

Přirozené změny podnebí

Život se přizpůsoboval i drastickým výkyvům klimatu

VOJEN LOŽEK

V posledních letech se stále větší pozornost obrací k změnám podnebí, které mají nastat v důsledku zvyšujícího se podílu skleníkových plynů (především oxidu uhličitého) v zemské atmosféře. Zprávy o nepříznivém vývoji klimatu pronikají z odborných kruhů i do širší veřejnosti. Velkou pozornost jim věnují zejména noviny, rozhlas a televize, které však s oblibou tlumočí především katastrofické scénáře. Ty vycházejí z některých modelů vývoje podnebí, jaký nás má údajně očekávat již na počátku nového tisíciletí.

Katastrofické scénáře a realita

Není divu, že neúspěšná haagská konference o snižování imisí v listopadu 2000 vyvolala v denním tisku záplavu úvah, z nichž se mnohému čtenáři – hlav-

1. Severní Evropa v eemském interglaciálu (poslední době meziledové v těchto končinách). Moře zasahovalo hlouběji do pevniny, zejména na severu (boreální transgrese), a podmiňovalo tak silnější oceánský ráz podnebí střední a východní Evropy ve srovnání s dneškem. (Podle I. Gerasimova)

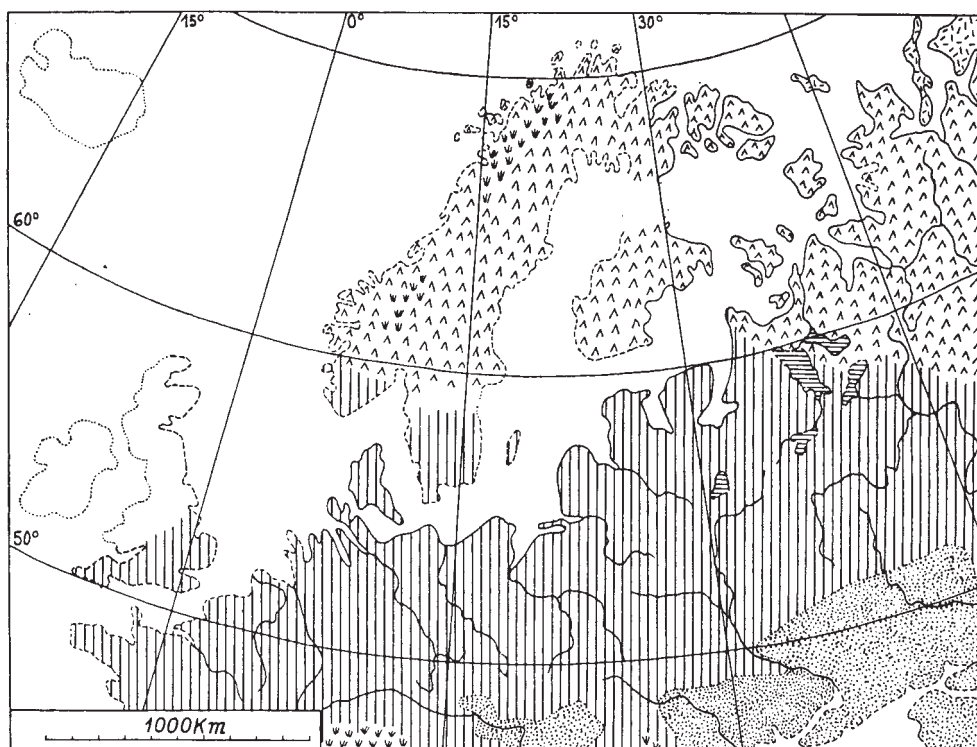
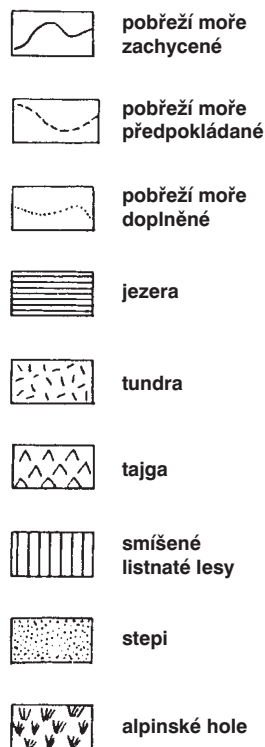
2. Na protější straně: Evropa v době největšího rozsahu posledního zalednění (20 000 let před současností). Na horním obrázku je severní Evropa, na spodním celý evropský světadíl. Za povšimnutí stojí např. mnohem větší rozloha Kaspického moře, které komunikovalo s mořem Černým. (Podle I. Gerasimova a J. Iversena)

