

**Paleobotanika**  
a její využití pro obory studující lidskou historii

Nela Doláková

- **Paleobotanika** - disciplína zabývající se studiem rostlinných zbytků v geologické minulosti (od prvních fosilií prekambriu)
- Problematika fosilizace x subfosilní zbytky

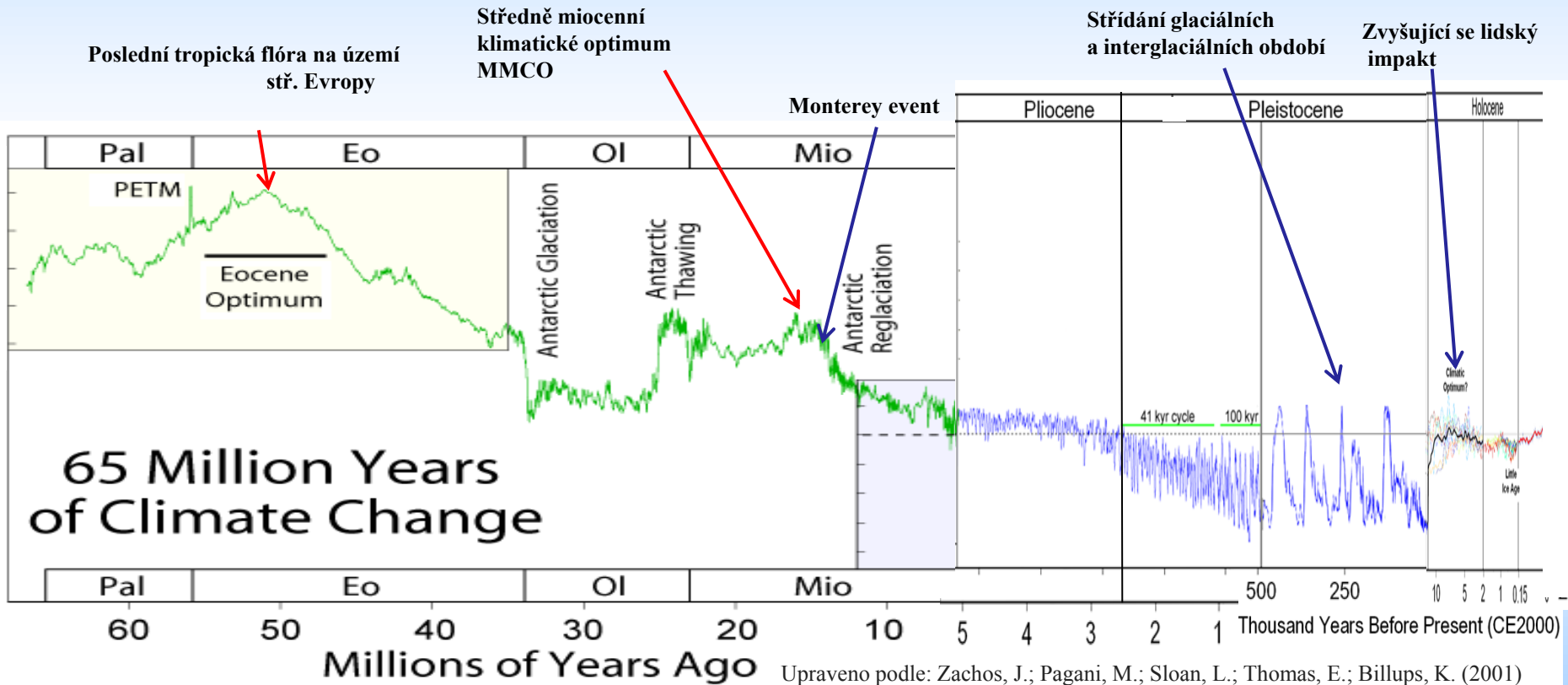


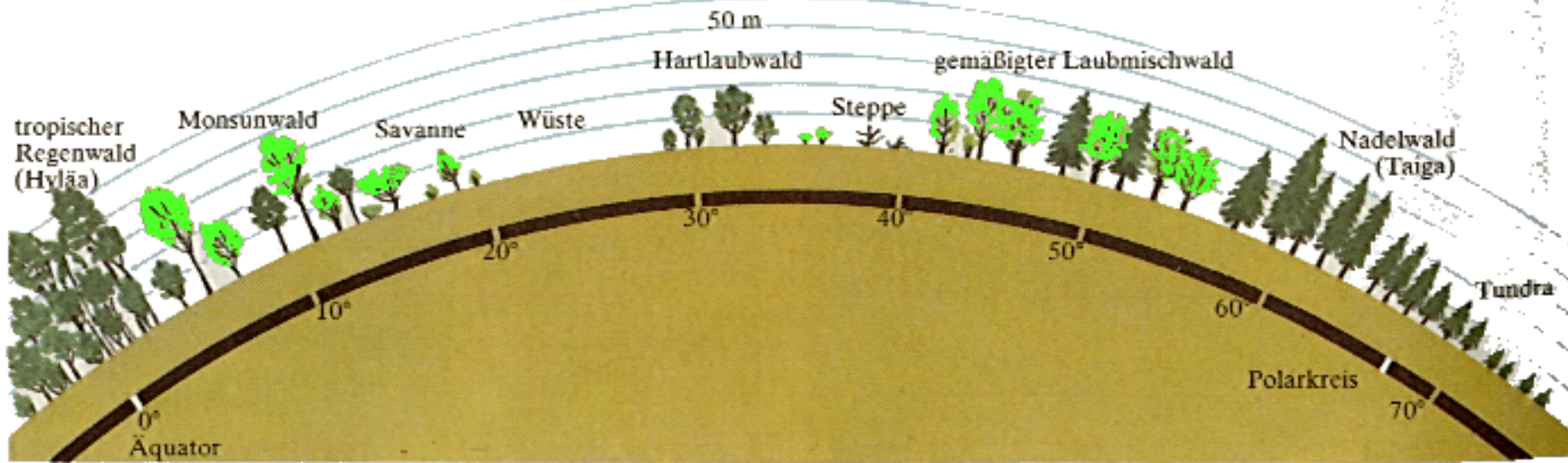
- **Archeobotanika**
- – disciplína zabývající se studiem rostlinných zbytků v archeologických situacích

všechny rostlinné zbytky – řada metod:

- makrozbytková analýza
- xylotomární a antrakotomická analýza,
- fytolitová analýza
- diatomární a jiné algologické analýzy
- palynologie

# Charakter rostlinného pokryvu – přírodní podmínky a jejich změny (klima, geologie, pedologie, hydrologie, geomorfologie apod.) od nástupu člověka – postupné zvyšování vlivu na přírodu





