

# **Paleobotanické analýzy základ pro paleorekonstrukci poměrů v minulých tisíciletích**

**RNDr.Vlasta Jankovská, CSc.**

**Botanický ústav AV ČR, v.v.i.**

**Lidická 25/27, 602 00 BRNO**

**[vlasta.jankovska@ibot.cas.cz](mailto:vlasta.jankovska@ibot.cas.cz)**

**O minulosti krajiny, jejích živých i neživých složkách se můžeme dozvědět z různých pramenů. Prameny písemné pokrývají několik málo staletí, ikonografické většinou několik málo tisíciletí. Do hloubky více tisíciletí jdou nálezy archeologické. Prameny paleobotanické jsou 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 (klíma, geologie, pedologie, hydrologie, geomorfologie apod.). S příchodem člověka do určité krajiny a s jeho zvětšující se činností nabývá antropický faktor na intenzitě.**



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



**Lesotundra, jižního Jamalu, Rusko**



**Lesotundra. Finské Laponsko**



**Rašelištní komplex. Estonsko**



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



**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.**



*Archaeofructus* –sv.jura Čína



*Sphenophyllum*



*Medullosa*

## Palynologie

-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.

Hlavní náplní palynologie je studium pylových zrn, spór a dalších mikroobjektů metodou pylové analýzy. Ta využívá tři základních vlastností pylových zrn:

- 1) Každý rostlinný taxon má pylová zrna (spóry), které se od sebe liší velikostí, tvarem, skulpturací, počtem otvorů v bláně buněčné apod.
- 2) Díky rezistentní části blány buněčné (exina) mohou pylová zrna, spóry a další objekty přetrvat v sedimentu bez poškození tisíce i milióny let
- 3) Blána buněčná vydrží i velmi drastickou chemickou přípravu pro následnou pylovou analýzu

# DIE WICHTIGSTEN BAUMPOLLEN

DES WESTEUROPÄISCHEN HOLOZÄNS



Alnus - Erle



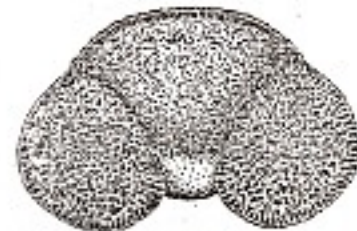
Betula - Birke



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



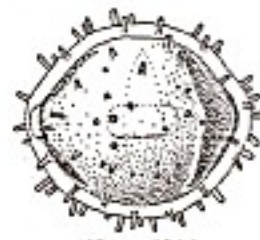
Fagus - Buche



Quercus - Eiche



Hippophae - Sanddorn



Vaccinium - Myrica



Echedra



Pinus - Kiefer (x 0,5)

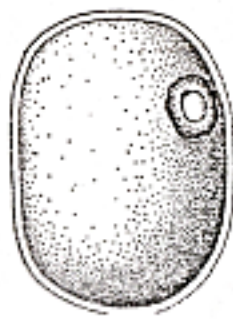


# DIE WICHTIGSTEN KRÄUTERPOLLEN

DES WESTEUROPÄISCHEN HOLOZÄNS



Cyperaceae  
Sauergräser



Cerealia/Secale  
Getreide/Roggen



Poaceae  
Süßgräser



Calluna  
Besenheide



Ericaceae  
Heidekraut



Compositae liguliflorae  
Korbblütler



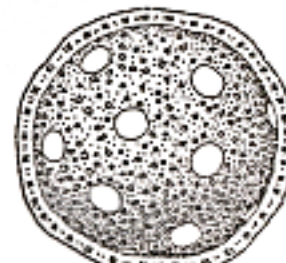
Centaurea cyanus  
Kornblume



Urtica  
Brennnessel



Campanula  
Glockenblume



Caryophyllaceae  
Nelkengewächse



Compositae tubuliflorae  
Korbblütler



Artemisia  
Beifuß



Rumex  
Ampfer



Chenopodiaceae  
Gansfuß



Plantago lanceolata  
Spitz-Wegerich

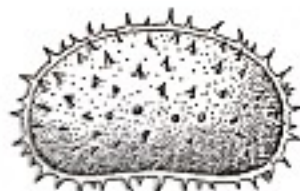
# DIE WICHTIGSTEN SPOREN DES WESTEUROPÄISCHEN HOLOZÄNS



Athyrium (Dryopteris type)  
Frauenhaam



Dryopteris (Dryopteris type)  
Wurmlaam



Thelypteris (Dryopteris type)  
Lappentaam



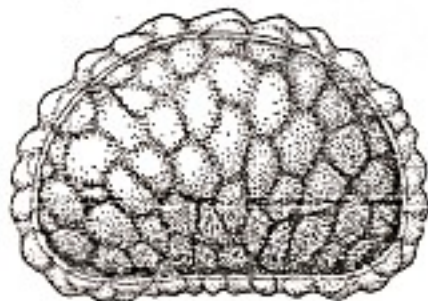
Pteridium  
Adiantum



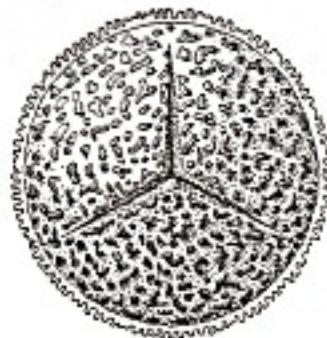
Sphagnum  
Torfmoos



Lycopodium  
Blaustopp



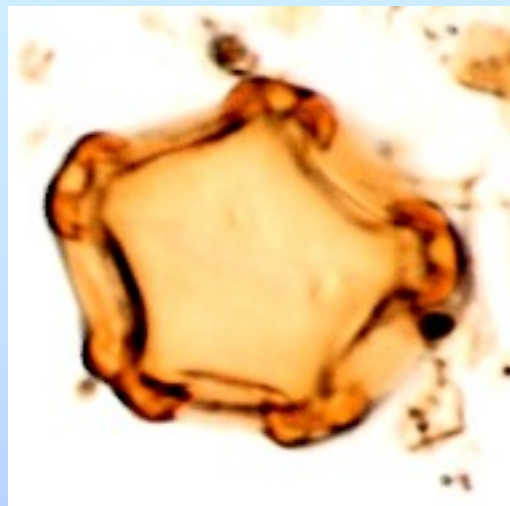
Polypodium  
Farnkraut



Osmunda  
Riesenkraut



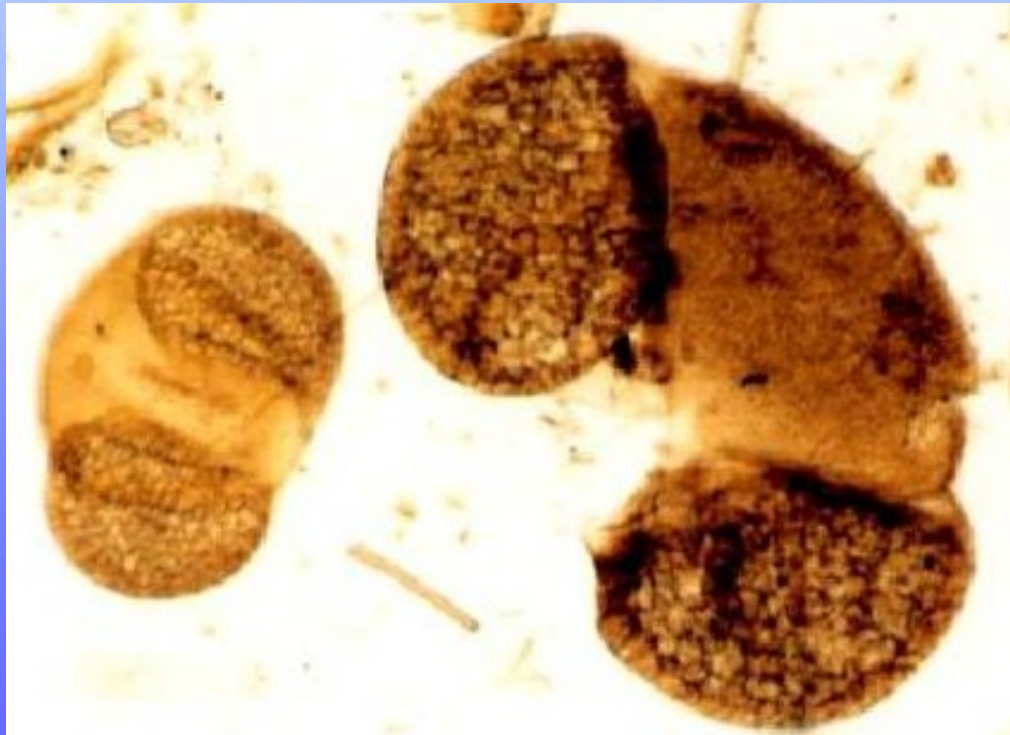
*Helianthemum*



*Alnus viridis*



*Betula nana*



*Pinus sibirica, Abies sibirica*



*Athyrium*

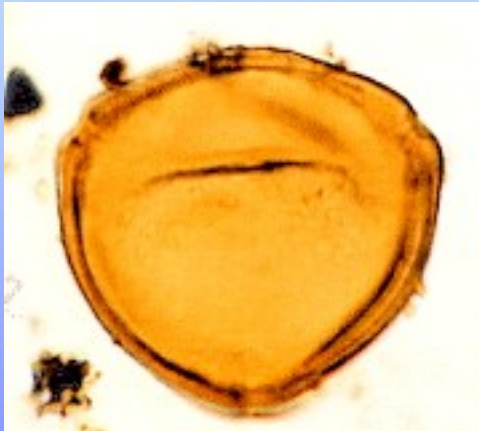
## Pylová analýza

-základem této metody je separace pylu 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**.

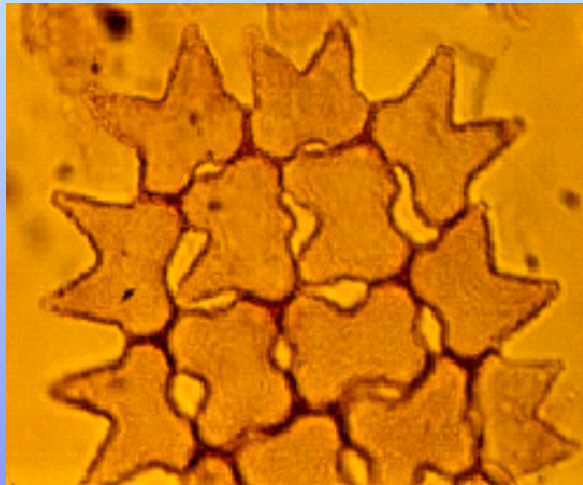


## Pylové spektrum

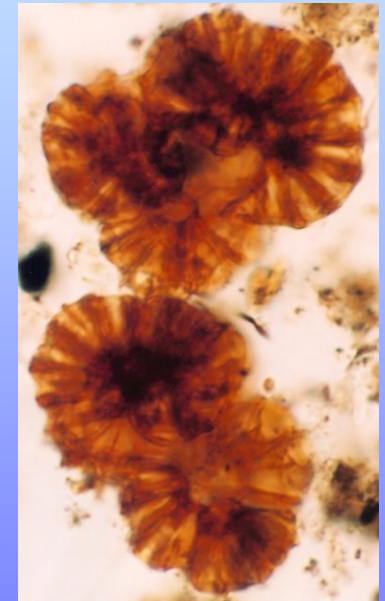
-soubor pylových zrn a spór (i dalších "nepylových" objektů), který se nalézá ve zpracovaném vzorku. Veškeré objekty jsou determinovány a počítány, získané hodnoty jsou interpretovány pro různé účely. Pylové spektrum je graficky presentováno v pylovém diagramu.



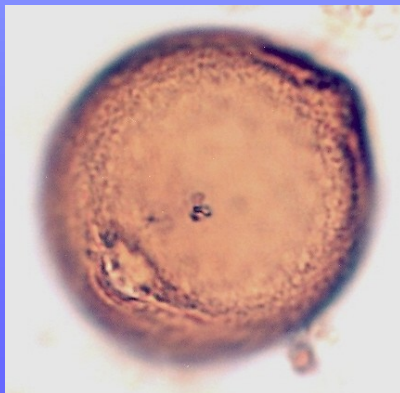
*Corylus*



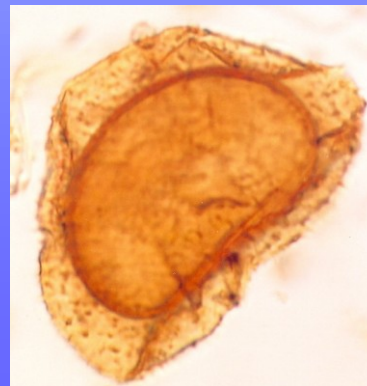
*Pedicularis duplex* var. *rugulosum*



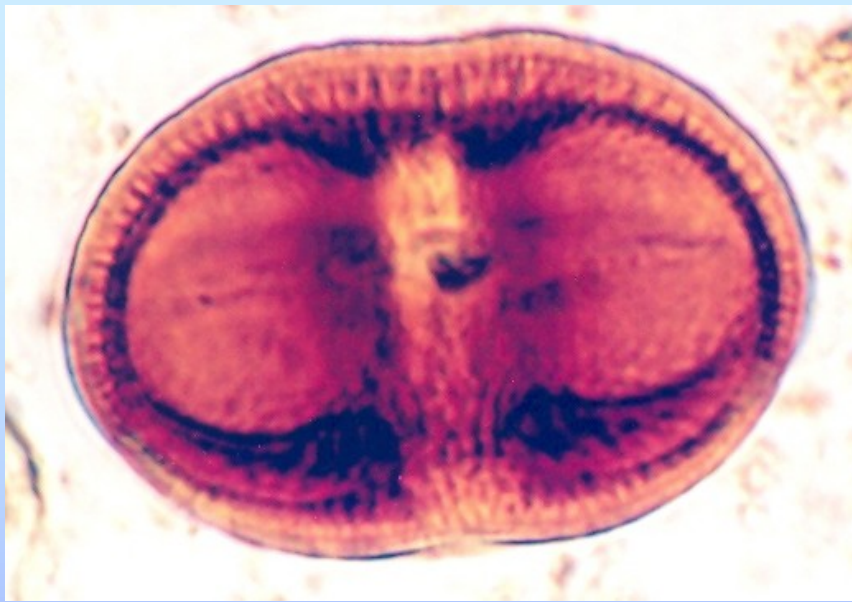
*Botryococcus neglectus* t.



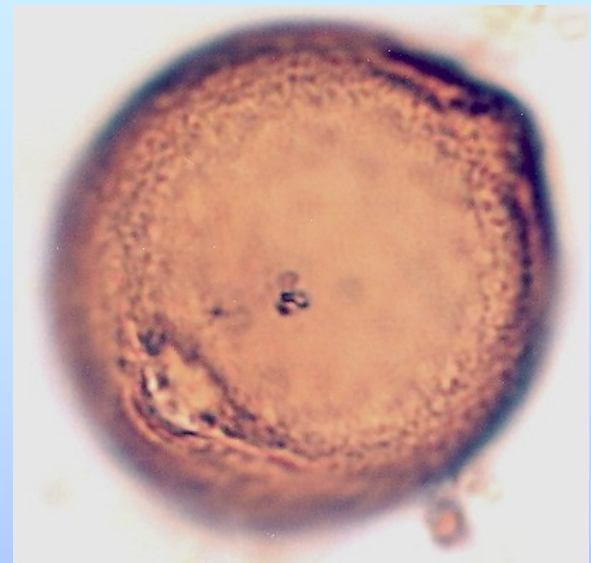
*Fagus*



*Dryopteris expansa*



*Centaurea cyanus*



*Fagus*



*Betula nana*



*Ephedra fragilis t.*

## Pylový diagram

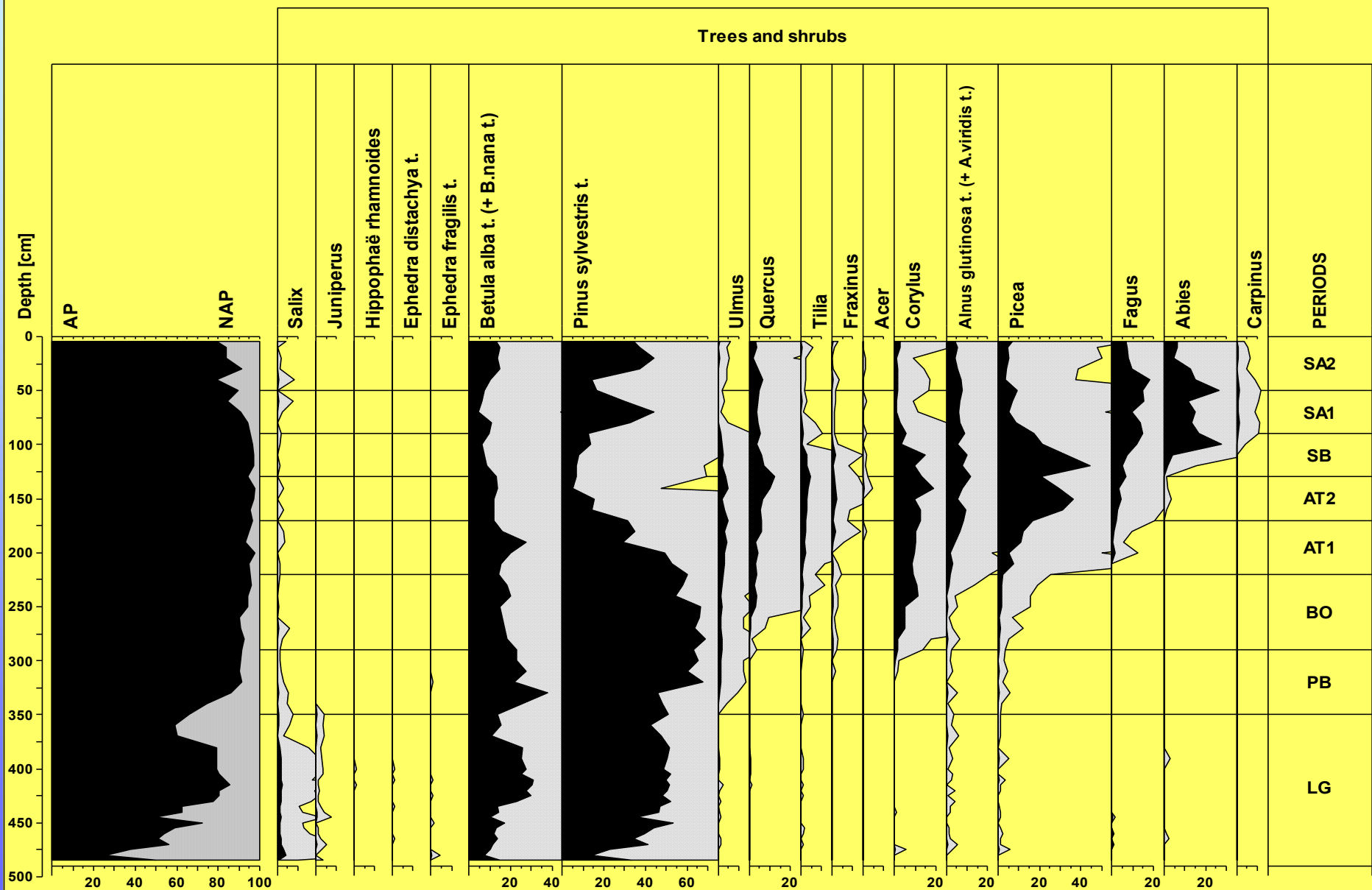
-představuje grafické znázornění výsledků pylové analýzy a lze z něj vyčíst řadu údajů.

Je v něm uvedena mocnost odebraného profilu, popis sedimentu, stáří ložiska a jednotlivých vrstev. 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*, *Rotatoria*, *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.





