

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Biologie

Studijní obor: Biologie



Jana Beranová

Změny vegetace Karpat od glaciálního maxima – identifikace hlavních trendů, dostupnost dat a mezery ve znalostech

Changes in vegetation of Karpaty since glacial maximum – identification of main trends accessibility of data and gap in knowledge

Bakalářská práce

Školitel: R.N.Dr. Petr Kuneš Ph.D.

Praha, 2015

Prohlášení:

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

V Praze, 15.5.2015

Podpis:

Poděkování

Ráda bych v první řadě poděkovala svému školiteli za jeho trpělivost, vstřícnost a mnohé cenné rady jak postupovat během mé práce.

Moc bych chtěla poděkovat i své rodině, která mě v práci podporovala a vytvořila mi prostředí, ve kterém jsem se mohla práci plně věnovat.

A v neposlední řadě patří velký dík i mému příteli za to jeho velikou podporu a chápavost a toleranci.

Abstrakt

Karpaty jsou rozsáhlé Evropské pohoří. Tato literární rešerše je zaměřena na identifikaci hlavních trendů vývoje vegetace v Karpatech v období od posledního glaciálního maxima do současnosti. Z dostupných materiálů zkoumajících jak pylové záznamy tak malakologická naleziště jsem zjistila, že i v obdobích stadiálů dryas klimatické podmínky umožnily pokryv Karpatských hor ostrůvky řídkého lesa složeného především z rodů *Larix* a *Pinus*. V obdobích interstadiálů se tyto ostrůvky plošně rozrůstaly a les houstl. Přechod pleistocénu do holocénu byl plynulý a preboreál částečně kopíroval situaci v interstadiálu. Následný vývoj v holocénu však pokračoval směrem k dalšímu zahušťování lesa a pionýrské dřeviny glaciálního lesa byly nahrazeny z velké části smrkem. Postupně se v Karpatech rozrůstaly populace druhů, které přežily glaciál v refugíích, i druhů které nově osídlovaly Karpatské pohoří nově a přežily glaciál v teplejších oblastech. V subatlantiku a zvláště v posledních desetiletích významně zasahuje do krajiny člověk. Změny jím způsobené jsou vidět i v pylových záznamech ze zkoumaných lokalit. Na výzkumu vývoje vegetace v Karpatech by se mělo dále pokračovat především nalezením a zpracováním nových lokalit, protože tato rozsáhlá a rozmanitá oblast potřebuje informace z nových lokalit.

Klíčová slova

Karpaty, pozdní glaciál, holocén, vývoj vegetace, pylové záznamy, malakologické záznamy

Abstract

The Carpathian Mountains are great range in Europe. This review is target to identify main evolution trends of vegetation in Carpathian Mountains. I studied materials which was concentrate to pollen analysis and malacological finds. Based on this materials I found that in the stadial dryas periods there were climatic conditions for small forrest islands mainly formed from genus *Pinus* and *Larix*. In the interstadial periods the different climatic conditions permit forrest propagation and became denser. Transitions from pleistocen to holocen was nearly similar to the situation in interstadial period. But later in the holocene the density of the forest is growing more and dominant of late glacial forest was replaced mainly by the spruce. Population of plants that survive the glacial in the Carpathian mountain growing as same as and new species that survived glacial in warmer localities. In the subatlantic and especially in the few last decade the human effect is important and can be found in the pollen analysis. On the research of plant evolution in Carpathian mountain is necessary to continue, mainly on identification and analysis new localities. This large and geographically complicated need informations from new localities.

Key words:

Carpathian mountains, late glacial, Holocene, evolution of vegetation, pollen analysis, malacological finds

Obsah

1. Úvod	1
2. Karpaty — charakteristika území	2
2.1. Geografická charakteristika	2
2.1.1. Západní Karpaty	2
2.1.2. Východní Karpaty	6
2.1.3. Jižní Karpaty	6
2.2. Geologická charakteristika Karpat	6
2.2.1. Západní Karpaty	7
2.3. Klimatologická charakteristika západních Karpat	8
2.4. Pedologická charakteristika	11
2.4.1. Faktory ovlivňující pedogenezi	11
2.4.2. Půdní pásmítost	11
2.5. Hydrologická charakteristika	12
3. Metody výzkumu	14
4. Vývoj životního prostředí v Západních Karpatech	15
4.1. Pozdní glaciál	15
4.1.1. Stadiály nejstarší a starší dryas	16
4.1.2. Interstadiál bølling	18
4.1.3. Interstadiál allerød	18
4.1.4. Stadiál mladší dryas	18
4.2. holocén	19
4.2.1. Starší holocén	19
4.2.2. Střední holocén	21
4.2.3. Mladší holocén	22
5. Vývoj životního prostředí ve Východních Karpatech	25
5.1. Pozdní glaciál	25
5.1.1. Nejstarší dryas	25
5.1.2. Interstadiál bølling	25
5.1.3. Starší dryas	25
5.1.4. Interstadiál alerød	25
5.1.5. Mladší dryas	25
5.2. holocén	26
5.2.1. Starší holocén	26
5.2.2. Střední holocén	26
5.2.3. Mladší holocén	27
6. Vývoj životního prostředí v Jižních Karpatech	30
6.1. Pozdní glaciál	30
6.1.1. Nejstarší dryas	30
6.1.2. Interstadiál bølling	30
6.1.3. Starší dryas	30
6.1.4. Interstadiál allerød	30
6.1.5. Mladší dryas	30
6.2. holocén	31
6.2.1. Starší holocén	31
6.2.2. Střední holocén	31
6.2.3. Mladší holocén	32
7. Závěr	34
8. Seznam Citací:	35

1. Úvod

Karpaty jsou rozsáhlé evropské pásemné pohoří, které prochází územím České republiky, Rakouska, Slovenska, Polska, Maďarska, Ukrajiny a Rumunska. V relativně nedávné geologické minulosti, období pleistocenu, bylo toto pohoří opakovaně modelováno horským ledovcem. Dnes jsou tyto hory významným útočištěm glaciálních reliktních.

Kontinentální ledovec zásadně proměnil klima v celé Evropě. Horský ledovec však měl důležitý vliv na proměny horského reliéfu, i lokálně působil na složení ekosystémů v těchto horách.

O tom, jaké ekosystémy zde kdysi byly a jaké organismy je tvořily, se můžeme dozvědět studiem paleoekologie. To je vědní obor, který při svém zkoumání často používá takzvaný princip aktualismu. Ten předpokládá, že tak, jak probíhají jevy v současnosti, probíhaly i v minulosti. Avšak pouze s tímto předpokladem by si tento vědní obor nevystačil. Vývoj životního prostředí zkoumá na základě biologických proxy. To jsou data o množství a druhovém složení pylu a spor rostlin, rostlinných makrozbytcích a vnitřních i vnějších kostrách organismů jako jsou obratlovci, rozsivky, kokolitky nebo schránky měkkýšů. Každý organismus je více či méně citlivý vůči změnám ve svém okolí. A v rámci každého proměňujícího se parametru má jen omezené rozpětí hodnot, které snese. Takovými parametry jsou například vlhkost, minimální teplota, PH, maximální teplota ale i další faktory.

Cílem mé bakalářské práce je zjistit, co je známo o vývoji životního prostředí v západních Karpatech v době od posledního glaciálního maxima do dnešních dob, a zaznamenat trendy vývoje v pozdním glaciálu a holocénu v Karpatské oblasti. Svojí práci jsem zaměřila především na Západní Karpaty, protože v této oblasti chci pokračovat i ve své navazující práci.

