

# Výkyvy podnebí, křivky teplot a měkkýší fauna

Poučení  
z minulosti



*Nowhere have studies of buried soils and fossiliferous alluvium and loess reached the refinement and precision of those by Ložek in Czechoslovakia (e. g. Kukla et al., 1961, Kukla and Ložek, 1961), although the combined pedological-stratigraphic-paleontological approach promises equally detailed results in parts of North America. Cave-fills and travertine have yielded abundant fossil assemblages in Europe, but so far virtually unstudied in North America.*

Taylor, D. W., 1965: The study of Pleistocene nonmarine mollusks in North America  
Wright, H. E., Jr. and Frey, D. G. (ed.): The Quaternary of the United States, Princeton University Press, s. 597-609, k VII. kongresu INQUA.

Profil ložiskem bělavých jezerních kříd (jemnozrnných nezapevněných vápenců) zachycuje drobné oscilace vlhkosti ve středním až starém holocénu. Tmavé humózní pásy odpovídají sušším fázím. Na počátku mladšího holocénu (subboreálu) bylo ložisko odvodněno erozí a na jeho suchém povrchu se vytvořila nápadná tmavá půda obsahující úlomky keramiky z doby halštatské (konec doby bronzové a starší doba železná). Světlou polohu nad touto půdou tvoří pěnovec vzniklé v mladoholocénním vápnitém močálu. Snímek © Vojen Ložek.