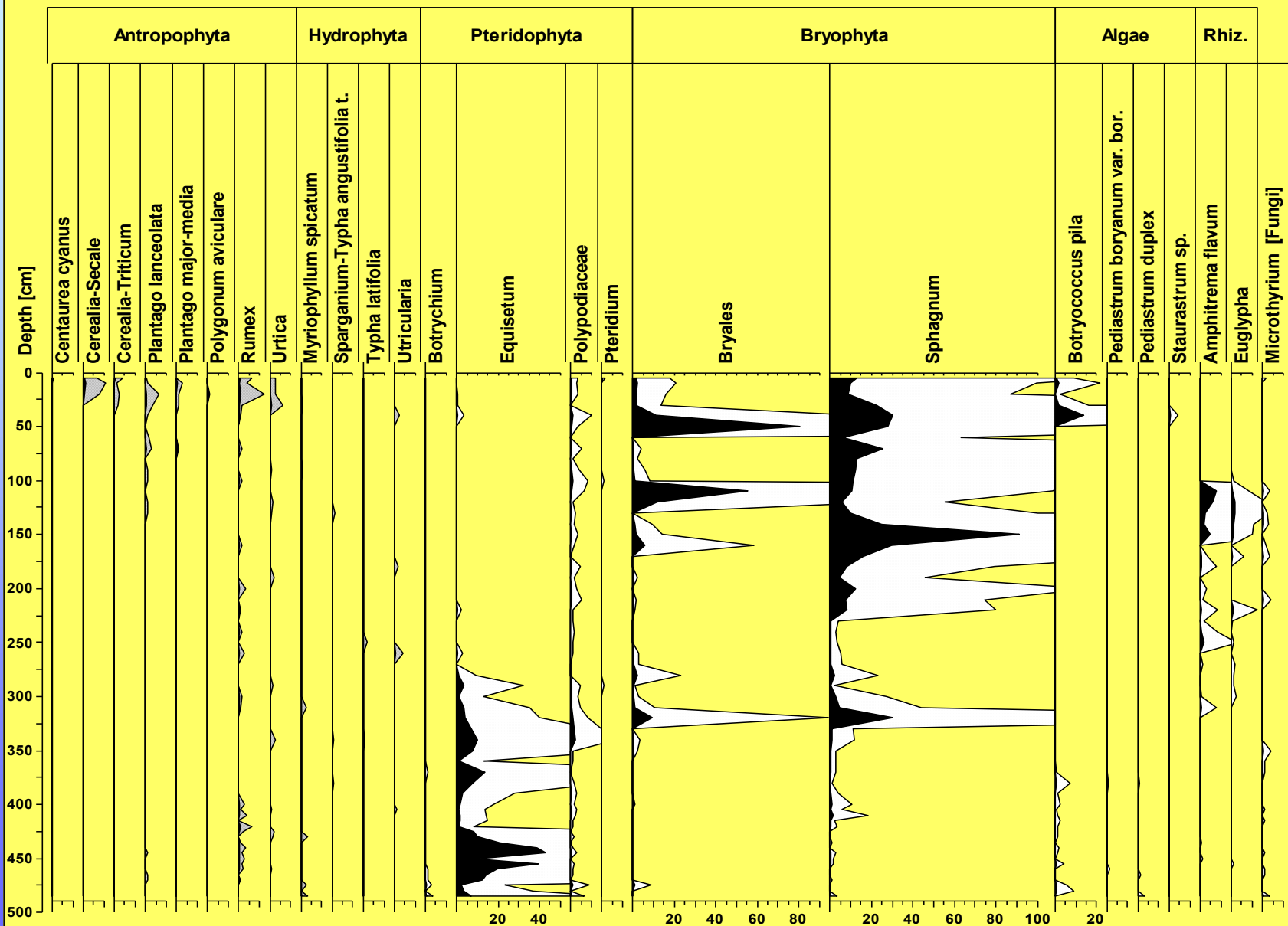




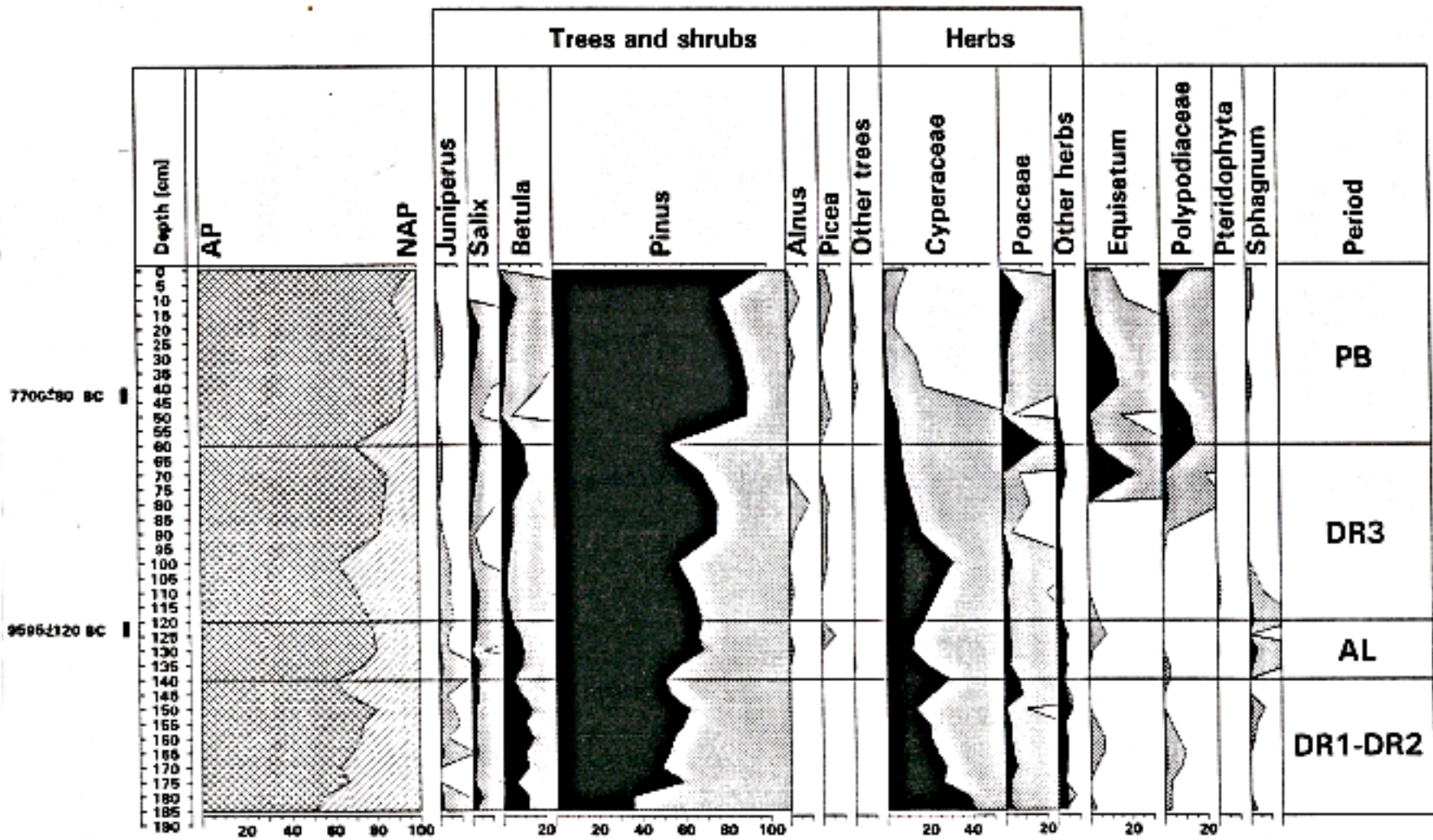
Červené blato, Czech Republic

(48°52'14.72" N; 14°48'08.24" E; 475 m a.s.l.)

3.part



Borkovicka blata (Trebonska panev-basin)  
 JC-5-D , 415 m asl.  
 CZ S Bohemia



## Blána buněčná pylového zrna

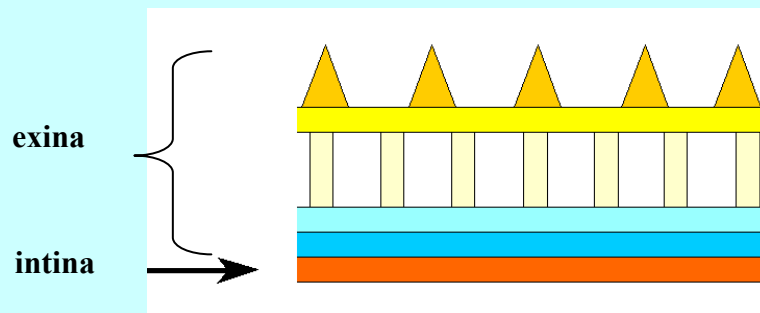
- obsahuje důležité znaky nutné při determinaci pylů a spór. Tvar, počet pórů, kolp, brázd a lezur, stavba blány buněčné a její skulpturace a ornamentika – to jsou hlavní determinační znaky.

## Stavba buněčné blány

- vnitřní vrstva, obalující obsah pylového zrna jednoduším povlakem se nazývá **i n t i n a**.

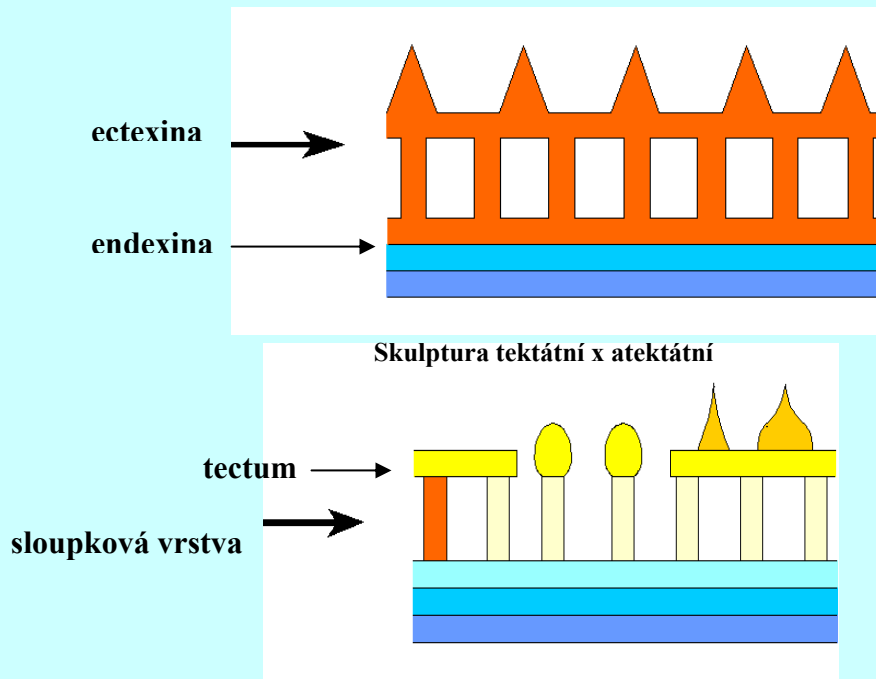
Obecně se předpokládá, že se skládá z celulózy. Pylové zrno, které nesplní úkol, ke kterému je určeno – opylení, podléhá rychle rozkladu. Zničí se obsah buňky i intina.

Zůstane zachována vrstva vnější – **e x i n a**. S tou pracuje pylová analýza.



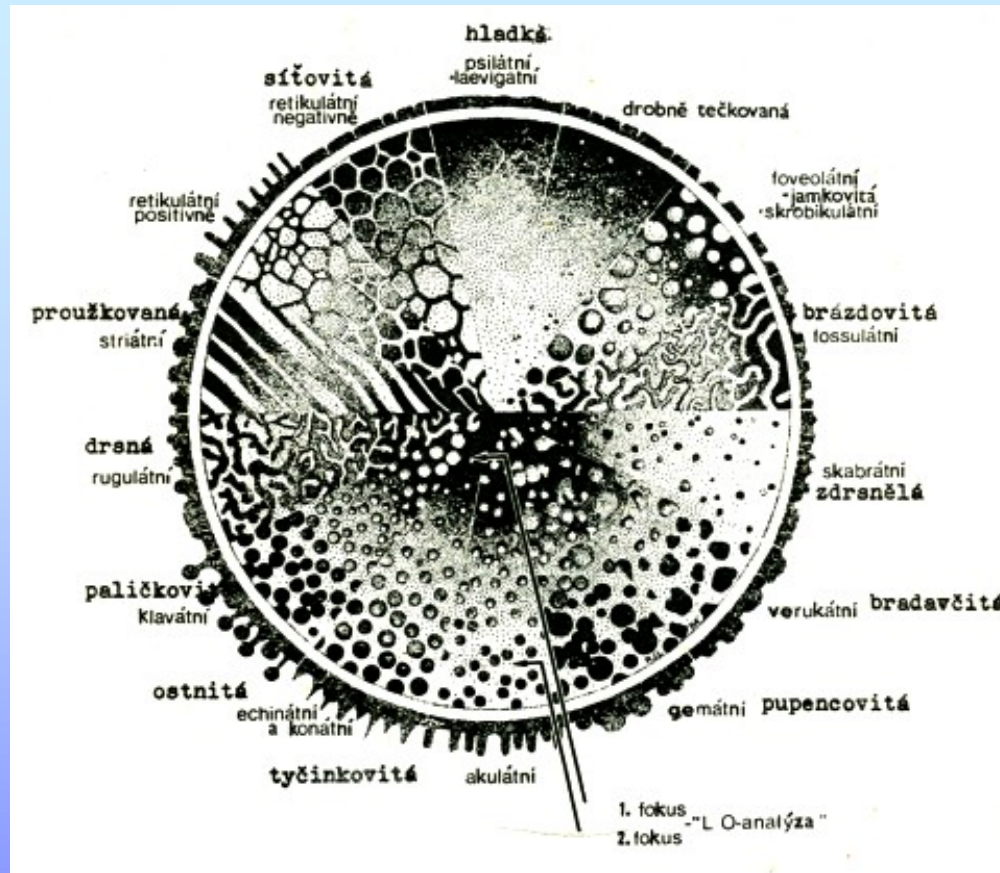
## Exina

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



upraveno podle <http://www.biol.ruu.nl/~palaeo/glossary/glos-new.htm>

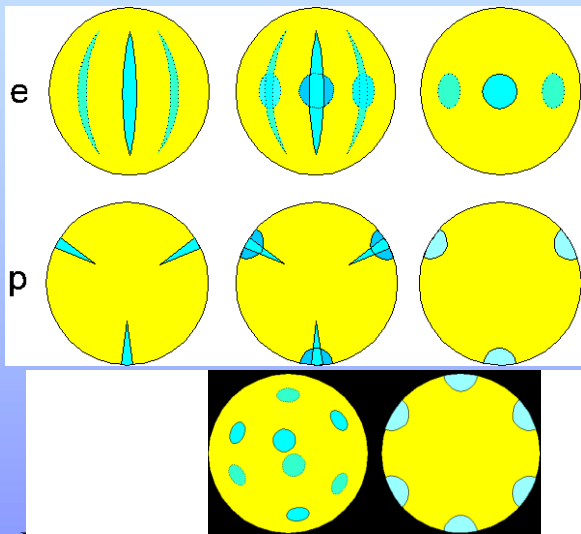
Různé typy skulptury – ornamentace pylových zrn (Pacltová, 1990)



## Otvory – apertury

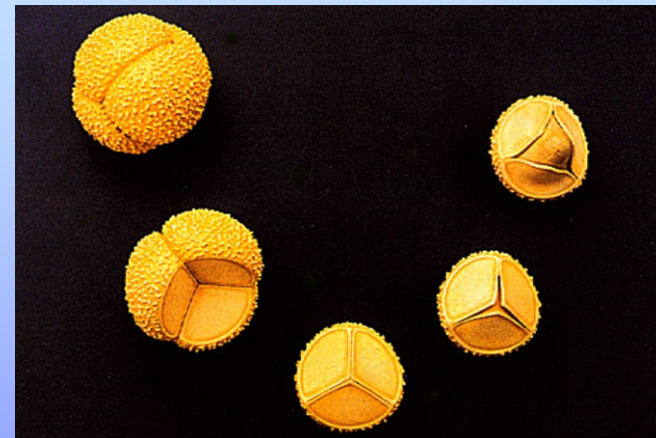
- většinou póry, kolpy, ale i brázdy (sulcus), tetrádové stopy (lezury) u mechorostů a kaprad'orostů apod.

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



Kuzně umístění apertur na povrchu zrna

upraveno podle <http://www.biol.ruu.nl/~palaeo/glossary/glos-new.htm>



postavení zrn v tetrádě – tetrádové stopy



Chenopodiaceae



A. lutea



Galium



Helianthemum



## 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- 5j94 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

## CÍLE PYLOANALYTICKÉHO VÝZKUMU

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

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

**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**



**Švarcenberk (Třeboňsko) - výkop**

Foto: P.Pokorný



**Pančavské rašeliniště (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.

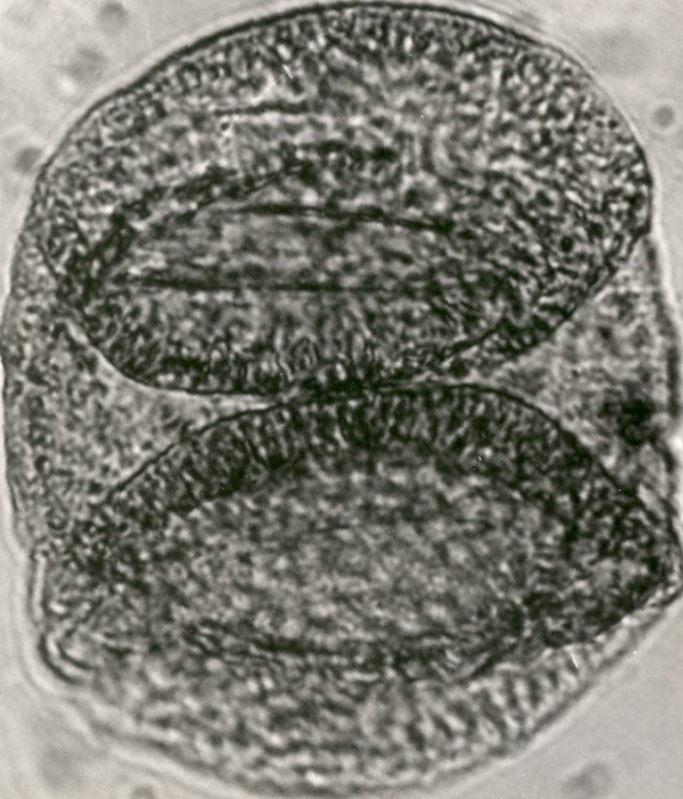
**Výstup pro výzkum a aplikaci výsledků:** hlavním cílem je podat vegetačně-vývojové schéma pro určitou oblast (referenční profil). Specifické problémy se řeší s geology, lesníky, archeology, historiky, geografy apod.

## 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 “arktotercierní”.

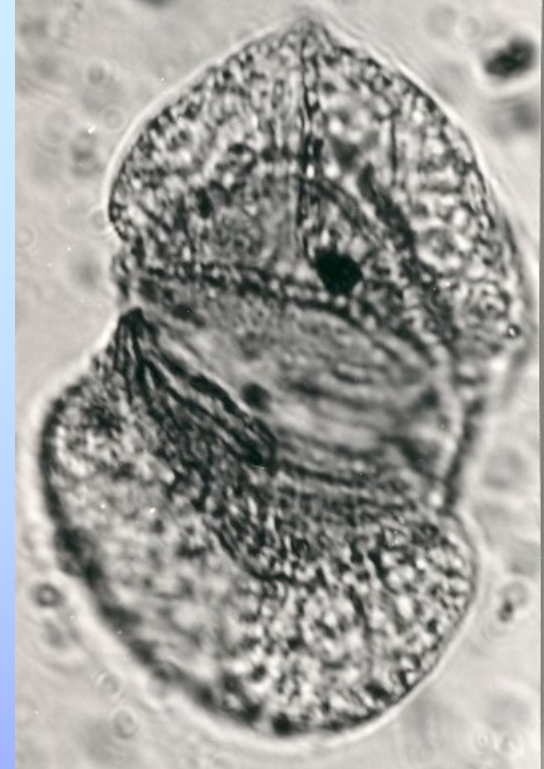
Již v období starého pleistocénu (cca 2,4 mil. let BP – 760 000 let BP) začal ústup klimaticky náročnějších dřevin, takže z původních “tercierních” elementů jich zůstalo asi 5% (*Sciadopitys*, *Tsuga*, *Carya*, *Pterocarya*, *Eucommia*).



*Cedrus t.*



*Liquidambar*



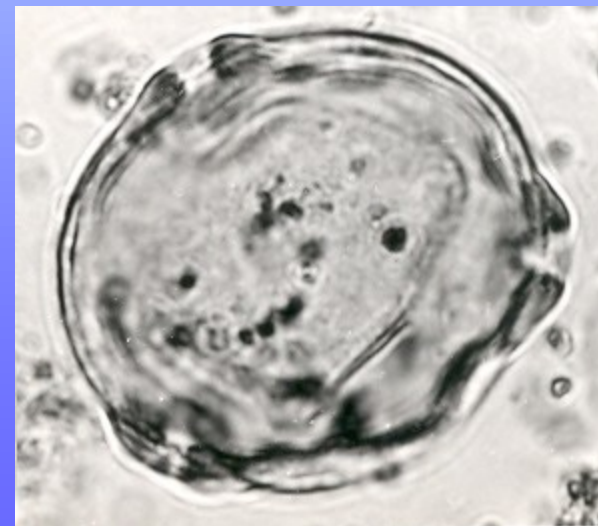
*Podocarpus t.*



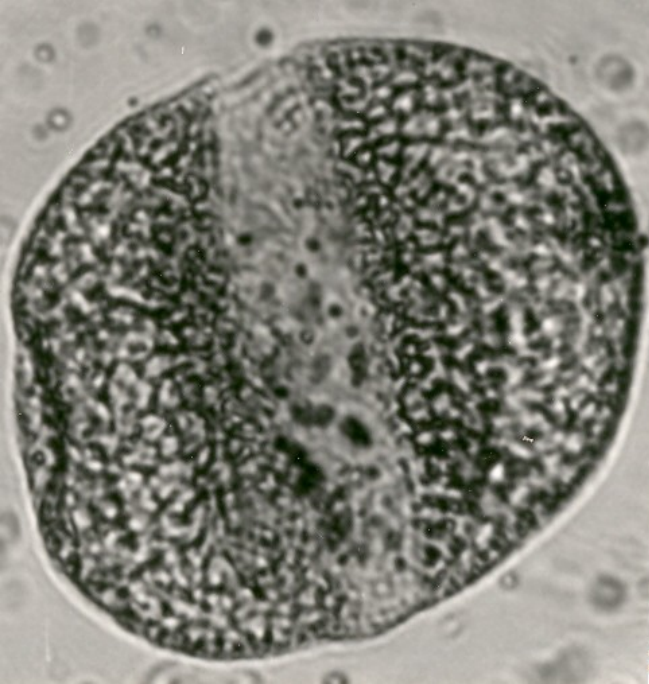
*Engelhardia*



*Juglandaceae*



*Ostrya t.*



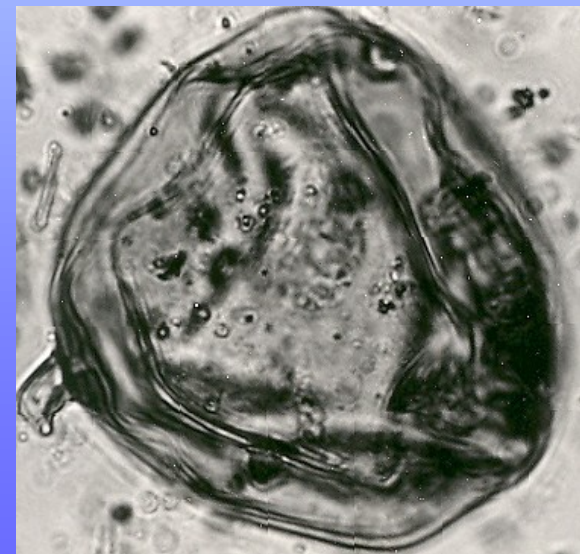
*Pinus haploxyylon t. - Cathaya*



*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 (*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 Würmským 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.

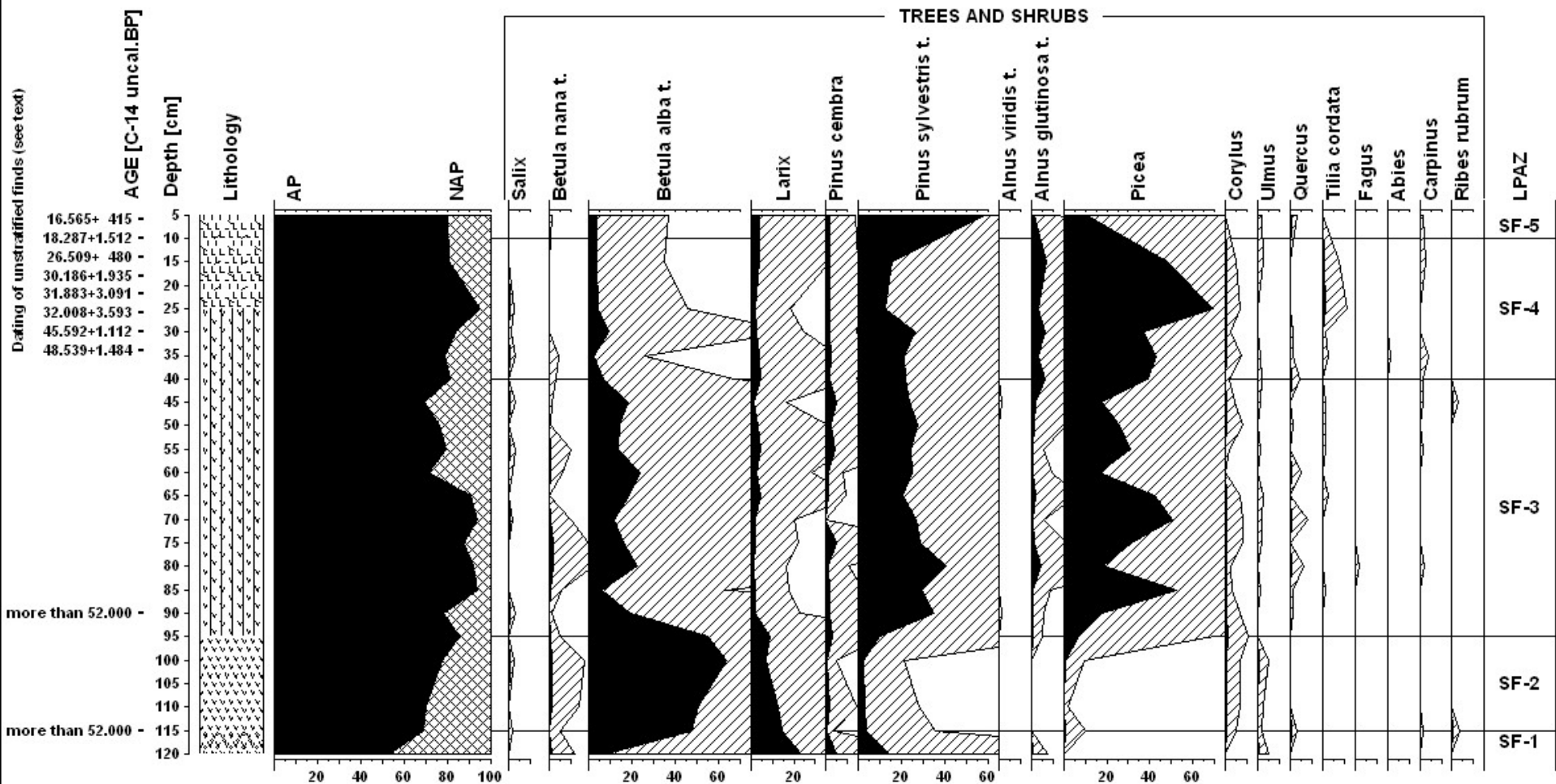
V posledním glaciálu (Wűrm) – interstadial Brørup – je doložen i výskyt *Picea omoricoides* (jinak *Picea abies*, *Larix*, *Pinus* a z dnešního pohledu – střeoevropské listnaté dřeviny).

