Kvartérní vývoj na území ČR

- **Kvartér** je obdobím, kdy byl Český masiv a Vnější Karpaty po ústupu moře karpatské předhlubně v průběhu terciéru **výhradně souší**.
- Charakter geologických, zejména exogenních geologických procesů byl v kvartéru poznamenán **existencí rozsáhlých kontinentálních ledovců**, které pokrývaly celou značnou část severní Evropy.
- Vliv horského alpského ledovce z jihu.
- Drobné domácí horské ledovce ve vyšších horách.
- Území bez ledovce (větší část dnešní ČR) bylo s velmi chladným klimatem – tundra, permafrost. Trochu příznivější klima jedině v nejjižnější části jižní Moravy.

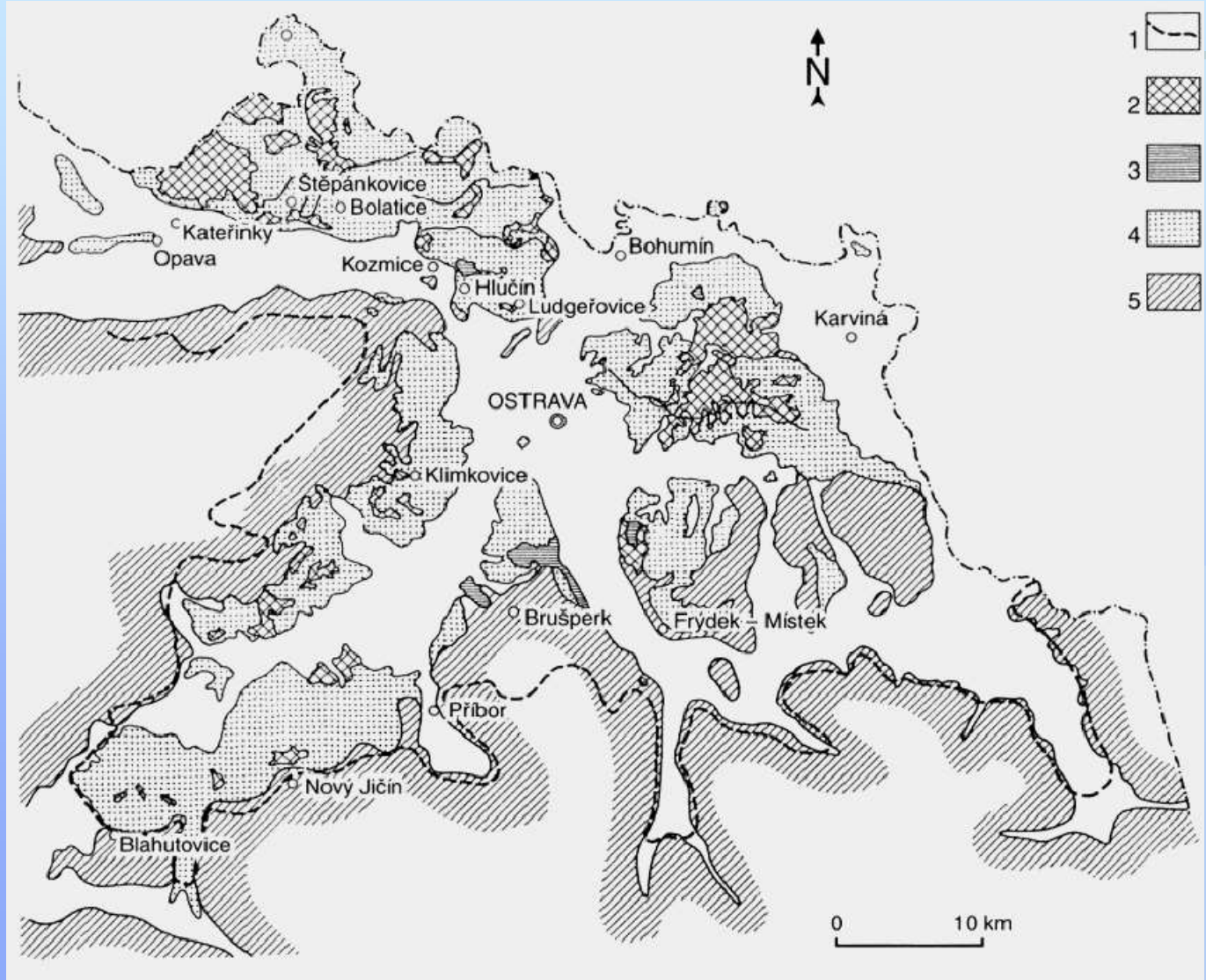
Situace zalednění v Evropě před 20 tis. lety

http://www.geocities.com/reginheim/europeiceage.gif

Ledovce na našem území

- Naše území se rozkládalo v tzv. periglaciální oblasti (ovlivňované ledovci) mezi **severoevropským kontinentálním ledovcem** a **horským ledovcem, který pokrýval Alpy**
- **Kontinentální ledovec** pronikl na naše území pouze dvakrát v období **elsterského** a **sálského zalednění** (neboli mindel a riss) a to pouze do oblasti Frýdlantského a Šluknovského výběžku, v české části žitavské pánve a na část severní Moravy v oderské části Moravské brány, na Ostravsku a v přilehlé Podbeskydské pahorkatině, na Opavsku, v Osoblažské nížině, v Žulovské pahorkatině a v okolí Zlatých Hor
- Na Šumavě, v Krkonoších, Hrubém Jeseníku a v Beskydech vznikly malé horské ledovce, dočasně mohly být spojené s kontinentálním ledovcem od severu nebo alpským ledovcem na jihu.