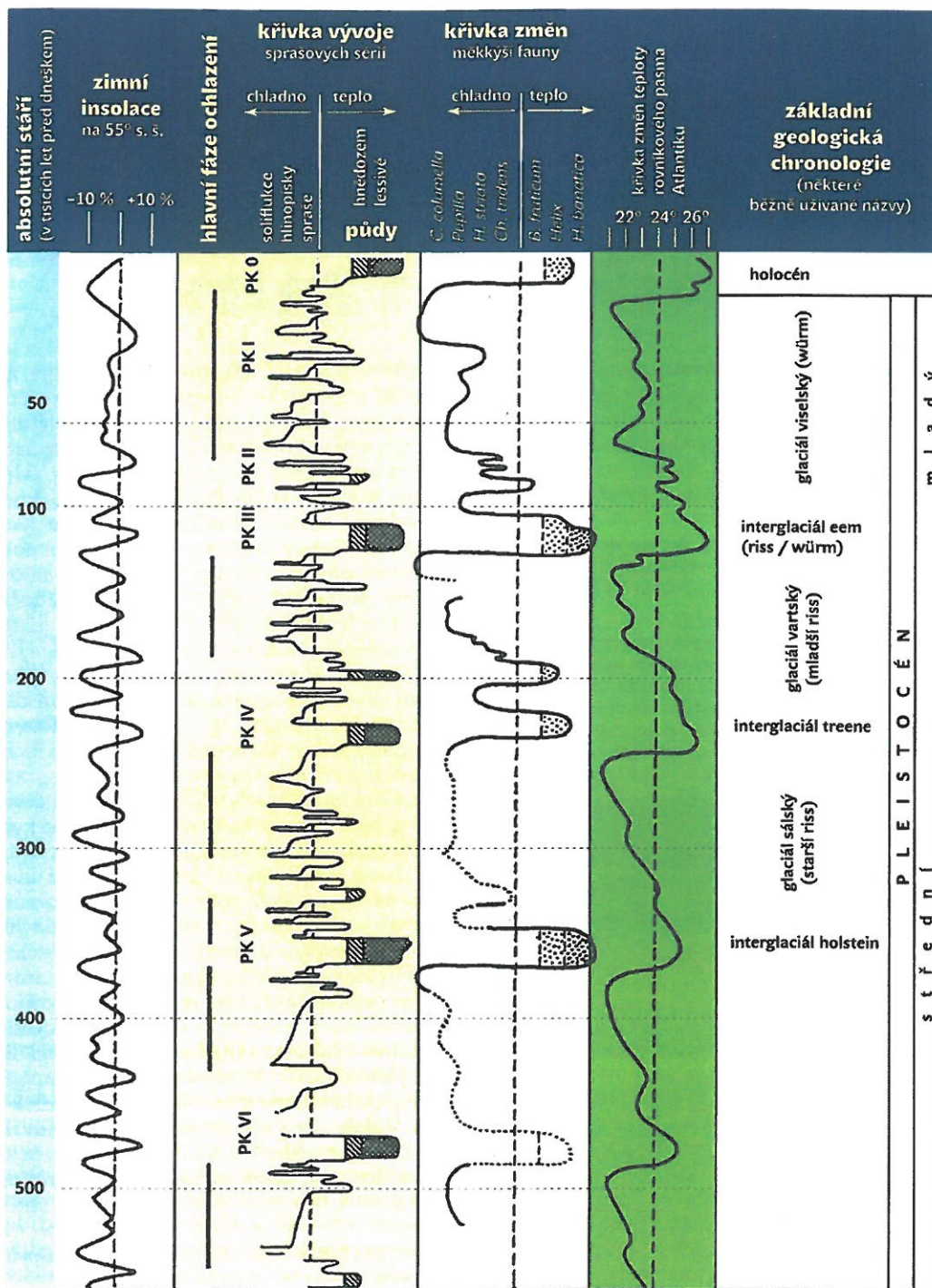


Ještě v polovině 20. století se výzkum nejmladší geologické historie – kvartéru (čtvrtohor) – opíral o klasické geologické metody: o studium jeho hornin a fosilních pozůstatků fauny a flóry v korelaci s dopady zalednění. Rozvíjel se především v zemích, které zalednění přímo postihlo, nebo kde kvartérní sedimenty pokrývaly ve větší mocnosti rozlehlé plochy. Střední Evropa měla mimořádné postavení, neboť severské zalednění zde zasahovalo nejdále k jihu a ještě jižněji se nacházelo zalednění alpské, rovněž velkoplošné, neboť zasahovalo až do podnoží hor. Není divu, že se právě zde rodila velká díla o době ledové (jak byl kvartér donedávna často nazýván – Eiszeitalter, Ice Age), z nichž vřídčí roli sehrála tisícistránková monografie *Die Alpen im Eiszeitalter*,<sup>1</sup> která nabyla světového ohlasu a na niž se snažily navazovat kvartérní výzkumy i ve vzdálených zemích.

Přístup obou autorů k problematice kvartéru se do značné míry opíral o morfostratigrafická kritéria, tj. o sukcesi jednotlivých sedimentárních formací v korelaci s vývojem reliéfu krajiny, především s postupem eroze určeným dynamikou ledovců a odnosnou i akumulací vodních toků. Výsledkem bylo stanovení 4 ledových dob (glaciálů) oddělených 3 teplejšími obdobími – interglaciály, pojmenovanými podle předalpských řek. V době, kdy dílo vyšlo, dosud panovala představa o jediné době ledové dosti nejasného dopadu, takže to byl opravdu průkopnický, ne-li revoluční čin. Podobné poznatky přineslo i pruské geologické mapování, nicméně prvé místo si nadlouho udržel alpský systém.

Neuplynula však ani dvě desetiletí a ukázalo se, že ani 4 ledové doby nestačí, že jich bylo daleko více, jak ve svých pracích z raných dvacátých let minulého století dovozoval Wolfgang Soergel a na jihu v Předalpi Barthel Eberl. Zrodil se polyglacialismus – nauka o mnoha dobách ledových (i meziledových) – a tím i představa, že ledová doba není nějaký unikátní jev, nýbrž jen úsek zákonitého klimatického cyklu podmíněného pravidelným kolísáním kvant slunečního záření na různá pásma Země v důsledku precese zemské osy, jak dovozoval M. Milankovič (1930).<sup>2</sup>

Zájem nezůstal jen u ledovcových sedimentů, jako jsou především morénové uloženiny a s nimi spjaté říční naplaveniny (glacifluviální terasy), ale do klimatického cyklu byly



Podnebné výkyvy v posledním půlmilionu let odvozené ze sprašových sérií střední Evropy v korelaci s výkyvy zimní insolace a teploty rovníkového Atlantiku (podle J. Kukly).  
 Vysvětlivky: PK I–VI – půdní komplexy: šrafované úseky vyznačují půdy teplých období – interglaciálů/holocénu; měkkýší fauny charakterizované určitým druhem: tečkované úseky odpovídají obdobím s malakocenózami zapojených lesů, husté tečkování kulminací interglaciálů, kdy podnebí bylo teplejší a vlhčí než dnes (tyto lesní fáze odpovídají jen zlomku časového průběhu klimatického cyklu). V ostatních, nevyšrafovaných obdobích převládalo buď bezlesí, nebo polootevřené porosty klimaticky odolných dřevin. Interglaciál „treene“ se vyznačuje nálezy břestovce (*Celtis*, typ neopleistocenica). (V. Ložek, Příroda ve čtvrtohorách, Academia, Praha 1973)

