

**Univerzita Karlova**  
**Přírodovědecká fakulta**

Studijní program: Geologie  
Studijní obor: Praktická geobiologie



**Jana Čepičková**

**Paleoklimatická studie cenomanské flóry Českého masivu**  
**Palaeoclimatic study of the Cenomanian flora of Bohemian Massif**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: prof. RNDr. Zlatko Kvaček, DrSc.

Praha, 2017

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne 18. 5. 2017

---

Jana Čepičková

## **Poděkování**

V první řadě patří mé velké poděkování prof. RNDr. Zlatkovi Kvačkovi, DrSc., který byl trpělivým vedoucím mé práce, vyslechl mou mlhavou představu o bakalářské práci a dal jí skutečný tvar a směr. Jeho rady a připomínky byly cenným zdrojem informací.

S velkou vděčností zmiňuji konzultanta své práce, RNDr. Jiřího Kvačka, CSc., který trpělivě zodpovídal mé dotazy, poskytoval rady a připomínky a v neposlední řadě odpovídal na mé emaily i během pozdních nočních hodin. Svému školiteli i konzultantovi děkuji za možnost navštívení sbírek Národního muzea, kde jsem mohla vytvořit fotodokumentaci vybraných vzorků pro tuto práci.

Za odborné rady ohledně CLAMP analýzy děkuji doc. RNDr. Vasilisovi Teodoridisovi, Ph.D.

Tato práce by nevznikla bez tolik důležité podpory rodiny a přátel, kterým touto cestou vyjadřuji svou neskonalou vděčnost.

## Abstrakt

Cílem této rešeršní práce je provedení rozboru vybraných rostlinných druhů z konkrétních cenomanských nalezišť české křídové pánve a jejich následného vyhodnocení pro účely zjištění klimatických podmínek ve stupni cenoman.

Fosilní rostliny, které poslouží k demonstraci znaků, pocházejí ze dvou lokalit, a to Praha, Slivenec a Praha, Malá Chuchle a jsou uloženy v Národním muzeu v depozitáři v Horních Počernicích. Pro ucelenější pohled na cenoman v české křídové pánvi jsou použity popisy lokalit Praha, Hloubětín a Vyšehořovice.

Výchozí metodou pro určování paleoklimatického signálu je tzv. CLAMP (Climate Leaf Analysis Multivariate Program) analýza, která stanoví přibližné klimatické podmínky, které panovaly v cenomanu.

*Klíčová slova: paleoklimatologie, flóra cenomanu, Český masiv*

## Abstract

The aim of this research is to analyse selected plant species from the specific Cenomanian deposits of the Bohemian Cretaceous Basin and their subsequent observation for determining climatic conditions in the Cenomanian age.

Fossil plants that will serve to show signs come from two localities, specifically Prague, Slivenec and Prague, Malá Chuchle and are stored in the National Museum in the depository in Horní Počernice. For a more complete view of the Cenomanian in the Bohemian Cretaceous Basin are used the descriptions of the locations Prague, Hloubětín and Vyšehořovice.

The default method for detecting the paleoclimatic signal is the CLAMP (Climate Leaf Analysis Multivariate Program) analysis, which sets out the approximate climatic conditions that dominated in the Cenomanian.

*Key words: palaeoclimatology, Cenomanian flora, Bohemian Massif*

# Obsah

1.	Úvod .....	1
2.	Česká křídová pánev .....	2
3.	Cenoman v Českém masivu .....	3
4.	Charakteristika cenomanské flóry Českého masivu .....	7
5.	Přehled vybraných lokalit .....	8
5.1.	Praha, Slivenec .....	9
5.2.	Praha, Malá Chuchle .....	9
5.3.	Praha, Hloubětín, Cihelna V Bažantnici .....	9
5.4.	Vyšehořovice .....	10
6.	Metoda CLAMP analýzy .....	11
6.1.	Parametry .....	12
6.1.1.	Čepel .....	12
6.1.2.	Listový okraj .....	12
6.1.3.	Velikost čepelce .....	14
6.1.4.	Vrchol .....	15
6.1.5.	Báze .....	16
6.1.6.	Poměr délky a šířky .....	16
6.1.7.	Tvar .....	17
6.2.	Číselné zpracování získaných údajů .....	17
7.	Vybrané druhy krytosemenných rostlin českého cenomanu .....	18
8.	Závěr .....	21
9.	Seznam použité literatury .....	22
10.	Vysvětlivky k fotografickým tabulím .....	26
11.	Fotografické tabule .....	27

## 1. Úvod

Tato práce si klade za cíl zmapovat metody stanovení klimatických podmínek, ve kterých existovaly rostliny spadající svým časovým rozpětím do stupně cenoman ze svrchní křídly a jaké morfologické vlastnosti rostlin jsou určující pro tato zkoumání.

Dle nálezů fosilií dřevnatých dvouděložných krytosemenných rostlin je možné začít rekonstruovat i prostředí, ve kterých se rostliny vyskytovaly. K těmto rekonstrukcím slouží různé analýzy (např. koexistenční analýza – CoA, analýza listového okraje – LMA), které dokáží určit klimatické podmínky na základě předpokladu podobnosti požadavků rostlin na podmínky v dnešní době jako před desítkami milionů let nebo pouze na základě vztahu mezi okrajem listu a průměrnou roční teplotou biotopu.

Jednou z těchto analýz souvisejících s fyziologií rostlinných zbytků je i Climate Leaf Analysis Multivariate Program (CLAMP) analýza. Tato analýza je schopná přibližně určit, v jakém klimatickém prostředí zkoumané rostliny existovaly, a to pomocí jejich fyziologických vlastností. Touto analýzou se budu ve své práci zabývat nejvíce.

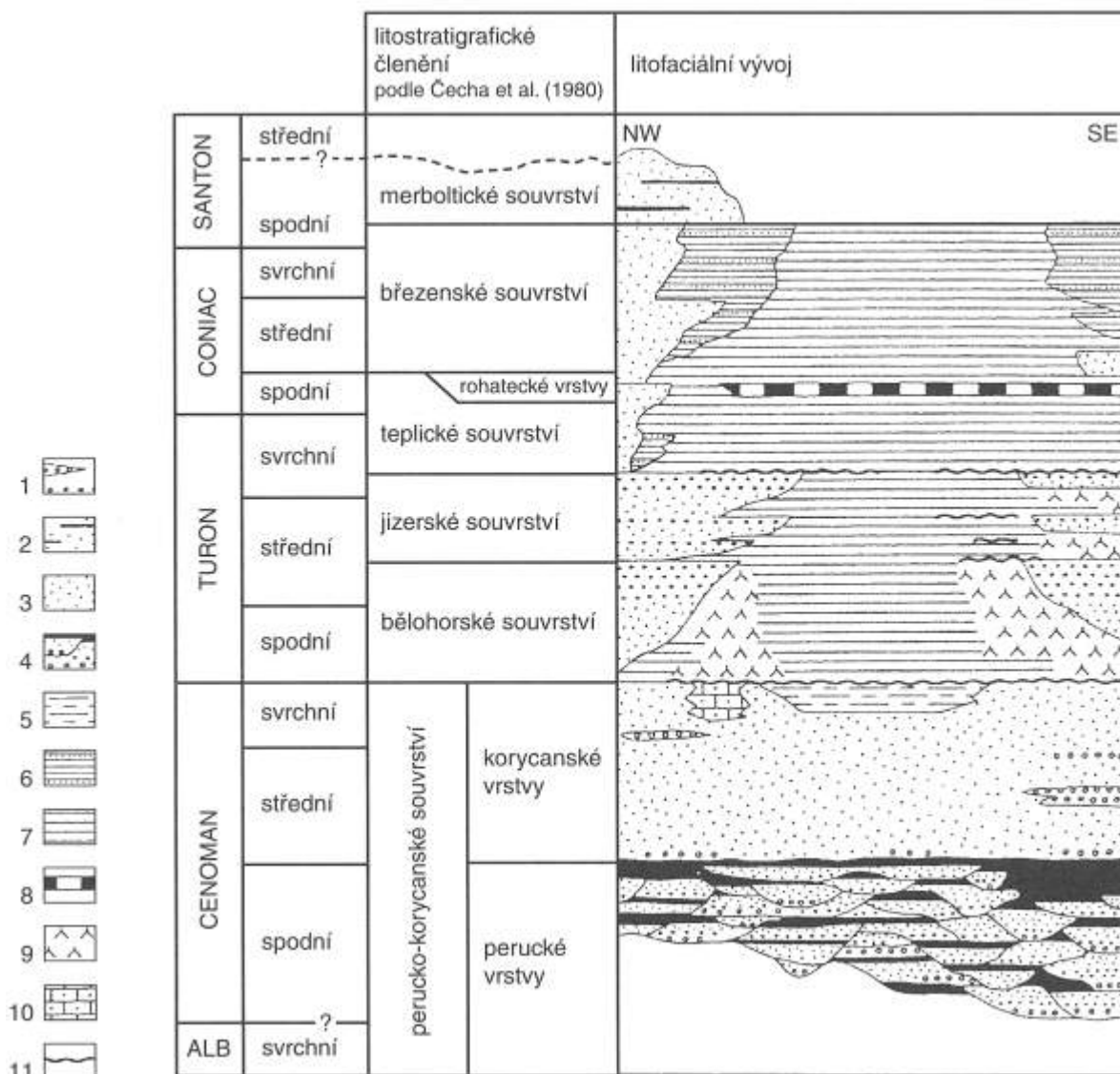
## 2. Česká křídová pánev

Česká křídová pánev je součástí Českého masivu, který byl zformován během variské orogeneze a v mesozoiku je již stabilním blokem. Vulkanismus v Českém masivu v průběhu mesozoika nebyl doložen (Malkovský, 1987). Český masiv v důsledku variské orogeneze prodělal několikafázové deformace a v průběhu alpínské orogeneze došlo k obnovení subsidenčních pohybů. Tyto pohyby daly vzniknout největšímu sedimentačnímu prostoru na našem území, tzv. české křídové pánvi (Ziegler, 1987).