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 – ĀR).



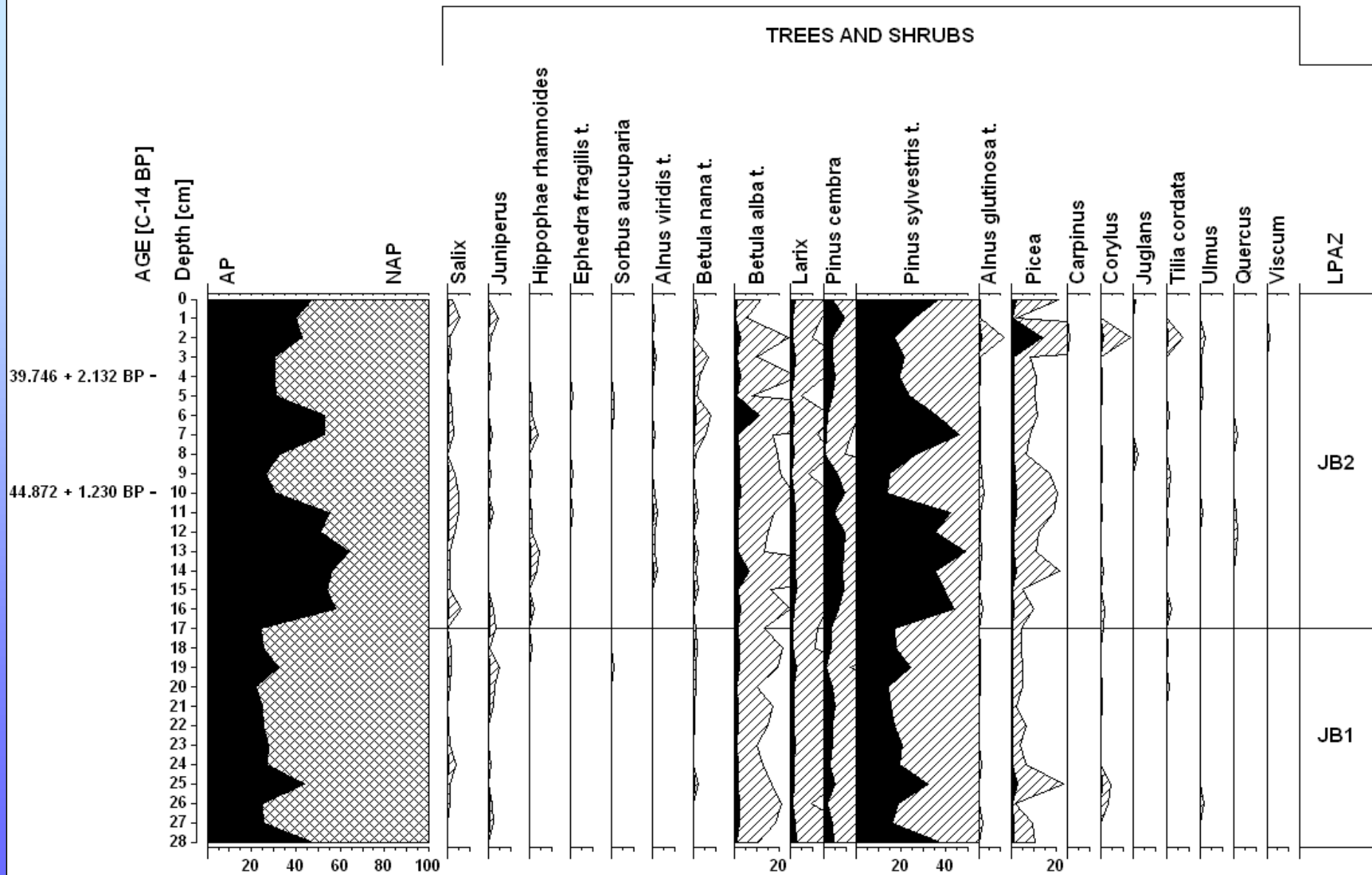
ŠAFÁRKA  
 [48°52'55" N, 20°34'30" E, 600 m a.s.l.]  
 NE SLOVAK REPUBLIC  
 Simplified pollen diagram

Example of Middle Pleniglacial vegetation development (reference pollen profile for the NE Slovak Republic)



Pollenanalyst: V. Jankovská

JABLŮNKA  
 (49°23' N; 17°57' E; 350 m a.s.l.)  
 NE MORAVIA, CZECH REPUBLIC  
 Simplified pollen diagram



Pollenanalyst: V. Jankovská

## Pozdní glaciál

Časový úsek zaujímající 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**



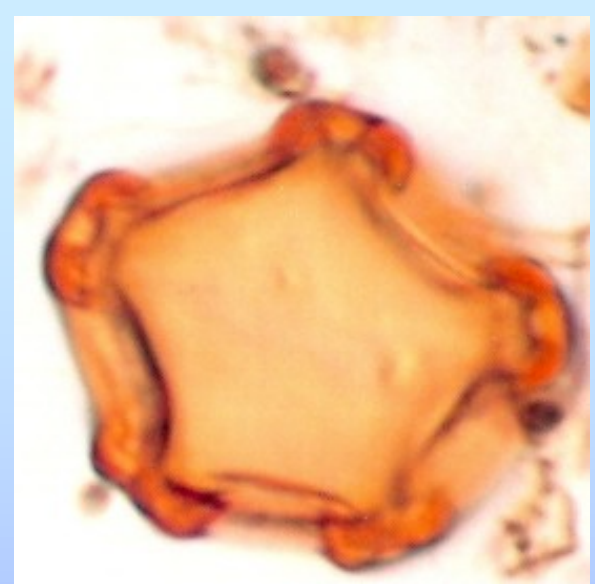
**Odběr sedimentu z Alerödu (dr.Kociánová)**



*Betula nana*



*Juniperus*



*Alnus viridis t.*



*Ephedra fragilis t.*



*Hippophaë*



*Salix*



*Helianthemum*

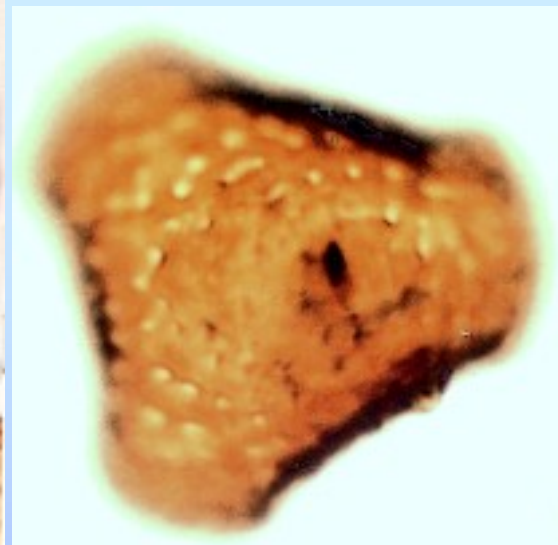




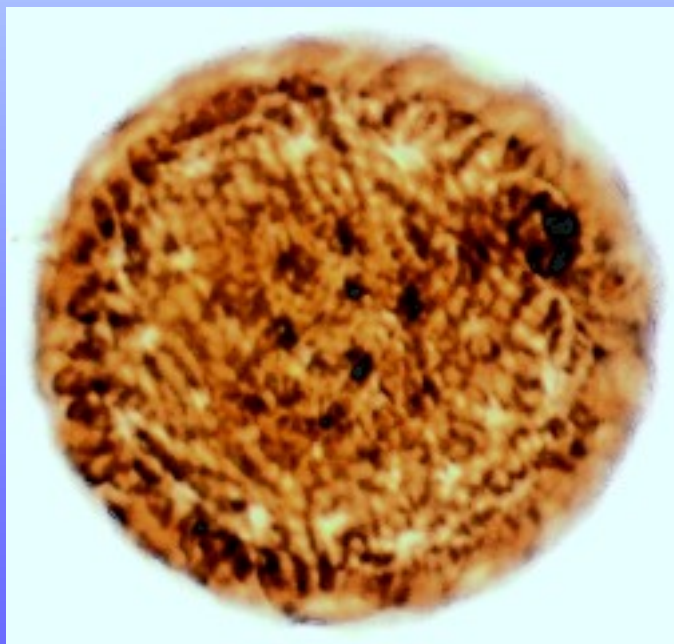
*Pinus cembra*



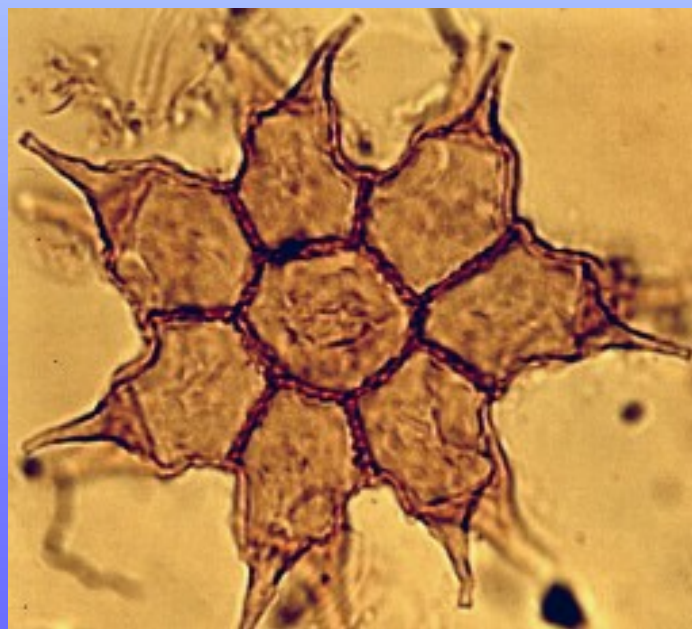
*Larix*



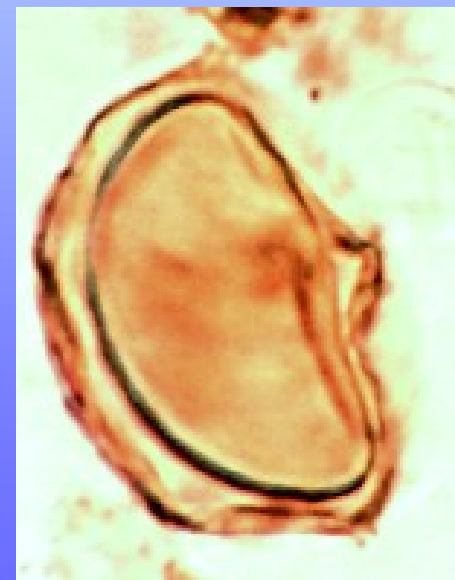
*Lycopodium selago*



*Polemonium*



*Pedastrum kawraiskyi*

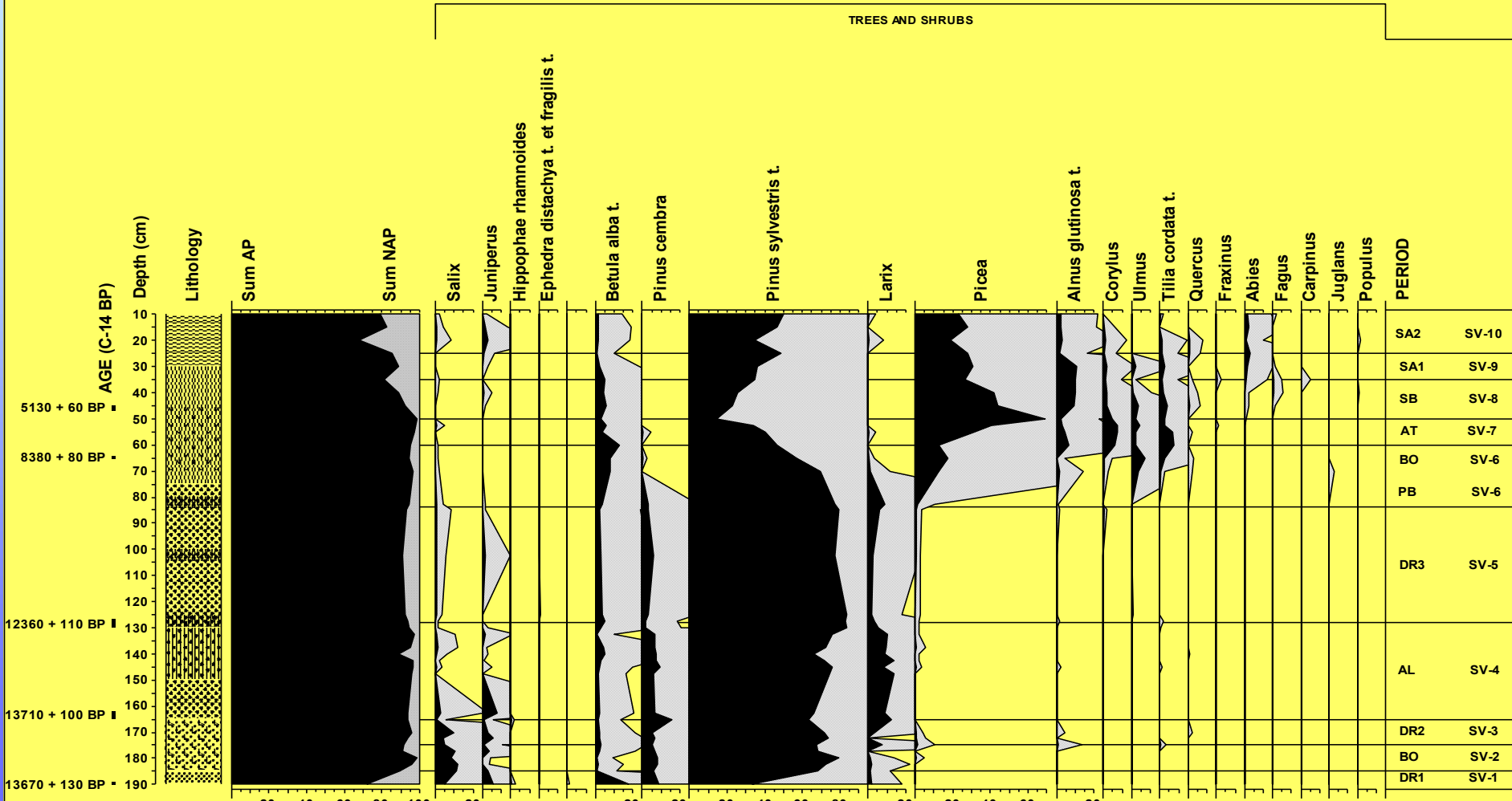


*Isoëtes*

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).

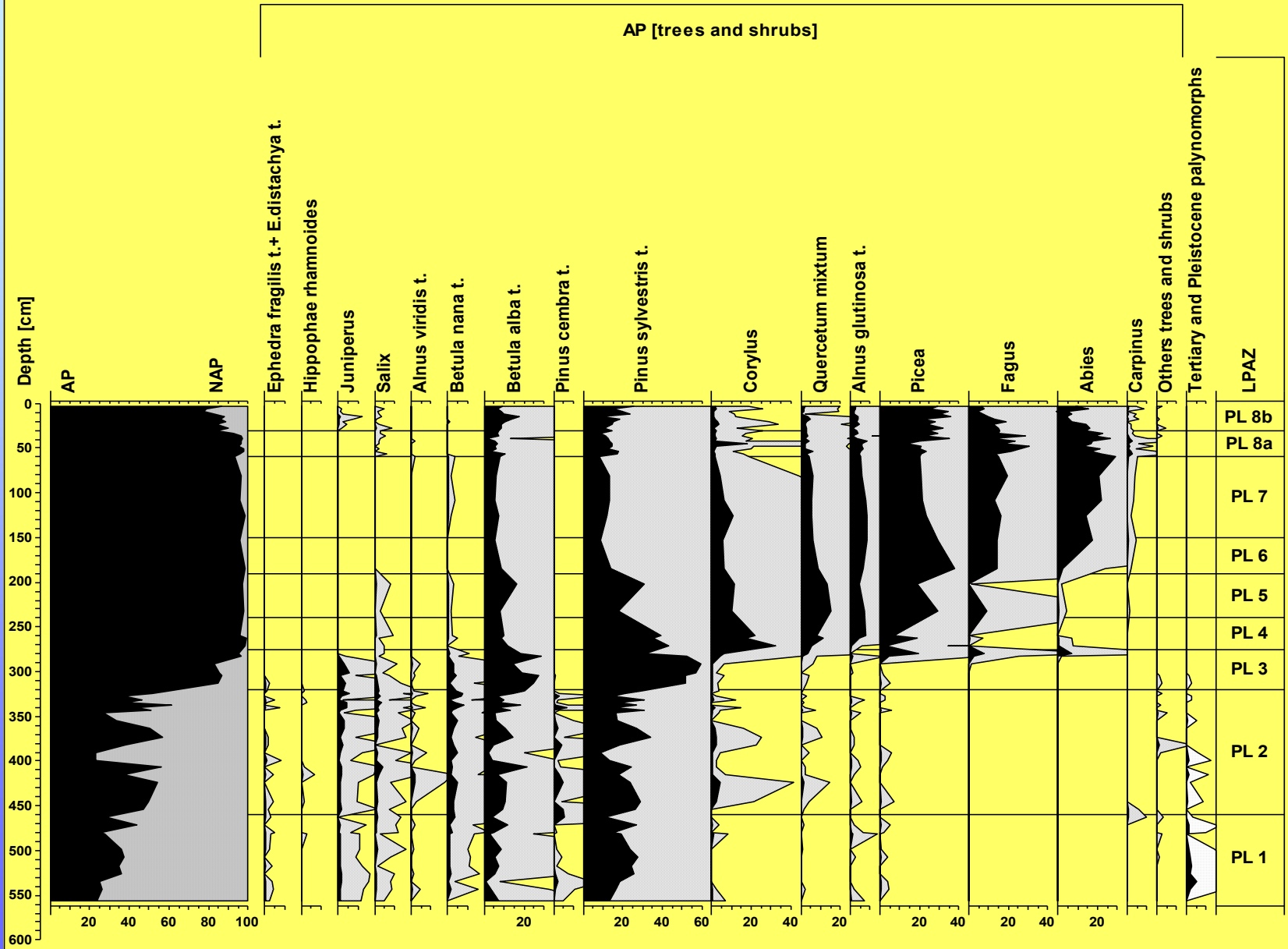
Směrem od jižní po severní Evropu se mocnost sedimentu pozdního glaciálu a jeho úplnosti zmenšovala (viz pylové diagramy). V jižní Evropě je v pylových diagramech pozdnoglaciální záznam výraznější, díky vysokým pylovým křivkám *Artemisia* a dalších bylin. Z prostoru ČR, lze období nalézt v pozdnoglaciálních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

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



Pollenanalyst: V. Jankovská



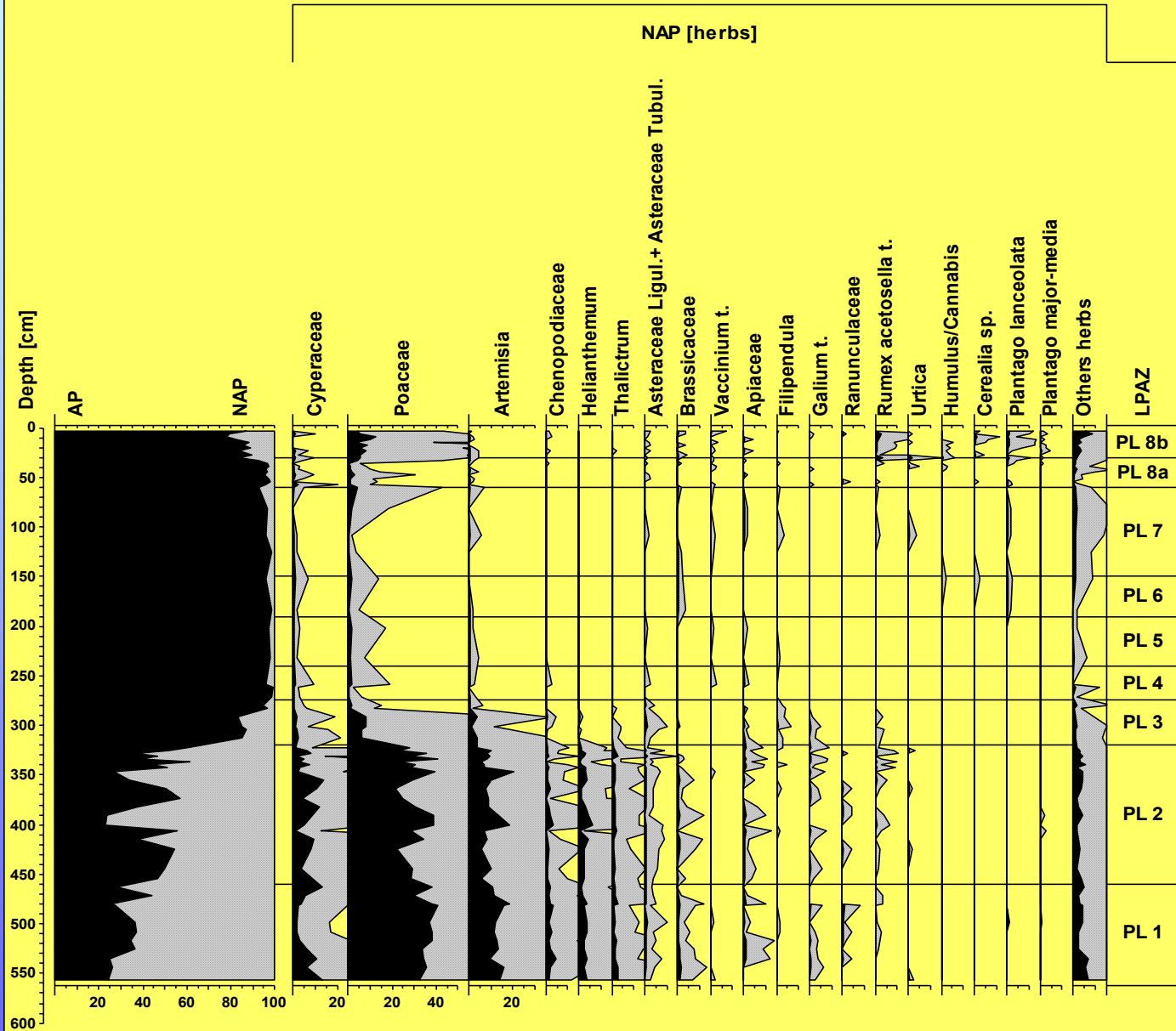


PLEŠNÉ LAKE, ŠUMAVA Mts. [Bohemian Forest]

S BOHEMIA, CZECH REPUBLIC

[48°47' N; 13°52' E; 1090 m a.s.l.]