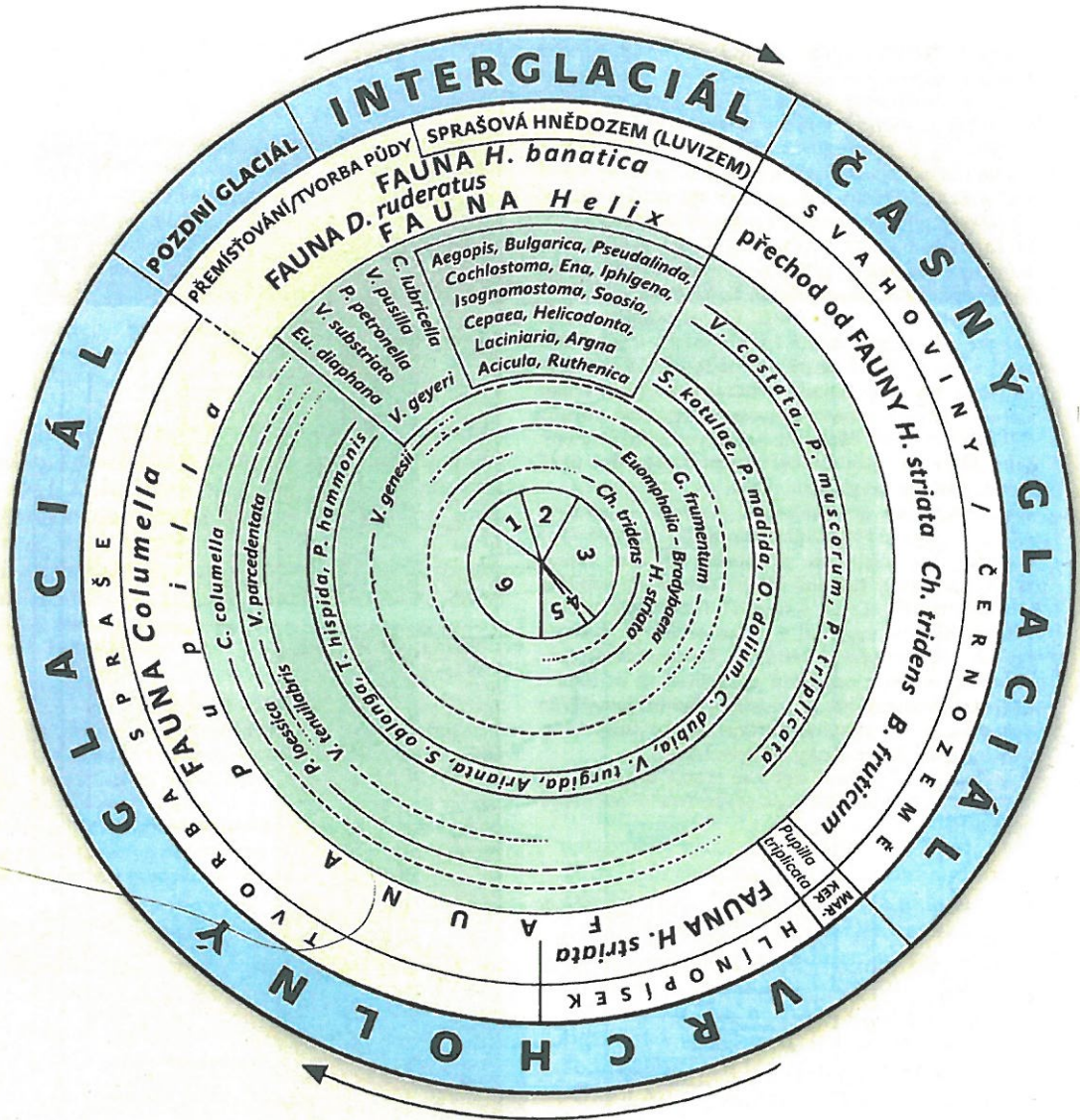
1) Penck A., Brückner E.: Die Alpen im Eiszeitaler, I–III, 1–1199, Leipzig 1901–1909.  
 2) Milankovič M.: Mathematische Klimalehre und astronomische Theorie der Klimaschwankungen. Handbuch d. Klimatologie, I, A, 1–176, Berlin 1930.