2. Karpaty — charakteristika území

2.1. Geografická charakteristika

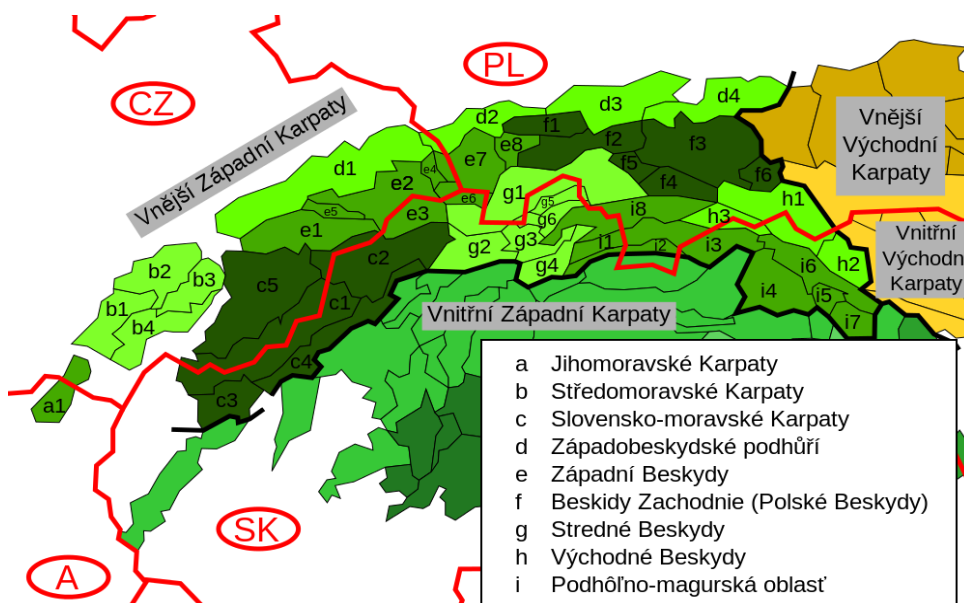
Oblouk karpatského pohoří je ve směru od západu k východu členěn na tři provincie Západní Karpaty, Východní Karpaty a Jižní Karpaty. Celý horský oblouk pak obepínají Vněkarpatské sníženiny. V severojižním směru se Karpaty dělí na Vnější Karpaty a Vnitřní Karpaty. Vzhledem k dalšímu zaměření mé práce se zaměřím zejména na charakteristiku Západních Karpat, a to jak vnější tak vnitřní části. Tato Geografická charakteristika je dělána podle Král 1999.

2.1.1. Západní Karpaty

Západní Karpaty se dělí na 3 subprovincie – Vněkarpatské sníženiny, Vnější Západní Karpaty a Vnitřní Západní Karpaty.

2.1.1.1. Vněkarpatské sníženiny

Systém Vněkarpatských sníženin opisuje oblouk stáčeující se od jihu k severovýchodu podél čelních svahů Vnějších Západních Karpat, ve vertikálním směru je členěn na Západní Vněkarpatské sníženiny a Severní Vněkarpatské sníženiny. Mezi Západní Vněkarpatské sníženiny jsou řazeny čtyři geomorfologické celky, a to Dyjsko – svratecký úval, Vyškovská brána, Hornomoravský úval a Moravská brána, které jsou ještě dále lokálně členěny do podcelků. Pod Severní Vněkarpatské sníženiny spadá Ostravská pánev, která není dále nijak geograficky členěna.



Obr. 1 Mapa geografického členění vnějších západních Karpat zdroj obrázku: <http://moravske-karpaty.cz>

2.1.1.2. *Vnější Západní Karpaty*

Jihomoravské Karpaty (viz obr. 1 – a) jsou nejižnějším a zároveň nejméně rozlehlým celkem Karpat na území ČR. Území této oblasti je v ČR totožné s geografickým celkem, kterým je Mikulovská vrchovina. Ta je dále členěna na dva podcelky – Pavlovské vrchy a Mikulovskou pahorkatinu.

Oblast Středomoravské Karpaty (viz obr. 1 – b), je rozčleněna do čtyř geografických celků, kterými jsou Ždánický les, Litenčická pahorkatina, Chříby a Kyjovská pahorkatina. Všechny tyto celky zahrnují mnoho podcelků.

Slovensko – moravské Karpaty (viz obr. 1 - c), jsou nejvýchodnější částí Karpat na území ČR, probíhající v pruhu od jihozápadu k severovýchodu. Územím Slovensko – moravských karpat probíhá státní hranice České Republiky a Slovenska. Tato oblast zahrnuje celky Vizovickou vrchovinu, Bílé Karpaty a Javorníky, Povážské podolie a Myjavskou pahorkatinu. I tyto celky jsou dále členěny na řadu podcelků.

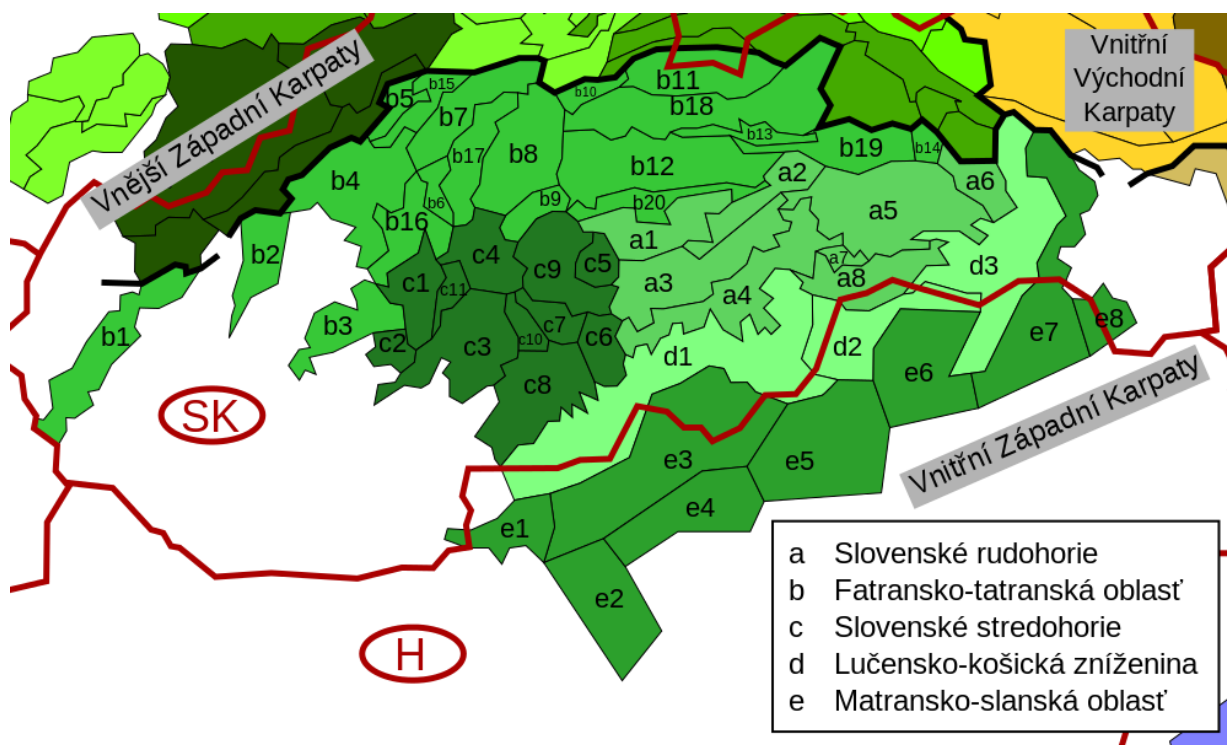
Západobeskydské podhůří (viz obr. 1 – d), je nejsevernější oblastí Karpat na území ČR, tyčící se nad Ostravskou pánví. Většina rozlohy této oblasti pokračuje na území Polska, kde tvoří nejsevernější pohoří Vnějších Západních Karpat. Na území ČR je jediným celkem této oblasti Podbeskydská pahorkatina. Ta je dále dělena do dalších podcelků.

Západní Beskydy (viz obr. 1 – e), tvoří úzký pás horstva nepatrně se stáčeující od JJZ k V, kde na něj navazuje oblast Polské Beskydy (viz obr. 1 - f). Západní Beskydy jsou na území České republiky členěny do šesti geografických celků, mezi které patří Hostýnsko – vsetínská hornatina, Rožnovská brázda, Moravskoslezské Beskydy, Jablunkovská brázda, Slezské Beskydy a Jablunkovské mezihoří. V Moravskoslezských Beskydech se nachází nejvyšší vrchol Karpat na území ČR – Lysá Hora (1323 m n. m.).

Další oblastí Vnějších Západních Karpat jsou Střední Beskydy (viz obr. 1 - g), ty tvoří oblast víceméně vklíněnou mezi Slovensko-Moravské Karpaty, Západní Beskydy (resp. Západní a Polské Beskydy) a Podholně – magurskou oblast. Území Středních Beskyd se rozprostírá z větší části na území Slovenska, z menší na území Polska.

Východní Beskydy (viz obr. 1 – h), jsou nejvýchodnější oblastí Vnějších Západních Karpat. Na SZ hraničí s Moravskoslezskými, resp. Polskými Beskydy, a Podholně – magurskou oblastí na JJZ. Na východě hraničí s Vnějšími Východními Karpaty. Z větší části leží Východní Beskydy na území Polska, jižním cípem zasahuje na území Slovenska.

Podholně – magurská oblast (Podhòlno – magurská oblast). (viz obr. 1 – i), se v mírném úzkém oblouku stáčí od Z směrem k JJV. Zasahuje jak na území Polska, tak i Slovenska. Na sv. cípu tato oblast hraničí s Vnějšími Východními Karpaty.



