



HLAVNÍ RYSY KVARTERNÍHO VÝVOJE STŘEDOEVROPSKÉ KRAJINY

***KLÍČEM K POZNÁNÍ
BUDOUCÍHO VÝVOJE JE
POZNÁNÍ MINULOSTI.***

Klima

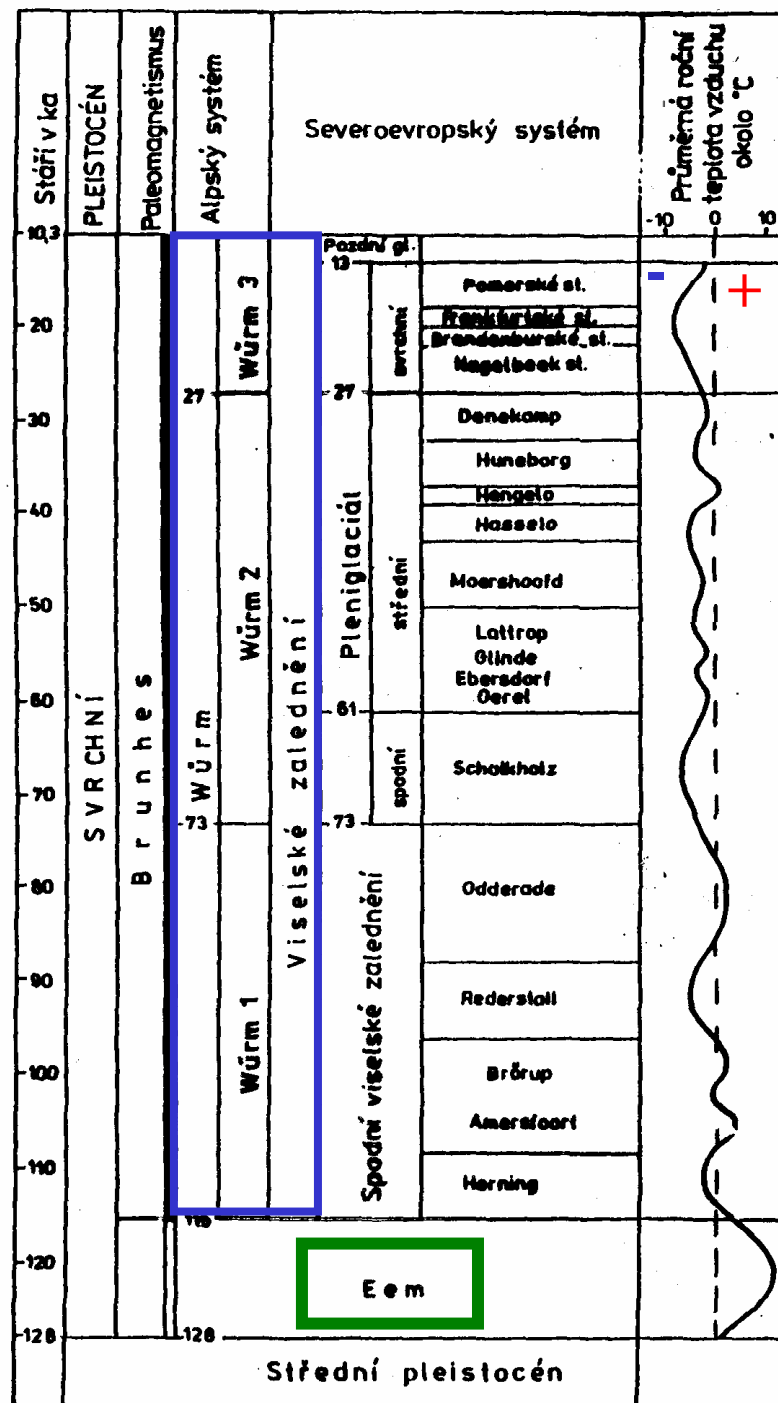
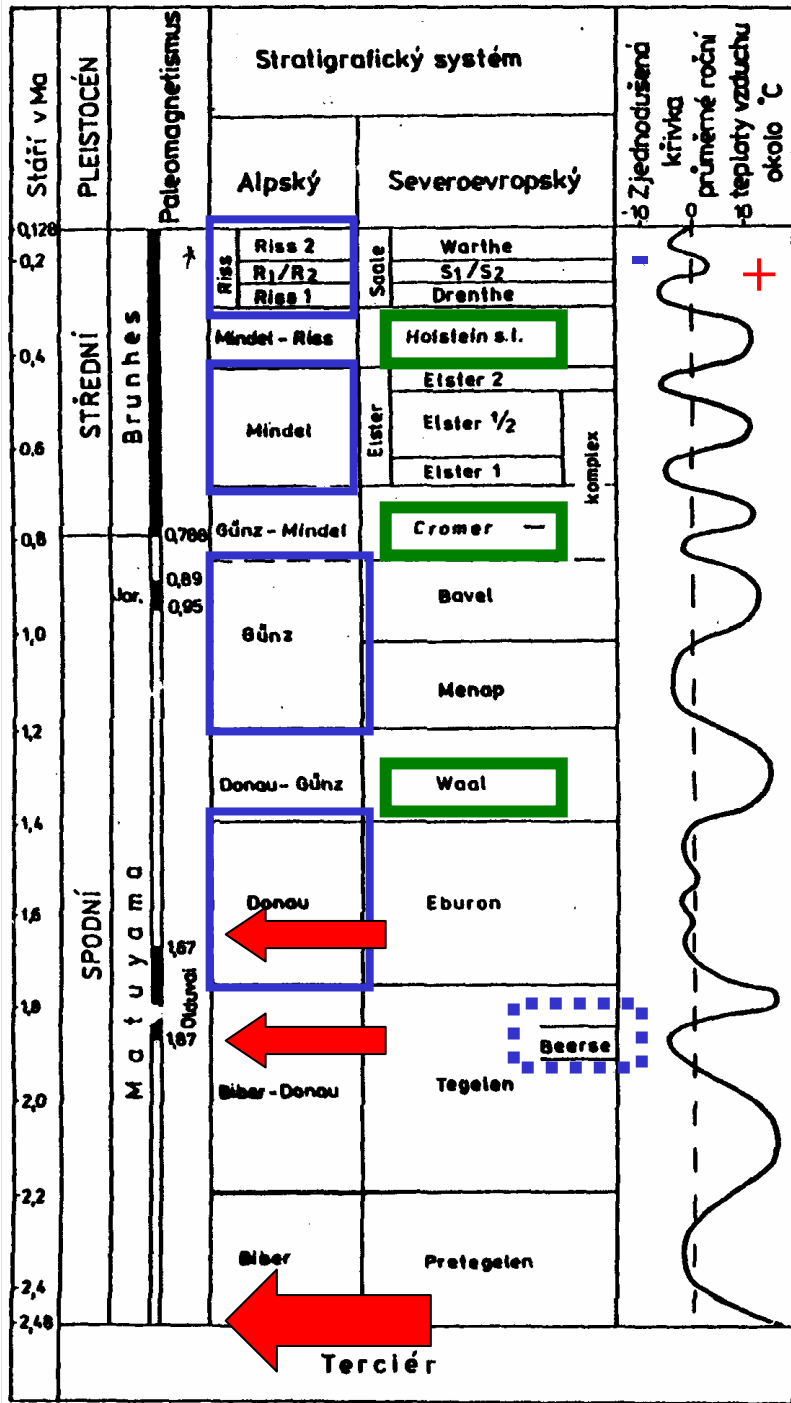
- hlavním rysem kvartéru jsou klimatické výkyvy projevující se v kvalitě ostatních složek krajiny,
- rozdíl mezi pleistocénem a holocénem,
- v holocénu začíná krajinu aktivně ovlivňovat člověk,
- změny v environmentálních parametrech jsou vyjádřeny v geochronologii kvartéru

Hranice pleistocénu a holocénu

- základem je odlišnost od klimatických poměrů třetihor (pliocénu) - ochlazení, časté střídání teplých a studených období,
- Spodní hranice pleistocénu cca 2,48 Ma BP (dosud nedořešeno),
- Hranice pleistocén – holocén: cca 10 ka BP (dosud nedořešeno)

Co se dělo na počátku pleistocénu?

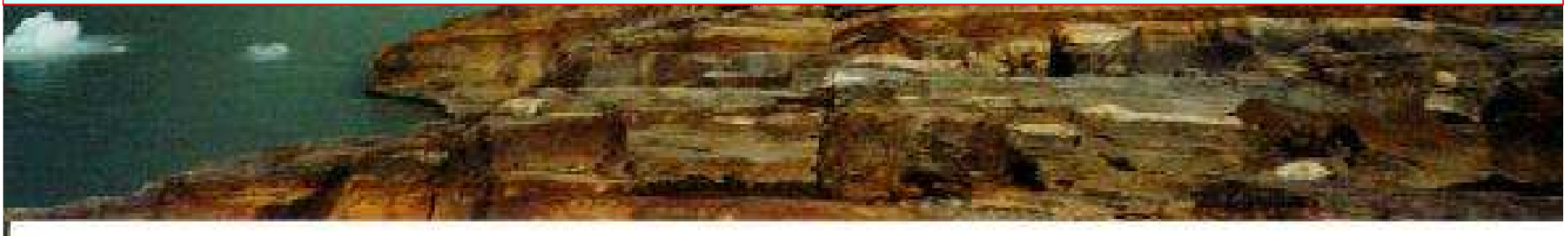
- první výrazné ochlazení a aridizace klimatu,
- ukládání spraší na velké ploše v Asii,
- pokles a ochlazení hladiny oceánu,
- začátek vývoje permafrostu (SV Eurasie, SV S. Amerika),
- začátek vývoje kontinentálního ledovce ve Skandinávii, horské ledovce (Alpy),
- radikální změna FG podmínek

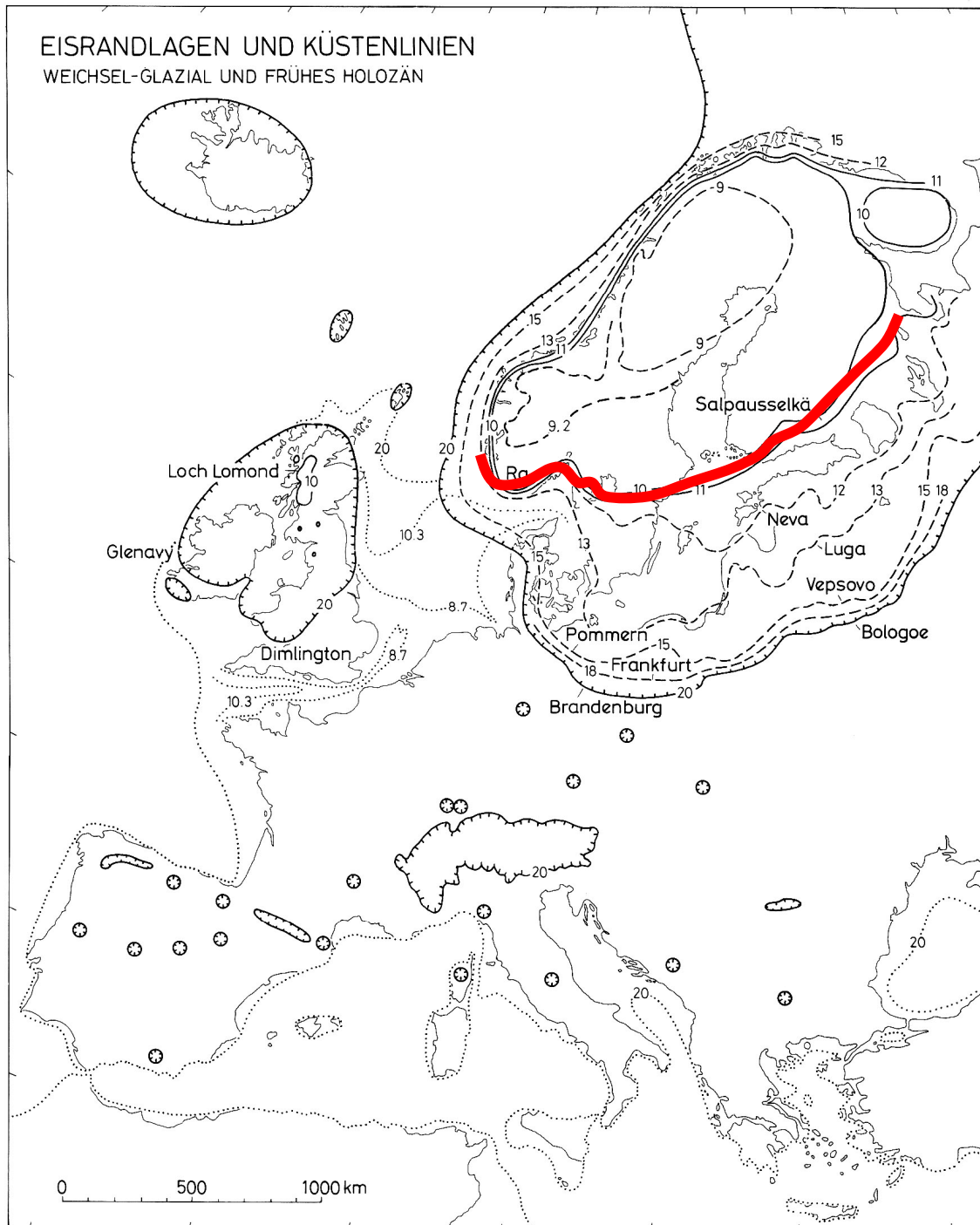


Geochronologie pleistocénu

Co se dělo na počátku holocénu?