Simplified pollen diagram - 2.part

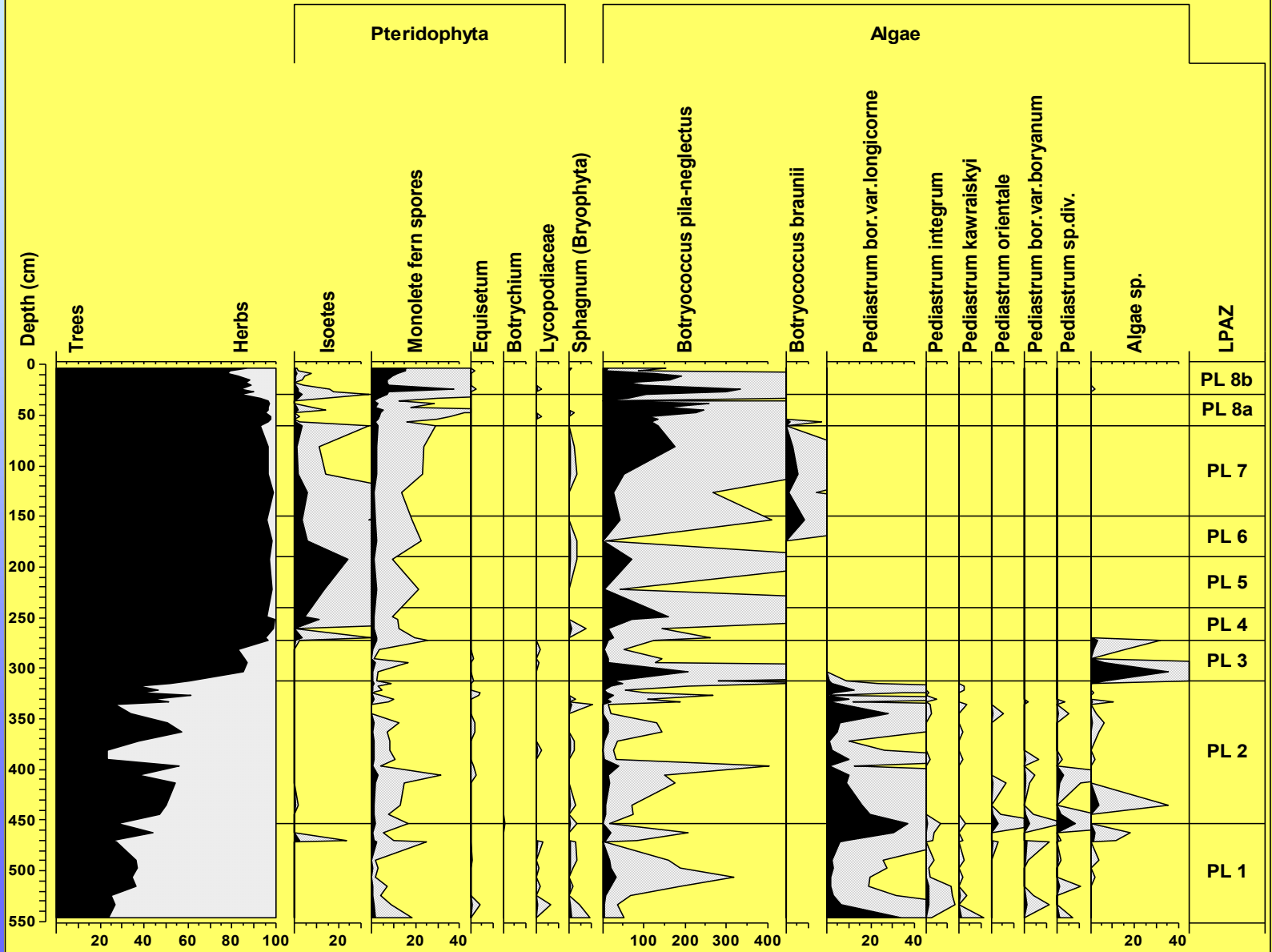


PLEŠNÉ LAKE, ŠUMAVA Mts. [Bohemian Forest]

S BOHEMIA, CZECH REPUBLIC

48°47' N; 13° 52' E; 1090 m asl.

Simplified pollen diagram - 3.part

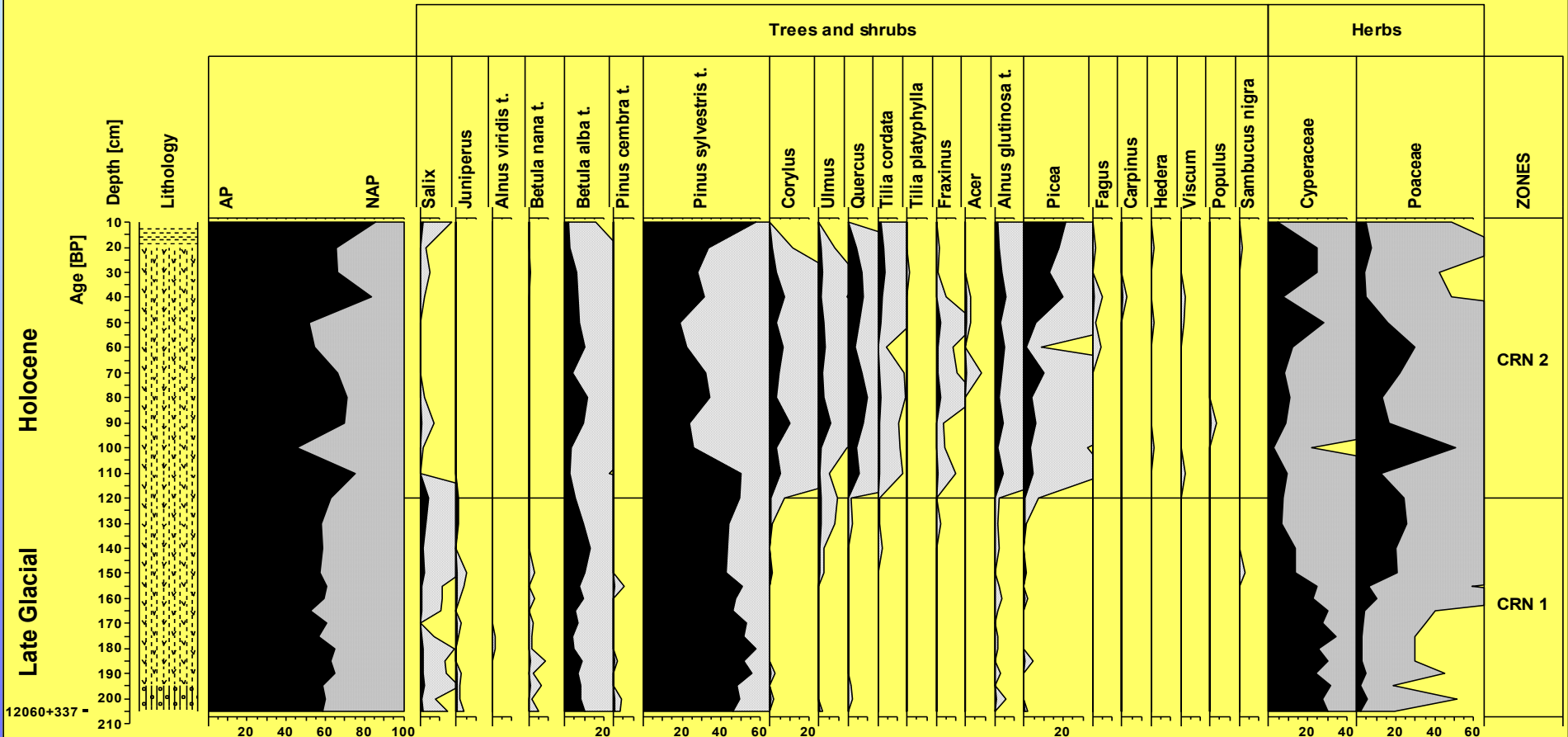




Černovír (49°37'26" N; 17°16'31" E; 220 m a.s.l.)

Central Moravia, Czech Republic

1.part

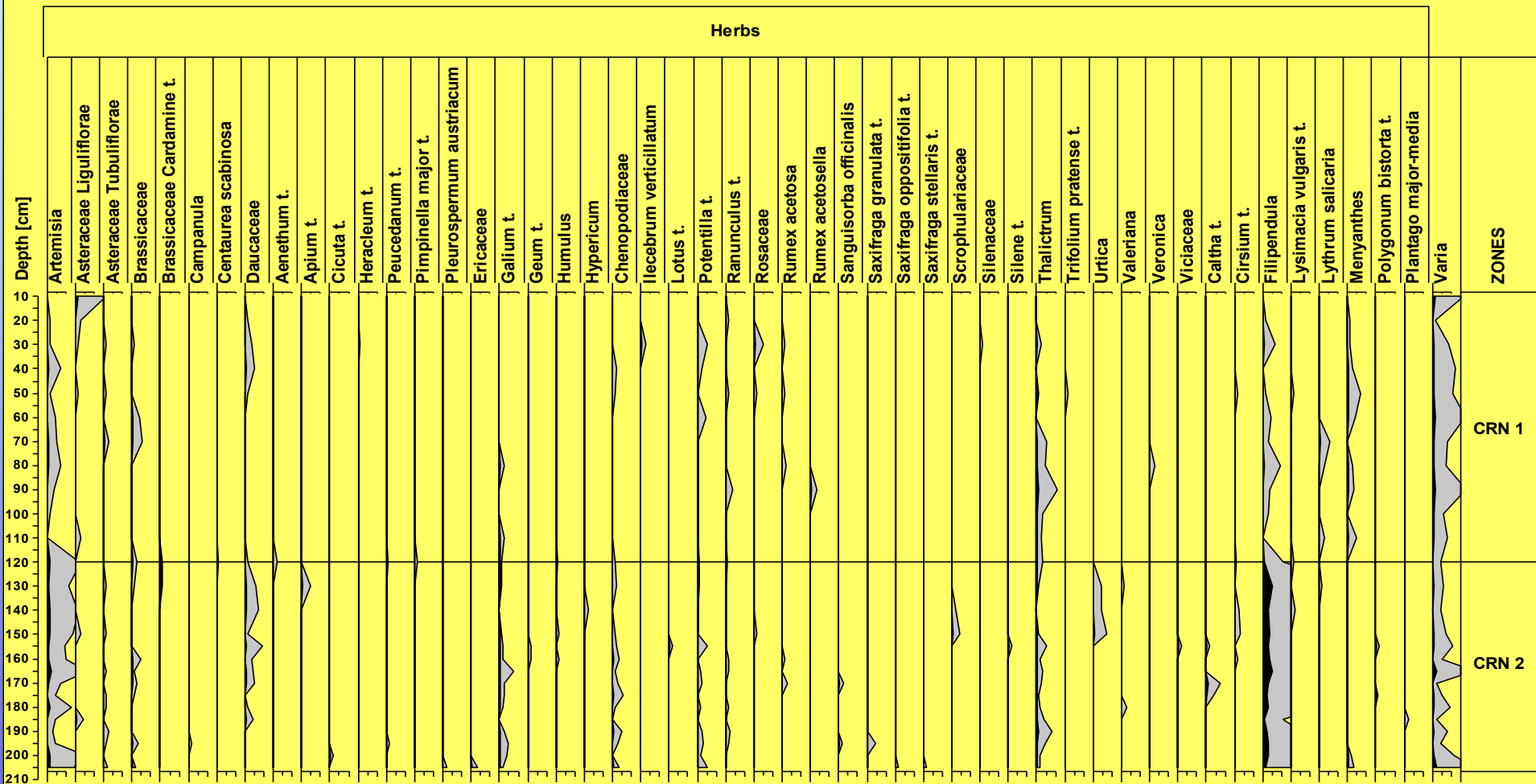


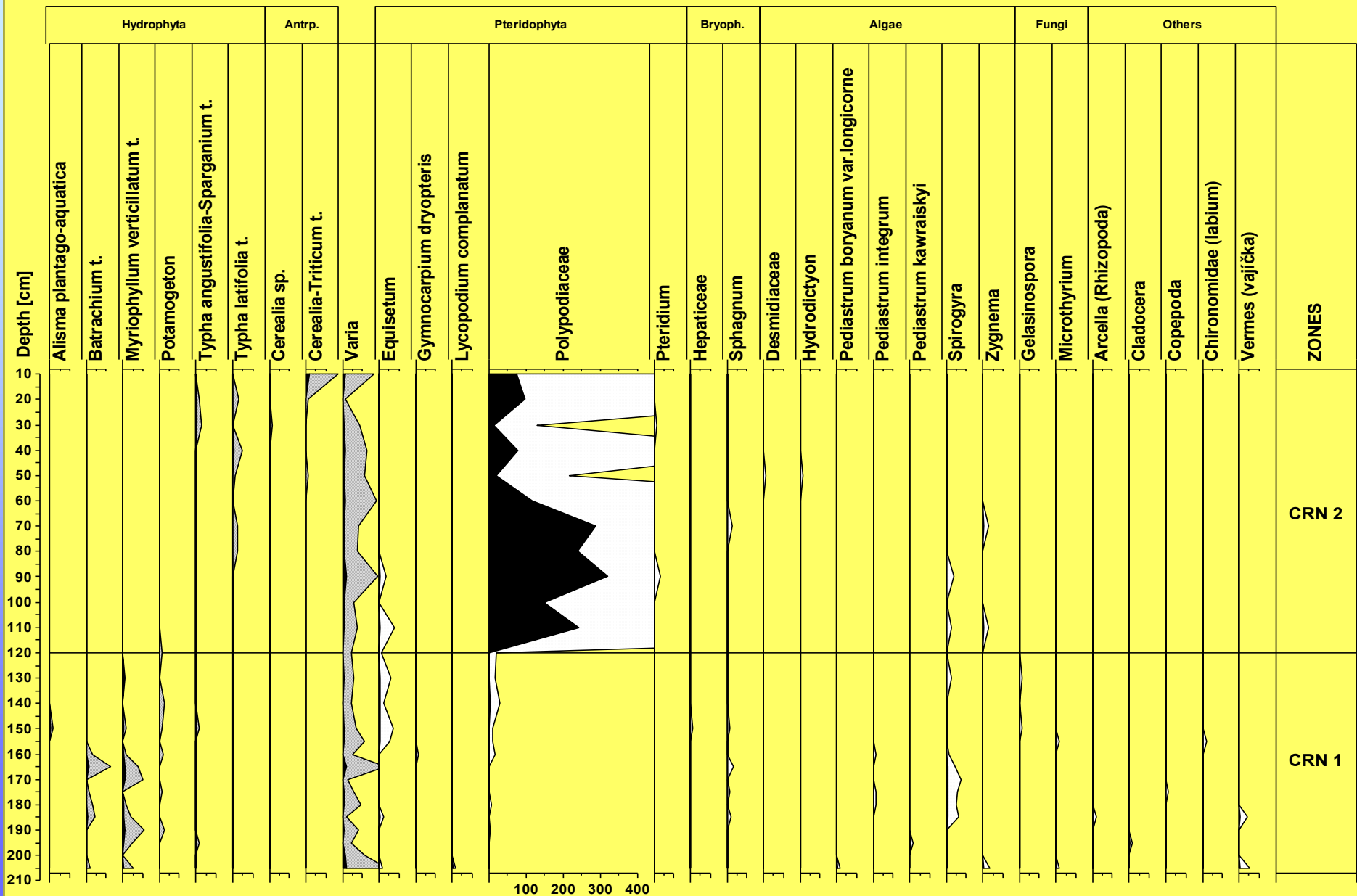
Pollenanalyst: V.Jankovská

Černovír (49°37'26" N; 17°16'31" E; 220 m a.s.l.)

Central Moravia, Czech Republic

2.part







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



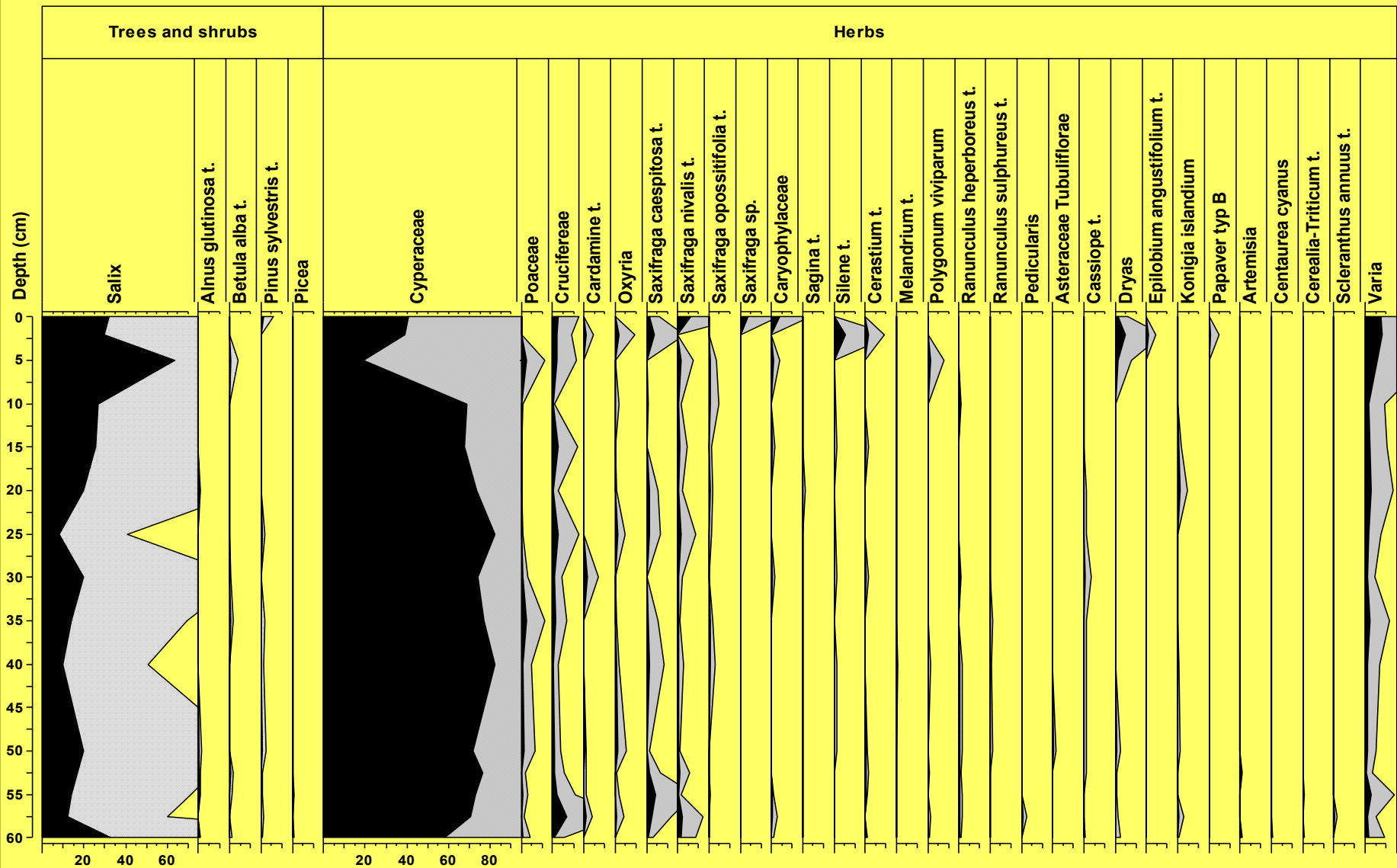
Pohled z vrtulníku na tundru střední části poloostrova Jamal

Foto: V.Jankovská

**BOCKFJORD II., NW SPITSBERGEN**

(79°25' N; 13°25' E; 20 m a.s.l.)