Česká křídová pánev se rozprostírá od severozápadních Čech přes severní část až do Čech severovýchodních. Dále zasahuje na východ Německa a do jihozápadního Polska. Byla formována od poloviny křídý působením alpínské orogeneze, která dala vzniknout strike-slipovým pánvím, jež jsou pro českou křídovou pánev charakteristické (Uličný, 1997).

Sedimenty české křídové pánve vznikaly v období cenoman až santon, a to (v pořadí od nejstaršího po nejmladší) v souvrství perucko-korycanském, bělohorském, jizerském, teplickém, březenském a merboltickém. Pro stupeň cenoman je charakteristické souvrství perucko-korycanské, kterým se budu v této práci zabývat nejvíce, a proto bude podrobněji popsáno níže.

Bělohorské souvrství tvoří mělkomořské pískovce a opuky, které se usazovaly v blízkosti pobřeží. Následující jizerské souvrství je typické cyklickým ukládáním slínovců, prachovců a pískovců. Nad jizerským souvrstvím sedimentuje mikritický vápenec a vápnité jílovce až slínovce souvrství teplického. Mezi jizerským souvrstvím a následujícím březenským se vyskytují tzv. rohatecké vrstvy. Tyto vrstvy jsou charakteristické sedimenty prachovců až slínovců opět z prostředí mělkomořského. Mělkomořské prostředí je typické i pro březenské souvrství, které je vyplněno sedimenty vápnitých slínovců a prachovců. Posledním souvrstvím je souvrství merboltické sedimentující také v mělkomořském prostředí. Usazovaly se zde jemnozrnné až střednězrnné jílovité až křemenné pískovce (Čech *et al.*, 1980). Stratigrafické schéma české křídové pánve je znázorněno na obr. 1.



Obr. 1. Stratigrafické schéma české křídové pánve (Valečka, J, 1999). 1 – slepence; 2 – pískovce s vložkami jílovců; 3 – pískovce; 4 – cyklické střídání slepenců, pískovců a jílovců; 5 – prachovce; 6 – vápnité jílovice s vložkami pískovců; 7 – vápnité jílovice až biomikritové vápence; 8 – rohatecké vrstvy; 9 – slínovce (opuky); 10 – bioklastické vápence; 11 – glaukonitické obzory na hiátových plochách

### 3. Cenoman v Českém masivu

Jak již bylo zmíněno, stupeň cenoman byl z klimatologického hlediska bez větších teplotních výkyvů. V oblasti Českého masivu převládalo subtropické až tropické klima.

Během této chronostratigrafické jednotky se velká část Českého masivu nacházela pod povrchem propojených mělkých moří, která byla napájena vodou z Arktického oceánu ze severu a Tethydu z jihovýchodu (Čech, 2011).



Během spodního a středního cenomanu začala českou křídovou pánev zaplňovat sladkovodní klastika, která byla v průběhu svrchního a spodního turonu zaplavena stoupajícím mořem. Směr ukládání sladkovodních klastik nebyl určován tektonickými liniemi, ale spíše morfologickými vlastnostmi oblasti. Tentýž postup zaplňování pánve byl charakteristický i pro marinní sedimentaci (Malkovský, 1987).

V centrální a západní části pánve byla prokázána přítomnost šesti genetických sekvencí CEN 1 až CEN 6 (v pořadí od nejstarší po nejmladší) pro střední až svrchní cenoman. Je možné, že sekvence CEN 1 zasahuje až do spodního cenomanu. Tento sled sekvencí byl popsán v lomu Horoušany.

Sekvence CEN 1 je popisována jako mělká, anastomózní řeka, která představuje nejranější fázi sedimentace. Nacházejí se zde hrubozrnné pískovce a konglomeráty (Uličný *et al.*, 2009).

Na sekvenci CEN 1 nasedá sekvence CEN 2a o mocnosti 7 m. Na bázi této sekvence se vyskytuje šedý jílovec. V celé sekvenci CEN 2a nad jílovcem drtivě převažuje pískovec, přičemž dochází k postupnému zjemňování materiálu od spodního pískovce k jílovcu. Tento pískovec je bohatý na zuhelnatělé rostlinné zbytky, včetně větví a kmenů. Nejvýše položená část CEN 2a je 50 cm mocná vrstva tmavě šedého až černého písčitého jílovce. Kromě makroskopických zbytků se zde vyskytují pylová zrna krytosemenných rostlin, a to trikolpátní a trikolporátní. Vedle pylu krytosemenných jsou zde přítomny spory kaprad'orostů (*Gleicheniidites senonicus*, *Coronatispora valdensis*), mechorostů (*Stereisporites psilatus*), akritarch (*Myrhystridium cf. wattonensis*) a hub (*Pluricellaesporites psilatus*). Sekvence CEN 2a dokládá přítomnost meandrující řeky a vlhkého lužního biotopu. Nad jednotkou CEN 2a se nachází jednotka CEN 2b o mocnosti 5,5 m složená z jílovců, písčitých prachovců a izolovaných pískovcových těles, která jsou hrubo- až střednězrnná. Pískovec zde tvoří kanálové výplně obvykle 2 m mocné a několik desítek metrů dlouhé. Až ve svrchní části jednotky se vyskytují laminy jílovce. Tato sekvence je velmi bohatá na degradovaný organický materiál, a sice uhlí a hnědé fytoasty. Dochází tu ke střídání vrstev bohatších na pyl, vrstev s přítomností akritarch (*Micrhystridium cf. stellatum*, *Veryhachium hyalodermum*) a vrstev s pylem nahosemenných rostlin (*Classopollis classoides*). V této sekvenci celkově převládá výskyt spor nad výskytem pylu nahosemenných a krytosemenných rostlin. Ze skupiny kaprad'orostů se nejčastěji nachází spory z čeledí Gleicheniaceae a Camarozonospolliceae. Občasný výskyt spor byl prokázán i některým druhům hub (*Pluricellaesporites psilatus*) a sladkovodním řasám (*Tetraporina sp.*). Tělesa sekvence CEN 2b jsou popisována jako pozůstatky pobřežní záplavové oblasti. Chybí tu laminace. Vysoké zastoupení mechorostů,

kapradin a spor hub indikuje vlhké prostředí. Na tuto jednotku nasedá jednotka CEN 2c, jejíž báze je charakteristická erozním povrchem. Nejvyšší vrstva je pak typická překrytím černými, uhlíkatými jílovcí z jednotky CEN 3a. V jednotce CEN 2c převládají šedé, středně- až hrubozrnné pískovce s občasným výskytem uhlíkatých jílovců. Nálezy pylu v této sekvenci nebyly doloženy. Vzorky obsahovaly fragmenty uhlí, kutikul a amorfní organické hmoty. Jedná se o prostředí řeky ovlivněné přílivem omezené pouze na kanály. Přesný sedimentologický popis této jednotky je komplikovaný z důvodu podobnosti s jednotkou CEN 3b. Došlo zde pravděpodobně k poklesu hladiny moře (Špičáková *et al.*, 2014).

Přibližně mezi sekvencemi CEN 2 a CEN 3 je hranice mezi vrstvami peruckými a korycanskými.

Jednotky CEN 2b a CEN 2c překrývá sekvence CEN 3. Jednotka CEN 3a je mocná v průměru 1,5 m, ale může dosáhnout mocnosti v nejsilnějších kanálových výplních až 4 m. V celé sekvenci se vyskytují ve velkém množství zuhelnatělé rostlinné zbytky. Běžně se v této sekvenci vyskytují nálezy pyritu a uhlí. Nachází se zde větší množství pylu krytosemenných rostlin než v nižších jednotkách, avšak dominují zde spory kaprad'orostů (*Camarozonosporites rudis*, *Camarozonosporites insignis*). Spory i pyl této jednotky se vyznačují vysokou rozmanitostí. Ve vysoké míře se tu vyskytují i akritarcha (*Micrhystridium spp.*). Toto prostředí tvořily slané bažiny. Zvýšené množství akritarch rodu *Micrhystridium* dokládá komunikaci s mořským prostředím, prostřednictvím přílivových kanálů. Následuje sekvence CEN 3b, jejíž tloušťka se pohybuje mezi 6 – 10 m. Báze této jednotky byla postižena silnou erozí, která zasahuje až 6 metrů hluboko do jednotek CEN 3a a CEN 2b. V kanálových výplních dominuje pískovec a celou jednotku pokrývá vrstva tmavě šedého až černého jílovce, bohatého na organické zbytky. Vzorky z této sekvence dokazují přítomnost cyst obrněnek (př. *Circulodinium distinctum*), dírkovců, skupiny Prasinophyta (př. *Tasmanites sp.*) a akritarch (*Micrhystridium spp.*). Dalšími nálezy z této jednotky je uhlí a hnědé fytozasty, ovšem s tím rozdílem, že oproti nižším jednotkám, se zde stále častěji vyskytují organické látky mořského původu. Tato jednotka se ukládala v mírně meandrujících kanálech.