ně však národohospodářům a politikům – může opravdu zatočit hlava. Lidové noviny z 27. listopadu 2000 v titulním článku „Politici nejsou ochotni zastavit oteplování Země“ píší: V ČR bude do 50 let subtropické klima, podobné jako dnes na Balkáně, rozsáhlé oblasti zaplaveny oceány nebo vzniknou tisíce kilometrů čtverečních nových pouští. Katastrofickým důsledkům změn podnebí je věnována i celá třetí strana téhož čísla, kde se dočteme: Nárůst teploty způsobí zřejmě vyhynutí mnoha druhů rostlin i živočichů, které nebudou s to se změněným přizpůsobit. Ve střední Evropě stoupne průměrná roční teplota r. 2050 o 3–4 °C, na jihu starého kontinentu to může být až o 7 °C. Průměrná teplota bude přibližně stejná jako dnes v Chorvatsku. Zvýší se počet srážek. Demonstranti v Haagu volali *Utopili jste Zemi!* a zástupci Franku Loyovi byl vmeten dort do obličeje. V sobotu 2. prosince 2000 v příloze Lidových novin „Věda“ klimatická hysterie pokračovala obsáhlým titulním článkem „Tropy v Česku“ s barevným panoramatem tropické Prahy a černou vidinou, že snad již r. 2025 budou miliardy lidí bez vody a bez jídla.

