

# **Paleobotanické analýzy - základ pro paleo-rekonstrukci vegetace a dalších součástí krajin v minulých tisíciletích**

**Vlasta Jankovská  
Botanický ústav AV ČR, v.v.i.  
Odd. vegetační ekologie  
Lidická 25/27, 602 00 BRNO  
[vlasta.jankovska@ibot.cas.cz](mailto:vlasta.jankovska@ibot.cas.cz)**

O minulosti krajiny, tj. jejích živých i neživých složkách, se můžeme dozvědět z různých pramenů. Prameny písemné (hospodářské plány, urbáře, kroniky etc.) pokrývají několik málo staletí, ikonografické (např. – nástěnné malby, kresby na keramice, petroglyfy etc.) většinou několik málo tisíciletí. Do hloubky více tisíciletí jdou nálezy archeologické (kamenné a kostěné artefakty, keramika etc.). Prameny paleobotanické (zkameněliny, otisky, makrozbytky semen, plodů, tkání apod., pylová zrna, spóry, nepylové objekty) jsou však schopny přiblížit minulost i do vzdálenosti milionů let.

**Nejnápadnějším znakem krajiny je vedle její morfologie především vegetační kryt. Ten je ve své primární podobě výslednicí spolupůsobení především abiotických přírodních poměrů (klima, geologie, pedologie, hydrologie, geomorfologie apod.). S příchodem člověka do určité krajiny a s jeho zvětšující se činností nabývá poté na intenzitě antropický faktor.**



**Zonální tundra na pobřeží Barentsova moře,  
Norsko**



**Lesotundra, jižního Jamalu, Rusko**



**Lesotundra. Finské Laponsko**



**Rašeliništní komplex. Estonsko**



**Polární hranice lesa s Larix. Střední Jamal, Rusko.**

Foto: V.Jankovská



**Pastevci sobů na severním Jamalu, Rusko.**

**K poznání vzdálené minulosti nám slouží**

### **Paleobotanika**

**- vědní disciplína založená na nálezech a studiu fosilních zbytků rostlin. Její vývody jsou jedněmi z mála zdrojů informací, které jsou základem pro pochopení vývoje rostlinné říše v minulých geologických dobách. Paleobotanika studuje nejrůznější rostlinné zbytky, od jejich otisků, zkamenělin, zuhelnatělých částí rostlin, listů, semen, plodů, tkání apod. až po jejich mikroskopické části – tj. především pylová zrna a spóry.**

## Palynologie, jako jedna z částí paleobotaniky je:

-vědní disciplína, která se zabývá všestranným studiem pylového zrna jako samostatného objektu poté, co se pylové zrno odloučí od mateřské rostliny.

### Samostatnými poddisciplinami palynologie jsou:

-**p a l y n o t a x o n o m i e**, která se zabývá studiem morfologie pylového zrna a způsobem jeho šíření (totéž platí i pro spóry).

-**a e r o p a l y n o l o g i e**, zabývající se aeroplanktonem unášeným v atmosféře. Je využívána např. v medicíně (alergie apod.).

-**m e l i s o p a l y n o l o g i e** se zabývá pylem uloženým v medu a může tak prokázat kvalitu, skladbu a provenienci medu.

-**p a l e o p a l y n o l o g i e** se zabývá studiem pylových zrn a spór, které se v různých geologických obdobích ukládaly v sedimentech. Pro tuto disciplínu je prováděn nejrozšířenější výzkum pylového zrna.

# DIE WICHTIGSTEN BAUMPOLLEN

DES WESTEUROPÄISCHEN HOLOZÄNS



Alnus - Erle



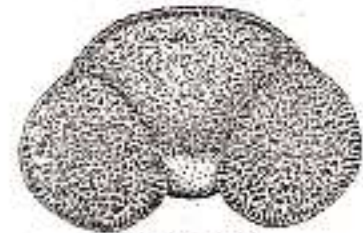
Betula - Birke



Corylus - Hasel



Populus - Pappel



Picea - Fichte (x 0,5)



Carpinus - Hornbuche



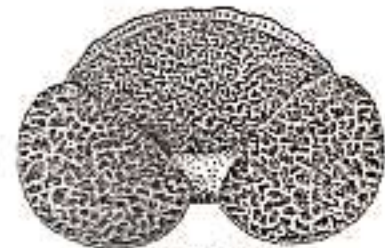
Ulmus - Ulme



Tilia - Linde



Acer - Ahorn



Abies - Tanne (x 0,5)



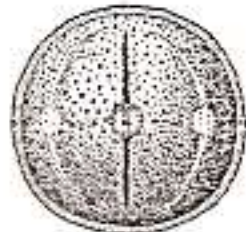
Fraxinus - Esche



Salix - Weide



Hedera - Efeu



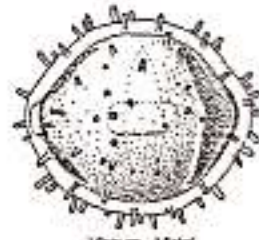
Fagus - Buche



Quercus - Eiche



Microphloe - Sanddorn



Vaccinium - Myrica



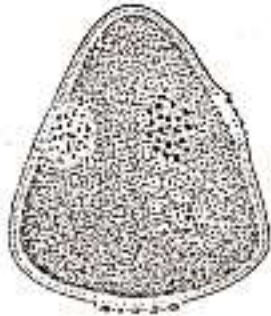
Echedra



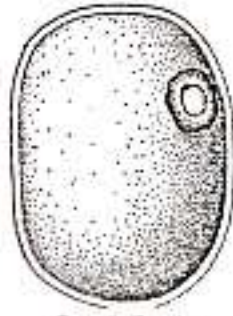
Pinus - Kiefer (x 0,5)

# DIE WICHTIGSTEN KRÄUTERPOLLEN

DES WESTEUROPÄISCHEN HOLOZÄNS



Cyperaceae  
Sauergräser



Cerealia/Secale  
Getreide/Roggen



Poaceae  
Süßgräser



Calluna  
Besenheide



Ericaceae  
Heidekraut



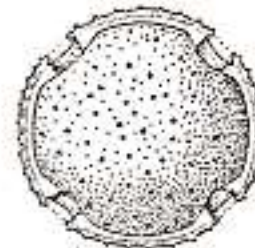
Compositae liguliflorae  
Korbblütler



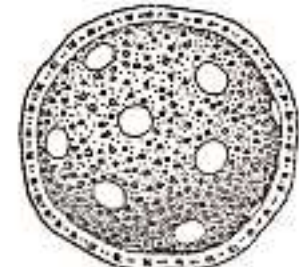
Centaurea cyanus  
Kornblume



Urtica  
Brennnessel



Campanula  
Glockenblume



Caryophyllaceae  
Nekkengewächse



Compositae tubuliflorae  
Korbblütler



Artemisia  
Beifuß



Rumex  
Ampfer



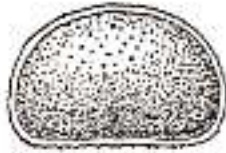
Chenopodiaceae  
Ganselfuß



Plantago lanceolata  
Spitz-Wegerich



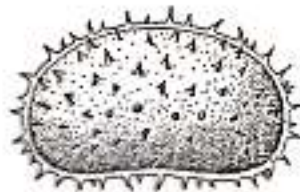
# DIE WICHTIGSTEN SPOREN DES WESTEUROPÄISCHEN HOLOZÄNS



Althium (Dryopteris type)  
Frauenstein



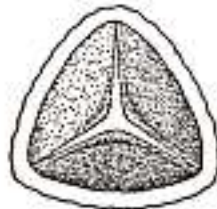
Dryopteris (Dryopteris type)  
Wurmian



Dryopteris (Dryopteris type)  
Lösspflanz



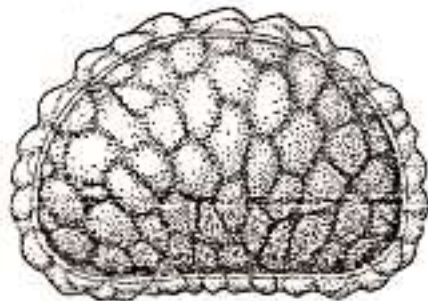
Phacium  
Aderflon



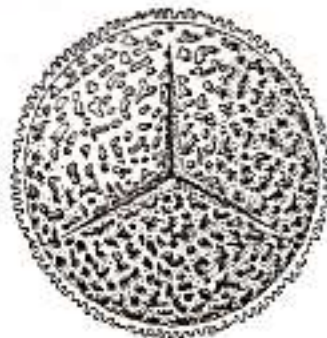
Sphagnum  
Torfmoos



Lycopodium  
Bärapp



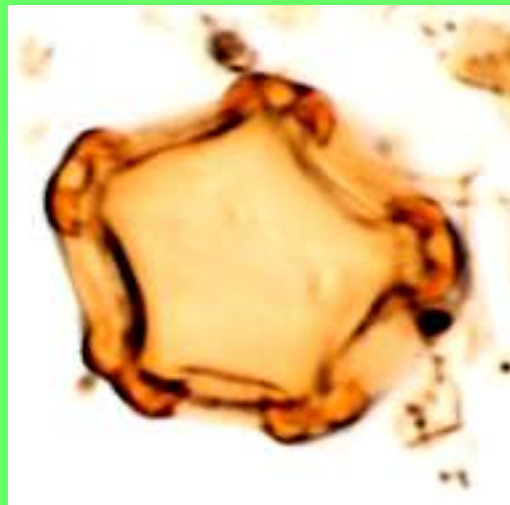
Polypodium  
Kupferflon



Ostunda  
Rapenflon



***Helianthemum***



***Alnus viridis***



***Betula nana***



***Pinus sibirica, Abies sibirica***



***Athyrium***

## Pylová analýza

-základem této metody je separace pylových zrn a spór ze sedimentů různého původu, složení a stáří. Tato separace je prováděna chemicky za použití různých činidel (viz metody). Konečným výsledkem chemického zpracování je **pylový preparát**. Ten je podroben mikroskopickému studiu, při kterém je hodnoceno kvalitativně a kvantitativně jeho **pylové spektrum**.

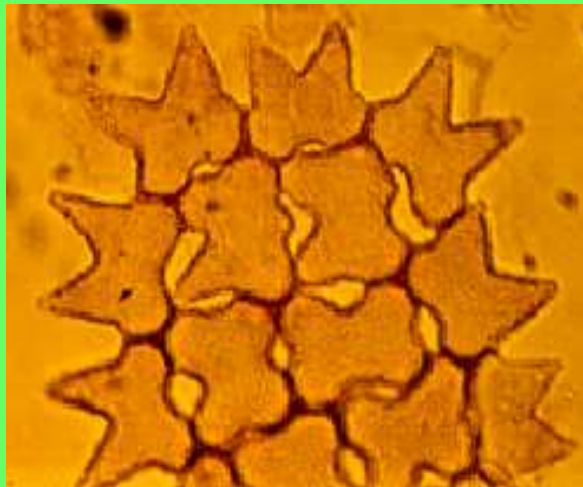


## Pylové spektrum je:

-soubor pylových zrn a spór (i dalších "nepylových" objektů), který se nalézá ve zpracovaném vzorku. Veškeré objekty jsou determinovány a počítány a získané hodnoty jsou interpretovány pro různé účely. Pylové spektrum je graficky prezentováno v pylovém diagramu.



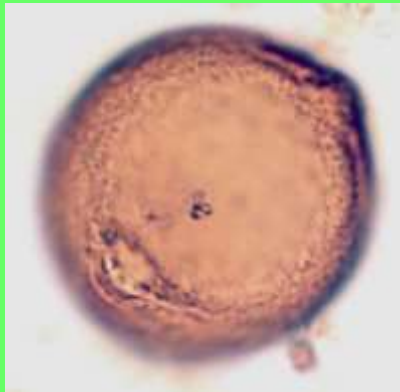
*Corylus*



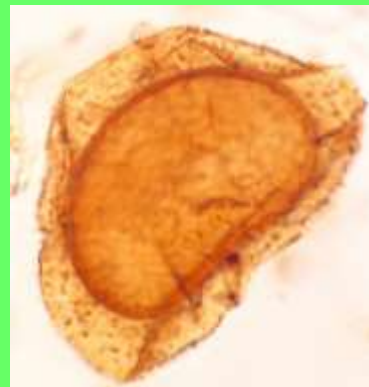
*Pedicularis duplex* var. *rugulosum*



*Botryococcus neglectus* t.



*Fagus*



*Dryopteris expansa*



*Centaurea cyanus*



*Fagus*



*Betula nana*



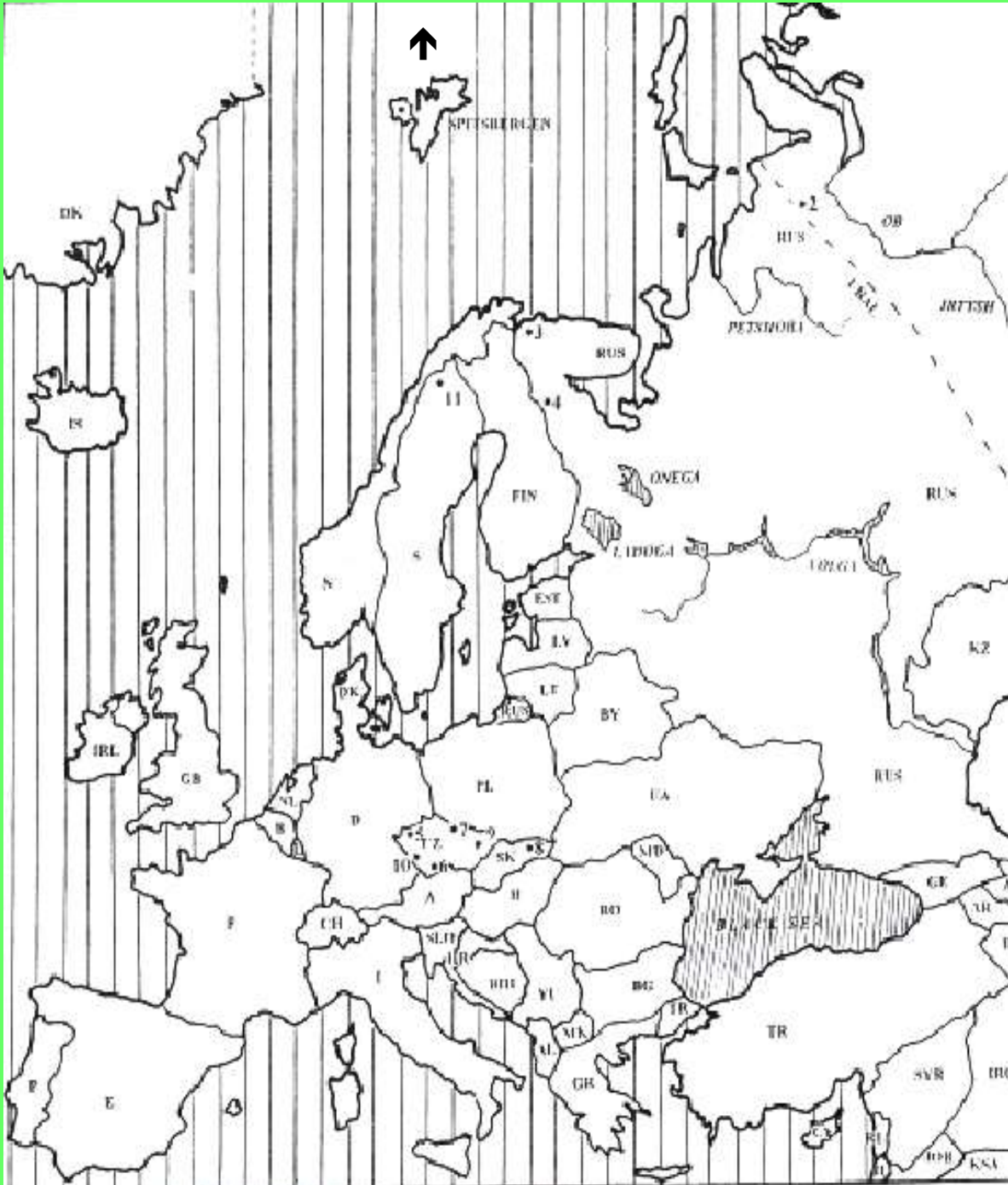
*Ephedra fragilis* t.

## Pylový diagram

-představuje grafické znázornění výsledků pylové analýzy a lze z něj vyčíst řadu údajů.

Je v něm uvedena mocnost odebraného profilu, popis sedimentu, stáří ložiska a jednotlivých vrstev datovaných radiokarbonovou metodou. Je z něj možno vyčíst jak se vyvíjela lokální i okolní vegetace v průběhu minulých dob, kdy k sedimentaci uloženin profilu docházelo.

Pylový diagram sestává především ze souboru křivek, které představují procentické zastoupení zrn a spór jednotlivých rostlinných taxonů. Navíc jsou v něm často uvedeny i další objekty získané při pylové analýze. Specifický význam má determinace řas (*Algae*), částí hub (*Fungi*) a mnohdy i částí živočišných objektů (př. *Rhizopoda*, *Rotifera*, *Tardigrada*, *Crustacea* apod.). Přítomnost těchto objektů je umožněna rezistencí blány buněčné, která je u pylových zrn, spór a dalších objektů tvořena sporopoleniny, chitinem a dalšími rezistentními látkami. Podobné složení buněčné blány mají i některé řasy, př. řasy chlorokokální (*Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Botryococcus* a další). Proto se rovněž jejich coenobia zachovávají.

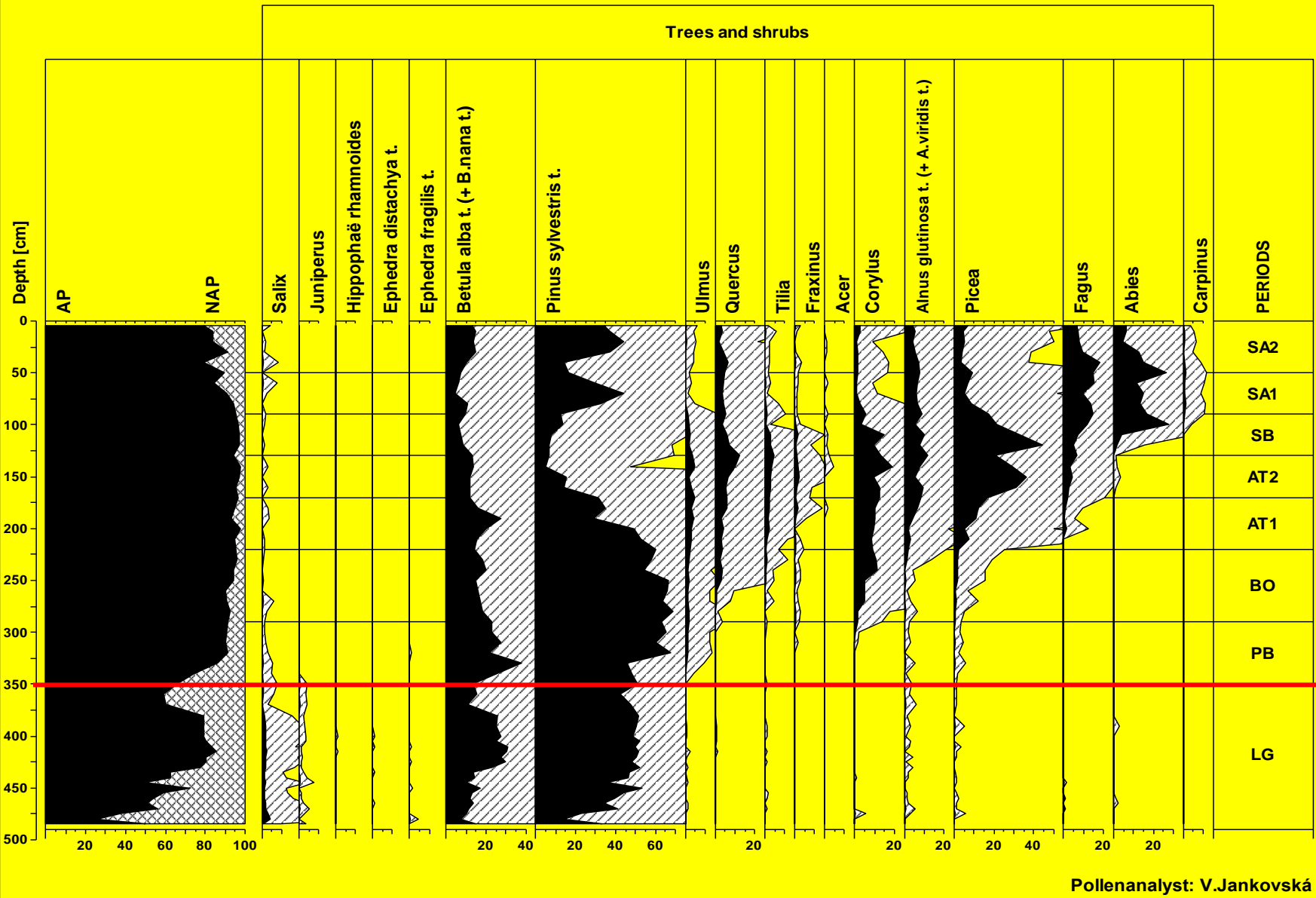


Rámcový přehled lokalit, kde budou demonstrovány různé výsledky pylových analýz

- 1 – Spitsbergen (Bockfjord)
- 2 – RU, Polar Ural (Chornaya gorka)
- 3 – RU, Kola peninsula (Nikel)
- 4 – RU, Rus. Karelia (Paanajärvi)
- 5 – CZ, Krušné hory Mts. (Fláje)
- 6 – CZ, Třeboňská pánev-basin (Červené blato)
- 7 – CZ, Krkonoše Mts. (Labský důl)
- 8 – SK, Spišská kotlina-basin (Sivárňa, Hozelec, Šafárka)
- 9 – CZ, Jablunka
- 10 – CZ, Šumava (Plešné jezero)
- 11 – Švédsko (Abisko)

# Červené blato Mire – Southern part of the Czech Republic (Bohemian Massif): Example of typical Late Glacial and Holocene vegetation succession

Červené blato, Czech Republic  
(48°52'14.72"N; 14°48'08.24"E; 475 m a.s.l.)  
1.part



AGE: conv. BP (after Walanus A. et Nalepka D.  
2010 „Mangerud's chronozones – boundary“

2,500  
5,000  
8,000  
9,000  
10,000







## Blána buněčná pylového zrna

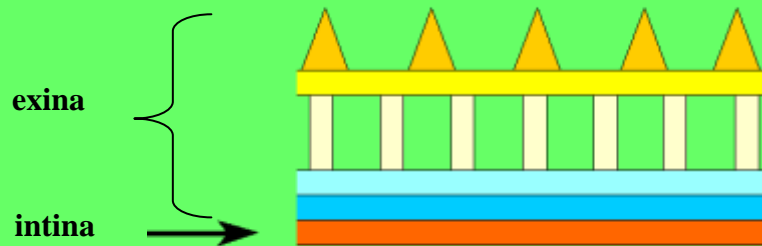
- obsahuje důležité znaky nutné při determinaci pylů a spór. Tvar, počet pórů, kolp, brázd a lezur, stavba blány buněčné a její skulpturace a ornamentika – to jsou hlavní determinační znaky.