Příklad max. zalednění na severní Moravě



1 - hranice největšího rozsahu saalského zalednění

2 - souvkové hlíny

3 - glacilakustrinní jíly a varvity

4 - glacilakustrinní písky

5 - horniny skalního podkladu

(Macoun et al. 1965 in Chlupáč et al. 2002).

Kvartérní sedimenty

- Podle převládajících procesů dělíme kvartér na našem území na **oblasti denudační** a **akumulační**
- Většina území byla v kvartéru oblastí snosu (denudační) – vyšší nadmořská výška
- Akumulační oblasti dělíme na areály **kontinentálního zalednění** a **oblasti extraglaciální,** tedy území mimo ledovec (včetně oblasti periglaciální, která byla v těsném sousedství ledovce a byla jím významně ovlivněna)**.**
- K významnější akumulaci sedimentů extraglaciální oblasti docházelo v nižších částech terénu s dominantním zastoupením pískoštěrkových říčních teras a spraší
- Drobné akumulace eolických sedimentů vznikaly i jinde, na závětrných svazích (většinou JV)

Rozšíření kvartérních sedimentů

- **Kvartérní uloženiny pokrývají 90% povrchu území republiky**
- Jejich mocnost se pohybuje v řádu průměrně několika metrů.
- Kdybychom v geologických mapách znázornili kvartérní sedimenty již od mocnosti 50 cm, což by bylo účelné např. pro pedology, ale i inženýrské geology nebo archeology, bylo by jimi pokryto území ze 70%.
- Největších mocností dosahují fluviální sedimenty, případně sedimenty glaciální či glacifluviální (desítky metrů, výjimečně přes 100m, max. 150m v přehloubených korytech toků v předelsterském stadiálu).
- Největší mocnosti především na Moravě

Genetické typy kvartérních sedimentů

Glacigenní sedimenty:

- převážně glaciofluviální sedimenty výplavových předledovcových plošin
- v menší míře také glacilimnické sedimenty a glaciální sedimenty morén horských a výjimečně i kontinentálních ledovců.

Sedimenty extraglaciální oblasti:

- říční terasové uloženiny (fluviální)
- sedimenty svahové (deluviální)
- eolické sedimenty (spraše)
- Podstatně menší plochy zaujímají chemogenní sedimenty - sladkovodní vápence, travertiny a pod.