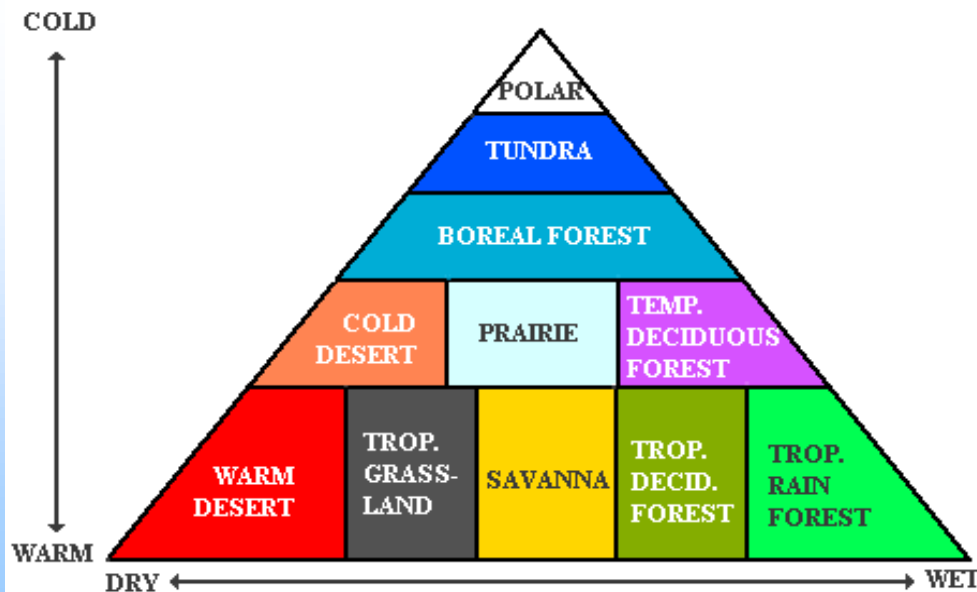
immergrüne Gehölze

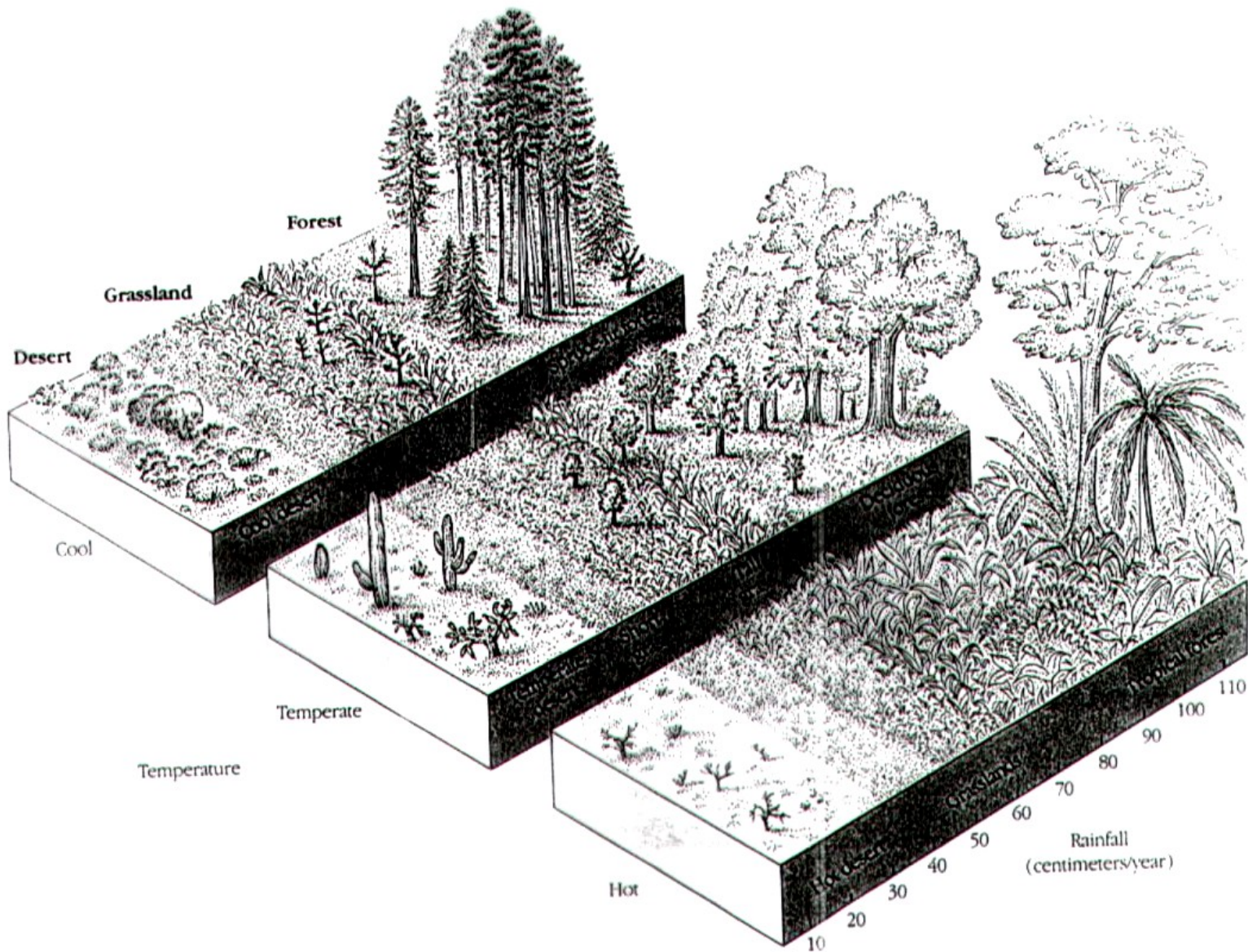
periodisch grüne Gehölze

**Společenstva zonální** – závislé hlavně na klimatu (kombinace teploty a vlhkosti)

– podle zeměpisné šířky, např. - porosty tropické, opadavé, arktické

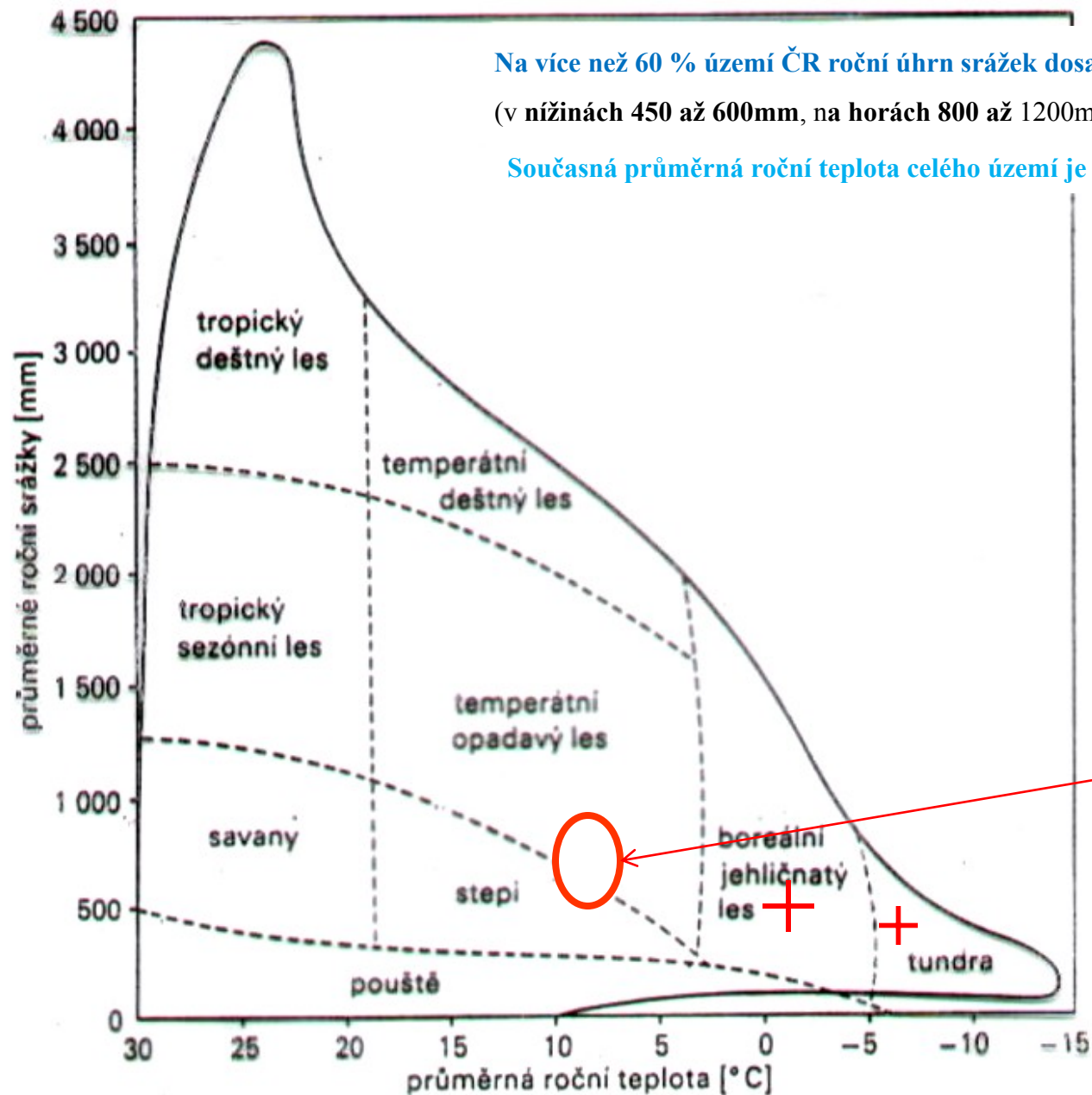
**společenstva azonální** – souvisí hlavně se substrátem - mohou se opakovat v různých zeměpisných šířkách s jiným druhovým složením – např. lužní les, travinné biomy, horská louka





The relationship between rainfall, temperature, and vegetation. Rainfall determines the basic type of vegetation, and temperature is responsible for alterations in this basic type.

Na více než 60 % území ČR roční úhrn srážek dosahuje 600-800 mm.  
(v nížinách 450 až 600mm, na horách 800 až 1200mm)  
Současná průměrná roční teplota celého území je 8 až 9 °C



Rozšíření biomů v závislosti na průměrném úhrnu ročních srážek a průměrných ročních teplotách (podle WHITTAKERA 1973)

**Areál rozšíření** - paleontologie + postmortální transport,  
- archeologie - nakupení taxonu nebo jeho úbytek vlivem člověka

rozmístění jedinců v areálu – hranice areálu - areálové enklávy (kde se taxon nevyskytuje)  
areál souvislý – nesouvislý (jen typická stanoviště - rákos)

**Vývoj areálů:** restrikce x expanze x migrace

– centrum vzniku druhu

**reliktní areály (refugia)** – vymírání nebo i migrace

**Endemity** – taxony vázané na určitou oblast (nemusí být malá) x **areály kosmopolitní**  
(často plankton)

**Vagilita** – schopnost šířit se na nová stanoviště – rostliny pasívně

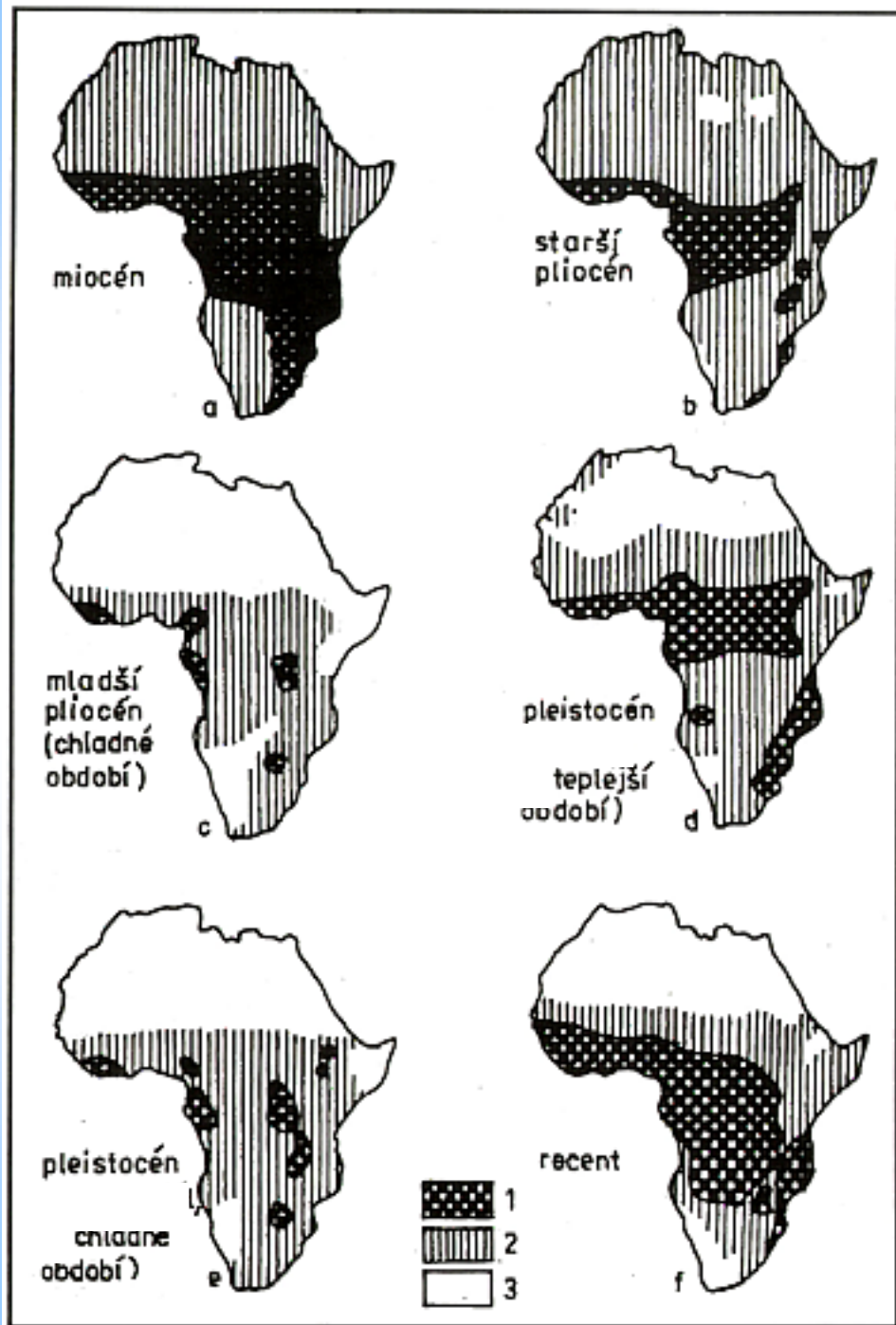


*Rubus chamaemorus* – ostružiník moruška  
glaciální reliktní (endemit) – hřebeny Krkonoš

Krkonoše představují refugium tohoto druhu z posledního glaciálu



**Rozšíření deštného pralesa, savan a pouští  
v různých obdobích neogénu a kvartéru  
v Africe.**



1. tropické deštné a vlhké lesy
2. savana
- 3 – step a poušť

Podle různých autorů z S. Louwa 1986 upraveno



## Strategie populací rostlin

strategie - soubor vlastností, které se v evoluční selekci osvědčily jako výhodné pro prospěšnou existenci v daném prostoru (základní r/K)

U rostlin ještě další typy:

**C – strategové** Konkurenční strategové - druhy s vysokou konkurenční schopností (klimaxová vegetace).

**S – strategové** - Stres snášející strategové - které jsou schopny růst na stanovištích pod vlivem stresu, tj. na takových, která se ve zdrojích výživy, záření, vody, odchylojí od průměrných hodnot tak, že výživa je limitujícím faktorem pro tvorbu jejich biomasy

S–strategové jsou adaptováni k trvale **nepříznivým podmínkám prostředí**.

**R – strategové** - Ruderální (rumištní) strategové - druhy rostlin, které adaptovány na vysoké narušování (disturbanci) biomasy a snášejí malý stres.



## **Šíření rostlin**

Rostliny se šíří - posouvají svůj areál pomocí rozmnožovacích orgánů  
– semena a plody

šíření větrem – **anemochorie** – až několik set až tisíc kilometrů,  
nejdále lehké výtrusy nižších rostlin.

**Hydrochorie** šíření – vodou.

**Zoochorie** – živočichové (třeba i mravenci u nás např. violka – požírají výrůstky na semenech) + člověk

Také vegetativně např. rozšiřování kořenů (pýr), nebo oddenků



Území ČR náleží ke středoevropské oblasti, která je křižovatkou šíření rostlinných druhů, z čehož plyne velká druhová rozmanitost. Vzhledem k velké členitosti reliéfu se zde setkáváme s různorodými biotopy s relativně malou rozlohou. **Asi 20 % rostlinných druhů je v české krajině nepůvodních**, zavlečených člověkem.

## Fytogeografické členění

Botanicky se území ČR člení do fyto geografických oblastí, které zahrnují 99 fyto geografických okresů:

- **Termofytikum** je osídlováno převážně teplomilnými druhy rostlin. Zahrnuje výškový vegetační stupeň planární (nížinný) a kolinní (pahorkatinný). Tvoří 2 souvislé podoblasti: **České termofytikum** (15 okresů) vytváří pás od Doupovské pahorkatiny v Poohří až po východní Polabí. **Panonské termofytikum** (6 okresů) zahrnuje oblasti jižní Moravy a Moravských úvalů.
- **Mezofytikum** tvoří přechod mezi teplomilnou a chladnomilnou květenou a zabírá největší část území.
- Zahrnuje stupeň suprakolinní (kopcovinný) a submontánní (podhorský, vrchovinný).
- **Českomoravské mezofytikum** tvoří 63 okresů a **Karpatské mezofytikum** 9 okresů. Obě podoblasti na sebe plynule navazují.
- **Oreofytikum** jsou horské oblasti s převažující chladnomilnou květenou. Zahrnuje stupně montánní (hornatinný), supramontánní (středohorský, oreální, smrkový) a subalpínský (klečový), alpínský. **České oreofytikum** zahrnuje 14 okresů, které tvoří izolované, nejvýše položené oblasti hor Českého masivu. **Karpatské oreofytikum** je tvořeno 1 okresem (Moravskoslezské Beskydy).

## Lesy

Lesy v současné době pokrývají asi 1/3 území ČR cca 25 000 km<sup>2</sup>. V minulosti byly značně změněny lesnickou činností. Na území ČR proto dnes téměř nenajdeme původní lesy.

V druhové skladbě lesa převažují **uměle vysázené smrkové monokultury**.

Druhová skladba českých lesů je následující: smrk (55 %), borovice (18 %), dub (6 %), buk (5 %), modřín (3 %), bříza (3 %), olše (1 %), ostatní dřeviny (9 %).

V roce 1355 vydal Karel IV obecně platný zákoník pro země koruny české, takzvané **Maiestas Carolina**:

*„Krásný soubor našich lesů, vzbuzující obdiv cizinců, chceme netoliko promrhati, ale zamýšlíme jej uchrániti od veškerého kácení. Chtějíce, aby lesy zůstaly nedotknuté a věčné, rozkazujeme, aby žádný z našich hajných nebo lovčích ani žádná jiná osoba nesměl je káceti, vyvážeti nějaké dříví z našich lesů, zcizovati je nebo prodávati, leč pouze dřevo suché a to, které padne silou větrů.....Kdo by jednal opačně, tomu hrozí trest utěti pravé ruky.“*

# vegetační stupeň planární (nížinný)

Strážnické pomoraví



Foto Z. Kučera



Slepé zarůstající rameno - Wisla

## Krkonoše

V Krkonoších jsou vytvořeny čtyři z obvyklých šesti výškových vegetačních stupňů:

- 1) stupeň submontánní (podhorský)
- 2) stupeň montánní (horský)

3) stupeň subalpínský (klečový)

4) stupeň alpský



# Fotosyntéza - jeden z nejdůležitějších dějů v přírodě.

V průběhu fotosyntézy dochází k a) **zachycení sluneční energie** (fotonů) a b) **k následné syntéze organických látek** (sacharidy, mastné kyseliny a prekurzory aminokyselin) **z oxidu uhličitého a vody.**

Sumární reakce fotosyntézy:  $6 \text{CO}_2 + 12 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$   
Reakce probíhající během fotosyntézy se dají rozdělit do dvou základních dějů

- a) **primární děj** (přenos elektronů a protonů – **za světla**)
- b) **sekundární děj** (fixace uhlíku – **temnostní fáze**).

Jsou známy *tři cykly fixace CO<sub>2</sub>* – Calvinův, Hatch-Slackův a CAM cyklus.

**Calvinův cyklus** je proces fixace a redukce CO<sub>2</sub> probíhající formou **fotospirace za vzniku sacharidů.**

**Fotospirace** neboli světelné dýchání rostlin je ve své podstatě proces opačný k fotosyntéze. **Fotospirace působí značný pokles produkce sacharidů, ale je hlavní cestou tvorby aminokyselin**  
Rostlina při něm přijímá O<sub>2</sub> a produkuje CO<sub>2</sub>.

