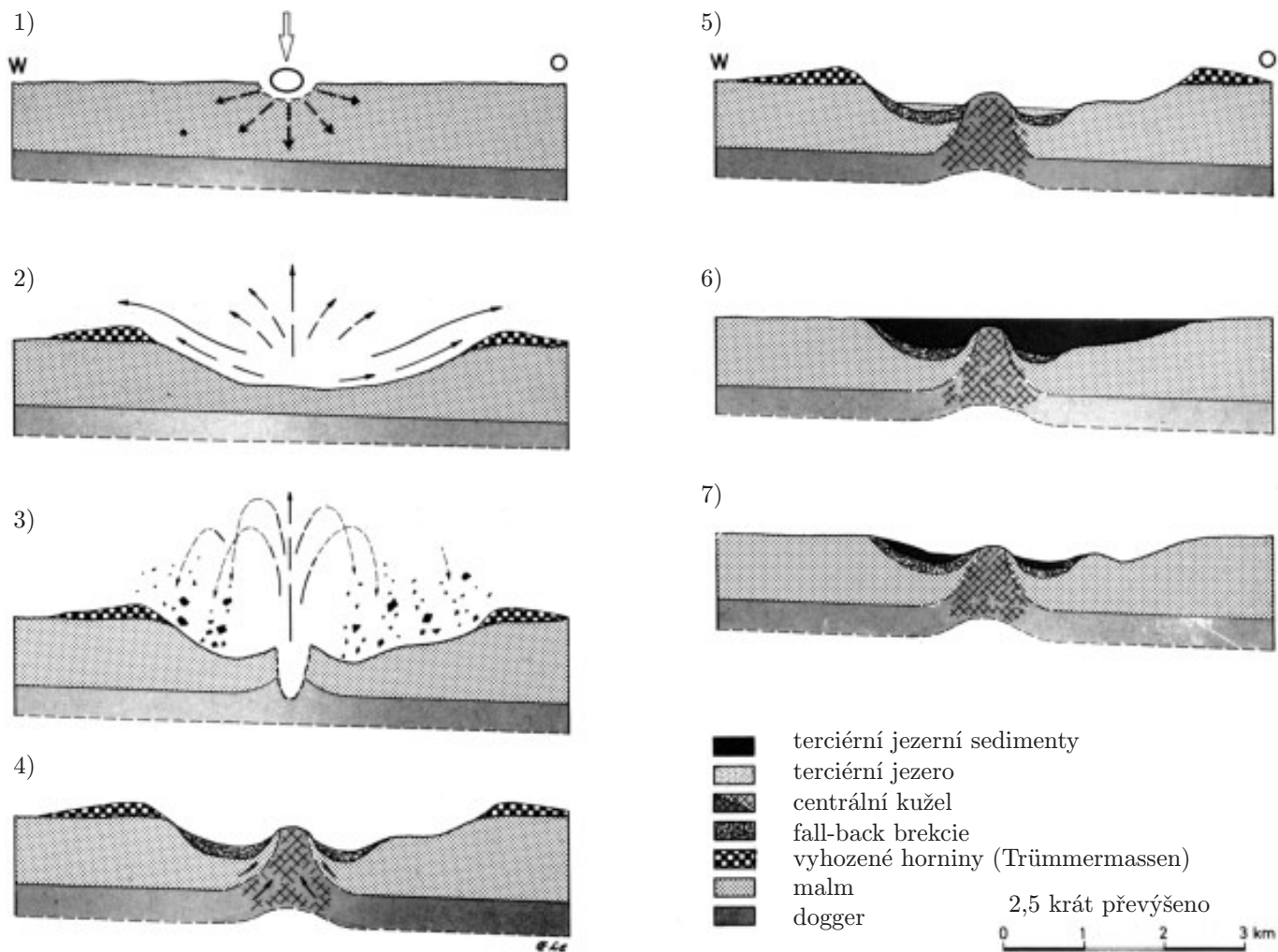
**Obr. 11** — Geologický řez Ostalbem v okolí kráteru Steinheim. i) Malm = Ober Weiss Jura = svrchní jura = bílá jura – vápence a slínovce; ii) Dogger = střední, neboli hnědá jura – prachovce; iii) Lias = spodní, neboli černá jura – prachovce; iv) Keuper = svrchní trias – pískovec a slínovec; v) Muschelkalk = střední trias (zde tvořený lasturovým vápencem s četnými stránkami brachiopod vápencem), Buntsandstein = spodní trias (zde tvořený polymiktním pískovcem), Rotliegendes = rotes totes Liegendes = červená jalovina = spodní perm – červené jílovce, prachovce a pískovce; vi) krystalinické podloží. 2 krát převýšeno. Převzato z [7].