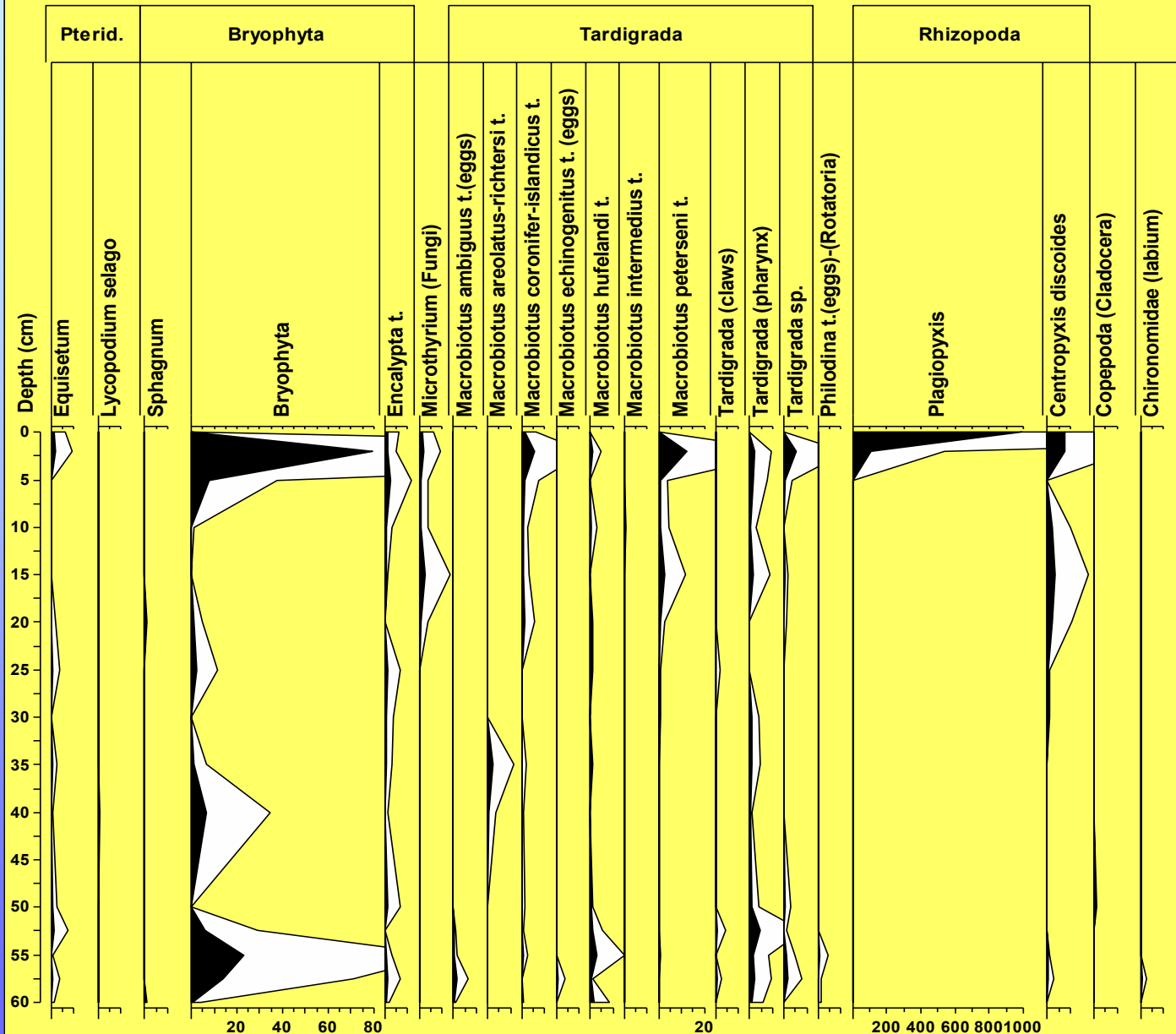
1.part



**BOCKFJORD II., NW SPITSBERGEN**

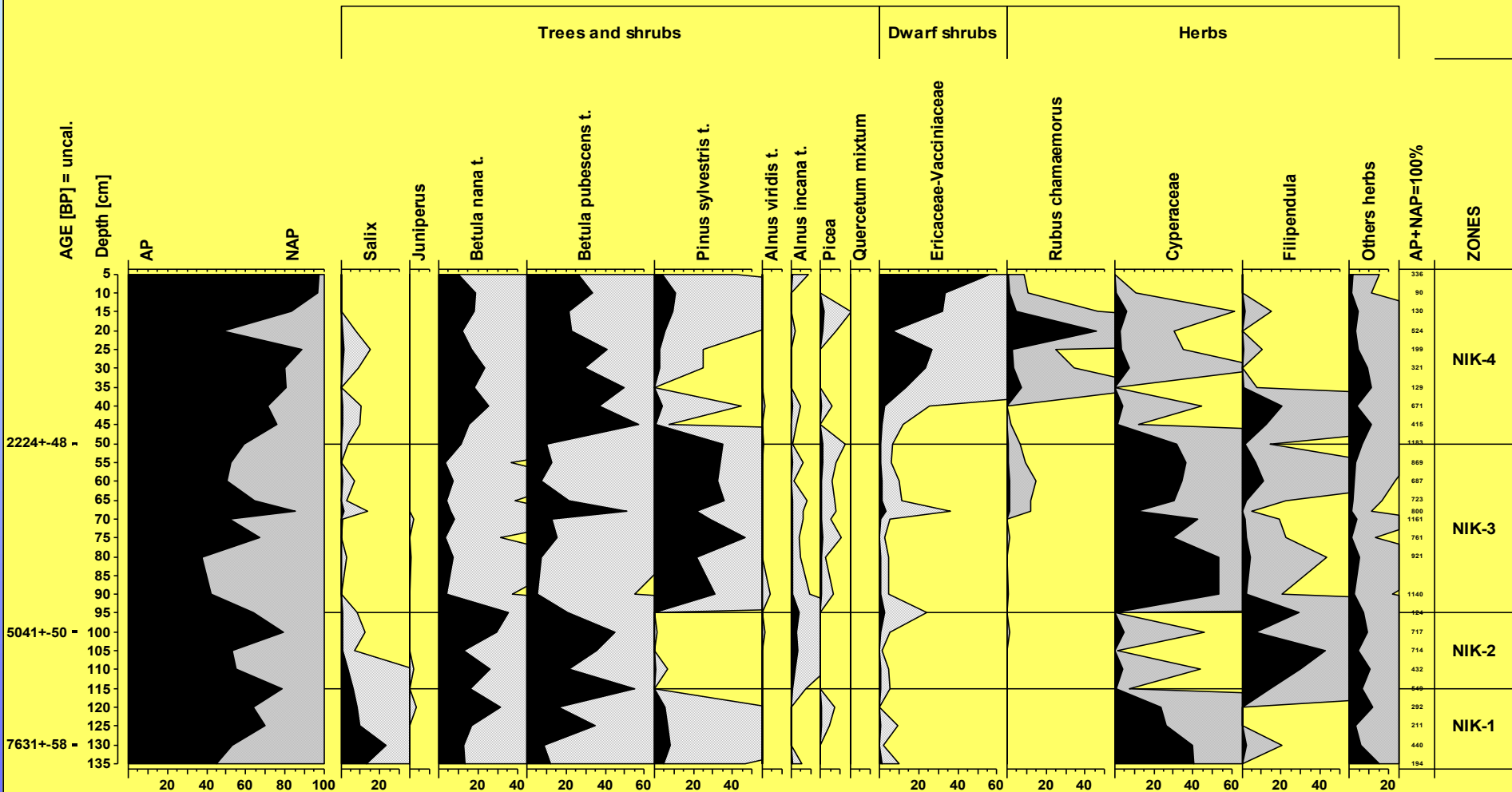
(79°25' N; 13°25' E; 20 m a.s.l.)

2.part



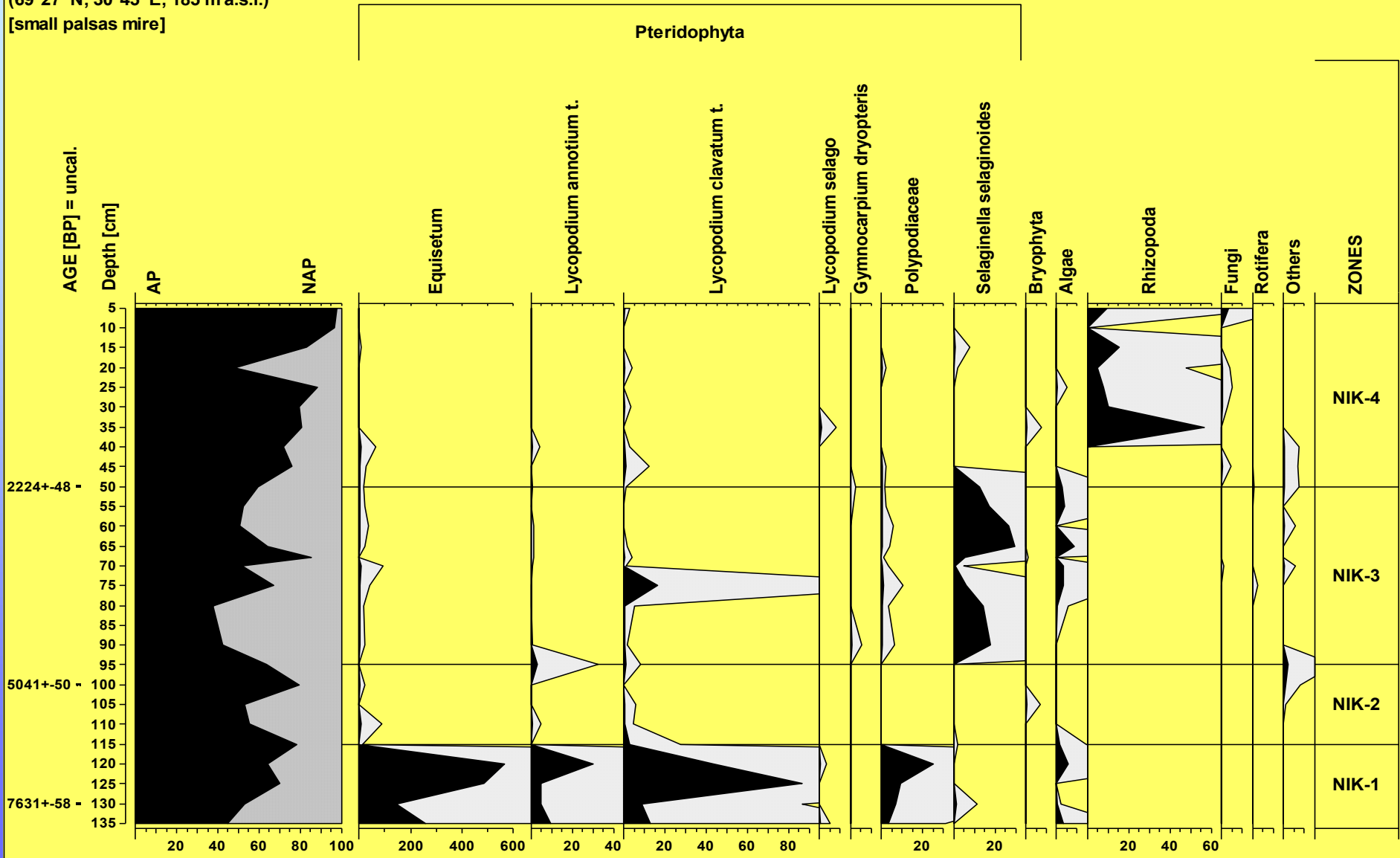


NIKEL- KOLA PENINSULA, RUSSIA  
 (69°27' N; 30°45' E; 185 m a.s.l.)  
 [small palsas mire]



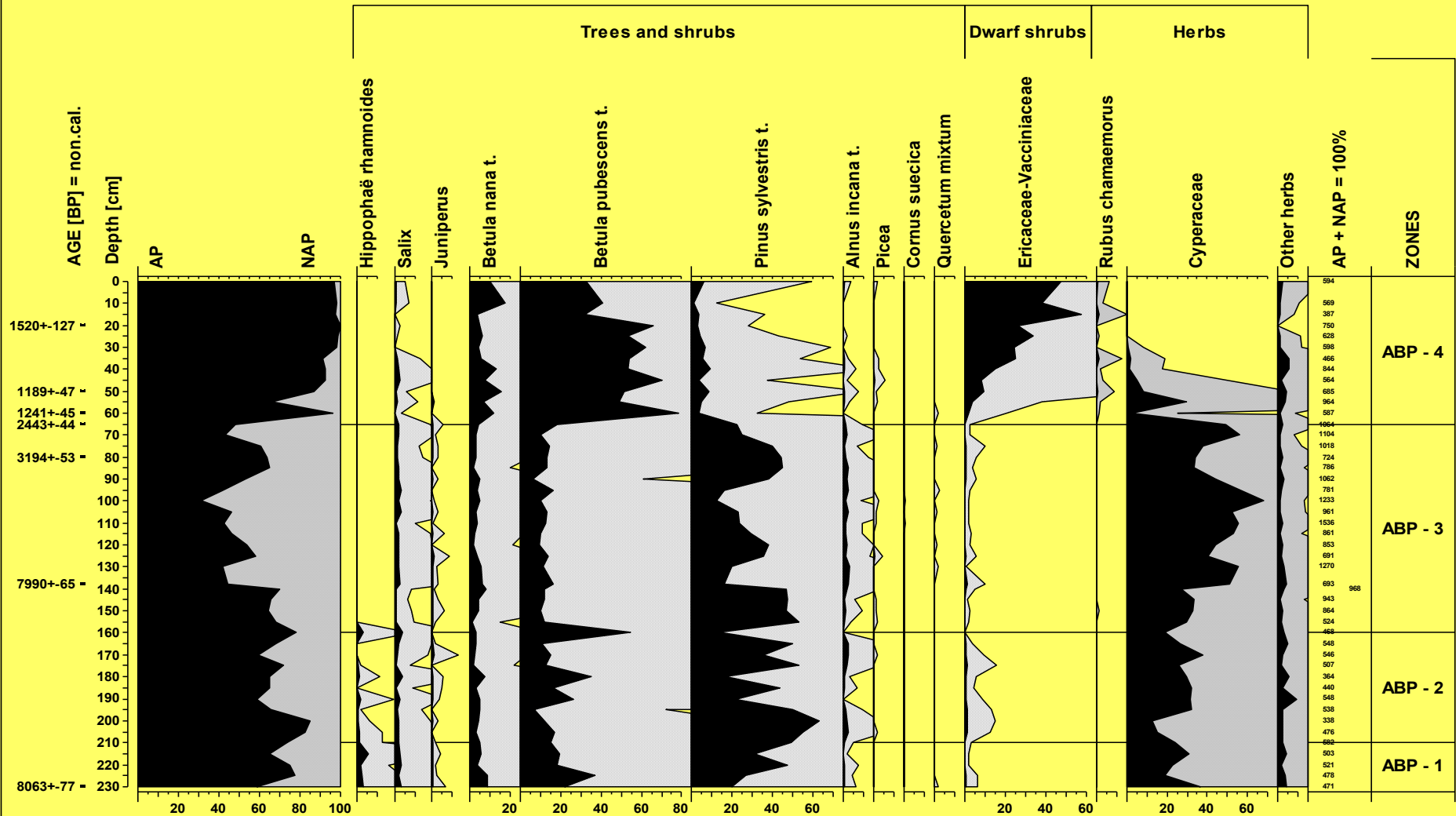
Pollenanalyst: V. Jankovská

NIKEL-KOLA PENINSULA, RUSSIA  
 (69°27' N; 30°45' E; 185 m.a.s.l.)  
 [small palsas mire]



Pollenanalyst: V. Jankovská

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



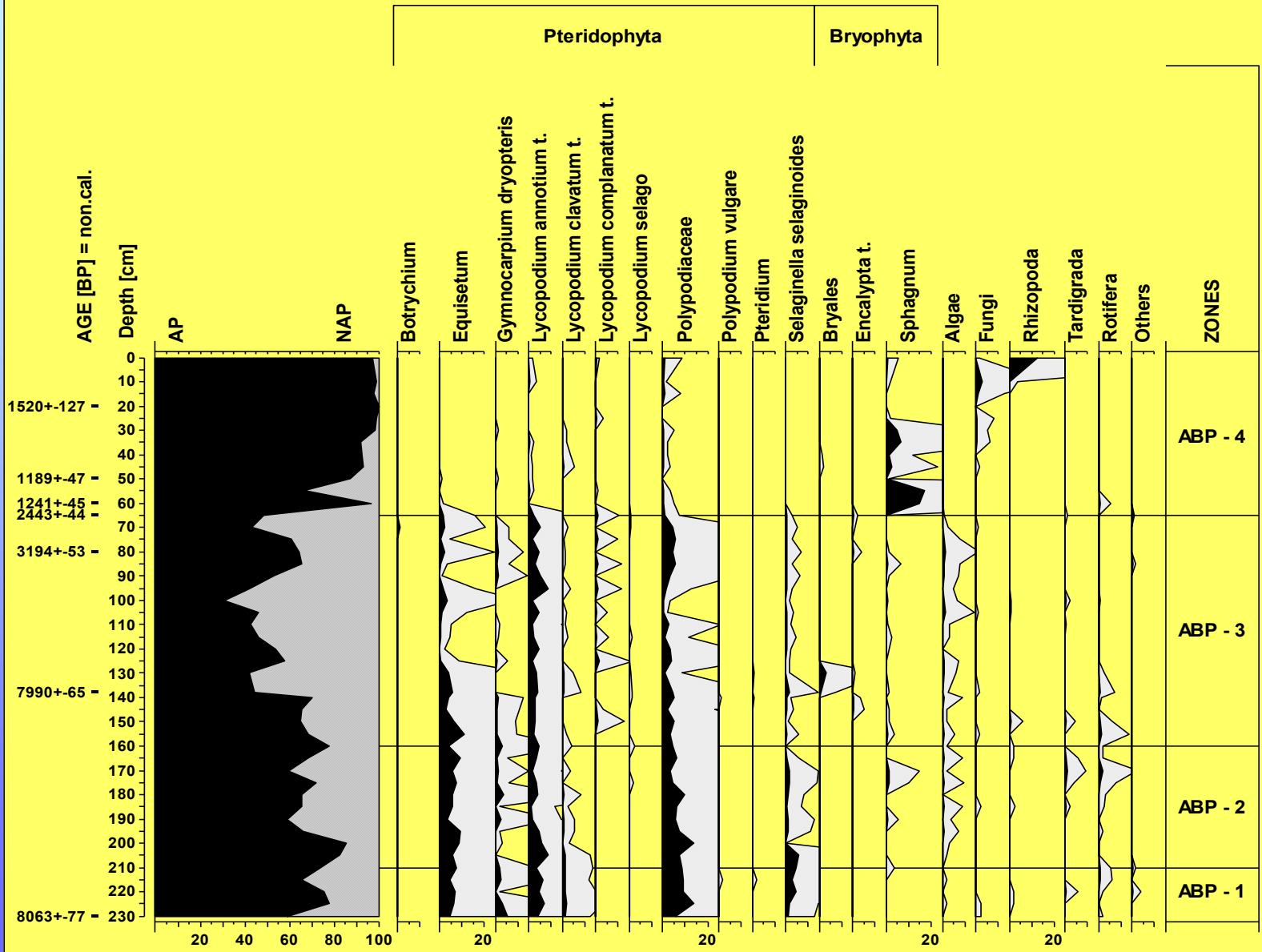
Pollenanalyst: V. Jankovska

ABISKO-PALSA, NW SWEDEN

(68°21' N; 18°49' E; 360 m a.s.l.)

[poor fen type of mire]

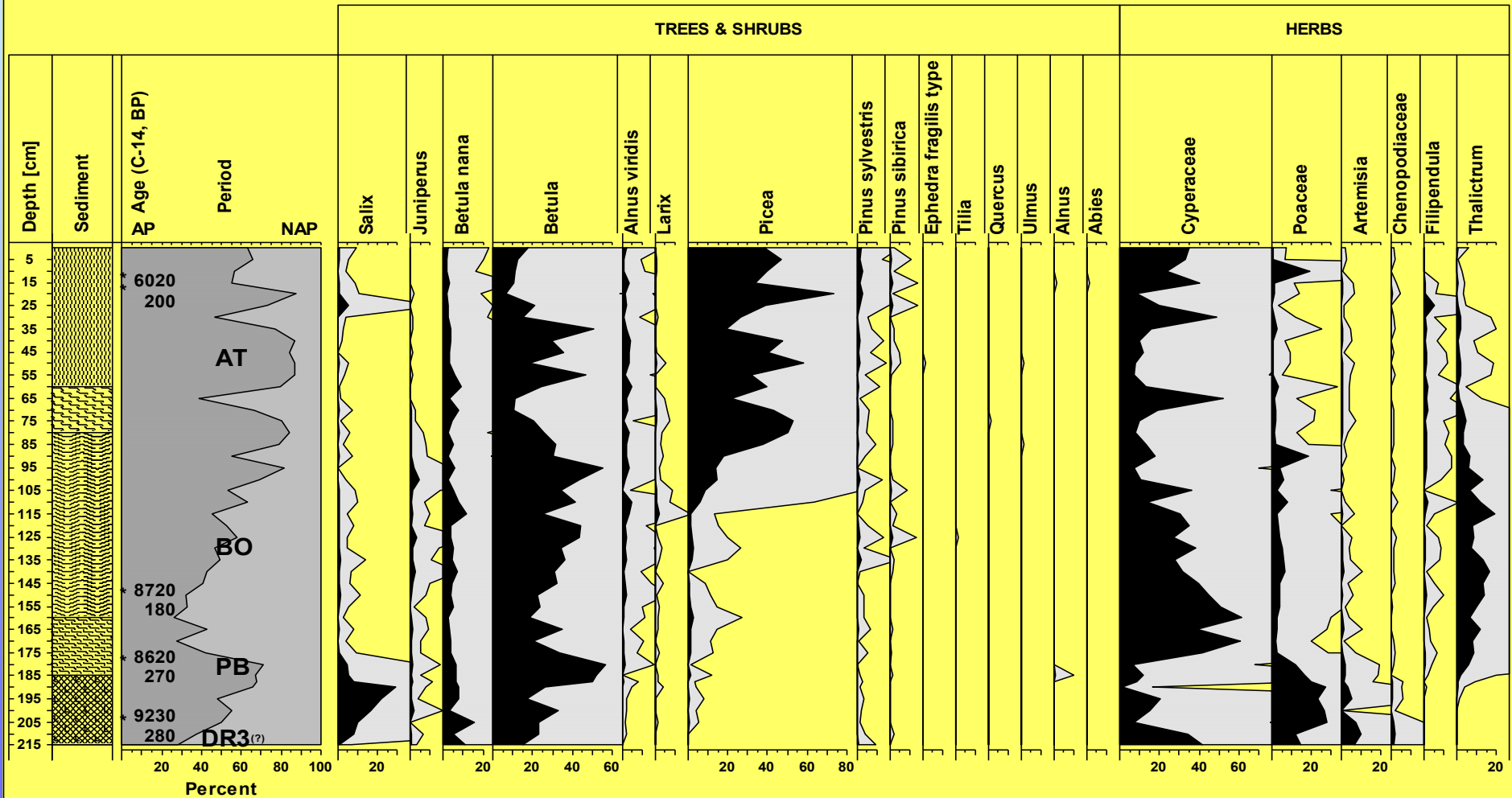
2. part



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

67°05' N, 65°21' E, 170 m a.s.l.

1. part



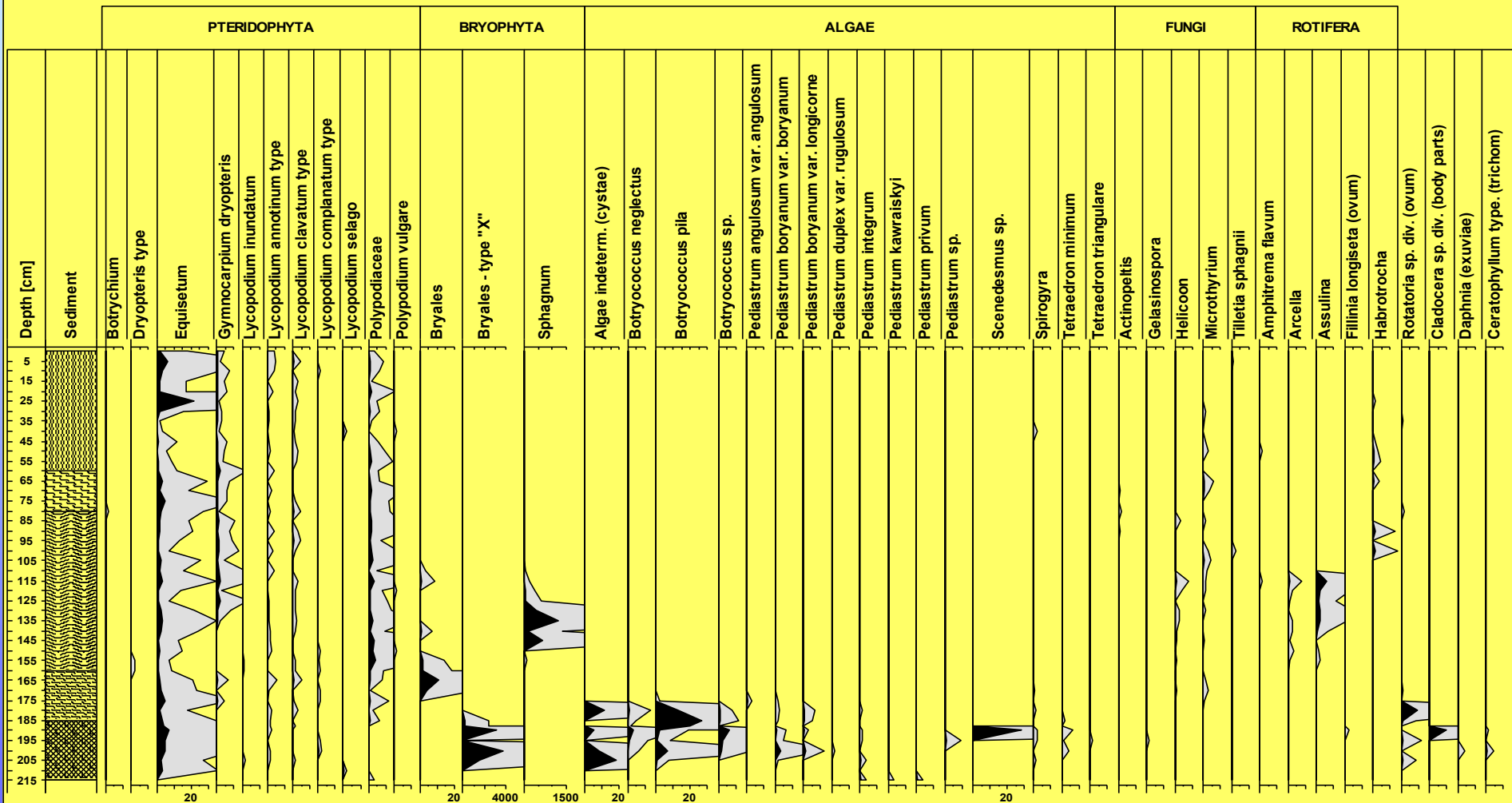
Pollenanalyst: V. Jankovska



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

67°05' N, 65°21' E, 170 m a.s.l.