## Stavba buněčné blány

- vnitřní vrstva, obalující obsah pylového zrna jednoduším povlakem se nazývá **intina**.

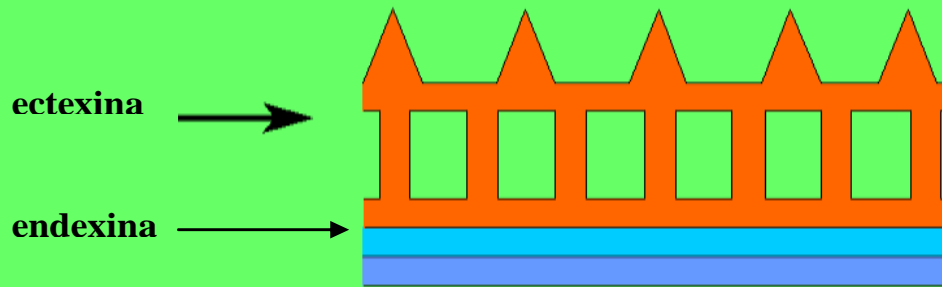
Obecně se předpokládá, že se skládá z celulózy. Pylové zrno, které nesplní úkol, ke kterému je určeno – opylení, podléhá rychle rozkladu. Zničí se obsah buňky i intina.

Zůstane zachována vrstva vnější – **exina**. S tou pracuje pylová analýza.

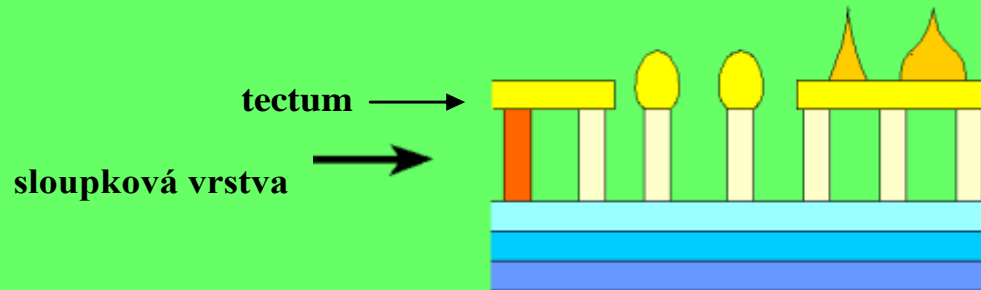


# Exina

- dělí se na:
- endexinu – jejími hlavními znaky jsou póry a je ± homogenní
- ektexinu – nese hlavní rozlišovací znaky ve formě “výrůstků” a uspořádání – columellae. Ty se podílejí podstatně na tvorbě buněčné blány, která může být např. verrucate, gemmate, bacillate, clavate, echinate apod. Tyto výrůstky může překrývat tektum



Skulptura tektátní x atektátní



## Otvory – apertury

- většinou póry, kolpy, ale i brázdy (sulcus), tetradové stopy (lezury) u mechorostů a kaprad'orostů apod.

Při determinaci je důležitá jejich poloha, tvar a počet. Stavba těchto apertur je důležitým znakem pro determinaci.

## Vztah pylového spektra a skutečné skladby vegetačního krytu

- závisí u jednotlivých taxonů na produkci pylových zrn, možnosti šíření jejich pylu a spór, na rezistenci buněčné blány apod. [např. *Tilia* (rezistence), *Larix* (podhodnocený), *Salix* (hmyzosnubná), *Corylus* (nadhodnocená), *Fagus* (plodné roky), *Abies* (vzdušné měchýře, těžké pylové zrno), *Pinus* (velký dolet, doba květu, nadprodukce pylu) atd.]

## POVRCHOVÝ VZOREK R- 5/94 cca 70 m asl.

Řidký porost *Larix sibirica* - vzdálenost 10 až více metrů od sebe. V keřovém podrostu dominuje *Betula nana*, ojediněle *Salix lapponum*. Juvenilní jedinec *Picea obovata*. Keříčkové patro: *Ledum palustre*, *Andromeda polifolia*, *Empetrum hermafroditum*, *Loiseleuria procumbens*, *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis-idaea*, *Arctous alpina*, *Melampyrum* cf. *sylvaticum*, *Eriophorum latifolium*, *Polygonum bistorta*.

### Výsledky pylové analýzy vzorku z uvedeného stanoviště:

#### AP

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| <i>Betula tortuosa</i> :    | 194 |
| <i>Betula nana</i> :        | 89  |
| <i>Alnaster fruticosa</i> : | 68  |
| <i>Pinus silvestris</i> :   | 49  |
| <i>Pinus sibirica</i> :     | 30  |
| <i>Picea (obovata)</i> :    | 17  |
| <i>Salix</i> :              | 15  |
| <i>LARIX (sibirica)</i> :   | 1   |

#### NAP

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| <i>Cyperaceae</i> :              | 19 |
| <i>Poaceae</i> :                 | 12 |
| <i>Ericaceae/Vacciniaceae</i> :  | 13 |
| <i>Artemisia</i> :               | 11 |
| <i>Chenopodiaceae</i> :          | 3  |
| <i>Rubus chamaemorus</i> :       | 2  |
| <i>Geranium</i> :                | 1  |
| <i>Asteraceae Tubuliflorae</i> : | 1  |
| Varia:                           | 3  |



Polární hranice lesa s *Larix* – Modřín v lesotundře poloostrova Jamal

## CÍLE PYLOANALYTICKÉHO VÝZKUMU

- podat přehled vývoje vegetace a tím celkového charakteru krajiny pro období, které je deponováno v podobě pylových zrn, spór a dalších objektů ve studovaném sedimentu.

**Výchozí materiál:** rašelina, jezerní sedimenty, antropogenní materiál a další netradiční sedimenty .

**Terenní odběry:** vrty, výkopy, odběry ze stěn.



Profil Fláje (Krušné hory), odběr ze stěny



Profil Malčín (u Světlé n. Sáz.) - výkop





**Sivárňa (Spišská Magura)- výkop**



**Foto: P.Pokorný Švarcenberk (Třeboňsko) - výkop**



**Pančavské rašeliňiště (Krkonoše) - vrt**

**Foto: V.Jankovská**

**PREPARACE:** HCl, HF, acetolýza u pylové analýzy. Plavení a separace u analýzy makrozbytkové.

**METODY VÝZKUMU:** pylová analýza, makrozbytková analýza, paleoalgologická analýza.

**INTERPRETACE:** základní vyhodnocení pylového diagramu. Interpretace s ohledem na specifickou problematiku.

**VÝSTUP PRO VÝZKUM A APLIKACI VÝSLEDKŮ:** hlavním cílem je podat vegetačně-vývojové schéma pro určitou oblast (referenční profil). Specifické problémy se řeší s geology, lesníky, archeology, historiky, geografy apod.

## Stručný přehled vegetace a flóry v pleistocénu

Od počátku kvartéru se postupně ochuzovala druhová bohatost původní terciární flóry. Teplotně náročné druhy ustupovaly buď jižněji anebo v Evropě zcela vyhynuly. Jde o mnoho taxonů, které pleistocén přežily v Asii nebo Americe – *Actinidia*, *Ailanthus*, *Koelreuteria*, *Magnolia*, *Liriodendron* apod. – *Hamamelis*, *Corylopsis*, *Cercidiphyllum*, *Eucommia*, *Ketelleria*, *Tsuga*, *Carya*, *Liquidambar*, *Taxodium*, *Glyptostrobus*, *Nyssa*.

Ještě koncem terciéru rostly v Evropě vždyzelené smíšené lesy, ovšem již s podílem opadavých listnatých dřevin (*Acer*, *Betula*, *Carpinus*, *Ostrya*, *Castanea*, *Quercus*, *Fagus*, *Ulmus*, *Zelkova*, *Tilia*, *Juglans*, *Pterocarya*), často označované jako dřeviny “arktoterciární”.

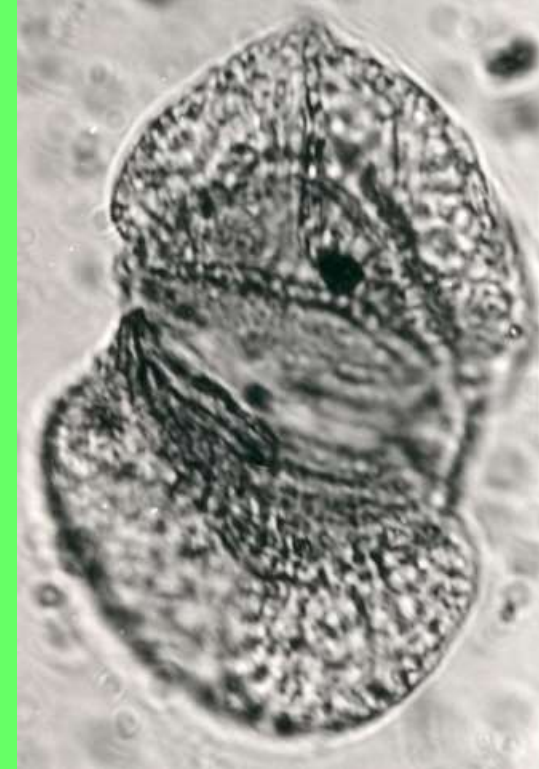
Již v období starého pleistocénu (cca 2,4 mil. let BP – 760 000 let BP) začal ústup klimaticky náročnějších dřevin, takže z původních “terciárních” elementů jich zůstalo asi 5% (*Sciadopitys*, *Tsuga*, *Carya*, *Pterocarya*, *Eucommia*).



*Cedrus t.*



*Liquidambar*



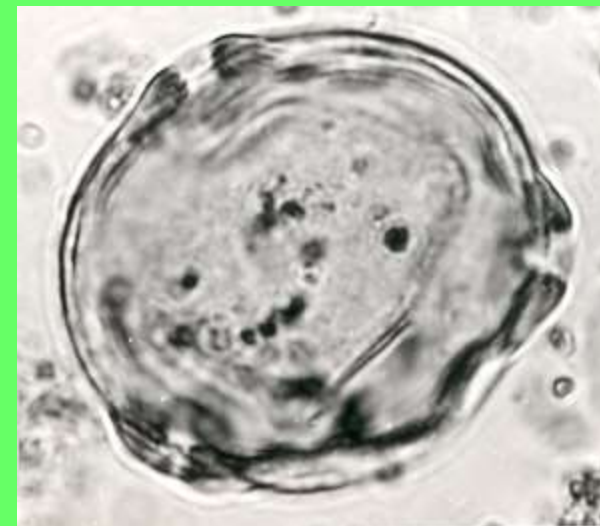
*Podocarpus t.*



*Engelhardia*



*Juglandaceae*



*Ostrya t.*



*Pinus haploxylon t. - Cathaya*



*Pterocarya*



*Ephedra distachya t.*



*Sequoia t.*



*Taxodium t.*



*Zelkova t.*

Asi uprostřed středního pleistocénu – (Interglaciál Holstein = M-R – cca 230 000 – 245 000 BP) rostla na mnoha místech Evropy ještě např. *Pterocarya*, hojný byl *Carpinus*, *Fagus*, *Abies*, *Picea* a dřeviny dnešních smíšených doubrav. O relativně příznivém klimatu, vzhledem k dnešku, svědčí pravidelný výskyt *Hedera*, *Taxus*, *Buxus* a *Ilex*. Z toho můžeme usuzovat na oceánicky laděné klima. Vegetačním poměrům odpovídá i skladba fauny [jeskynní medvěd, lesní slon, tur, zubr, jelen obrovský (*Megaloceros giganteus*), srnec, prase divoké apod.]. V České republice je interglaciál M-R zachycen paleobotanicky např. na severní Moravě (Stonava apod.).

Mladší pleistocén, presentovaný interglaciálem Eem (R - W) (cca 115 000 – 128/130 000 BP) a Wúrmským glaciálem, je již vegetačně ochuzený. V lesích Eemu Evropy rostly již dřeviny, které zde rostou dodnes. Pro Eem je charakteristická absence *Fagus* anebo jen jeho nízký výskyt a značné rozšíření *Carpinus*. “Exoty” chyběly, v některých oblastech Evropy jsou však hojné *Buxus*, *Ilex*, *Hedera*. Fauna je lesní, se zastoupením dnes vyhynulých druhů.

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

V posledním glaciálu (Wűrm) – interstadial Brørup – je doložen i výskyt *Picea omoricoides* (jinak *Picea abies*, *Larix*, *Pinus* a z dnešního pohledu – střeoevropské listnaté dřeviny).

Pleistocén dozníval tzv. pozdním glaciálem, který je běžně zachycován v pylových spektrech sedimentu dnešních rašelinišť . Zhruba ze střední a poté svrchní fáze Wűrmského pleniglaciálu máme souvislé pyloanalytické záznamy z humolitu karpatské oblasti (Šafárka u Spišské Nové Vsi – SR a Jablůnka u Vsetína – ČR) a z jednotlivých vzorků Moravské brány (Týn n. Bečvou, Chlebovice).





## Pozdní glaciál

Časový úsek, zaujímaví doznívání posledního wúrmského zalednění. Je charakterizován střídáním chladných stadiálů (DR 1, 2, 3) a teplých interstadiálů (Bölling a Alleröd). Počátek pozdního glaciálu je kladen na 15 000 BP, konec tvoří horní hranice DR 3 a počátek holocénu (PB) – (10 300 BP).

V tomto období docházelo k ústupu zalednění a to jak kontinentálního, tak i horského. V návaznosti na zlepšující se klimatické poměry se začala na sever a do vyšších poloh šířit klimaticky náročnější flóra. Do tundrových společenstev, dominujících v pleniglaciálu, pronikaly rychle stromové dřeviny.

### Úsek pozdního glaciálu se obvykle dělí na:

- Nejstarší dryas (DR 1)
- Bölling (interstadial) BÖ
- Starší dryas (DR 2)
- Alleröd (interstadial) AL
- Mladší dryas (DR 3)



**Prof. Pissart u profilu z Alerödu, Belgie**



**Odběr sedimentu z Alerödu (dr.Kociánová)**



*Betula nana*



*Juniperus*



*Alnus viridis t.*



*Ephedra fragilis t.*



*Hippophaë*



*Salix*



*Helianthemum*



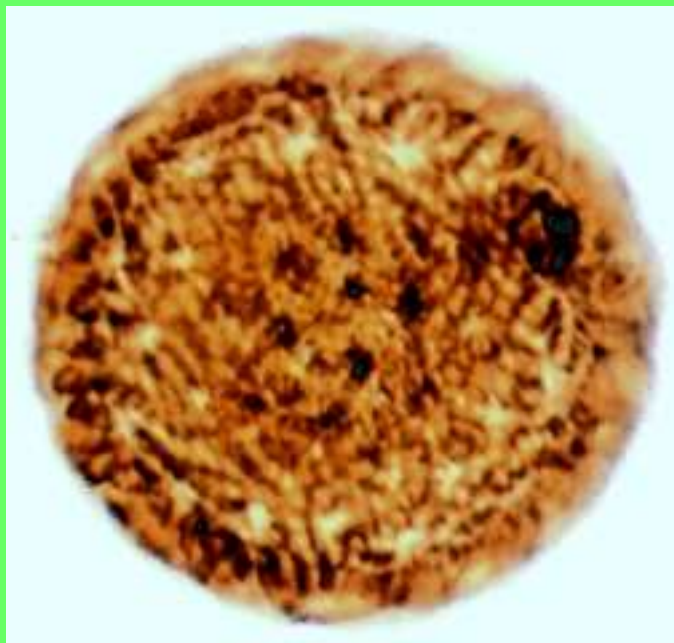
*Pinus cembra*



*Larix*



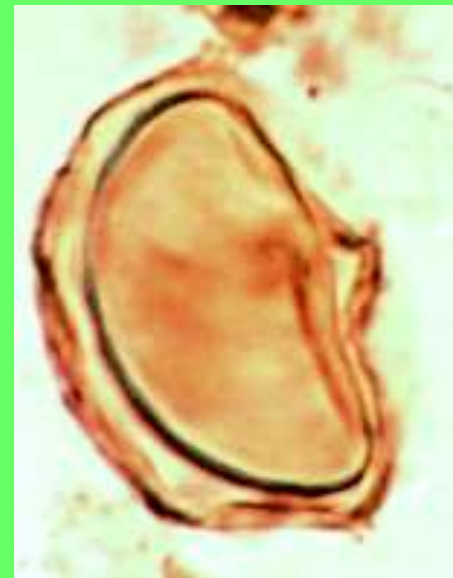
*Lycopodium selago*



*Polemonium*



*Pedicularis kawasakyi*



*Isoetes*

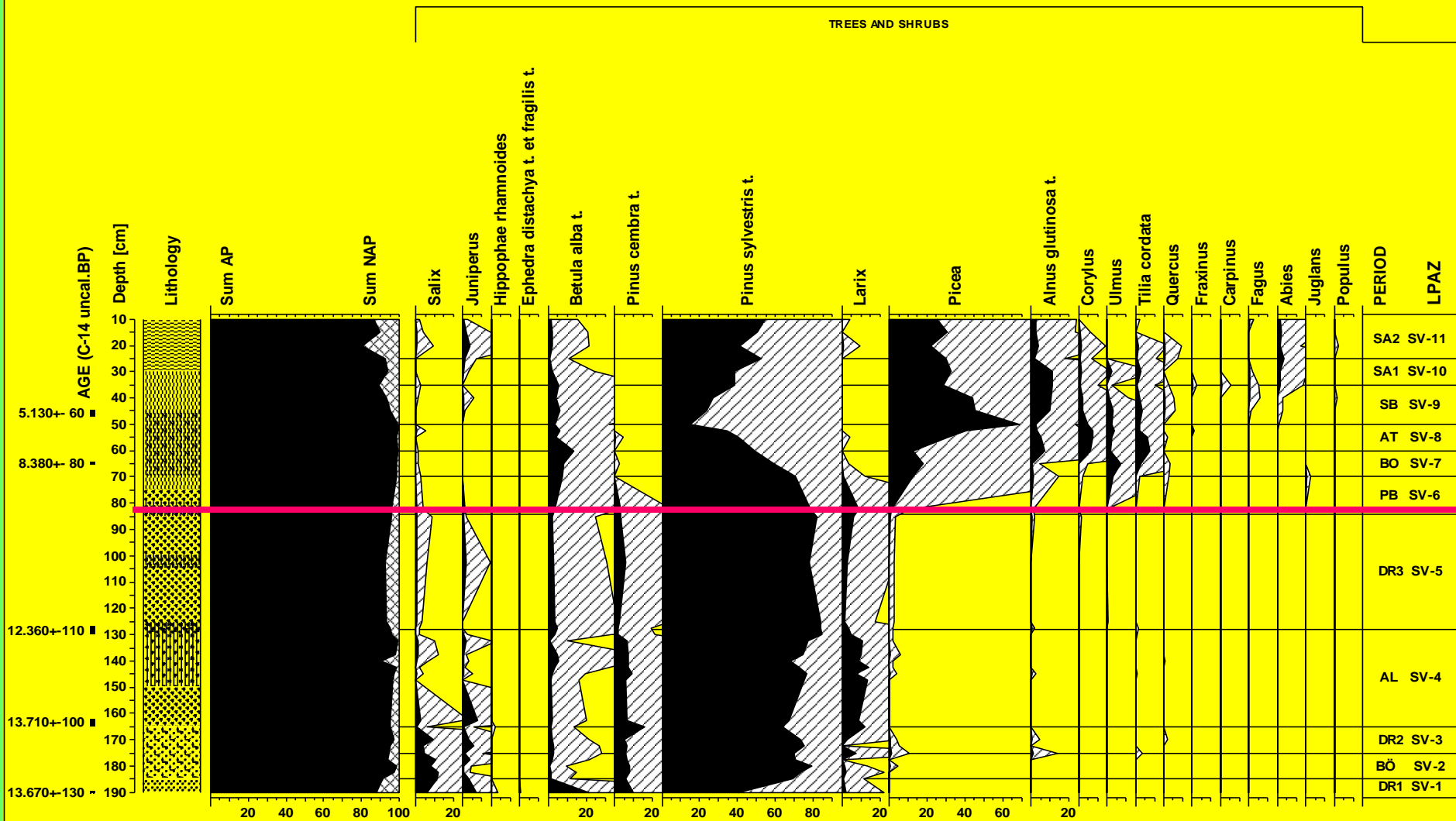
Od DR 1 do DR 3 docházelo postupně ke klimatickému zlepšení, vegetace se z převládající tundrové měnila na lesotundrovou. V pylových diagramech se pozdní glaciál jako celek dá poměrně dobře vydělit na základě vysokých křivek pylových zrn *Salix*, *Juniperus*, *Betula* a bylinné vegetace. Převládala tundrová a lesotundrová vegetace s převahou *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*. Směrem k holocénu lze sledovat ústup výše jmenovaných taxonů a nástup klimaticky náročnějších dřevin (i bylin).