Na tuto sekvenci nasedá další, až 4 m mocná, sekvence CEN 4a. V nově odkrytých lokalitách se zjistilo, že mocnost této jednotky se může minimalizovat až do pouhých 10 cm. Tato jednotka je vyplněna čistým pískovcem s jemnou složkou erodovanou z jílovců sekvence CEN 3b. Zdejší pískovec je barvy žlutohnědé až bělavé s dobrým vytríděním a středně- až hrubozrnným. Sedimentoval v mořském, subtidálním prostředí. Snižování hladiny moře u této sekvence není vyloučeno, ale zatím neexistuje dostatek důkazů pro jeho potvrzení.

Následující jednotka CEN 4b je od předcházející jednotky velmi znatelně odlišena, a to velikostí zrn a barvou. Na bázi zmiňované jednotky se nachází vrstva mocná až 30 cm nevytříděného konglomerátu. Vyskytují se zde i klasty křemene a křemence o velikosti mezi 0,5 – 5 cm, v extrémních případech až 7 cm. Na konglomerátu se nachází jemnozrnný vytříděný pískovec. Batymetrické rozdíly mezi jednotkami CEN 4a a CEN 4b označily povrch báze CEN 4b za transgresivní.

Nad sekvencí CEN 4b se nachází sekvence CEN 5 a CEN 6, které zároveň doplňují perucko-korycanské souvrství, kde nad vrstvami korycanskými existují ještě vrstvy pecínovské.

Absence větších tektonických poklesů v cenomanu byla důvodem k tomu, že se údolní uloženi této pánve zachovaly ve velmi dobré stavu (Špičáková *et al.*, 2014).

Korycanské vrstvy jsou striktně marinního původu. Mořská sedimentace je zde charakterizována přítomností rezavých či světle šedých pískovců s občasným výskytem slepenců a prachovců (Zelenka, 1987).

V korycanských vrstvách se vyskytují tři typy vývoje sedimentů, a to dle hloubky sedimentačního prostoru. Je to příbřežní facie, prahová facie a příbojová facie. Příbřežní facie se vyznačuje přítomností jílovitých křemenných pískovců. Prahová facie je charakteristická vápnitými pískovci s občasným výskytem organodetritických vápenců. V příbojové facii se vyskytují konglomeráty. Korycanské vrstvy spolu s vrstvami peruckými tvoří tzv. perucko-korycanské souvrství, které je typické pro celé období cenomanu v české křídové pánvi a zasahuje ještě do předchozího stupně albu.

Sladkovodní uloženi peruckých vrstev zde mají dvojitý charakter, a sice jezerní, kterých je velmi malé množství a pak říční (Zelenka, 1987). Fosilie uváděné v této práci byly ukládány sedimentací říční.

Během cenomanu nedocházelo k výraznějším výkyvům teploty, ovšem hranice alb/cenoman a cenoman/turon vykazují jisté teplotní výkyvy, které doprovázela i hromadná vymírání. Přesto lze přesněji určit klimatické podmínky cenomanské flóry a nejen cenomanské. K tomuto účelu slouží CLAMP analýza (Wolfe, 1993), jejíž metodika bude objasněna níže.

#### 4. Charakteristika cenomanské flóry Českého masivu

Dnes je, z evolučního hlediska, uznáváno dělení křídové flóry do čtyř základních kategorií, a sice flóra ze stupně cenoman, pak svrchní turon až santon, dále santon až kampan a poslední kategorie maastricht (Knobloch & Mai, 1991).

Cenoman z hlediska evoluce rostlin zařazujeme již do tzv. kenofytika, což je období vývoje rostlin charakterizované rychlým nástupem a převládnutím rostlin krytosemenných nad nahosemennými, které dominovaly především v druhohorách až do spodní křídý (Knobloch & Mai, 1991). Znatelnější nástup krytosemenných rostlin byl patrný již ve stupních apt a alb, posledních dvou stupňů spodní křídý. V cenomanském stupni začaly slabě převažovat nad rostlinami nahosemennými a svou trvalou pozici drtivě převládající rostlinné složky si upevnily ve stupni turon. V krytosemenných rostlinách v současnosti nalézáme zatím nejmladší vývojovou větev rostlin (Němejc, 1975).

Cenomanskou flóru lze z převážné části určovat na základě listových fosilií. Mimo fosilie listů lze nalézt i pyl, semena, plody a dřevo (Němejc, 1975).

Dle množství a rozmanitosti nálezů rostlinných zbytků v perucko-korycanském souvrství je česká křídová pánev považována za nejlépe dochované a nejbohatší naleziště cenomanské flóry na světě (Kvaček, *et al.*, 2006).

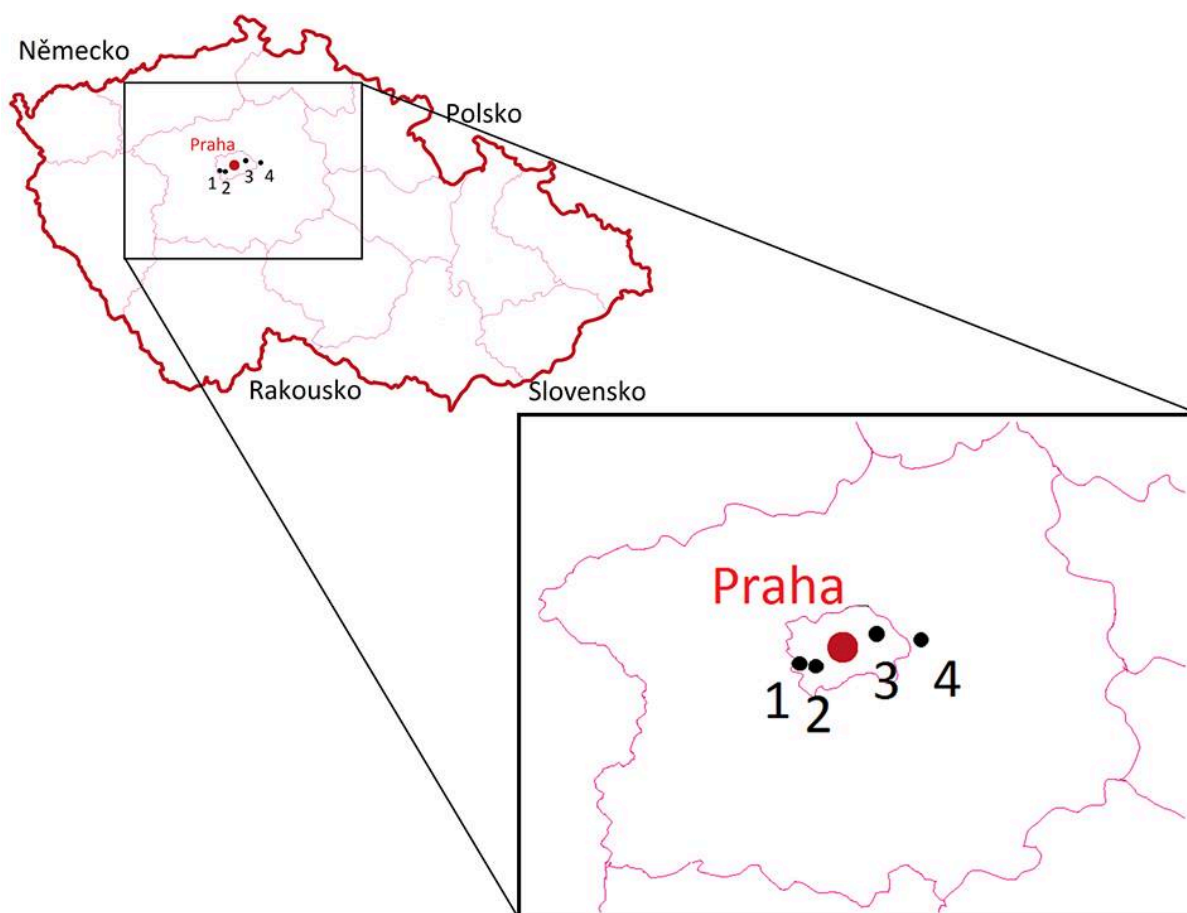
V peruckých vrstvách vrcholí vývoj flóry ze spodní křídý. Není to doloženo pouze studiem kutikul makroflóry, nýbrž i prozkoumáním nálezů pylu, který je zde již trikolpátní a trikolporátní. Ve středím a svrchním cenomanu se objevuje nový, modernější typ pylových zrn, a to typ triporátní. Zprvu se tyto skupiny pylových zrn vyznačují jednoduchou strukturou, ale v krátkém časovém horizontu se jejich struktura stává komplikovanější. V peruckých vrstvách se tyto komplikovanější typy pylových zrn vyskytují. Jedná se o rostliny tzv. normapollového komplexu (Pacltová, 1977).