3. part



Pollenanalyst: V. Jankovska

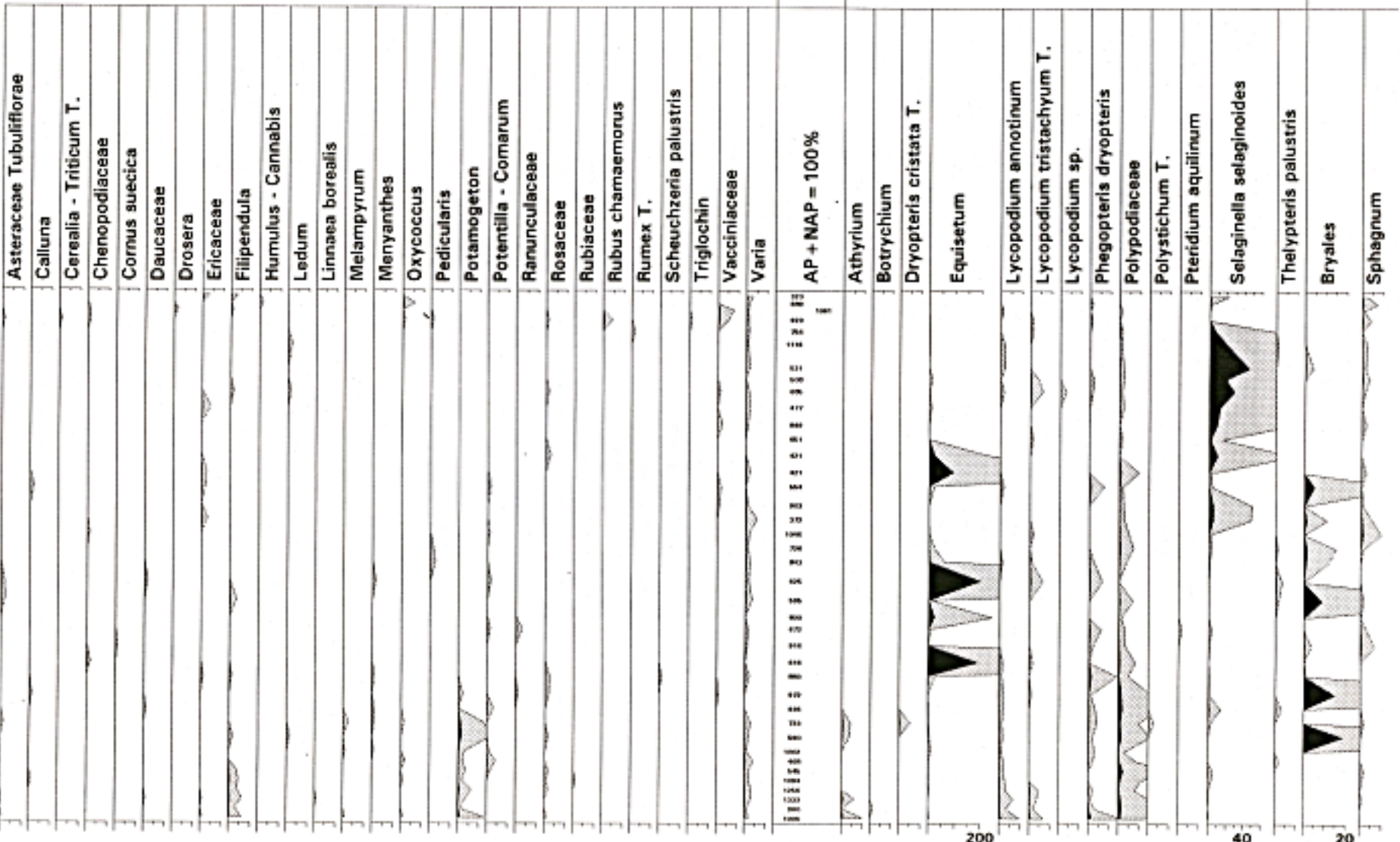


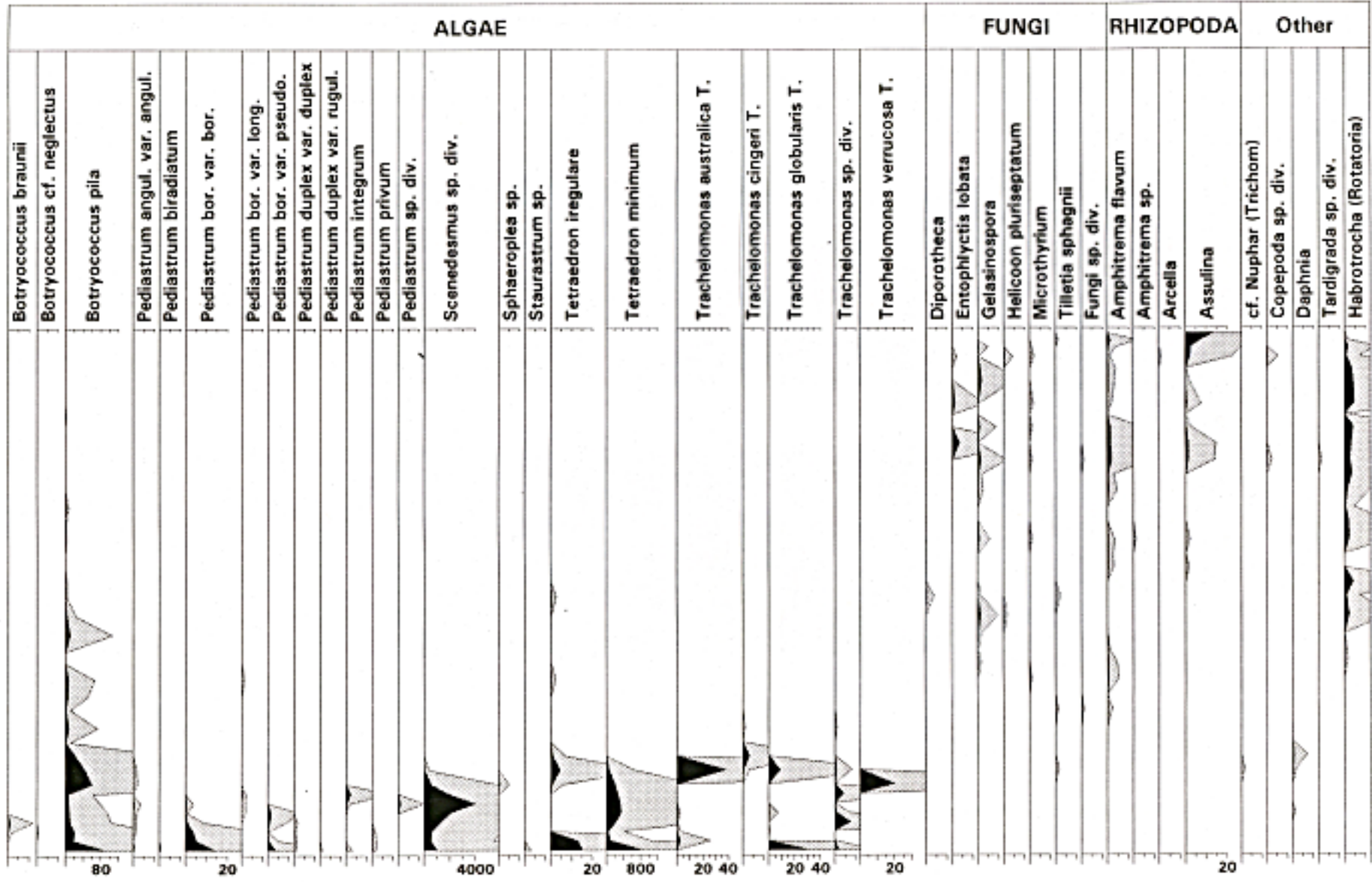


HERBS

PTERIDOPHYTA

BRYOPH.





## 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):

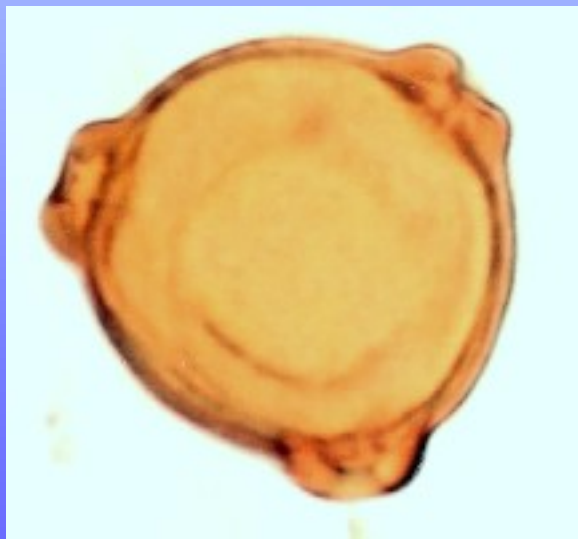
PB je prvním obdobím mladších čtvrtohor. V nižších a středních polohách střední Evropy v oblasti hercynika převládá boro-březové a březo-borové porosty. Určitý podíl si však zachovaly druhy otevřených formací, tj. tundry a chladné stepi. Vodní nádrže (př. Třeboňsko, Podkrušnohoří, Dokesko a další) měly 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. Švarcenberk) jsou koncem BO již částečně zazemněna, otevřená vodní hladina však zůstává v jeho centru do atlantika.

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

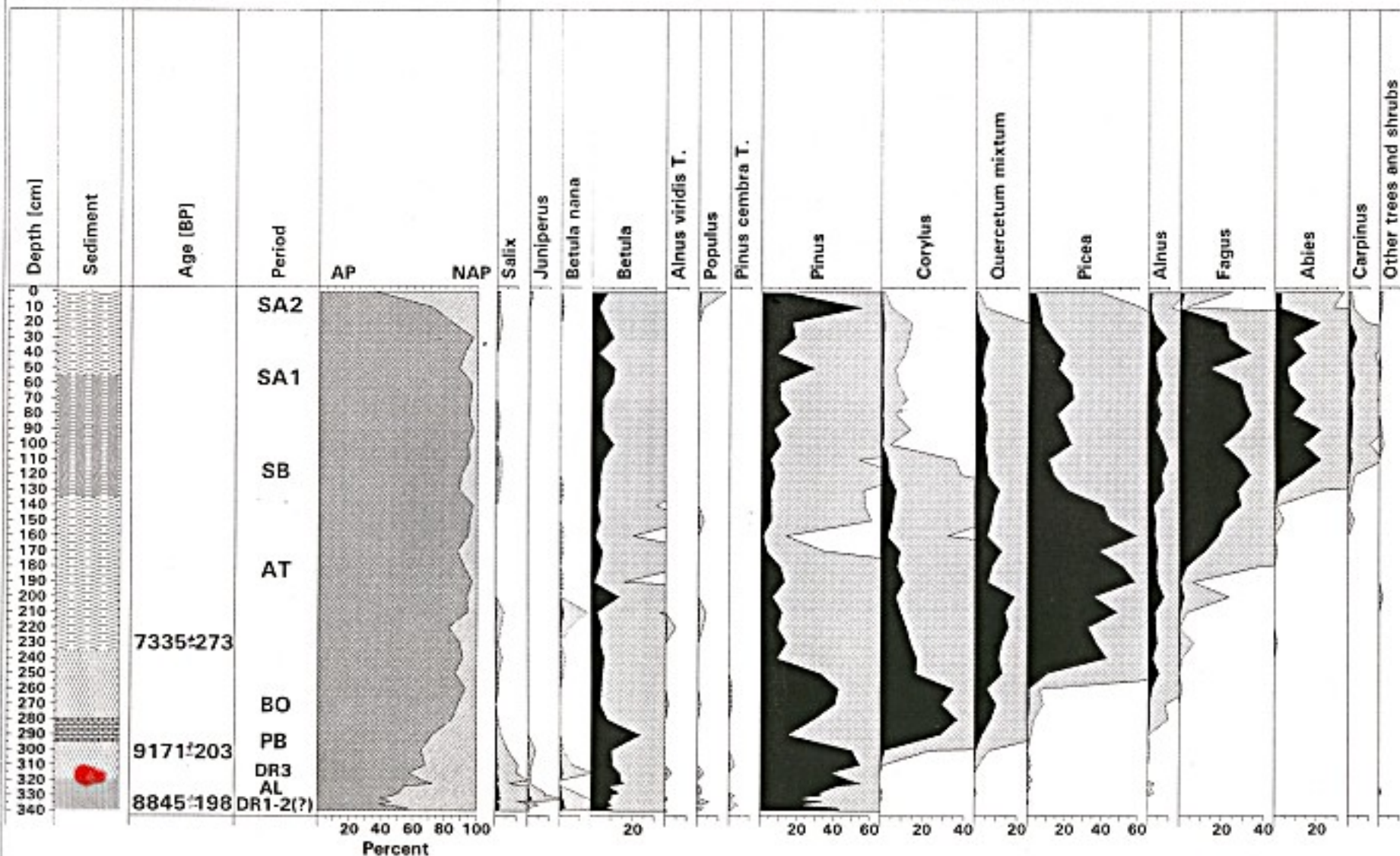


FLAJE-KIEFERN (Krusne hory - Erzgebirge Mts.)

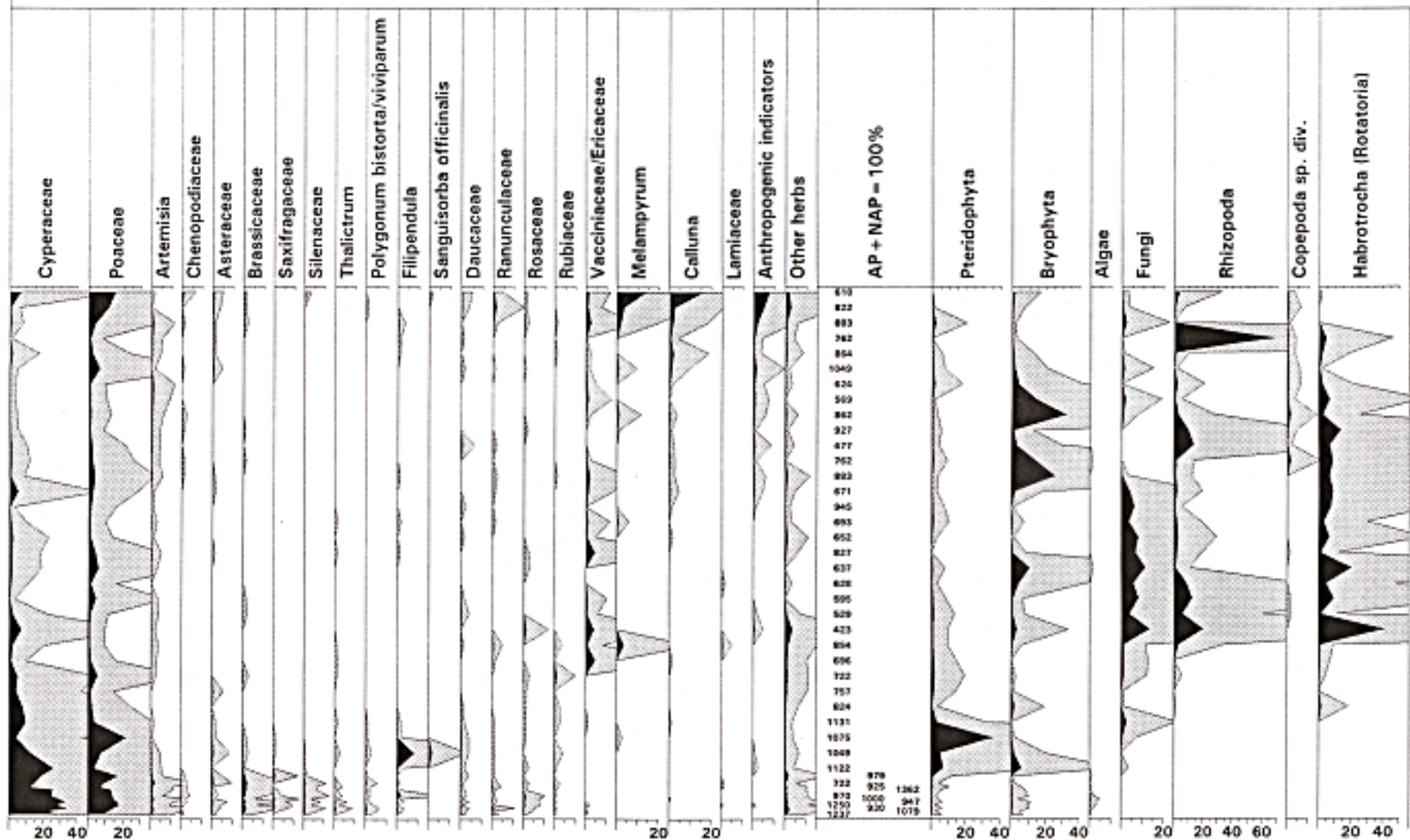
KH-1-A, 50°42'N, 13°38'E, 760 asl.

CZ, NW Bohemia

TREES & SHRUBS



## HERBS



**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)

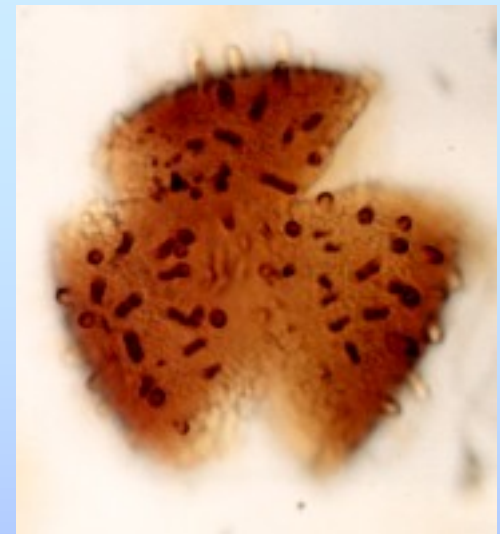
Děleno na starší (AT 1) a mladší (AT 2). Oteplování a zvlhčování klimatu, AT 2 = klimatické optimum holocénu. Šíření lesní vegetace. Skladba lesů pestrá, zastoupeny téměř všechny dřeviny (vyjímka částečně *Fagus*, *Abies*, *Carpinus*) současného středoevropského lesa (v ČR) a dokonce vyšší výskyt klimaticky 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, extrémní 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.**

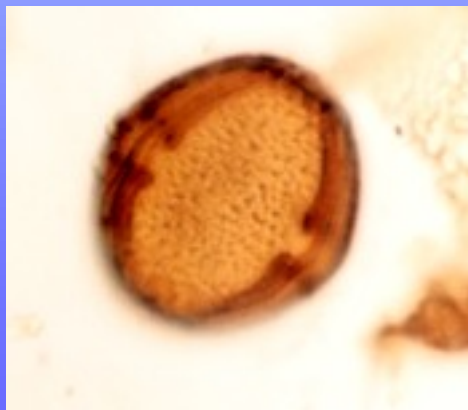
**V AT pronikaly z jižní Evropy do střední další klimaticky náročné druhy. Kromě buku, který se u nás začal více šířit v mladším atlantiku, pronikla na většinu území ČR koncem AT 2 i jedle.**



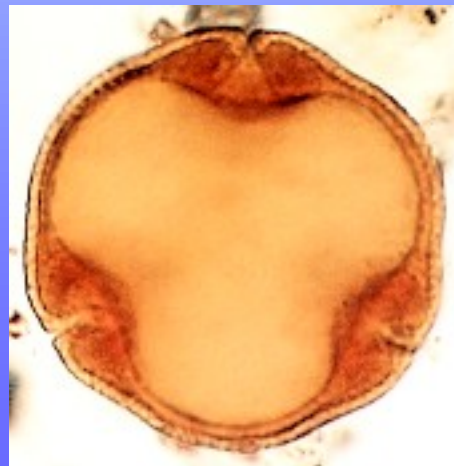
Rašeliniště v Estonsku, obdoba situace v AT Třeboňska



*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 dříve neosídlených oblastí pronikl člověk hlavně podél vodních toků a jejich okrajů.

Do subboreálu spadá např. doba bronzová.

*Fagus*

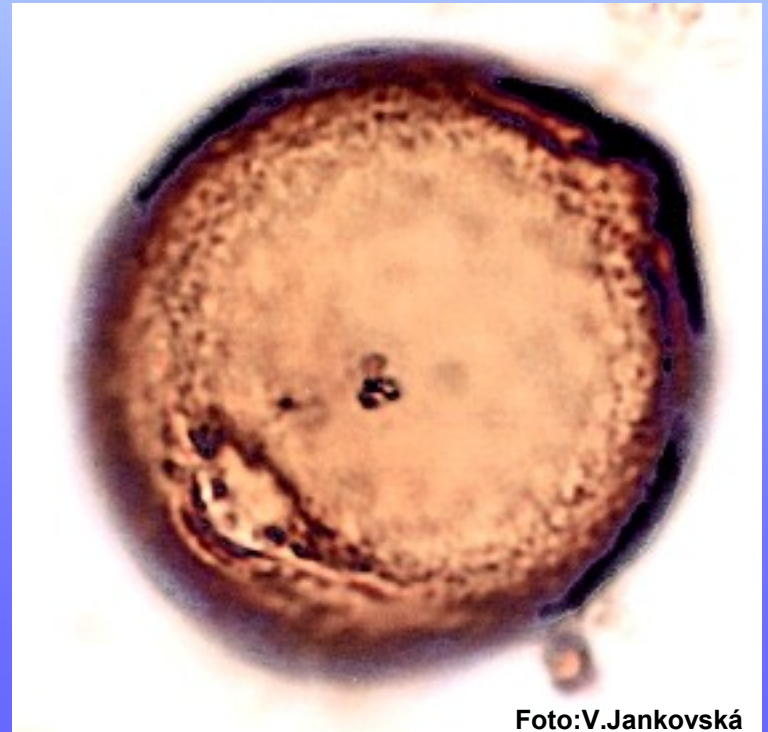


Foto: V. Jankovská

## 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 tvářnosti 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 plevelných (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.