Obr. 2 Zdroj obrázku http://cs.wikipedia.org/wiki/Wikimedia_Commons

2.1.1.3. Vnitřní Západní Karpaty

Fatransko–tatranská oblasť (viz obr. 2 – b), je nejsevernější a největší oblastí subprovincie Vnitřní Západní Karpaty. Oblasť má tvar táhlého oblouku klenoucího se od JJZ k V. Směrem k východu se na JJV úzký pruh horstva výrazně rozšiřuje. Oblasť Fatransko–tatranská zahrnuje horské celky Tatry, Podtatranskou kotlinu, Hornádskou kotlinu, Branisko, Nízké Tatry, Kozie Chrbty, Horehronské podolie, Starohorské vrchy, Turčianskou kotlinu, Velkou Fatru, Chočské vrchy, Malou Fatru, Žilinskou kotlinu, Súľovské vrchy, Strážovské vrchy, Žiar, Hornonitranskou kotlinu, Trábeč, Povážský Inovec a Malé Karpaty. Všechny tyto celky se dále dělí na mnoho lokálních podcelků. V rámci této oblasti se vyskytuje i nejvyšší vrchol celého karpatského horstva, Gerlachovský štít (2655 m n. m.).(Čihař 2000).

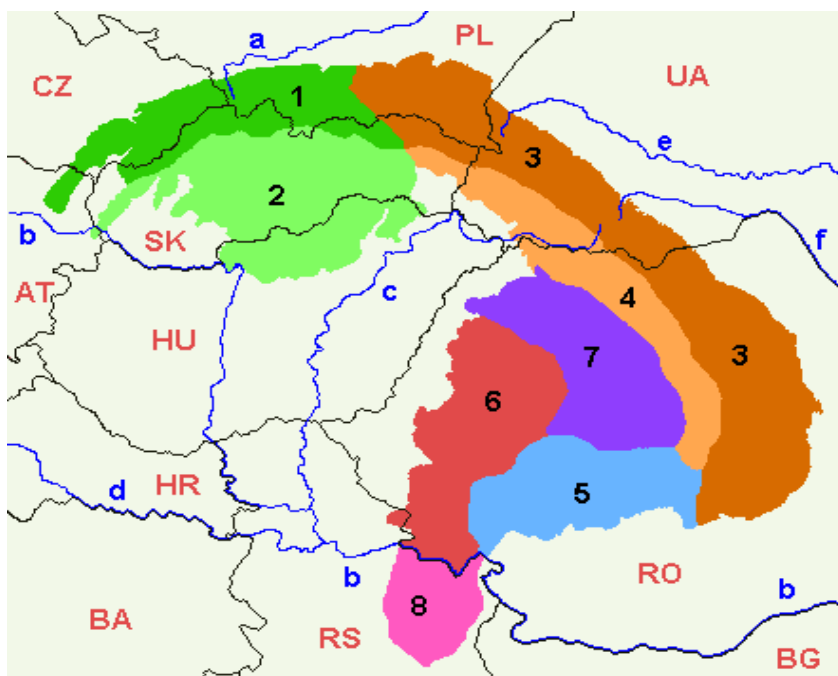
Slovenské stredohorí (viz obr. 2 – c), je oblasť s územím přibližně kruhového tvaru, ležící jižně a jihozápadně od Fatransko–tatranské oblasti a na východě hraničící se Slovenským rudohorím. Geomorfologicky je tato oblasť nesmírně pestrá a členitá. Geografické celky Slovenského stredohorí jsou Kremnické vrchy, pohorí Vtáčnik, Pohronský Inovec, Žiarská kotlina, Štiavnické vrchy,

Pliešovská kotlina, Krupinská planina, Ostrôžky, Javorie, Pol'ana a Zvolenská kotlina. Všechny tyto celky jsou pak ještě dále členěny na řadu lokálních podcelků.

Oblast Slovenského rudohoří (viz obr. 2 – a), je široký pás pohoří a náhorních planin táhnoucí se od JJZ k SSV. Na severu tato oblast hraničí s Fatransko–tatranskou oblastí; na jihu, na východě a na severovýchodě spadá do Lučensko–košické sníženiny. Slovenské rudohoří se dělí do osmi dílčích celků. Těmi jsou Veporské vrchy, Spišsko–gemerský kras, Stolické vrchy, Revúcka vrchovina, Volovské vrchy, Čierna hora, Slovenský kras a Rožňavská kotlina. Kvůli neobyčejné geomorfologické členitosti i geologické pestrosti této oblasti jsou všechny celky dále členěny na řadu menších podcelků.

Lučensko–košická sníženina (viz obr. 2 – d), je oblast s víceméně plochým nížinným až pahorkatinovým reliéfem, táhnoucí se v úzkém pásu od JZ k SV a dále se stáčejíciho k S, kde hraničí s Vnitřními Východními Karpaty. Tato oblast se dělí do celků Jihoslovenská kotlina, Bodvianská pahorkatina a Košická kotlina. Všechny tři územní celky ve své jižní části zabíhají až na území Maďarska.

Matransko–slánská oblast (viz obr. 2 – e), se táhne v nepravidelném širokém pruhu od JZ k SV. Většina území této oblasti se nachází na území Maďarska. Na území Slovenska zasahují pouze z části čtyři územní celky: Cerová vrchovina, Burda, Slánské vrchy a Zemplínské vrchy.



Obr. 3 Zdroj obrázku: http://cs.wikipedia.org/wiki/Wikimedia_Commons

2.1.2. Východní Karpaty

Provincie Východní Karpaty zahrnuje subprovincie Vnější Východní Karpaty a Vnitřní Východní Karpaty. Členění geomorfologické se značně liší podle českých, polských a rumunských autorů

2.1.2.1. Vnější Východní Karpaty

Subprovincie Vnější Východní Karpaty (viz obr. 3 – č. 3) tvoří úzký oblouk stáčeující se od SSZ příkře k jihu. Tato subprovincie zasahuje na území Slovenska, Polska, Ukrajiny a Rumunska. Podle českého rozdělení se Vnější Východní Karpaty dělí na oblast Pogórze Środkowobeskidzkie, ležící pouze na území Polska; oblast Nízké Beskydy, ležící z části na území Polska, z části na Slovensku. Oblast Poloniny se táhne z Polska a Slovenska, avšak největší část této oblasti leží na území Ukrajiny. Na území Rumunska leží oblasti Muntii Carpati a oblast Moldo – munteneiská.

2.1.2.2. Vnitřní Východní Karpaty

Subprovincie Vnitřní Východní Karpaty (viz obr. 3 – č. 4) se v úzkém pruhu stáčí od SSZ k jihu podél jižní hranice Vnějších Východních Karpat. Svým územím tato subprovincie zasahuje na území Slovenska, Ukrajiny a Rumunska. Geomorfologické oblasti této subprovincie jsou Vihorlatsko–gutinská oblast, která se táhne až do Rumunska. Dále Maramureško–rodenská oblast táhnoucí se z Ukrajiny do Rumunska. Čistě na rumunském území se pak Bistrická oblast, Čalimansko – harghitská oblast a oblast Depresiunea Giurge–brasovului.

2.1.3. Jižní Karpaty

Jižní Karpaty (viz obr. 3), leží na území Rumunska, zahrnuje 3 geomorfologické oblasti Jižní Karpaty (viz obr. 3 – č. 5), Rumunské Západní Karpaty (viz obr. 3 – č. 6) Oblast Transylvánská vysočina (viz obr. 3 – č. 7), neoficiálně nazývaná též jako Transylvánské Alpy, je nejvyšší částí Jižních Karpat. Nejvyšším vrcholem této oblasti i celé provincie (i Rumunska) je Moldoveanu (2 544 m n. m.) Někdy se do jižních Karpat řadí i Karpaty srbské (viz obr. 3 – č. 8).

2.2. Geologická charakteristika Karpat

Oblouk karpatského horstva je součástí evropského alpínského orogénu, ten se táhne ve dvou větvích: severní a jižní. Severní větev alpid tvoří Pyreneje, Alpy, Karpaty a dále na východ navazující Kavkaz a Himálajský orogén. Jižní větev pak tvoří zejména africké pohoří Atlas. Vznik

pásemnému pohoří alpid dalo v mesozoiku a terciéru postupné uzavírání praoceánu Thetys, ležícího mezi Laurasií a Gondwanou. Posledním zbytkem tohoto oceánu je Středozemní moře, které se nachází v tektonické sutuře mezi eurasijskou a africkou litosférickou deskou (Chlupáč et al, 2002).

Samotné Karpaty se dělí na Západní, Východní a Jižní. V severo – jižním směru pak dělí na Vnější a Vnitřní Karpaty (Čtyroký, Stráník 1995). Vzhledem k zadání mé bakalářské práce a složité stavbě Karpat se nyní podrobněji zaměřím pouze na charakteristiku Vnějších Západních Karpat.