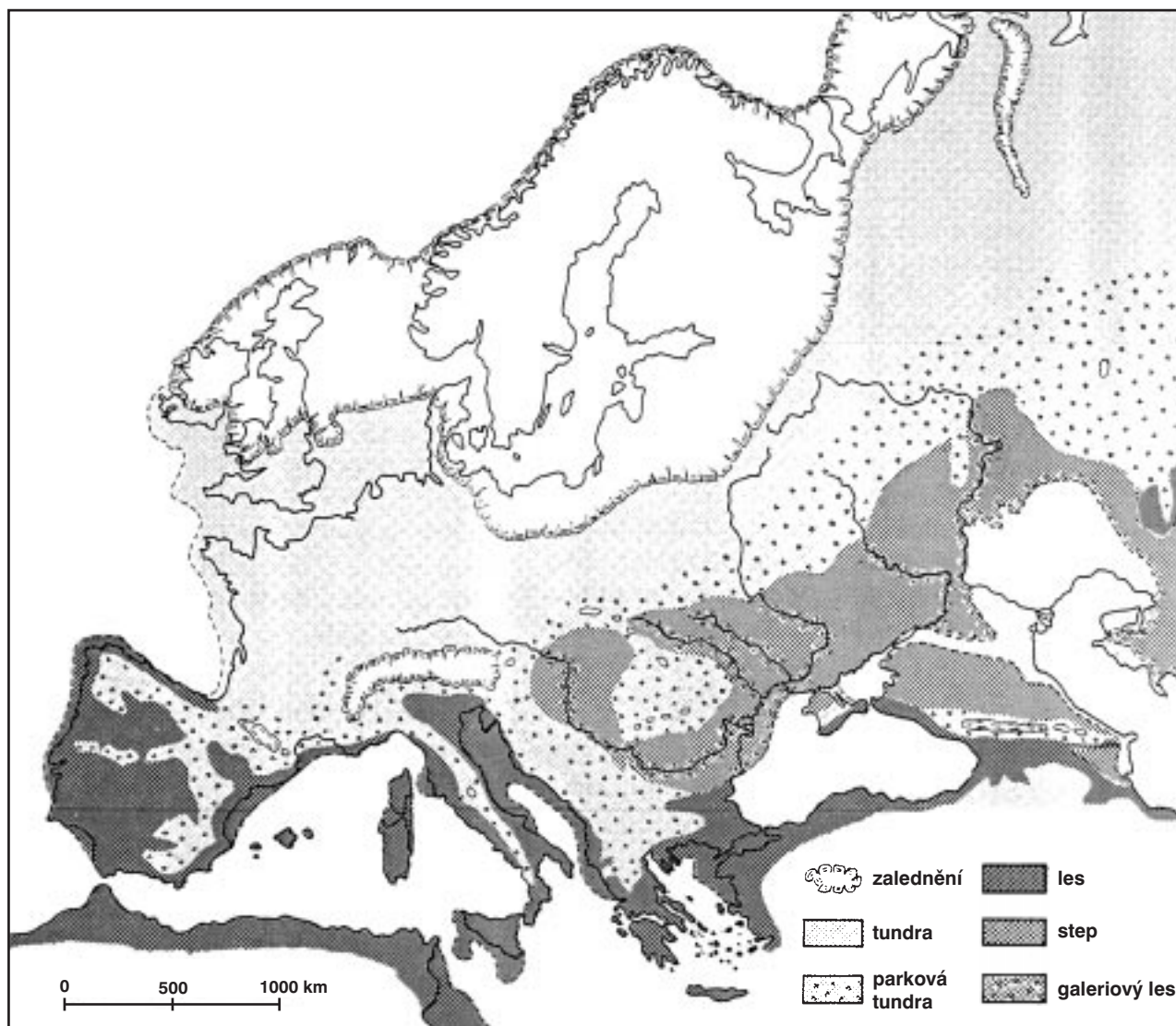
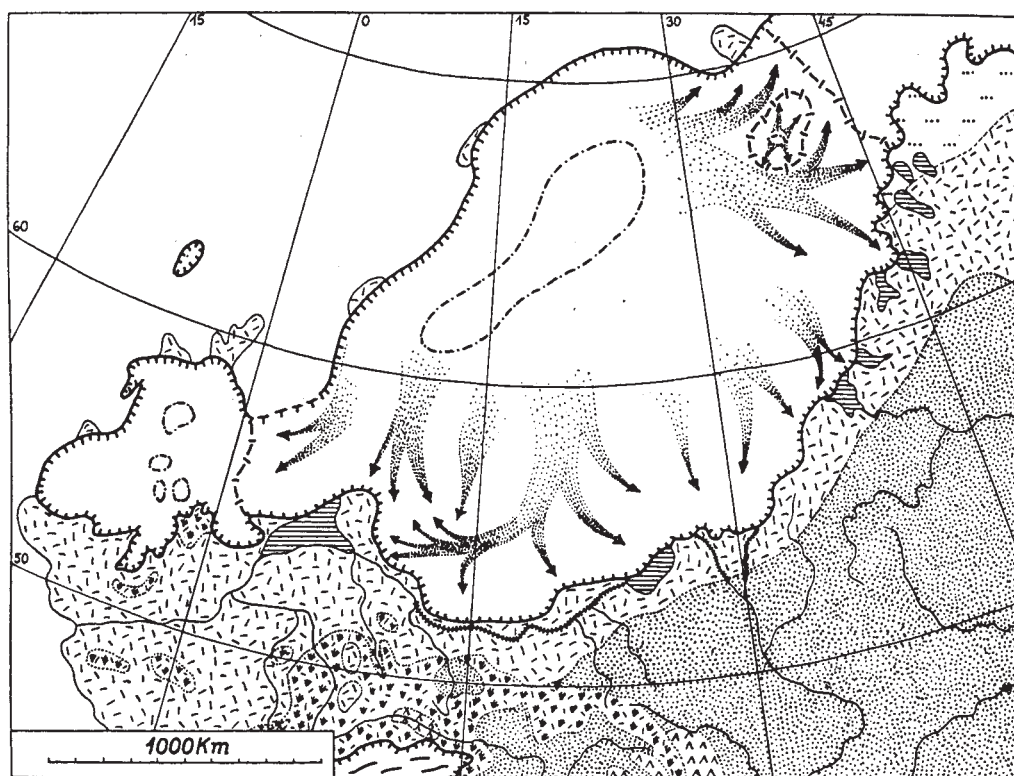
Autoři uvedených představ zcela zapominají na to, že geologická doba, v níž žijeme (kvartér¹⁾ čili čtvrtohory), se celá vyznačuje dramatickými zvraty podnebí, které mnohokrát postihly celou Zemi. Právě v mírném pásu severní polokoule vedly vždy k hlu-