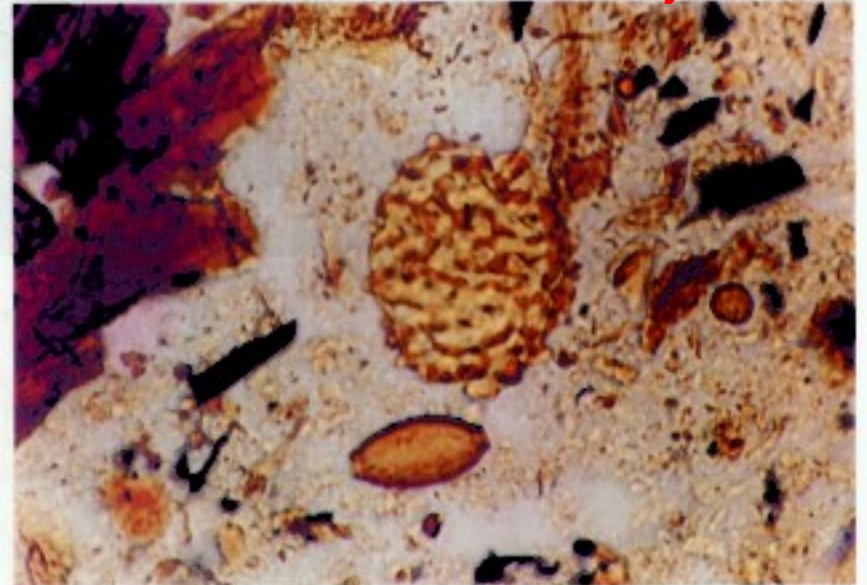
*Centaurea cyanus t.*



*Trichuris trichiura + Centaurea cyanus*



*Triticum t.*



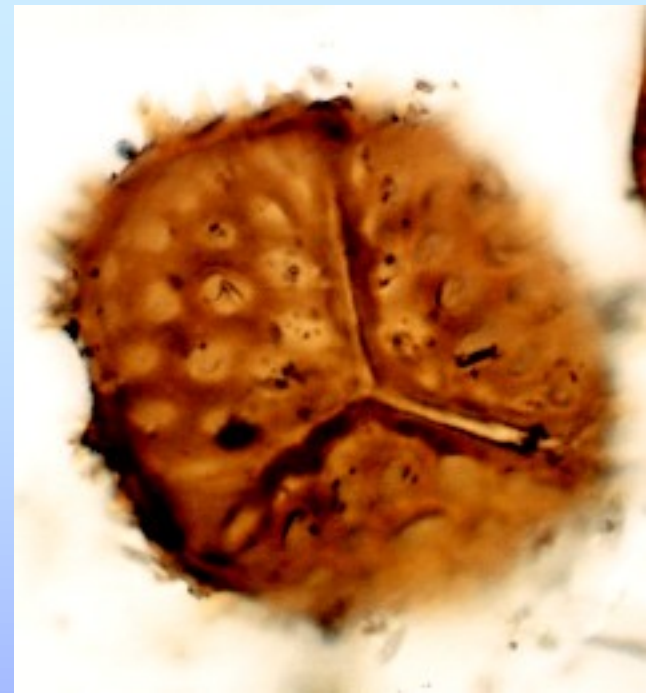
*Trichuris trichiura + Ascaris*



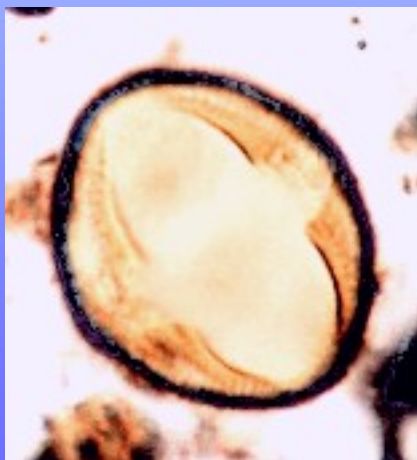
*Secale + Fagus*



Synantropní vegetace u obydlí  
Chantů, jižní Jamal



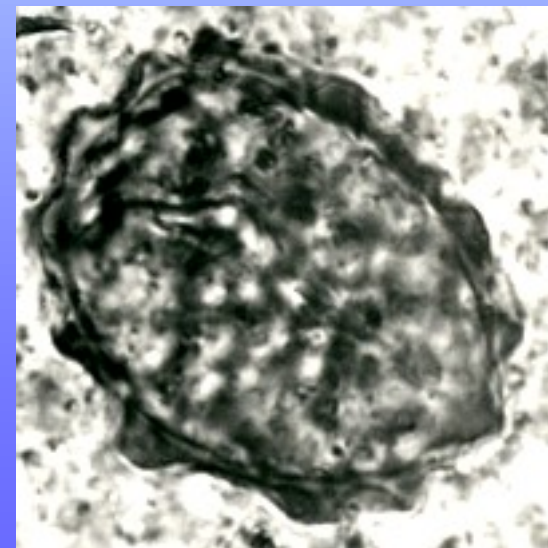
*Anthoceros punctatus*



*Mercurialis annua*



*Fagopyrum*



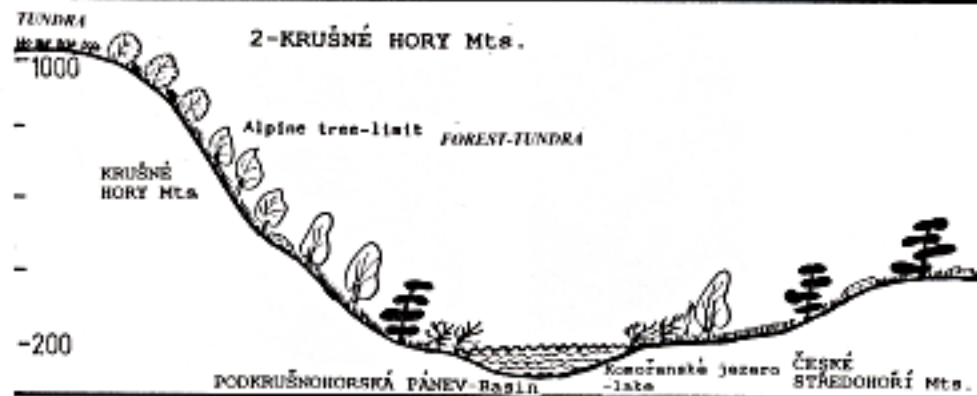
*Ascaris*

PRE - ALLERÖD  
 (DR1 - BO - DR2)  
 ca 12000 - 10000 BC

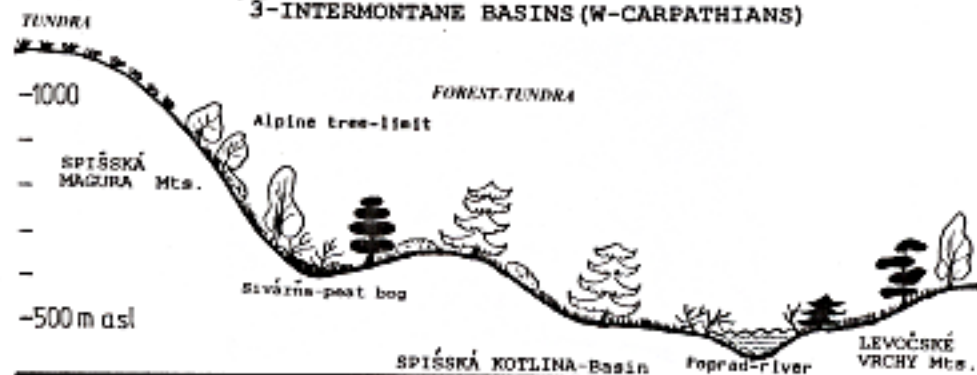
1-TREBOŇSKÁ PÁNEV-Basin



2-KRUŠNÉ HORY Mts.



3-INTERMONTANE BASINS (W-CARPATHIANS)

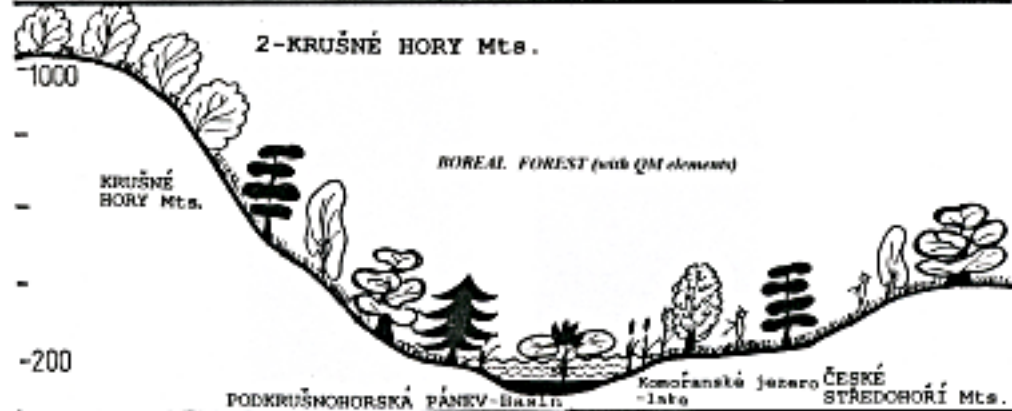


**BOREAL**  
 (BO)  
 ca 6800 - 5500 BC

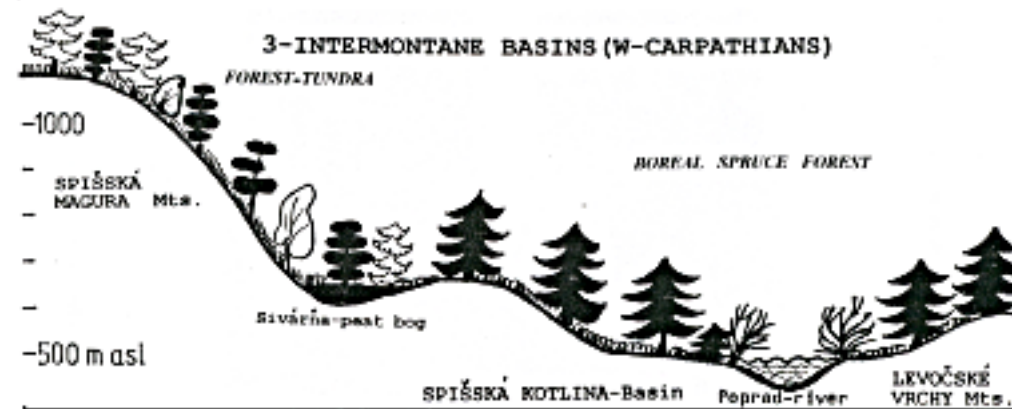
1-TREBOŇSKÁ PÁNEV-Basin



2-KRUŠNÉ HORY Mts.



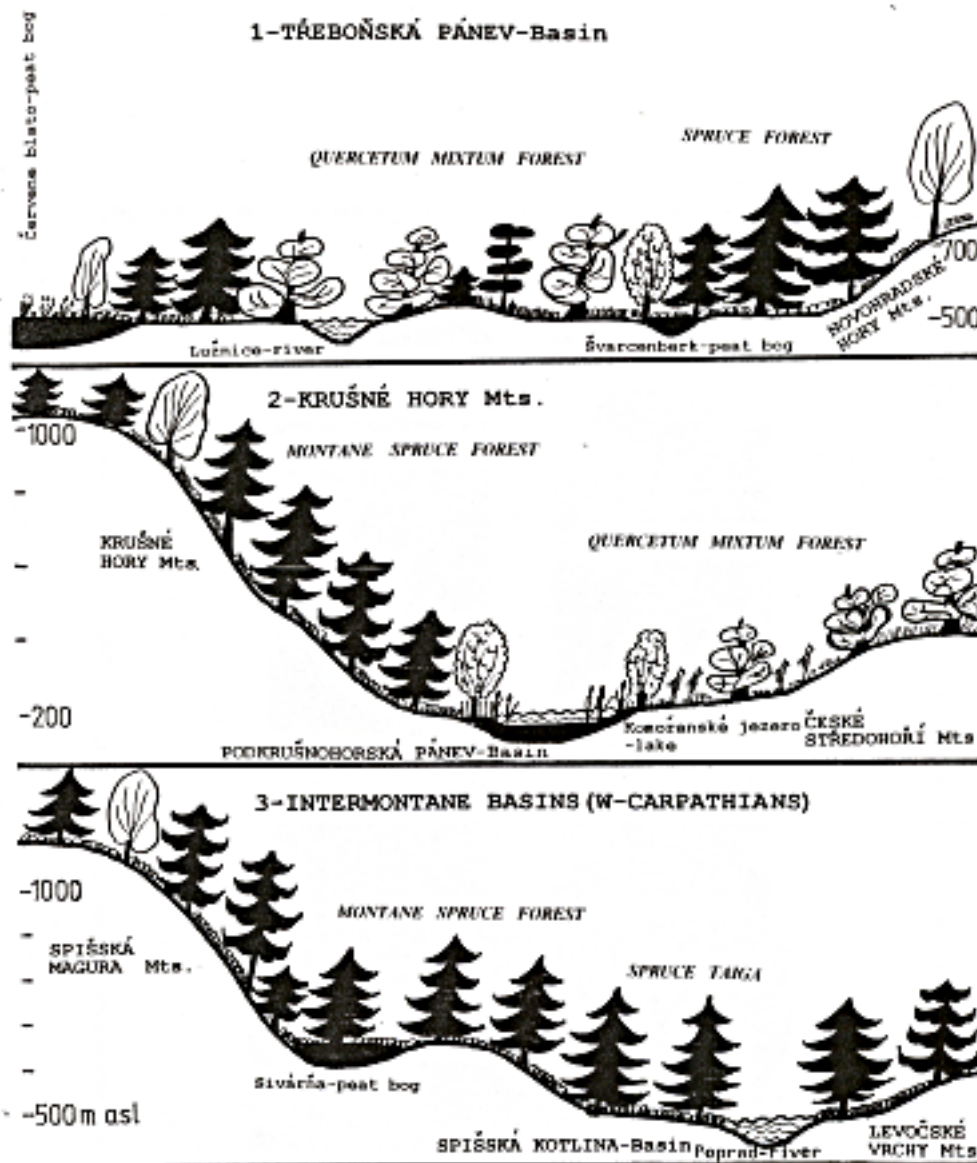
3-INTERMONTANE BASINS (W-CARPATHIANS)



# 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.

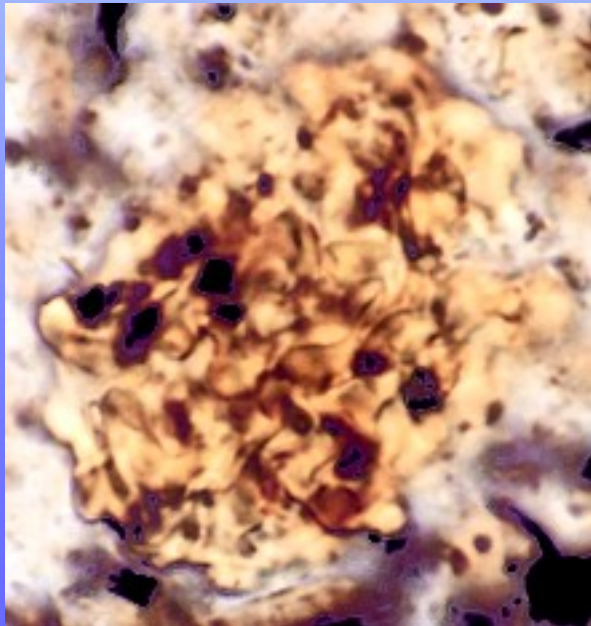
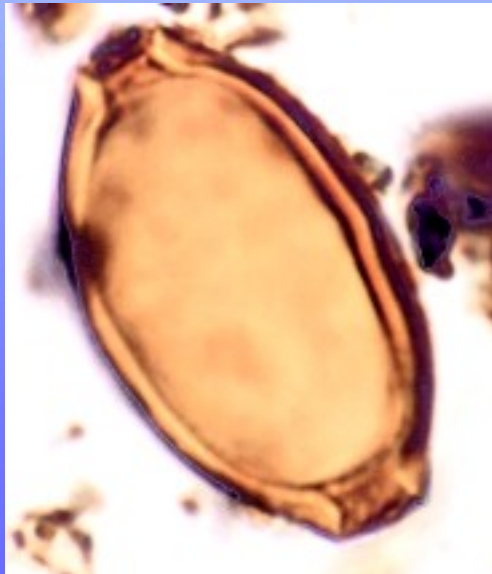
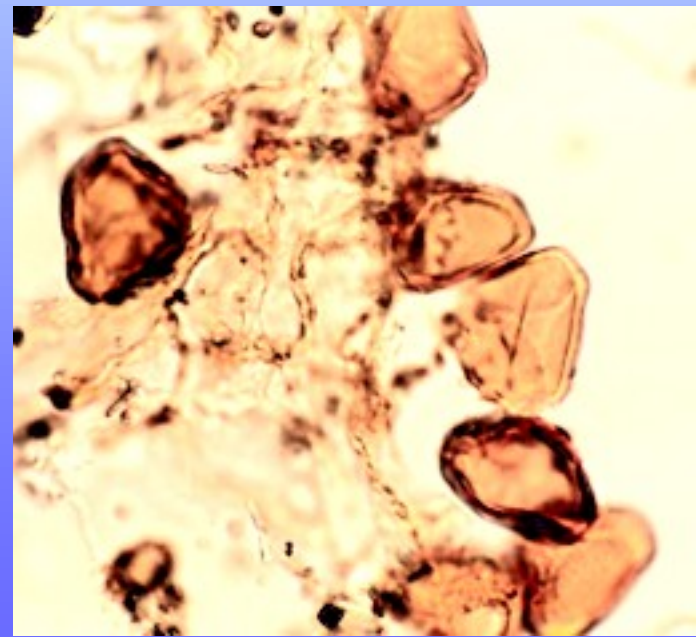


Foto: V. Jankovská *Ascaris* sp.



*Trichuris* cf. *trichiura*

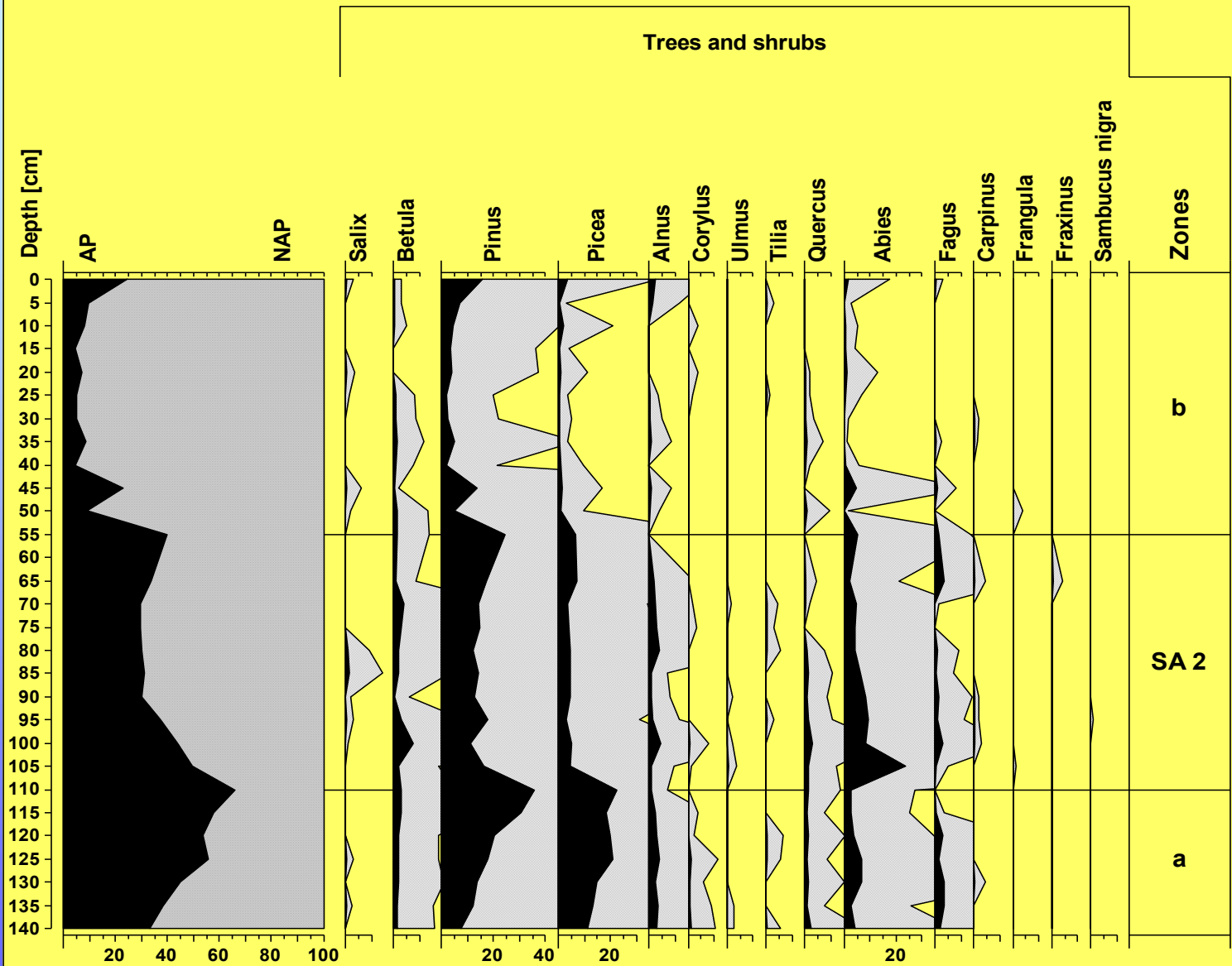


*Myrtus* t.