Bývá nazýván také **C<sub>3</sub>-cyklus**, (protože prvním stabilním meziproduktem je tříuhlíkatý 3 - fosfoglycerát). Fotospirace je významná hlavně u **C<sub>3</sub> rostlin**.

**Hatch-Slackův cyklus - C<sub>4</sub> cyklus** - využívají především **teplomilné rostliny**, protože při zvýšené teplotě se více uplatňuje fotospirace, a tím klesá účinnost fotosyntézy, proto koncentrují CO<sub>2</sub> před tím, než vejde do Calvinova cyklu.

Teploty, které rostlinám umožní maximálně fotosyntetizovat - **teplotní optima pro fotosyntézu.**

Teplotní optimum je závislé i na obsahu CO<sub>2</sub> ve vzduchu.

Optimum teplot pro fungování fotosyntézy je v rozmezí 25 – 40 °C, při teplotě pod 10 °C velmi rychle klesá. Kolem 40 °C opět nápadný pokles fotosyntézy.

**Teplotní optima** se s rostlinnými druhy značně liší a **odlišují se i u typu C3 a C4 rostlin.**

Při teplotách mezi 0-10 °C je pomalá C3 i C4 fotosyntéza, ale **C3 fotosyntéza** je o něco rychlejší než **C4**, protože ji nebrzdí Hatch-Slackův cyklus.

**Maximální rychlost fotosyntézy je:  
u rostlin s Calvinovým cyklem (C3) při 15 - 25 °C  
s Hatch-Slackovým cyklem (C4) při 25 - 35 °C**

**Více než 90% terestrických druhů rostlin asimiluje CO<sub>2</sub> cestou C3 metabolismu** (Ku et al., 1996).

U kulturních rostlin jde o rostliny mírného pásma: pšenice (*Triticum aestivum* L.), ječmen (*Hordeum vulgare* L.), oves (*Avena sativa* L.), hrách (*Pisum sativum* L.), tabák (*Nicotiana tabacum* L.), řepa (*Beta vulgaris* L.), špenát (*Spinacia oleracea* L.) a mnoho dalších.

**C4 rostliny se přizpůsobily podmínkám sucha, vysoké intenzity slunečního záření, nedostatku oxidu uhličitého, nízké relativní vzdušné vlhkosti – ekosystémy subtropických stepí**

**Proso** (*Panicum miliaceum*), **kukuřice** (*Zea mays*), **Laskavec** (*Amaranthus*), **bér** (*Setaria italica*), **cukrová třtina** (*Saccharum officinarum*), **rýže** (*Oryza*)

# Činnost člověka

- **synantropní rostliny** (synantropofyty) – šíří se činností člověka

**A. Apofyty** – naše rostliny rozšiřující svůj areál – antropogenní stanoviště  
– **kopřiva, smetanka, lebeda**

**B. Antropofyty** – rostliny cizího původu – zavlečené

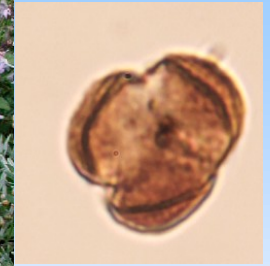
úmyslně **hemerofyty** - obilí, brambory nebo i okrasné...

neúmyslně **xenofyty** – plevele

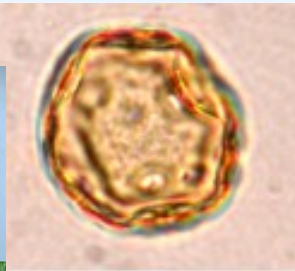
prehistorické **archeofyty** – chrpa polní, mák vlčí, koukol polní  
(už je nepocitujeme jako cizí.)

**neofyty** (od objevení Ameriky) – buď jenom vyklíčí a pak uhynou,  
ale častěji se dále šíří

- ošlapávané plochy – cesty, okolí sídlišť,
- dotace N - rumištní polohy
- odlesňování (zemědělství, palivo, stavby s tím spojený proces zvýšené půdní eroze a zvýšení intenzity povodňových sedimentů)
- zemědělství - domestikace rostlin, extenzivní pěstování kulturních plodin, šíření plevelů, změny původních areálů
- průmysl .....+ škodliviny



*Artemisia* - pelyněk



*Plantago lanceolata*  
Jitrocel kopinatý

nitrifikace v okolí sídlišť  
*Chenopodium* - merlík,  
Atriplex – lebeda

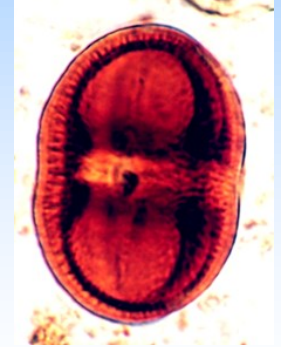




kulturní rostliny



plevele



*Centaurea cyanus* Chrpa modrák



*Agrostemma githago* Koukol



*Triticum* pšenice



Poaceae – plané trávy



# Makrozbytková analýza

Semena a plody, otisky listů, ale i jehličí, pupeny, plevy obilnin, zbytky slámy  
- přesnější systematické určení než pylová zrna

Poznatky k:

- nejbližší okolí lokality - tj. pole, louky, rumiště, podmáčená stanoviště, lesy,
- křovinaté formace apod.
- hlavní užitkové rostliny (obilniny, luštěniny, ovoce, zelenina, koření, technické plodiny
- procesy domestikace hlavních druhů obilnin a luštěnin v průběhu pravěku.

studovaný objekt – semeno, plod 0,02 mm – 20 cm  
stereomikroskop - zvětšení 5 – 60 x

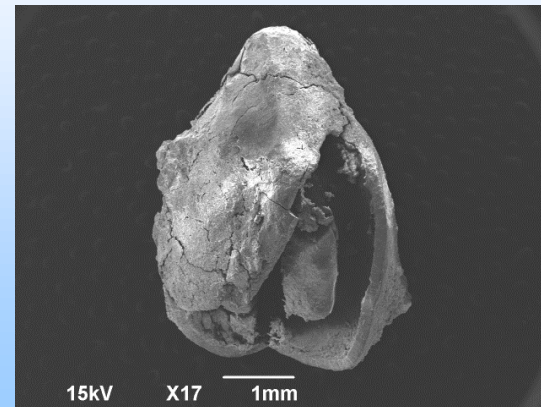


Ječmen obecný – šestiřadý (*Hordeum vulgare* var. *hexastichon*)

Obilky ječmene z raně středověkého sídliště ve Staničích  
Rekonstrukce polohy obilek v klásku – středová souměrná obilka a „deformované“ obilky krajní.  
(foto V. Komárková)



Len setý  
(*Linum usitatissimum*)  
Ústí na Labem  
středověká studna



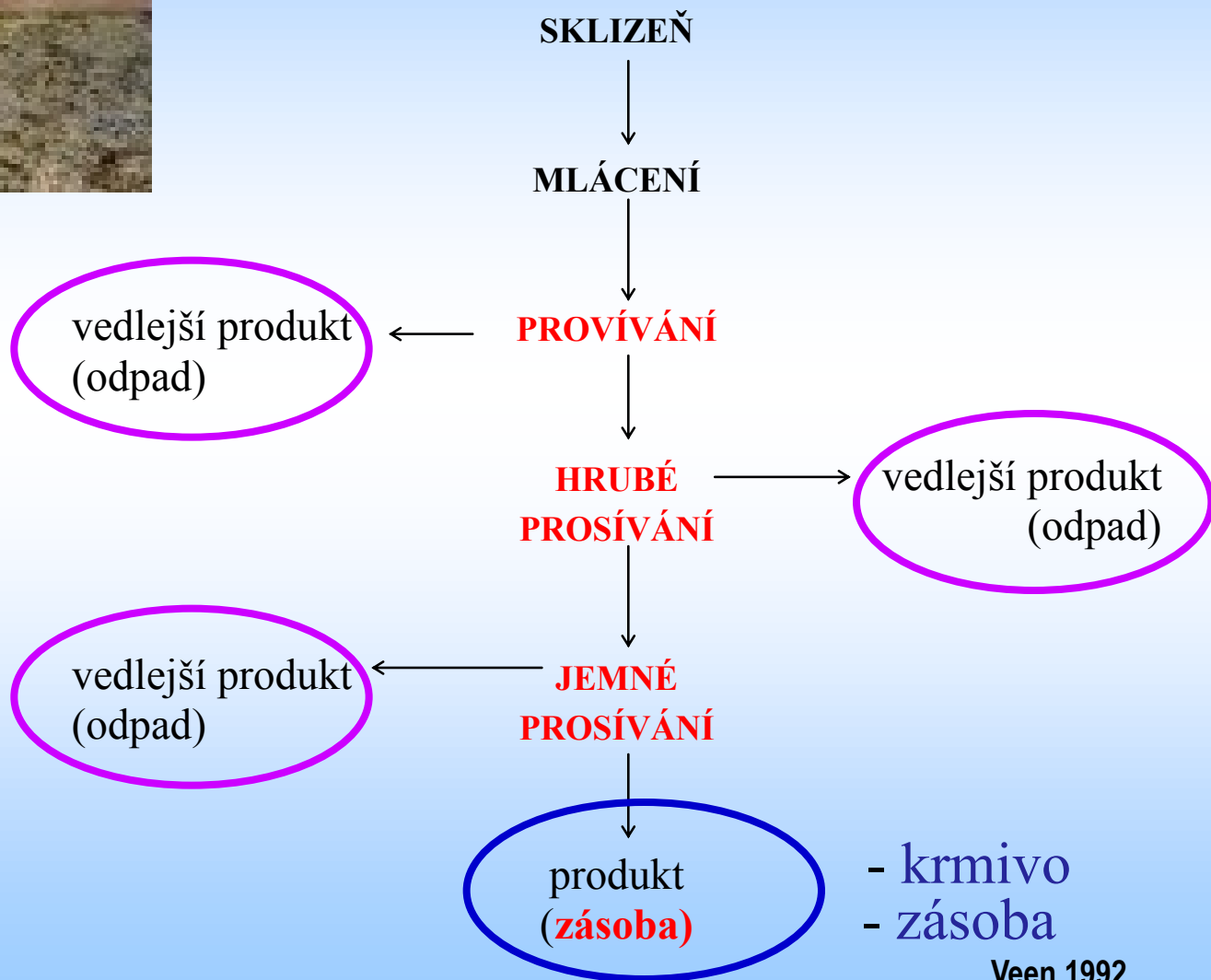
Réva vinná  
(*Vitis sativa*)  
Pohansko



Abychom získali **produkt – zrno** zbavené plev a plevelů – úroda musí projít sérií postupných fází, ve kterých vznikají **meziprodukty a odpady charakterizované různým poměrem zrn, plev, slámy a plevelů.**

Záleží na archeologické situaci, jakou část procesu daný nález představuje

- do mazanice
- keramiky
- odpadní jámy



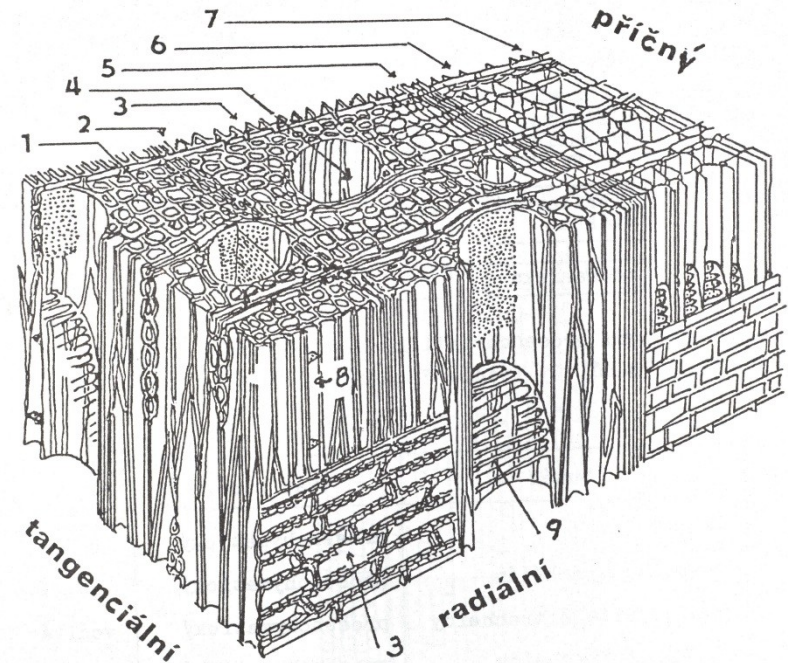
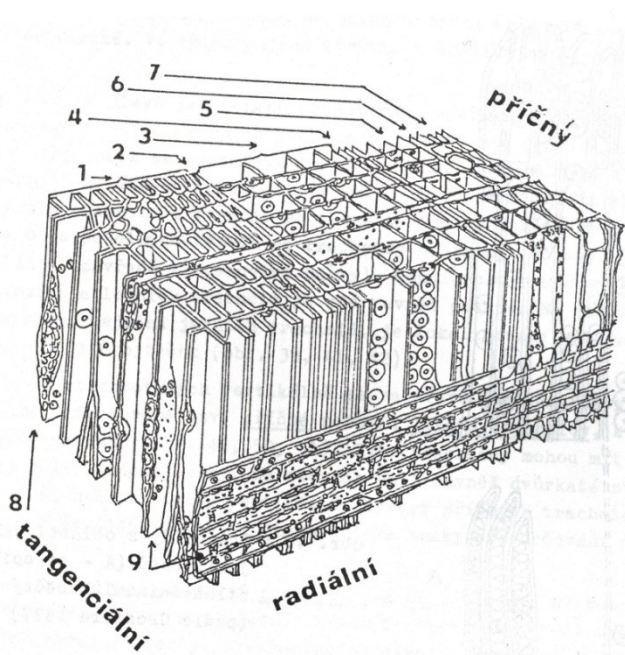
# Xylo tomární / antrakotomická analýza

– analýza zuhelnatělých (uhlíků) a nezuhelnatělých fragmentů dřev (dendrochronologie)