2.2.1. Západní Karpaty

Západní Karpaty jsou pásemným pohořím vyznačujícím se příkrovovou stavbou a výrazným zonálním uspořádáním od jihu k severu migrujících orogenních procesů. Na základě horninového obsahu a zejména tektonických vztahů jednotek se Karpaty dělí na internidy a externidy (Stráník et al, 1993; Mišík 1985). Tektogeneze internid byla dokončena již před svrchní křídou (cca 65 Ma), zatímco mladší externidy byly tektonicky dotvářeny až během terciéru (cca 30 – 12 Ma). V současné době se používá členění podle (Mišík 1985) patrné z obr. 4.

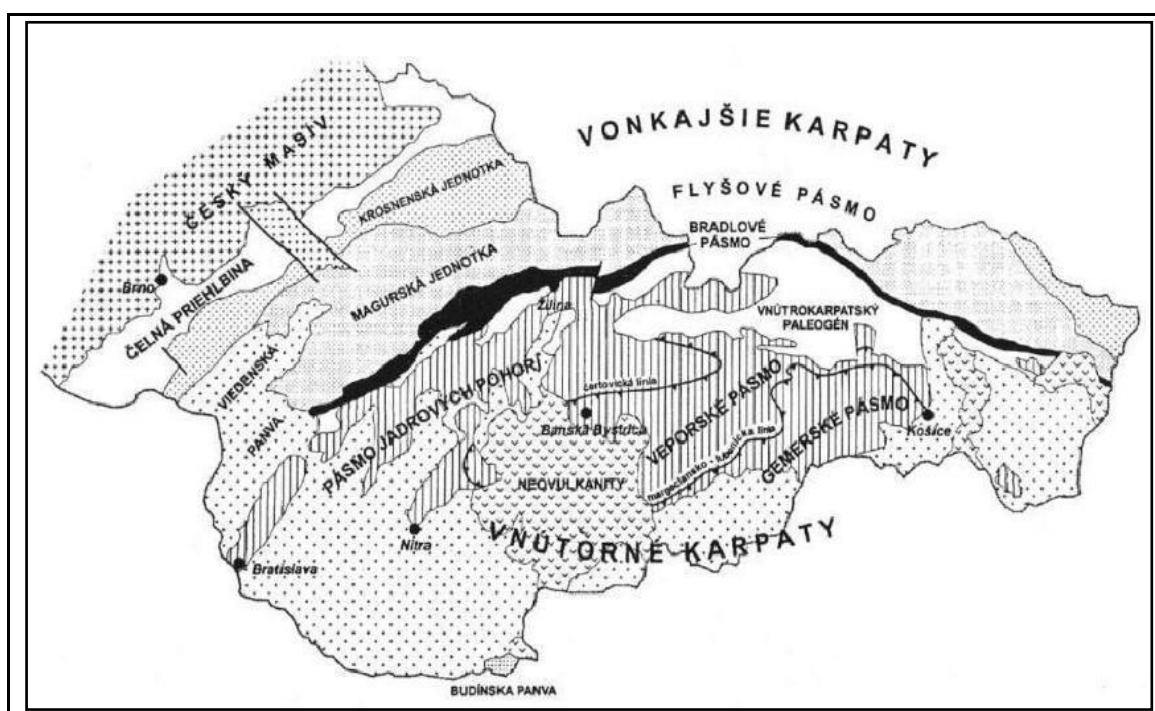
EXTERNIDY	Vnější Západní Karpaty	<ul style="list-style-type: none"> • čelní předhlubeň • flyšové pásmo vnější krosněnská jednotka vnitřní magurská jednotka • bradlové pásmo čorštýnská sekvence kysucká sekvence klapská sekvence manínská sekvence
	Centrální Západní Karpaty	<ul style="list-style-type: none"> • pásmo jádrových pohoří • (tatrikum, fatrikum, hronikum) • veporské pásmo (veporikum, hronikum, silicikum)
INTERNIDY	Vnitřní Západní Karpaty	<ul style="list-style-type: none"> • gemerské pásmo (gemerikum, meliatikum, turnaikum, silicikum)

Obr. 4 členění západních Karpat zdroj obrázku http://geologie.vsb.cz/reg_geol_cr/10_kapitola.htm

Čelní předhlubeň Karpat je tvořena soustavou miocenních pánví, vzniklých v důsledku nasouvání příkrovů flyšových Karpat na předpolí, tedy tektonicky a sedimentárně zatěžovaný a ohýbající se okraj Českého masivu. Výplň většiny pánví vyznívá z počátečné mělkomořské sedimentace po sladkovodní sedimenty. Výjimkou je vývojově nejmladší Hornomoravský úval a Mohelnická brázda, které vznikly až na přelomu miocénu a byly vyplňovány již pouze sladkovodními sedimenty. Samostatně bývá vyčleňována Vídeňská pánev, která nevznikla v předpolí sunoucích se příkrovů, ale mezi dvěma příkrovy. Jedná se o tzv. vnitrohorskou pánev, vyplněnou mocnými mořskými až sladkovodními sedimenty (Čtyroký, Stráník 1995).

Flyšové pásmo Karpat je charakteristické flyšovou sedimentární výplní terciárního stáří, do které jsou začleněné útržky starších sedimentů, zejména jurských a křídových vápenců (Hók et al, 2001; Chlupáč et al, 2002). Flyšové pásmo zahrnuje krosněnskou a magurskou skupinu příkrovů. Krosněnská skupina příkrovů se dále dělí na předmagurskou, slezskou, zdouneckou, podslezskou a ždánickou jednotku. Magurská skupina příkrovů zahrnuje račanskou, bystrickou a bělokarpatskou jednotku (Čtyroky, Stráník 1995).

Bradlové pásmo je dělicí linií karpatských internid a externid, zároveň se pod jeho horninami nachází i tzv. peripieninský lineament, tedy hranice kam až je do podloží Karpat podsunutý Český masiv (Chlupáč et al, 2002).



Obr. 5 Tektonické členění Západních Karpat zdroj obrázku http://geologie.vsb.cz/reg_geol_cr/10_kapitola.htm

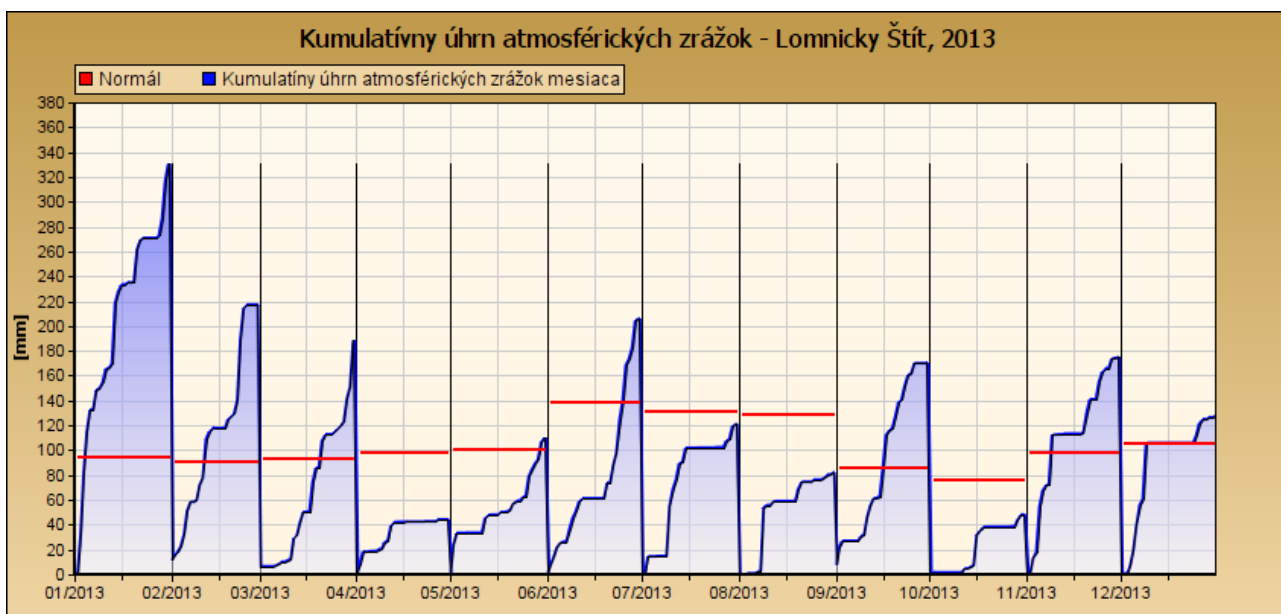
2.3. Klimatologická charakteristika západních Karpat