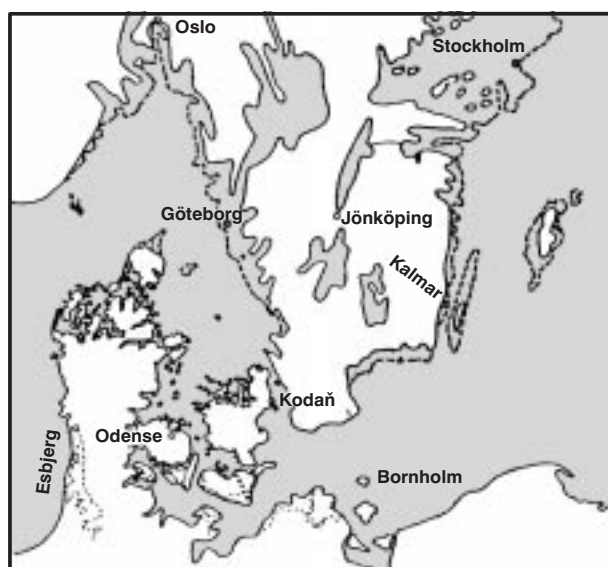
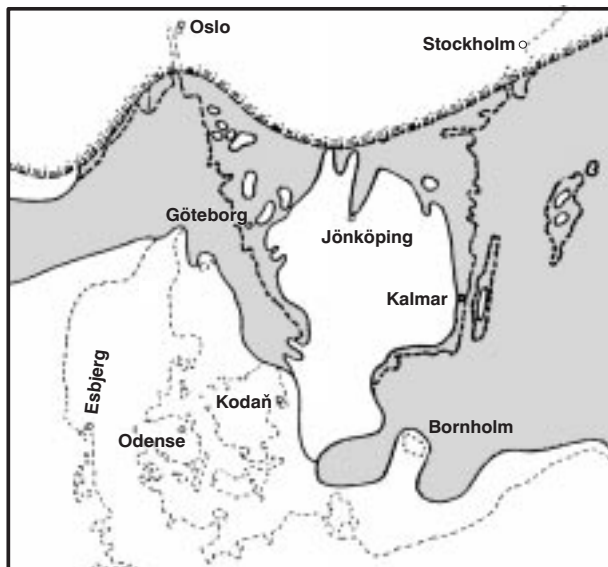
1) Kvartér dělíme na pleistocén (1,8–0,01 milionu let před současností) a holocén (od konce pleistocénu po současnost). Dále rozlišujeme pro různá území různé stupně, např. pro Evropu (od nejstaršího po nejmladší): tegelen, eburon, waal, menap, cromer, elster, holstein, saale, eem, weichsel.

RNDr. Vojen Ložek, DrSc., (*1925) vystudoval Přírodovědeckou fakultu UK v Praze. V Geologickém ústavu AV ČR se zabývá geologií kvartéru. Věnuje se též malakozoologii.



-  okraj zalednění
-  jádra tvorby ledu a hranice okrsků živých z jednotlivých jader
-  horské zalednění
-  hlavní směry pohybu ledu
-  řeky živě zaledněním
-  příledovcová jezera
-  polární pustiny
-  tundra (příledovcová vegetace)
-  horské tundry a alpské hole
-  lesy (tajga)
-  chladné stepy





3. Historie jižního Baltu. Nahoře konečné stadium baltského ledovcového jezera (9500 př. Kr.), uprostřed jezero Ancylus (7000 př. Kr.), dole Littorinové moře (5500 př. Kr.). (Podle E. Fromma a V. Normanna; data kalibrována)

du o 3–4 °C vyšší než dnes a Skandinávie s Finskem tvořily ostrov oddělený od pevniny. Během pouhých dvou tisíciletí na rozhraní poslední doby ledové neboli viselského glaciálu²⁾ a doby poledové neboli holocénu se v naší šířce teplota zdvihla o 10–12 °C. (Mnohonásobné opakování tohoto procesu je známo i ze starších klimatických cyklů.) Myslím, že v dnešní situaci je na místě vrátit se k těmto ryze přírodním změnám, neboť nám mohou poskytnout cenné poučení do blízké i vzdálenější budoucnosti.

Kvartérní výkyvy podnebí jsou dnes dostatečně doloženy poznatky z živé i neživé přírody. Morény vymezují rozsah zalednění, mořské uložení dokládají, jak daleko vnikalo moře do pevniny, spráše ukazují rozšíření zvláštního typu stepí (nikoli pouští!) s drsně kontinentálním klimatem. Fosilní flóra a fauna dovolují rekonstrukci změn rostlinné pokrývky i její živočišné složky v různých podnebních fázích. Neznáme ještě přesně všechny příčiny a procesy, které vedly k nastolení určitého stavu v jednotlivých územích, avšak s vysokou mírou pravděpodobnosti víme, jak se měnil obraz některých krajín, zejména ve střední a severní Evropě, odkud máme nejvíce dokladů. Především nás ovšem bude zajímat živá příroda a její reakce na změny neživého prostředí, s nimiž se musela vypořádat.