- nástup oteplení - interglaciál - humidizace,
- hranice leží na kontaktu s posledním chladným výkyvem - tzv. pozdní glaciál - mladší dryas,
- postupně se mění FG podmínky,
- šíří se lesy,
- nástup vlivu člověka - antropoprese - nový směr vývoje krajiny

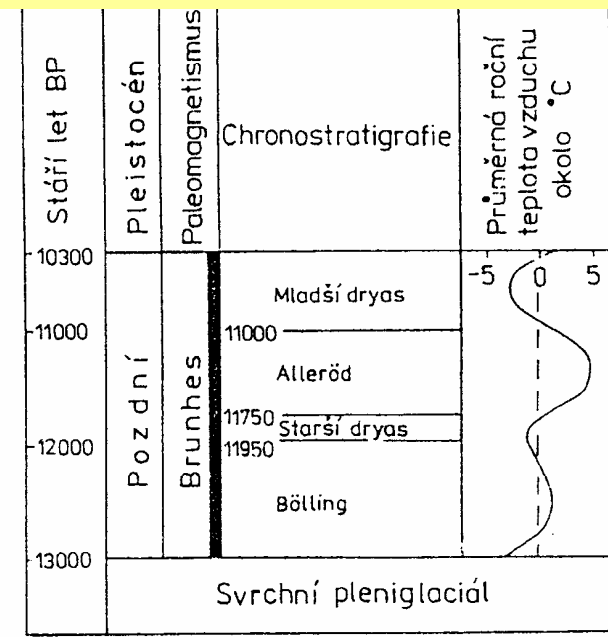
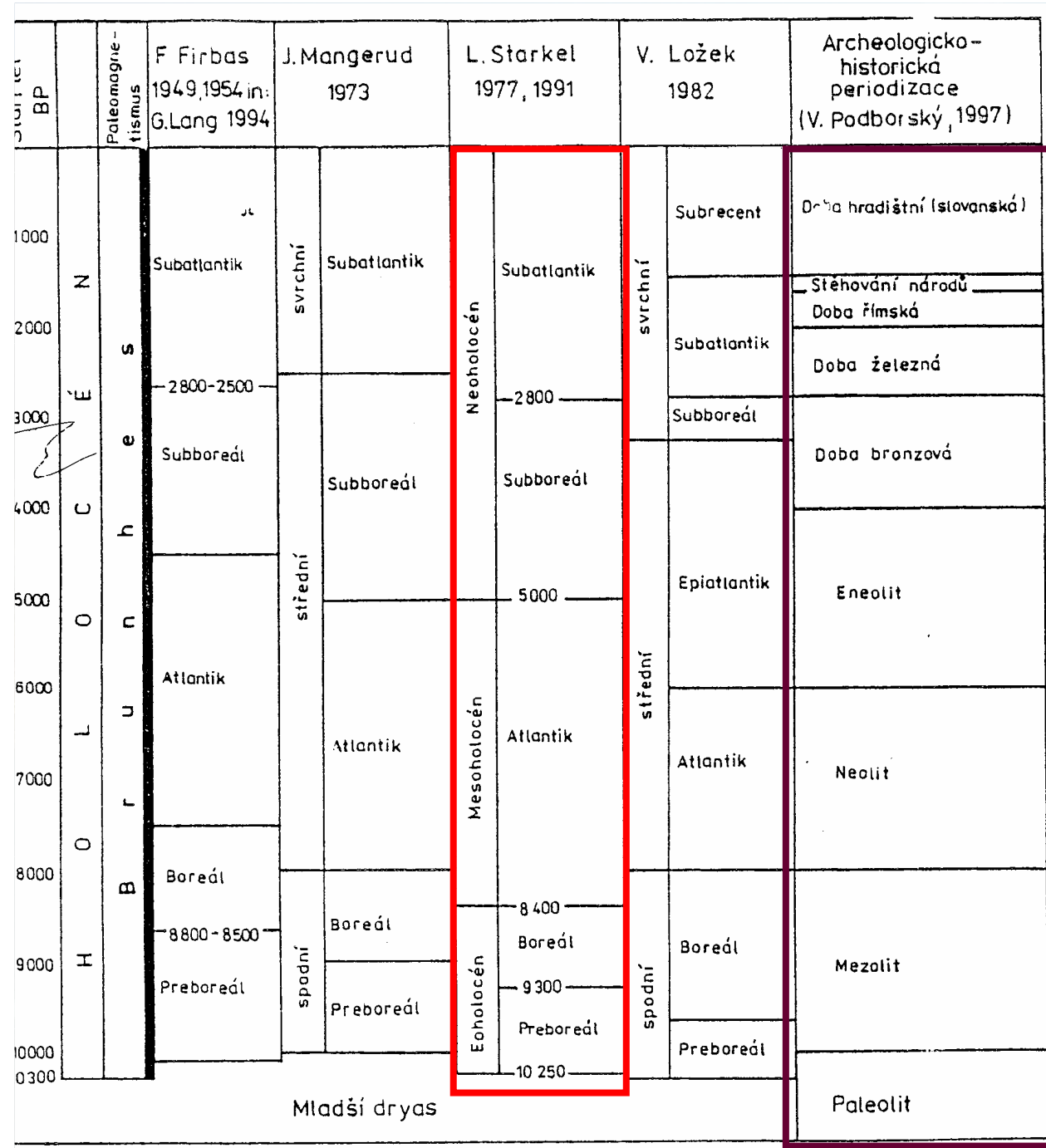




Ústup kontinentálního ledovce za morény stádia Salpausselkä ve FIN



Geochronologie holocénu + archeologicko-historická chronologie



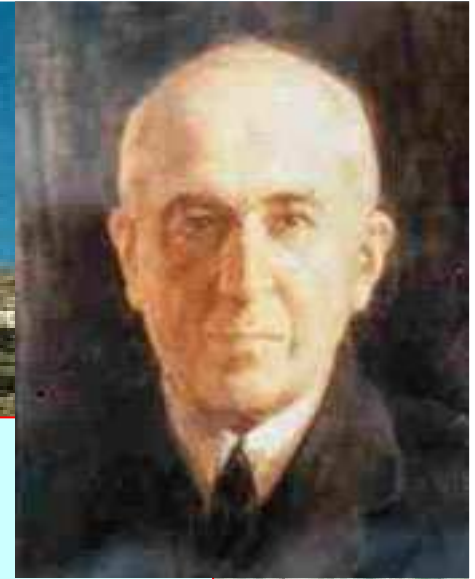
Pozdní glaciál

Tab. 4. Stratigrafie a archeologicko-historická periodizace holocénu. Sestavil T. Czudek.

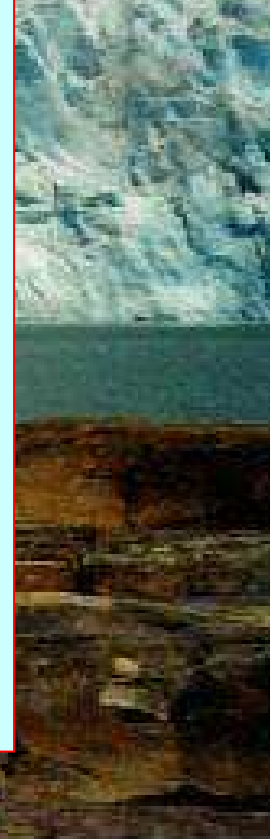
Příčiny klimatických změn

- terestrické:
 - změna průběhu mořských proudů - termohalinní proudy (Golfský proud - odklon)
 - rozložení pevniny (teorie litosférických desek),
 - koncentrace skleníkových plynů,
 - orogeneze (sopečná aktivita)
- extraterestrické faktory -
 - změny v intenzitě slunečního záření (sluneční aktivita),
 - změny dráhy Země

Milankovičovy cykly (1930)



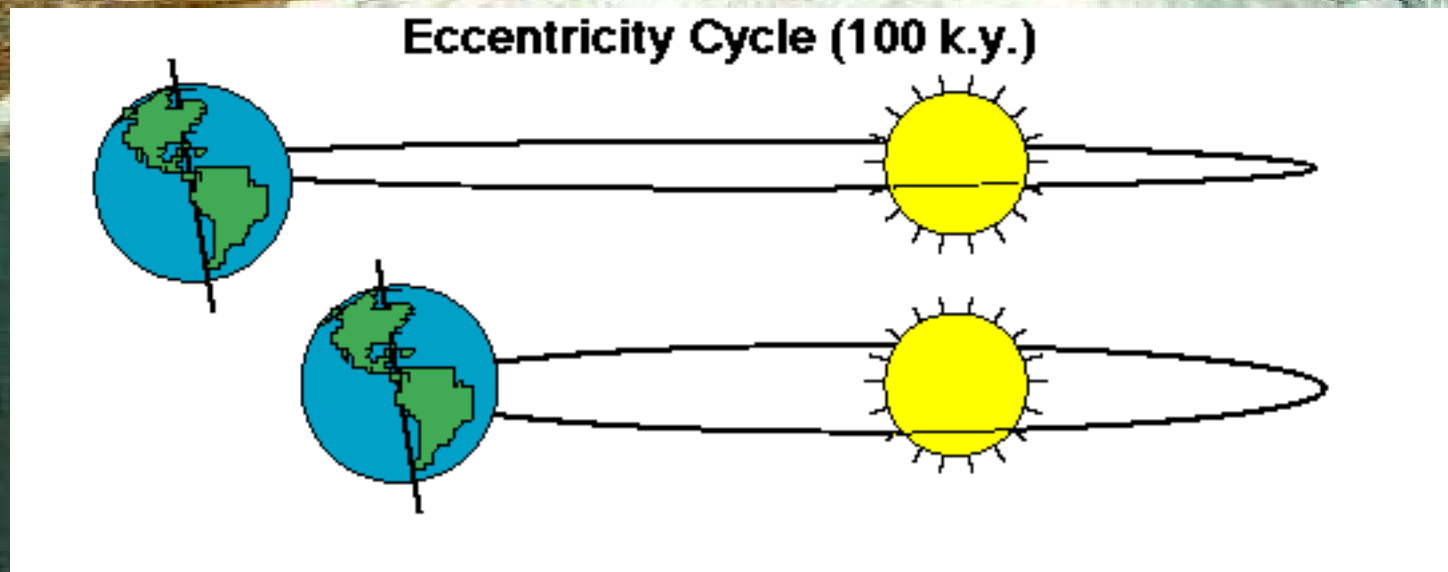
- astronomická hypotéza změn klimatu,
- jedná se o vliv dlouhodobých změn parametrů zemské dráhy,
- předpokládá změny následujících parametrů:
 - výstřednosti zemské osy,
 - délky perihélia,
 - sklonu zemské osy



Změna výstřednosti (e)



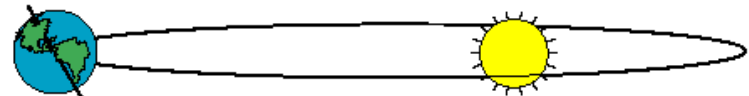
- perioda kolem 100 000 let,



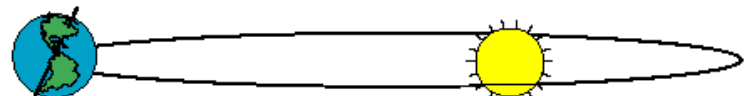
Délka perihélia

- změna úhlové vzdálenosti přísluní od jarního bodu, který se přemísťuje v důsledku precese (pravidelný pohyb osy rotujícího tělesa, na které působí vnější síla),
- perioda kolem 21 000 let,
- důsledkem je, že se Země dostává nejbližší ke Slunci v různých částech roku,

Precession of the Equinoxes (19 and 23 k.y.)