Ostrava Poruba – bludný balvan

doklad unášecí schopnosti ledovce – žula rapakivi z jz. Finska

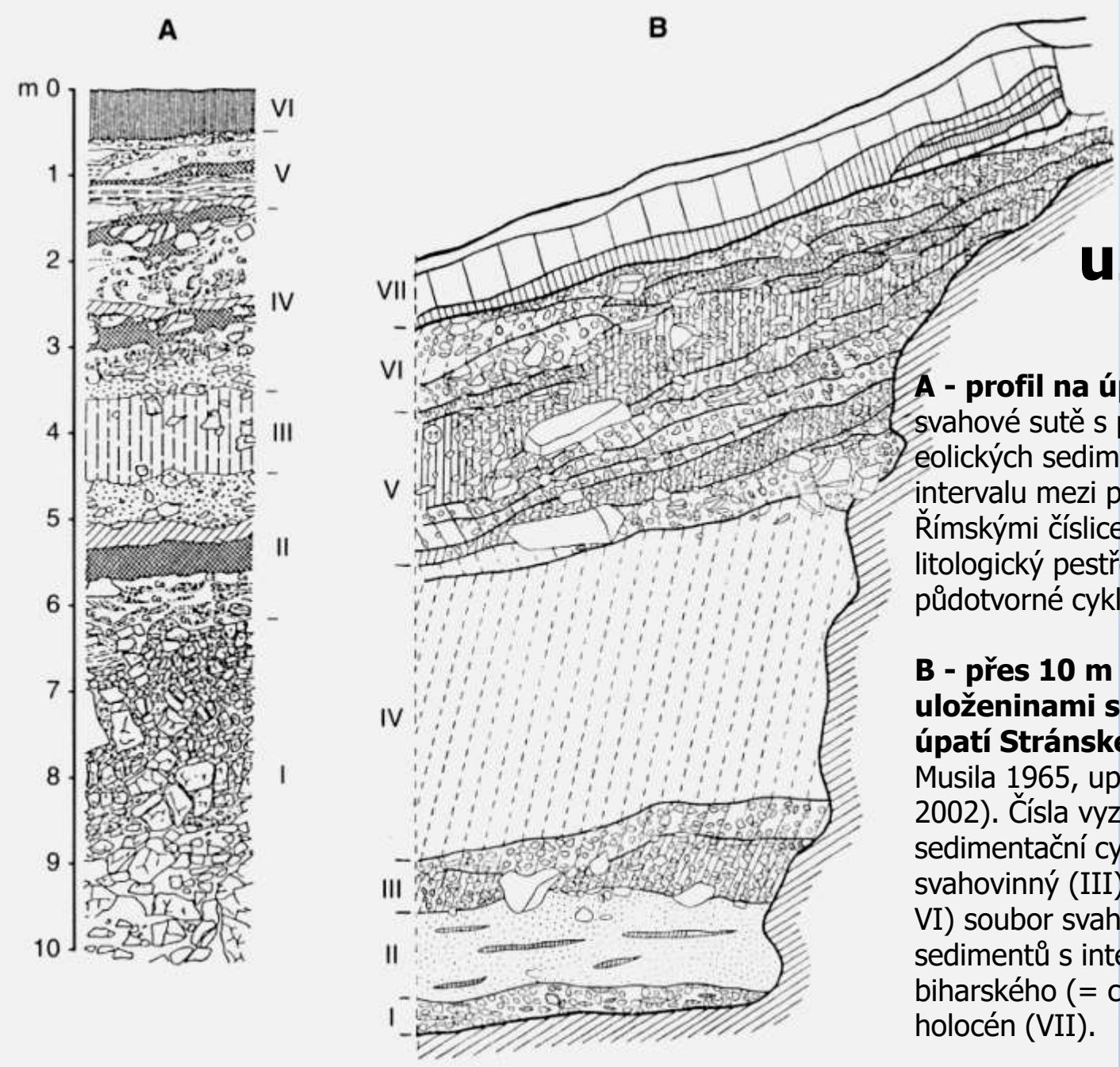
Sedimenty periglaciální zóny

- Zóna bezprostředně související s ledovcem. Významná část dnešní ČR.
- V glaciálech se výrazně uplatňovaly exogenní procesy mechanického zvětrávání, které vedly mimo jiné i ke vzniku ostrých tvarů reliéfu.
- Výskyt glacifluviálních sedimentů z rozplavování morén tající vodou.
- Akumulace gravitací vzniklých uloženin (sutí aj.) i eolických a fluviálních sedimentů naopak "změkčovaly" ostré morfologické tvary.
- Typická byla zde existence trvale zmrzlé půdy - permafrostu.

Mechanické a chemické zvětrávací procesy

- Výsledkem mechanického zvětrávání v glaciálech je rozpad pevných hornin až na ***klastická eluvia***.
- Nepřemístěná eluvia jsou zdrojem materiálů pro sedimenty.
- Chemické zvětrávání, probíhající v interglaciálech (rozpouštění, oxidace, redukce, hydratace, dehydratace, hydrolýza), zcela mění chemické složení původní horniny
- Výsledkem je mj. **vznik půd (recentními půdami se zabývá pedologie,** staršími půdami paleopedologie, která je i jednou z opěrných disciplín kvartérní stratigrafie)
- Fosilní půdy – pleistocén, subfosilní - holocén
- Přítomnost půd v profilech vždy znamená období sedimentačního klidu bez větších zásahů denudace, eroze a transportu.

Příklady profilů svahovými uloženinami



A - profil na úpatí Řípu u Ctíněvsi: svahové sutě s polohami fosilních půd a eolických sedimentů z přechodního intervalu mezi pliocénem a pleistocénem. Římskými číslicemi jsou vyznačeny litologický pestře vyvinuté sedimentační a půdotvorné cykly (V Ložek 1995).

B - přes 10 m mocný profil uloženinami středního pleistocénu na úpatí Stránské skály v Brně (podle R. Musila 1965, upraveno in Chlupáč et al. 2002). Čísla vyznačují následné sedimentační cykly: fluviální a nivní (I, II), svahovinný (III), sprašový (IV), výše (V-VI) soubor svahovin a fosilních půdních sedimentů s interglaciálními faunami tzv. biharského (= cromerského) období a holocén (VII).

Fluviální sedimenty

- *Fluviální sedimenty* patří ze stratigrafického hlediska v kvartéru k nejdůležitějším sedimentům, neboť tvoří podél toků řek průběžný systém terasových akumulací
- Ty vznikly v důsledku zařezávání koryt toků do podložního skalního podkladu při postupném výzdvihu Českého masivu.
- Cyklické střídání glaciálů a interglaciálů mělo za následek vznik říčních teras. V chladném, suchém klimatu glaciálů vodní toky ukládaly štěrky a písky. Naopak během interglaciálů měly řeky dost vody a tedy i sílu zařezávat se do podloží.
- Všeobecně platí, že čím je terasová akumulace v údolí položena výše nad řekou, tím je starší.

Přirozeně meandrující řeka

- Koryto vodního toku není ustálené, ale v čase se stále mění, pokud je ponecháno přirozenému vývoji
- Regulace toků v českých zemích – většinou až 19. století (někde zkrácení délky toků až na jednu třetinu)
- Údolní niva do té doby vypadala úplně jinak – meandrující tok, slepá a mrtvá ramena, bažiny a mokřady

Vltavské terasy

- Klasickým příkladem z našeho území jsou **terasy Vltavy**, v nichž Záruba- Pfeffennann (1943) stratigraficky rozlišil systém teras mezi Kamýkem nad Vltavou a Kralupy s názvy teras odvozenými podle typických lokalit
- Sled pleistocénních teras Vltavy od nejstarších, tj. od teras nejvýše položených k terasám nižším v pleistocénu následující:

- Lysolajská
- Suchdolská
- Pankrácká
- Kralupská
- Vinohradská
- Letenská
- Dejvická
- Karlova náměstí
- Veltruská
- Maninská
- Údolní

- V současnosti je systém teras u nás propracován zejména u Vltavy, Berounky, Labe. Ohře, Moravy, Bečvy a dalších (Balatka - Sládek 1962, Tyráček 1995).