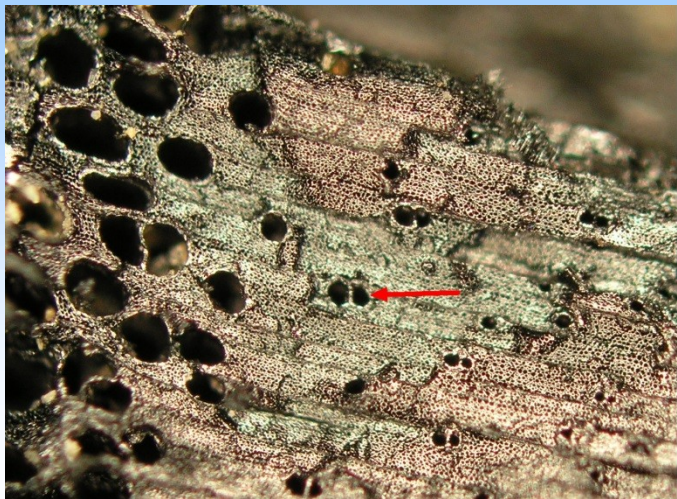
- využívání dřeva na sídlištích a pohřebištích (kulturní prvky využití různých druhů dřev, charakter, druh a charakter dřevěných konstrukcí, případně i typu řemeslné výroby)
- rekonstrukce lesní vegetace + exotická dřeva
- charakter materiální skladby archeologických souborů

**listnáčů**

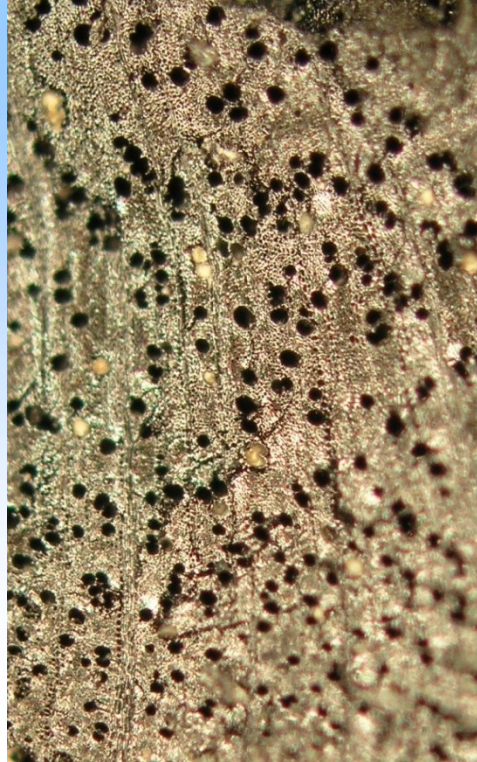
**jehličnanů**



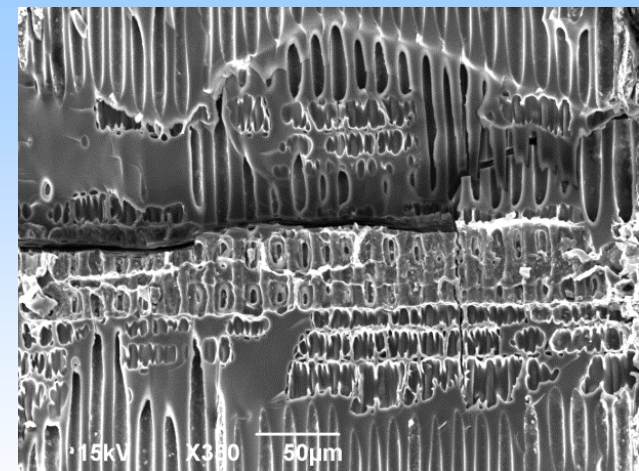
# Typy uhlíků



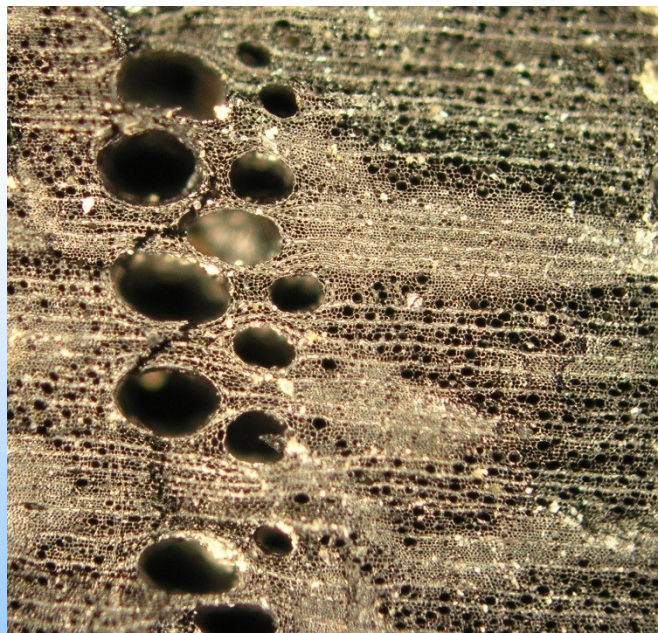
Jasan (*Fraxinus* sp.)



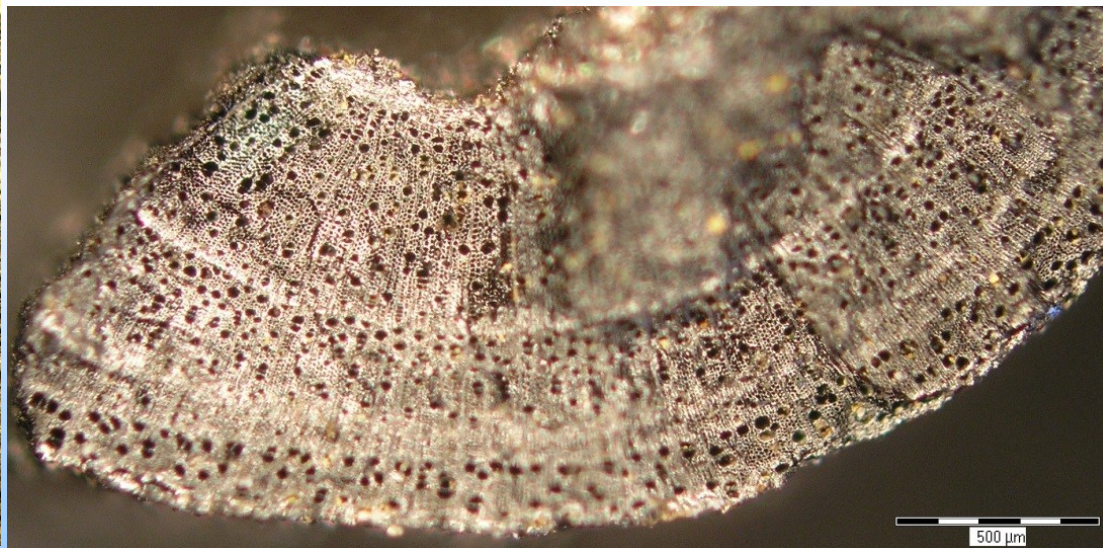
Javor (*Acer* sp.)



Borovice (*Pinus* sp.)



Dub (*Quercus* sp.)



Krušina olšová (*Frangula alnus*)

# Fytolitová analýza

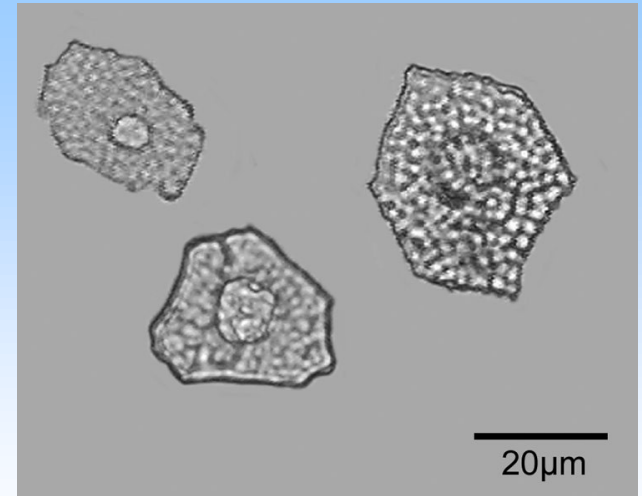
**Fytolity** - Mikroskopické minerální útvary, které se vytvářejí v některých pletivech rostlin. Nejčastěji se jedná o inkrustace vznikající vně nebo uvnitř buněk

Chemické složení:

- oxid křemičitý – *Poaceae* – **dají se rozlišit rody obilnin,**
- *Cyperaceae, Equisetaceae, Boraginaceae*
- šťavelan vápenatý - *Urticaceae,*
- uhličitan vápenatý- *Fabaceae*

Po dekompozici nebo spálení rostlinného materiálu zůstávají (hlavně silikátové) v prakticky nezměněné podobě a dlouhodobě přetrvávají v půdě, sedimentech a dalších médiích.

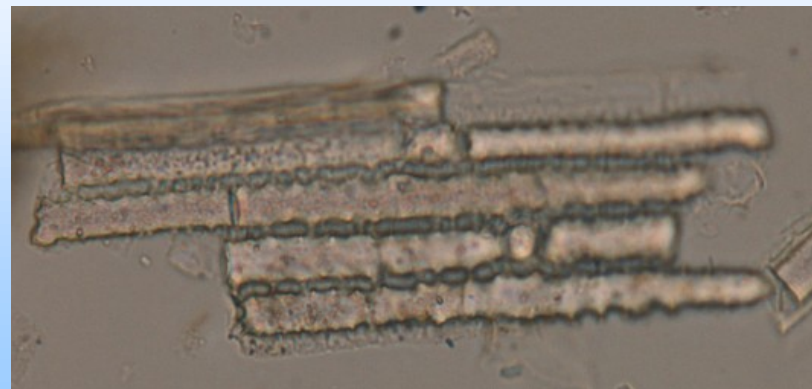
Využití v archeologii a paleoekologii:  
vysoká odolnost + dlouhodobě přetrvávají v půdě,  
Vhodné pro rozlišení travin a obilovin



čeled' lipnicovité



Coprolit C1 – *Rhinoceros* (pleistocén, Jakutsko)



grass epidermis

# Analýza rozsivek- diatomární analýza

Rozsivky (Bacillariophyceae, starším názvem Diatomae)

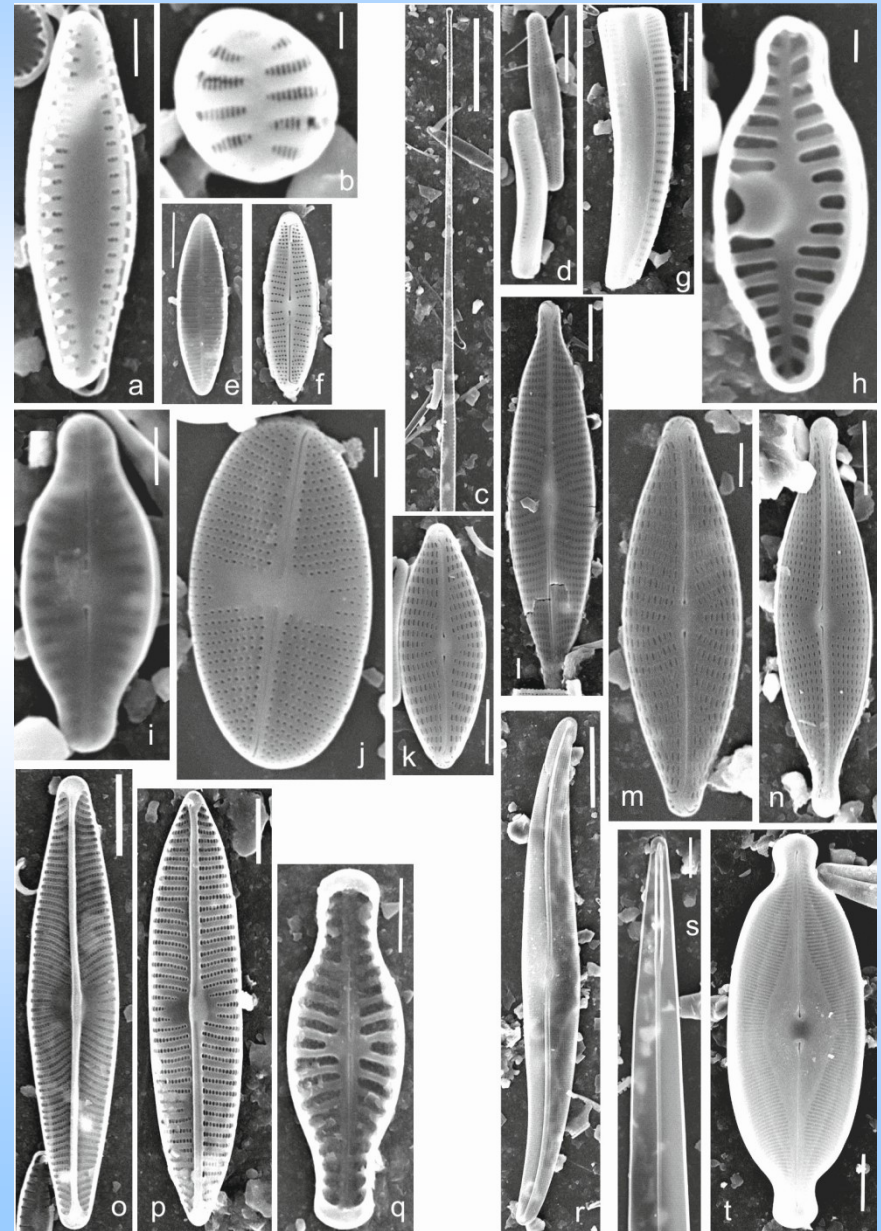
Jsou to převážně vodní, mikroskopické, hlavně jednobuněčné řasy (Chromophyta).