Změny klimatu a budoucnost střední Evropy

Zaměříme se na konkrétní otázky, které vyplývají z formulací v médiích, a všimněme si zejména údajů týkajících se střední Evropy.

● **Oteplení.** Konkrétně se uvádí zvýšení ročního průměru teploty v českých zemích o 3–4 °C, což do značné míry odpovídá odhadům z klimatického optima interglaciálů, především posledního, který měl teplejší léta než dnešek. Proto až k nám pronikly některé druhy plžů (např. *Soosia diodonta*), které dnes žijí v jižním Rumunsku a severním Srbsku. Objevi-

2) Glaciály jsou studená období v pleistocénu charakterizovaná zaledněním.

POZNÁVÁNÍ GEOLOGICKÉ MINULOSTI

Jak se vyvíjelo poznání nejmladší geologické minulosti a na čem se zakládala rekonstrukce změn přírodního prostředí? Koncem 19. století to byly hlavně pozůstatky fauny (kosti nacházející v jeskyních a cihelnách) a později i flóry, které ukázaly, jak velice se poměry v ledové době lišily od dnešního stavu. V severní Evropě bylo možno pozorovat celý sled vegetačních fází, které proběhly od ústupu zalednění po současnost. Souběžně byly sledovány přímé stopy zalednění, zejména průběh čelních morén a výskyt bludných balvanů. Pravá povaha jiných význačných uložení, především spraší, byla odhalena později a diskuse o jejich klimatickém významu se táhly až do poloviny 20. století. Během 20. století byly postupně rozlišovány stopy chladného glaciálního podnebí, zejména soliflukce (pohyb rozředěné půdy po hluboce zmrzlém podloží) a krypturbace (deformace zemín podmíněné tlakem půdního ledu).

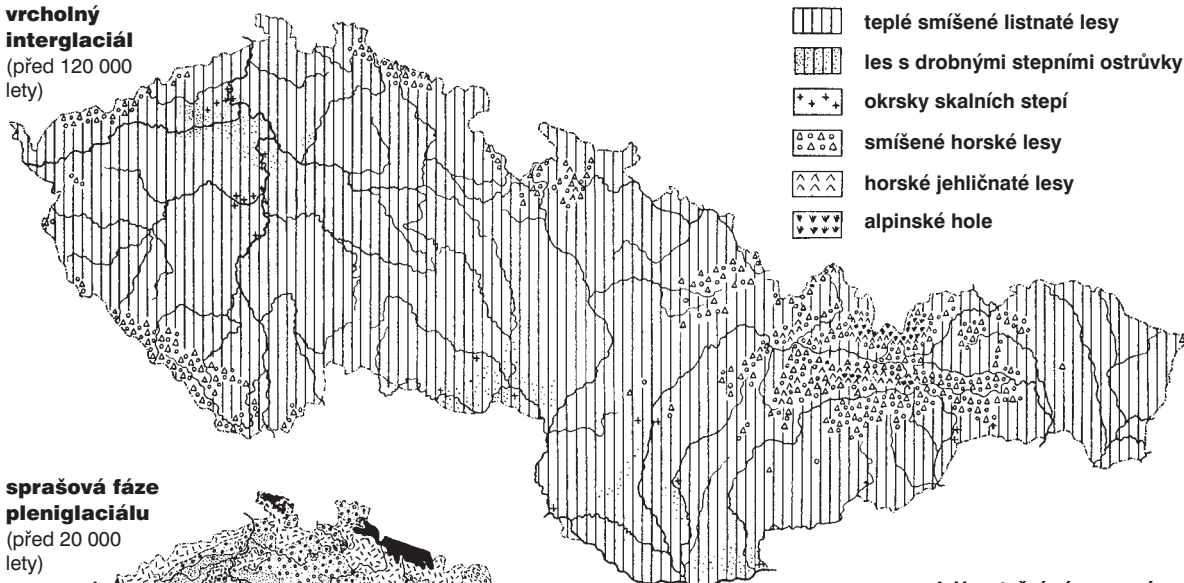
Ve střední Evropě dosáhla tato pozorování největšího ohlasu po 2. světové válce, kdy vyšlo množství prací, v nichž bylo glaciální prostředí srovnáváno s poměry na vysokém severu i v našich zemích. Nejnověji se pozornost soustředí na dynamiku celosvětového podnebí v souvislosti s procesy ve Světovém oceánu, zkoumá se dopad těchto změn na růst či ústup zalednění a biomasy. Význačnou roli hrají počítačové modely, které se opírají o nejruznější měření zmíněných faktorů.