Směrem od jižní po severní Evropu se mocnost sedimentu pozdního glaciálu a jeho úplnosti zmenšovala (viz pylové diagramy). V jižní Evropě je v pylových diagramech pozdněglaciální záznam výraznější, díky vysokým pylovým křivkám *Artemisia* a dalších bylin. Z prostoru ČR, lze obdobu nalézt v pozdnoglaciálních uloženinách jezer (Plešné jezero, Švarcenberk, Polabí – Jankovská 2004, Pokorný et Jankovská 2000)

# Example of the pollen spectrum of the Late Glacial and Holocene from the locality „Sivárňa“ (West Carpathians – Slovak Republic)

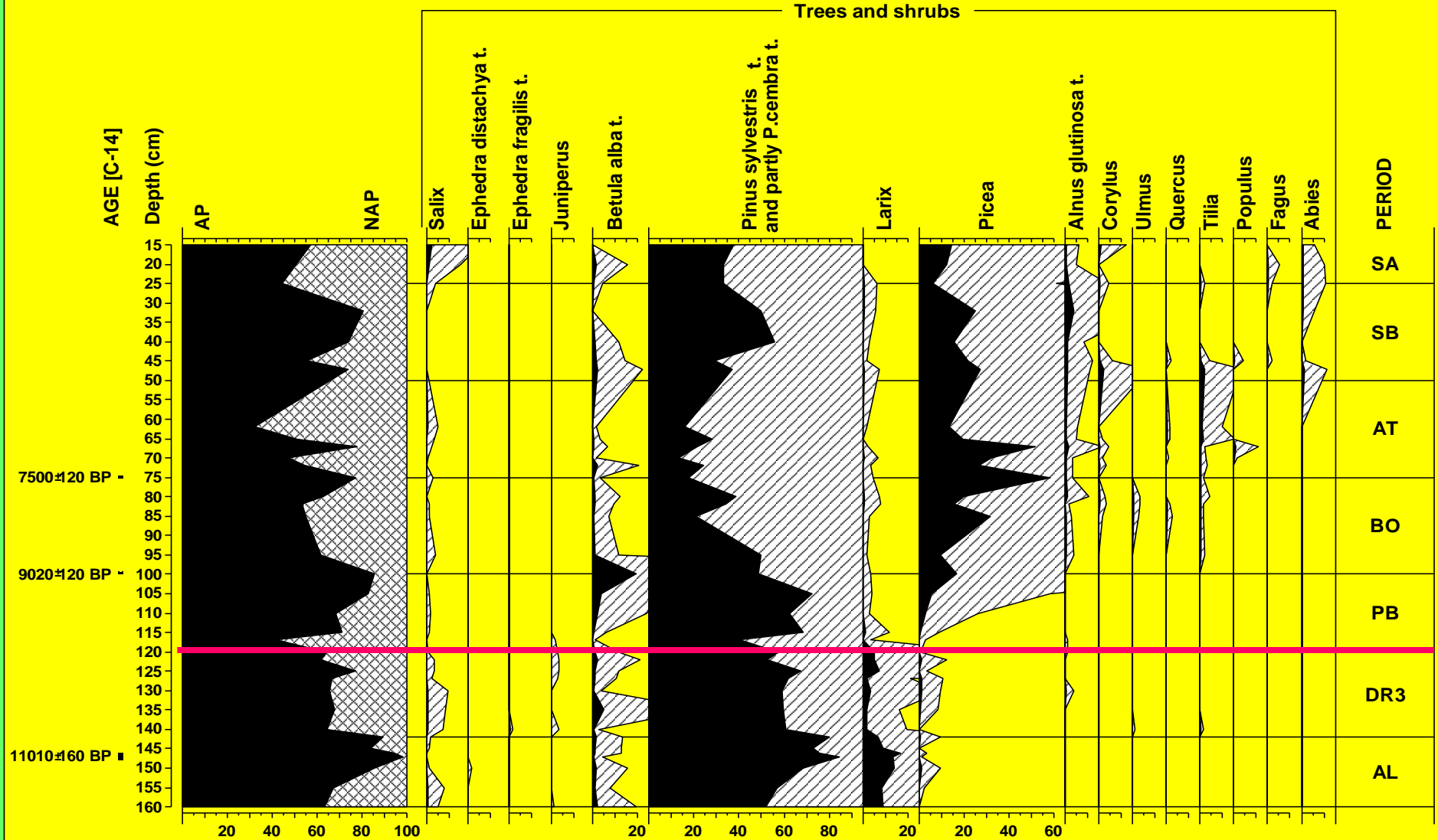
SIVÁRŇA, Profile SK-6-A  
(49°19'N, 20°35' E, 610 m a.s.l.)  
NE SLOVAK REPUBLIC  
1.part



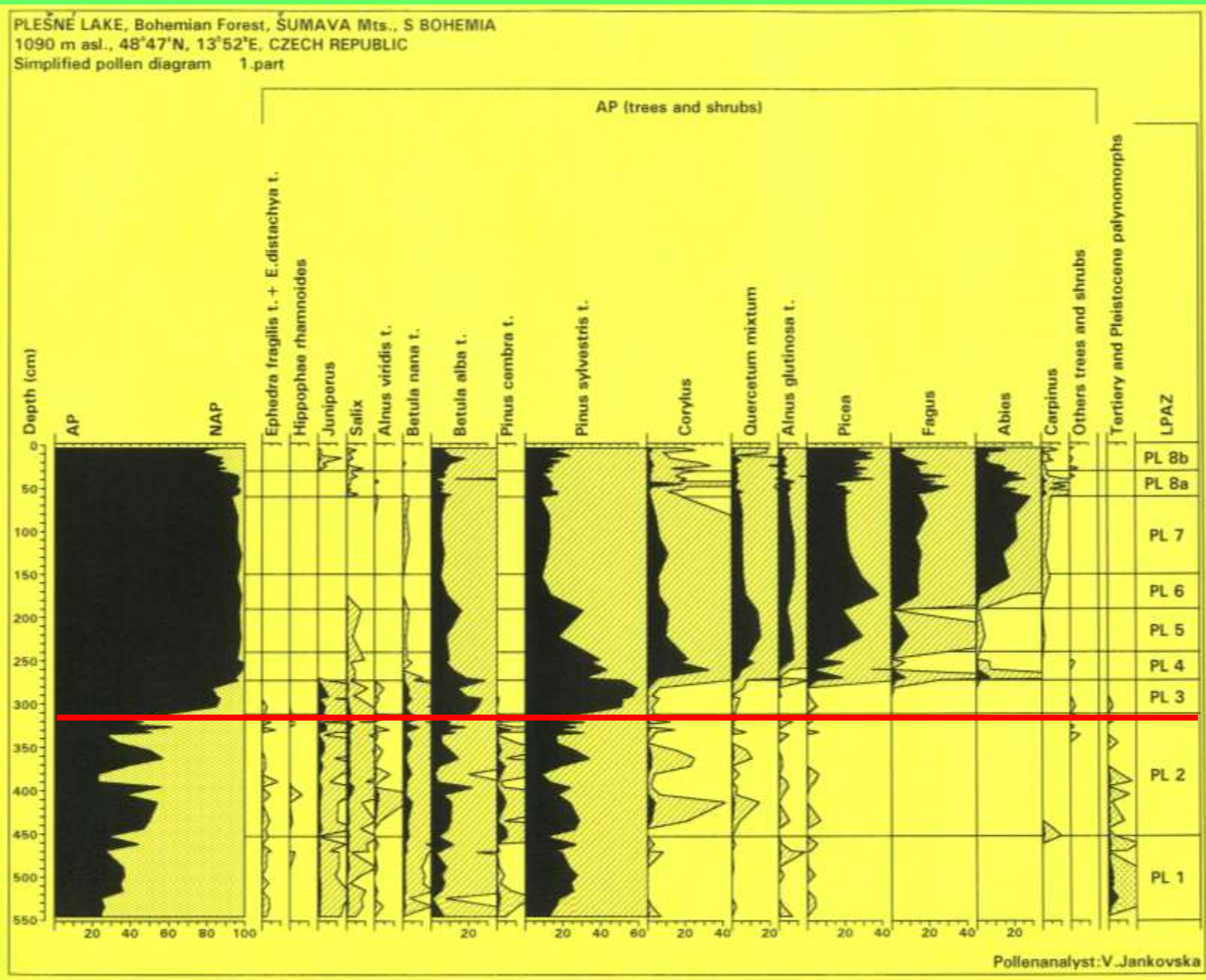


# Example of Late Glacial and Holocene from the locality „Hozelec“ (West Carpathians – Slovak Republic)

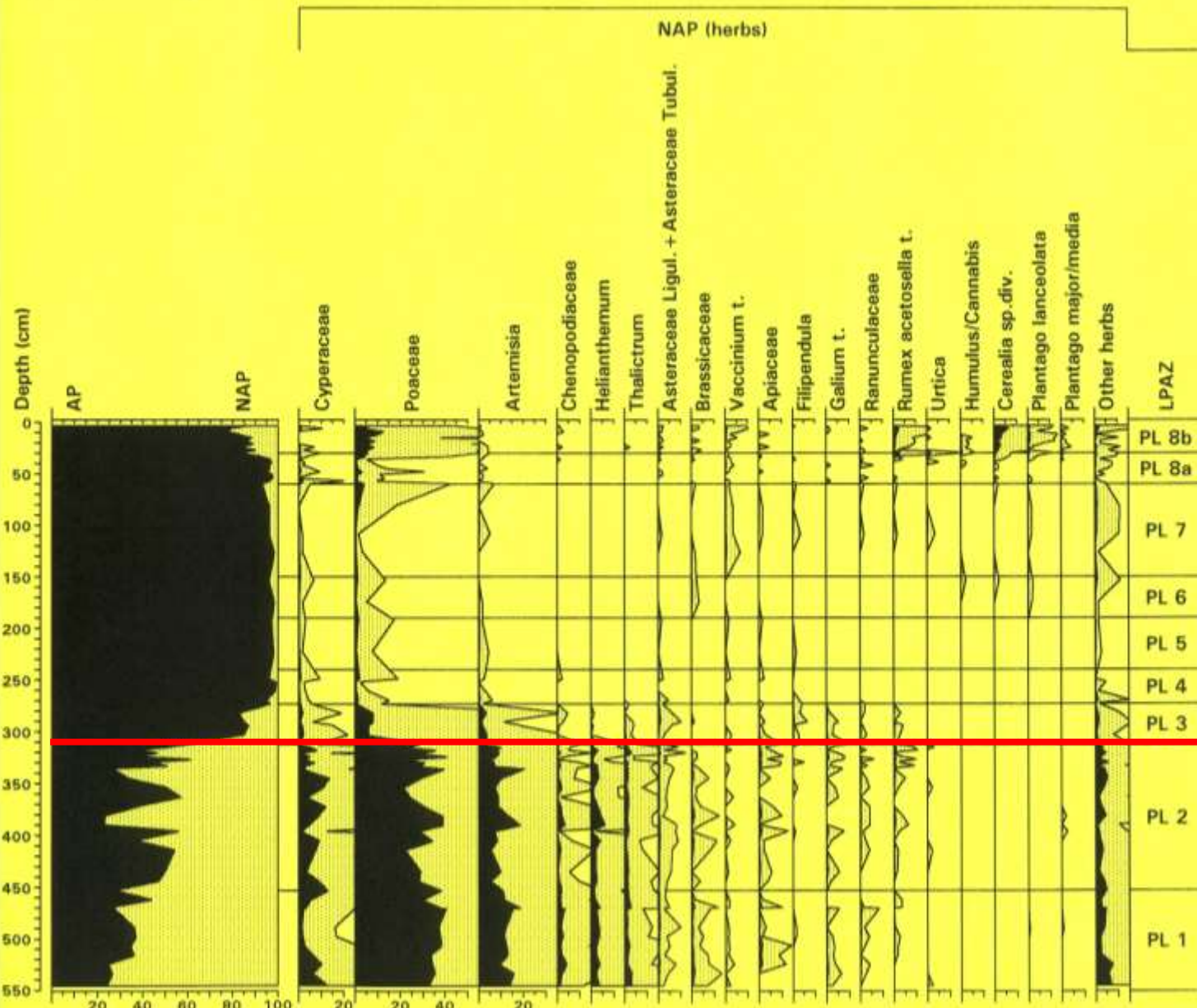
HOZELEC, SK-5-A  
 (28°18' E; 49°03' N; 685 m a.s.l.)  
 Slovak Republic



# Example of the pollen-vegetation succession from the limnic sediments (Bohemian Massif – Šumava Mts)

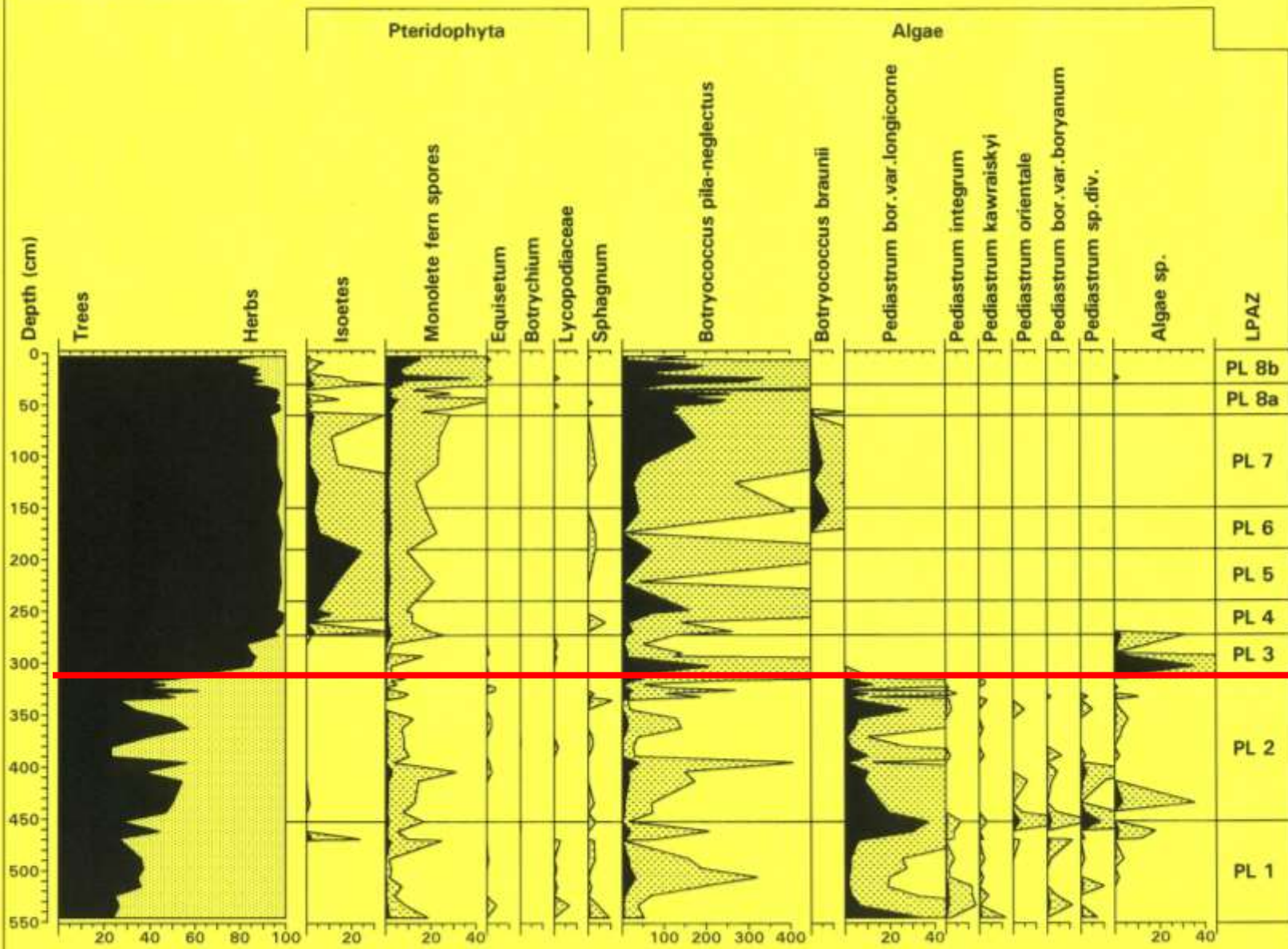


PLEŠNÉ LAKE, Bohemian Forest, ŠUMAVA Mts., S BOHEMIA  
 1090 m asl., 48°47'N, 13°52'E, CZECH REPUBLIC  
 Simplified pollen diagram 2.part - continuation

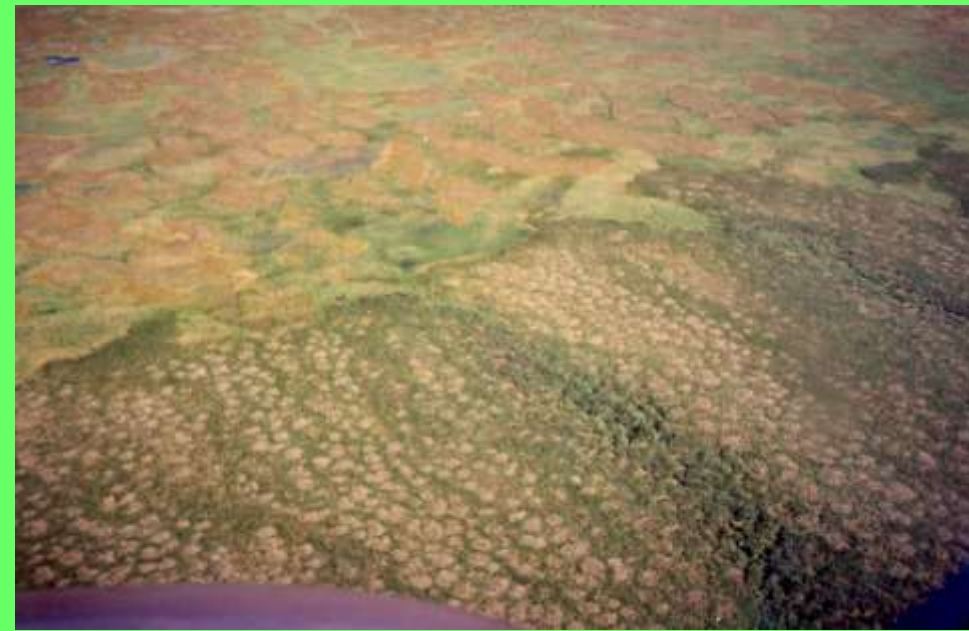


Pollenanalyst: V. Jankovska

PLEŠNÉ LAKE, Bohemian Forest, ŠUMAVA Mts., S BOHEMIA  
 1090 m asl., 48°47'N, 13°52'E, CZECH REPUBLIC  
 Simplified pollen diagram 3.part - continuation



Pollenanalyst: V. Jankovska



Kryogenní formy na poloostrově Jamal (Rusko)



Alpinská hranice modřínového lesa, Polární Ural



Porost *Larix* v lesotundře (Jižní Jamal )

Foto: V.Jankovská



Bělokur (*Lagopus mutus/lagopus*) v lesotundře finského Laponska



Horská tundra v Chibinách, Rusko.