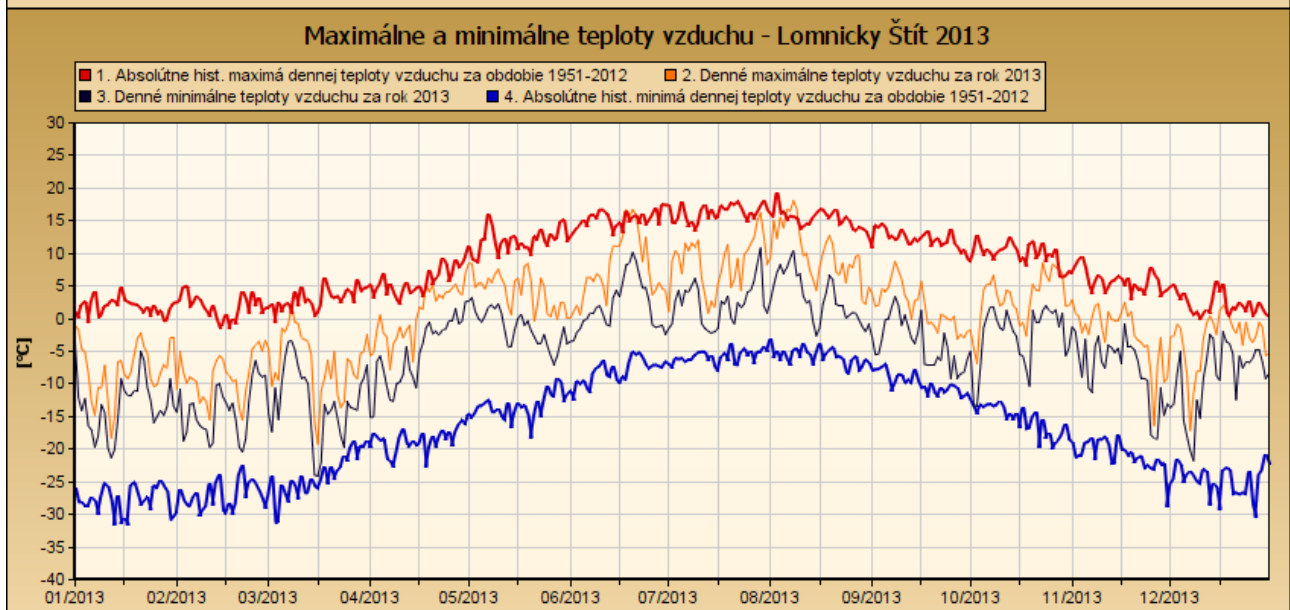
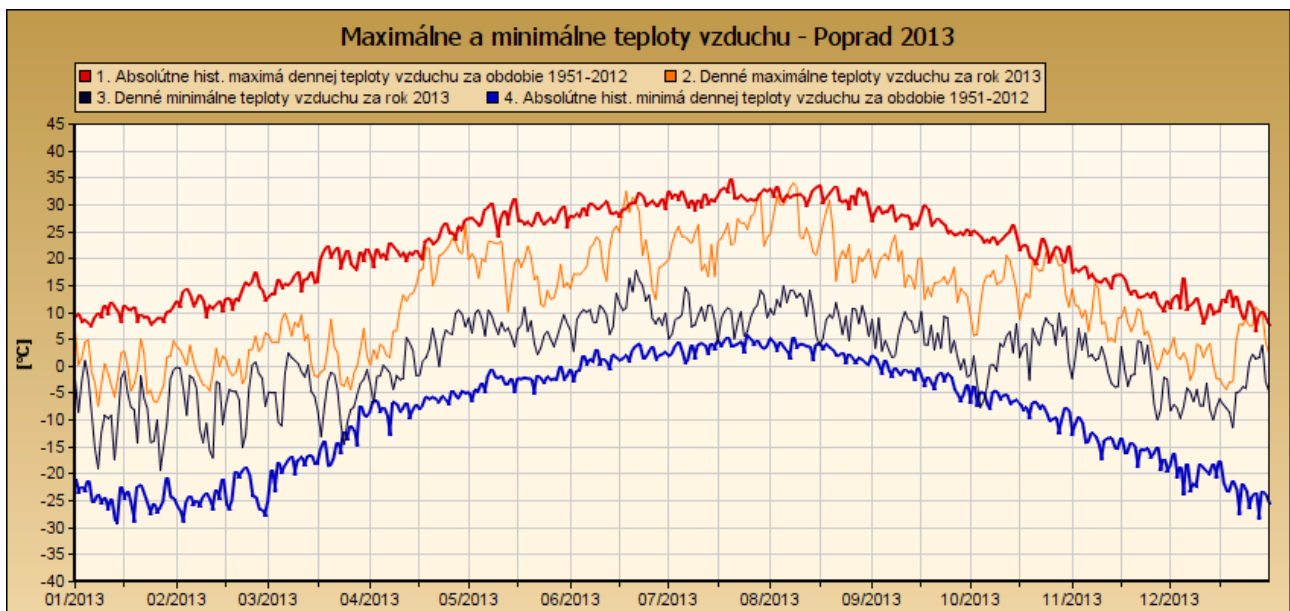
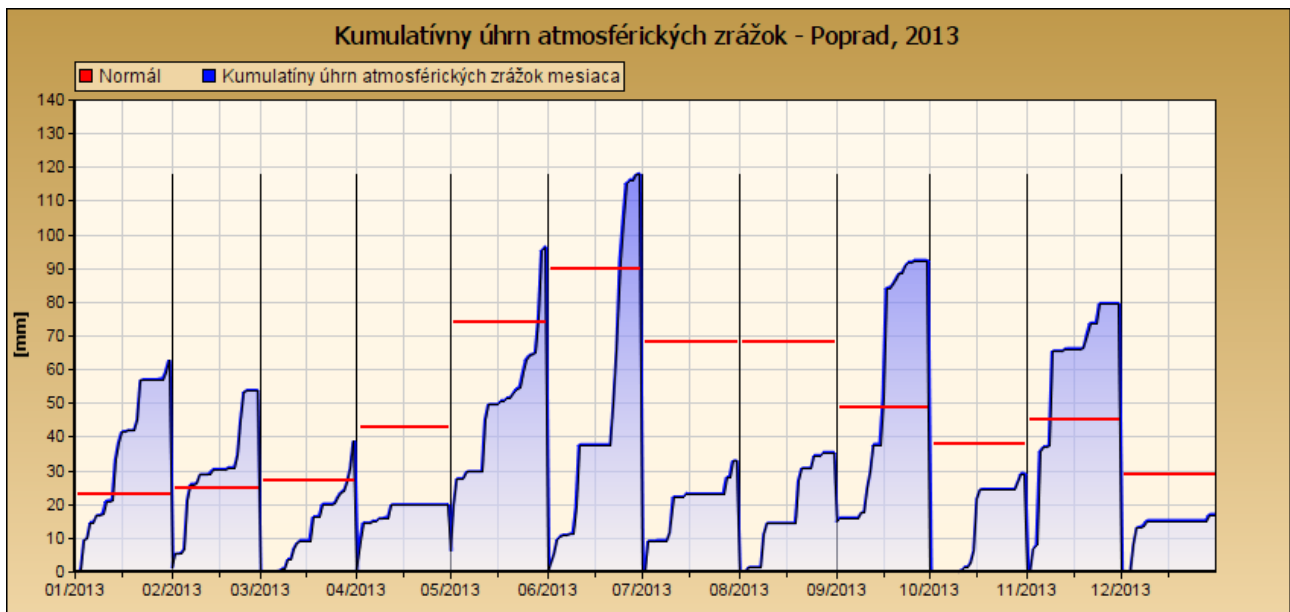
Karpaty jsou vnitrozemské hory a mají kontinentální klima. Oproti Alpám jsou zde nižší srážky, Karpatské hory jsou však výrazně vlhčí než okolní nížinné oblasti. Průměrný roční úhrn srážek v těchto horách se pohybuje mezi 1200 mm až 1700 mm vodního sloupce. Množství srážek klesá od západu k východu. S nadmořskou výškou srážek naopak přibývá, v Tatrách činí roční úhrn srážek až 2100 mm vodního sloupce. Hory tvoří srážkový stín a proto je vnitřní strana hor sušší (Král 1999).

Oproti Alpám jsou v Karpatech větší teplotní rozdíly během roku, což opět souvisí s kontinentalitou klimatu. Od západu k východu rostou rozdíly mezi průměrnou lednovou a červencovou tep-

lotou. Celé Karpaty mají průměrné lednové teploty pod bodem mrazu. V nížinách a pánvích se pohybuje průměrná lednová teplota mezi -1 °C až -4 °C. Na horských vrcholech činí průměrná lednová teplota -10 °C. Průměrné červencové teploty v nížinách jsou 20 °C až 23 °C. V oblasti horských vrcholů je průměrná červencová teplota 5 °C až 7 °C (Král 1999).