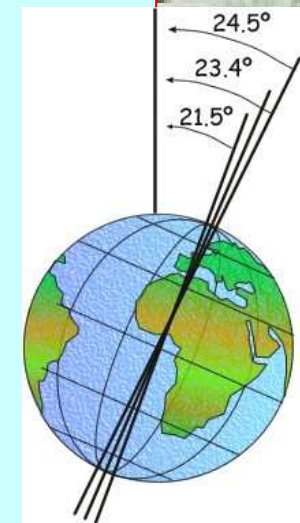
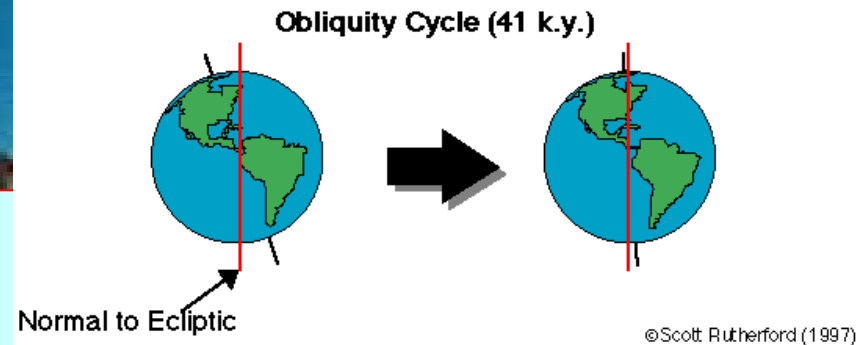
Northern Hemisphere tilted away from the sun at aphelion.



Northern hemisphere tilted toward the sun at aphelion.

Sklon zemské osy

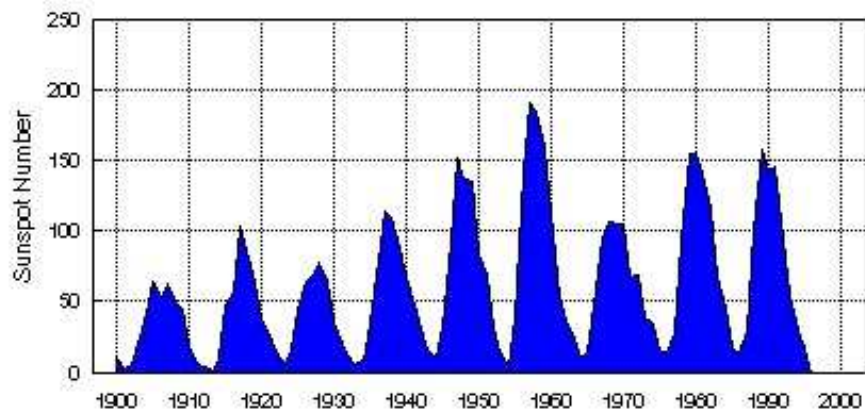
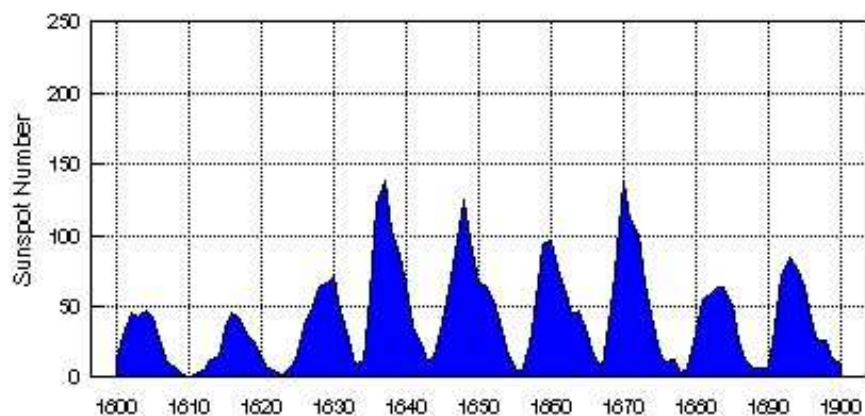
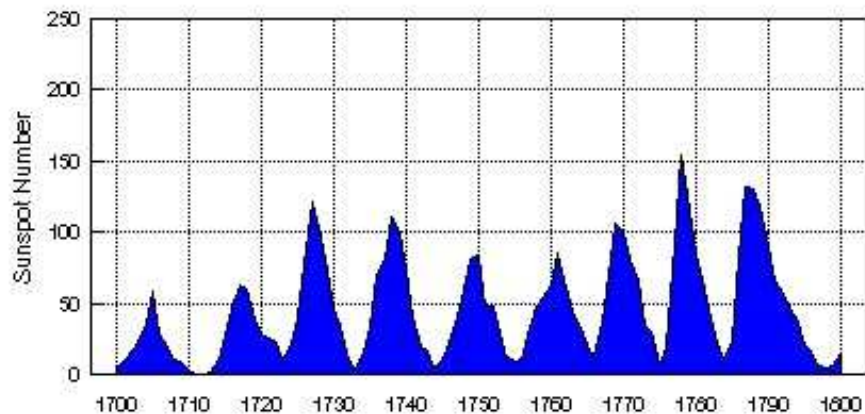
- perioda 41 000 let,
- mění se hodnota úhlu ε sevřeného rovinou ekliptiky a rovinou světového rovníku v mezích $22^{\circ}04' - 24^{\circ}34'$,
- zvýšení hodnoty (zvětšuje se i deklinace Slunce) - zvyšuje se výška Slunce nad obzorem v létě a zmenšení v zimě - léto je teplejší, zima chladnější,
- přitom roční sumy slun. záření ve vysokých šířkách obou polokoulí vzrůstají, v mírných se zmenšují



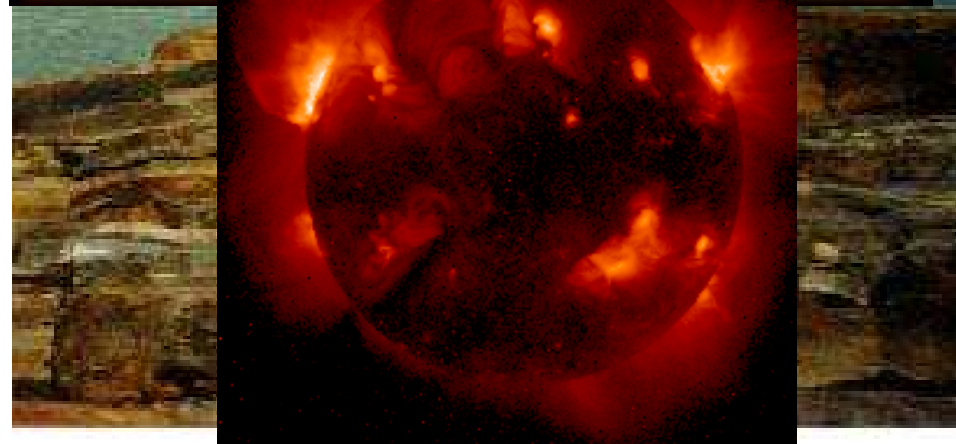
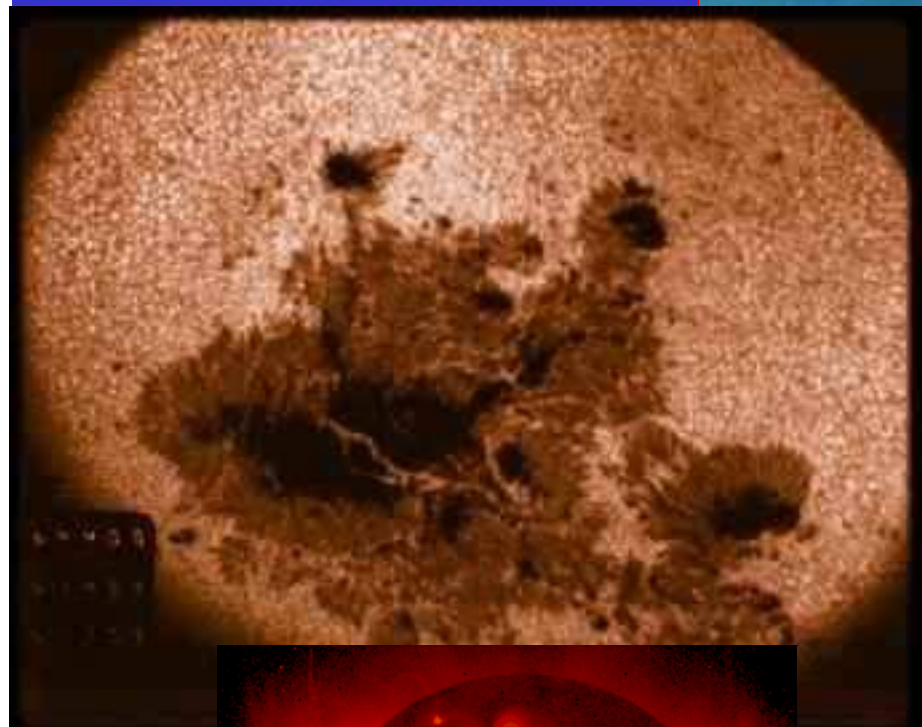
Sluneční aktivita

- dlouhodobé sledování - Johann Rudolf Wolf - Wolfovo číslo - monitorování slunečních skvrn za posledních 300 let,
- sluneční skvrna - zvýšení magnetického pole - zpomalení konvekce - ochlazení,
- sledováním byly zjištěny periody sluneční aktivity: 11(22), 80-90, 600 let

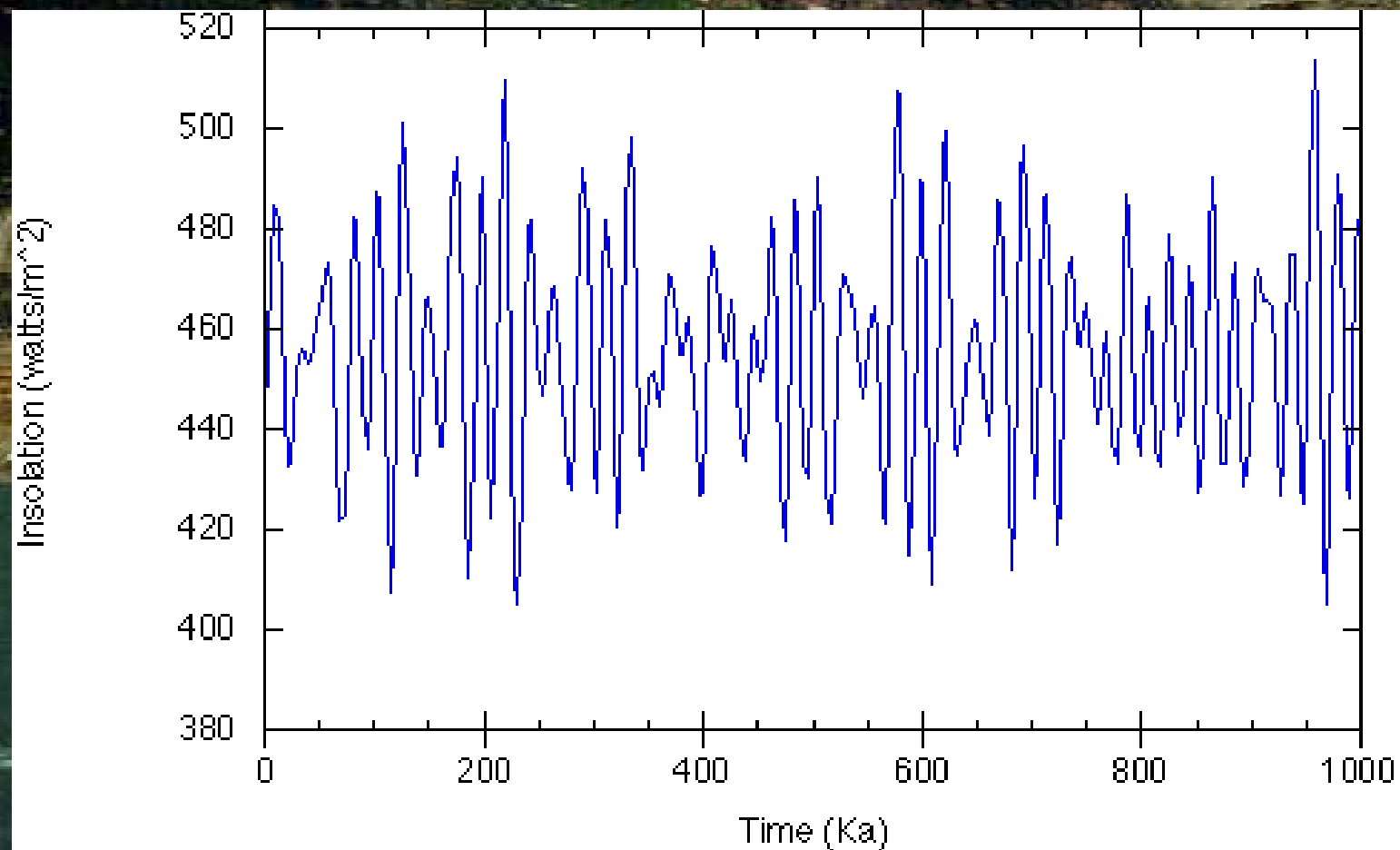
ANNUAL Sunspot Numbers: 1700-1995



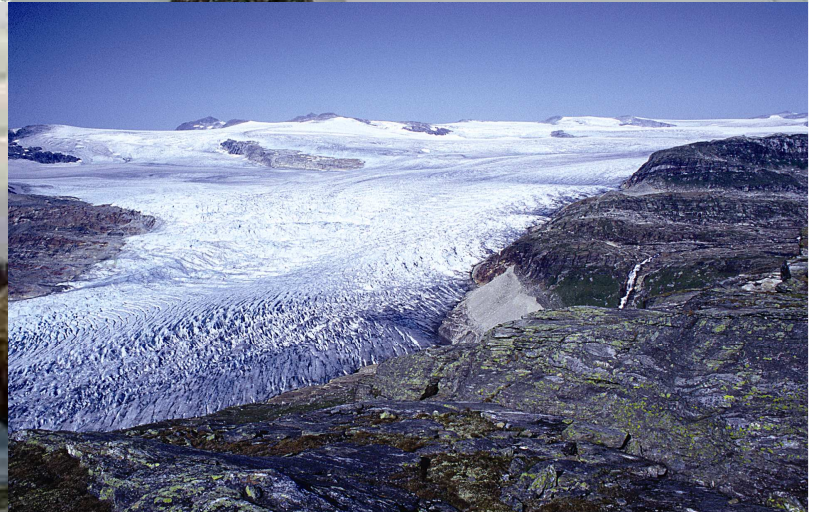
Wolfovo číslo



Oscilace insolace 1Ma - 0 BP



PLEISTOCENNÍ VÝVOJ KRAJINY



Kategorie podnebných výkyvů

- výkyvy I. řádu - jasně vyhraněná dlouhá období chladná a teplá -
 - GLACIÁL (PLUVIÁL) -
 - INTERGLACIÁL (INTERPLUVIÁL),
- výkyvy II. řádu - kratší etapy v rámci glaciálu -
 - STADIÁLY
 - INTERSTADIÁLY (období výrazně teplejší než průměr glaciálu)
- výkyvy III. řádu - drobné výkyvy (např. ve vlhkosti - oceanizace x kontinentalizace)