Celá řada druhů má naprosto specifické nároky na nejrůznější ekologické faktory - obsah solí nebo znečišťujících látek ve vodě, rychlost proudění vody, teplotu atd.

**saprobní index** - stupeň znečištění vody organickými látkami, které se mohou ve vodě rozkládat.

"normální" vody 0-4 , kde je ještě přítomen kyslík,  
Stupně 4 - 8 jsou pro vody odpadní, kde převládá anaerobní prostředí.

**Algologie** – obecně řasy – sladkovodní, půdní  
Někdy v rámci palynologie



# Palynologie

- disciplína studující mikroskopické objekty s tzv. acidorezistentními obaly - palynomorfy:

1. pylová zrna a spory rostlin

2. tzv. nepylové objekty: vypovídací schopnost je zejména v oblasti ekologie a paleoekologie: cysty nebo cenobia řas, mikroskopické zbytky hub, vajíčka živočichů (např. parazitů, zbytky srsti, těl hmyzu apod. ).

V rámci geologie - paleopalynologie - palynomorfy, které prošly procesem fosilizace



## Využití:

- rekonstrukce vegetačního pokryvu v minulosti a jeho změn
- interpretace klimatu a podmínek stanovišť
- paleogeografie (např. průběh pobřežní linie, výška reliéfu, suché x bažinné oblasti)
- stratigrafie (klimatostratigrafie) - čas
- interakce přírodního prostředí a lidské činnosti (např. zemědělství)

V oryktocenózách palynomorf se nám díky značné transportní schopnosti dochovávají fosílie rostlin i z prostředí vzdálenějších místu uložení

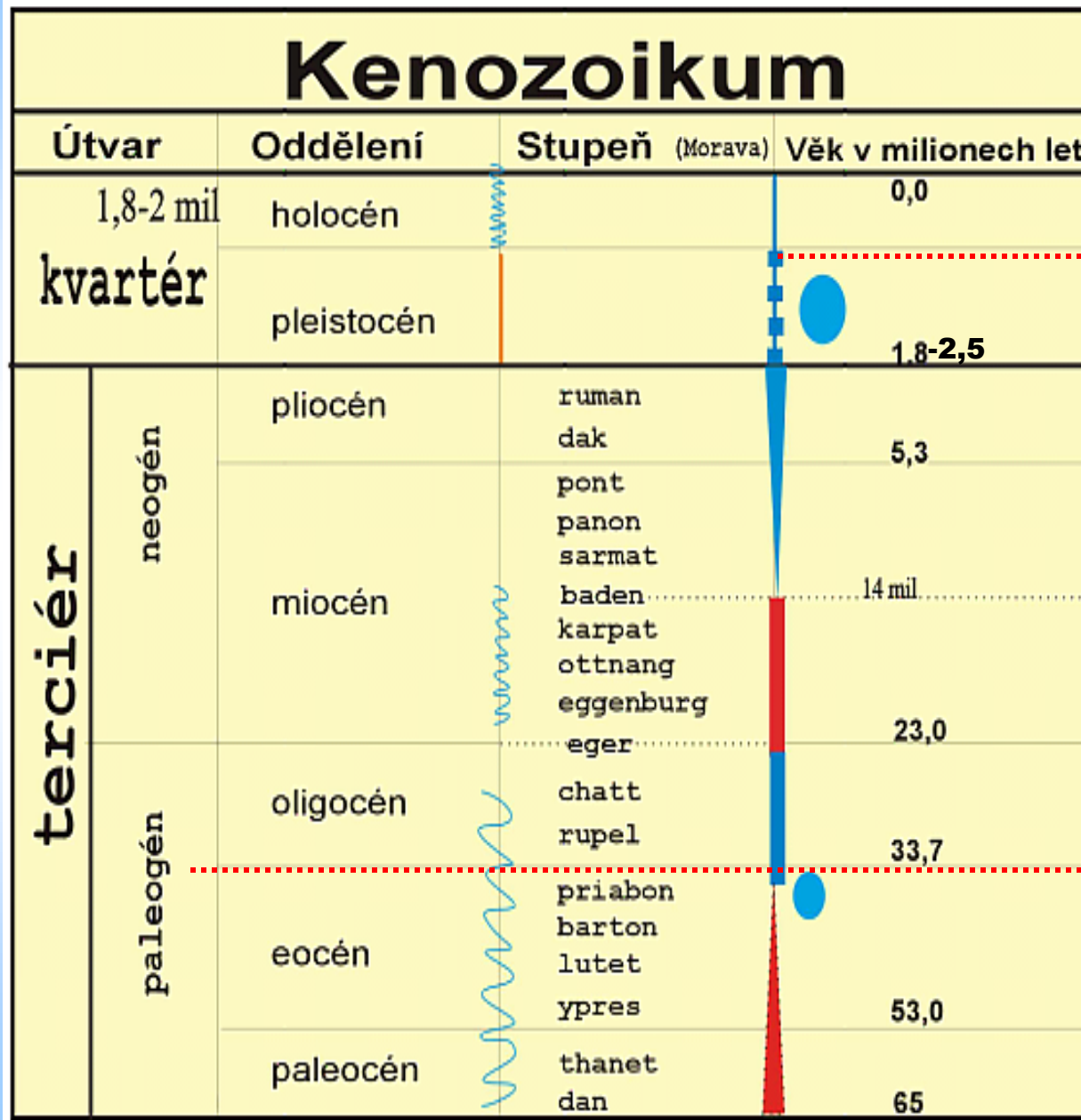
- Získáváme tedy komplexnější obraz širšího paleoprostředí

Výhoda i nevýhoda





# Změny vegetace na území ČR od počátku vývoje Hominidů



## Primáti

Předek člověka – *Ardipithecus ramidus*, *Australopithecus* (pliocén, od 4 mil do raného kvartéru)

*Dryopithecus*, *Ramapithecus*, *Sivapithecus*

čeleď Hominidae (lidoopovití)  
– od sp. miocénu –

oligocén – velká radiace opic

10.000



# Vegetace v terciéru

Evropa – až do miocénu subtropická vegetace (palmy, tisovce, skořicovníky, vavříny), od svrchního miocénu převaha flóry mírného pásma (hojné listnaté stromy - vrby, topoly, duby, javory, břízy atd.). *Příbuznost s dnešním rostlinstvem jv. Asie a jižních částí Severní Ameriky (oblasti nepostižené kvartéerním zaledněním)*



*Glyptostrobus bilinicus*, Čechy (uhlí)



*Tamarix* sp.



# Kvartér

oddělení: holocén

kultura			věk v tisících let
X	subbaleárnik	mladší	2 000
		dobu historická	1 000
IX		starší	0
VIII	subboreál	dobu železná	1 000
		dobu bronzová	2 000
VII	atlantik	mladší	3 000
		starší	4 000
VI			5 000
V		boreál	6 000
IV		preboreál	7 000
			8 300

## oddělení : pleistocén

Severní Evropa stupeň	Alpy stupeň	mofská izotopová stratigrafie	polarita eventy	věk v milionech let
mladší dryas *				0,0083
alterod				0,0090
pozdní glaciál	pozdní glaciál	2		0,0100
střední dryas *				0,0110
starší dryas *	0,015 - 0,01 (Magdalenien)			
stadial * W3 0,025-0,15				
denekamp				
stadial * W2/3 0,028-0,025 (gravettien, pavlovien)				
hengelo				
stadial * Kůlna	würm *			
moershoofd				
stadial *				
odderade				
stadial *				
brörup				
stadial *				
amersfoort				
stadial *				
eem	riss/würm	5e		0,136
warthe *				
treene	riss	6		
saale		7a		
drenthe *		7b		
		7c		
		8		
		9		
holstein	dömnitz	10		0,245
holstein s. str.	mIndel/riss	11		
		12		
elster *		13		
	mIndel *	14		
		15		
oromer	glaciál *	16		
	iii	17		
	glaciál *	18		
	ii	19		
	glaciál *	20		
	i	21		0,790
	günz/mindel	22		
leerdam		23		
glaciál *		24		
bavel		25		
bavel s. str.		26		0,960
menap *		27	J	1,070
		28	Co	1,100
waal	B	29		
	A	30		
eburon *				1,670
	donau *			1,870
tegelen	C			2,010
	A			2,140
pretegelen *				2,120
	biber *			2,430

\* chladné nebo stepní období, glaciály

## Historie člověka

*Homo sapiens sapiens* 200 tis. let - současnost

*Homo sapiens neanderthalensis* 200 až **30 tis. let**

Pleistocén – **aurignacien, solutréen, gravettien, magdalénien...**

*Homo sapiens neanderthalensis* (0,15 – 0,03 Ma) – **moustérien**

+ *Homo sapiens sapiens* (0,13 Ma) –

*Homo sapiens archaic* 400 až 200 tis. let

Archaický *Homo sapiens* (*H.s. steinheimensis* - 0,4-0,1 Ma)

*Homo erectus* 2.0 až 0.4 mil. let

*Homo erectus* (1,8 – 0,3 Ma) – **acheuléen** (Přezletice, Stránská skála)

*Homo ergaster* (1,8 – 1,2 Ma)

*Homo habilis* 2.2 až 1.6 mil. let

Vše = **olduvajská kultura**

*Australopithecus robustus*, ***A. boisei***

*Homo habilis* – 2,0-1,6 Ma

*Homo rudolfensis* – 2,4-1,6 Ma

*Australopithecus robustus* 2,2 až 1,6 mil. let

*Australopithecus africanus* 3 až 2 mil. let

*Australopithecus afarensis* 4 až 2,7 mil. let

*Australopithecus anamensis* 4,2 až 3,9 mil. let

*Ardipithecus ramidus* 5 až 4 mil. let

Svrch.

Stř.

Sp.

## Stručný přehled vegetace a flóry v pleistocénu

**Pleistocén - střídání chladných období tzv. glaciálů a příznivějších tzv. interglaciálů**

V období glaciálů se flóra vždy ochuzovala, lesní dřeviny –byly presentovány hlavně jehličnany, zatímco klimaticky náročnější dřeviny vždy ustupovaly do refugií.

V interglaciálech docházelo k opětovnému šíření lesa.

Podle Ložka (1973) dosahovaly průměrné roční teploty v glaciálech ve střední Evropě jen okolo **0 °C a méně, v interglaciálech 10 až 15 °C.**

Současná průměrná roční teplota je 8 až 9 °C

Od počátku kvartéru se postupně ochuzovala druhová bohatost původní terciérní flóry (vždyzelené smíšené lesy s podílem opadavých listnatých dřevin) .

Již v období starého pleistocénu (cca 2,4 mil. let BP – 760 000 let BP) začal ústup klimaticky náročnějších dřevin, takže z původních “terciérních” elementů jich zůstalo asi 5% (*Sciadopitys, Tsuga, Carya, Pterocarya, Eucommia*).

Tyto teplotně náročné druhy ustupovaly buď jižněji anebo v Evropě zcela vyhynuly.

Jde o mnoho taxonů, které pleistocén přežily v Asii nebo Americe :



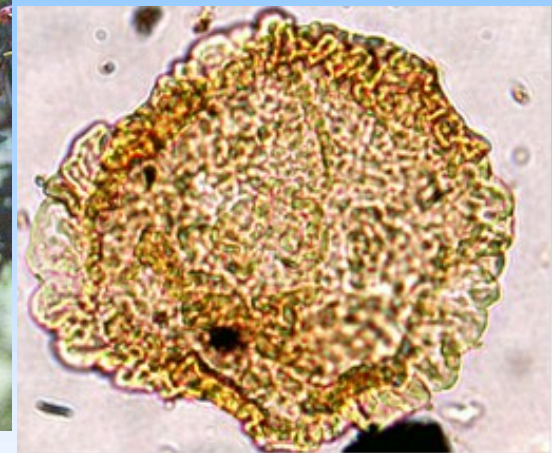
*Magnolia*



*Liriodendron*



*Cercidiphyllum*



**Jedlovec kanadský** (*Tsuga canadensis*),



**Gumojilm jilmový** (*Eucommia ulmoides*)

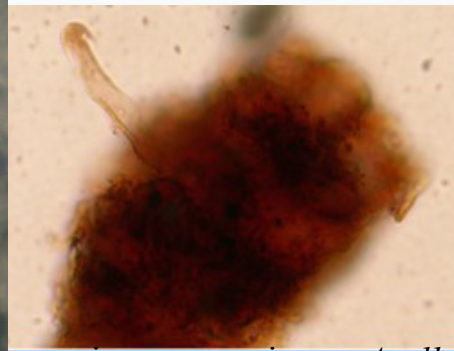
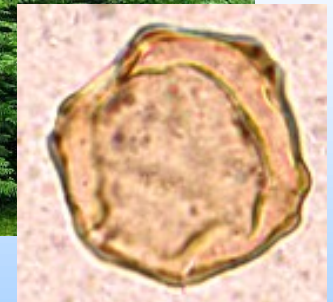
Přibližně uprostřed středního pleistocénu – (Interglaciál Holstein = M-R – cca 230 000 – 245 000 BP) rostla i u nás ještě např. *Pterocarya*, a vodní kapradina *Azolla*. Hojně byly dřeviny jako *Carpinus* (*habr*), *Fagus* (*buk*), *Abies* (*jedle*), *Picea* (*smr*) a dřeviny dnešních smíšených doubrav. Příznivé klimatické podmínky oceánického charakteru dosvědčují pravidelné výskyty rodů *Hedera* (*břečťan*), *Taxus* (*tis*), *Buxus* (zimostráz) a *Ilex* (cesmína), které se v dnešní vegetaci přirozeně nevyskytují. Sedimenty na s. Moravě (Stonava apod.), nebo v jeskyni Za hájovnou - Javoříčský kras.