Karpaty spadají do mírného vegetačního pásma, fytogeograficky se řadí ke středoevropské provincii v rámci Eurosibiřské podoblasti, Holoarktidy. Kolinní (pahorkatinný) stupeň, který se v západních karpatech pohybuje do výšky 400-600 m n. m, je tvořen dubovými lesy. Submontánní stupeň tvoří dobře zachované bukové lesy, které rostou až do výšky 1000 m n. m. Montánní stupeň je tvořen horskými smrkovými lesy, které tvoří horní hranici lesa v 1500 m n. m. Subalpínský stupeň tvořený klečí vystupuje až 400 metrů nad horní hranici lesa. Nejvyšší horské hřbety porůstá i stupeň alpínský je tvořen výhradně bylinami a na skalách a kamenitých sutích mechy a lišejníky (Král 1999). Připojené klimadiagramy (obr 6 - obr. 10) ukazují rozdíl mezi podnebím meteorologických stanic na Lomnickém štítu a v Popradu tyto meteorologické stanice leží blízko u sebe avšak rozdíl v nadmořské výšce mezi nimi je asi 2000 metrů.





(zdroj obr. 6 – obr. 10 <http://www.shmu.sk/>).

2.4. Pedologická charakteristika

2.4.1. Faktory ovlivňující pedogenezi

Tak jako se s výškou proměňuje vegetace, mění se i půdy. Půdní pásmovitost je ovlivněna prakticky všemi půdotvornými faktory, i když některé se podílí větší měrou než jiné.

Velmi důležitý je chemismus mateční horniny, a to protože jiné organismy žijí v kyselém prostředí. Naopak jiným organismům vyhovuje zásaditější pH. To ovlivňuje i rychlost rozkladných procesů, které přetváří mateční horninu ve vlastní substrát (Pelíšek 1966).

Důležitý je i reliéf terénu, který úzce souvisí s klimatem. Jižní svahy bývají teplejší a sušší naopak severní vlhčí a chladnější proto dochází k výškovým rozdílům a nižinnější půdy vystupují na jižních svazích do vyšších poloh (Pelíšek 1966).

Jak už bylo zmíněno, klima je velmi důležitý půdotvorný faktor, působící jak vlivem teploty tak i srážek. Ve vrcholových horských partiích sice vcelku snadno dochází ke zvětrávání vlivem rozdílu teplot a do již takto vzniklých puklin zatéká voda, ze které se v mraze stává led a to narušování jen usnadňuje, avšak chemické zvětrávání je zde prakticky nemožné, a proto zde při současných klimatických podmínkách nemohou vzniknout půdy v pravém slova smyslu (Pelíšek 1966). Srážky zase určují režim půd. Máme například režim promyvný, kdy je půda srážkami pravidelně promývána nebo periodicky promyvný, kdy je půda intenzivně promývána srážkami jen párkrát během roku v našich podmínkách typicky na jaře v době tání sněhu (Pelíšek 1966).

Neméně důležitý je i vliv člověka, který orbou rozrušuje půdu a umožňuje její rychlejší odplavování. Orbou se také narušuje přirozená tvorba půdních horizontů. Hnojením se mění chemické složení půdy, které ovlivňuje její úrodnost, ale také složení půdního mikrosvětla a tedy způsob nakládání s živinami v půdě. Důležitým půdotvorným faktorem jsou i jiné živé organismy než člověk. Ale zejména v posledních desítkách let byl a je zásah člověka nezanedbatelný.

2.4.2. Půdní pásmovitost

V nejnižších polohách najdeme pásmo semiglejových půd patří sem nejen půdy semiglejové, ale i glejové a oglejené. Charakteristická je pro ně vysoká hladina spodní vody, daná přítomností vodního toku. Jejich zrnitost bývá různá. Pásmo semiglejových půd se vyskytuje zpravidla ve výškovém intervalu od cca 130 do cca 200 m n. m., avšak výjimečně se mohou nacházet i ve výše položených horských údolích (cca do 600 m n. m.) (Pelíšek 1966).

Ve vyšších polohách následuje pásmo hnědozemí, v některých oblastech i vysoce úrodných černozemí. Které vznikají zpravidla na spraších, v oblastech s nadmořskou výškou více než 300 m n. m. na sprašových hlínách (Pelíšek 1966).

Pásmo nížinných podzolů může někdy navazovat přímo na pásmo semiglejových půd, jindy na pásmo hnědozemí. Nížinné podzoly se vyskytují v nadmořské výšce do 500 m n. m. Jejich zrnitost bývá různá, avšak vlivem promyvného půdního režimu v nich můžeme vidět jasný iluviální albitický horizont (Pelíšek 1966).

Ve vyšší nadmořské výšce se zpravidla nachází okrové lesní půdy. Mají různou zrnitost. Tyto půdy jsou poměrně významné z hydrologického hlediska, svou schopností zadržet poměrně velké množství vody. Podobně jako výše navazující pásmo rezivých lesních půd. (Pelíšek 1966).

Humusovými podzoly pro nižší pohoří sled půdních pásem většinou končí. Toto půdní pásmo pokrývá částečně smrkový les a částečně pásmo kosodřeviny Zpravidla mívají lehčí strukturu a jsou důležité pro zadržování vody (Pelíšek 1966).

V nejvyšších pohořích jako jsou například Vysoké a Nízké Tatry najdeme na hřebenech čokoládově hnědé horské drnové půdy. Mívají písčitohlinitou, hlinitopísčitou, šterkovitou až kamenitou strukturu (Pelíšek 1966).

Výše Následuje Pásmo šterkovitých a balvanitých sutí, kde najdeme kryosoly tedy, půdy vznikající působením mrazu, jako jsou například polygonální půdy (Pelíšek 1966).

Vrcholy o nadmořské výšce nad cca 1800 – 2200 m n. m. zaujímá pásmo skal, kde již neprobíhají kompletní půdotvorné procesy (Pelíšek 1966).

2.5. Hydrologická charakteristika

Voda z Karpat odtéká do dvou úmoří a to do Baltského moře a do moře Černého. (Viz obr. 11).

Do Baltského moře teče řeka Odra, která se svými přítoky sbírá vodu ze severní části Západních Karpat. Do Odry odvádí vodu z Karpat řeky Morávka a Ostravice. Morávka je pravostranným přítokem Ostravice. Ostravice se vlévá z pravé strany do Odry. Ze Slovenska odvádí vodu do Baltského moře hlavně řeka Wisla. Do této řeky odvádí ze Slovenska vodu řeky Poprad a Dunajec. Poprad je pravostranným přítokem řeky Dunajec, která se posléze zprava vlévá do Wisly.

Do Černého moře odvádí vodu řeka Dunaj. Přítoky Dunaje, které odvádí vodu z Karpat, jsou řeka Morava, Váh a Hron. Nejvýznamnějším přítokem Moravy je řeka Bečva. Do Váhu se vlévají zleva řeky Štiavnica a Nitra, a zprava Orava, Kysuca, Dudváh a Malý Dunaj. Na východě Slovenska najdeme řeky jako Hornád nebo Torysa, které tečou do Maďarska a jejich cesta do Dunaje je složitější.



Obr. 11 Evropská rozvodí zdroj obrázku www.shmu.sk

3. Metody výzkumu

Vývoj životního prostředí v dobách minulých se dá zkoumat z hlediska rostlinného a živočišného. Rostlinné pozůstatky lze dále rozdělit dle velikosti na mikrozbytky – pylová zrna, spory případně mikroskopické řasy například kokolitky a rozsivky, druhou skupinou jsou rostlinné makrozbytky například: jehlice, plody, větve. Stejně tak se dají rozdělit živočišné pozůstatky na kosterní pozůstatky obratlovců a zbytků bezobratlých. Nejvýznamnější a v praxi nejlépe využitelné bezobratlé nálezy jsou ulity měkkýšů.