Kategorie výkyvů

- nové poznatky získané z ledových jader odebraných z ledovců v Grónsku a na Antarktidě vnášejí naprosto nové poznatky k vývoji klimatu a z něho odvozovaných přírodních podmínek,
- zásadní jsou poznatky o větším množství výkyvů a jejich kvalitativní odlišnosti,
- z tohoto hlediska by bylo vhodnější užití pojmů teplý a chladný event (alternativa německého označení period - Kaltezeit, Warmezeit

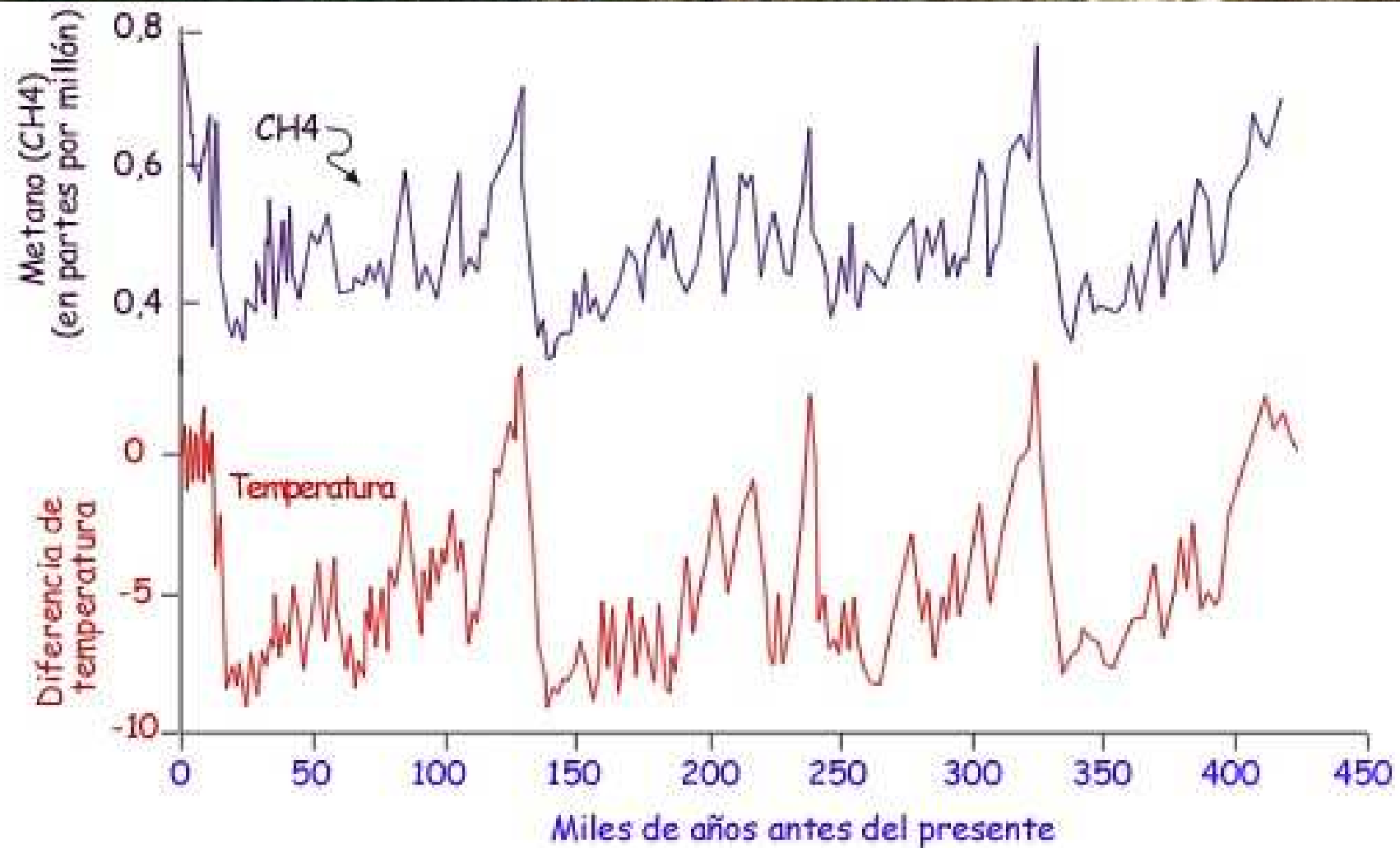
Glaciál

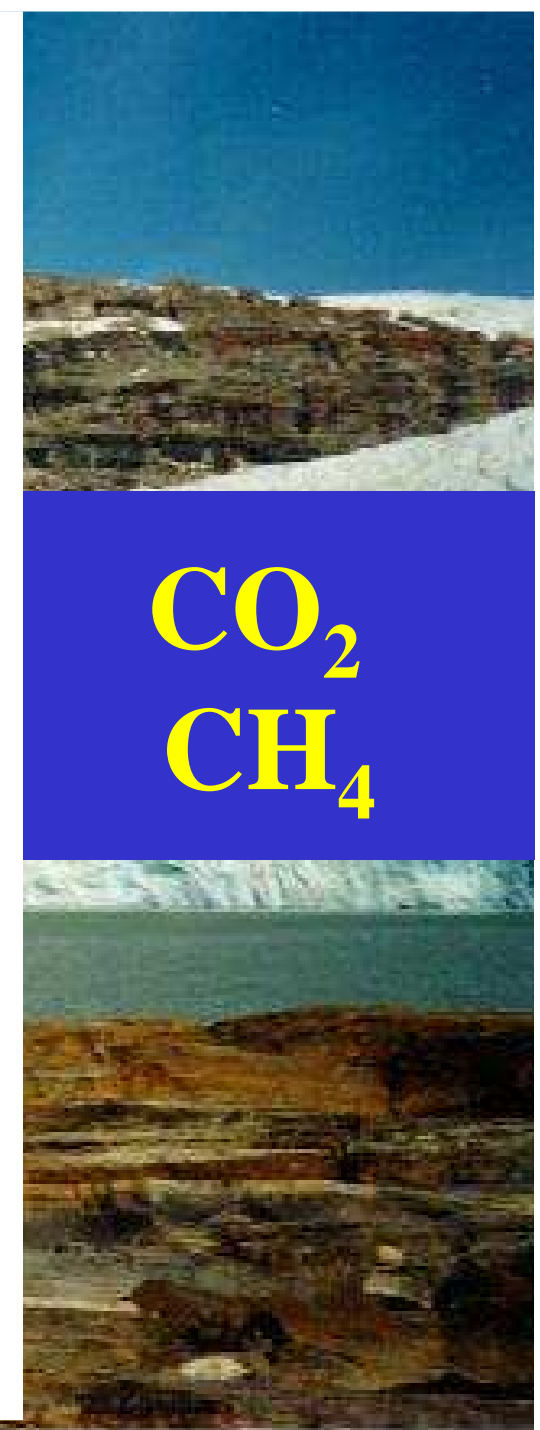
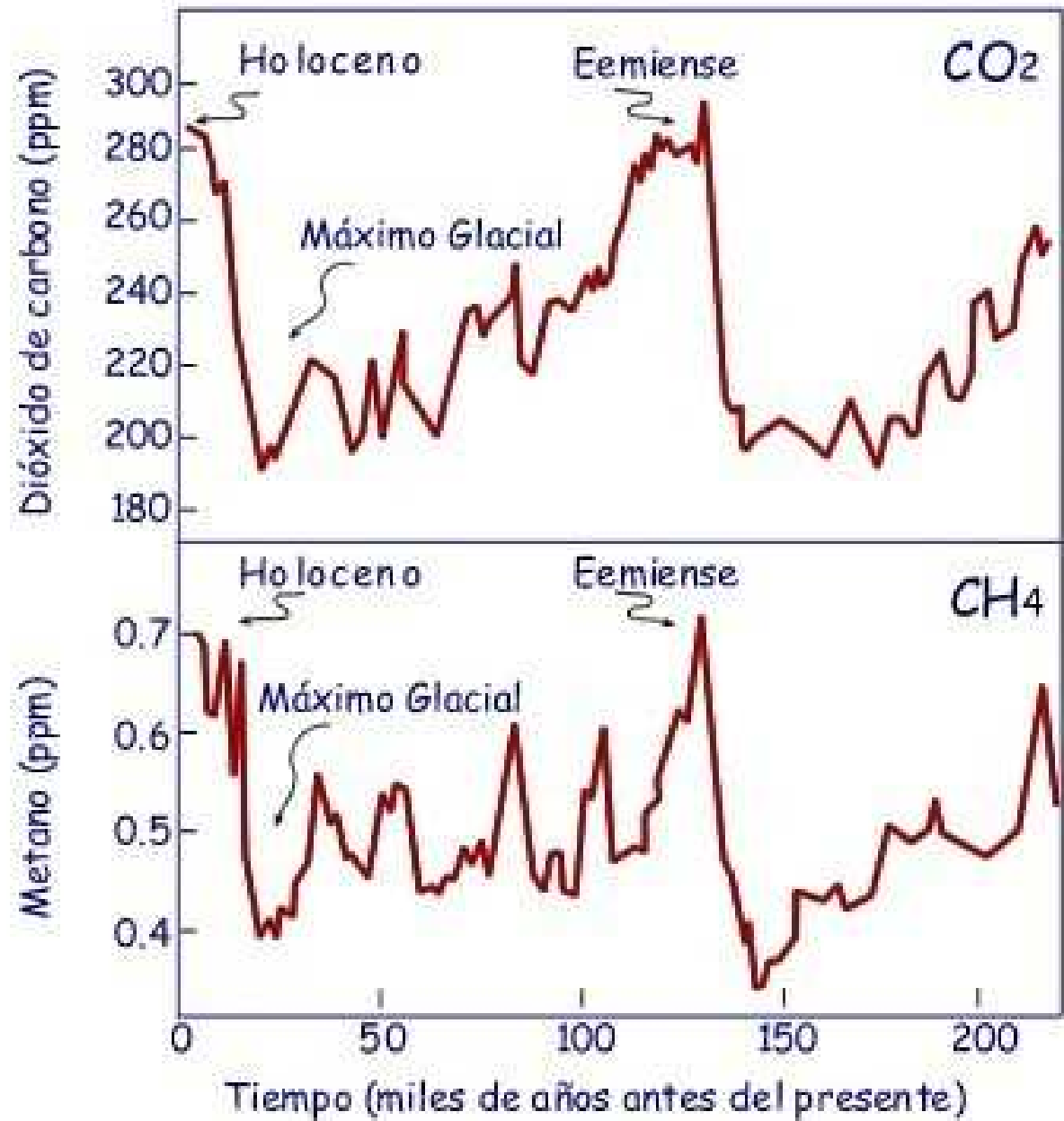
- úsek s výrazně sníženou průměrnou teplotou (o 8-9°C nižší roč. prům.teplota),
- rozvoj ledovců - horské, kontinentální zalednění,
- pokles hladiny moří,
- změna vegetace - studené stepi až tundry,
- suché, chladné pevninské klima,
- mechanické zvětrávání - role mrazu,
- zesprašnění, eolická aktivita,
- slabá pedogeneze - surové půdy,
- otevřená krajina bez zapojeného lesa,