Systém vltavských teras

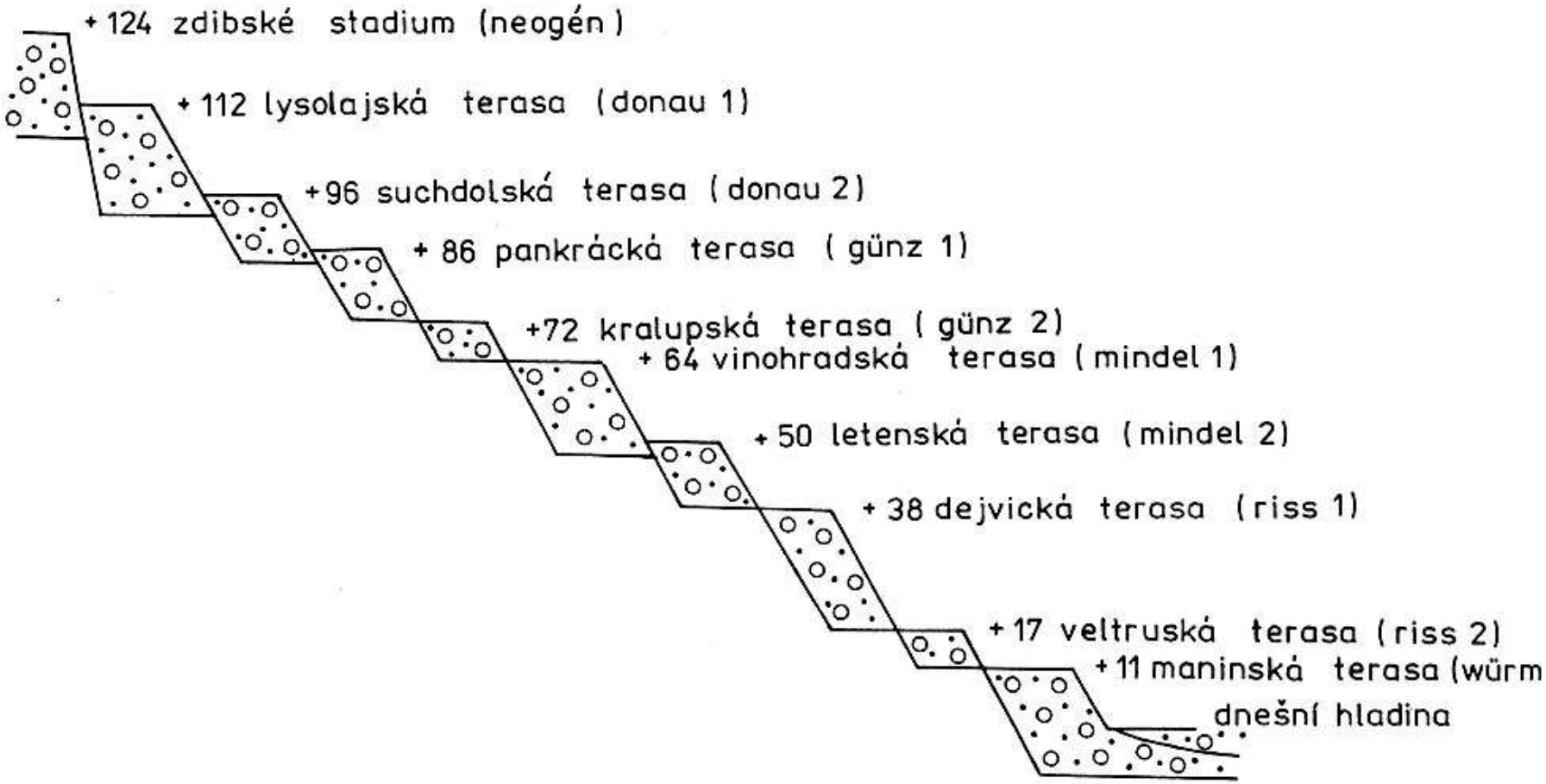


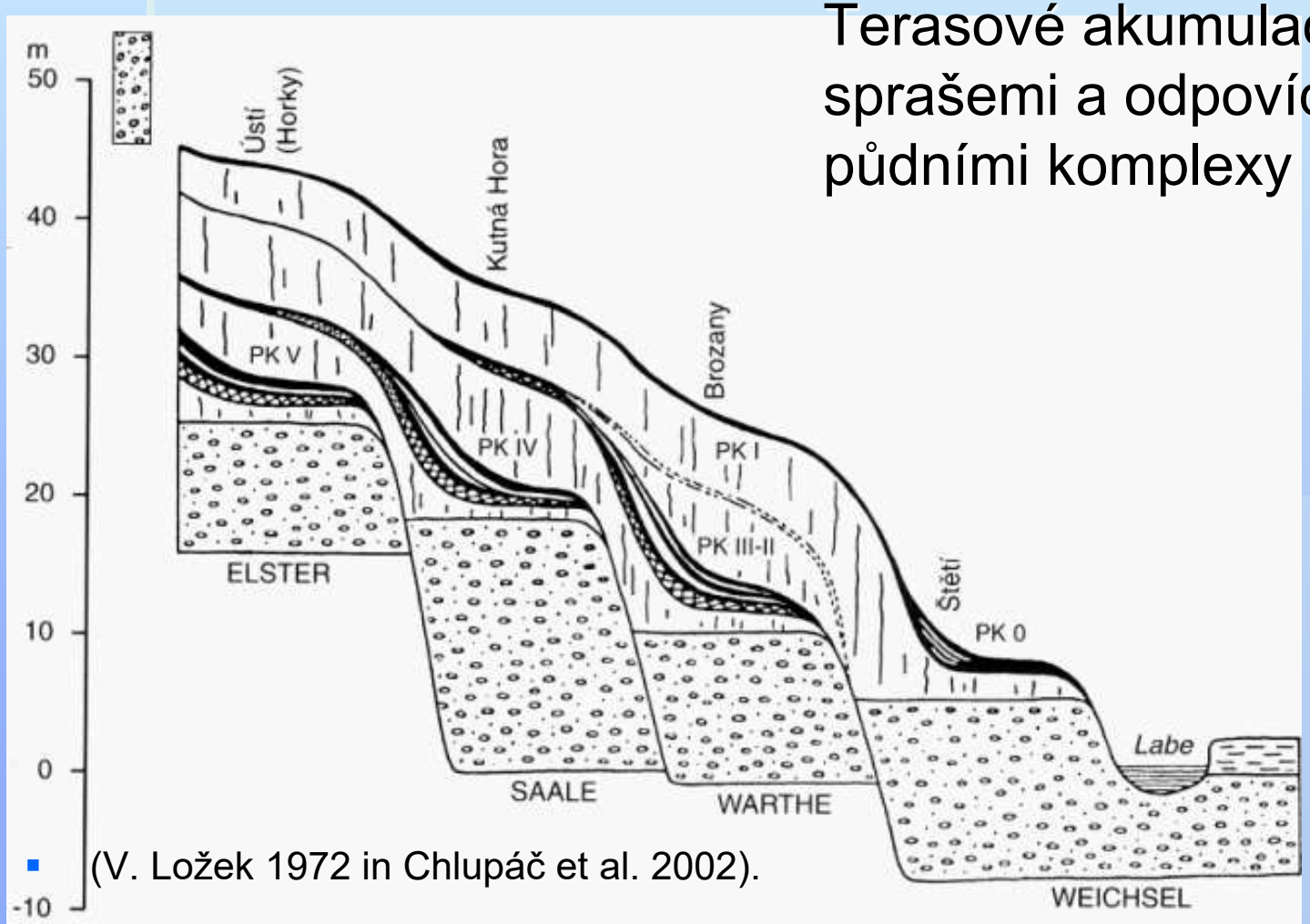
Schéma výškové ozice vltavských teras v praze (podle Q. Záruby et al. 1977). Čísla značí relativní výšky horních povrchů teras nad dnešní přirozenou hladinou Vltavy (vztaženo k 240. km toku Vltavy na severním okraji Prahy).

Nivní hlíny a jejich význam

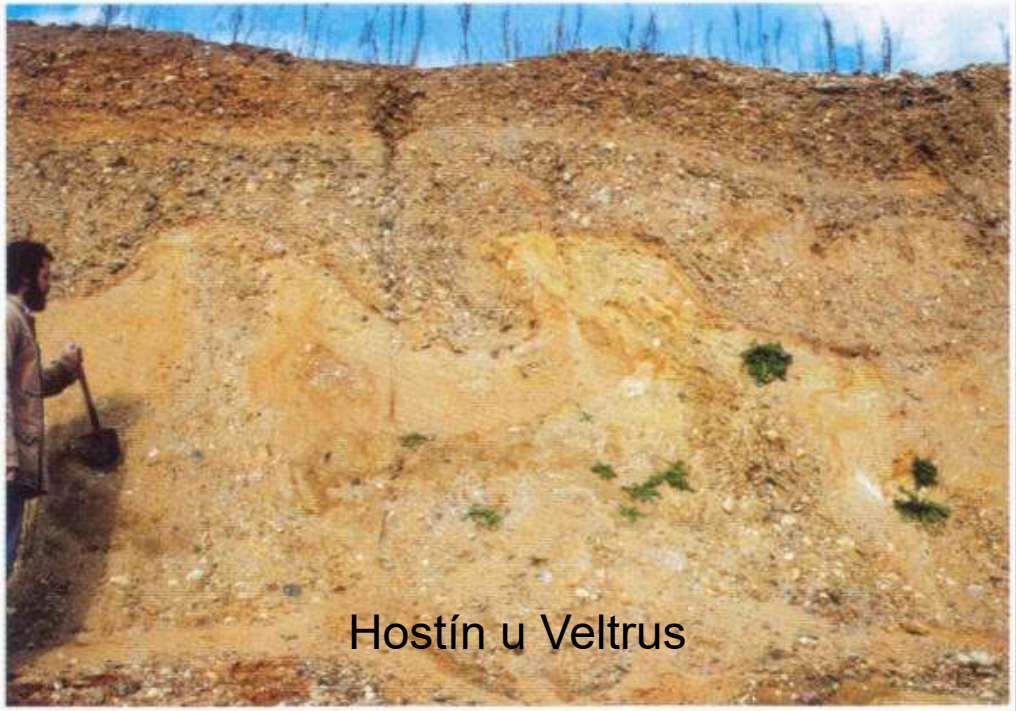
- Tvořily se v interglaciálech a zvláště v holocénu na povrchu glaciálních terasových štěrků, někdy i s fosilními či subfosilními půdami.
- Z pleistocénu se zachovaly jen výjimečně, zato profily v holocenních nivách poskytují dobře členěné sledy až mnohametrových mocností
- Tyto akumulace ovlivnila činnost člověka, která již od neolitu (tj. přibližně od 4500 let před Kristem) uvolňovala odlesněním a zemědělskou činností plochy pro erozi a denudaci, takže se do niv dostávalo velké množství materiálu a sedimentace se zvětšovala