postupně začleňovány i další druhy sedimentů, především daleko rozšířené a hospodářsky významné spraše. Již během druhé světové války se ukázalo, že v chráněných prostorách vystupují spraše v celých souvrstvích. Jednotlivé pokryvy spraše naváté v glaciálních jsou v nich odděleny souvrstvími fosilních půd a jejich derivátů zákonité stavby, tzv. půdními komplexy (PK). Ty odpovídají interglaciálům včetně počátečních fází následujících glaciálů. V suchozemském prostředí tak sprašová souvrství nejúplněji odrážejí veškeré fáze klimatického cyklu. Vyvrcholením tohoto vývoje bylo zřízení sprašové komise INQUA (International Union for Quaternary Research) na světovém kongresu ve Varšavě r. 1961.

Přínos sprašových sérií k poznání průběhu klimatického cyklu byl spjat s rozvojem paleontologických metod. Spraše sice byly odedávna zdrojem nálezů především velkých glaciálních savců (mamuta, srstnatého nosorožce), vymykaly se však paleobotanickým rozborům. Bohatá fauna měkkýšů, kteří jsou nejhodnějšími fosiliemi spraší (i dalších terestrických sedimentů kvartéru), nemohla být využita k rekonstrukci klimatických i staništních poměrů vzhledem k nedostatečné znalosti ekologie i taxonomie jednotlivých druhů i celých společenstev, nehledě k přesnému rozlišování jednotlivých druhů sedimentů i půd sprašových sérií. Navíc i obecné povědomí o kvartéru, zejména u biologů, se víceméně omezovalo na dopad glaciálů

RNDr. Vojen Ložek, DrSc., (\*1925) vystudoval geologii na Přírodovědecké fakultě UK v Praze. V Geologickém ústavu AV ČR, v. v. i., se zabývá geologií kvartéru. Věnuje se též malakozoologii a přednáší na Přírodovědecké fakultě UK v Praze. Z jeho knižních publikací připomeňme alespoň: Příroda ve čtvrtohorách (Academia, 1973), Zrcadlo minulosti (Dokořán, 2007).

Sukcese měkkýší fauny v klimatickém cyklu odvozeném ze stavby sprašových sérií střední Evropy (Ložek, 1976).  
1-6 - sedimentární a půdní horizonty sprašových sérií (cyklický sled).



na faunu a flóru, často líčeném značně drasticky.<sup>3</sup> Nápravu přinesla až poválečná léta. Stěžejní roli v uplatnění poznatků z rozboru sprašových sérií včetně jejich malakofauny sehrály středoevropské lokality od středního Německa přes Československo a Dolní Rakousko až do Maďarska. Za vyvrcholení těchto výzkumů lze pokládat Kuklovu první korelaci středoevropských sprašových sérií s hlubokomořskými sedimenty.<sup>4</sup>

Nelze opomenout ani nebývalou pozornost, které se v poválečných letech těšily tzv. periglaciální jevy, což rovněž vedlo až k drastickým scénářům o glaciálním prostředí srovnávaným s kryozónou vysokého seve-

ru. Tento výzkum však probíhal jaksi bokem a po vlastních kolejkách.<sup>5</sup>

Z našeho pohledu má ovšem hlavní význam skutečnost, že nové poznatky se bezprostředně týkají našeho území, zatímco v současnosti se pozornost soustřeďuje na výsledky rozboru hlubokomořských, a především ledovcových vrtů v Grónsku a Antarktidě. Ty sice v základních rysech plně potvrdily poznatky získané ve střední Evropě klasickými geologickými a paleontologickými metodami, ale přinesly také řadu nových aspektů, jejichž přenos do našeho prostředí vyžaduje opatrnost, protože pocházejí ze vzdálených regionů, kde příroda má zcela jiný ráz než střední Evropa.