Interglaciál

- teplá fáze - klima mohlo být i teplejší než dnes,
- oteplení - humidizace - pedogeneze zesiluje,
- nástup dřevin - uzavírání krajiny - lesní formace,
- chemické zvětrávání,
- deglaciace - ústup ledovců - kontinentální, u horských se může vlivem zvlhčení klimatu projevit i nárůst plochy,
- vliv oceanity se projevoval hlouběji do kontinentu - o 75-100 % vyšší srážky,

Kvartér - metan





CO₂
CH₄

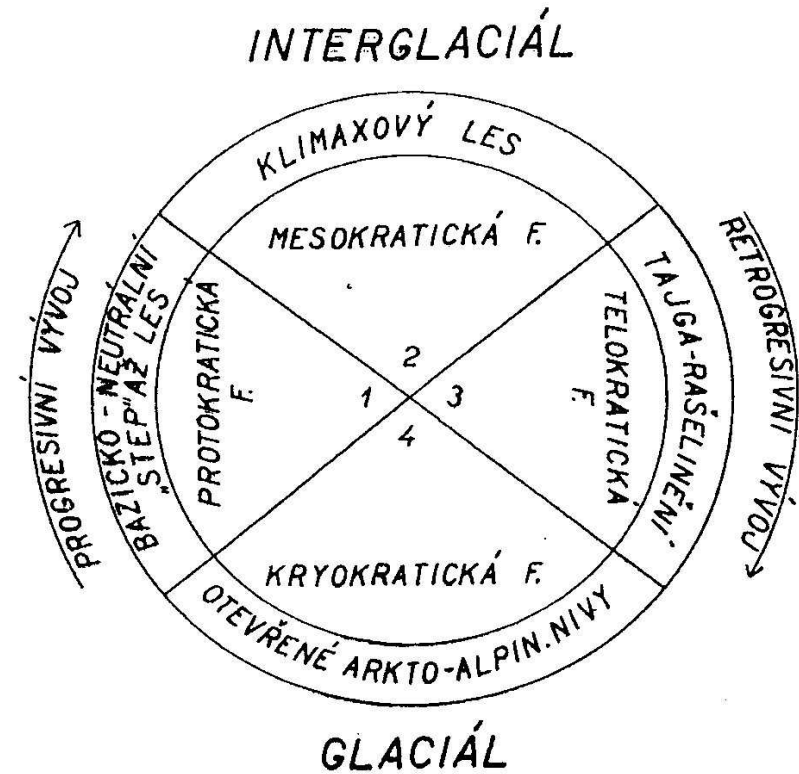
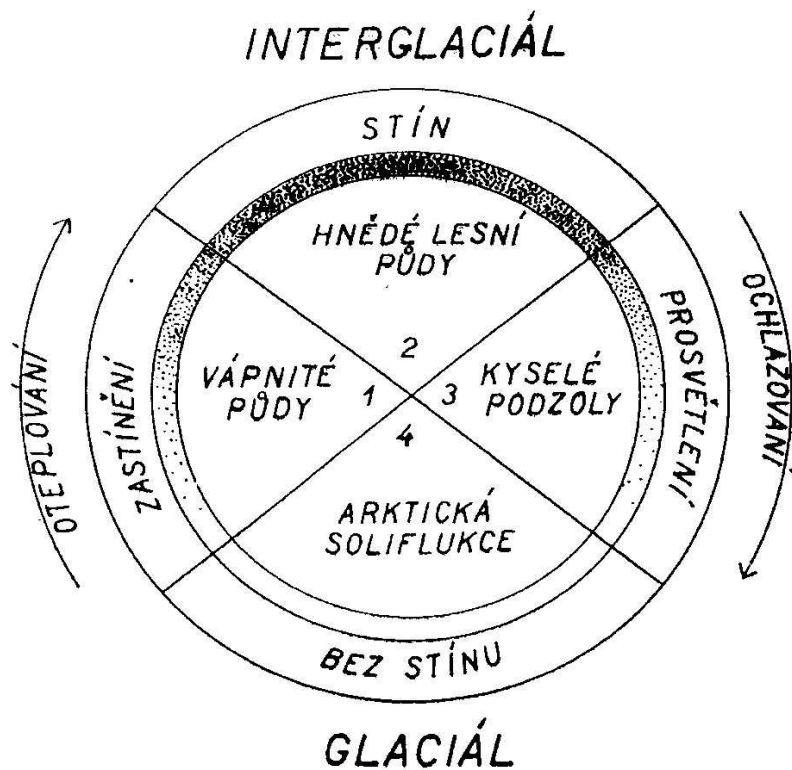
IVERSENŮV CYKLUS

- jednoduchý fázový model pro vývoj prostředí a vegetace v klimatickém cyklu kvartérního období,
- fáze:
 - protokratická,
 - mezokratická,
 - oligokratická,
 - telokratická

Iversenův cyklus

PŮDY

VEGETACE



16. Iversenův cyklus vegetačních fází a stanovištních podmínek ve vzájemných souvislostech. (Podle J. IVERSENA 1964.)

PROTOKRATICKÁ FÁZE

- pretemperátní období
- dochází k imigraci druhů stromové synusie z jižně položených refugií
- první druhy byly druhy boreálního geoelementu – bříza + borovice

MEZOKRATICKÁ FÁZE

- formují se listnaté smíšené lesy
- stromy poskytující stín – dub, jilm – postupně nahrazují pionýrské světlomilné druhy
- poměrně dlouhá etapa – ještě není ustálena vegetace – pylové analýzy dokumentují, že nové druhy nastupují v průběhu trvání interglaciálu – rostoucí floristická diverzita je výsledkem celého procesu

OLIGOKRATICKÁ FÁZE

- postupně se transformuje i půdní složka krajiny, kterou ovlivňuje složení temperátních lesů, silně jsou postižena místa původního zalednění v chladných fázích pleistocénu
- zvětralina, substrát tvořený tillem je postupně transformován z neutrální na kyselé půdy
- tyto půdy preferují druhy jako je smrk – dominuje oligokratické fázi
- zformované jehličnaté lesy dále prohlubují acidifikaci půdního prostředí (kyselý mor)

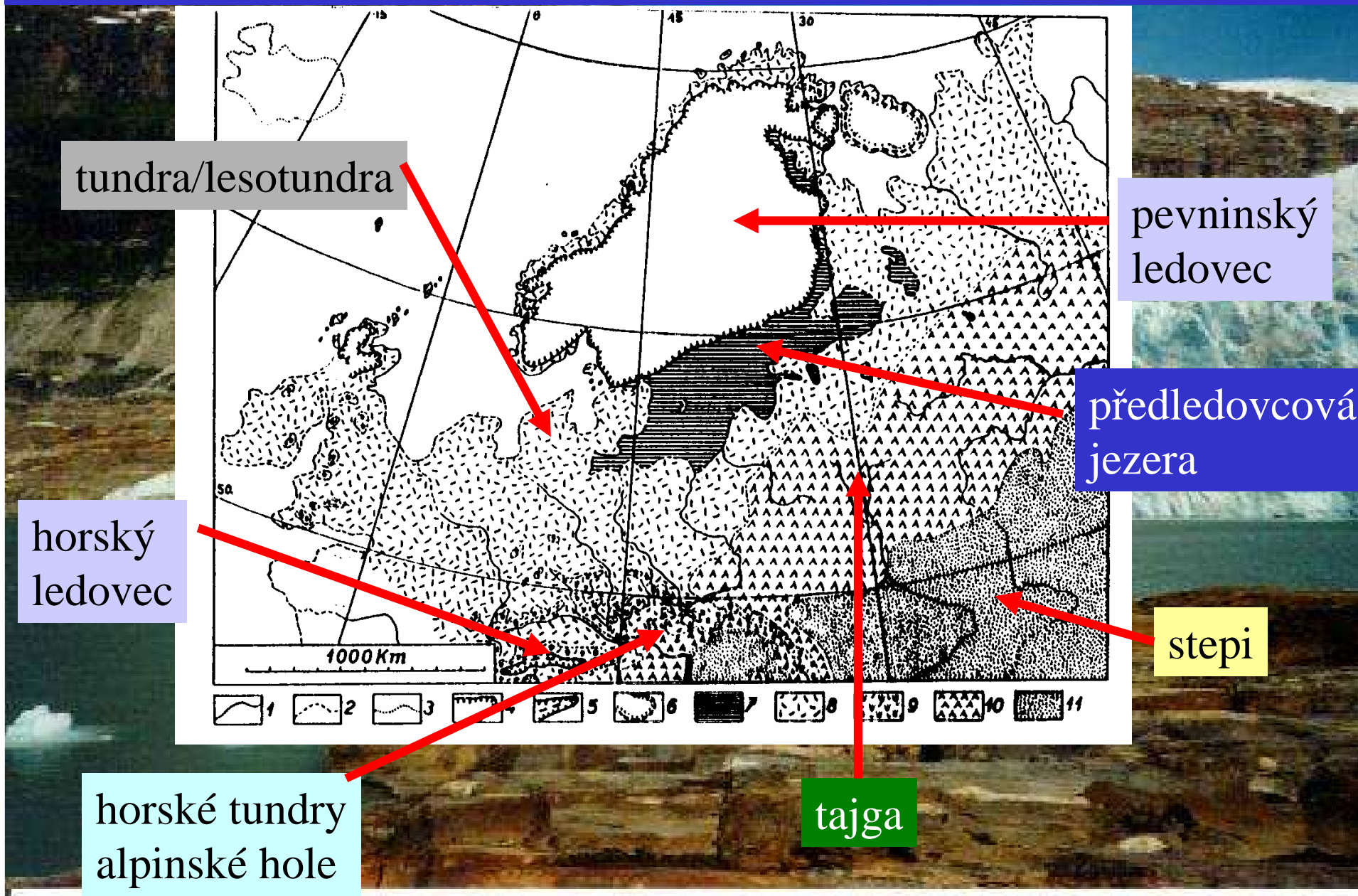
TELOKRATICKÁ FÁZE

- konečná fáze má charakter návratu k ochlazení
- smíšené listnaté lesy jsou nahrazovány otevřenými formacemi jehličnanů
- teplomilné druhy mizí

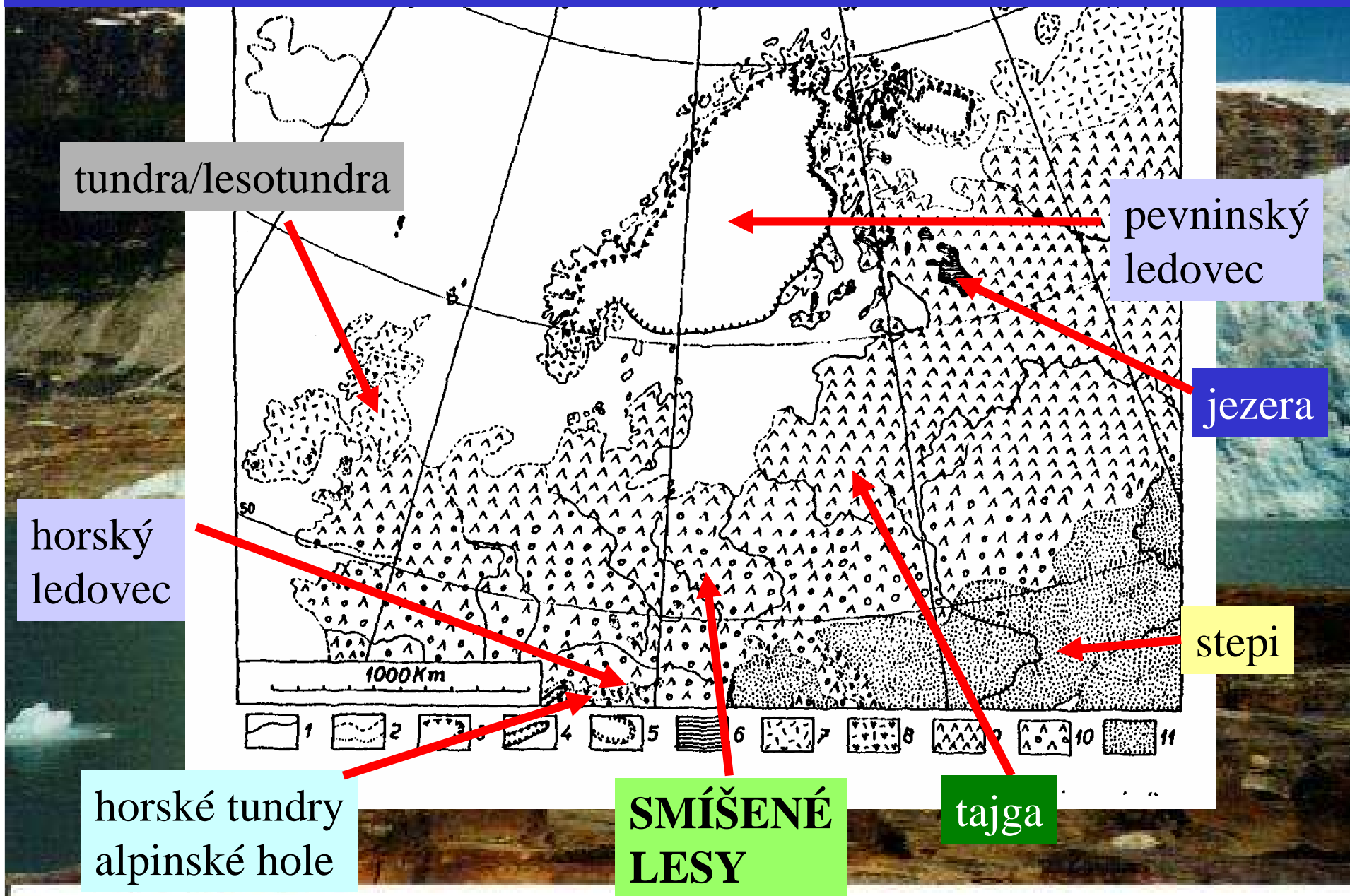
Ekologické charakteristiky stromů v jednotlivých fázích cyklu - severní Evropa