**Obr. 12** — Šoková metamorfóza při impaktu; tlaky, teploty a některé minerální transformace. Rozdělení na 6 zón podle klesajícího tlaku a vlivu na horniny: V) vypaření, IV) přetavení, III) částečné přetavení, II) tlakové transformace minerálů, I) plastická deformace, 0) elastická deformace. Podle [15].



**Obr. 13** — Simulace tvorby tektitů při rieském impaktu (situace 2 s po dopadu; měřítko na osách jsou v km). Byl předpokládán meteorit letící rychlostí 20 km/s, z výšky 30° nad horizontem. Červená barva znázorňuje roztavený povrchový křemičitý materiál (tj. možné tektity), žlutá roztavený a černá pevný materiál z hlubších vrstev. Převzato z [1].



**Obr. 14** — Schéma formování Steinheimské pánve: 1) dopad meteoritu před  $(15,1 \pm 0,1)$  My, šíření rázové vlny; 2) vznik kráteru při explozi meteoritu, výhoz hornin a vytvoření valů; 3) výhoz z centra a opětovné ukládání brekcií na dno kráteru; 4) výstup cetrálního kužele při relaxaci; 5) průnik podzemní vody a vznik jezera, začátek eroze valů a sedimentace na dně jezera; 6) vrchol vyplňování kráteru v terciéru; 7) ustavení dnešní podoby Steinheimu při kvartérní říční erozi. Převzato z [7].



**Obr. 15** — Bývalý kamenolom na Burgstallu. Odkryty jsou bloky zvrstvených deskovitě odlučných vápenců, v nichž jsou vrstvy různě zvrásněny nebo nadrobno rozdrceny. Foto Miroslav Brož.



**Obr. 16** — 30 cm velký nárazový kužel ze Steinheimu, vystavený v muzeu meteorického kráteru. Foto Miroslav Brož.



# Literatura

- [1] Artemieva, N., Pierazzo, E., Stöeffler, D.: *Numerical modeling of tektite origin in oblique impacts: Implications to Ries-Moldavites strewn field*. Bull. of the Czech Geological Survey, **77**, 4, 2002, s. 303–311.
- [2] Bernard, J. H., Rost, R. aj.: *Encyklopedický přehled minerálů*. Academia, Praha, 1992.
- [3] Brož, M.: *Impaktní kráter Steinheim*. Povětroň **S1/2003**.
- [4] Brož, M.: *Impaktní krátery (2) — Ries*. Povětroň **5/2001**, s. 6–13.
- [5] Černík, V., Martinec, Z., Vítek, J.: *Přírodopis 4. Mineralogie a geologie*. SPN, Praha, 1998.
- [6] Činčura, J. ed.: *Encyklopédia Zeme*. Obzor, Bratislava, 1983.
- [7] Groschopf, P.; Reiff, W.: *Der geologische Wanderweg im Steinheimer Becken*. Steinheim am Albuch, 1993.
- [8] Chlupáč, I.: *Vycházky za geologickou minulostí Prahy a okolí*. Academia, Praha, 1999.
- [9] Chlupáč, I. aj.: *Geologická minulost České republiky*. Academia, Praha, 2002.
- [10] Hajduk, A., Štohl, J. eds.: *Encyklopédia astronómie*. Obzor, Bratislava, 1987.
- [11] *Mineralogie pro školy*. <http://www.natur.cuni.cz/~mineral/>
- [12] Mišík, M.: *Geologické exkurzie po Slovensku*. Slovenské pedagogické nakladateľstvo, Bratislava, 1976.
- [13] Norton, O. R.: *The Cambridge Encyclopedia of Meteorites*. Cambridge University Press, Cambridge, 2002.
- [14] Pater, I. de, Lissauer, J. J.: *Planetary Sciences*. Cambridge University Press, Cambridge, 2001.
- [15] Pösges, G., Schieber, M.: *The Ries Crater – Museum Nördlingen*. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München, 1997.
- [16] Scotese, C. R.: *Paleomap website*. <http://www.scotese.com>, 2002.
- [17] Ziegler, V.: *Geologické vycházky po Českém ráji a jeho okolí*. Karolinum, Praha, 1999.
- [18] *Geologická mapa České republiky 1:50 000. List 13–22 Jaroměř. ???*