Chibiny, Rusko. Extrémní typy vegetace v exp. jih-sever



Tundra v Komi, Rusko. Zbytky gulagu

Foto: V.Jankovská



*Rubus chamaemorus*, typická rostlina boreální zóny



Pohled z vrtulníku na tundru střední části poloostrova Jamal

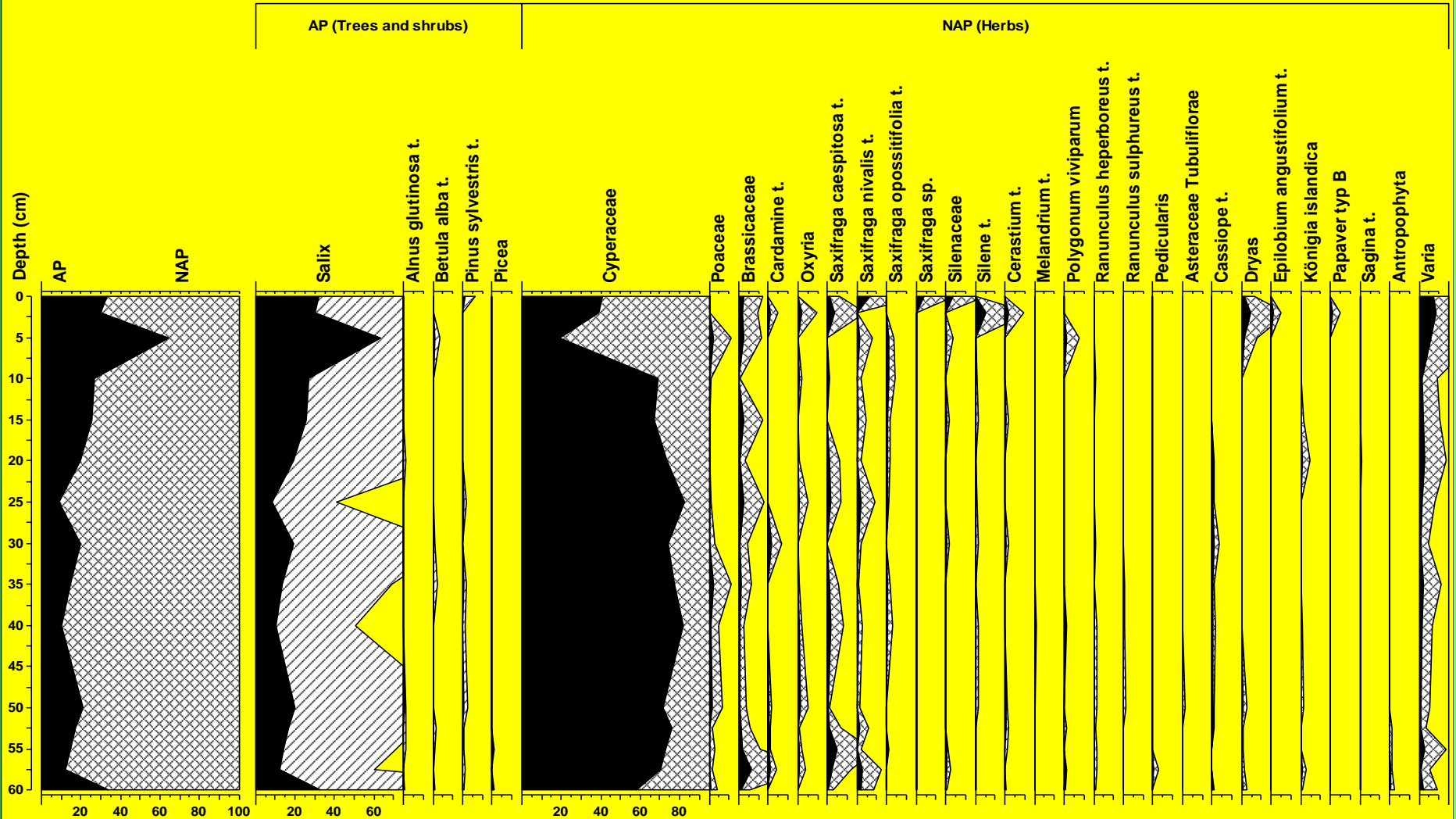
Foto: V.Jankovská

# Example of pollen spectrum of „arctic tundra“: see proportion of AP : NAP

BOCKFJORD II. - NW SPITSBERGEN

(79°25' N; 13°25' E; 20 m a.s.l.)

1.part

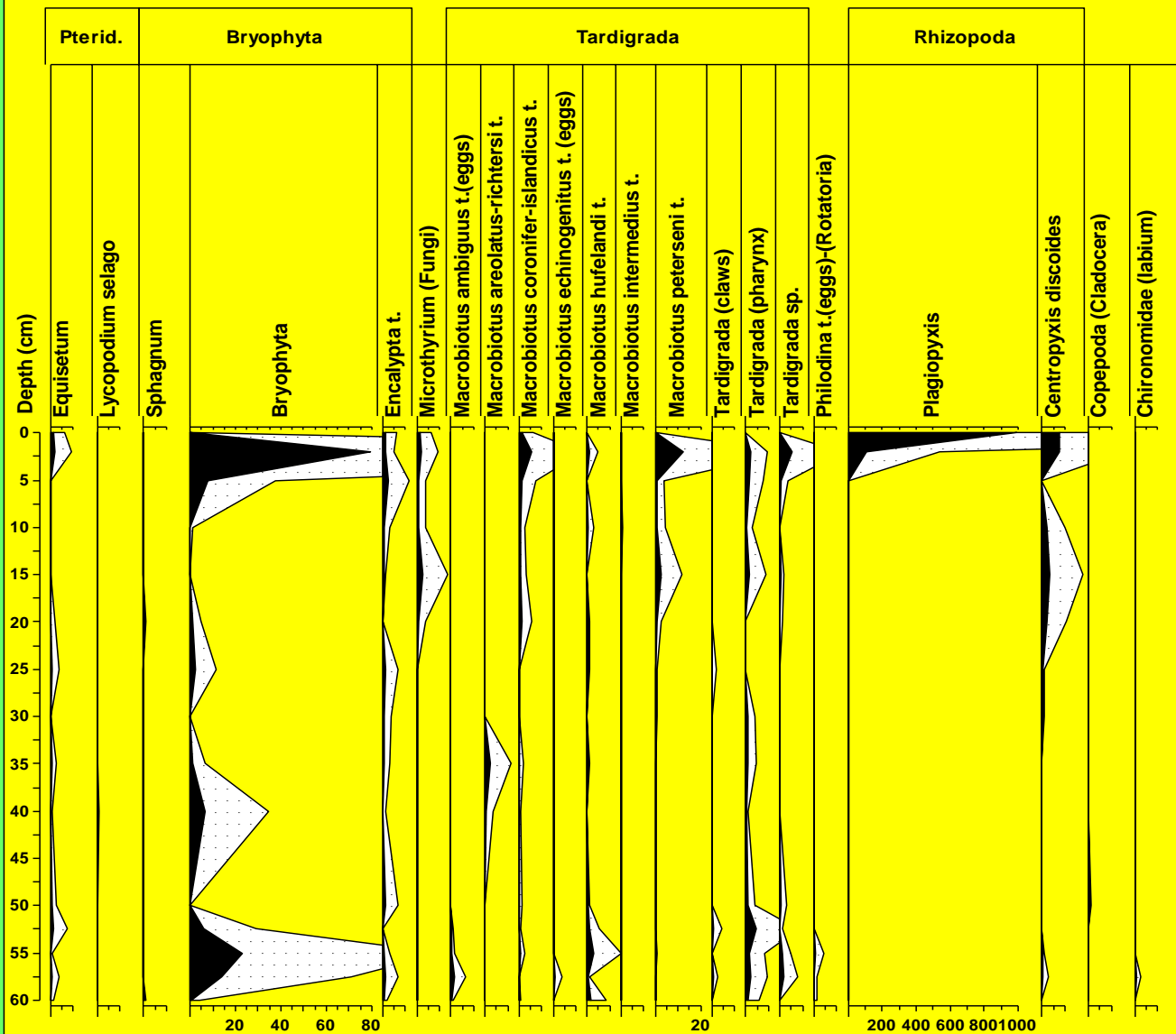




**BOCKFJORD IL., NW SPITSBERGEN**

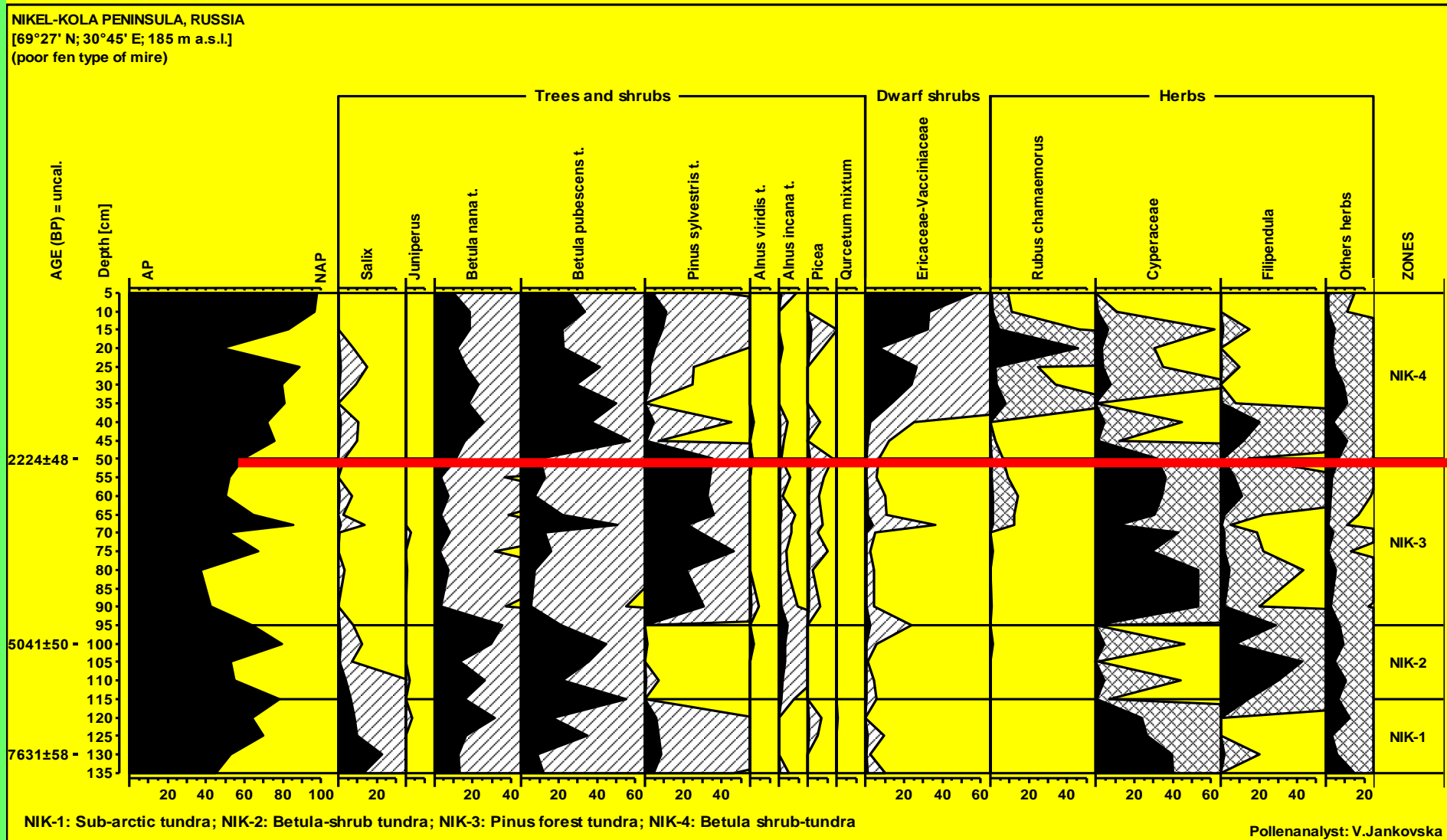
(79°25' N; 13°25' E; 20 m a.s.l.)

2.part



# Pollen diagram from the locality NIKEL (Kola-Peninsula – Russia): Example of vegetation development in the Holocene in the present day forest-tundra region.

**!Registration of the sharp climatic change about 2500 BP!**

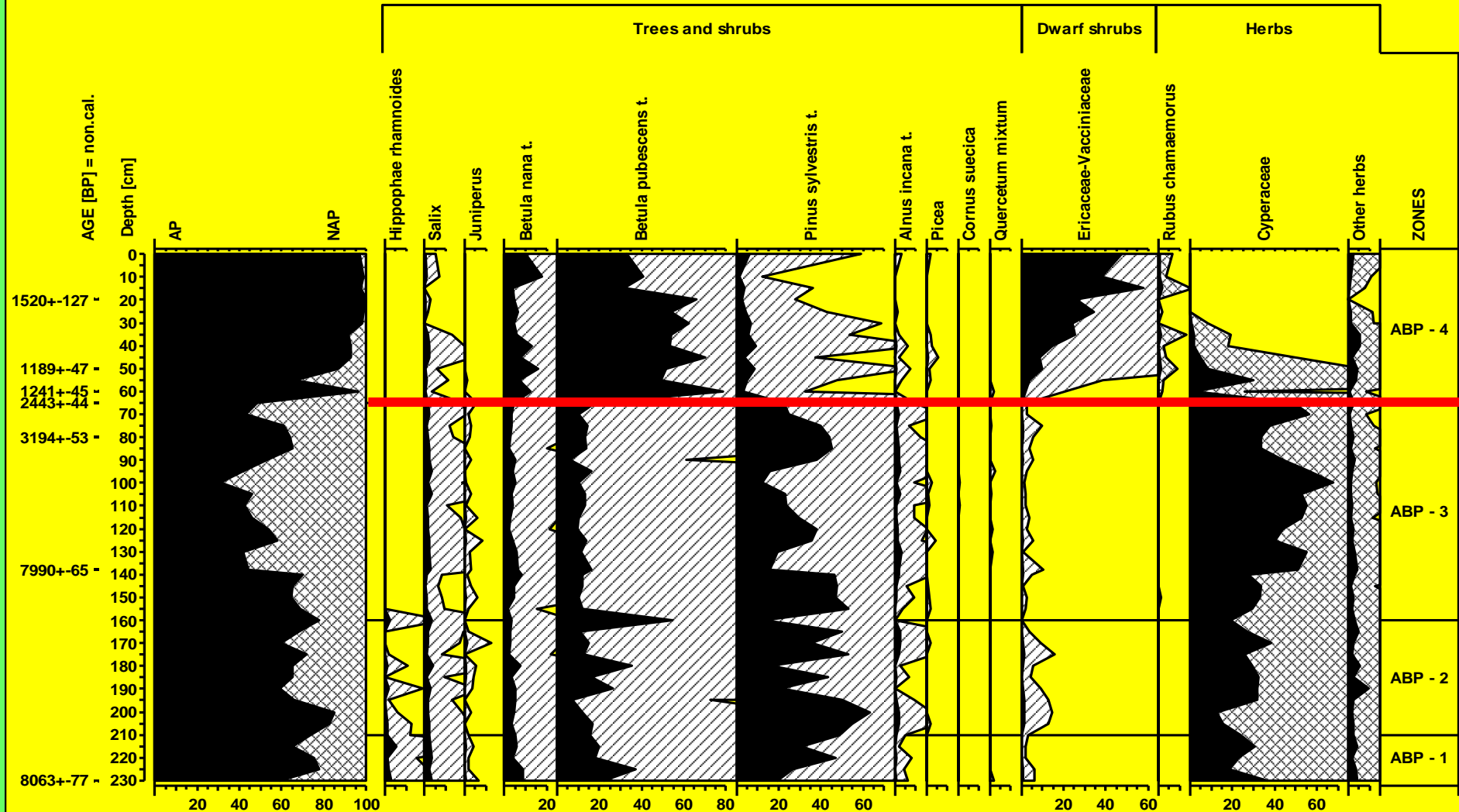


Pollenanalyst: V.Jankovska

# Pollen diagram from the locality ABISKO (Lapland –Sweden): Example of vegetation development in the Holocene in the present day forest-tundra region.

**!Registration on the sharp climatic change about 2500 BP!**

ABISKO-PALSA, NW SWEDEN  
68°21' N; 18°49' E; 360 m a.s.l.  
[poor fen type of mire]



ABP-1: shrub/forest tundra, ABP-2 - ABP-3: Pinus forest tundra with Betula, ABP-4: Betula shrub/forest tundra

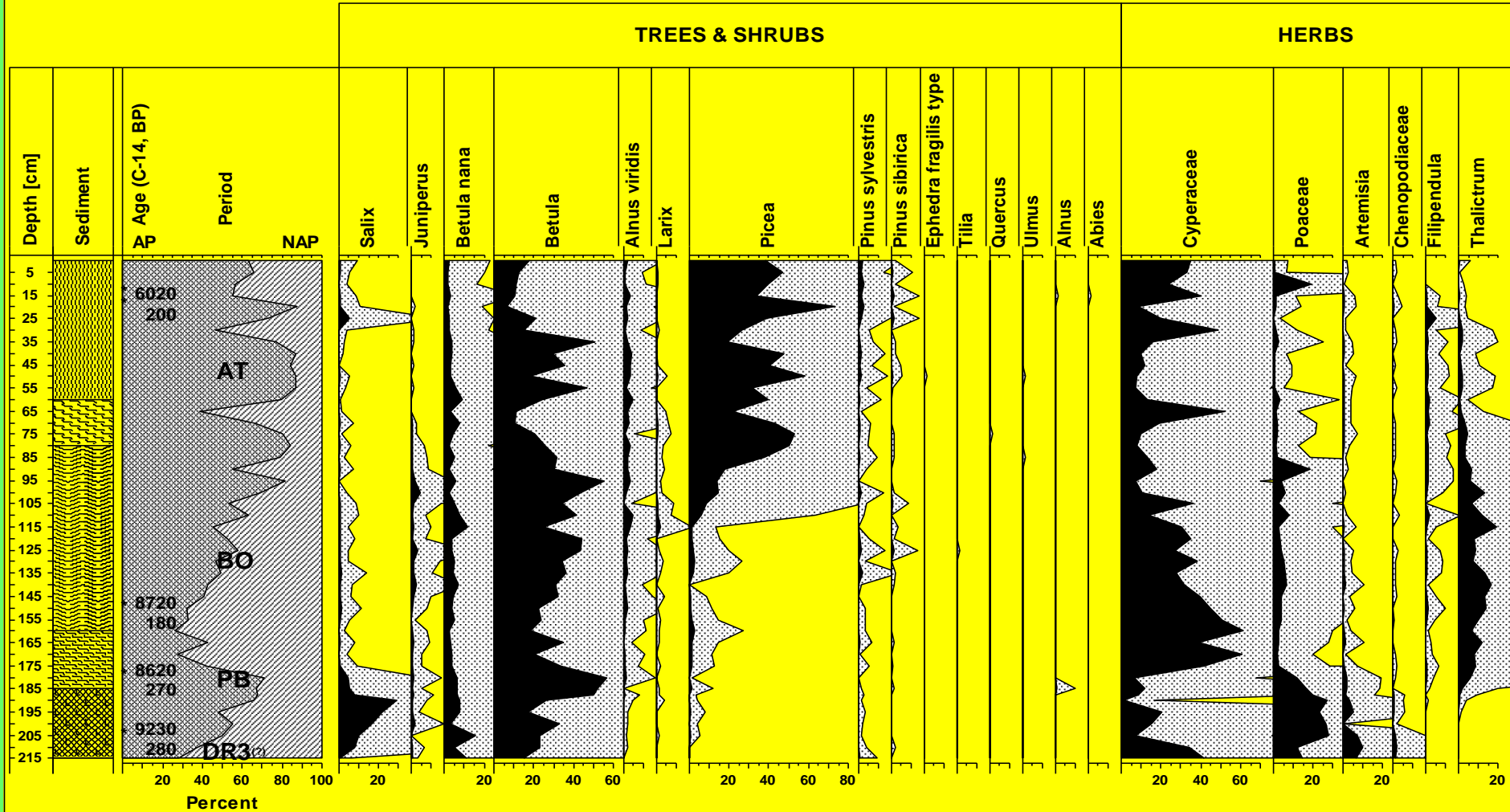
Pollenanalyst: V. Jankovska

„Chornaya gorka“ – „palsa“ – it is „bugor puchenia“.

Upper part of this „bugor“ was destroyed from the wind, water and frost erosion.

CHORNAYA GORKA - POLARNY (Profile PU-1-A); POLAR URAL Mts., RUSSIA

[67 05'N; 65 21'E; 170 m asl.]



## Holocén

Mladší část čtvrtohor = holocén – je interglaciálem. Pyloanalyticky je holocén velmi dobře prostudovaný a vzhledem k intenzivní sedimentaci rašelinišť a jezer tak máme dostatek výchozího materiálu pro pylové a další analýzy. Počátek holocénu je kladen na 8 300 BC, kdy začíná soustavné oteplování.

Holocén se dělí na několik období:

### PREBOREÁL - PB (8 300 – 6 800 BC):

PB je prvním obdobím mladších čtvrtohor. V nižších a středních polohách střední Evropy v oblasti hercynika převládá boro-březové a březo-borové porosty. Určitý podíl si však zachovaly druhy otevřených formací, tj. tundry a chladné stepi. Vodní nádrže (př. Třeboňsko, Podkrušnohoří, Dokesko a další) měly četný výskyt.



Rašeliniště v lesotundře severního Laponska (Finsko)



*Ephedra fragilis*



*Betula alba*



Kryogenní formy na rašeliništi v severním Laponsku (Finsko)

Vegetace měla boreální charakter (*Betula, Pinus*), z refugií se však rychle šířily druhy klimaticky náročnější – *Corylus, Ulmus, Quercus, Picea, Alnus*.

V karpatské oblasti (př. popradská část Spišské kotliny) byla na počátku PB ještě modřínovo-limbová (sosnová) tajga, která byla rychle vystřídána tajgou smrkovou. Uvedené dřeviny (*Larix, Pinus cembra, Picea*) měly v oblasti pod Vysokými Tatrami svá refugia – nálezy šišek, semen, jehlic apod.

Rozdíl mezi Karpatikem a Hercynikem byl podstatný (viz pylové diagramy).

Fauna: otevřené krajiny, tundrové a tajgové elementy.

Člověk: lovec a sběrač.



**Původní obydlí Laponců**



**Zásobárna Laponců**





**Březová lesotundra (švédské Laponsko, Abisko)**



**Relikty *Pinus sylvestris* u Abiska (S Švédsko)**



**Soliterní palsa (Abisko, S Švédsko)**

Foto: V. Jankovská



**Horská tundra, trus lumíků (Abisko, S Švédsko)**

## 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 a terestrické.

Rychlé osidlování původně otevřené krajiny nově se šířícími dřevinami. Charakteristickým indikátorem BO pro střední a severní Evropu má být *Corylus* (viz Krušné hory), jinde však chybí (Třeboňsko) – asi vliv stanovištních poměrů – a převládá *Pinus*. Šířily se dřeviny budoucích smíšených doubrav (*Ulmus*, *Quercus*, *Tilia*, *Acer*, *Fraxinus* – dvě poslední zatím pozvolna). V hercyniku je sporadický výskyt *Picea* a *Alnus*.

V karpatské oblasti: př. oblast pod Tatrami – převládají smrkové porosty a *Larix* a *Pinus cembra* jsou vytlačovány k horní hranici lesa.