Perucko-korycanské souvrství je nejbohatším nalezištěm křídové flóry v Evropě. Tuto skutečnost také dokládá vysoká diverzita fosilií krytosemenných rostlin zde nalézaných. Fluviální sedimenty tohoto souvrství jsou dvojího druhu, a sice fluviální sedimenty anastomózních řek, ve kterých jsou, z krytosemenných rostlin, zastoupeny především druhy z čeledě Lauraceae (*Myrtophyllum*) a pak sedimenty meandrujících řek s různorodějším rostlinným obsahem, kde se vedle krytosemenných rostlin vyskytují také cykasy a kaprad'orosty. Kromě rostlin nalézaných v sedimentech fluviálního původu se v tomto souvrství vyskytují i rostliny ze sedimentů ovlivněných mořem. V těchto sedimentech lze nalézt nahosemenné rostliny, vzácně dva

druhy krytosemenných rostlin. Dobré zachování rostlinných fosilií z perucko-korycanského souvrství je způsobeno tím, že jíly tohoto souvrství byly ukládány za anoxických podmínek (Nguyen Tu *et al.*, 2002).

## 5. Přehled vybraných lokalit

Lokality, na nichž byly zkoumané a fotograficky zdokumentované fosilie nalezeny, spadají do oblasti české křídové pánve. Tato pánev je největším sedimentačním prostorem, který se dochoval, na území České republiky. Na lokality, zpracované v této práci, odkazuje obr. 2. Vedle pánve Českobudějovické a Třeboňské se rovněž jedná o největší sedimentární bazén křídových sedimentů u nás.



Obr. 2. Mapa vybraných lokalit. 1 – Praha, Slivenec; 2 – Praha, Malá Chuchle; 3 – Praha, Hloubětín; 4 - Vyšehořovice

### 5.1. Praha, Slivenec

V této lokalitě docházelo v lomech k těžbě plastického jílu o mocnosti až 10 m pro keramické účely. Nad jíly se nachází slabá vrstva pískovce. Nalézané rostlinné fosilie jsou zde v dobrém zachování. Z krytosemenných rostlin se zde nachází např. *Myrtophyllum angustum* a *Myrtoidea geinitzii*. Z nahosemenných pak rody *Quasisequoia* a *Widdringtonia*. Nad vrstvou, kde se nacházejí rostlinné fosilie se vyskytuje mocná vrstva jílu bez nálezů rostlin (Velenovský & Vinikláš, 1931). V současnosti zaniklá lokalita.

### 5.2. Praha, Malá Chuchle

Rostlinné fosilie z této lokality pocházejí z fluviálních sedimentů menší řeky, která byla původně ohraničena devonskými vápencovými skalními stěnami (Herman *et al.*, 2002). Nalézala se v místě Chuchelského háje. Těžila se zde hlína pro kameninu. Po dotěžení hlíny lokalita zanikla. Na této lokalitě se ukládaly zejména jíly, občas s výskyty jemného písku. Ve spodních vrstvách jílu se občas vyskytují několik cm mocné vrstvy bohaté na zuhelnatělé dřevo a místy otisky listů. Nad touto, vcelku chudou vrstvou na rostlinné zbytky, se nacházejí střídající se slabé vrstvy jílu a jemného písku (Velenovský, 1889). V současnosti zaniklá lokalita.

### 5.3. Praha, Hloubětín, Cihelna V Bažantnici

Tato lokalita byla, díky svému významu pro geologii a paleontologii, v roce 1988 vyhlášena přírodní památkou. V podloží nalézáme břidlice z bohdaleckého souvrství (svrchní ordovik), následují vrstvy pískovce až slepence. Následuje zjemňování materiálu až k laminovaným jílovcům a prachovcům, v nichž se vyskytují zuhelnatělé zbytky. Jejich akumulace dala vzniknout náznakům uhelných slojek. Nad jílovcem se nacházejí kaolinické pískovce. Nejčastějšími rody jsou zde ze skupiny nahosemenných rostlin *Frenelopsis* a *Eretmophyllum* (Ziegler, 1992).

V lomu cihelny V Bažantnici jsou perucké vrstvy na několika místech dobře odkryty. Vyskytují se zde nálezy zuhelnatělého dřeva. Celkově je tato lokalita bohatá na rozmanité druhy rostlinných fosilií ve velmi dobrém zachování. Kromě listů se v této lokalitě hojně vyskytují plody, větévky a šištice např. druhu *Quasisequoia crista* (Kvaček J. , 1999). Z nejčastějších nálezů krytosemenných rostlin lze jmenovat rody *Myrtoidea* a *Proteophyllum*. Nezastupitelnou

roli zde mají i nahosemenné rostliny, a sice druhy např. *Cunninghamites lignitum* nebo *Widdringtonia reichii* (Velenovský, 1889).

Původně byl prosazován názor, že zde probíhala sladkovodní sedimentace, ovšem pozdější studie doložily, že v tomto prostředí již probíhala brakická až marinně-brakická sedimentace. V profilu A se nacházejí pískovce a jílovité prachovce s rostlinnými nálezy. Báze profilu B je opět písčítá, ovšem výše se již vyskytují šedé až tmavé jílovce, a také pískovce. V tomto profilu se vyskytují zuhelnatělé rostlinné zbytky. U profilu C se opakuje písčítá báze, po které následují jílovce od světle šedých po černé. Profil D má na bázi bělavé až šedé pískovce, nad nimiž se nachází šedohnědý jílovec. (Hlušík, 1985).

#### 5.4. Vyšehořovice

Tato lokalita je nejbohatším nalezištěm cenomanské flóry vůbec. Nacházejí se zde pískovce o mocnosti až 2 m. Vyskytuje se tu mnoho oddělených ložisek, která se od sebe liší jak mineralogicky, tak i ve složení flóry. Kromě listových fosilií se zde nalézají také větévky, plody, květy a šištice. Nejčastějšími nálezy z této lokality jsou druhy *Ettingshausenia sp.*, *Myrtoidea geinitzii*, *Aralia daphnophyllum* a další. Vedle krytosemenných, ale už v menší míře, lze zde nalézt i zástupce nahosemenných rostlin např. *Widdringtonia reichii*. Velmi zřídka se tu vyskytují kapradinovitě rostliny. Nad těmito vrstvami se nachází vrstva charakteristická přítomností zuhelnatělých zbytků rostlin, a sice dřeva, větví a plodů. Nad touto vrstvou se vyskytují mocné jíly bez rostlinných fosilií. Nad jílovými vrstvami pokračuje sled pískovců, v nichž se objevují nálezy kmenů stromovitých kapradin. Následují opět vrstvy jílové a po nich pískovcové (Velenovský, 1889).

## 6. Metoda CLAMP analýzy

Počátky CLAMP analýzy sahají až na počátek 20. století, kdy na základě pozorování, bylo zjištěno, že vegetace na určitém území odráží klimatické podmínky onoho prostředí (Bailey & Sinnott, 1915). Je to dáno tím, že mimo marinní prostředí jsou rostliny nejlepšími indikátory klimatu, vzhledem ke svému úzkému propojení s vhodným prostředím, ve kterém rostou. Tedy rostliny s podobnými fyziognomickými znaky budou osidlovat stejná či podobná prostředí bez ohledu na taxonomii (Herman *et al.*, 2002).

Morfologická rozdílnost rostlin představuje konkrétní přizpůsobení se prostředí, ve kterém by rostliny s jinou fyziognomií nepřežily. Rostliny jsou nuceny tvořit takové listy, které jsou přizpůsobené k přežití celé vegetační sezóny (Spicer *et al.*, 2004).

CLAMP analýza je vícerozměrná statistická metoda, která stanovuje paleoklimatické parametry na základě fyziognomie fosilních listů dvouděložných dřevnatých rostlin. Základem úspěšnosti analýzy je minimální počet dvaceti taxonů listnatých dřevin na dané lokalitě.

Pozorování požadovaných znaků by také nemělo probíhat na ilustracích, ale přímo na vzorcích. Většina ilustrací v tomto ohledu nedostatečně dobře vystihuje všechny detaily nutné pro zhotovení analýzy.

Rovněž by se mělo jednat o vzorky s nejlépe minimálním poškozením, aby byly dobře rozeznatelné morfologické prvky. V případě, že jsou k dispozici vzorky s poškozením takového rozsahu, že není možné určit jednotlivé parametry, rekonstrukce není žádoucí, neboť by mohla být zavádějící (Wolfe, 1993).