Výsledky rozboru vrtů se vyjadřují křivkami podrobně zachycujícími obsah různých látek, které jsou přímými i nepřímými indikátory klimatických změn. Odrážejí spoustu drobných i větších oscilací, což klasické metody neumožňovaly, a vrhají tak nové světlo na klimatickou problematiku, zejména v průběhu ledových dob. Zachycují různé krátkodobé výkyvy, jako je třeba náhlý výrazný pokles teploty koncem 7. tisíciletí př. Kr. známý jako event 8,2 ky. Dokládají rovněž, že i během glaciálu dosti často docházelo k poměrně tep-

3) Například v habilitační přednášce se botanik Josef Dostál (Odkud pocházejí naše rostliny, Vesmír 25, 2, 34-37, 1946) zmiňuje o zaledněném Brd a tundry v nížinách, avšak zároveň připouští přežití habru, buku, dubu, a dokonce i třetihorního reliktu kandíku na chráněných místech. Podobně tomu bylo i u geologů - V. Ambroz (Spraše pahorkatin. Sborník St. geologického ústavu ČSR, 14, 225-280, 1947) dokazuje, že spraše vznikaly v interglaciálech.

4) Kukla J.: Correlations between loesses and deep-sea sediments. Geol. Foreningen i Stockholm Forhandlingar, 92, 2, 148-180, 1970.  
Kukla J.: Pleistocene Land-Sea Correlations. I. Europe. Earth Science Rev., 13, 307-374, Elsevier 1977.

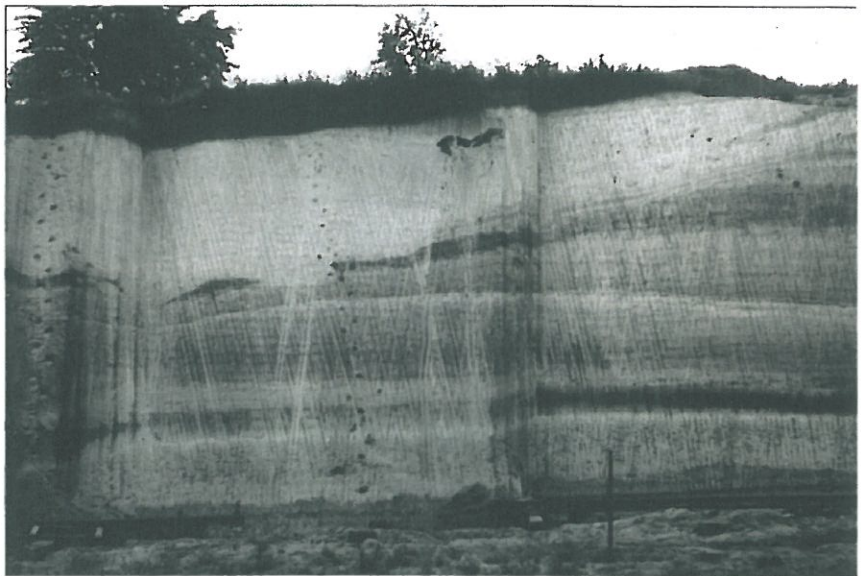
5) Postačí připomenout kritické poznámky, které uvedl A. L. Washburn ve své monografii periglaciálu (Periglacial processes and environments. 1-320, E. Arnold, London 1973). Na straně 2 píše: „...četné jevy jako geliflukce (mrazový půdotok), mrazem podmíněné slézání a řada forem třídění půd se obecně pokládají za periglaciální, nejsou však nutně vázané na permafrost (dlouhodobě zmrzlý podklad)“; na straně 247 dodává, že „velmi podobné nebo stejně vyhlížející jevy se mohou pravděpodobně vytvářet i v prostředí, které s působením mrazu nemá nic společného“.

Nahoře: Výchoz půdních komplexů PK III (spodní tmavá poloha s bělavou páskou) a PK II (oba spodní tmavé horizonty) v cihelně v Sedlci u Kutné Hory vyznačují klimatické výkyvy posledního interglaciálu (PK III) a následujících teplých výkyvů v raném posledním glaciálu (PK II). Světlé polohy spraší v podloží a nadloží půdních komplexů odpovídají vrcholným fázím předposledního a posledního glaciálu.

Uprostřed: Odkryv v cihelně v Dolních Chabrech u Prahy odpovídá témuž časovému úseku jako půdní série v Sedlci, zachycuje však řadu drobných oscilací raného glaciálu mezi PK III (černá půda naspodu snímku s bělavým pásem i šedá poloha v jeho podloží) a PK II, jehož těsně nad sebou ležící dvě tmavé půdy vystupují nahoře v pravé polovině snímku. Časové rozpětí tohoto souvrství odpovídá zhruba 60–70 tisícům let. Mohutná světlá vrstva nad souvrstvím půd s postglaciální černozemí na povrchu patří spraší posledního glaciálu.