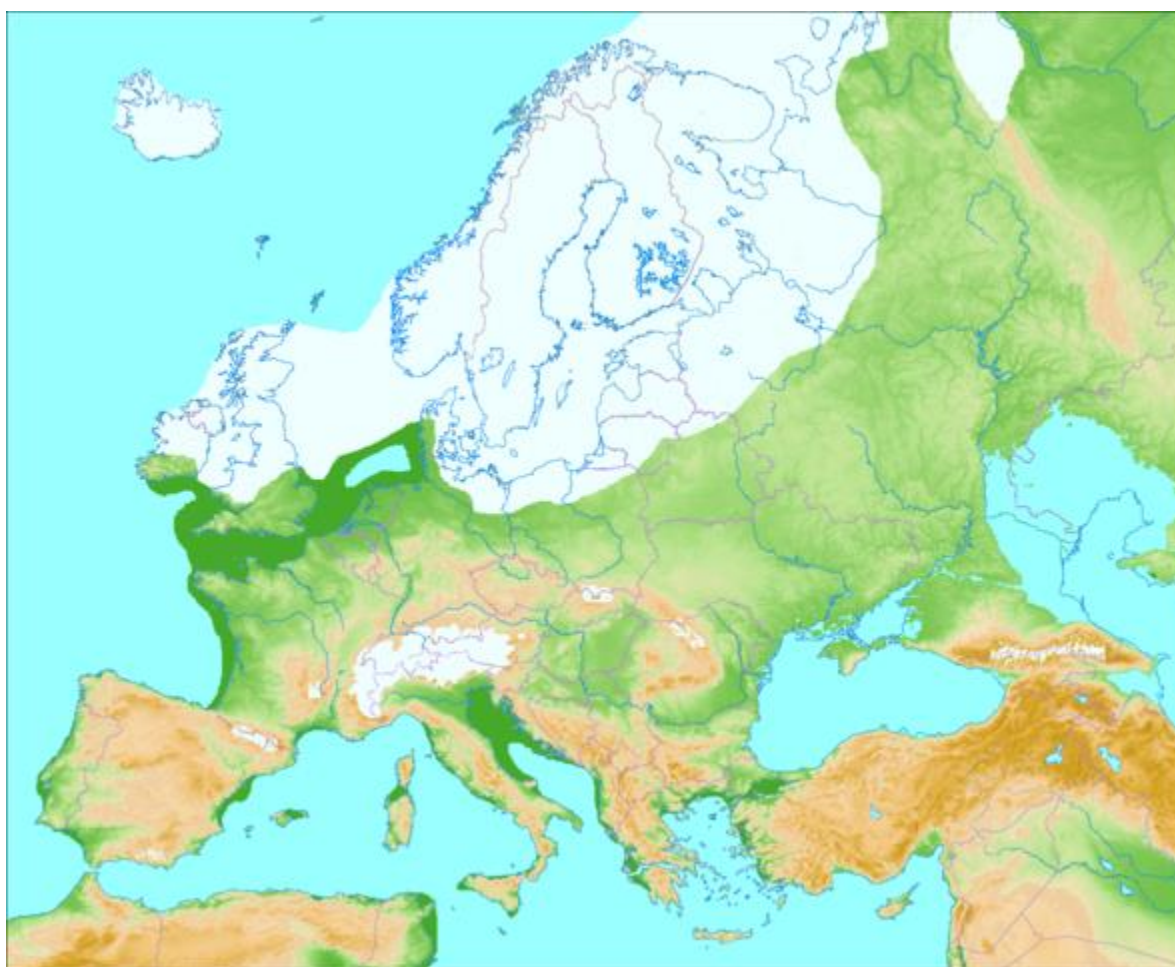
Rostlinné pozůstatky se uchovávají ve vodním prostředí, jako jsou rašeliniště periodické tůňky nebo dna jezer. Význam rostlinných makrozbytků je lokální, svědčí přímo o vegetaci na okraji jezera případně potoků do něj vtékajících, které mohly například jehlice stromů dopravit na krátkou vzdálenost. Naopak pylové záznamy poskytují představu o mnohem větší oblasti, protože pyl zvláště třeba borovice se nese na velkou vzdálenost. V horách se tak často stává, že na vysoko položených lokalitách nacházíme pyl choulostivých druhů z nížin a může to být i naopak. (Rybníček, Rybníčková 2006). Poměrně důležitým ukazatelem je Poměr AP zkratka z arboreal pollen a NAP zkratka z Non-arboreal pollen. Vypovídá o poměru zastoupení stromů a bylin v pylovém záznamu i o složení vegetace v oblasti.

V kyselém prostředí se schránky mlžů neuchovávají. Vhodné jsou pro ně například vápnité slatě, spraše, vápnité půdy, vápence a dolomity (Ložek 2011). Speciálním příkladem vápence poměrně důležitým pro horské oblasti je pěnítec, tento druh vápence podobný travertinu se tvoří pod skalními převisy v chladném vlhkém prostředí (Chlupáč 2002). Pokud jsou malakologické záznamy uloženy přímo na místě kde tyto organismy žily, reprezentují přesně společenstvo (malakocenózu) na této lokalitě. (Ložek 2011). Malakologické záznamy nám pomáhají určit klimatické podmínky v daném prostředí a druh vegetačního pokryvu, jiné druhy měkkýšů najdeme v lese a jiné jsou typické pro louku. Nemůžeme z nich však zjistit přesné složení daného porostu, ve kterém tyto organismy žily. Jsou však důležité protože nám dokládají druh vegetačního pokryvu i na místech odkud pylové záznamy nemáme.

4. Vývoj životního prostředí v Západních Karpatech

4.1. Pozdní glaciál

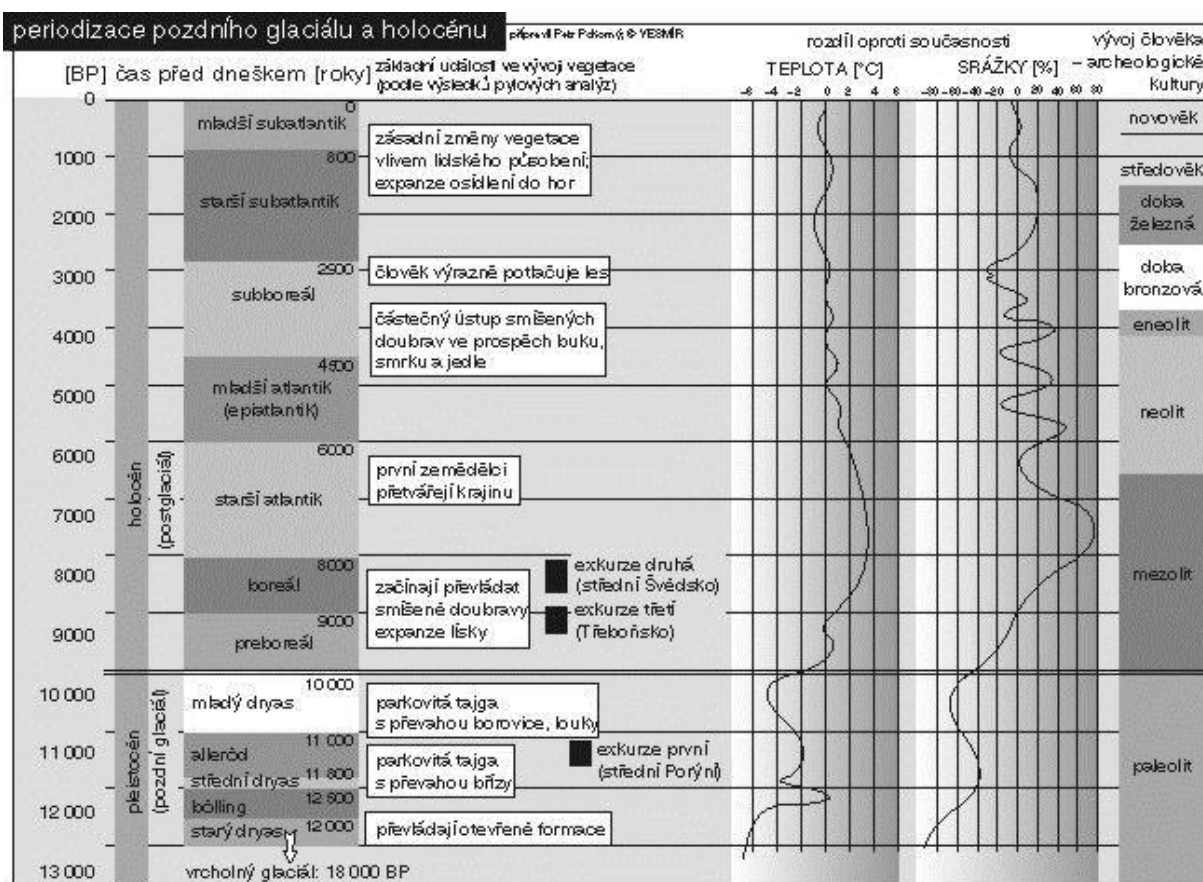
V rámci posledního též viselského glaciálu dosáhl kontinentální ledovec v Evropě největšího rozsahu před 18—23 tisíci lety jeho jižní hranice tehdy dosahovala na úroveň Berlína (Ložek 2011) jak je vidět na mapce (obr. 12). V nejvyšších horských pásmech karpatského pohoří se v té době nacházely horské ledovce, to je rovněž vidět na mapce (viz obr. 12). Tyto ledovce též ovlivňovaly klima ve svém okolí, zadržovaly vodu v podobě ledu a působily i jako zdroj chladu.