Pro CLAMP analýzu je stěžejních 32 parametrů, díky nimž je možné přibližně stanovit určitá meteorologická data, a to průměrnou roční teplotu (MAT), průměrnou teplotu nejteplejšího měsíce (WMMT), průměrnou teplotu nejchladnějšího měsíce (CMMT), délku vegetačního období (GROWSEAS), precipitaci (srážky) vegetačního období (GSP), průměrnou měsíční precipitaci vegetačního období (MMGSP), precipitaci během tří po sobě jdoucích nejmokřejších měsíců (3 – WET), precipitaci během tří po sobě jdoucích nejsušších měsíců (3 – DRY), relativní humiditu (RH), specifickou humiditu (SH) a entalpii (tepelný obsah) (ENTHAL) (Spicer *et al.*, 2004).



## 6.1. Parametry

### 6.1.1. Čepel

Listová čepel se dělí na dva typy, a to na jednoduchou čepel a čepel složenou z lístků. Listy s jednoduchou čepelí mohou být často laločnaté, a to z důvodu snížení efektivní plochy čepele. Nelaločnatý list se bude přehřívat spíše než list laločnatý, proto se nejčlenitější listy obvykle nacházejí v korunách stromů, kam dopadá nejvíce slunečního světla.

V této kategorii CLAMP analýzy se rozlišuje, zda je list laločnatý či nikoliv. Pokud jsou listy laločnaté, je do tabulky zanesena hodnota 1, pokud je tomu naopak, je parametr hodnocen 0. V případě, že nelze přesně stanovit, jestli jsou všechny listy laločnaté či ne, je do tabulky zanesena hodnota 0,5.

Dále se čepel dělí na dlanitou („palmately compound“) a zpeřenou („pinnately compound“). Kombinace obou variant se vyskytovaly také, ovšem evoluční výhoda v této kombinaci nebyla prokázána (Wolfe, 1993).

### 6.1.2. Listový okraj

Přítomnost či nepřítomnost zoubkování na listovém okraji charakterizuje prostředí, ve kterém konkrétní rostlina existovala z teplotního hlediska. Listy a lístky s celokrajnými okraji jsou typické pro tropické, subtropické, arktické a alpské oblasti, dále pak pro stepi a pouště, tedy převážně suché oblasti (Bailey & Sinnott, 1915, 1916).

Rostliny s necelokrajným listovým okrajem jsou charakteristické pro mírná a vlhká prostředí s chladnými zimami a teplými léty (Bailey & Sinnott, 1915).

Na základě pozorování a výsledků CLAMP analýzy bylo zjištěno, že přítomnost zoubků je rozhodující pro rychlost proudění vody v listu. Zoubkování rovněž umožňuje lepší odpar vody ze špiček listů, což naznačuje, že když se rostlina nachází v prostředí s nedostatkem vláhy, sníží zubatost svých listů tak, aby odpar vody co nejvíce omezila. Velké množství zubů naopak může mít za následek vytváření turbulencí v proudění vzduchu, čímž lze také zvyšovat odpařování vody v nejvyšších teplotách.

Zoubkování je do záznamového archu zanášeno způsobem, kdy hodnotou 0 je označena přítomnost zoubků na všech listech, hodnotou 1 pak absence zoubkování na všech listech, jedná

se tedy o list celokrajný. Hodnota 0,5 se používá při přítomnosti zoubků pouze na některých listech.

Pravidelnost zoubkování („regularity of tooth spacing“) je hodnocena 1, pakliže jsou na všech listech zuby přítomny, a sice pravidelně. Když je list neozubený, je znak hodnocen 0. Hodnota 0,25 je užívána v situaci, kdy jsou zuby pravidelné i nepravidelné a některé listy ozubené jsou a některé ne. Hodnota 0,5 se používá ve dvou případech, a to, když jsou zuby pravidelné, ale některé listy zuby mají a jiné ne, a pak v případě, kdy jsou všechny listy ozubené, ale pravidelně i nepravidelně. Pravidelné zoubkování je stanoveno tehdy, kdy se vzdálenost mezi dvěma zuby neliší o více než jednu třetinu.

Po pravidelnosti se na zubech pozoruje jejich blízkost („closeness of teeth“). Celokrajný list obdrží hodnotu 0. Hodnota 0,25 je do tabulky zanesena tehdy, je-li vzdálenost zubů větší i menší a některé listy zuby mají nebo nemají. Pokud list zuby má a dělí je velká i malá vzdálenost nebo mají zuby malou vzdálenost a na některých listech jsou přítomny a na jiných ne, tak se používá hodnota 0,5. Pakliže jsou všechny listy ozubené a zuby dělí malá vzdálenost, hodnotí se parametr číslem 1. Blízkou vzdáleností zubů se označuje stav, kdy bazální boky zubů nejsou delší než trojnásobná hodnota boků apikálních.

Dalším pozorovaným znakem je tvar zubů, a sice zda jsou zoubky zaoblené („teeth rounded“) či přitisknuté („teeth appressed“). Celokrajnost listu opět značí hodnotu 0. Pro hodnotu 0,25 jsou charakteristické ty listy, které jsou zaoblené (či přitisknuté) a špičaté a některé listy zuby mají a některé je nemají. Hodnotou 0,5 jsou označeny ty listy, které mají zuby na listovém okraji jen zaoblené (nebo přitisknuté) a zuby mohou a nemusí být přítomny nebo se jedná o případ, kdy všechny listy mají ozubené okraje, ale zuby jsou pouze zaoblené (nebo přitisknuté) a špičaté. Pokud jsou všechny listy ozubené a všechny způsobem zaobleným nebo přitisknutým, zapisuje se hodnota 1. Zaoblený zub listového okraje je charakterizován konvexitou apikálních a bazálních stran listu a konvexita se prodlužuje na vrcholu zubu. Přitisknutý zub je definován konkávním apikálním okrajem listu, konvexním bazálním okrajem listu a zub je zakřiven směrem k čepeli.

Klínovitost zoubků („teeth acute“) se hodnotí způsobem: 0 pro celokrajnost listů, 0,25 pro zuby zaoblené (přitisknuté) nebo klínovité a některé listy zoubky mají a některé ne. Hodnota 0,5 se udává tehdy, jsou-li zoubky pouze špičaté a některé listy zuby mají a některé ne. Hodnota 0,5 se udává ještě v případě, kdy jsou zuby zaoblené nebo přitisknuté nebo klínovité a všechny listy jsou ozubené. Hodnota 1 se užívá, když jsou všechny listy ozubené a zoubky jsou klínovité. Klínovitost listů definuje ostrý úhel, který svírají apikální a bazální boky zoubků.

Posledním řešeným parametrem je složenost zubů („teeth compound“). Druhy, jejichž listy nemají žádné složené zuby mají hodnotu 0. Hodnotu 0,5 obdrží listy s méně než 50 % složených zoubků. Pokud mají listy minimálně 50 % složených zoubků, jsou hodnoceny číslem 1 (Wolfe, 1993).

### 6.1.3. Velikost čepele

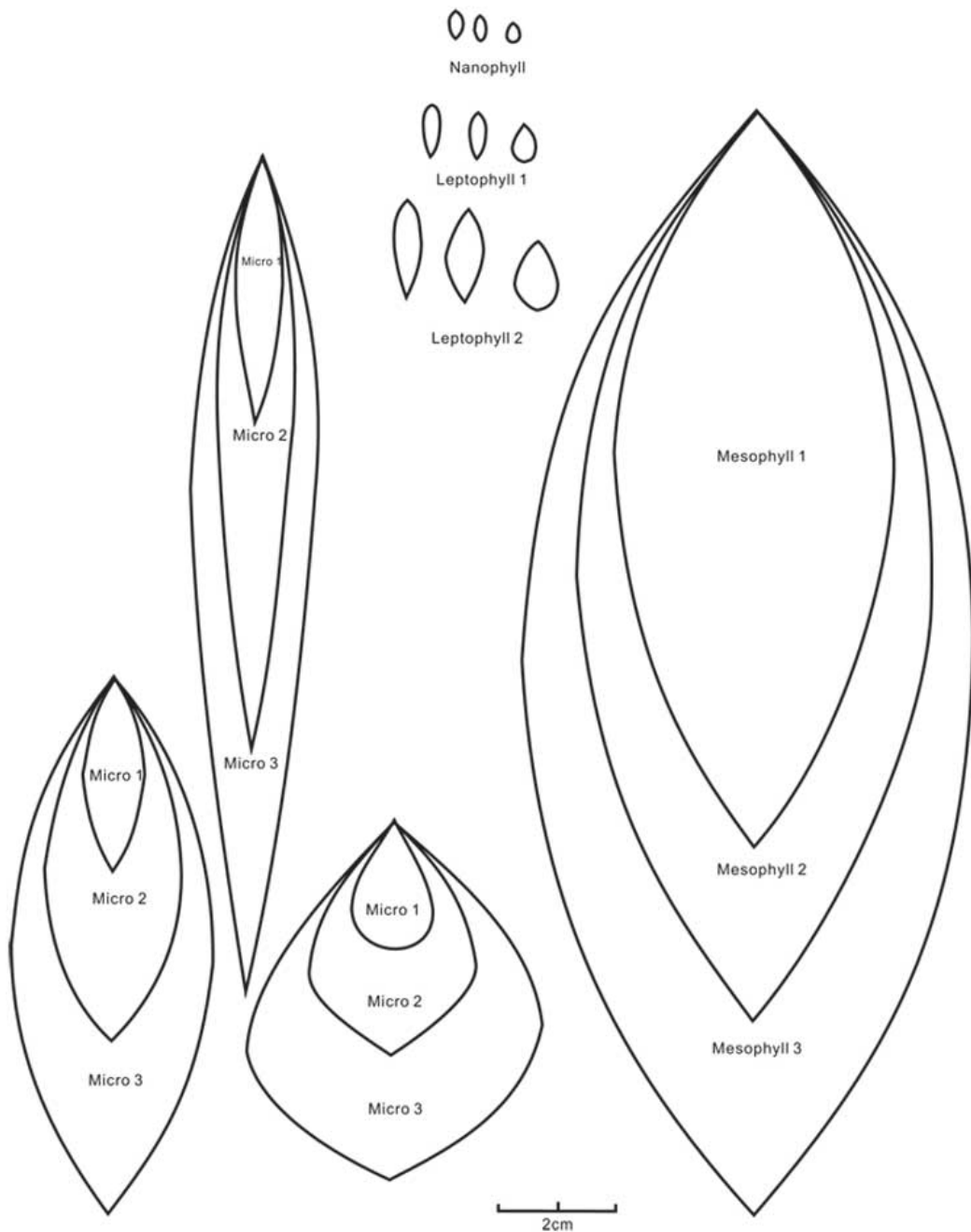
Velikost čepele indikuje vztah rostlina – prostředí nejlépe. Rostliny s většími listy jsou hojnější v oblastech s větší dostupností živin a vody. U listů velkých rozměrů je třeba zamezit přílišnému slunečnímu svitu, aby nedošlo k přehřátí. Naopak jejich velká plocha je natolik dostatečující, aby mohla probíhat fotosyntéza i v nižších patrech. Obecně platí, že je list rozměrný přesně tak, aby byl schopný absorbovat adekvátní množství slunečního světla.