Schéma terasových stupňů Labe mezi Štětím a Ústím nad Labem

Terasové akumulace jsou kryty sprašemi a odpovídajícími půdními komplexy PK



(V. Ložek 1972 in Chlupáč et al. 2002).


Hostín u Veltrus

Kramník u Českého Brodu

Kryoturbace

- **Kryoturbace** je proces, během kterého dochází vlivem působení mrazu k prostorovým změnám v zemině, jež mají za následek její zvíření. Půdní vlhkost či obsažená voda se vlivem mrznutí začne roztahovat a tím vytvářet tlak působící na horniny ve svém okolí. Ty na tento tlak reagují přeskupováním a pohybem, čímž dochází k víření a vzniku typických horninových struktur
- X Rozdíl od **bioturbace** - jakékoli porušení sedimentu činností živých organismů, například jejich chodbičkami, zavrtáváním se, lezením po dně, hrabáním.

Eolické sedimenty

- ***Eolické uloženiny*** patří k velmi významným pleistocenním uloženinám, neboť často pokrývají velké plochy o mocnostech až desítek metrů (u nás do 30 m), jsou hospodářsky důležité a poskytují cenné údaje o přírodě i životě člověka.
- V eolických uloženinách rozlišujeme vápnité spraše, nevápnité sprašové hlíny (prachovice) a váté písky.
- Všechny vznikaly v obdobích glaciálů v suchém chladném klimatu.
- Spraše jsou tvořeny převážně prachovými zrnyky přemístěnými větrem. Podstatný je i obsah rozptýleného $CaCO_3$ (okolo 10-20 %). Typická je přísná stejnozrnnost, nevrstevnatost, jasně žlutookrová barva a svislá odlučnost