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

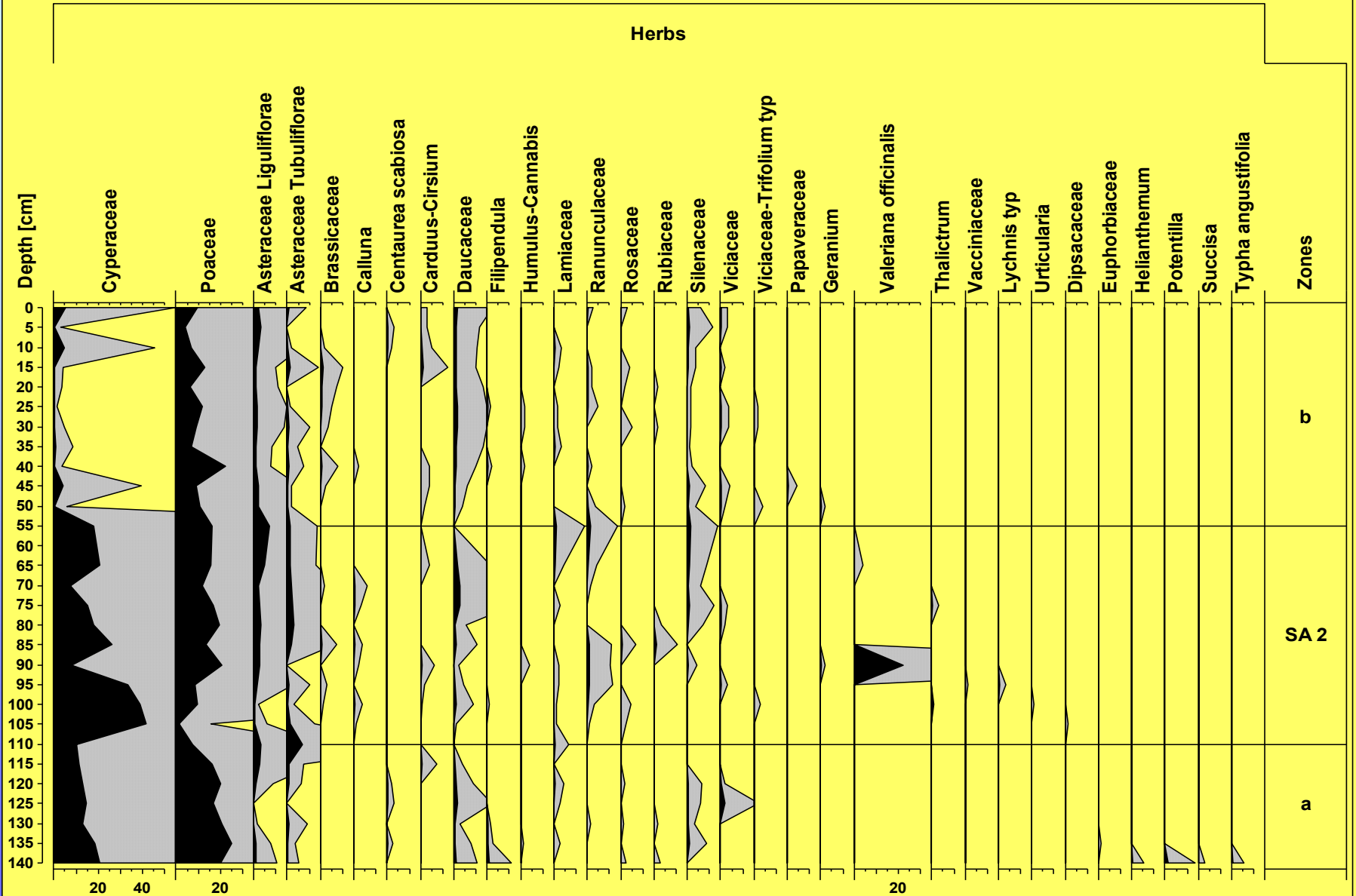
**Czech Republic, NW Bohemia**

**1.part**



**Pollenanalyst: V. Jankovska**

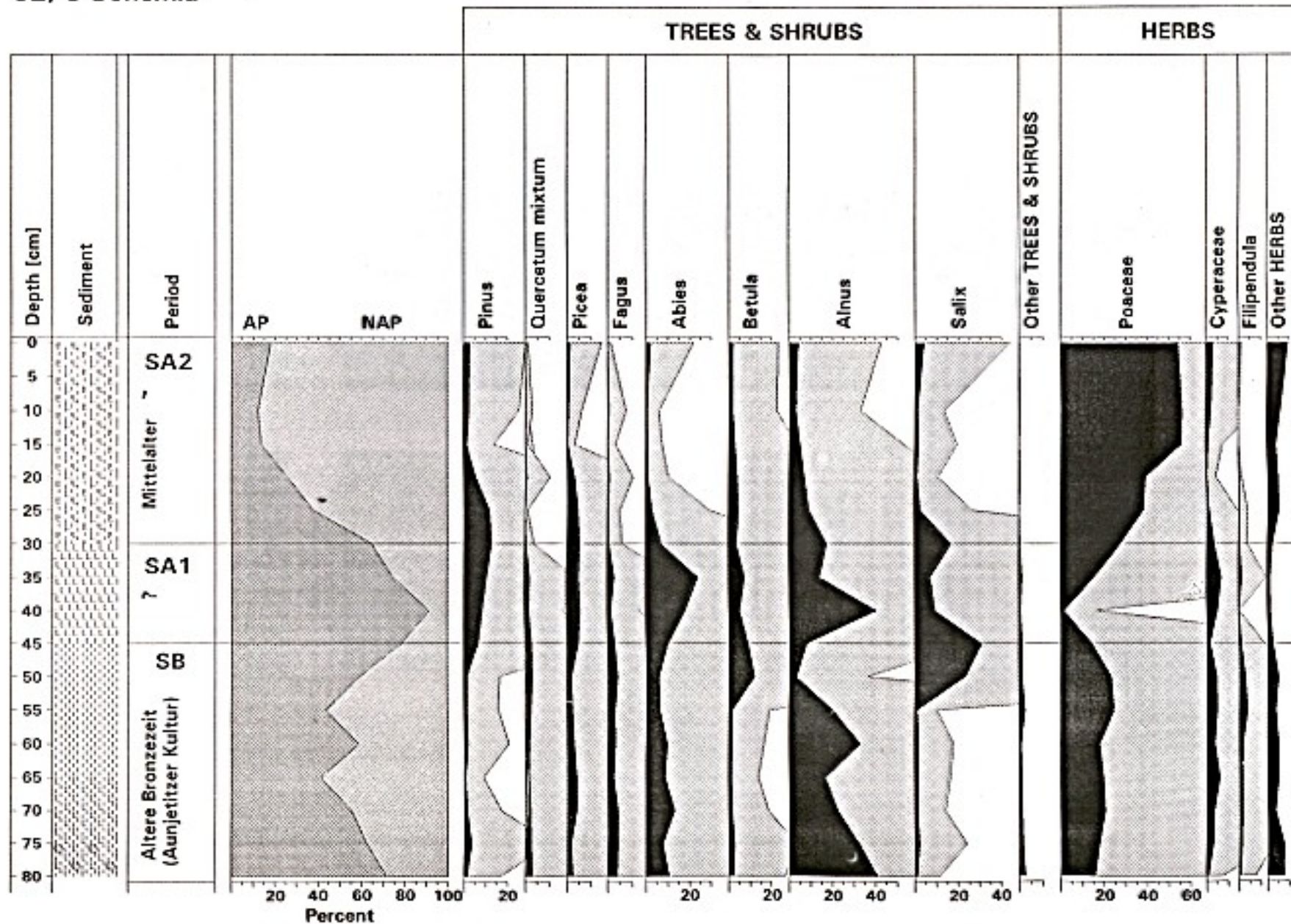




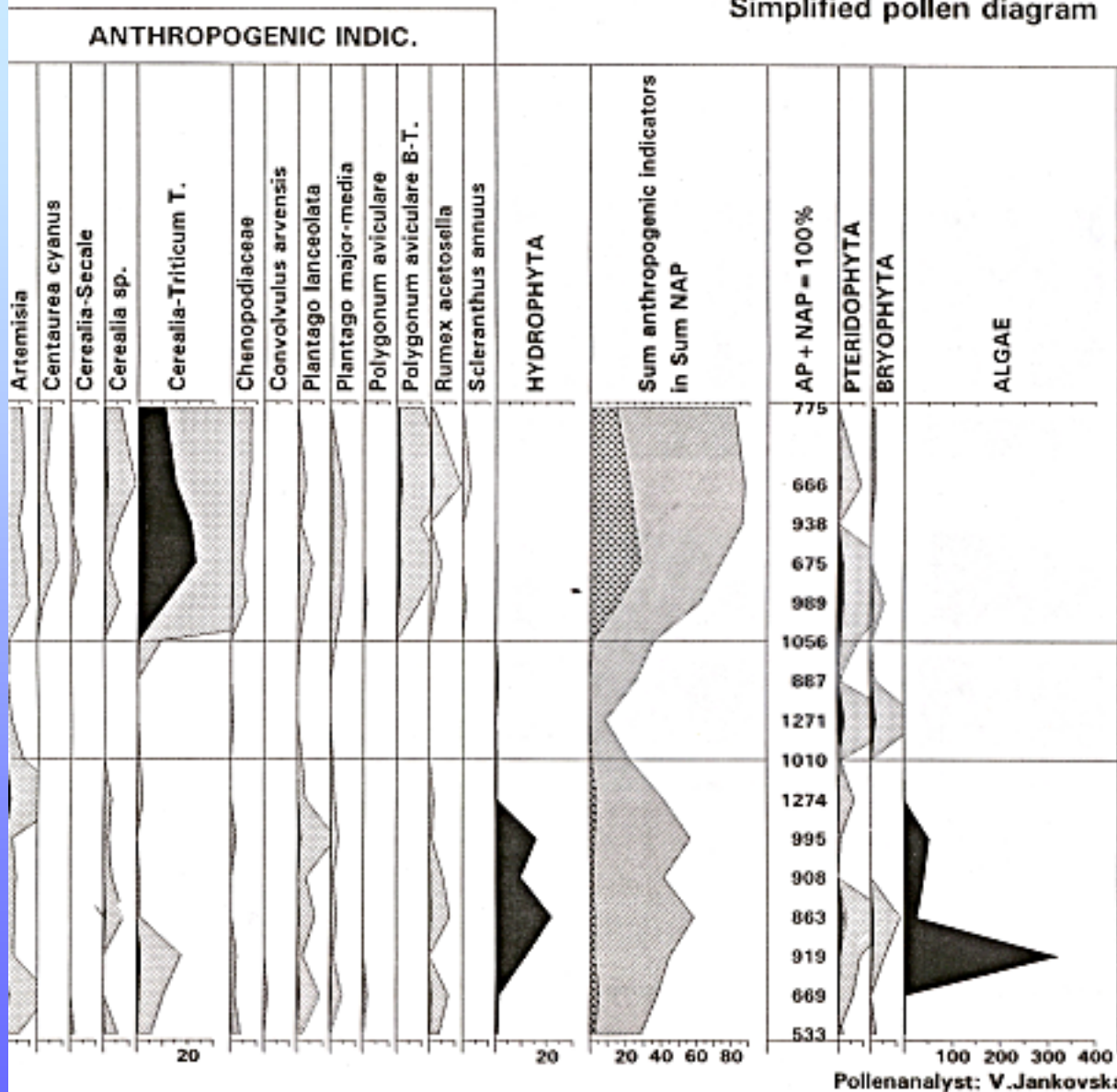


CESKE BUDEJOVICE, Profile JC-10-A, (380 m a.s.l.)

CZ, S Bohemia



### Simplified pollen diagram



Vysvetlivky k sedimentu:  
(Sediment-Erklärung)

- 0-30: Jil, detritus (Lehm, Detritus)
- 30-45: Jil (Lehm)
- 45-65: Raselina (Torf)
- 65-75: Jil, detritus (Lehm, Detritus)
- 75-80: Jil, pisek, detritus (Lehm, Sand, Detritus)

## 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.



**Lužní les u Ropotama, Bulharsko**

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

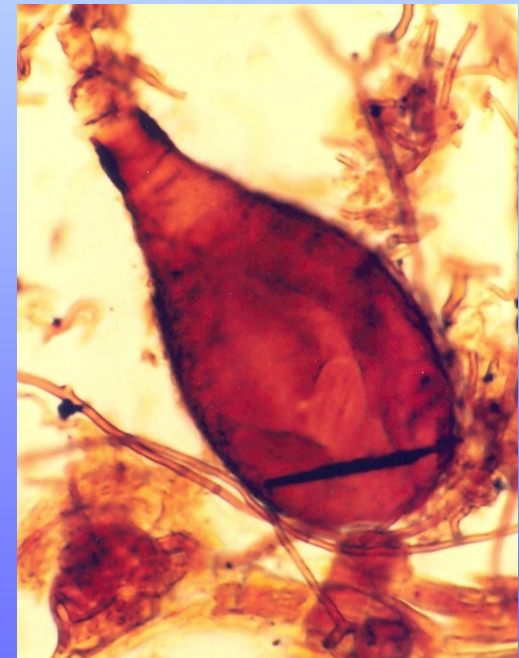
Do této skupiny patří např. *Rhizopoda*, *Rotatoria*, *Tardigrada* a další objekty za živočišné říše. Z říše rostlinné pak především řasy, houby apod. Determinace jednotlivých objektů, které se v pylových preparátech objevují, může, při správné interpretaci, v mnoha případech značně pomoci k upřesnění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



*Assulina* sp.



*Amphitrema flavum*



*Habrotrocha* sp.

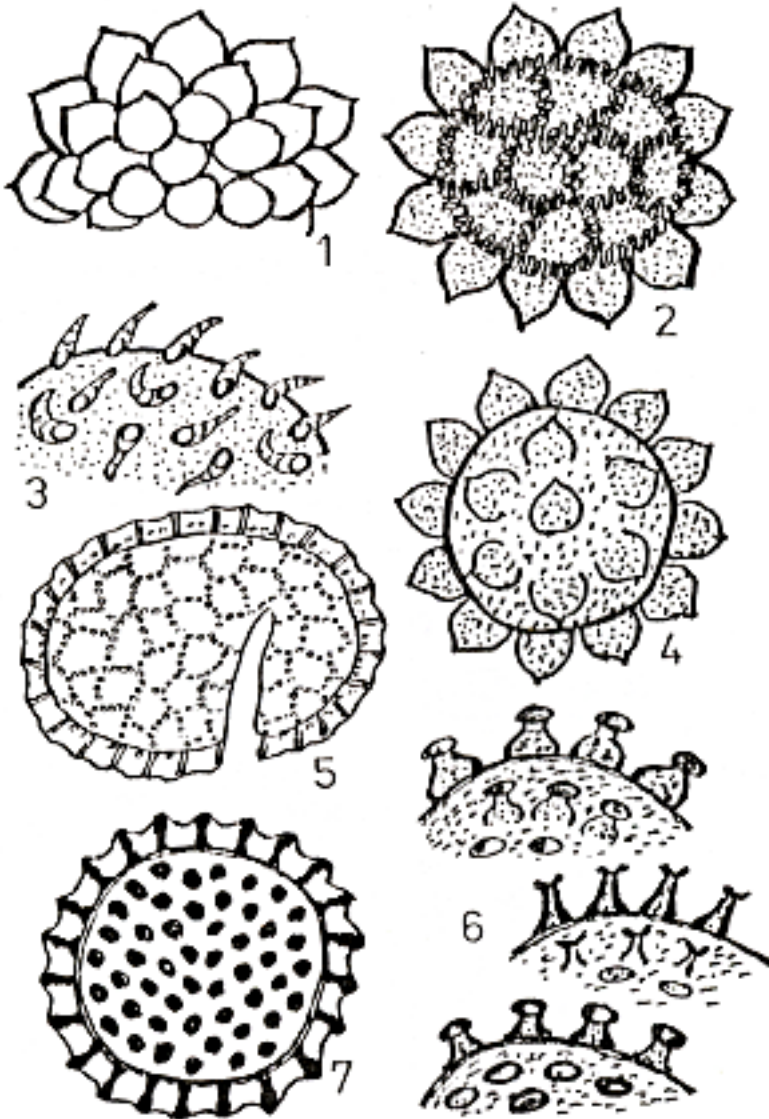
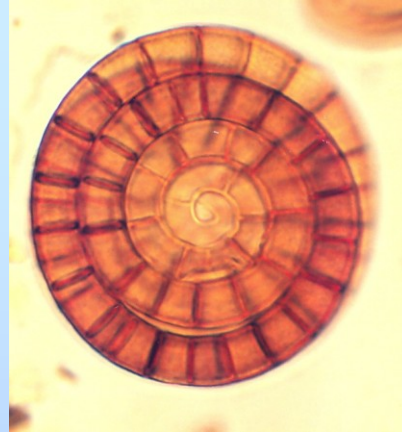
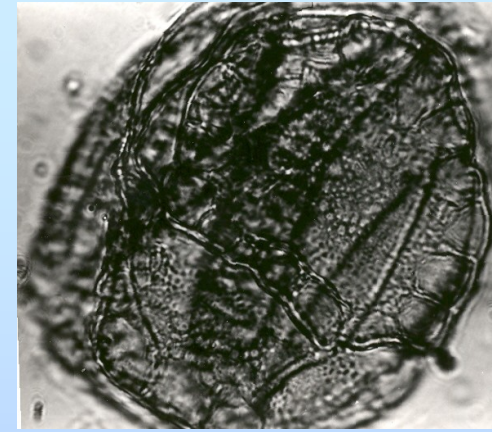


Fig. 1/ 1-7: Eier von Tardigrada (Vergrößerung: siehe Angaben im Text): 1 - *Macrobintus ambignus* Typ, 2 - *M. areolatus* n. sp. Typ, 3 - *M. covosifer* isabaudicus Typ, 4 - *M. juanzenowitzi* echinogenitus Typ, 5 - *M. fulvicornis* Typ, 6 - *M. indolandi* Typ, 7 - *M. intermedium* Typ. (Zeichnungen 5 und 7 wurden nach dem Manuskriptmaterial T.A. BLYACHARCHUKA bearbeitet).



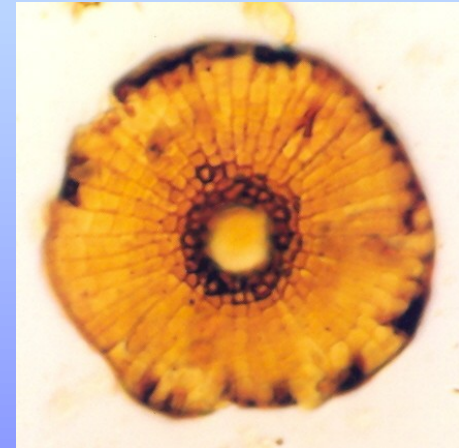
*Helicoon* sp.



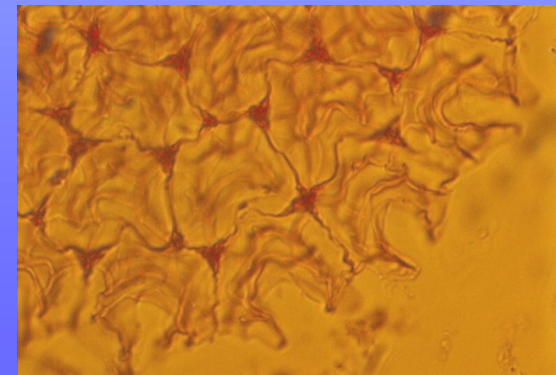
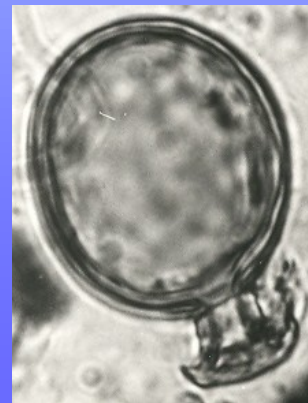
*Fillinia longiseta*



Část živočicha sp.



*Microthyrium*



*Pediastrum angulosum*

# CVIČENÍ



# **Paleobotanické analýzy - základ pro paleorekonstrukci poměrů v minulých tisíciletích**

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

## **POSTUP PŘI PALEOBOTANICKÉM VÝZKUMU**

**1 – V terénu, který nás z paleoekologického pohledu zajímá, nalézt vhodné “přírodní archivy”, tzn. sedimenty, které jsou vhodné pro paleobotanické analýzy. Pro období pozdní glaciál – současnost jsou to uloženiny stávajících rašelinišť, zřídka původních jezer, aluviální sedimenty, “antropogenní uloženiny” v případě archeologických objektů, humusové polohy apod.**

**2 – Odběr podle situace. Odkryvy – odběr ze stěny, podobně kopané sondy. U hlubších profilů – použití vrtáků. Problémy, výhody a nevýhody jednotlivých způsobů odběru.**

**3 – Chemická příprava vzorků k paleobotanickým analýzám. Odstranění uhličitanů, křemičitanů, celulózy (viz metodiku preparace). Pro analýzy makrozbytků – plavení, separace, determinace.**

**4 – Pylová a makroskopická analýza. Determinační klíče a atlasy, referenční sbírky.**

**5 – Pylový diagram, jeho konstrukce, členění a jeho vyprávěcí možnosti. Problémy (podhodnocení a nadhodnocení u jednotlivých taxonů apod.).**

# METODIKA PREPARACE VZORKŮ PRO PALEOBOTANICKÉ ANALÝZY

**POZOR !** Odstředivka se nesmí točit rychleji než 3.000 otáček, při přesáhnutí této hranice dochází k poškození vzorků pro paleobotanické analýzy.

## **1 – Odstranění uhličitánů (karbonátů)**

- přidáme HCl - “vyšumíme” – odstředíme - slijeme
- propláchneme destilovanou vodou - odstředíme – slijeme  
(2x)

## **2 – Odstranění křemičitanů (silikátů)**

- zalijeme HF a necháme 24 – 32 hod.– slijeme – odstředíme
- propláchneme destilovanou vodou - odstředíme – slijeme  
(2x)

### **3 – Odstranění celulózy (acetolýza)**

- zalijeme 10% roztokem KOH
- dáme do vodní lázně (3-5 min. = tvoří se bublinky) – odstředíme – slijeme
- propláchneme destilovanou vodou - odstředíme – slijeme (2x)
- zalijeme  $\text{CH}_3\text{COOH}$  – odstředíme – slijeme
- zalijeme acetylační směsí [  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (1 díl) +  $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3$  (9 dílů)]
- dáme do vodní lázně (3-5 min. = tvoří se bublinky) – odstředíme – slijeme
- zalijeme  $\text{CH}_3\text{COOH}$  – odstředíme – slijeme
- propláchneme destilovanou vodou - odstředíme – slijeme (2x)
- zalijeme  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$  (zahřátým) – odstředíme (5-7 min.) – slijeme

## **Macerace vzorků s převažujícím minerálním materiálem sedimentu**

**Oproti vzorkům z organogenních sedimentů mají několik odlišností:**

- 1. Pylová zrna jsou světlé barvy - nemusí se zesvětlovat za pomoci acetolýzy**
- 2. V sedimentu je daleko menší koncentrace palynomorf - pro získání dostatečného množství je nutné organický materiál zkoncentrovat za pomoci těžkých kapalin**  
**– hustota mezi 2–2,4g/cm<sup>3</sup>**

**Nejběžnější využívanou těžkou kapalinou je vodný roztok ZnCl<sub>2</sub>, který je jen málo toxický. Velmi dobré výsledky má směs KJ a CdJ + voda**

- 1. Rozmělněný vzorek v kádince zalít 10-20% HCl – pro odstanění kalcitu na cca 24hod**
- 2. Odstředit , promýt destilovanou vodou, převést do PVC nádob**
- 3. zalít koncentrovanou HF – 1 – 2 dny – pro odstranění silikátů; sediment je nutné občas zamíchat, aby reakce probíhala v celém vzorku**
- 4. odstředit, promýt**
- 5. zalít 10% HCl – odstraní se fluoridy vzniklé z předchozí reakce a současně dojde k okyselení prostředí**
- 6. odstředit, nepromývat – převést do menší zkumavky**
- 7. zalít roztokem  $ZnCl_2$  - 2x-3x větší množství než zbylého sedimentu**

9. lehkou frakci odpipetovat, promýt slabým roztokem HCl , odstředit
10. možnost sítování – oka 10-20 $\mu$ m
11. vzorek se převede do směsi glycerínu, alkoholu a vody 1: 1: 1, promíchat a odstředit

Seznam použitých chemikálií:

HCl – kyselina chlorovodíková

HF – kyselina fluorovodíková

KOH – oxid draselný

CH<sub>3</sub>COOH – kyselina octová

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> - kyselina sírová

C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub> – anhydrid kyseliny octové

C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O<sub>3</sub> – glycerin

ZnCl<sub>2</sub> – chlorid zinečnatý

**Děkuji Vám  
za pozornost**