Velikost listu se zmenšuje v případě působení některého ze čtyř faktorů případně jejich kombinací. Těmi faktory jsou: klesající průměrná roční teplota, klesající délka vegetačního období, snížení počtu srážek během vegetačního období a půdy chudé na živiny – například písčité nebo hadcové půdy. První tři zmíněné faktory spolu obvykle úzce souvisí.

Pro tuto kategorii je stěžejní velikostní tabulka (obr. 3). V této tabulce jsou uvedeny a pojmenovány typy listů dle velikosti.

Mesofyly jsou typické pro oblasti s vysokými srážkami. Nejmenší typ (po nanofylu) leptofyl 1 indikuje velmi horké a suché prostředí. V prostředí s nízkými teplotami se nachází leptofyl 2 a mikrofyl 1. Mikrofyly 2 a 3 značí střední hodnoty teploty a vlhkosti.

Jsou-li všechny listy stejné velikosti, je parametr hodnocen číslem 1. Pokud se jedná o listy dvou velikostních kategorií, uvádí se hodnota 0,5 a jestli jsou přítomny listy tří kategorií velikostí, zaneše se do tabulky hodnoty 0,33 (Wolfe, 1993).



Obr. 3. Tabulka velikostí listů (Wolfe, 1993)

#### 6.1.4. Vrchol

Tvar a prodloužení apexu neboli vrcholu listu signalizuje vlhkost prostředí. V situaci, kdy se rostlina vyskytuje ve vlhkém, tropickém prostředí, prodlouží špičku svého listu, aby voda, jež se dostala na list, mohla odtéct a zabránila tak zahnívání listu.

Tvary vrcholu se v CLAMP analýze dělí do tří kategorií, a to vrchol kulatý, klínovitý a atenuátní. Samostatnou kategorií je vrchol listu emarginátní, neboli vykrojený.

O kulatém vrcholu se zmiňujeme tehdy, má-li nejsvrchnější čtvrtina vrcholu okraje, které se konvexně křížují a obě strany takto tvoří křivku. Zaoblené vrcholy listů indikují sušší klima.

Vrcholem klínovitým označujeme takový vrchol, jehož nejsvrchnější čtvrtina má okraje rovné a protínající se v jednom bodě. Klínovitý vrchol listu je typický pro vlhké prostředí.

Vrchol atenuátní platí tehdy, změní-li se okraje nejsvrchnější čtvrtiny vrcholu z lineárního či konvexního tvaru na tvar konkávní. Toto konkávní prodloužení by mělo dosahovat délky cca 1 cm. Atenuátní vrchol obvykle značí prostředí s vysokými srážkami.

Číselné ohodnocení těchto tří kategorií dává ve výsledku opět hodnotu 1. Každý typ vrcholu může nést hodnotu 0,33. Pokud jsou přítomny pouze dva typy vrcholu, dělí se zde hodnota na 0,5 pro každý typ. V případě přítomnosti jediné kategorie se uvádí hodnota 1 pro onu kategorii.

Vedle těchto typů vrcholu existuje ještě typ emarginátní (typický pro druh *Liriodendropsis simplex*). Jedná se o vrchol, který je vykrojený směrem k bázi a hodnotí se pouze hodnotami 1 – některé nebo všechny listy jsou emarginátní a 0 – žádný list není emarginátní (Wolfe, 1993).

#### 6.1.5. Báze

Typy báze se dělí na tři kategorie, a sice bázi srdčitou, kulatou a klínovitou. Srdčitá báze se vyznačuje přítomností bazální části čepele pod napojením čepele na řapík. Je typická pro mikrotermální les. O bázi kulaté hovoříme tehdy, má-li nejbazálnější čtvrtina čepele konvexní okraje. Kulatá báze obvykle neindikuje konkrétní prostředí. Klínovitá báze je charakteristická okraji nejbazálnější čtvrtiny čepele, které mají rovný nebo konkávní okraj. Listy s tímto typem báze se vyskytují v teplém a vlhkém až středně vlhkém klimatu.

Všechny tři druhy bází mají výslednou hodnotu 1. V případě výskytu všech tří druhů, je každý druh hodnocen číslem 0,33. Pokud se vyskytují pouze dva, používá se pro každý typ hodnota 0,5 a jestli je přítomen jediný druh, je zanesena do tabulky hodnota 1 (Wolfe, 1993).

#### 6.1.6. Poměr délky a šířky

Pět kategorií tohoto parametru má finální hodnotu 1. První kategorií je stav, kdy má list poměr délka : šířka větší než 4:1. Tento stav je typický pro suché mesotermální klima.

Pro vlhké megatermální a teplé mesotermální klima jsou charakteristické dvě kategorie, a to poměry 2:1 a 3:1. Poměr 1:1 je vcelku běžný a neurčuje konkrétní klima. Druhy, které mají listy pouze jedné kategorie, jsou hodnoceny číslem 1. Když se druh pohybuje ve dvou kategoriích, je zanesena hodnota 0,5, když ve třech, tak 0,33 atd. (Wolfe, 1993).

### 6.1.7. Tvar

Tvar listu je rozlišován dle nejširší oblasti listu do tří kategorií. Jedná se o tvar eliptický („shape elliptic“), který je nejširší ve střední části čepele, dále vejčitý („shape ovate“), kde je list nejširší v bazální třetině čepele, a nakonec tvar obvejčitý („shape obovate“), který má největší šířku v apikální třetině listu.

Vejčitý tvar listu nespécifikuje konkrétní klima, přizpůsobil se všem druhům prostředí. Eliptický tvar indikuje vlhké až středně vlhké megatermální prostředí. Pro mírné a vyšší teploty je charakteristický tvar obvejčitý.

Výsledná hodnota všech tří kategorií je 1. Každý ze tří parametrů může být hodnocen hodnotou 0,33 (Wolfe, 1993).

## 6.2. Číselné zpracování získaných údajů

Pro správné zachycení pozorovaných fyziognomických znaků zkoumaných fosilních rostlin slouží program, který je schopen číselně vyjádřit požadovaná meteorologická data. Každý parametr je zkoumán z několika hledisek, která jsou popsána v předchozích odstavcích.

Počet zpracovávaných listů je ve své podstatě nedůležitý, neboť hlavním cílem této analýzy je zaznamenání kompletní fyziognomické variace pro každý jednotlivý znak.

Následně se všechny hodnoty zanesou do kolonek záznamového archu („score sheet“) a jejich součet je převeden na procento z celkového součtu druhů v daném vzorku. Procentuální vyjádření každého znaku pro každý vzorek je poté zadáno do tabulkové databáze. Převedení na procenta je přesnější u recentních rostlin, u fosilních se může značně odlišovat (Wolfe, 1993).

## 7. Vybrané druhy krytosemenných rostlin českého cenomanu

### „*Dryandra*“ *cretacea* Velenovský

1883 *Dryandra cretacea* Velenovský, str. 1, tab. 1, obr. 1-5.

Tato rostlina je typická lineárními, kopinatými, peřenoklanými listy. Zuby se dostávají téměř až k primární žilce. Každý zub je charakteristický rovnou či konkávní apikální částí a bazální částí konvexní. Občasným jevem je sjednocení dvou zubů v jeden dvojitý zub.

Morfologickými vlastnostmi se tento druh podobá recentnímu rodu *Comptonia*. (Kvaček & Dilcher, 2000).