Výzkum neživé přírody nabylo daleko většího ohlasu než poznatky o vývoji života, které poskytuje paleontologie. Přitom právě poznatky paleontologického výzkumu kvartéru by dnes měly být více brány v potaz. Proč? Zatímco pozorování a měření dějů v neživé přírodě vždy zachycuje jen změny jednotlivých činitelů, organizmy reagují na souborné působení všech fyzikálních faktorů. Zmíněné katastrofické scénáře vývoje klimatu se totiž týkají především dopadu na živé složky přírody, včetně lidstva a jeho činnosti v biosféře.

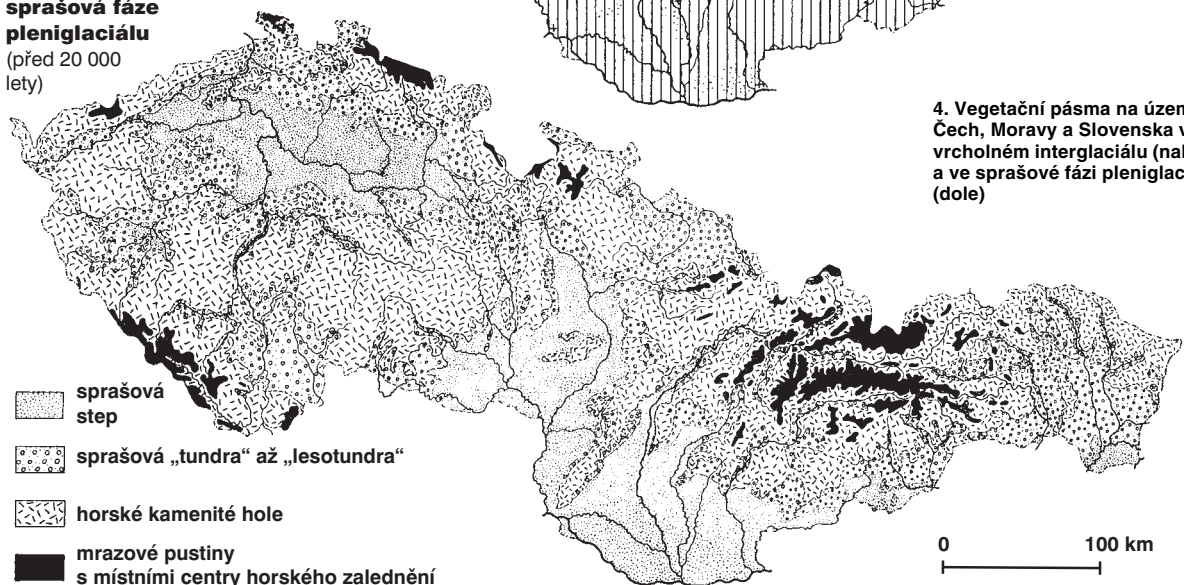
bokým změnám celé živé přírody, ať již jde o kolísání ročního průměru teploty v řádu 10–15 °C, nebo vlhkosti, či rozložení pevniny a oceánu.

Vzpomeňme jen, že ještě před 18 tisíciletími se okraj severoevropského zalednění nacházel v prostoru dnešního Berlína a hladina Světového oceánu ležela nejméně o 120 m níže než dnes, zatímco před 120 tisíciletími byl u nás roční průměr teplot oprav-

vrcholný interglaciál
(před 120 000 lety)



sprašová fáze pleniglaciálu
(před 20 000 lety)



4. Vegetační pásma na území Čech, Moravy a Slovenska ve vrcholném interglaciálu (nahore) a ve sprašové fázi pleniglaciálu (dole)

ly se tu i některé dřeviny z jihozápadu Evropy, např. cesmína nebo zimostřez, které naopak ukazují na mírnější zimy. Bohatý výskyt lesních plžů i v nejsušších okrcích zas potvrzuje vyšší srážky. Jde tedy o situace, které se během posledních dvou milionů let mnohokrát opakovaly a které měly i období v geologicky nedávném klimatickém optimu poledové doby (6500–1400 př. Kr.).