<i>Ecological characteristic</i>	<i>Protocratic</i>	<i>Mesocratic</i>	<i>Oligocratic</i>
typical tree taxa	birch aspen	oak elm	beech spruce
age of first seed setting	young	mature	mature
seedling tolerance to shade	intolerant	tolerant	tolerant
dispersal efficiency	good	poor	poor
migration rate (m/yr)	>1000	500–1000	<500
growth rate	fast	slow	slow
longevity	short	long	long
soil preference	fertile unleached	brown earth mull humus	podsol mor humus
ecological traits	ruderal	competitive	stress-tolerant

SEVERNÍ EVROPA V MLADŠÍM DRYASU



SEVERNÍ EVROPA V PREBOREÁLU



Kvartérní klimaticko-sedimentační cyklus (V. Ložek)

FÁZE	PROFILOVÉ SCHEMA	SEDIMENTACE TVORBA PŮD	PODNEBÍ	RÁZ STANOVISŤE
6	KATAGLACIÁL	SPRASE PŘEVAHA EOLICKÉ SEDIMENTACE ÚTULUM VSECH OSTATNÍCH POCHODŮ SOLIFLUKČNÍ MEZIFÁZE VELMI SLABÉ PŮDY	LÉTO TEPLEJŠÍ CHLADNO - SUCHO 0 - -4°C	STUDENÁ STEP SPRAŠOVÁ TUNDRA VE VLHČÍCH VÝKYVECH PŘEVAHA TUNDRY A OSTRŮVKY PARKOVÉ TAJGY HOLÉ PLOCHY
	PLENIGLACIÁL	ZESPRAŠNĚNÍ	LÉTO CHLADNĚ	
5	ANAGLACIÁL	SOLIFLUKČNÍ ERÓZE PŮD PŘEVAHA RYTMICKÉ K E SPLACHOVÉ SEDIMENTACE	CHLADNO 0 - -2°C SUŠĚ A VLHČÍ VÝKYVY	CHLADNÁ STEP HOLÉ PLOCHY
4		MARKER	OCHLAZENÍ ±0°C	STEP
3	ANAGLACIÁL	ČERNOZEMĚ PŘEVAHA PŮDOTVORNÝCH POCHODŮ NAD RČNOVOU AZ EOLICKOU SEDIMENTACÍ	VELIKU CHLADNO AVŠAK TEPLÁ A SUŠÁ LÉTA +2 - 4 (-1)°C STUDENÉ ZIMY CHLADNÉ VÝKYVY	ČERNOZEMNÍ STEP VÝŠE PARKOVÁ TAJGA PORIČNÍ LESY
2	INT. RGLACIÁL	KLIDNÉ CHEMICKÉ ZVĚTRÁVÁNÍ PARAHNĚDOZEM	VLHKO TEPLO MÍRNÉ ZIMY +9 - 13°C	ZAPOJENÝ LES
1	KATAGLACIÁL	PŘEMÍSLOVÁNÍ ROSTOJCI INTENZITA A PŮDOTVOR NÝCH PO CHODU ROVN	OTEPLŮVÁNÍ ZVLHČOVÁNÍ S VÝKYVY -1 - +10°C	ÚSTUP OTEJŘENÝCH FORMACÍ ŠÍŘENÍ LESA
5			CHLADNO SUŠO	

Fáze:

- kataglaciál,
- interglaciál
- anaglaciál
- marker,
- pleniglaciál

Kvartérní cyklus



Kvartérní cyklus

- průběh podnebí v kvartéru má zákonitý sled projevující se v dalších složkách krajinného systému,
- projevy ve zvětrávání, odnosu, sedimentaci, pedogenezi, rostlinných a živočišných společenstvech, morfogenezi....,
- model cyklu vychází z kvartérně-geologických dat (vytvoření souvislého sedimentačního a půdotvorného cyklu sprašových sérií suchých oblastí),
- jedná se o model cyklu I. řádu (GL-INT)

1. fáze: kataglaciál

- závěrečná fáze glaciálu - postupný nárůst teploty - hlavním rysem je nástup vegetace,
- taje permafrost - intenzifikace periglaciálních procesů souvisejících s jeho degradací (zaniká geliflukce, snížení ronů),
- řeky erodují - transformuje se geomorfologický režim - ustává divočení, nastupuje meandrování,
- vyšší vsak - klesá eroze,
- oteplení omezuje regelační cykly a mrazové zvětrávání,
- na spraších se začínají vyvíjet půdy (černozemě)

2. fáze: interglaciál

- teplé a vlhké klima (9° - 13° C),
- mírně humidní morfogeneze - chemické a biogenní zvětrávání,
- lesní komplexy - lesní krajina - uzavřená
- spraše - postupná illimerizace půd,
- na spraších se vyvíjejí parahnědozemě,
- kras - jeskynní výplně - sintry

3. fáze: anaglaciál (a)

- období ochlazení - rozkmitání klimatického systému - období časného glaciálu,
- v klimatické křivce se vyskytují výraznější fluktuace - chladná a teplejší období - celkově se ochlazuje,
- postupný úbytek lesní vegetace - transformace veg. pásem a stupňů,
- mrazové zvětrávání - regelace - periglaciální morfogeneze,
- promrzává povrch - tvorba permafrostu,
- transgrese ledovce - růst horských ledovců,
- v oblastech suchého kontinentálního klimatu se šíří černozemní step

The background of the slide is a scenic landscape. It features a clear blue sky at the top, a body of water in the middle ground, and a rocky, brownish foreground. In the distance, there are snow-capped mountains or hills. The overall scene is bright and clear.

4. fáze: marker

- problém s vymezením,
- došlo k výkyvu - přerušil se pedogenetický proces - studené stepi,

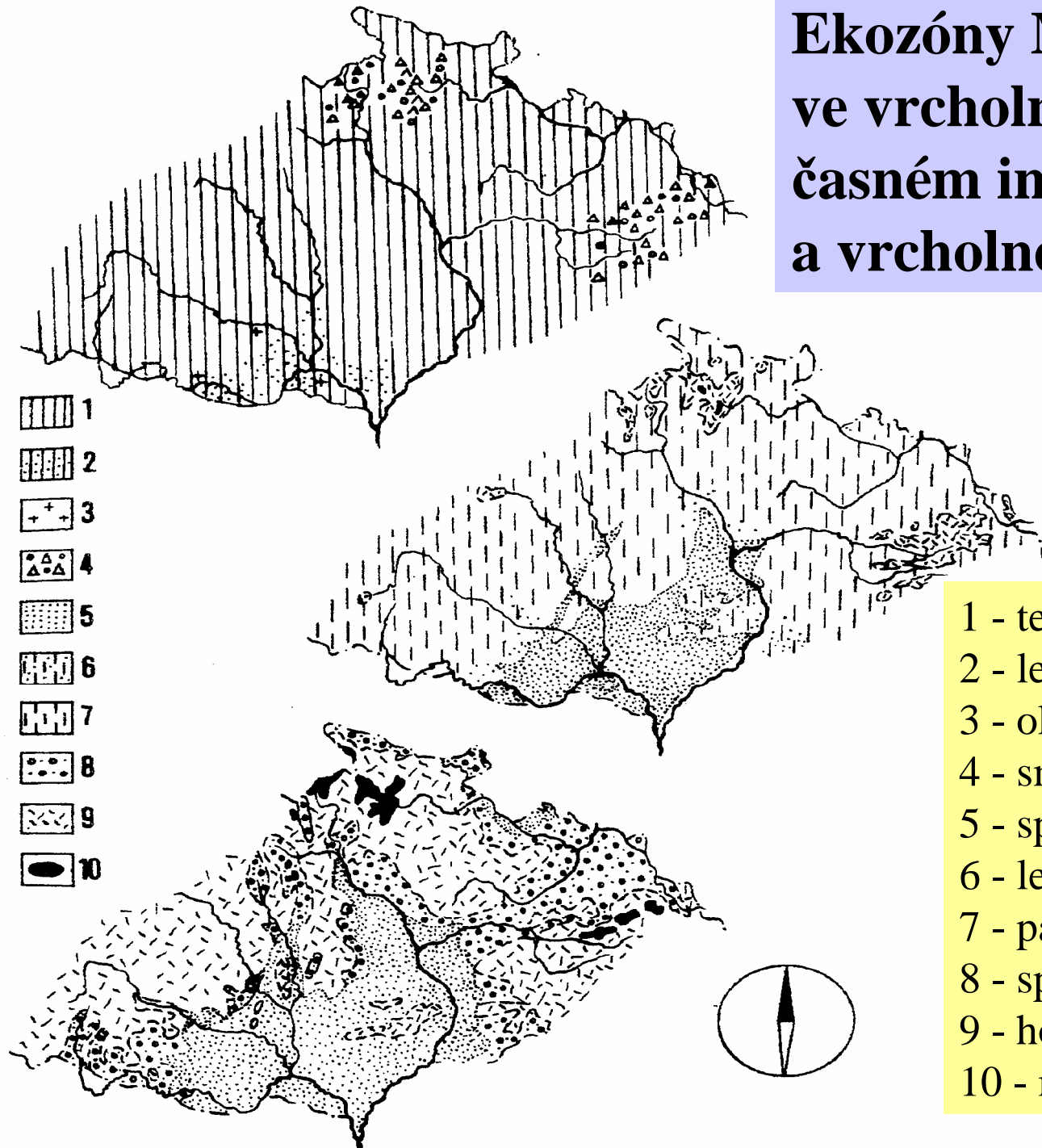
5. fáze: anaglaciál (b)

- pokračuje ochlazování - doprovodným rysem byly suché a vlhké výkyvy klimatu,
- nástup periglaciální morfogeneze na většině území (i mimo pohoří) - kryogenní reliéf - periglaciální struktury v sedimentech (glacitektonika),
- permafrost na rozsáhlých plochách,
- tundrová vegetace - s ochlazením přechod z keříčkové a bylinné tundry v lišejníkovou,
- geliflukce, plošný splach,
- toky začínají divočit, hloubková a boční termoeroze

6. fáze: pleniglaciál

- hlavní sprašová fáze,
- surové klima vrcholného glaciálu,
- permafrost - maximum hloubkové i plošné,
- Morava+Slezsko - sprašová step a tundra,
- horské polohy - studené pouště,
- aridizace klimatu - útlum svahových procesů,
- snížení počtu regelačních cyklů,
- řeky divočí - po většinu roku málo vodné, termoeroze,
- tvorba spraší - typický proces - rozsáhlé akumulace - sprašové tabule (mocnost desítek metrů)- návěje, závěje,
- sprašová sedimentace je v teplejších obdobích nahrazena pedogenezí

Ekozóny Moravy ve vrcholném interglaciálu, časném interstadiálu a vrcholném planiglaciálu



- 1 - teplé smíšené list. lesy,
- 2 - les s drobnými ovky. stepí,
- 3 - okrsky skalních stepí,
- 4 - smíšené horské lesy,
- 5 - sprašová step,
- 6 - lesostep,
- 7 - parková tajga,
- 8 - sprašová „tundra“,
- 9 - horské kamenité tundry,
- 10 - mrazové pustiny

Vegetace interstadiálu - poslední glaciál - fytopaleontologická data

- výrazný posun druhů z jižních refugií k severu,
- zalesnění území od Středozemního moře až k Severnímu moři,
- dřeviny: *Betula* sp., *Pinus* sp., *Picea* sp., *Abies* sp., *Larix* sp., *Alnus* sp., *Corylus* sp., *Quercus* sp., *Carpinus* sp., *Fagus* sp., *Buxus* sp., *Ilex* sp., *Hedera* sp., *Ulmus* sp., *Tilia* sp.,
- téměř interglaciální klima,
- prakticky bez permafrostu,
- chladnějším fázím dominují tundrové prvky: *Betula nana*, *Caluna* sp., *Empetrum* sp.