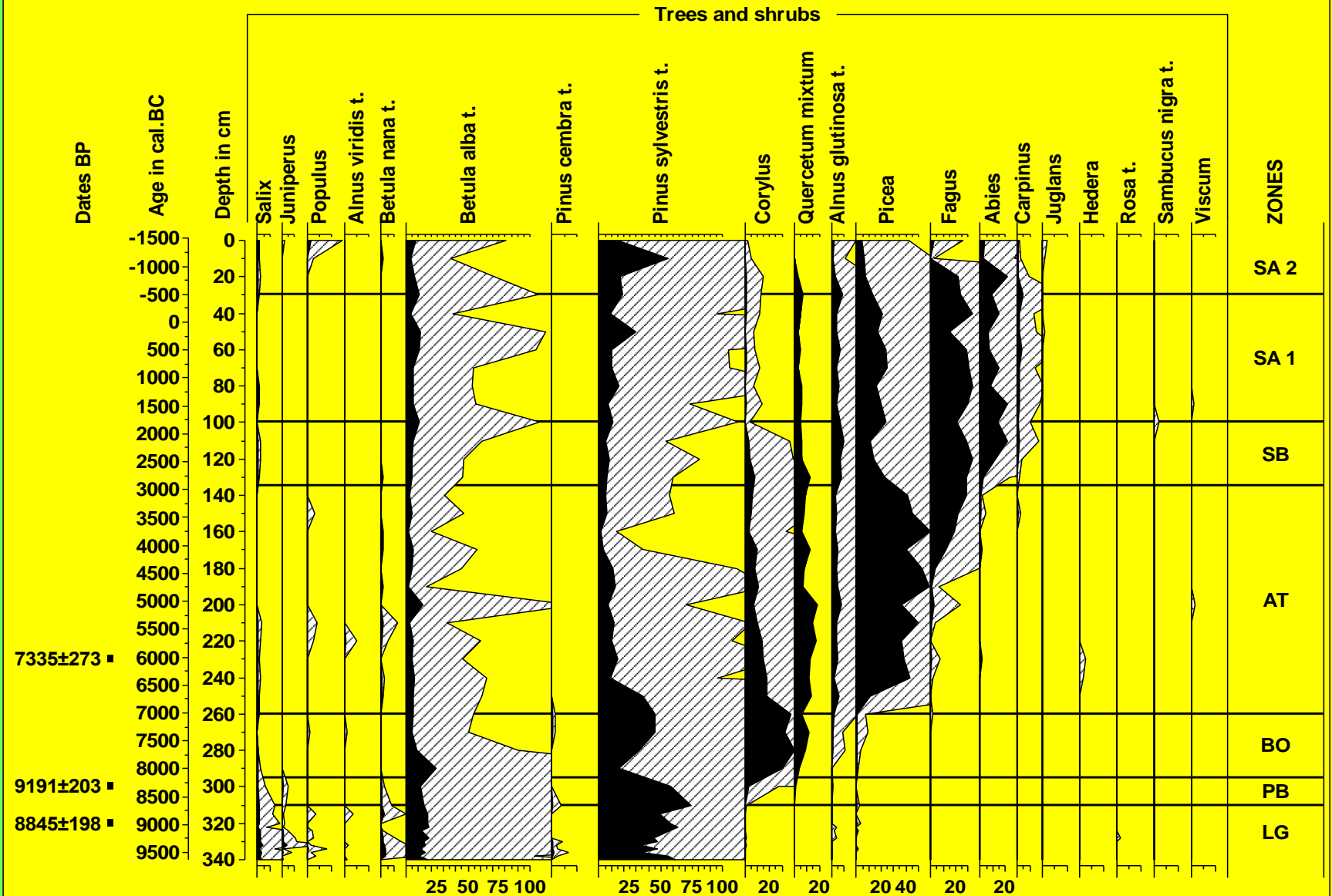
Jezerní biotopy zarůstají, menší jezera (př. lokalita Velanská cesta na Třeboňsku) jsou koncem BO již částečně zazemněna, otevřená vodní hladina však zůstává např. na lokalitě Švarcenberk do atlantika.

Ačkoli klimatické poměry byly v BO příznivé, zůstávaly ještě otevřené, nezalesněné enklávy, kde přežívala vegetace “stepo-tundry” či “tundro - stepi”.

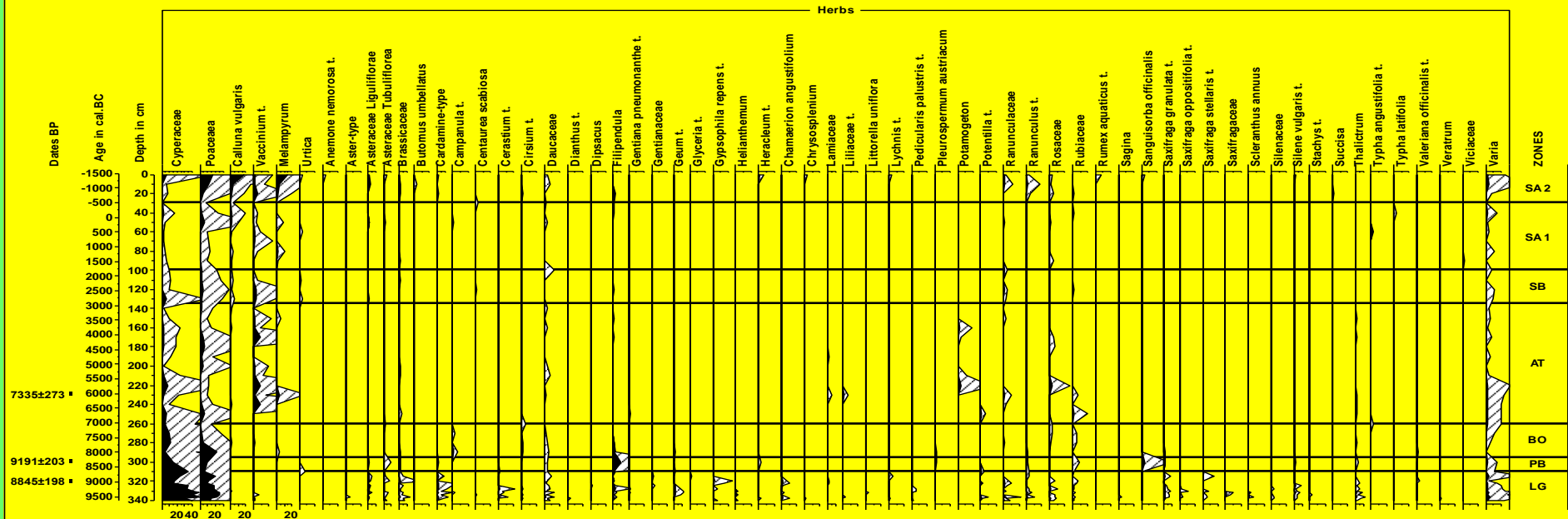
# Example of the typical vegetation succession in central Europe

FLÁJE - KIEFERN (Krušné hory Mts. - NW Bohemia)

N 50° 40' 58.6", E 13° 34' 47.5", 760 m a.s.l.

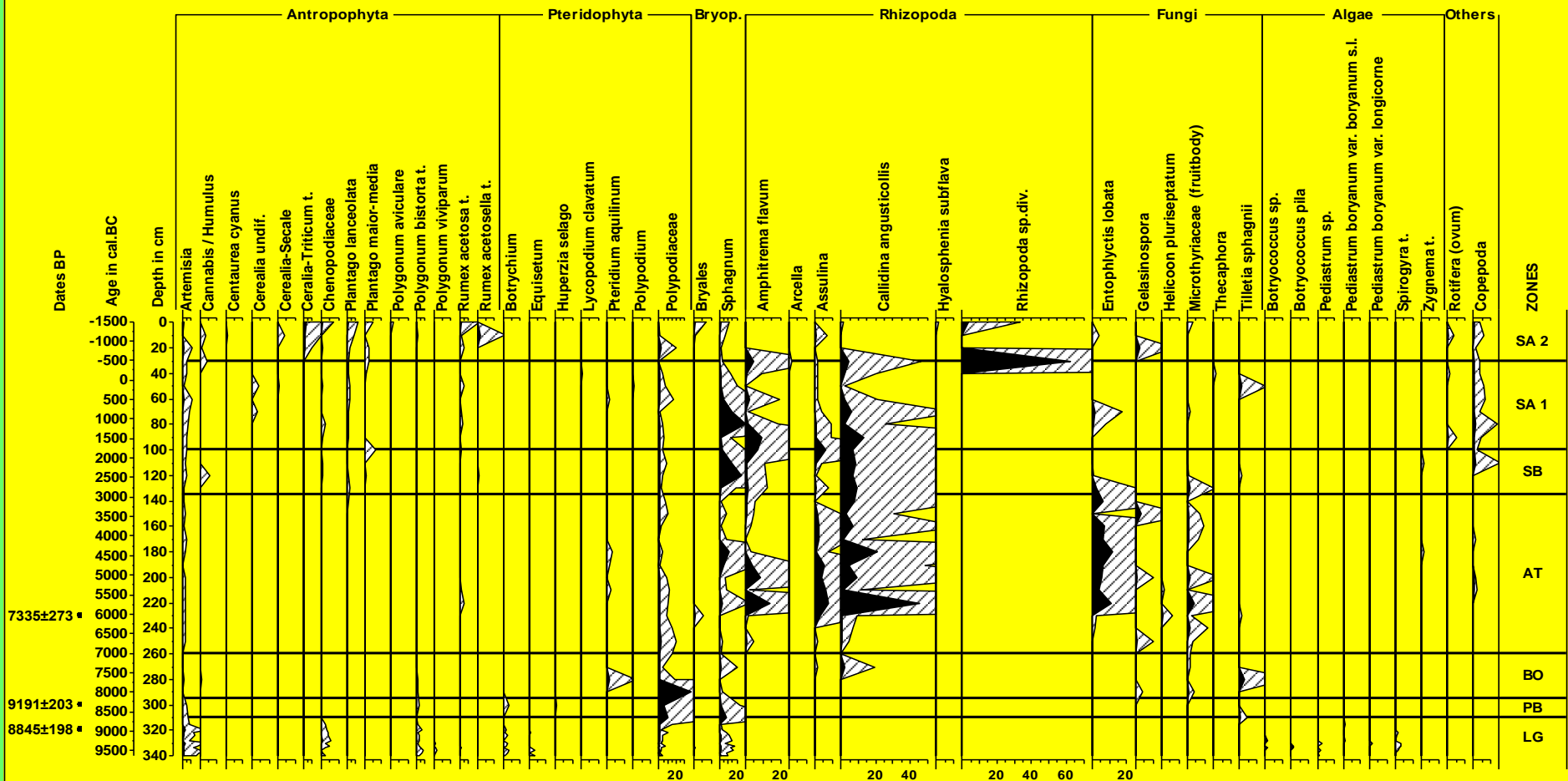


FLÁJE - KIEFERN (Krušné hory Mts.; N Bohemia)  
 N 50° 40' 58.6", E 13° 34' 47.5", 760 m a.s.l.



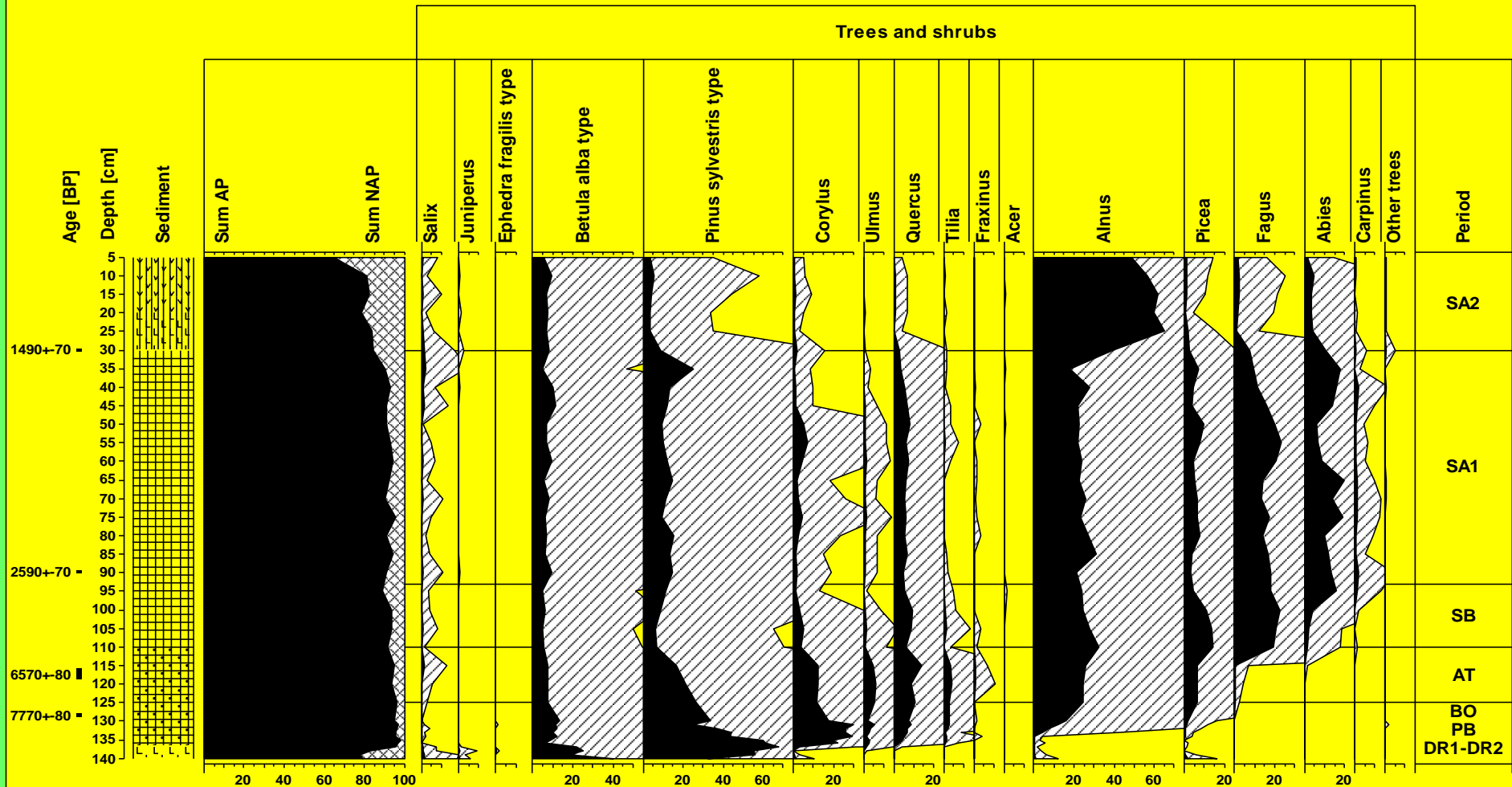
Pollenanalysis: V.Jankovská

FLÁJE - KIEFERN (Krušné hory Mts., N Bohemia)  
 N 50° 40' 58.6", E 13° 34' 47.5", 760 m a.s.l.



# Example of the typical vegetation succesion from the limnic sedimente in the Bohemian Massif

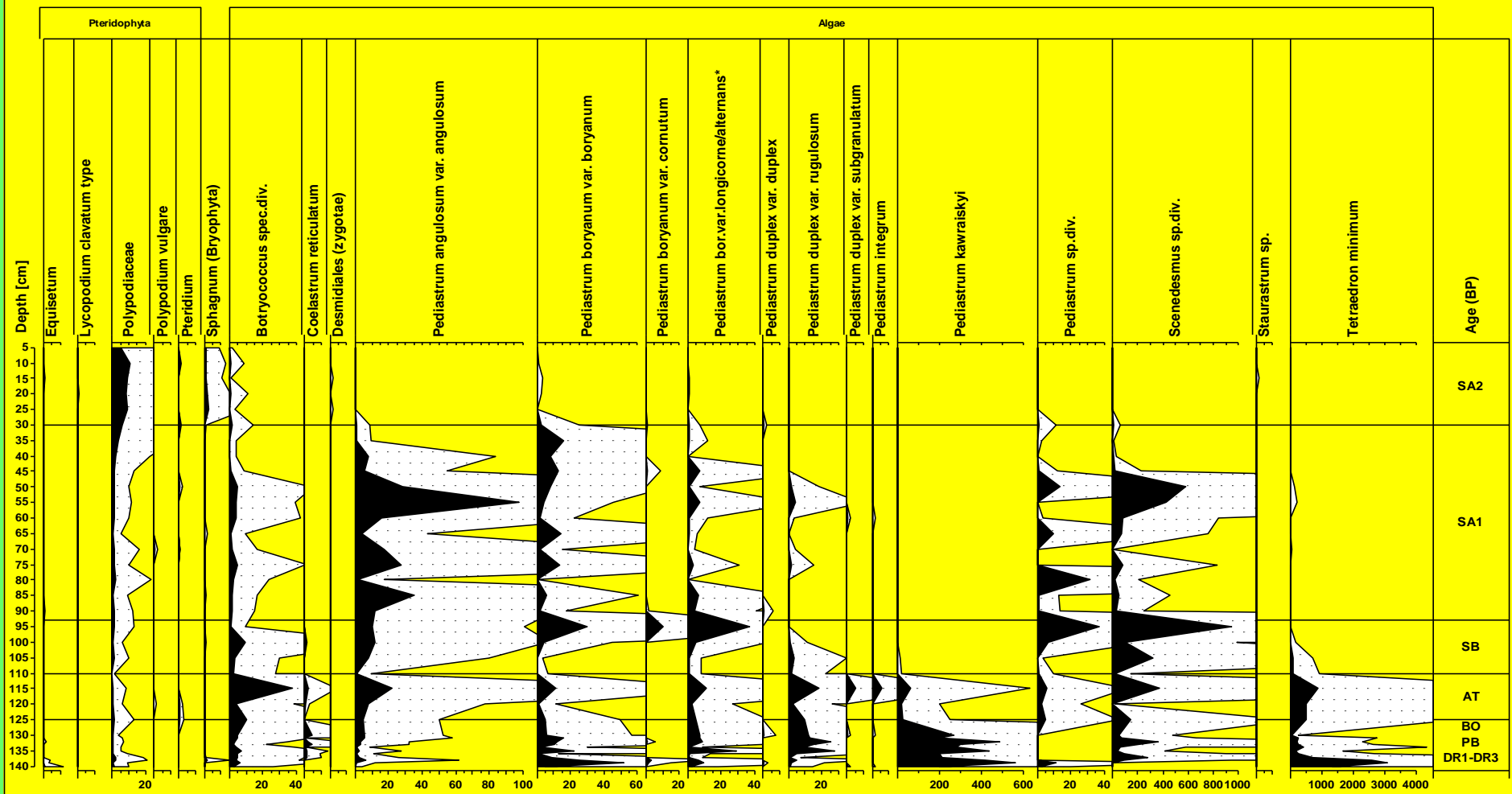
Komořanské jezero, Profile PK-1-B  
 [50 32 24 N, 13 32 04 E, 230 m a.s.l.]  
 Czech Republic [NW Bohemia]



Pollenanalyst: V. Jankovská



Komořanské jezero, Profil PK-1-B  
 (50 32 24 n, 13 32 04 e, 230 M A.S.L.)  
 Czech Republic (NW Bohemia)



Pollenanalyst: V.Jankovská



# Labský důl Valley – (N Czech Republic) Krkonoše Mts - Bohemian Massif:

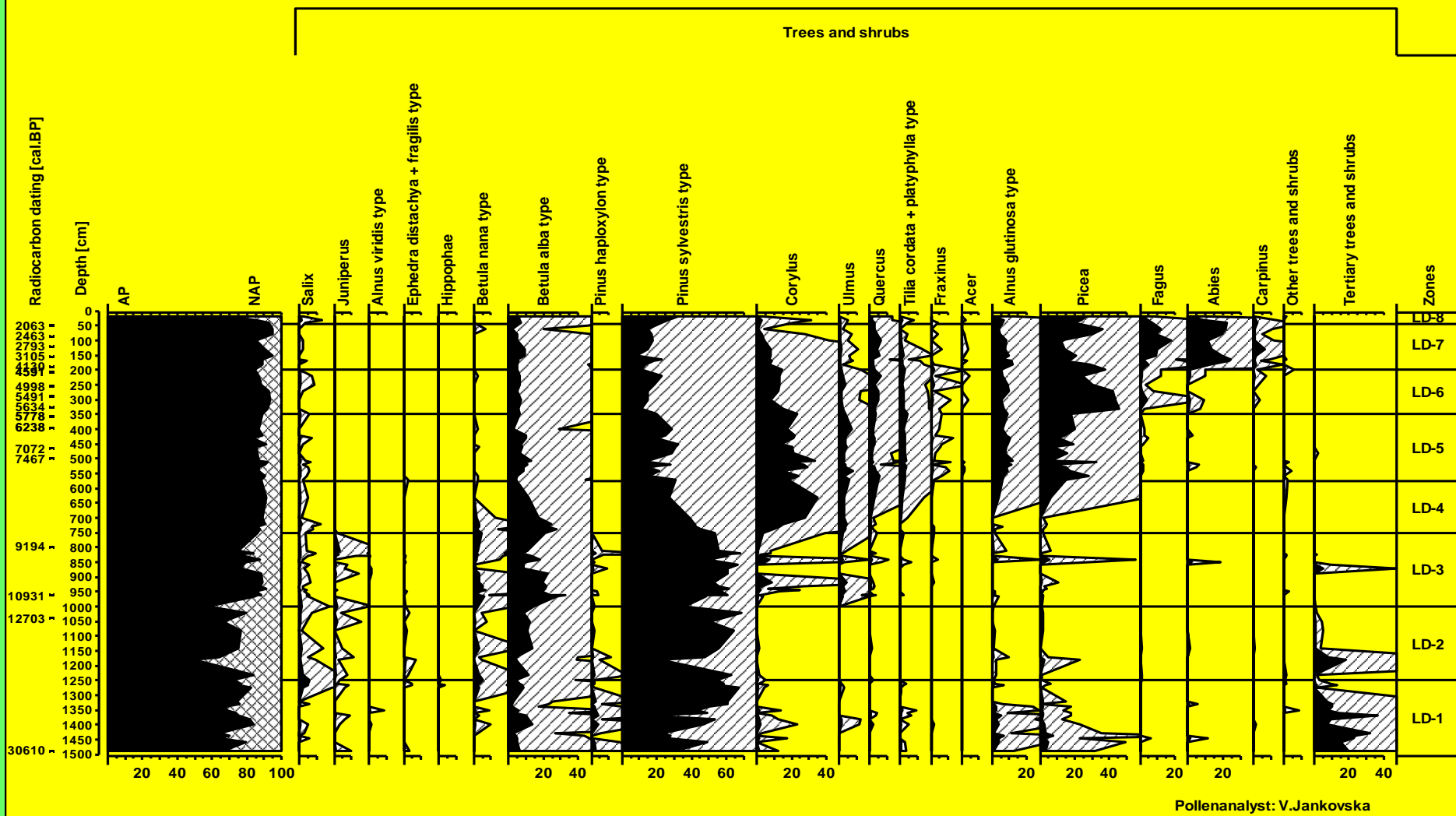
## Example of Late Glacial and Holocene vegetation succession and older palynomorphs redeposition