Dole: Souvrství prameništích vápenců – pěnovců v Černé dolině u Hranovnice odpovídá poledové době (holocénu) a zachycuje především oscilaci vlhkosti. Světlé polohy tvořené čistým pěnovcem vznikaly ve vlhkých, tmavé půdy v suchých fázích, kdy povrch ložiska dočasně vysychal a na pěnovcích se dočasně tvořila humózní půda – rendzina. Časový rozsah sedimentárního sledu odpovídá posledním 12 tisíciletím, takže uvedené oscilace odpovídají mnohem jemnějším výkyvům, než zachycují půdní komplexy u Kutné Hory a Dolních Chabech. Snímky © Vojen Ložek.

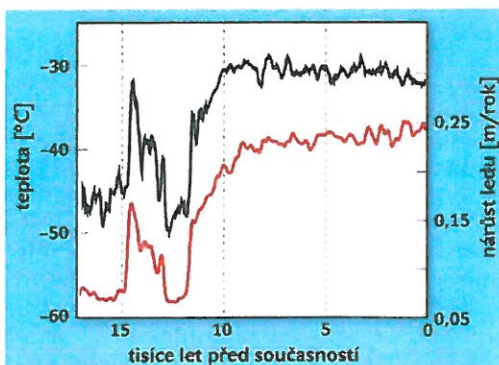
Poznámka: V současné době se rýsuje problém, jak korelovat zobrazené výkyvy s oscilacemi křivek z ledových vrtů.



lým výkyvům, stejně jako v interglaciálech k chladným. Na rozdíl od starších litologických a paleobiologických kritérií zatížených složitým hodnocením sedimentárních, pedologických i biocenologických poměrů působí soubory přesně naměřených, číselně i graficky vyjádřených dat ve srovnání se staršími doklady daleko exaktnějším dojmem.

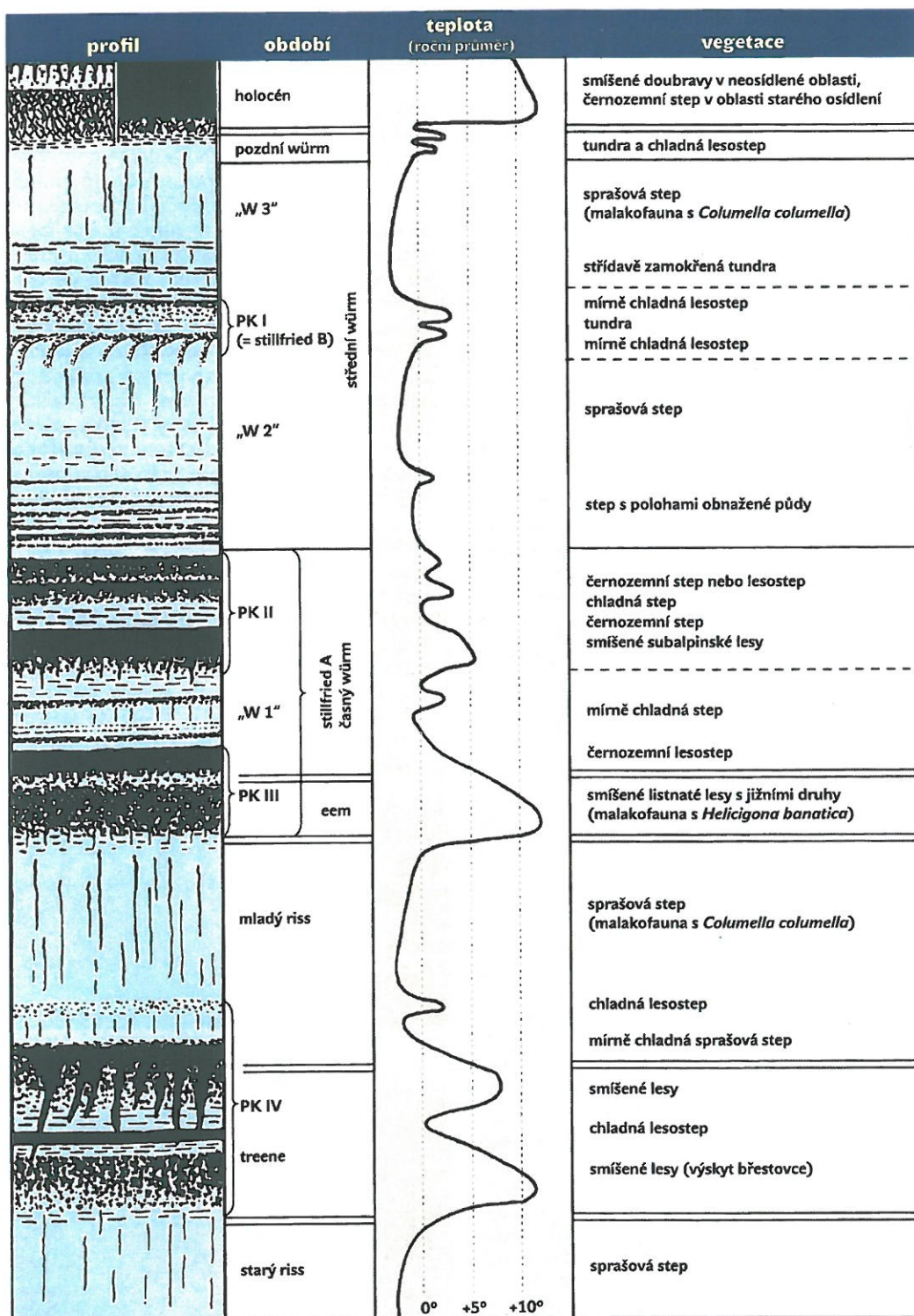
Přes tyto nesporné klady ovšem zbývá problém, jak tato naměřená fakta aplikovat v prostředí konkrétních regionů – v našem případě střední Evropy – a tím se i vypořádá s místními poznatky získanými klasickými metodami ve zcela odlišném geograficky vzdáleném prostředí. Porovnejme proto možnosti i překážky, s nimiž musí počítat pracov-