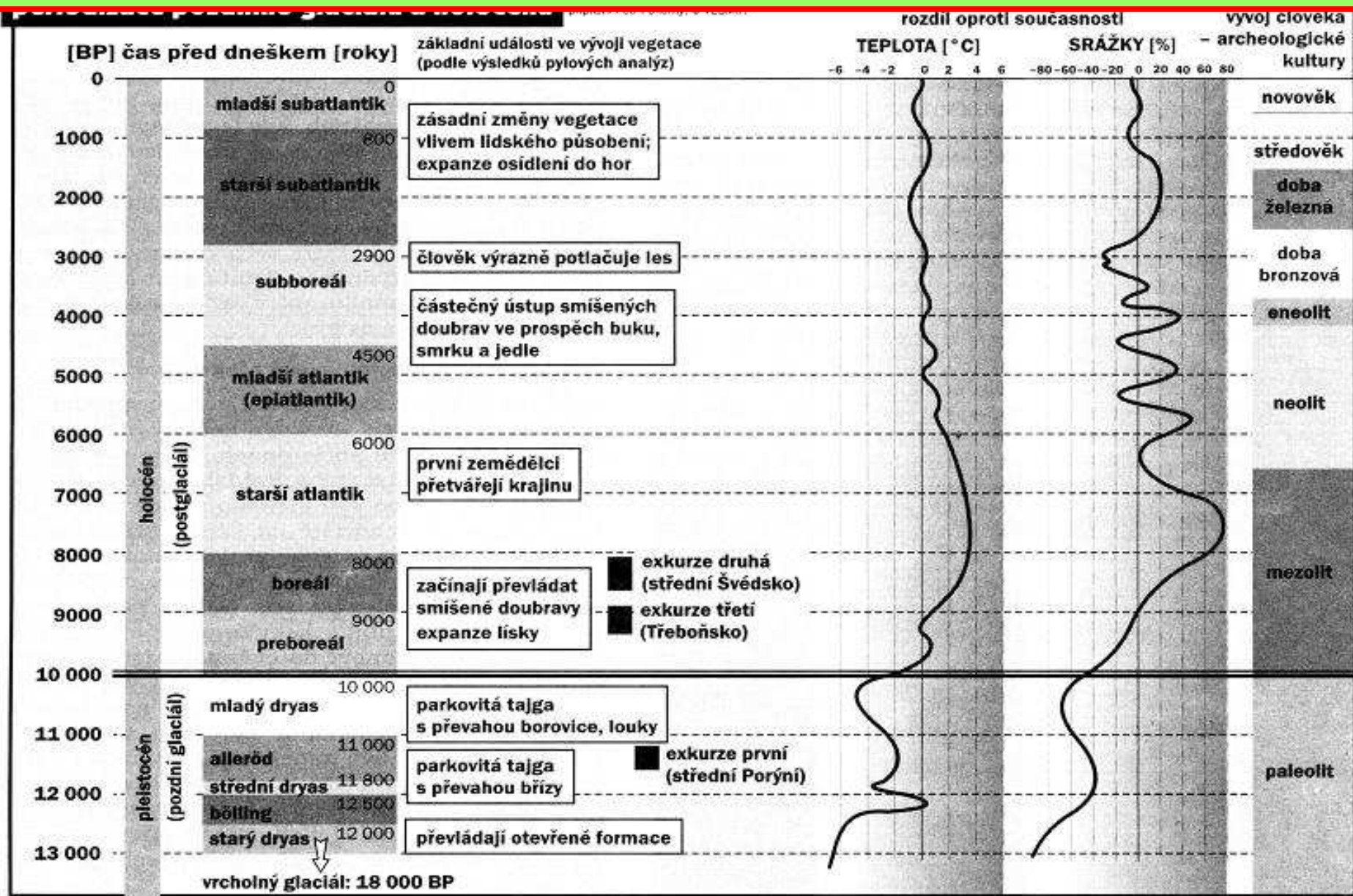
Vegetace stadiálu - poslední glaciál - fytopaleontologická data

- souvislé lesy neexistovaly - bez dřevin vegetace nebyla,
- snížená teplota i snížené množství srážek,
- tundrovo-stepní vegetace - přizpůsobení se chladným zimám i suchým podmínkám,
- mozaika společenstev - lokálně se mohla výrazně lišit,
- izolované ostrůvky různých dřevin - *Pinus* sp., *Alnus* sp., *Corylus* sp., *Larix* sp., *Abies* sp.








Paleozoologická data

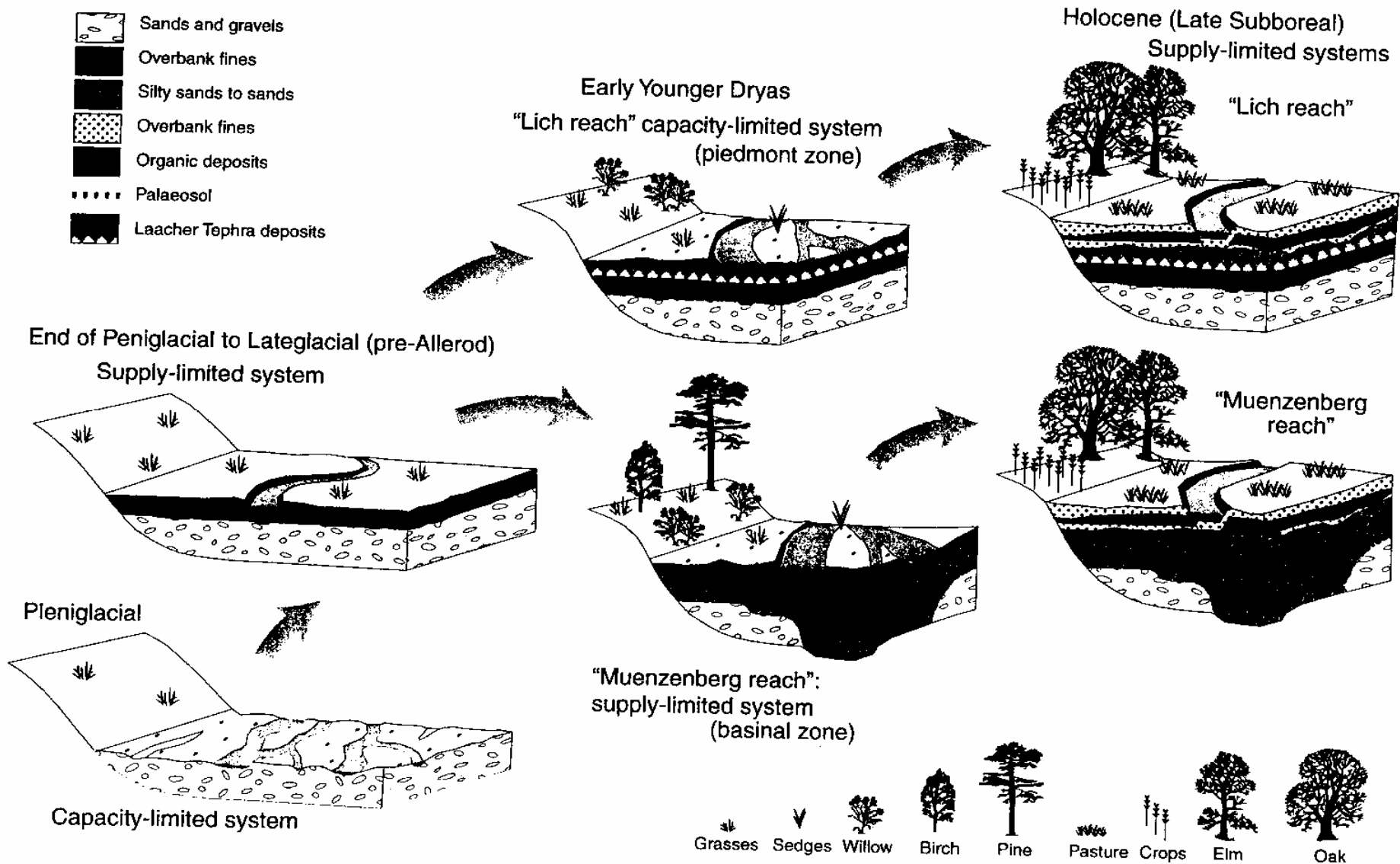
- zásadním způsobem přispívají k poznání vývoje krajiny posledního glaciálu savci,
- korelace mezi potravními (fyziologickými) nároky jednotlivých druhů a jejich životního prostředí,
- mamuti, nosorožci, koně, sobi,
- nálezy jejich kosterních pozůstatků a kadavér (Sibiř - konzervace v permafrostu - analýza obsahu žaludku - rekonstrukce biotopu - klimatických podmínek)

Pozdní glaciál - holocén



Model vývoje krajiny následkem změn na přelomu pozdního glaciálu a holocénu

-  Sands and gravels
-  Overbank fines
-  Silty sands to sands
-  Overbank fines
-  Organic deposits
-  Palaeosol
-  Laacher Tephra deposits



VÝVOJ VEGETACE

- Pro pochopení současného stavu nezbytné znát vývoj v posledních 15 000 letech.
- Období, kdy se stav přírodního prostředí – klimatu a půdy, začíná přibližovat současnosti a kdy fylogenetický vývoj rostlinstva dosahuje ve vazbě na tyto podmínky současné úrovně.
- Rekonstrukce vývoje vychází z paleobotanických hodnocení výsledků pylových analýz a makroskopických analýz rašelinných, jezerních a jiných vhodných lokalit v ČR a nejbližším zahraničí.
- Doplnkově se využila data geologická, geomorfologická, historická a archeologická.

VEGETACE - DRYAS-BOREÁL

		nížiny		vrchoviny		
8 000	starší	BO	K: ↓ duboborové lesy s lískou a břízou ↑	K: ↓ duboborové lesy s břízou a lískou, později se smrkem ↑ borobřezové zakrslé porosty, později s lískou, v Krkonoších kleč		
9 000			A: měkký luh s vrbami a olší	A: vysokobylinné porosty s vrbami a olší		
10 000	Pleistocén	pozdní glaciál	PB	K: ↓↑ lesostep s borovicí a břízou	K: ↓ březoborové, resp. březoklečové porosty s heliofyty v podrostu ↑ vysokohorská tundra	
11 000				A: vysokobylinné luhy s vrbami, místy s olší	A: vysokobylinné luhy s vrbami	
12 000				DR 3	K: ↓ sprašová a skalní step ↑ světlý březoborový (v teplých výkyvech) nebo borobřezový (v chladných výkyvech) zakrslý porost	K: ↓ světlý borobřezový zakrslý porost ↑ horská tundra, v nejvyšších polohách arктоalpínská pustina
13 000				AL		
14 000				DR 2		
15 000	BÖ					
	DR 1	A: vysokobylinné luhy s vrbami	A: vysokobylinné luhy s vrbami			

Vysvětlivky zkratk a značek: DR 1 – nejstarší dryas, BÖ – bölling, DR 2 – starší dryas, AL – alleröd, DR 3 – mladší dryas, PB – preboreál, BO – boreál, AT – atlantikum, SB – subboreál, SA 1 – starší subatlantikum, SA 2 – mladší subatlantikum, K – klimazonální vegetace, A – azonální vegetace, ↓ – nižší polohy, ↑ – vyšší polohy.