Labsky dul Valley, Profile LD II., Krkonose Mts., Czech Republic

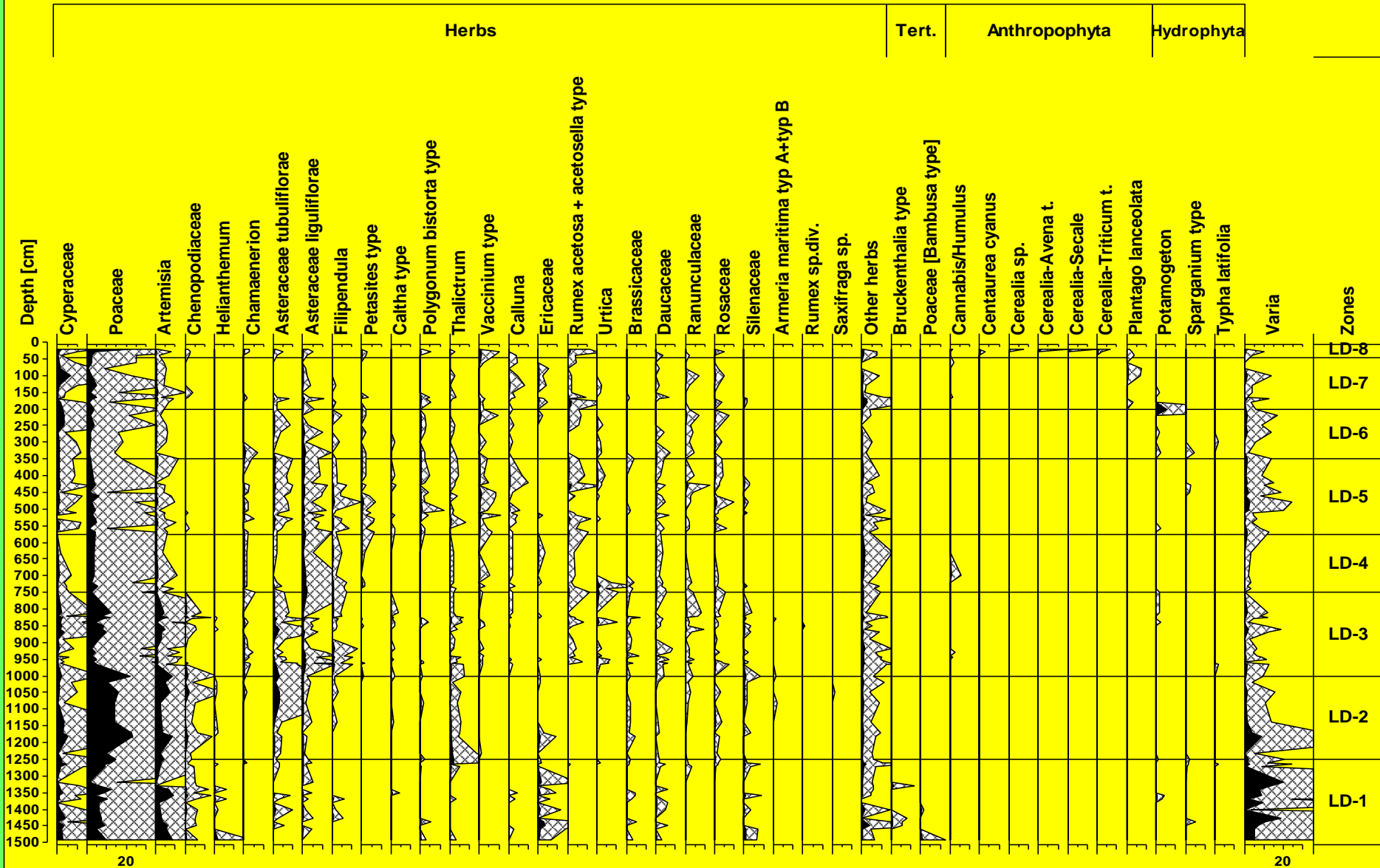
[50°46' N; 15°33' E; 1030 m a.s.l.]

Simplified pollen diagram

1.part



Pollenanalyst: V.Jankovska

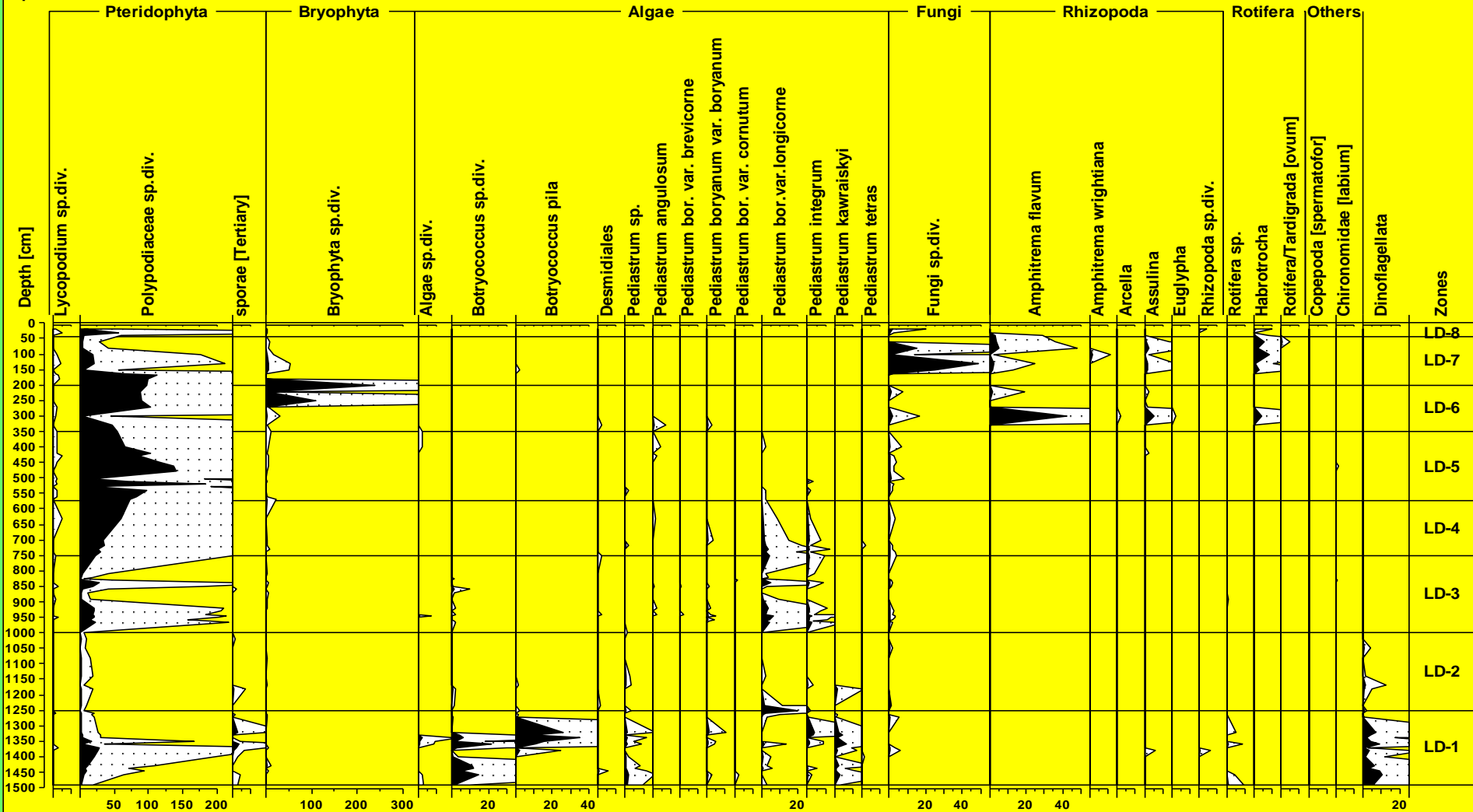


Labský důl Valley, Profile LD II., Krkonoše Mts., Czech Republic

(50°46' N; 15°33' E; 1030 m a.s.l.)

Simplified pollen diagram

3.part



Pollenanalyst: V.Jankovská

**Fauna:** šíření lesa omezuje výskyt boreální fauny a podporuje šíření faunistických elementů lesních.

**Člověk:** mezolitik – lovec, rybář, sběrač.



Rybáři v tundře severního Jamalu



Lipani



Sběr *Vaccinium uliginosum* (vlochně) v lesotundře severního Jamalu

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

Děleno na starší (AT 1) a mladší (AT 2). Oteplování a zvlhčování klimatu, AT 2 = klimatické optimum holocénu. Šíření lesní vegetace. Skladba lesů pestrá, zastoupeny téměř všechny dřeviny (vyjímka částečně *Fagus*, *Abies*, *Carpinus*) současného střeoevropského lesa (v ČR) a dokonce vyšší výskyt klimaticky náročnějších dřevin než v současnosti (*Hedera*, *Taxus* – ten více v oceáničtěji laděných oblastech, podobně jako *Ilex*). Větší výskyt *Viscum*. V nižších a středních polohách vysoké zastoupení smíšených doubrav, od středních poloh s podstatnou účastí smrku i olše.

**Vegetační pásy byly posunuty výše než dnes (200 – 300 m ?).  
V horských oblastech se šířil smrk, který v karpatské oblasti  
převládal i v kotlinách. Vegetace otevřené krajiny byla silně  
potlačena. Jejimi refugii mohla být v hercyniku rašeliniště,  
extremní biotopy skal a mnohé biotopy v teplých regionech.  
V hercyniku byly patrně v AT 2 zalesněny i vrcholy našich hor a  
reliktní druhy byly značně omezeny ve svém výskytu.**

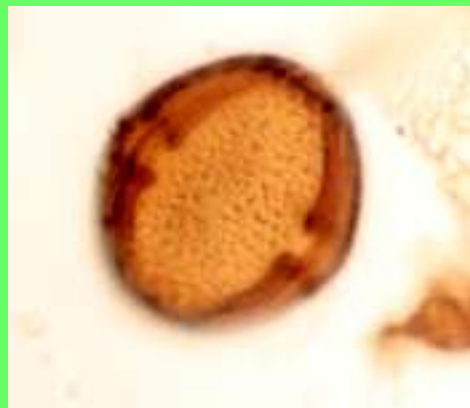
**V AT pronikaly z jižní Evropy do střední další klimaticky náročné  
druhy. Kromě buku, který se u nás začal více šířit v mladším  
atlantiku, pronikla na většinu území ČR koncem AT 2 i jedle.**



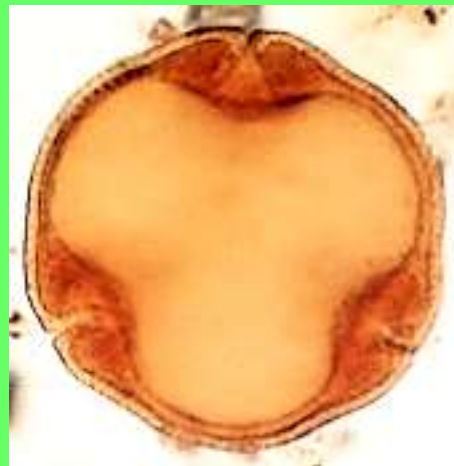
Rašeliniště v Estonsku, obdoba situace v AT Třeboňska



*Viscum*



*Hedera*



*Tilia*



*Picea*

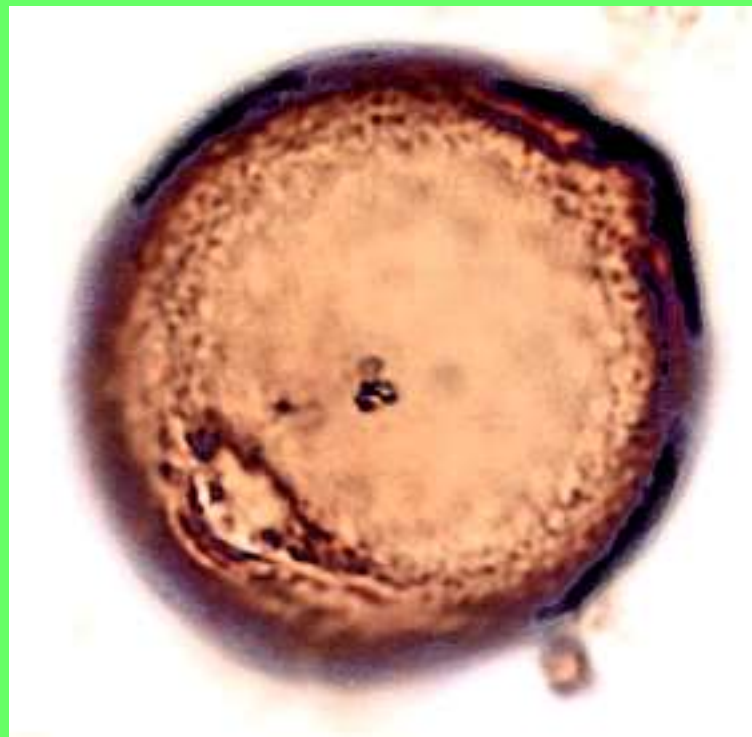
## SUBBOREÁL - SB (2 500 BC – 800 BC)

Mírně se ochladilo a vzrostla kontinentalita. Začaly ustupovat dřeviny smíšených doubrav, stále se šířil smrk a především buk a jedle. Zvláště u jedle došlo v SB k prudkému šíření. Vytvářelo se buko – jedlové a jedlo – bukové pásmo.

V nižších polohách byla vegetace silně ovlivňována člověkem. Ve vyšších polohách však vývoj vegetace probíhal stále nerušeně. Do dřívě neosídlených oblastí pronikl člověk hlavně podél vodních toků a jejich okrajů.

Do subboreálu spadá např. doba bronzová.

*Fagus*





## Starší subatlantikum – SA1 (800 BC – 6 / 13. století AD)

SA 1 je období, kdy většina středoevropských lesních porostů měla stále převážně přirozený charakter. V pylových diagramech z ČR se projevuje převaha jedle, buku a smrku. Tyto dřeviny tvořily klimaxová společenstva ve středních a vyšších polohách, zatímco v nižších polohách měly ještě značný rozsah smíšené doubravy, ovšem pouze tam, kde nedošlo k většímu antropickému ovlivnění. Důležitou složkou lesa byl v SA 1 *Carpinus* a celé období je v pylových diagramech charakterizováno i zvýšeným výskytem antropogenních indikátorů, ukazujících na přítomnost člověka v bližší či větší vzdálenosti. Jde o staré sídelní oblasti. Ze skladby lesních společenstev SA 1 vycházíme při paleorekonstrukci původních lesů té které oblasti. Srovnáním výsledků pylových analýz, typologicko-stanovištních map, biogeografické mapy a rekonstrukční geobotanické mapy i historického průzkumu lesa docházíme k objektivnějšímu pohledu na původní skladbu lesa i tvárnosti určité krajiny.

## Mladší subatlantikum - SA 2 (6 / 13. století AD až dodnes)

SA 2 je období, kdy vegetace i krajina byla pod stále vzrůstajícím vlivem člověka. Antropické ovlivnění převládalo nad ovlivněním klimatickým. V pylových diagramech lze sledovat pokles pylových křivek všech základních lesních dřevin, vzestup křivek dřevin pleveňných (bříza) i borovice, dřevin indikujících druhotné prosvětlení pastvou – jalovec, odlesněním aluvií – vrby, šetřením 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.

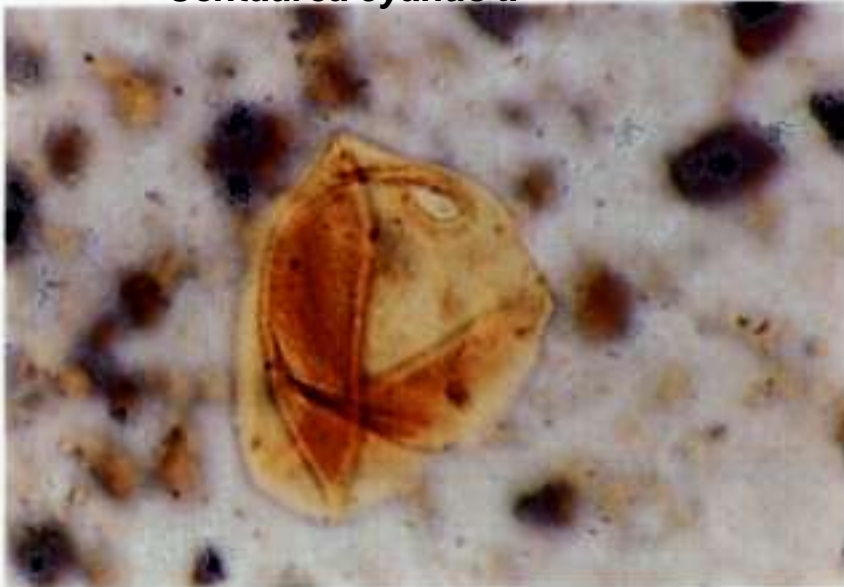
**Pylové a nepylové objekty vázané na přítomnost a činnost člověka**