*Ilex -cesmína*

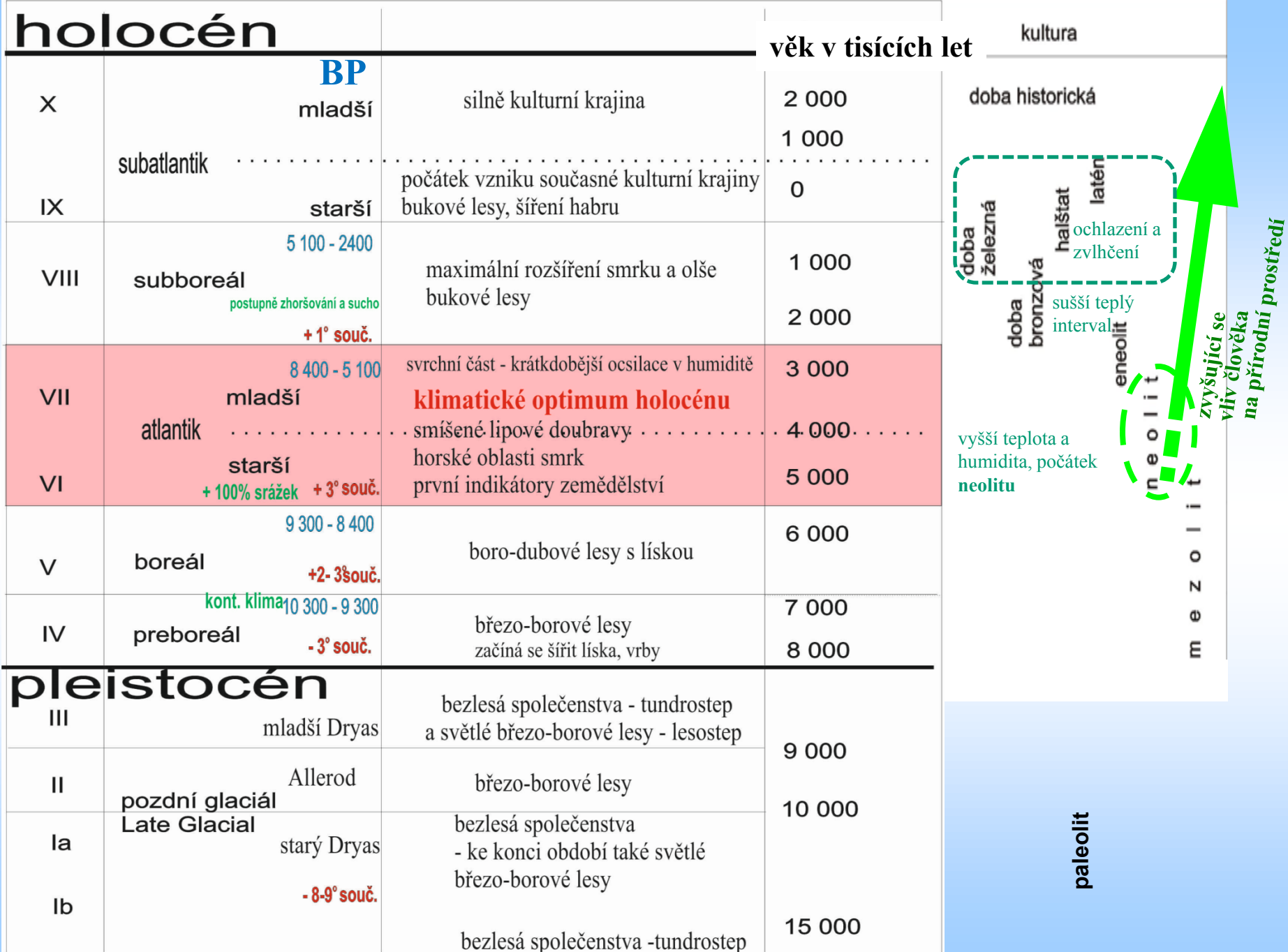


Lapina (*Pterocarya*),  
česky též paořech



- microsporangium r. *Azolla*  
s glochidiem

Mladší pleistocén: interglaciál Eem (cca 115 000 – 128/130 000 BP) a Wiselský (Würmský) glaciál je již vegetačně ochuzený. V lesích Eemu Evropy rostly již pouze dřeviny, které zde rostou dodnes.



Firbas 1949 - rozdělení podle historie vegetace, Upraveno podle Musila 1992

**Wiselský glaciál (würm) v trvání od 117 000 do 14 000 BP**

- poměrně dlouhé chladné období s několika mírně teplejšími výkyvy.

Složení rostlinného společenstva: po celou dobu glaciálu **víceméně konstantní, druhová diverzita byla nízká**

**Krajina tedy měla charakter travnaté stepi s ostrůvky jehličnatých lesů.**

Docházelo pouze ke změnám v rozšiřování nebo zmenšování stepní a stromové vegetace

Ve vrcholném období glaciálu LGM (60 000 až 13 000 BP) vzrůstala aridita a převažovala bezlesá stanoviště.

- V nízkých suchých oblastech vznikly rozlehlé **sprašové stepi**, jejichž vegetace měla vysoký podíl merlíkovitých

*Chenopodiaceae* a pelyňku (*Artemisia*).

- Sprašový stupeň byl lemován **vyšším stupněm s příznivějšími vlhkostními poměry**, což dovoľovalo existenci nesouvislých

porostů některých nejodolnějších dřevin - *Pinus sylvestris* (borovice lesní), *P. cembra (limba)* nebo *Larix* (modřín).

- V nivách byly porosty *Hippophaë* (rakytník) a *Salix* (vrba), místy *Alnus* olše.

V nejteplejších oblastech - jižní svahy Pavlovských kopců - rostly i náročnější dřeviny *Quercus* (dub) nebo *Corylus* (líška)

(lokalita Bulhary (radiokarbonově datováno 28 00 až 25 000 BP).

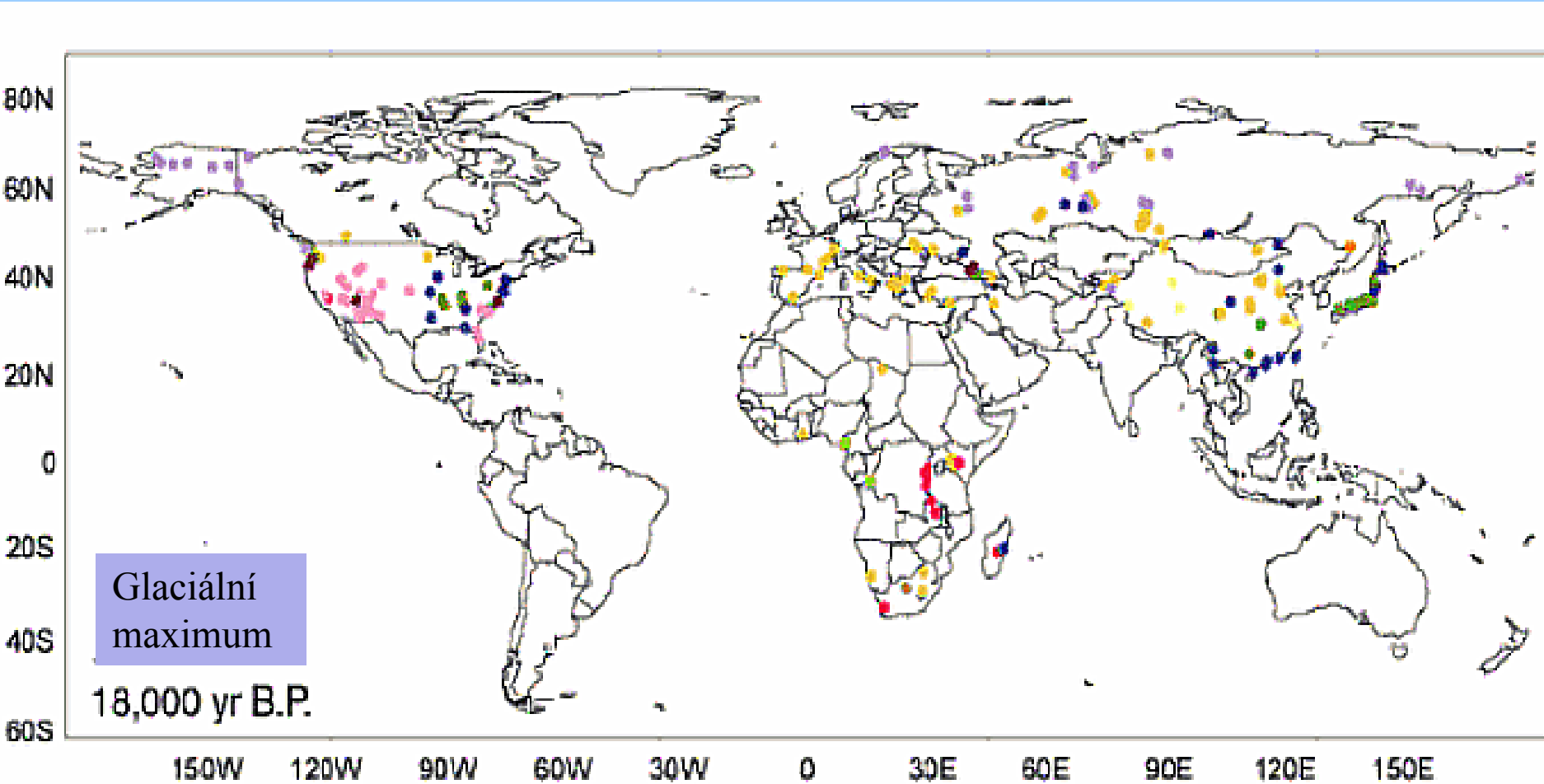
(Rybníček a Rybníčková 1991)



Evropa, tak jak ji zažili naši vzdálení předkové z poslední doby ledové. Kontinentální ledovec lemovaný tundrou a dále na jih stepí pokrýval značnou část severní Evropy. Jehličnaté lesy mají malý rozsah, zato pobřeží Středozemního moře vroubí listnaté lesy. Vysokohorské ledovce jsou jak v Alpách, tak v Karpatech.

**Z tohoto období pochází většina sedimentů ze vchodových částí jeskyní.**





- |  |  |
|--|--|
|  tundra                                  |  tropical dry forest      |
|  taiga                                   |  tropical seasonal forest |
|  cold deciduous forest                   |  tropical rain forest     |
|  cold mixed forest                       |  open conifer woodland    |
|  cool conifer forest                     |  xerophytic woods/scrub   |
|  cool mixed forest                       |  savanna                  |
|  temperate deciduous forest              |  steppe                   |
|  temperate conifer forest                |  desert                   |
|  broadleaved evergreen/warm mixed forest |  |

**Reference:**  
 Prentice, C.I., Guiot, J., Huntley, B., Jolly D. and Cheddadi, R., 1996,  
 Reconstructing biomes from palaeoecological data:  
 a general method and its application to European pollen data at 0 and 6 ka.  
 Climate Dynamics 12:185-194.

Pleistocén dozníval tzv. **pozdním glaciálem**, který je běžně zachycován v pylových spektrech sedimentů spodních částí dnešních rašelinišť .

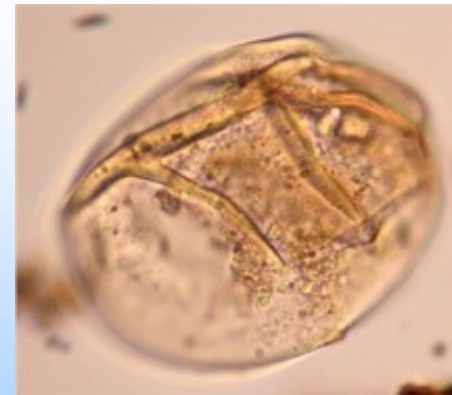
Od DR 1 do DR 3 docházelo postupně ke klimatickému zlepšení, vegetace se z převládající tundrové měnila na lesotundrovou.

Typické prvky: *Betula nana*, *Juniperus* a druhy rodu *Salix*, zastoupena byla *Pinus sylvestris*, *Populus tremula* a *Betula sec. albae* (i *pubescens*). Přítomnost pylu *Ephedra*, *Hippophaë*, spór *Selaginella*, *Botrychium*, *Lycopodium selago* apod. V karpatské oblasti jsou charakteristické vysoké či vyšší pylové křivky *Larix* a *Pinus cembra*.



Obdoba glaciální krajiny

foto V. Jankovská



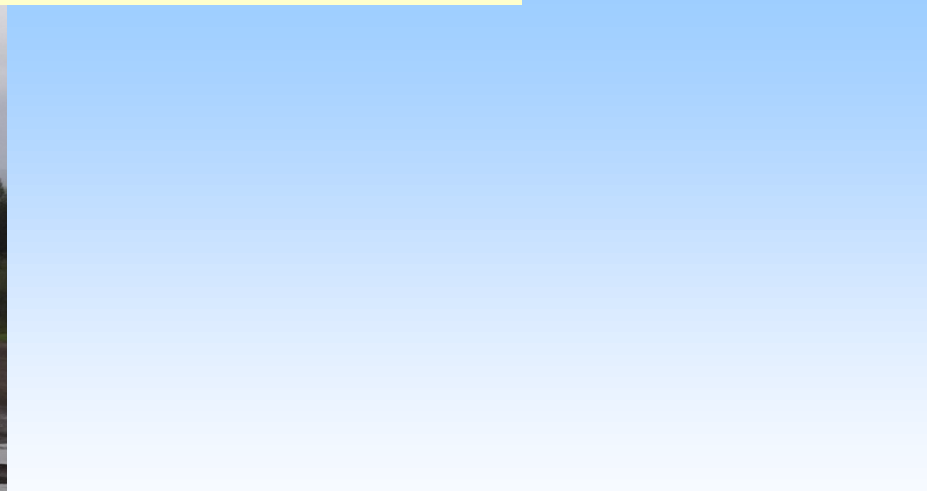
Modřín opadavý  
(*Larix decidua*)

Hranice modřínového lesa (Larix forest), Polární Ural

# Údolí řeky Jany – severní Jakutsko



foto J. Chlachula



Současná vegetace:  
Arctická tundrostep, taiga  
permafrost  
MAT -10/-20°C

# Alpínská tundra



Krkonoše – Luční hora

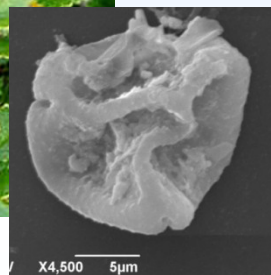


Pančavské rašeliniště

Refugia v současné  
středoevropské krajině



Periglaciální jevy – polygonální půdy



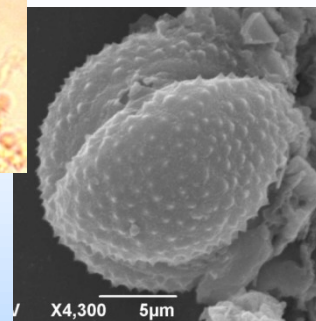
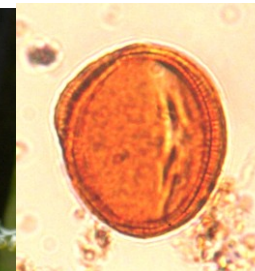
Bříza trpasličí (*Betula nana*)



*Pediastrum kawraiskyi*



Dryádka osmiplátečná (*Dryas octopetala*)



Pelyněk pravý  
*Artemisia absinthium* L.