V té době byly již přírodní poměry střední Evropy značně ovlivněny člověkem, takže se v teplých suchých oblastech (na rozdíl od interglaciálů) plně nevyvinuly lesní ekosystémy. Tehdejší oteplení a zvlhčení je na mnoha místech střední Evropy dobře doloženo fosilními nálezy živočichů i rostlin, ovšem hovořit o subtropickém podnebí, nebo dokonce o tropech v Čechách je značně nadsazené. Je pravda, že na Zlatém koni u Koněprus byly ve vrstvě z cromerského interglaciálu nalezeny zbytky opic (viz Vesmír 75, 516, 1996/9), ale průvodní plži se příliš neliší od dnešních. Mírnější podnebí v interglaciálech bylo v řadě případů podmíněno i větším rozsahem moří, např. Baltské moře v posledním interglaciálu tvořilo průliv s plně slanou vodou (viz obr. 3), což podstatně přispívalo k zmírnění zim, a tím k výraznému zvýšení ročního průměru teploty.

● **Vyhynutí druhů.** Skutečně vyhyne spousta rostlin a živočichů, kteří nebudou schopni se přizpůsobit změnám podnebí? Odpověď nabízí sama příroda, která v minulosti stavěla živý svět před drastické změny opakovaně (ledové a meziledové doby se

cyklicky střídaly). Například před 18 tisíciletími pokrýval severní Evropu mocný ledový štít až po Berlín. Někdy před 15 tisíciletími pak bylo rychlé odlednění provázáno zdvihem mořské hladiny, které skončilo s oteplením na počátku klimatického optima holocénu zhruba v 7. tisíciletí př. Kr. Během této doby se utvářela dnešní fauna a flóra celé severní poloviny Evropy. Do odledněného území se šířila ze stanovišť na jihu, jihozápadě a jihovýchodě. Posun probíhal poměrně rychle a překonával nejrůznější překážky, např. při cestě na baltické ostrovy Óland a Gotland musela řada druhů překonat pás moře. Podobně tomu bylo i na Britských ostrovech. Porovnáme-li rostlinné a živočišné bohatství teplých období, jimž vždy předcházela migrace spjatá s rozpadem předchozího zalednění, vidíme, že diverzita živé přírody nijak výrazně neklesla a že většina druhů ledové doby přežila a vždy dokázala znovu obsadit odledněná území, která měla plochu milionů km².

Čechy – koridor mezi západem a východem

České země ležely v pásmu lemujícím ledový štít. V rámci glaciální Evropy zaujímaly zvláštní postavení díky tomu, že na jih od nich ležely zaledněné Alpy. Naše vlast tvořila leduprostý koridor mezi západem a východem. Z hlediska živé přírody je podstatné, že nástup nové ledové doby vždy probíhal v postupných vlnách, takže většina organismů měla čas postupně se stáhnout do území, kde mohla glaciál přežít. Nicméně poměry ve vrcholném glaciálu

	fáze	profilové schéma	sedimentace tvorba půd	podnebí	ráz stanoviště
13 000	kataglaciál		SPRAŠE převaha eolické sedimentace útlum všech ostatních pochodů soliflukční mezifáze velmi slabé půdy	léto teplejší chlادno – sucho 0 – -4 °C vlhčí, částečně teplejší výkyvy	studená step, sprašová tundra
25 000	6 pleni-glaciál		ZESPRAŠENÍ	chlادno – sucho	ve vlhkých výkyvech převaha tundry s ostrůvky parkové tajgy
30 000				léto chladné	holé plochy
50 000	5 anaglaciál		HLÍNOPIŠKY eroze půd převaha rytmické splachové sedimentace	chlادno 0 – -2 °C suché a vlhké výkyvy	chladná step holé plochy
90 000	4 anaglaciál		MARKER	ochlazení ±0 °C	step
	3 anaglaciál		ČERNOZEMĚ převaha půdotvorných pochodů nad ronovou až eolickou sedimentací (způsobenou deštěm a větrem)	veleku chladno avšak teplá a suchá léta +2 – 3(-1) °C studené zimy chlادné výkyvy	černozemní step, výše parková tajga
	2 interglaciál		klidné chemické zvětrávání PARAHNĚDOZEM	vlhko, teplo +9 – 13 °C mírné zimy	zapojený les
125 000	1 interglaciál		PŘEMÍSTOVÁNÍ SPRAŠÍ rostoucí intenzita půdotvorných pochodů ron	oteplování, zvihčování s výkyvy -1 – +10 °C	ústup otevřených formací
	6 kataglaciál		SPRAŠE	chlادno sucho	šíření lesa

5. Sled sedimentů a půd podmíněný změnami podnebí v posledním interglaciálu a glaciálu v suché sprášové zóně střední Evropy