Na konci mladšího dryasu (před 11 600 lety) se náhle oteplilo. Podle záznamu z vrtu v centrálním Grónsku (GISP2) se teplotní posun odhaduje na 15 °C a byl provázen dvojnásobným objemem ročních srážek. Graf ukazuje roční nárůst ledu a izotopu kyslíku, který je interpretován jako teplota. (Podle Alley R. et al, Nature 362, 527–529, 8. 4. 1993)



níci vyhodnocující zmíněné vrty a jejich protějšky, především paleontologové. Na jedné straně jde o soubor přesně změřených hodnot, kterým je přisuzována poměrně exaktní výpověď o klimatu. I když jsou i tato měření poplatná stavu v oblasti, kde leží zkoumaný

Schematická tabulka vývoje středního a mladého pleistocénu podle poměrů ve sprašových sériích suchých oblastí. (V. Ložek, Příroda ve čtvrtohorách, Academia, Praha 1973)



vrst, přece je jim přičítán značný geografický dosah. Nevýhodou je, že změřit lze jen určité faktory, jejichž stopy se zachovaly v prostředí vrst. Na druhé straně velkou a nezastupitelnou výhodou paleontologa je, že fosilie indikují komplexní působení všech ekologických faktorů v daném místě – tedy i těch, které se vymykají přesnému změření, nehledě k těm, které ještě neznáme. Správná paleoenvironmentální interpretace určitého souboru fosilií však klade na zpracovatele množství specifických požadavků.

Dobrym příkladem jsou měkkýši, jejichž životní nároky jsou těsně spjaty s půdní-

mi poměry a vegetačním krytem, takže se v tomto směru více blíží rostlinám než třeba obratlovcům. Nutno spolehlivě znát jednotlivé druhy jak co do přesnosti určení ve fosilním stavu, tak jejich současného plošného i výškového rozšíření, vazby na půdy i rostlinná společenstva, nehledě k poměrům fosilizacním, tj. jaký plošný dosah má výpověď určitého fosilního společenstva, což je dáno rozsahem okrsku, z kterého se mohou ulity dostat na místo fosilizace. Je třeba respektovat i zásadu, že sediment nebo půda, v nichž se ulity zachovaly, jsou nedílnými složkami někdejších ekosystémů a že výpověď abio-

6) Ložek V.: The relationship between the development of soils and faunas in the warm Quaternary phases. Antropozoikum 3, 7-33, 1965.

tických faktorů má vůči výpovědi paleobiologické primární postavení. Příkladem je vrstva syplých sintrů – pěnítců ve vchodech jeskyní, která je přímým dokladem dlouhodobého promočení jeskynních stropů, a tedy vysokých srážek. Měkkýší fauna v ní obsažená na toto zvlhčení reaguje až druhotně a v případě krátkodobé události nemusí takové zvlhčení výrazněji odrážet.