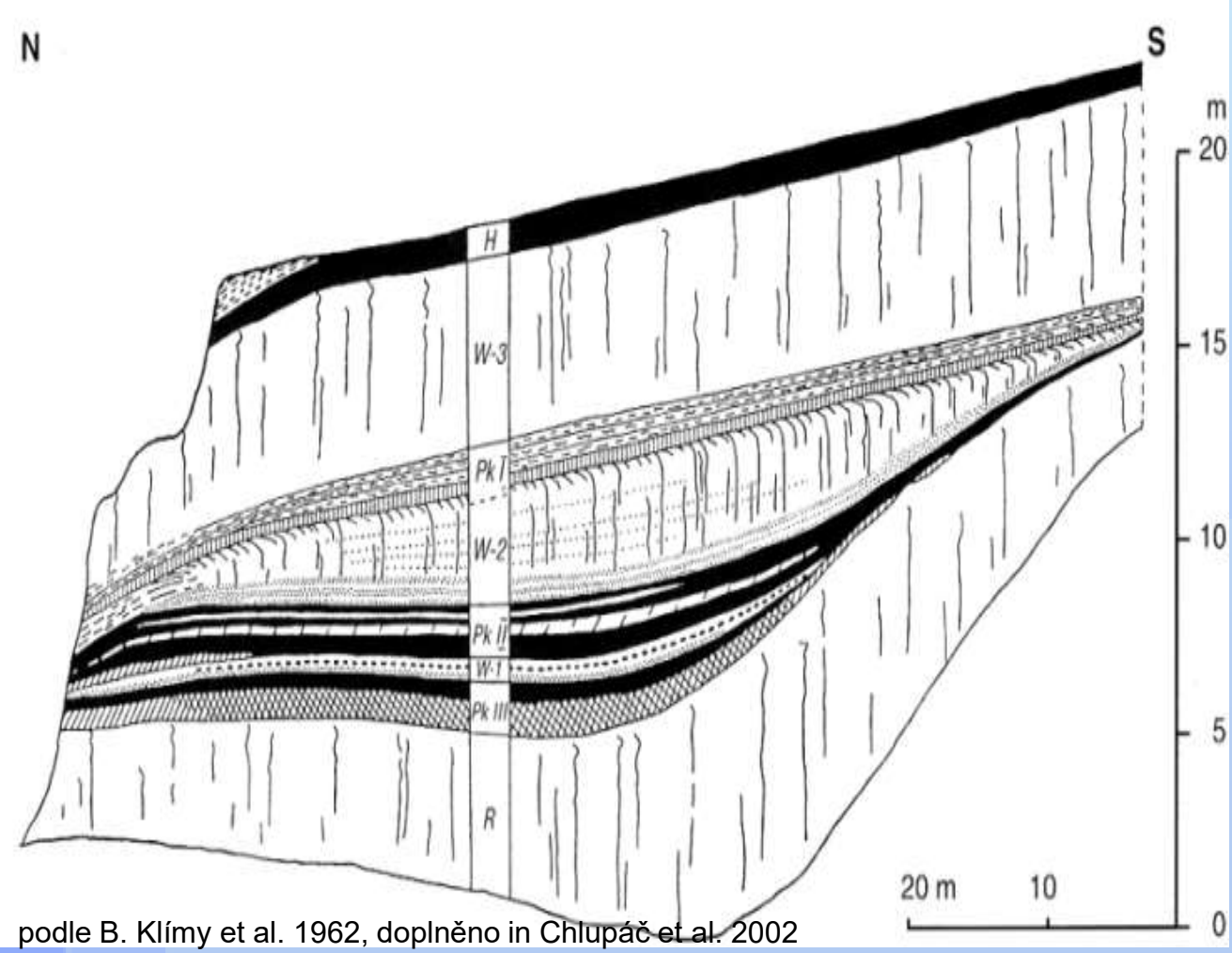
Spraše

- **Spraše** tvoří bud' souvislé pokryvy, nebo závěje na svazích.
- Na svazích mohou vytvářet i několik pokryvů nad sebou, oddělených polohami fosilních půd - pak jde o **sprašové komplexy**.
- Úplný profil, zachycující ve sprašových komplexech celý sled pleistocénu, lze získat složením několika sprašových komplexů z různých lokalit. Ukládání spraší u nás skončilo v pozdním glaciálu, tj. na konci poslední ledové doby.
- Zejména nejmladší sprašové pokryvy poskytly četné zbytky glaciální zvířeny, jako je mamut, sob, srstnatý nosorožec, polární liška, vlk, rosomák, zajíc bělák, bobr, kůň, lev, los, medvěd, tur či bizon a svišť (kostry svišťů byly nalezeny i přímo v původních norách). Cenné mikrofosilie pro stratigrafii, včetně pylů.
- Ve sprašových komplexech je u nás celá řada významných nálezů stop po činnosti, popř. i kosterních zbytků předvěkého člověka (již Homo sapiens sapiens), který patřil kulturním stupňům hlavně mladšího paleolitu.

Sprašové hlíny a váté písky

- **Sprašové hlíny** jsou rozšířeny hlavně ve vlhčích oblastech (Ostravsko, Opavsko), nebo v nadmořských výškách nad 300-350 m.
- Na jejich vzniku se kromě větru podílí i proudící voda po povrchu terénu ze srážek, případně gravitace na svazích.
- Skládají se rovněž z prachových částic, ale neobsahují $CaCO_3$. Protože v nich nejsou výrazné fosilní půdy a bývají navíc následkem zamokření postiženy oglejením (redukčními pochody), je jejich paleopedologická i stratigrafická interpretace obtížná.
- **Váté písky** pocházejí u nás hlavně až z konce posledního zaledněni, starší jsou zachovány jen výjimečně jako relikty.
- Nejčastěji je nalézáme na povrchu nejmladších teras větších řek, v Polabí, na jižní Moravě (s. a sv. od Hodonína) a v třeboňské pánvi. Povrch přesypů bývá stabilizován borovými porosty, avšak jejich tvar v podobě dun bývá morfologicky v krajině znatelný.

Profil na klasické lokalitě v Dolních Věstonicích



podle B. Klímy et al. 1962, doplněno in Chlupáč et al. 2002

Nad spraší risského glaciálu (R) spočívá půda z posledního interglaciálu (PK III), v nadloží tři polohy spraší z posledního glaciálu (W-I až W-3), oddělené fosilními půdami interstadiálů (PK II, PK I). Horizont PK I je kulturní vrstvou s gravettienskou industrií lovců mamutů.

Bažinné sedimenty

- Horské rašeliny na Šumavě, v Krušných horách a v Krkonoších
- Nížinné slatiny v Polabí, na Třeboňsku aj.
- Právě na výzkumu těchto sedimentů stojatých vod a bažin položil Post (1916) základy pylových analýz, které jsou podkladem pro biostratigrafii vyznívajícího posledního glaciálu a celého holocénu
- F. Firbas (1949-1952) - dodnes používané schéma podrobného dělení pozdního glaciálu a holocénu na 10 zón podle změn společenstev dřevin odrážejících klimatické výkyvy