(před 40 až 15 tisíciletími) se v případě posledního cyklu naprosto lišily od současného stavu a stejně tomu bylo i v příslušných fázích starších cyklů. Otázka, co všechno bylo s to přezít glaciál přímo na našem území, není zcela jasná. Kdybychom přijali odhady odvozené z různých jevů v neživé přírodě, došli bychom k závěru, že poměry u nás odpovídaly

dnešní subarktické zóně na severu Eurasie. Složení fosilní fauny a zčásti i flóry však ukazuje, že taková představa je stejně scestná jako názor o subtropickém klimatu. To sice u nás opravdu kdysi bylo, ale v třetihorách (před řadou milionů let), kdy byla odlišná i poloha kontinentů a rozloha moří.

Je pravda, že v glaciální fauně hrají významnou roli některé druhy vysokého severu (sob, pižmoň, lumíci, lední liška, plž *Vertigo parcedentata*), dále druhy vysokohorské (kamzík, svišť, kozorožec) a arкто-alpínské (zajíc běláč, plž *Columella columella*). Na druhé straně však významnou složku představují i prvky kontinentálních stepů (sajga, kuň Převalského, různí křečci a sysli, pištucha, z plžů vnitrosijská *Vallonia tenuilabris*). Zejména mezi plži však najdeme i řadu druhů, které v dnešní době obývají suché teplé oblasti a na sever nebo výše do hor nezasahují (ve střední Evropě *Helicopsis striata* a *Pupilla triplicata*).

Z pylových rozběrů pleistocenních sprášů rovněž vyplývá především stepní a nikoli tundrový ráz vegetace, takže právem hovoříme o sprášové stepi jako o specifické glaciální formaci středních šířek, která se zcela liší od formací subarktických a velehorských. Jejím významným znakem je suché podnebí, které spolu s velkými rozdíly teplot během ročního chodu bránilo rozvoji lesní vegetace. Dodnes se potýkáme s nedostatkem paleontologických dokladů o refugiích teplomilných a vlhkomilných druhů, které charakterizují jak pleistocenní interglaciály, tak poledovou (dnešní) dobu.

Vhodná naleziště v jižnější Evropě jsou zatím málo prozkoumána. Ze střední Evropy máme zatím nečetné nálezy, které naznačují, že v chráněných polohách při úpatí hor, kam již nezasahovala sprášová step, přetrvávaly menší porosty odolných dřevin (viz Vesmír 78, 367, 1999/7) a žily některé druhy plžů, které jsou dnes vázány na svěží prostředí s převahou lesů (hlemýžď *Faustina faustina* nebo vrětovka *Cochlodina cerata* ve slovenských Karpatech). Také ojedinělý výskyt podzemních slepých plžů (u nás *Alzoniella slovenica* v Bílých Karpatech, v Německu několika druhů rodu *Bythiospeum*) není v souladu s představou o subarktických poměrech s trvale hluboce zmrzlou půdou.

Lze jen říci, že podnebí bylo drsně kontinentální, avšak značně odlišné od současných poměrů jak na vysokém severu, tak ve velehorách. Nicméně stanovištní a v důsledku toho i druhová diverzita byla ve srovnání s interglaciály i s dnešní dobou podstatně nižší. Nejsou ani doklady o tom, že by v teplejších interglaciálech došlo k nějakému velkému rozšíření pouští, naopak, jak dovozuje R. Fairbridge, pozůstatky vlhkomilnějších společenstev uvnitř Sahary spjaté s pravěkým osídlením jsou zhruba současné s vlhkou fází holocenního klimatického optima.

Živočichové i rostliny „do každého počasí“

Z našeho přehledu vyplývá, že sama příroda nám v nedávné geologické minulosti nabídla řadu dokladů o změnách klimatu a jejich dopadu na vegetaci a faunu, které se zatím vždy dovedly celkem úspěšně vyrovnat i s drastickými změnami podnebí. To nás při hodnocení katastrofických scénářů opravňuje k určitému optimizmu. Nelze ovšem zapomínat, že v přírodě i bez rušivých zásahů člověka opětovně docházelo k dramatickým změnám, jejichž dopad na dnešní civilizovaný svět si lze sotva představit. Přírozený klimatický vývoj pokračuje i dnes a je otázkou, do jaké míry ho – v kladném i záporném smyslu – ovlivní lidská činnost. V každém případě však poznání kvartérní minulosti může na řadu palčivých otázek vrhnout více světla. □