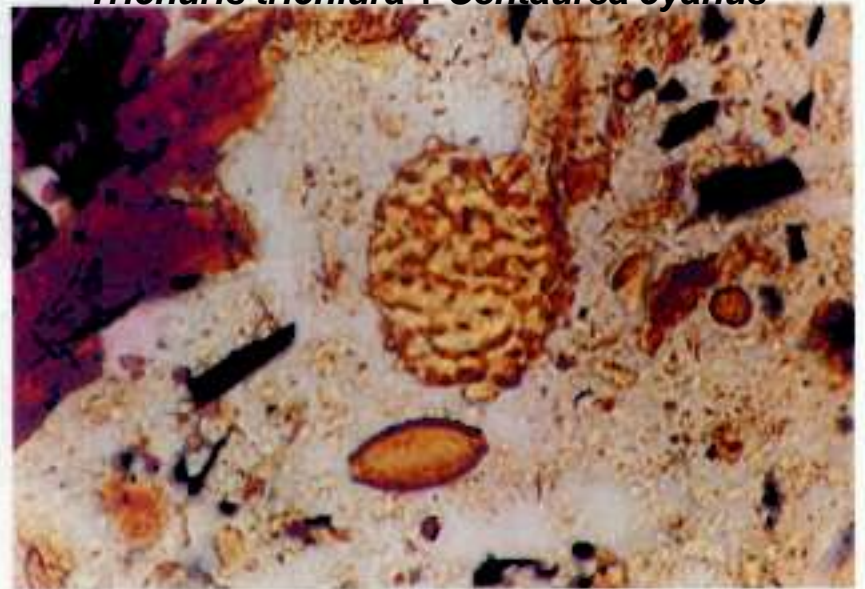
***Centaurea cyanus t.***



***Trichuris trichiura + Centaurea cyanus***



***Triticum t.***



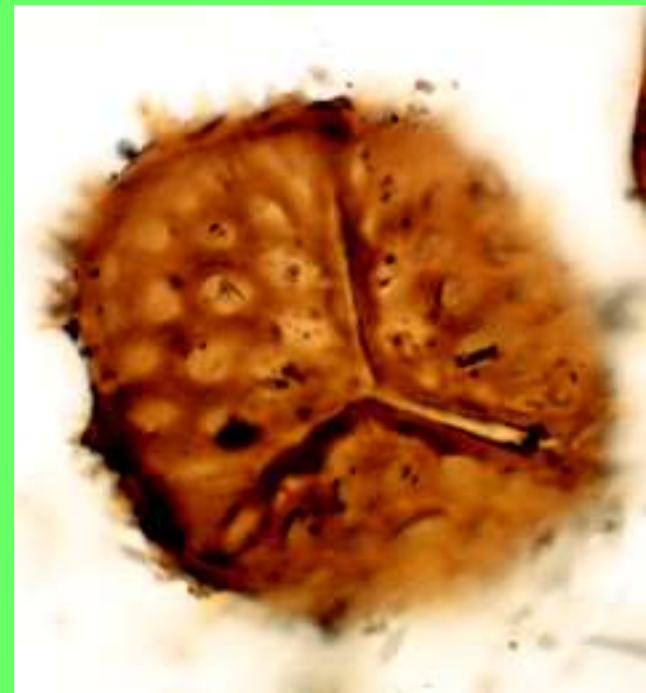
***Trichuris trichiura + Ascaris***



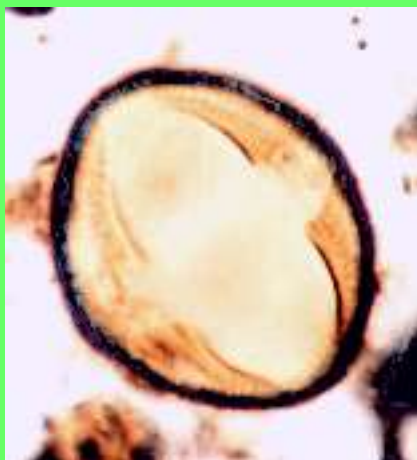
***Secale + Fagus***



**Synantropní vegetace u obydlí  
Chantů, jižní Jamal**



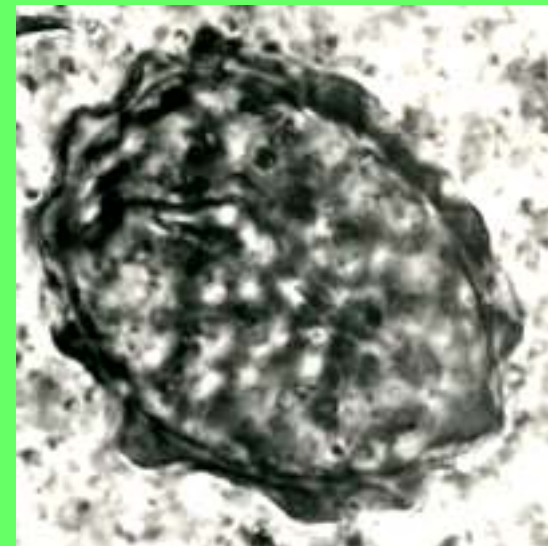
***Anthoceros punctatus***



***Mercurialis annua***

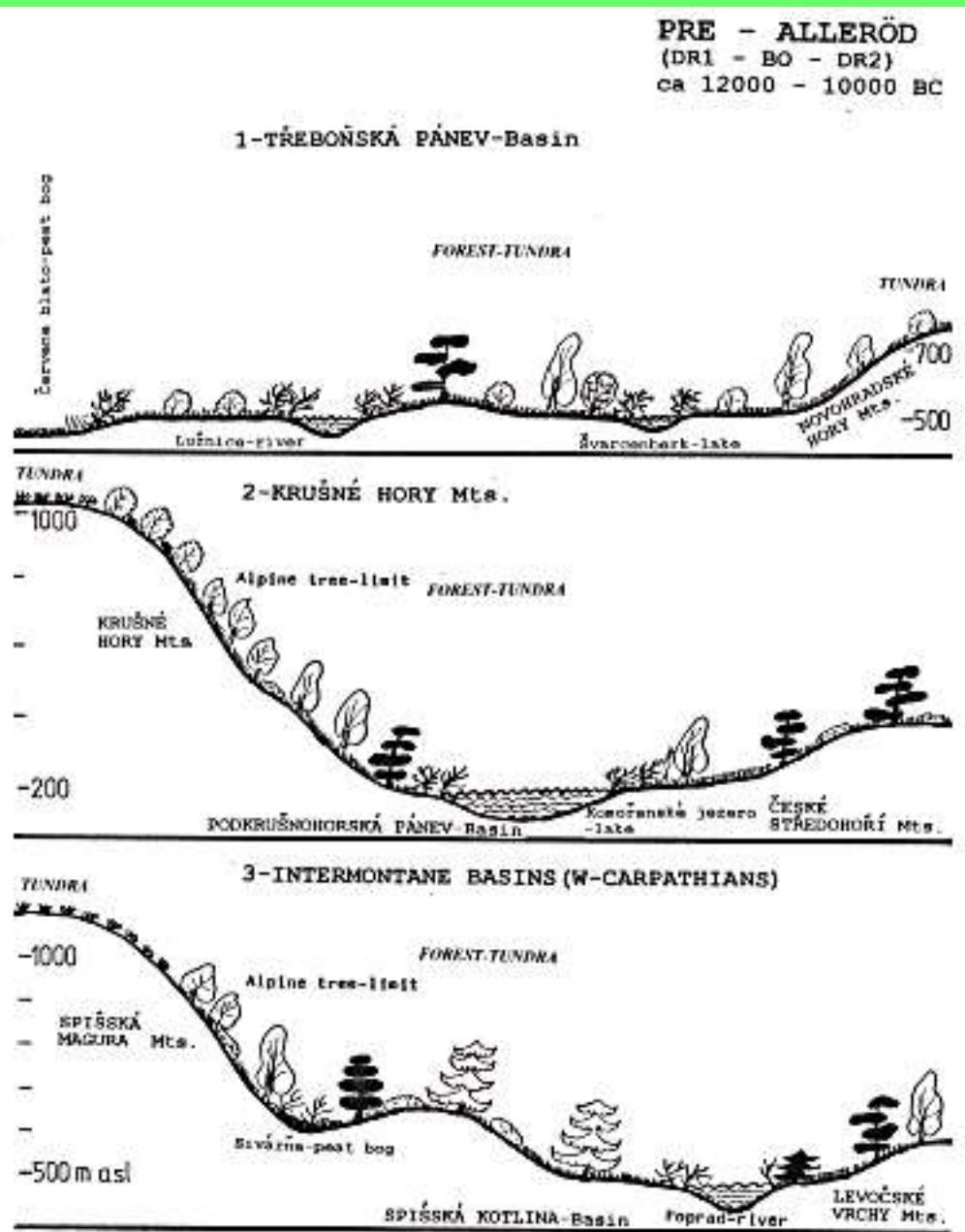


***Fagopyrum***



***Ascaris***

# Srovnání paleorekonstrukce vegetačních poměrů pro tři odlišné oblasti

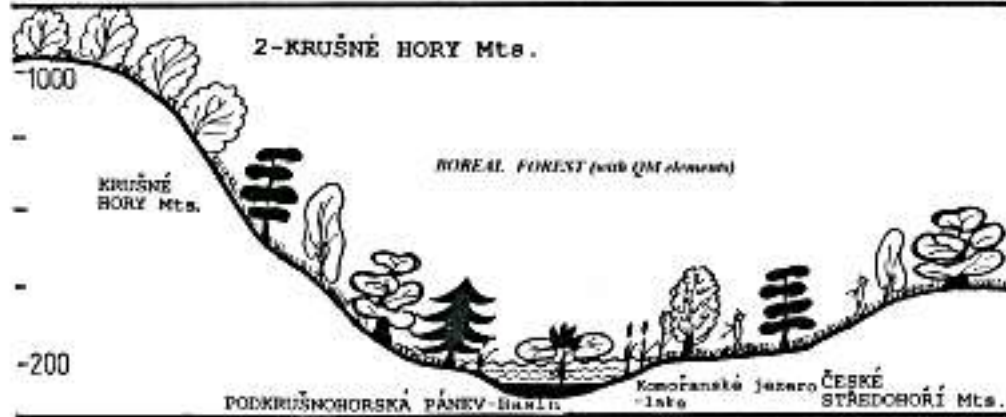


**BOREAL**  
(BO)  
ca 6800 - 5500 BC

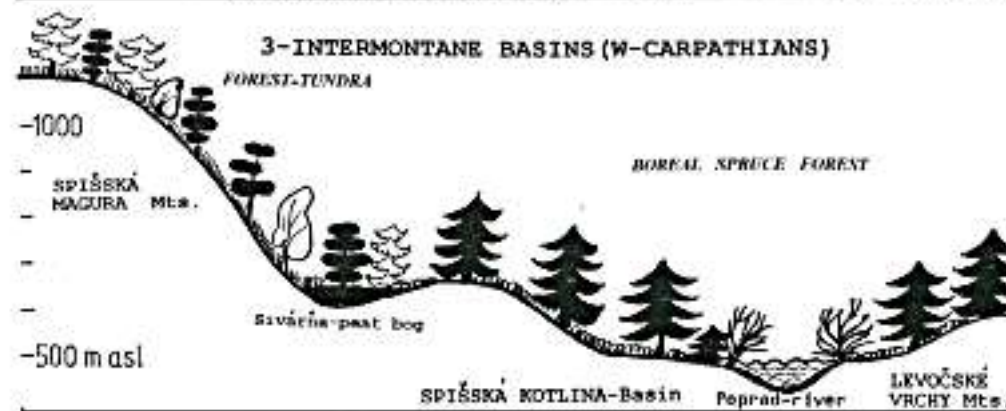
1-TREBOŇSKÁ PÁNEV-Basin



2-KRUŠNÉ HORY Mts.



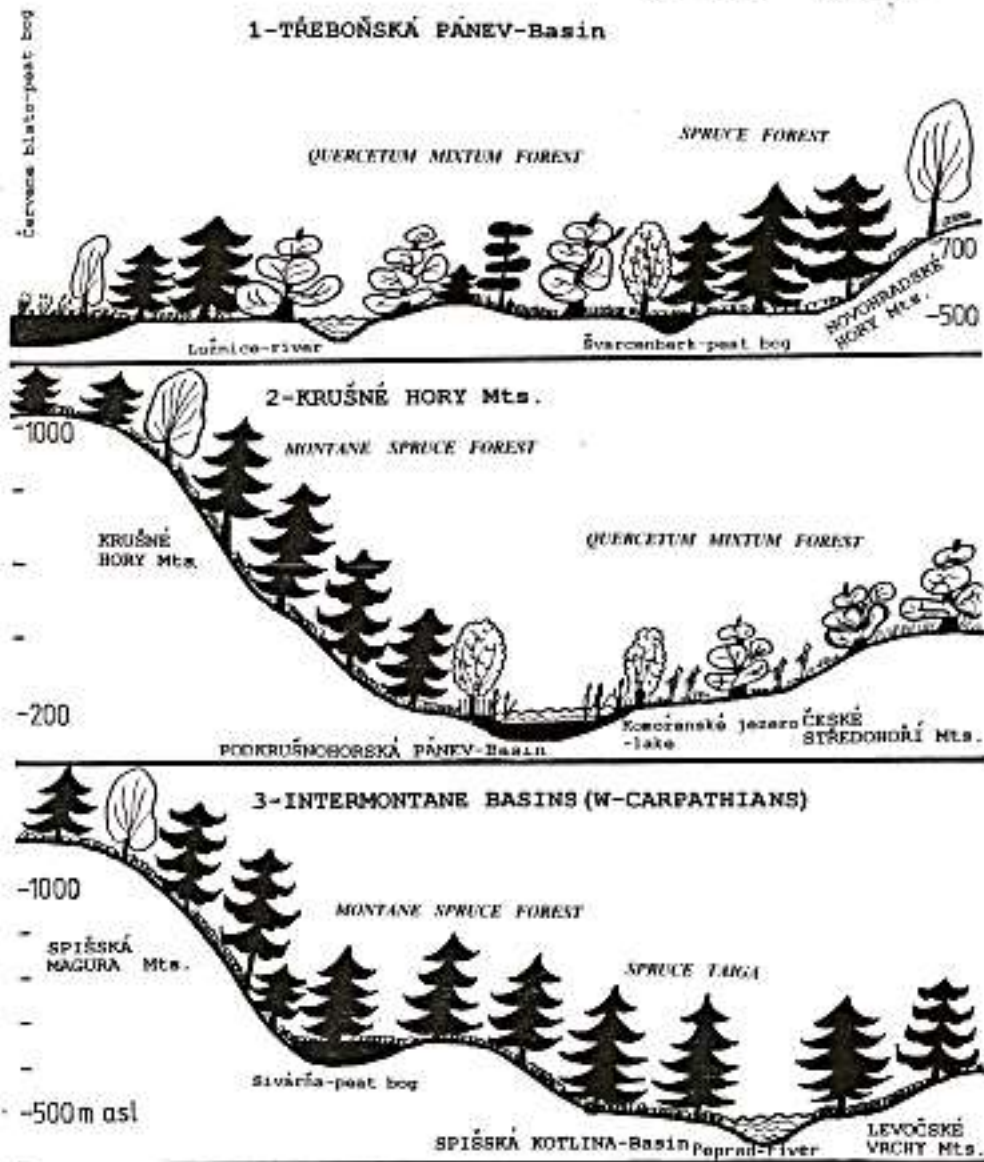
3-INTERMONTANE BASINS (W-CARPATHIANS)



# LATE ATLANTIC

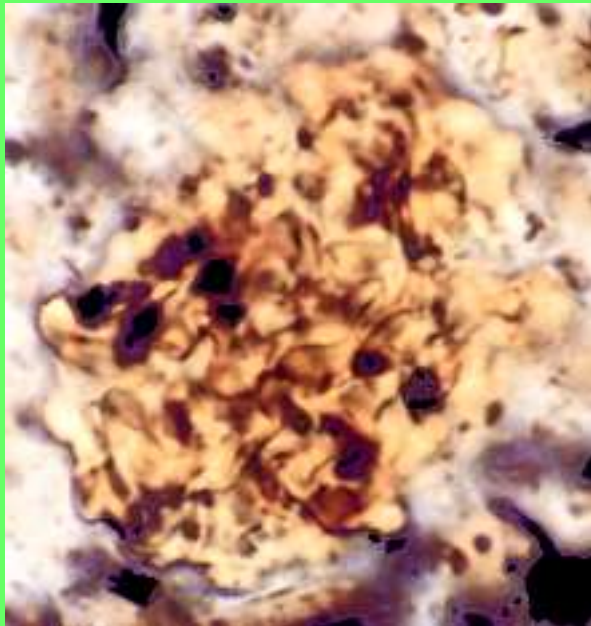
(AT 2)

ca 4000 - 2500 BC



## Archeologie a pyloanalytický výzkum

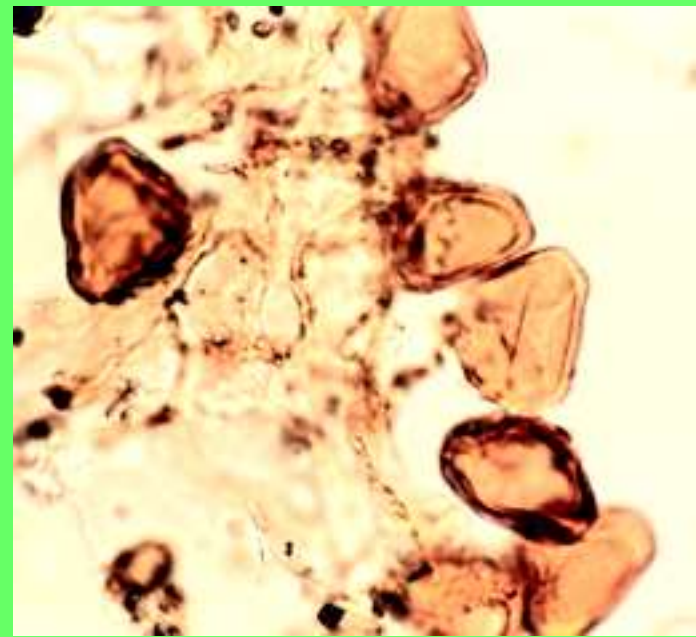
Rekonstrukce životního - přírodního prostředí. Rekonstrukce využívání jednotlivých rostlin i způsobu hospodaření v krajině, sociálně-hygienické poměry. Zdrojem informací jsou tzv. “antropogenní sedimenty”, tj. výplně odpadních jímek různého původu a funkce, studní i uloženiny “kulturních vrstev” v archeologických objektech. Vedle pylu a spór indikujících synantropizaci a eutrofizaci, vypovídají o sociálně-hygienické situaci např. i nálezy obalů vajíček parazitických červů a v pylových preparátech antropogenních uloženin se vyskytuje celá řada specifických mikroobjektů, u nichž často doposud neznáme jejich původ.



*Ascaris* sp.



*Trichuris* cf. *trichiura*



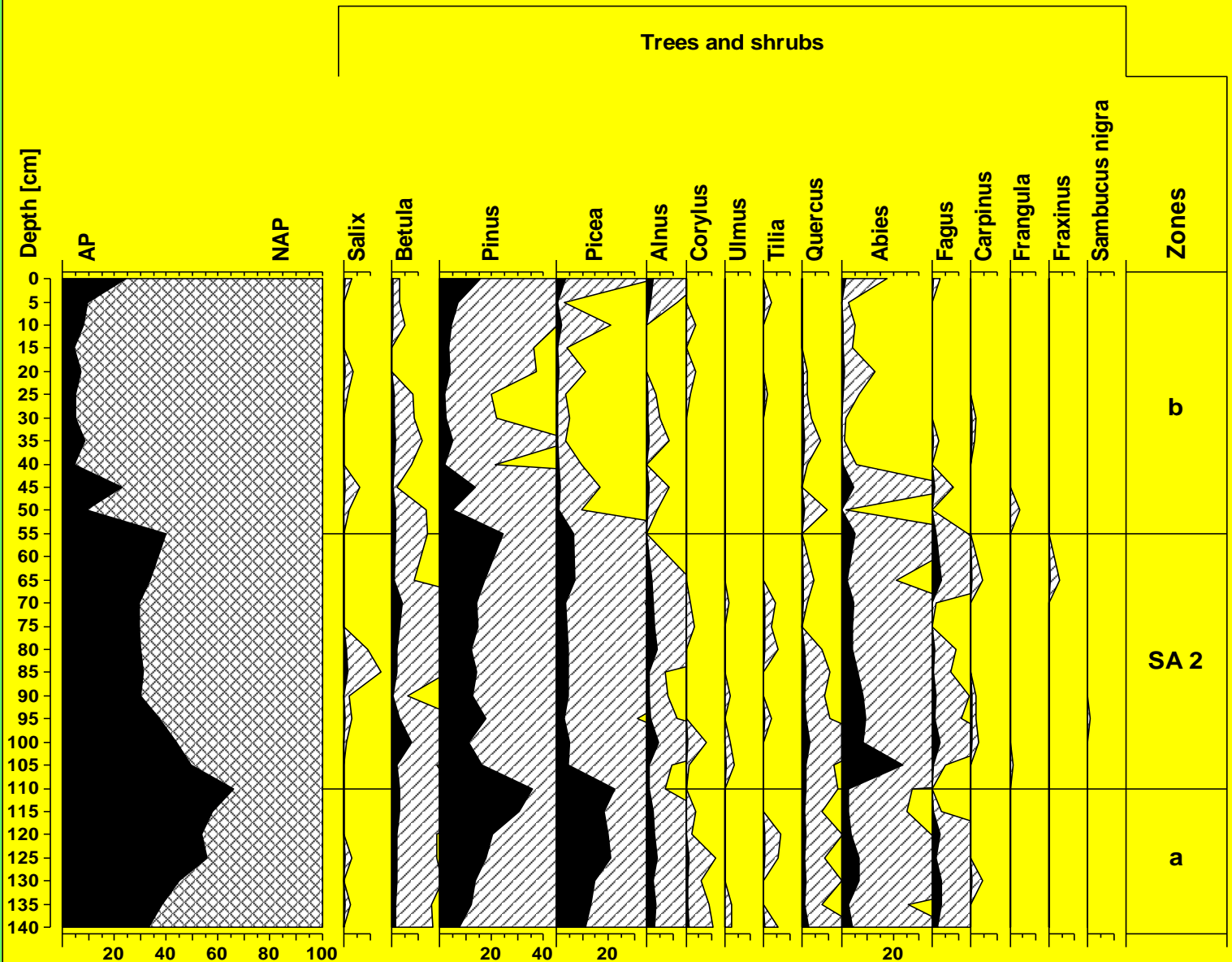
*Myrtus* t.



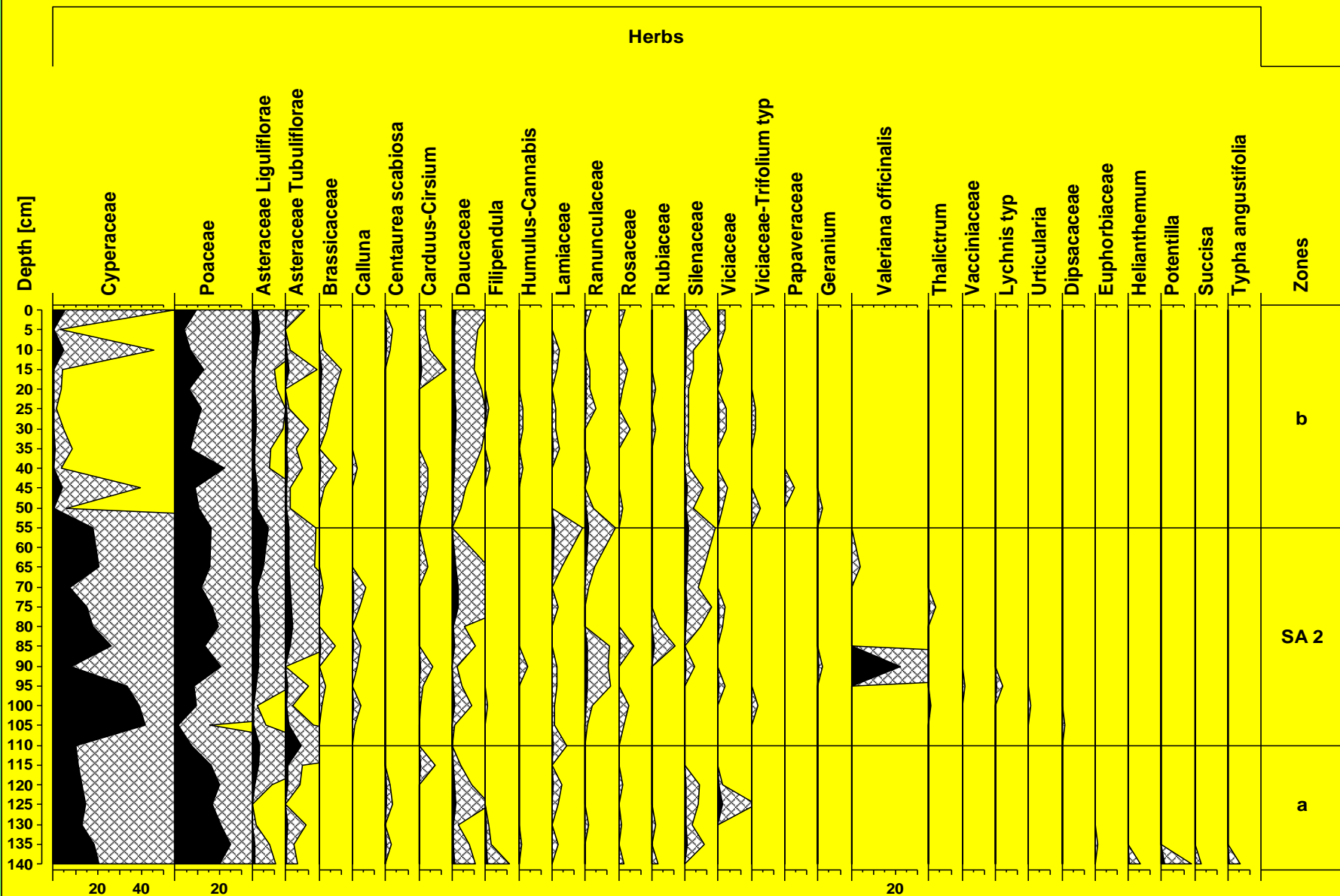
MOST, Profile PK-2-A [50°30'N; 13°30'E; 225 m a.s.l.]