© Lucie K...

Devaterník skalní –  
*Helianthemum rupifragum*



Vraneček brvitý - *Selaginella selaginoides*



Vratička měsíční –  
*Botrychium lunaria*



Rakytník řešetlákový  
*Hippophae rhamnoides*



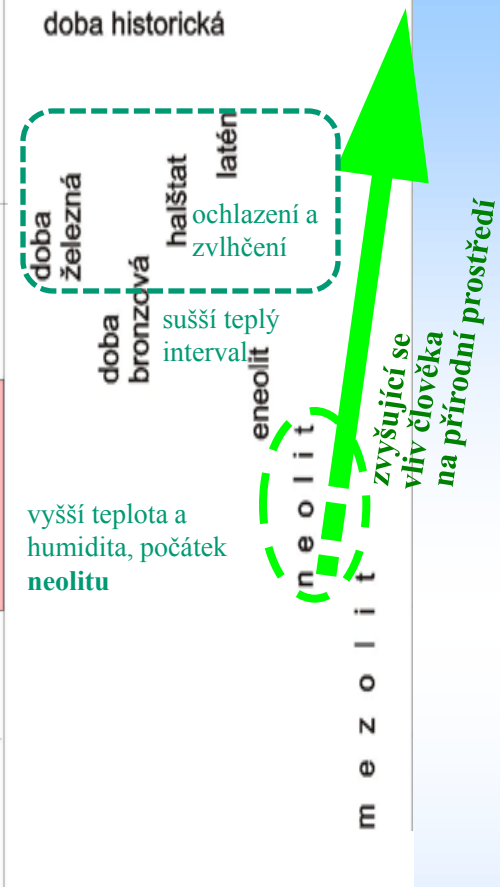
# holocén

Počátek 8 300 BC, kdy začíná soustavné oteplování.

věk v tisících let

kultura

	BP		
X	mladší	silně kulturní krajina	2 000
			1 000
	subatlantik		
IX	starší	počátek vzniku současné kulturní krajiny bukové lesy, šíření habru	0
VIII	subboreál	maximální rozšíření smrku a olše bukové lesy	1 000
			2 000
VII	mladší atlantik	svrchní část - krátkodobější oscilace v humiditě <b>klimatické optimum holocénu</b> smíšené lipové doubravy	3 000
			4 000
VI	starší atlantik	horské oblasti smrk první indikátory zemědělství	5 000
V	boreál	boro-dubové lesy s lískou	6 000
IV	preboreál	březo-borové lesy začíná se šířit líska, vrby	7 000
			8 000
<b>pleistocén</b>			
III	mladší Dryas	bezlesá společenstva - tundrostep a světlé březo-borové lesy - lesostep	9 000
II	Allerod	březo-borové lesy	10 000
Ia	starý Dryas	bezlesá společenstva - ke konci období také světlé březo-borové lesy	15 000
Ib		bezlesá společenstva -tundrostep	



## PREBOREÁL - PB (8 300 – 6 800 BC):

- oteplení a mírné zvlhčení s průměrnými teplotami až o 5 °C nižšími než dnes.

Klima ještě kontinentální.

**Začátek tání horských i kontinentálních ledovců**, i zbytků podzemního ledu - uvolnění velkého množství vody, **zvýšení hladiny spodní vody**- značný výskyt vodních nádrží (př. Třeboňsko, Podkrušnohoří, Dokesko a další). **Značné plochy pokrývaly mokřady, mechoviště, slatiniště** - iniciální stádia budoucích rašelinišť.

Změny náhlé - vegetační kryt nestačil reagovat

Vytvořila se **mozaiková nezapojená březoborová tajga** (*Betula – Pinus*), **v nivách s olší** (*Alnus*) a **vrkami** (*Salix*), ojediněle se **smrkem** (*Picea*)

Dosud **nevytvořené půdy.**

Na konci tohoto období se už zcela ojediněle objevují **lísky** (*Corylus*), dále **duby** (*Quercus*) a **jilmy** (*Ulmus*).



© Kateřina Šumberová


**krajina přehledná a lehce prostupná**  
**- mezolitičtí lovci, rybáři a sběrači**

*Trapa natans*, kotvice plovoucí







Stadia vývoje vrchoviště



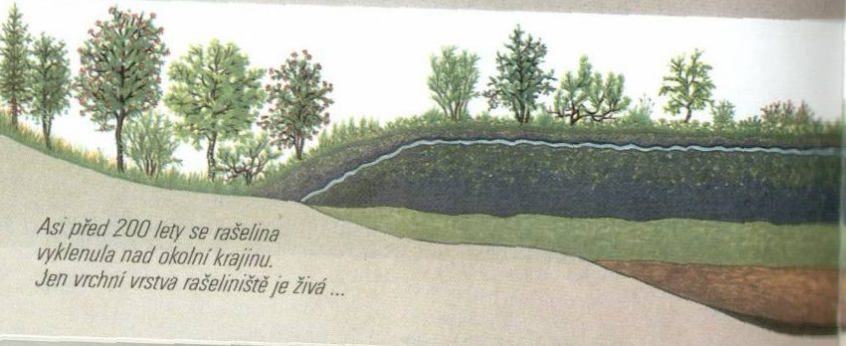
Koncem ledové doby zhruba před 12 000 lety zůstávala po roztálem ledu jezera.



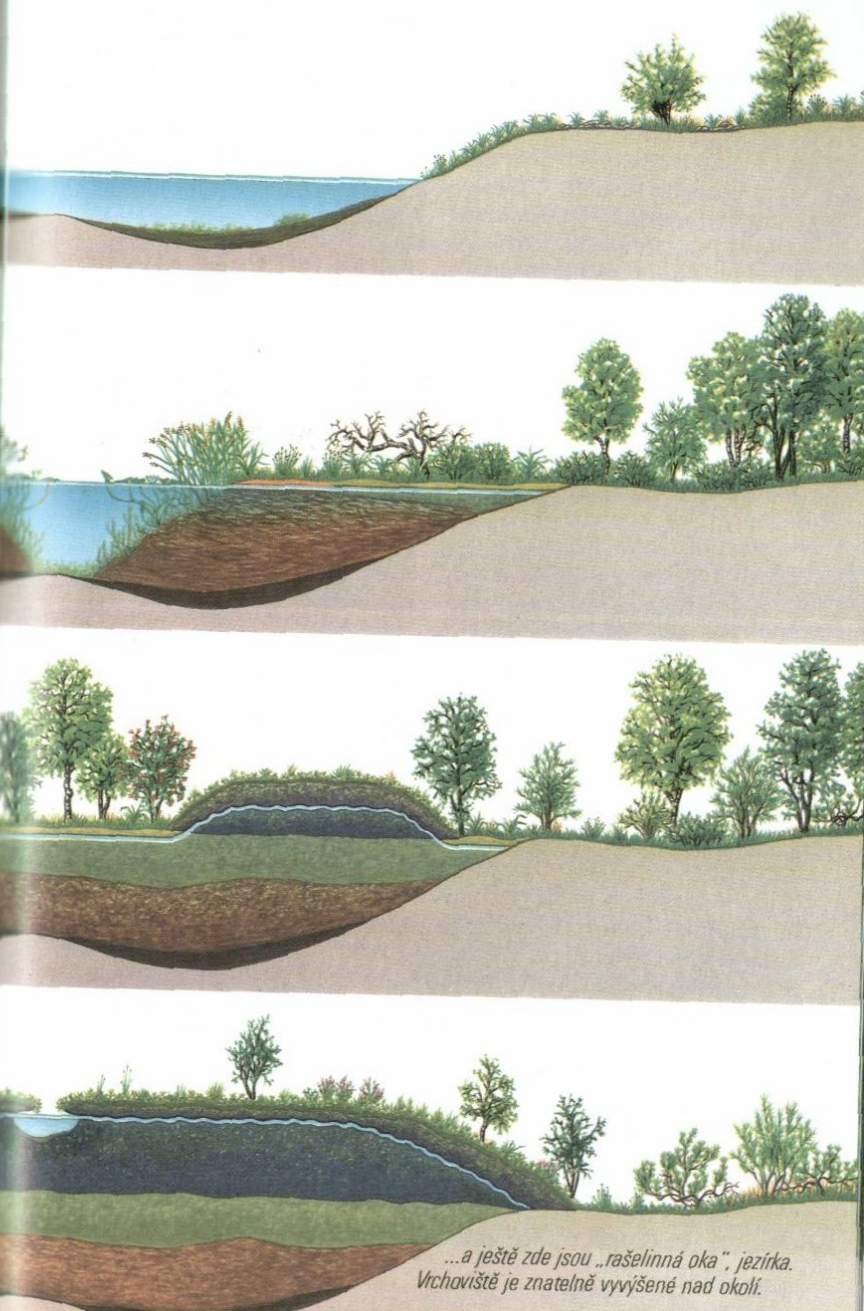
Během tisíciletí se od břehů do nádrže šířily rostliny (břázy, blatky aj.). Zanechaly po sobě organické zbytky, které se změnily v rašelínu.



Zhruba před 5000 lety jezero zmizelo. Ve vlhkém podnebí se rozšířily silné rašelinné vrstvy a nad úroveň terénu se začaly zdvihat první poštáře rašeliničků.



Asi před 200 lety se rašelina vyklenula nad okolní krajinu. Jen vrchní vrstva rašeliniště je živá ...



...a ještě zde jsou „rašelinná oka“, jezírka. Vrchoviště je znatelně vyvýšené nad okolí.

## BOREÁL – BO (6 800 – 5 000 (5 500) BC):

Podstatné oteplení (viz Ložek 1973), a tím uvolnění vody, dříve vázané ve formě ledu. Rozvoj vegetace vodní, bažinné i terestrické.

**Průměrné roční teploty jsou až o 2 až 3 °C vyšší než dnes.**

Rychlé osidlování původně otevřené krajiny nově se šířícími dřevinami. Do borových lesů se šířila **líška (*Corylus*)** – ta je charakteristickou dřevinou BO a **v horách pronikla daleko za svoji dnešní hranici.**

V nížinách na spraších step. Dřeviny posunuly hranici svého vertikálního rozšíření do hor.

V tomto období začíná být více **zastoupen smrk (*Picea*)**. Začal šířit ze svých refugií z oblasti Vysokých Tater a z východních předhoří Alp. Objevoval se však jen ve vyšších polohách.

**Došlo k prvnímu velkému obohacení druhové skladby lesa.**

K původním dřevinám přistoupily druhy klimaticky náročnější jako **dub (*Quercus*)**, **jilm (*Ulmus*)**, **lípa (*Tilia*)**, **javor (*Acer*)**

**Začala se formovat i společenstva lužních lesů.**



*Corylus*



## Atlantikum - AT (AT 1 (starší) = 5 500 – 4 000 BC, AT 2 (mladší) = 4 000 – 2 500 BC)

Proti suchému boreálu došlo ke **značnému zvlhčení klimatu**, srážky byly bohatší až o 60-70 % a **průměrná roční teplota byla vyšší až o +3 °C než dnes.**

Podnebí mělo oceánický charakter - Klimatické postglaciální optimum.

**Převládá lesní vegetace** - skladba lesů pestrá, **zastoupeny téměř všechny dřeviny** *Quercus* (dub), *Ulmus* (jilm), *Fraxinus* (jasan), *Tilia* (lípa) a *Acer* (javor) (vyjímka částečně *Fagus*, *Abies*, *Carpinus*) současného středoevropského lesa (v ČR) a **dokonce vyšší výskyt klimaticky náročnějších dřevin než v současnosti** *Hedera* (břečťan), *Taxus* (tis) – ten více v oceáničtěji laděných oblastech, podobně jako *Ilex* (cesmína).

**Vegetace otevřené krajiny byla silně potlačena.** Jejimi refugii mohla být v hercyniku rašeliniště, extrémní biotopy skal a mnohé biotopy v teplých regionech.



*Pinus* spolu se stepní vegetací vytvářely reliktní ostrovy a enklávy na ekotopech, které nemohl tento osídlit les.

**Vegetační pásy byly posunuty výše než dnes (200 – 300 m?).** V horských oblastech se **šířil smrk**, který v karpatské oblasti převládal i v kotlinách. V hercyniku byly patrně **v AT2 zalesněny i vrcholy našich hor** a reliktní druhy byly značně omezeny ve svém výskytu.

**Postup listnatého lesa v nížinách byl asi kolem roku 4500 před n. l. postupně zastaven neolitickým osídlením**  
- zemědělec, osady v nejúrodnějších lesostepních a stepních oblastech, **zatlačuje lesy a vytváří odlesněnou obdělávanou oblast**

## Mladší atlantikum (AT2) 4000 -2500 roků BC.

- **střídní vlhkých a suchých období**, léta byla v průměru teplejší než v současné době,
- **teplota byla o +1 °C až +2 °C vyšší než dnes**, postupně ubývala vlhkost  
Horní hranice lesa začínala ustupovat, ale ještě výše než dnes.  
Uprostřed AT2 došlo k mohutné imigraci buku (*Fagus*).