Sladkovodní vápence

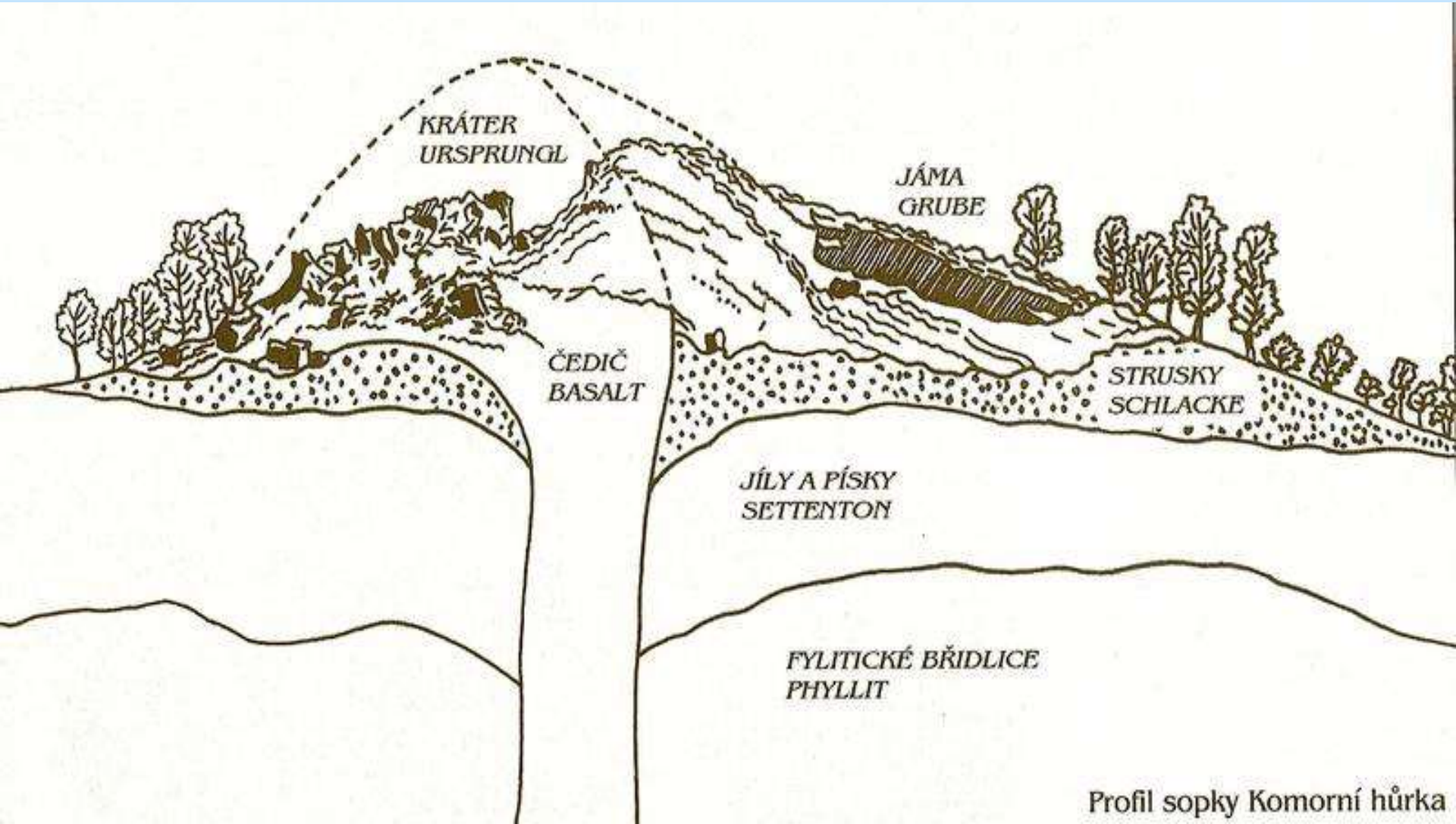
- Geneticky různé sedimenty vysrážené z vodných roztoků s vyšším obsahem uhličitanu vápenatého.
- Patří sem jednak pramenné **travertiny**, usazené často i z temperovaných vod v podobě kup, jednak **pěnovce** vzniklé ze studených vod zvláště na svazích a při dnech údolí (zpravidla na rozhraní propustného nadloží a nepropustného podloží), kde vytvářejí kaskády, a také více či méně zpevněné **vápnité sedimenty** usazované v jeskyních.
- Pro výzkum a stratigrafii kvartéru mají tyto sedimenty prvořadý význam, neboť je nalézáme i tam, kde je nedostatek jiných uloženin, a lze na nich uplatnit širokou škálu výzkumných metod.
- Vznik je většinou vázán na teplá a vlhká období, tj. interglaciály a holocenní klimatické optimum.

Kvartérní vulkanity

- Nejmladšími sopkami na našem území jsou kvartérní vulkány Železná a Kamenná hůrka u Chebu a Velký a Malý Roudný, Venušina sopka a Uhlířský vrch u Bruntálu v Nízkém Jeseníku.
- Radiometricky interpretované stáří vulkanitů v okolí Chebu spadá do středního pleistocénu, má však široký rozptyl hodnot mezi 170 a 900 tisíci lety (Wagner et al. in Ulrych et al., eds. 1998), s nejpravděpodobnější dobou aktivity 200-600 tisíc let.

Železná hůrka u Chebu (Havlíček, Šibrava, 1980)

Klasický profil Komorní hůrkou



Profil sopky Komorní hůrka