VEGETACE - ATLANTIK - SUBBOREÁL

		nížiny		vrchoviny		
3 000	Postglaciál – Holocén	střední	SB	K: ↓ teplomilné doubravy ↑ mezofilní lipové doubravy A: zřídka zaplavovaný tvrdý luh	K: ↓ mezofilní lipové doubravy ↑ smrčiny, později s bukem, jedlí A: zřídka zaplavovaný tvrdý luh	rostoucí
			AT	K: ↓↑ teplomilné doubravy s lískou smíšené mezofilní lipové doubravy A: téměř nezaplavovaný tvrdý luh	K: ↓ smíšený horský listnatý les (jilm, lípa, javor, jasan, později buk) ↑ smrčiny, na hřebenech Krkonoš kleč a líska, jinde v horách líska, smrk A: olše, vrby	
4 000						
5 000						
6 000						
7 000						

rostoucí vliv člověka

VEGETACE - SUBATLANTIK

Tab. 1. Schéma vývoje vegetace České republiky v posledních asi 15 000 letech

Tab. 1. Vegetation development in the last ca 15 000 years

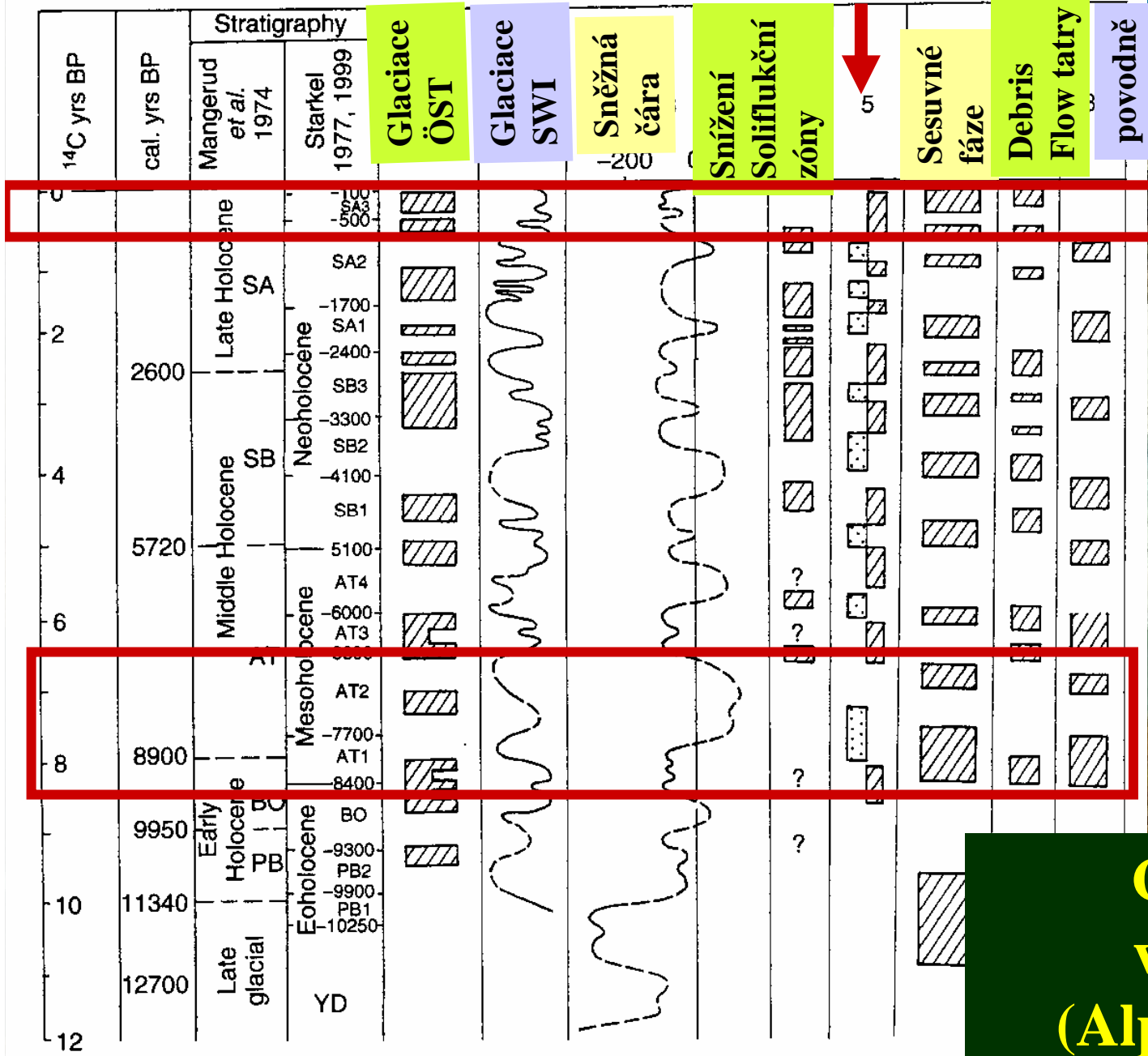
Chronologie		Nížiny		Vrchoviny a hory	
0	mladší	SA 2	K: ↓ teplomilné doubravy habrové doubravy ↑ habrové doubravy bučiny	↑	K: ↓ habrové doubravy ↑ jedliny, jedlové bučiny, horské bučiny se smrkem klečové porosty (jen hřebeny Krkonoš
1 000		SA 1	A: zaplavovaný tvrdý luh		A: olšiny, místy se smrkem
2 000					

↑
vliv člověka

Chronologie	Sedimentace a tvorba půd	Stanovištní poměry
subrecent	iniciální stadia černozemí	kulturní step
subatlantik	intenzivní odnos, postihující zejména čerstvé vápnné substráty (přemisťování detritu) značný přínos ronového materiálu; půdní tvorba: slabě vyvinutá černozem s hnědým panterováním	intenzivní zemědělství, rozrušující půdy sekundární kulturní lesostep; pastviny s hojnými zbytky lesa
subboreál	pokročilá půdní eroze a vznik poloh z půdních sedimentů	pokračující odlesnění a rozšiřování obdělávaných ploch, především na rovinách
epiatlantik	tvorba humózních horizontů z povrchových partií illimerizovaných půd – vznik pseudočernozemí	částečné odlesnění a zestepnění krajiny (neolitické osídlení); vznik kulturní lesostepi – převážně mozaika pastvin a lesa
starý až střední holocén	sedimentační a odnosný klid, nerušené zvětrávání spraše – tvorba typických parahnědozemí (illimerizovaných půd)	úplné zalesnění krajiny – smíšený listnatý les – klima podstatně vlhčí než v současné době
würmský pleniglaciál	eolická sedimentace, tvorba spraše deluviocolická sedimentace, místy soliflukce; tvorba rytmicky zvrstvených mrazových zvětralin	studená sprašová step, pokrývající široké areály chladná step s hojnými plochami bez vegetace

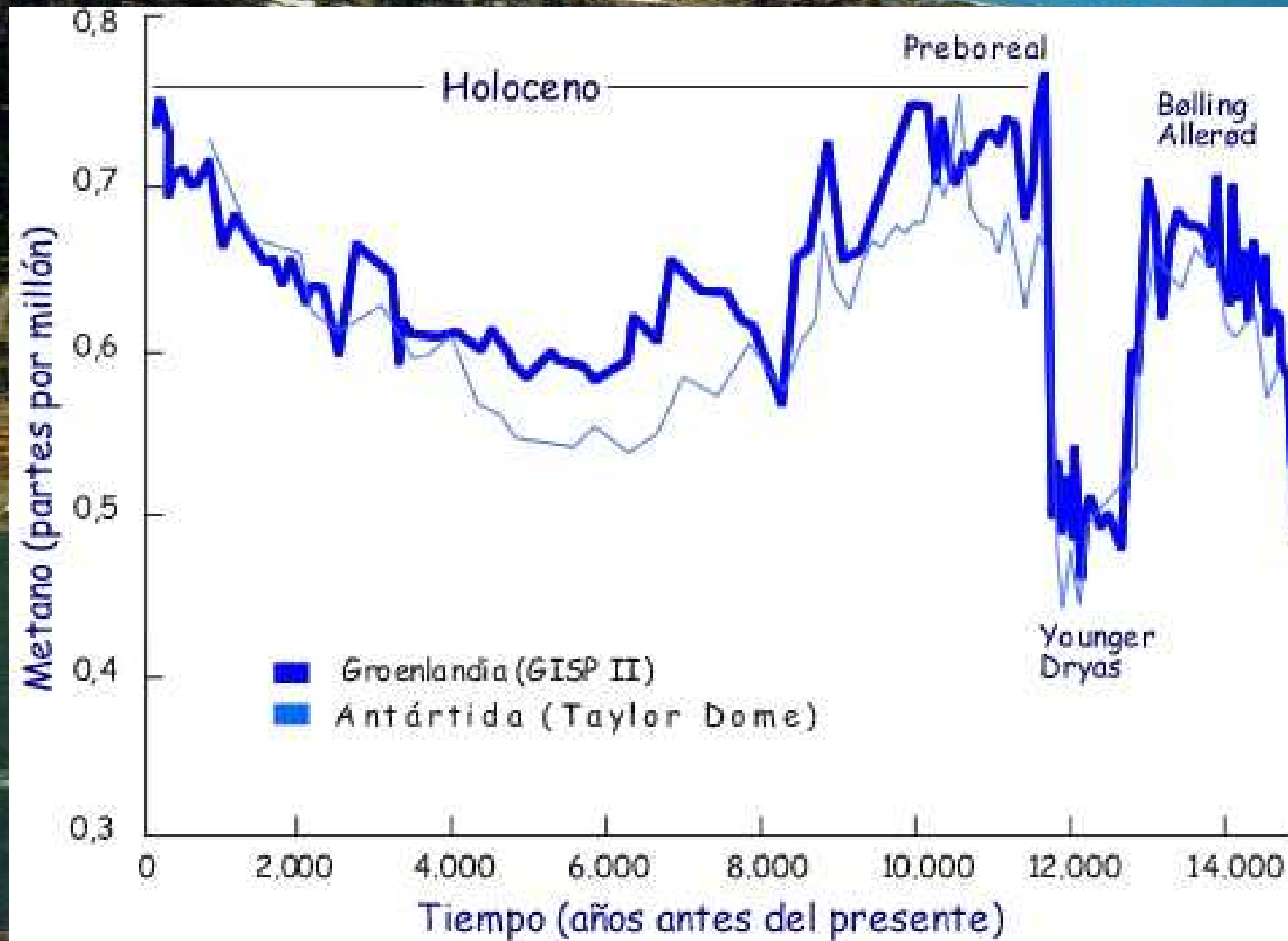
VÝVOJ PŮD V HOLOCÉNU

Vysoká Hladina Jezer Jura

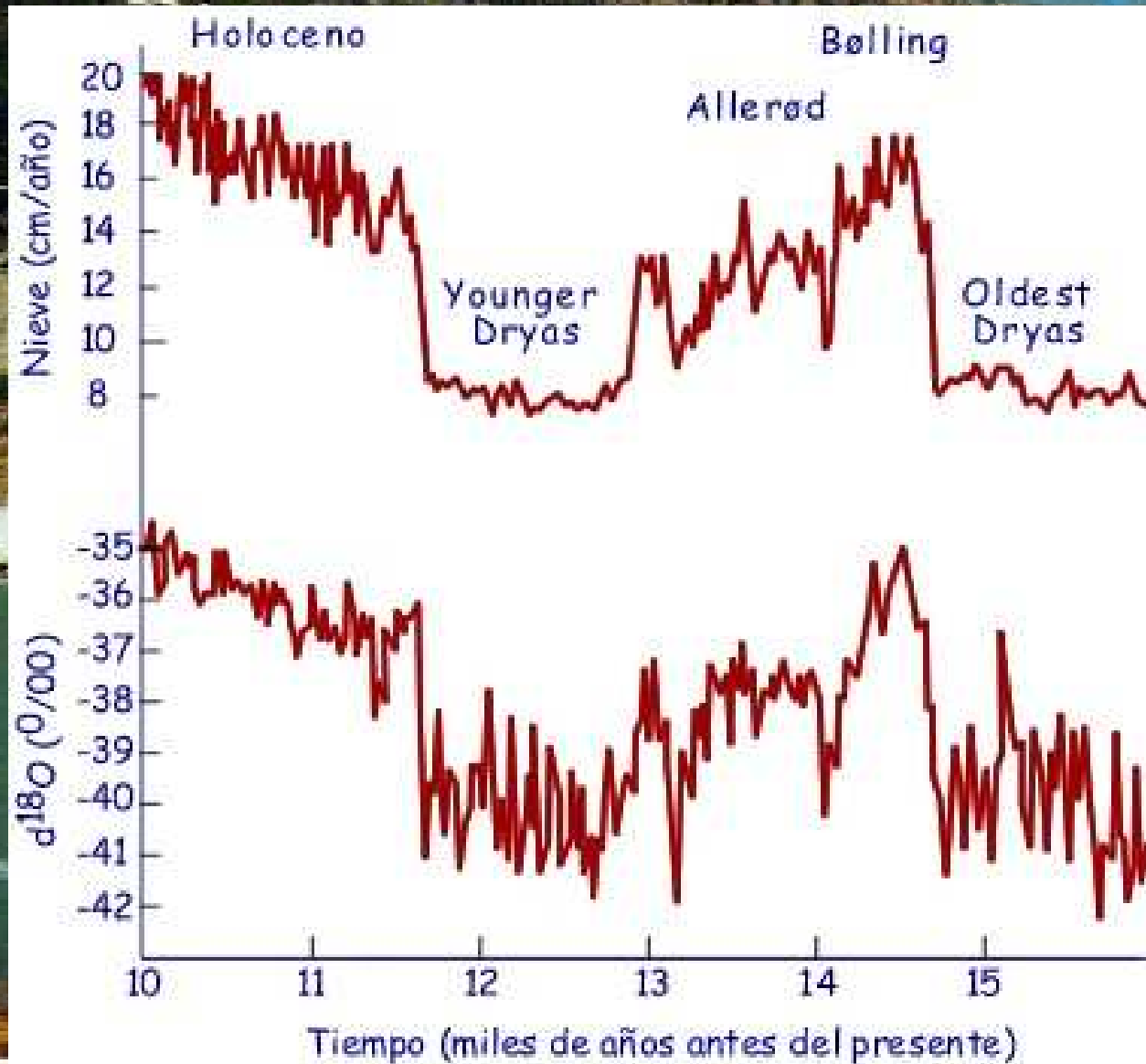


**Chladné a
vlhké fáze
(Alpy, Karpaty)**

Metano - ledovcová jádra



Pozdní glaciál - holocén



...budoucí vývoj????