Vegetační pás *Fagus-Abies* k nám pronikl od jihozápadu jako klín mezi vegetaci pásu *Picea* v horských polohách a pásu *Quercus-Tilia-Acer* v nižších polohách v podmínkách snižující se horní hranice lesa.

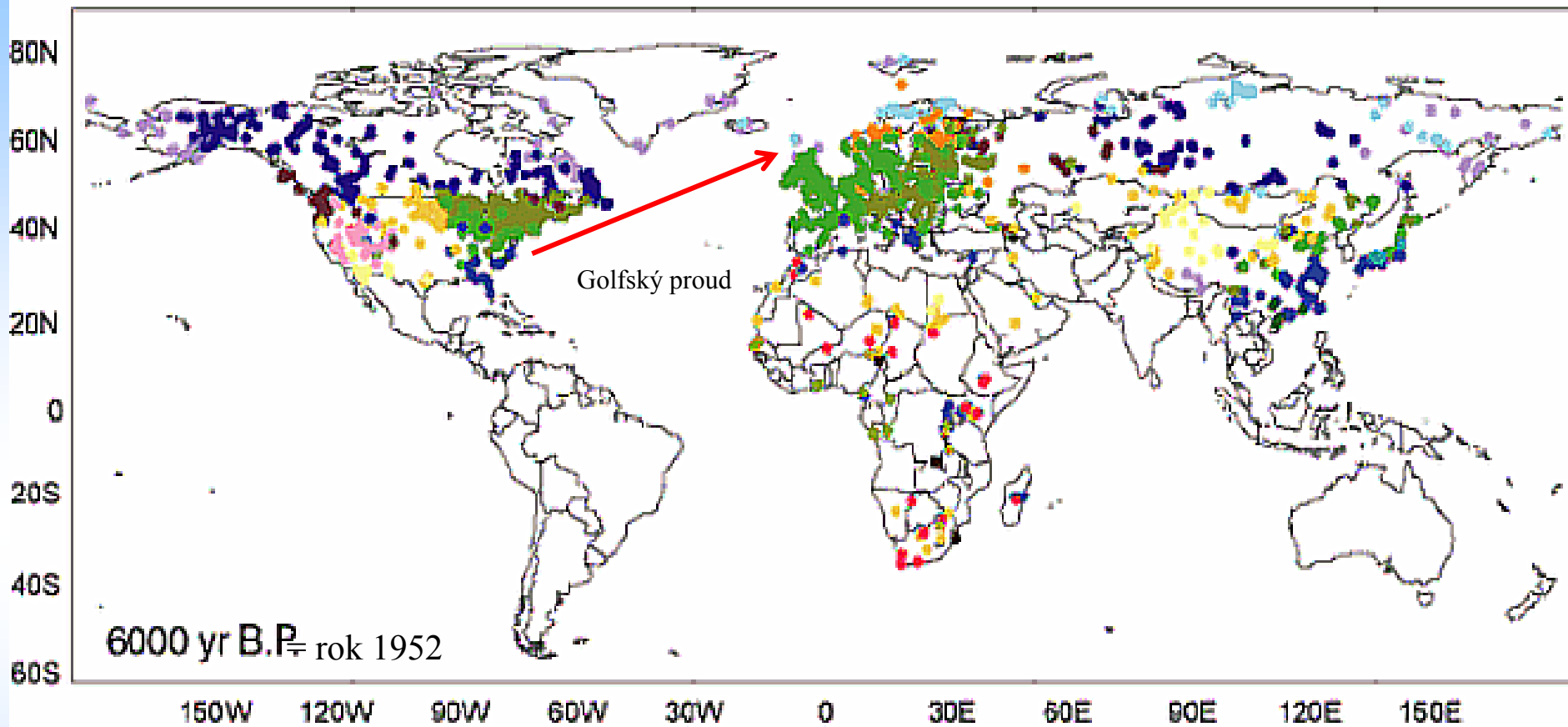
**Imigrací vegetačního pásu *Fagus-Abies* se vytvořily v našich územích ke konci AT2 vegetační stupňovitost tak, jak ji známe dnes.**

Od nížin do hor se vyskytují **vegetační stupně:**

dubový, dubovo-bukový, bukovo-dubový, bukový a dubovojehličnatý, jedlovo-bukový, smrkovo-bukovo-jedlový, smrkový a klečový. Nad klečovým stupněm pak byla vegetace pásů *Vaccinium uliginosum-Loiseleuria* a *Carex-Elyna*



# Klimatické optimum



- |   |  |
|---|--|
|  tundra                        |  tropical dry forest      |
|  taiga                         |  tropical seasonal forest |
|  cold deciduous forest         |  tropical rain forest     |
|  cold mixed forest             |  open conifer woodland    |
|  cool conifer forest           |  xerophytic woods/scrub   |
|  cool mixed forest             |  savanna                  |
|  temperate deciduous forest    |  steppe                   |
|  temperate conifer forest      |  desert                   |
|  broadleaved/warm mixed forest |  |

## Subboreál - (SB) 2500 do roku 800/500 BC

Klima bylo v průměru o 1° C až 2° C teplejší než dnes, ale bylo suché, spíše subkontinentální.  
**Celkové vysušení se projevilo zmenšením ploch rašelišť a vytvořením hraničních horizontů dřevin**

Subboreál je charakteristický **prudkou expanzí jedle - *Abies***. Ta pronikla ve středních polohách i do míst, kde se již předtím šířil *Fagus*, i do nižších poloh, kde do té doby převládaly porosty smíšených doubrav. Začaly se formovat jedlo-bukové a buko-jedlové porosty s podstatným podílem smrku.

V pylových diagramech je možné pozorovat pokles křivky *Ulmus*, *Quercus*, *Tilia*, *Acer*, *Fraxinus* a *Corylus*. Bylo to způsobeno nejen ochlazením, ale především konkurenčním tlakem rychle se šířících jehličnanů.

**Výskyt dřevin pravděpodobně ovlivnilo zemědělství lidí doby bronzové**

např. pokles pylové křivky jilmu - způsobený zkrmováním olistěných větví tohoto stromu dobyt看em



*Ulmus* - jilm



## STARŠÍ SUBATLANTIKUM – SA1 (800 BC – 6 / 13. STOLETÍ AD)

Podnebí bylo vcelku vlhčí a poněkud chladnější - oceaničtější než dnes. Docházelo však ke kolísání vlhčích a sušších fází.

SA1 - většina středoevropských lesních porostů měla stále převážně přirozený charakter.

Zvlhčení klimatu podporovalo mohutný rozvoj vegetačního pásu *Fagus-Abies*, který pronikl hluboko do nižších poloh – objevovaly se na nejnižších hranicích svého rozšíření, kde se dnes jedle už nevyskytuje.

Mohutný rozvoj smíšených bukovo-jedlových a jedlovo-bukových lesů ve vlhčím klimatu souvisel s ústupem tehdejšího osídlení člověka do nižších poloh.

Horní hranice lesa se snižovala a lze předpokládat, že asi ke konci tohoto období dosáhla dnešní klimatickou hranici lesa.

SA1 spadá do mladší doby železné. Na jeho konci dochází ve střední Evropě ke stěhování národů a naše země jsou osídleny Slovany.

**Došlo také k největším změnám v hydrologickém režimu středních a dolních toků řek v důsledku postupující kolonizace. Konkrétně k akumulaci povodňových hlín erodovaných z vyšších odlesněných poloh - expanze lužních lesů**

## Mladší subatlantikum - (SA2) 6. až 13. století našeho letopočtu dodnes

- **zřetelné vysušení krajiny a poněkud se zvýšila kontinentalita.** Zvětšil se rozdíl vlhkosti mezi zalesněnými hornatinami a odlesněnými nížinami.

**SA2 je období, kdy vegetace i krajina byla pod stále vzrůstajícím vlivem člověka.**

- **Antropické ovlivnění převládalo nad ovlivněním klimatickým.**

Osídlení zpočátku vycházelo ze starého sídelního území v nižších polohách a na ně navazovalo **nové osídlení pronikající až vysoko do hor** a popř. až nad horní lesní hranici. Člověk snižoval horní hranici lesa pastvou, vypalováním a vysekáváním dřevin. Docházelo k odvodňování a často k velké devastaci krajiny

V pylových diagramech lze sledovat pokles pylových křivek všech základních lesních dřevin, vzestup křivek dřevin světlomilných, pionýrských (bříza, borovice), dřevin indikujících druhotné prosvětlení pastvou – jalovec, odlesněním aluvií – vrby, šetření některých dřevin – dub, (zde i faktor výmladkovosti – př. *Carpinus*) apod. **Od středověku prudce stoupají pylové křivky obilovin, polních plevelů, druhů ruderalů, trvale sešlapávaných míst a stanovišť druhotně zestepněných.** Skladba bylinného spektra začíná být opět pestrá, zatímco sortiment dřevin je ochuzený.

**Podrobněji lze sledovat pomocí pylové analýzy i využívání rostlin člověkem v tzv. antropogenních uloženinách, zvláště středověkých (odpadní jímky, studny apod.). Dá se tak podchytit i historie některých importovaných rostlin.**





## Základním rysem klimatu **minulého tisíciletí**

je jeho stabilita v geologickém měřítku a nestabilita v lidském měřítku.

Sled tzv. sekulárních období pro střední části mírného evropského pásma, kde leží Česká republika počítá s tzv.

**klimatickým optimem 875 - 1194, středověké teplé období**

**první malou dobou ledovou 1195 - 1465,**

**malým klimatickým optimem 1466 - 1618**

**a druhou malou dobou ledovou 1619 - 1897,**

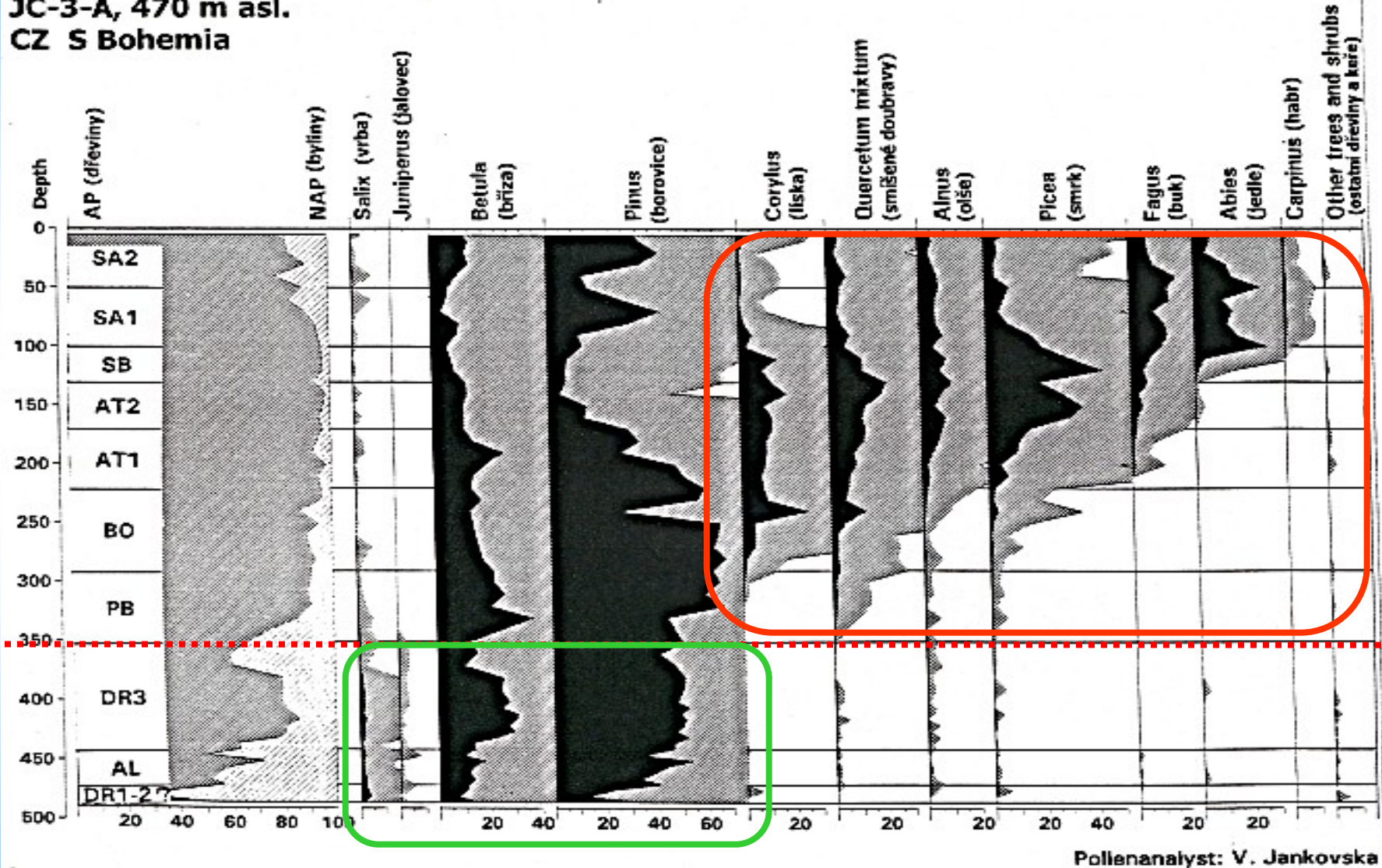
která skončila **velmi studenou klimatickou epizodou 1887 - 1897,**

a navazujícím teplým dvacátým stoletím, o kterém se někdy hovoří jako o tzv. "skleníkovém světě".

Červené blato (Třeboňská pánev-basin)  
 JC-3-A, 470 m asl.  
 CZ S Bohemia

Holocene

Pleistocene –  
 Late glacial



Green box: trees tolerant to the cool condition

Red box: trees demanding warmer climate