Co se týče hlavních výkyvů křivek, které odpovídají glaciálům a interglaciálům, vykazuje malakologická evidence výraznou shodu, především se strmým nástupem teploty na počátku interglaciálů včetně holocénu. Nejde jen o nejčastěji diskutované prudké zvýšení po skončení závěrečné fáze posledního glaciálu – mladšího dryasu, ale i obdobná náhlá zvýšení teplot a vlhkosti v interglaciálech. Dokladem je příchod jihoevropských plžů *Drobacia banatica* a *Soosia diodontia* na naše území ještě před vyzráním lesních půd v posledním interglaciálu i v interglaciálech starších, tedy již v jejich časné fázi.<sup>6</sup> Naproti tomu zdůrazňovanému hlubokému ochlazení v mladším dryasu u nás neodpovídá žádná výraznější změna malakofauny. V rámci glaciálů sprašové zóny se větší teplejší výkyvy (interstadiály) malakozoologicky zřetelně projevují ve výkyvech časného glaciálu, zatímco teplejší oscilace vrcholného posledního glaciálu (zvl. denekamp = Stillfried B, PK I) podle dosavadních dokladů nena-

šla větší odezvy. Nelze ovšem vyloučit, že se může výrazněji projevit ve stupni ležícím nad sprašovým pásmem, především v Karpattech. Co se týče krátkodobých oscilací vyznačených křivkami během glaciálů, nebyly zatím – aspoň ve spraších – zjištěny významnější změny měkkýších společenstev. V této souvislosti zasluhuje pozornost již zmíněný chladný výkyv 8,2 na počátku holocénního klimatického optima, s nímž u nás časově víceméně koreluje krátké období hlubkové eroze a výrazné zvýšení srážek doložené pěnítcovou (sintrovou) polohou v jeskynních vchodech a kam spadá i změna měkkýší fauny odrážející přechod od světlých hájů časného holocénu k plně zapojeným stinným pralessům klimatického optima. I když měkkýší signalizují jen větší výkyvy teploty, zůstávají nezastupitelnými indikátory změn vlhkosti a také zápoje lesních porostů. Zatím poskytli nejvíce dat ze sprašové zóny, nicméně množící se nálezy z vyšších poloh horských oblastí dokládají zejména existenci lesního stupně nad sprašovou stepí (v slovenských Karpattech). To nasvědčuje, že i během studených období kvartéru je třeba brát v úvahu vyšší krajinnou diverzitu střední Evropy ve srovnání se severozápadem, kde se výkyvy vyjádřené křivkami mohou projevovat rozmanitým způsobem. Jejich doložení je ovšem zatím otázkou dalších cílených výzkumů a především šťastných nálezů.

**Abstract:** Climate oscillations, temperature curves and mollusc fauna by Vojen Ložek. Under terrestrial sedimentation condition, the most complete evidence of Quaternary climatic shifts is provided by mid-European loess series, consisting of fossil soils, colluvial horizons and loess accumulations. These occur in regular cyclic sequences, each corresponding to one interglacial-glacial cycle. The loess cycles can be correlated with climatic phases recorded in deep-sea and glacier ice cores.

INZERCE

# ÚSTAV PRO ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

PŘÍRODOVĚDECKÉ FAKULTY UNIVERZITY KARLOVY V PRAZE

slaví 20 let



Ústav provádí výzkumnou činnost v ochraně biodiverzity, obnově ekosystémů, ochraně ovzduší vody a půd, využití geografických informačních systémů v dekontaminačních technologiích. Zajišťuje též bakalářské a navazující magisterské studium v oboru ochrana životního prostředí. Studium tohoto oboru vás seznámí s funkcemi, uspořádáním a interakcemi biotických a abiotických složek životního prostředí navzájem a s lidskou společností. Dozvíte se, jak životní prostředí chránit, udržitelně využívat nebo i obnovovat.

více na:

<http://www.natur.cuni.cz/faculty/zivotni-prostredi>