Rod *Ettingshausenia* Stiehler, 1857

Typový druh. *Credneria cuneifolia* Bronn, 1837 = *Ettingshausenia cuneifolia* (Bronn) Stiehler, 1857

### *Ettingshausenia cuneifolia* (Bronn) Stiehler

1837 *Credneria cuneifolia* Bronn, str. 583, tab. 28, obr. 11 (1/2).

1849 *Credneria grandidentata* Unger, str. 348, tab. 5, obr. 5.

1857 *Ettingshausenia cuneifolia* (Bronn) Stiehler, str. 67.

1869 *Chondrophyllum grandidentatum* (Unger) Heer, str. 19, tab. 11, obr. 6

1882 *Platanus rhomboidea* Velenovský, str. 11, tab. 3, obr. 2, 3.

1896 *Platanus acute-triloba* Krasser, str. 142, tab. 13, obr. 2.

1896 *Platanus cuneiformis* Krasser, str. 141, tab. 12, obr. 5, tab. 14, obr. 3

1896 *Platanus moravica* Krasser, str. 140, tab. 13, obr. 3, tab. 15, obr. 3.

1896 *Platanus pseudoguilelmae* Krasser, str. 139, tab. 14, obr. 2.

1896 *Platanus velenovskyana* Krasser, str. 138, tab. 15, obr. 2.

1995b *Platanus velenovskyana* Krasser; Knobloch, str. 8, tab. 3, obr. 1.

2011 *Ettingshausenia cuneifolia* (Bronn) Stiehler; Golovneva, str. 150, tab. 2, obr. 2.

Tento druh je charakteristický deltoideální listovou čepelí s klínovitou bází. Listové laloky chybí nebo jsou málo patrné. Terminální část čepele je obvykle zoubkovaná. Pět až šest párů

sekundárních žilek svírá se středem ostrý úhel. Terciární žilnatina je tvořena perpendikulárně orientovanými žilkami vytvářejícími obdélná pole. Bazální žilky jsou nenápadné nebo chybějící (Kvaček & Váchová, 2006).

Rod *Liriodendropsis* Newberry, 1895

Typový druh. *Liriodendropsis simplex* (Newberry) Newberry, 1895

*Liriodendropsis simplex* (Newberry) Newberry

- non 1858 *Liriodendron meekii* Heer in Meek & Hayden, str 87, tab. 22, obr. 2-11, tab. 23, obr. 3, tab. 25, obr. 5a, tab. 45, obr. 13a, 13b.
- 1887 *Liriodendron simplex* Newberry, str. 6, tab. 62, obr. 2-4, 12
- 1895 *Liriodendropsis simplex* (Newb.) Newberry, str. 83, tab. 19, obr. 2,3
- 1895 *Liriodendropsis angustifolia* Newberry, str. 84, tab. 53, obr. 8
- 1900 *Bignonia pulcherrima* Bayer, str. 33, tab. 1 obr. 9-14, tab. 2, obr. 4-10, text. obr. 11,
- 1999 *Dicotylophyllum meekii* (Heer) Knobloch, str. 43, tab. 13, obr. 5-7, tab. 14, obr. 3, tab. 15, obr. 2.

Tento druh je charakteristický složenými listy, jejichž lístky mají tvar vejčitý, oválný nebo obvejčitý. Jsou celokrajné s kulatou nebo klínovitou bází a emarginátním vrcholem. Primární žilka je silná, zakončená v dolní části apikálního sinu. Sekundárních žilek je 8-11 párů. Terciární žilky jsou tenké a síťnaté.

Listy rodu *Liriodendropsis* jsou velmi variabilní. Tento rod měl veliký rozsah, jak stratigrafický, tak geografický. Byl obvyklou složkou cenomansko-turonských subtropických teplých flór na území Eurasie a Severní Ameriky (Golovneva, 2003).

Rod *Myrtoidea* Passalia, Romero, & Panza, 2001

Typový druh. *Myrtoidea patagonica* Passalia, Romero & Panza, 2001

*Myrtoidea geinitzi* (Heer ex Schimper) J. Kvaček et Greguš

- 1869 *Myrtophyllum geinitzii* Heer, str. 22, tab. 11, obr. 3-4.
- 1869 *Myrtophyllum schuebleri* Heer, str. 23, tab. 11, obr. 2.



- 1874 *Myrtophyllum geinitzii* Heer ex Schimper, str. 30. 1874 *Myrtophyllum schuebleri* Heer ex Schimper, str. 30.
- 1882 *Eucalyptus geinitzii* (Heer ex Schimper) Heer, str. 93, tab. 19, obr. 1c, str. tab. 46, obr. 12c, 13.
- 1992 “*Eucalyptus*” *geinitzii* (Heer ex Schimper) Heer; Kvaček Z., str. 346, tab. 1, obr. 1, 2, 6, tab. 2, obr. 1, 2, tab. 3, obr. 1, tab. 4, obr. 1, 3.
- 2015 *Myrtoidea geinitzi* Kvaček & Greguš, str. 352, tab. 9, obr. 1-3, str. 353, tab. 10, obr. 1-5

Tato rostlina se vyznačuje jednoduchými, celokrajnými listy široce protáhlými až kopinatými. Terminální části sekundárních žilek formují intramarginální žilku. Terciární žilkování není patrné. Báze je klínovitá (Greguš & Kvaček, 2015).

„*Myrtophyllum angustum*“ (Velenovský) Knobloch

- 1885 *Eucalyptus angusta* Velenovský, str. 3, tab. III, (XXVII), obr. 2-12.
- 1971 *Myrtophyllum angustum* (Velenovský) Knobloch, str. 44

Fosilie tohoto druhu jsou v českém cenomanu nalézány nejčastěji. Vyznačují se eukalyptoidní žilnatinou s výraznou intramarginální žilkou (Kvaček Z. , 1983).

„*Aralia*“ *daphnophyllum* Velenovský

- 1882 *Aralia daphnophyllum* Velenovský, str. 30-32, tab. VII (V), obr. 5-8.
- 1889 *Araliphyllum daphnophyllum* (Velenovský) Velenovský, str. 37, 50, 54.

Listy tohoto druhu jsou kopinaté, obvykle jsou nejširší u báze. Jsou celokrajné. Primární žilka není příliš silná. Sekundární nervatura je jemná, často nezřetelná (Frič & Bayer, 1900). Knobloch (1999) jej řadí do umělého rodu *Dicotophyllum*.

## 8. Závěr

Prvotním úkolem této rešerše bylo připravit půdu pro konání samotné CLAMP analýzy, která by mohla být zpracována v diplomové práci. Tím je míněn popis všech parametrů, které jsou pro analýzu stěžejní.

Metoda CLAMP analýzy byla shledána vhodnější než metody CoA a LMA, pro větší množství klimatických údajů, které je schopna vypočítat.

Perucko-korycanské souvrství poskytuje velké množství listového materiálu, který je vhodný pro aplikaci v CLAMP analýze, která podrobněji popisuje cenomanské klima. Jedná se o analýzu nejvhodnější pro tento stupeň. Tyto vrstvy byly náležitě popsány v Horoušanském lomu.

Fotografické tabule fosilií zdokumentovaných pro tuto práci, poukazují na rozmanitost cenomanské flóry. Dle slovního popisu parametrů CLAMP analýzy, lze říci, že v tomto stupni existovaly rostliny vlhkomilné i suchomilné, a to dle výskytu vrcholů atenuátních (*Myrtoidea geinitzi*), emarginátních (*Liriodendropsis simplex*) i kulatých („*Aralia*“ *daphnophyllum*). Suché prostředí indikuje také poměr délky k šířce větší než 4:1 („*Dryandra*“ *cretacea*). Přítomnost celokrajných listů (*Myrtoidea geinitzi*, „*Aralia*“ *daphnophyllum*) poukazuje na subtropy až tropy (arktické podmínky nepřipadají, vzhledem k obecné absenci velmi chladných prostředí v křídě, v úvahu) a naopak skutečnost, že se zde nalézají rostliny se zoubkovaným okrajem (*Ettingshausenia cuneifolia*) dokládá, že se v tomto prostředí vyskytovaly i rostliny mírného podnebí.

Tyto výstupy dokládají, že nelze určovat klima na základě toho, jaké jednotlivé druhy se v daném stupni vyskytovaly, ale je třeba zpracovat vzorek s větším množstvím druhů a hledět především na parametry, nikoliv na druhy rostlin.