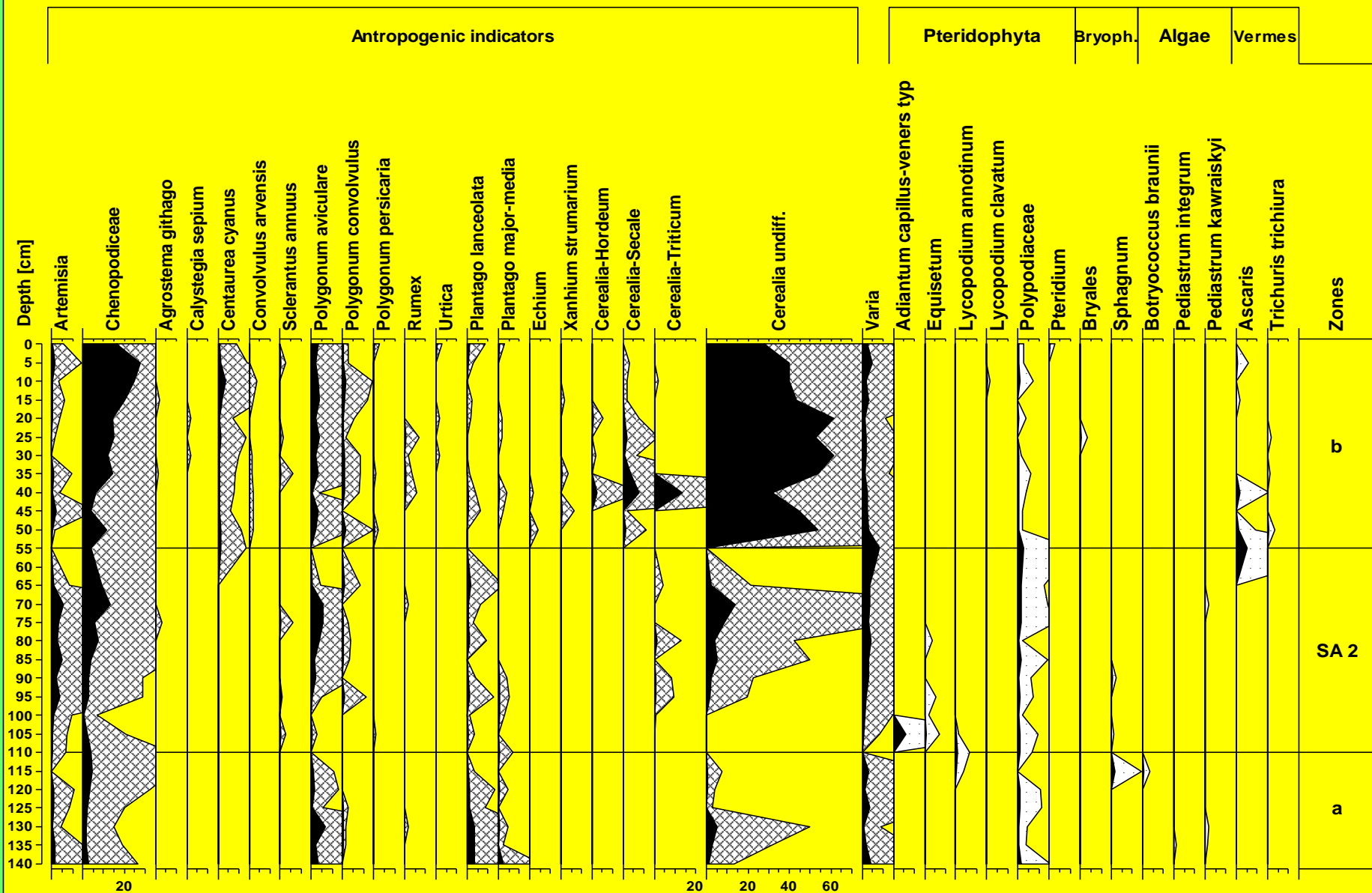
Czech Republic, NW Bohemia

1.part



Pollenanalyst: V. Jankovska





## Determinace a interpretace tzv. “nepylových objektů” (“extra-fossils”)

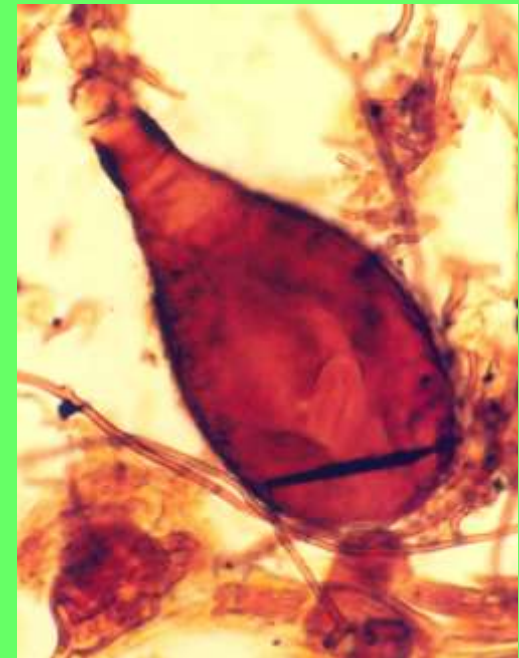
Do této skupiny patří např. *Rhizopoda*, *Rotatoria*, *Tardigrada* a další objekty za živočišné říše. Z říše rostlinné pak především řasy, houby apod. Determinace jednotlivých objektů, které se v pylových preparátech objevují, může, při správné interpretaci, v mnoha případech značně pomoci k upřesnění “paleorekonstrukce”. Jako příklad lze uvést využití nálezů kokálních zelených řas.



*Assulina* sp.



*Amphitrema flavum*



*Habrotrocha* sp.

# NEPYLOVÉ OBJEKTY

Foto: V.Jankovská

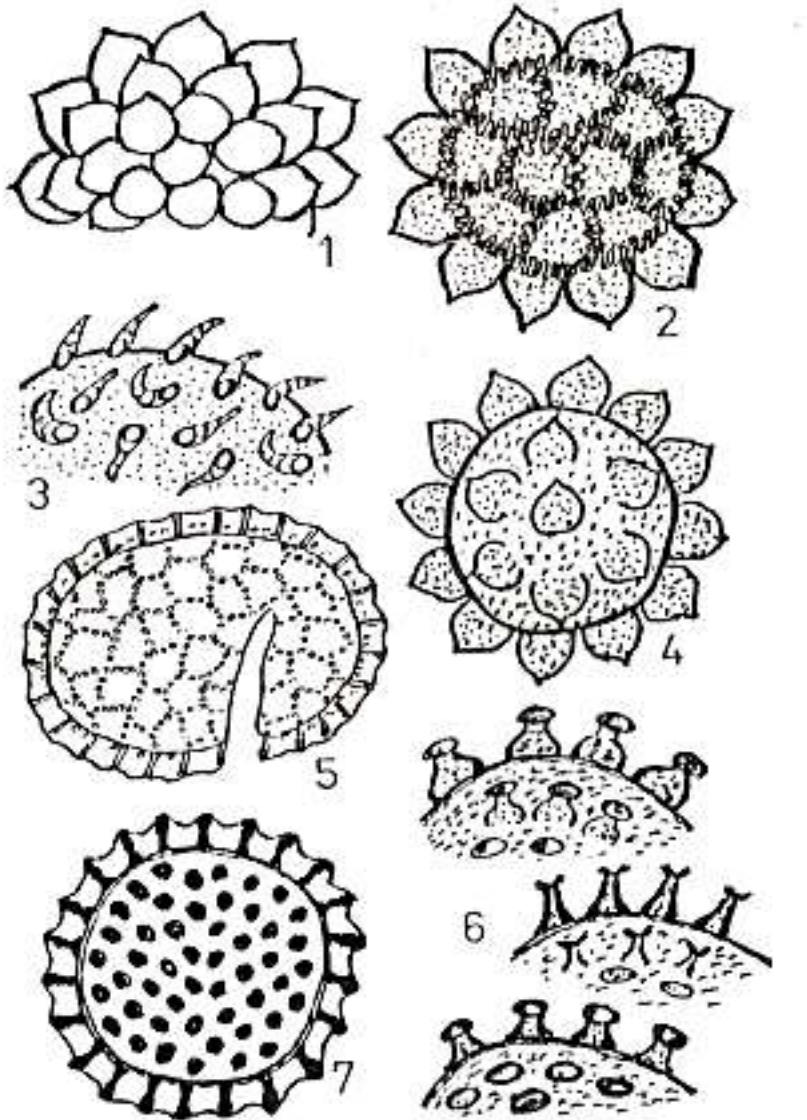
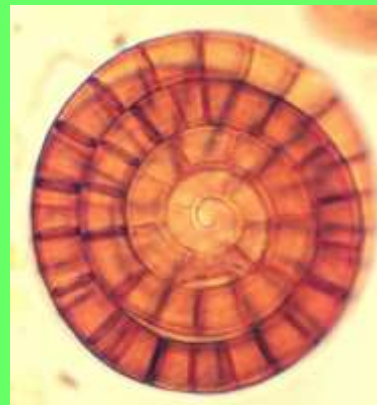
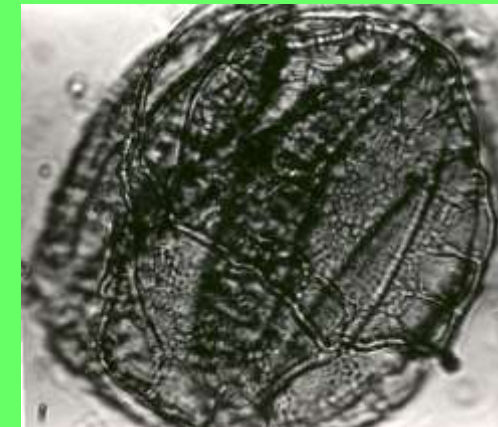


Fig. 1/ 1-7: Eier von Tardigrada (Vergrößerung: siehe Angaben im Text); 1 - *Macrobiotus ambignus* Typ, 2 - *M. areolatus richtersi* Typ, 3 - *M. coarctatus ischaicus* Typ, 4 - *M. lacustrisulphi erlichsonianus* Typ, 5 - *M. subericus* Typ, 6 - *M. fastidius* Typ, 7 - *M. antecurvatus* Typ.  
 (Zeichnungen 5 und 7 wurden nach dem Manuskriptmaterial T.A. BLYACHARCHUKS bearbeitet).

**Tardigrada (vajíčka)**



**Helicoon sp.**



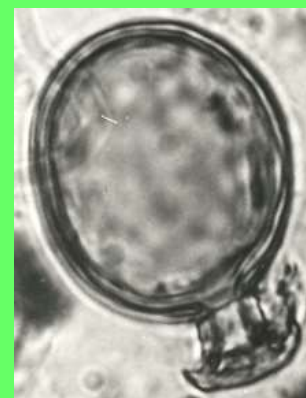
**Fillinia longiseta**



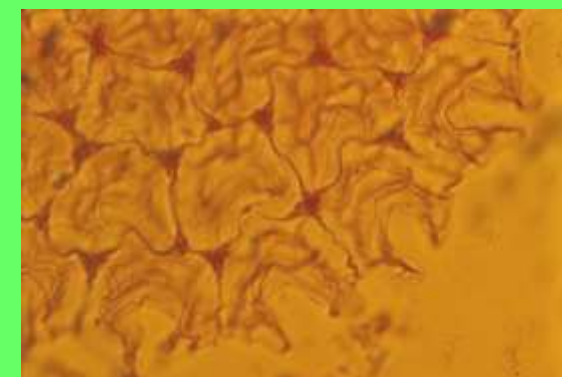
**Část živočicha sp.**



**Microthyrium**



**Vermes?**



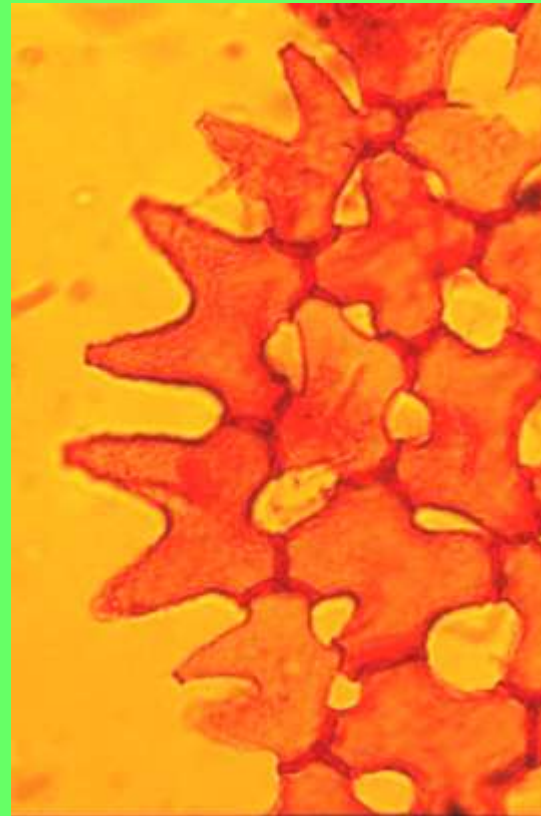
**Pediastrum angulosum**

## PALEOALGOLOGIE

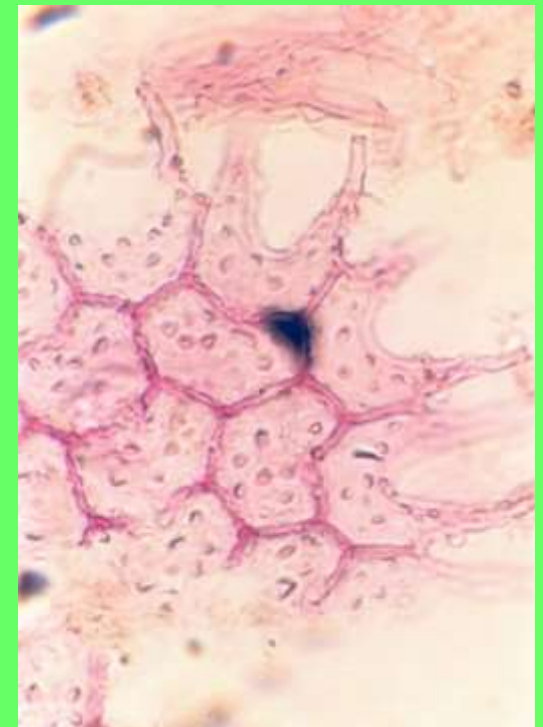
V sedimentech, které mají svůj původ ve vodním prostředí, nalézáme vedle pylových zrn a spór vodní řasy. Jejich determinace nám umožní paleorekonstrukci vodního prostředí, které na studované lokalitě v době sedimentace bylo. Rekonstruovat můžeme trofii a teplotu tehdejšího vodního prostředí. Zachovávají se objekty ze skupiny řas, které mají blánu buněčnou tvořenou sporopoleniny, podobně jako pylová zrna a spóry.



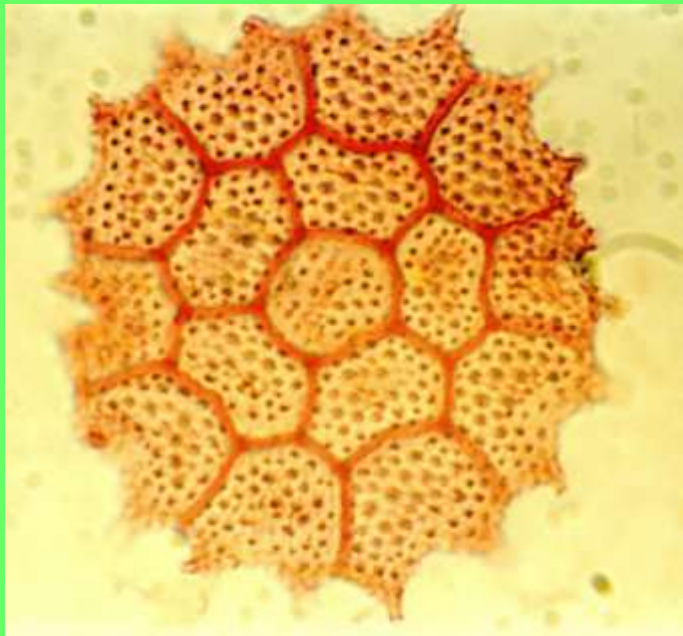
*Pediastrum simplex*



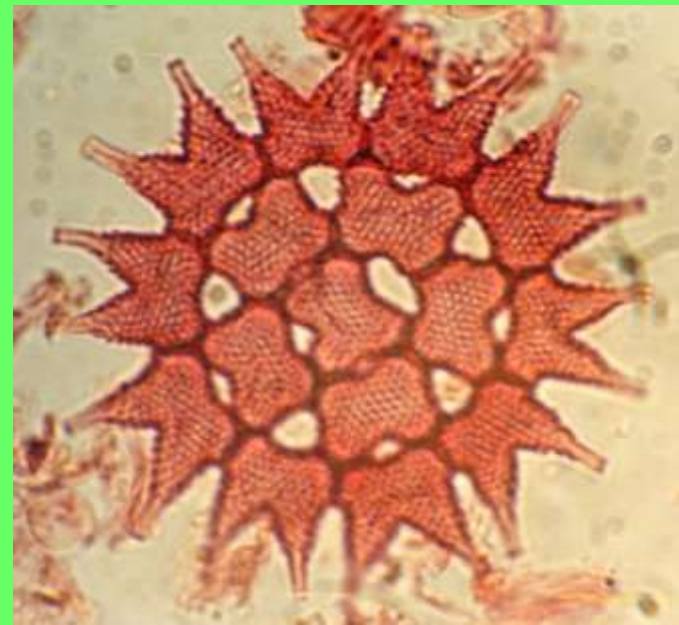
*P. duplex* var. *rugulosum*



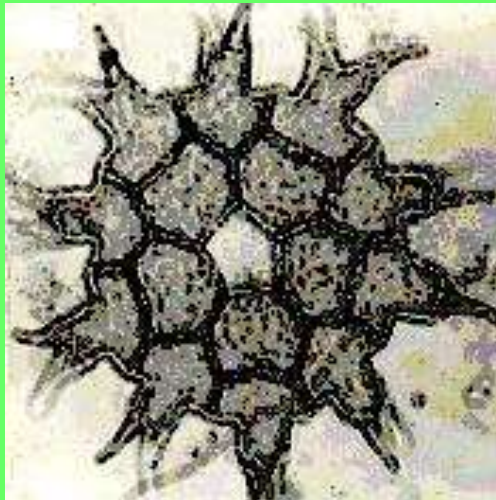
*P. boryanum* var. *longicorne*



*Pediastrum boryanum* var. *boryanum*



*Pediastrum boryanum* var. *cornutum*



*Pediastrum kawraiskyi*



*Pediastrum integrum*

## Lesnická praxe a výzkum

Výsledky pylové a makrozbytkové analýzy mohou upřesnit závěry lesníků o původní skladbě dřevin v jednotlivých regionech. Zvláště cenné jsou tyto informace v oblastech silně antropicky pozměněných, kde navíc chybí i výsledky historického průzkumu lesa a nelze se opřít ani o závěry typologicko-stanovištního průzkumu.



Foto: V.Jankovská

Foto: V.Jankovská

Podzim v tajze, poloostrov Kola



Foto: R.Hedl

Smíšená doubrava z jižní Moravy



Pylová analýza rovněž pomáhá geologům, geografům a dalším specialistům z oboru neživé přírody při zjišťování stáří sedimentů a paleorekonstrukci různých procesů, které v minulosti ve studovaných územích probíhaly.

V současné době se zjišťují další možnosti využití pylové analýzy pro různé obory živé i neživé přírody. Známe-li např. skladbu vegetačního krytu v určitých časových úsecích vzdálené či bližší minulosti, můžeme rekonstruovat i celkový charakter krajiny a skladbu fauny, která žila v rekonstruovaných vegetačních formacích. Zjistíme tak např. i to, jak vypadala krajina ve které se pohyboval, sídlil a příp. hospodařil člověk různých lidských kultur.

# Děkuji Vám za pozornost