## 9. Seznam použité literatury

- Bailey, I. W., & Sinnott, E. W. (1915). A Botanical Index of Cretaceous and Tertiary Climates. *Science*, 831-834.
- Bailey, I. W., & Sinnott, E. W. (1916). The Climatic Distribution of Certain Types of Angiosperm Leaves. *American Journal of Botany*, 24-39.
- Bronn, H. G. (1837). *Lethaea geognostica oder Abbildungen und Beschreibungen der für die Gebirgs-Rotationen bezeichnendsten Versteinerungen*. Stuttgart: E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung.
- Čech, S. (2011). Palaeogeography and stratigraphy of the Bohemian Cretaceous Basin. *Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku*, 18-21.
- Čech, S., Klein, V., Kříž, J., & Valečka, J. (1980). Revision of the Upper Cretaceous stratigraphy of the Bohemian Cretaceous Basin. *Věstník Ústředního ústavu geologického*, 277-296.
- Frič, A., & Bayer, E. (1900). *Studien im Gebiete der böhmischen Kreideformation: palaeontologische Untersuchungen der einzelnen Schichten*. Prag: Fr. Řivnáč.
- Golovneva, L. B. (2003). Leaves of *Liriodendropsis simplex* (Newb.) Newb. *Paleontological Journal*, 535-544.
- Golovneva, L. B. (2011). Genus *Ettingshausenia* (Platanaceae) in the Cenomanian-Turonian floras of Eurasia. *Paleobotany*, 127-163.
- Greguš, J., & Kvaček, J. (2015). Revision of Cenomanian flora from the Maletín Sandstone. *Acta Musei Nationalis Pragae*, 315-364.
- Heer, O. (1869). Beiträge zur Kreideflora, I. Flora von Moletain in Mähren. *Neue Denkschriften der Allgemaine Schweizerischen Gesellschaft für die Gesammten Naturwissenschaften*, 1-24.
- Herman, A. B., Spicer, R. A., & Kvaček, J. (2002). Late Cretaceous climate of Eurasia and Alaska: a quantitative palaeobotanical approach. *Aspects of Cretaceous Stratigraphy and Palaeobiogeography*, 93-108.
- Hlušník, A. (1985). Zanikající paleobotanické naleziště v Praze-Hloubětíně. *Časopis Národního muzea. Řada přírodovědná*, 1-9.
- Knobloch. (1995b). Platanus-Blätter aus der Oberkreide von Böhmen und Mähren. *Věstník Českého geologického ústavu*, 7-20.

- Knobloch, E. (1971). Neue Pflanzenfunde aus dem böhmischen und mährischen Cenoman. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, 43-56.
- Knobloch, E. (1999). Knobloch, E. 1999: Neue oder wenig bekannte Pflanzenarten aus den Perucer Schichten. *Acta musei nationalis Pragae, serie B, historia naturalis* 55, 25-58.
- Knobloch, E., & Mai, D. (1991). Evolution of Middle and Upper Cretaceous floras in Central and Western Europe. *Geologisches Jahrbuch Reihe A*, 257-270.
- Krasser, F. (1869). Beiträge zur Kenntnis der fossilen Kreideflora von Kunstadt in Mähren. *Beiträge zur Paläontologie und Geologie Österreich-Ungarns und des Orientes*, 113-152.
- Kvaček, J. (1999). Two conifers (Taxodiaceae) of the Bohemian Cenomanian (Czech Republic, Central Europe). *Acta Palaeobotanica* 2, 129–151.
- Kvaček, J., & Dilcher, D. L. (2000). Comparison of Cenomanian floras from Western Interior North America and Central Europe. *Acta Universitatis Carolinae, Geologica* 44, 17-38.
- Kvaček, J., & Váchová, Z. (2006). Revision of platanoid foliage from the Cretaceous of the Czech Republic. *Časopis Národního muzea, Řada přírodovědná*, 77-89.
- Kvaček, J., Uličný, D., Svobodová, M., & Špičáková, L. (2006). Cretaceous of Central Bohemia. *Excursions Guide Book*, 58-60.
- Kvaček, Z. (1983). Cuticular studies in angiosperms of the Bohemian Cenomanian. *Acta Palaeontologica Polonica*, 159-170.
- Kvaček, Z. (1992). Lauralean Angiosperms in the Cretaceous. *Courier Forschungs Institut Senckenberg*, 345-367.
- Malkovský, M. (1987). The Mesozoic and Tertiary basins of the Bohemian Massif and their evolution. *Tectonophysics*, 31-42.
- Meek, F. B., & Hayden, F. V. (1858). Remarks on the Lower Cretaceous Beds of Kansas and Nebraska together with Description of Some New Species of Carboniferous Fossils from the Valley of Kansas River. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 1-129.
- Němejc, F. (1975). *Paleobotanika IV*. Praha: Academia.
- Newberry, J. S. (1887). The Ancestors of the Tulip-Tree. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 1-7.
- Newberry, J. S. (1895). The Flora of the Amboy Clays. *US Geological Survey Monographs*, 1-260.

- Nguyen Tu, T. T., Kvaček, J., Uličný, D., Bocherens, H., Mariotti, A., & Broutin, J. (2002). Isotope reconstruction of plant palaeoecology. Case study of Cenomanian floras from Bohemia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 43-70.
- Pacltová, B. (1977). Cretaceous Angiosperms of Bohemia: Central Europe. *The Botanical Review*, 128-142.
- Passalia, M. G., Romero, E. J., & Panza, J. L. (2001). Improntas foliares del Cretácico de la provincia de Santa Cruz, Argentina. *Ameghiniana*, 73-84.
- Špičáková, L., Uličný, D., & Svobodová, M. (2014). Phases of the mid-Cenomanian transgression recorded in a composite palaeovalley fill - the Horoušany quarry, Bohemian Cretaceous Basin. *Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften*, 591-619.
- Spicer, R. A., Herman, A. B., & Kennedy, E. M. (2004). Foliar Physiognomic Record of Climatic Conditions during Dormancy: Climate Leaf Analysis Multivariate Program (CLAMP) and the Cold Month Mean Temperature. *Journal of Geology*, 685-702.
- Stiehler, A. W. (1857). Beiträge zur Kenntniss der vorweltlichen Flora des Kredegebirges im Harze. *Palaeontographica*, 47-70.
- Uličný, D. (1997). Sedimentation in a reactivated, intra-continental strike-slip fault zone: the Bohemian Cretaceous Basin, Central Europe. *Gaea heidelbergensis*, 347.
- Uličný, D., Špičáková, L., Grygar, R., Svobodová, M., Čech, S., & Laurin, J. (2009). Palaeodrainage systems at the basal unconformity of the Bohemian Cretaceous Basin: roles of inherited fault systems and basement lithology during the onset of basin filling. *Bulletin of Geosciences* 84, 577-610.
- Unger, D. F. (1849). Einige interessante Pflanzenabdrücke aus der königl Petrefactensammlung. *Botanische Beobachtungen*, 345-353.
- Valečka, J., Herčík, F., & Herrmann, Z. (1999). *Hydrogeologie české křídové pánve*. Praha: Český geologický ústav.
- Velenovský, J. (1882). Die Flora der Böhmischen Kreideformation, I. *Paläontologie Österreich-Ungarns und des Orientes*, 8-32.
- Velenovský, J. (1883). Die Flora der Böhmischen Kreideformation, II. *Paläontologie Österreich-Ungarns und des Orientes*, 26-47.
- Velenovský, J. (1885a). Die Flora der Böhmischen Kreideformation, IV. *Paläontologie Österreich-Ungarns und des Orientes*, 1-14.
- Velenovský, J. (1889). *Květena českého cenomanu*. Praha: Královská Česká Společnost Nauk.

- Velenovský, J., & Viniklár, L. (1931). *Flora Cretacea Bohemiae IV*. Praha: Státní Geologický ústav Československé republiky.
- Wolfe, J. A. (1993). *A Method of Obtaining Climatic Parameters from Leaf Assemblages*. U. S. Government Printing Office.
- Zelenka, P. (1987). Litofaciální vývoj křídových uloženin v Praze a okolí. *Sborník geologických věd*, 89-112.
- Ziegler, P. A. (1987). Late Cretaceous and Cenozoic intra-plate compressional deformation in the Alpine foreland - a geodynamic model. *Tectonophysics*, 389-420.
- Ziegler, V. (1992). Inventarizační průzkum přírodní památky Cihelna v Bažantnici, k. ú. Hloubětín - geologie. - Ms.

## 10. Vysvětlivky k fotografickým tabulím

### I – „*Dryandra*“ *cretacea* Velenovský

Praha, Malá Chuchle

Bez evidenčního čísla, coll. Národní muzeum, Praha

### II – *Ettingshausenia cuneifolia* (Bronn) Stiehler

Praha, Slivenec

Evidenční číslo: F 2357, coll. Národní muzeum, Praha

### III – *Liriodendropsis simplex* (Newberry) Newberry

Praha, Malá Chuchle

Bez evidenčního čísla, coll. Národní muzeum, Praha

### IV – *Myrtoidea geinitzi* (Heer ex Schimper) J. Kvaček et Greguš

#### IVa – *Myrtoidea geinitzi*

Praha, Malá Chuchle

Evidenční číslo: 5030d, coll. Národní muzeum, Praha

#### IVb – *Myrtoidea geinitzi*

Praha, Slivenec

Bez evidenčního čísla, coll. Národní muzeum, Praha

### V – „*Myrtophyllum angustum*“ (Velenovský) Knobloch

Praha, Malá Chuchle

Bez evidenčního čísla, coll. Národní muzeum, Praha

### VI – „*Aralia*“ *daphnophyllum* Velenovský

Praha, Malá Chuchle

Evidenční číslo: F 1075, coll. Národní muzeum, Praha

11. Fotografické tabule

I





II



III



IVa



IVb



IVb



V