Obr. 12 Maximální rozsah viselského zalednění zdroj obrázku <http://icyseas.org/>

Období glaciálu se dělí na stadiály a interstadiály. V době stadiálů byla průměrná teplota nižší než dnes a velký rozsah ledovce a pokles hladiny oceánů vedl k rozvoji kontinentálního klimatu (Chlupáč 2002). V době interstadiálů byla průměrná teplota naopak vyšší asi o 3 stupně než dnes a celkově bylo klima v této oblasti příznivější pro život (Chlupáč 2002). Stadiály v období pozdního

glaciálu se nazývají nejstarší dryas, starší dryas a mladší dryas. Mezi stadiály nejstarší dryas a starší dryas se nachází interstadiál bølling. Stadiály starší dryas a mladší dryas od sebe odděluje interstadiál allerød (Ložek 2011). Časové vymezení těchto období je vidět na obrázku 13. Mladší dryas nakonec přechází do preboreálu neboli začátku holocénu asi před 10 000 lety (Chlupáč 2002). Holocén se tradičně z pohledu fytostratigrafie dělí na klimaticky odlišná období preboreál, boreál, atlantik, subboreál, subatlantik. Podle nejnovějších výzkumů je snaha rozdělit holocén podle celosvětově významných událostí na starší holocén střední holocén a mladší holocén. Starší holocén představuje období 10 000 cal. B.P. — 8 200 cal. B.P. střední holocén 8 200 cal. B.P. — 4 200 cal. B.P. a mladší holocén 4 200 cal. B.P. až dnešek (Walker 2012).

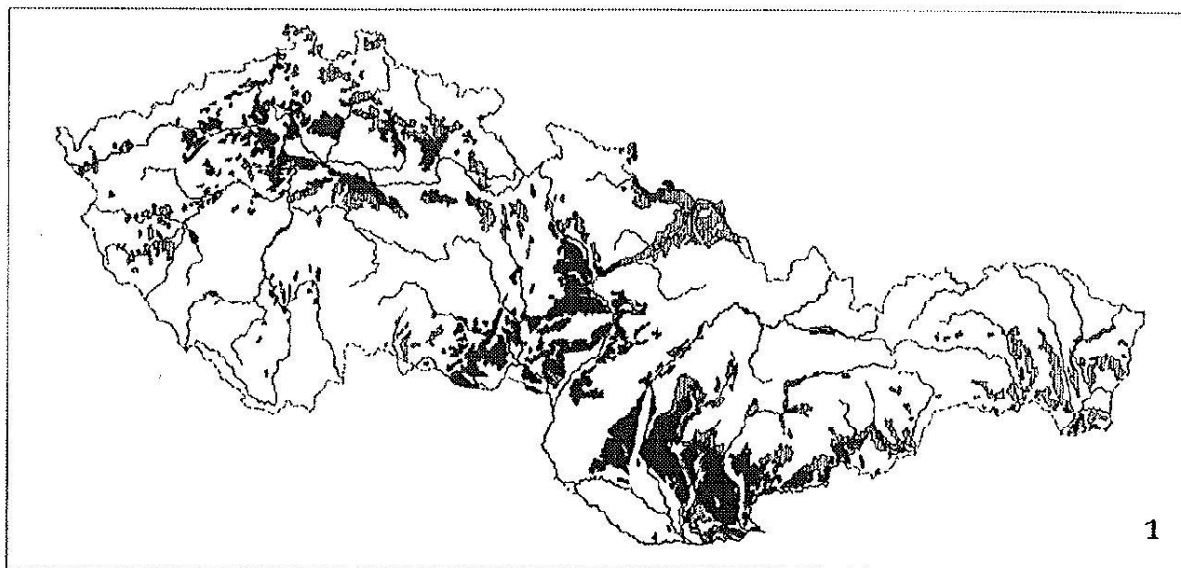


Obr. 13 zdroj: <http://vesmir.cz/>

4.1.1. Stadiály nejstarší a starší dryas

Během stadiálů nejstarší dryas i starší dryas byla hlavním biotem v okolí karpatského horského oblouku sprašová step, její stopy najdeme na Jižní Moravě nebo v údolí velkých řek na jižním Slovensku. Sprašová step je specifický typ bezlesé krajiny vymezený podložím — spraší a glaciálním klimatem. Sprašová step byla nehostinná pro stromy, které přežily glaciál v nižších částech karpatského pohoří (Ložek 2009). Rozsah sprašových stepí ukazuje přiložená mapka (obr. 14). (Ložek 2009). V této době se vyskytují v nižších polohách na jihu Karpat na Pálavě či v údolí Hronu

teplomilné druhy typické pro sprašovou step například údolníček jemnoústý (*Vallonia tenuilabris*), údolníček žebernatý (*Vallonia costata*), jantarka podlouhlá (*Sucinella oblonga*), zrnovka žebernatá (*Pupilla sterri*), zrnovka trojzubá (*Pupilla triplicata*), vřetenatka nadmutá (*Vestia turgida*). (Ložek 2011). Ty samé druhy se najdeme i na spraších v Pováží. Jiným druhem typickým pro spraše je ostroústka válcovitá (*Columella columella*) (Hájková 2012).



Obr. 14 Mapa rozšíření sprašových stepí zdroj obrázku Ložek 2009

V rámci vlastního karpatského horského pásma rostly v nižších polohách v tomto období, otevřené řídké lesní porosty charakteru lesotundry. Jejich hlavní složkou byl modřín opadavý (*Larix decidua*) a borovice limba (*Pinus cembra*) hojně jsou oba tyto světlomilné druhy nalézány v pylových záznamech například z lokality Sivárňa, která leží v popradské části Spišské kotliny (Jankovská 2008). Tyto dominanty doplňovaly stromy bříza bílá (*Betula alba*), bříza pýřitá (*Betula pubescens*), jalovec (*Juniperus*), borovice lesní (*Pinus sylvestris*) a borovice kleč (*Pinus mugo*). (Jankovská 1988). Tyto dva druhy borovic se nedají v pylovém záznamu odlišit a na konkrétních lokalitách se rozlišují pomocí makrozbytků. Předpokládá se, že *Pinus mugo* rostla hlavně výše na svazích hor, přímé doklady (nálezy makrozbytků) jsou známy z lokality Popradské pleso (Rybníčková, Rybníček 2006). Ve vyšších polohách doplňovaly *Pinus mugo* byliny čeledí *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Brassicaceae*, *Rubiaceae*, *Apiaceae*, *Cichoriaceae*. V okolí plesa rostly například tyto rostliny: žlutucha orlíčkolistá (*Thalictrum aquilegifolium*), štovíček dvoublizný (*Oxyria digyna*), vraněček brvitý (*Selaginella selaginoides*) a orlíček (*Aquilegia*) (Rybníčková, Rybníček 2006). Během glaciálu měl na území Karpat pravděpodobně své refugium zimolez černý (*Lonicera nigra*) (Daneck 2011). Na úpatí Vysokých Tater a v okolních oblastech se nachází pyl i makrozbytky smrku a olše

tyto dřeviny měly tedy v této oblasti glaciální refugium (Rybníček, Rybníčková 2002, Latalowa, Knaap 2006). Glaciální maximum naopak v Karpatech nepřežila jedle (*Abies alba*) (Liepelt 2009).

V údolích jako například ve Spišské kotlině byly časté mokřady, kolem potoků a řek se vyskytovaly vrby *Salix* sp.div. Na mokřadních loukách rostli zástupci čeledí *Cyperaceae*, *Poaceae*, *Asteraceae*, *Rubiaceae*, *Brassicaceae* a *Apiaceae*. Typické pro výskyt těchto mokřadních luk jsou i spory vranečku brvitého (*Selaginella selaginoides*), pyl rdesna živorodého (*Polygonum viviparum*) a tužebníku jilmového (*Filipendula ulmaria*). (Jankovská 1988).

4.1.2. Interstadiál bølling

V Interstadiálu bølling, který odděluje stadiály nejstarší dryas a starší dryas se oproti předchozímu období oteplilo a vzrostlo i množství srážek. V pylovém záznamu lokality Hanšpile 1 oblast Malých Karpat se tato změna klimatu projevuje poklesem křivky *Pinus* a *Cyperaceae*. V tomto období pravděpodobně došlo k nárůstu vlhkosti na této lokalitě, což těmto taxonům nevyhovovalo. Tyto podmínky naopak vyhovovaly *Poaceae*, jejichž křivka vzrůstá. V okolí této lokality rostl řídký les složený převážně z *Pinus* (Hájková 2014).

4.1.3. Interstadiál allerød

V interstadiálu allerød vedlo oteplení zpočátku k rozšíření rodu *Larix* v Západních Karpatech, díky příznivějšímu klimatu byly lesy relativně husté. Důležitou součástí byly i *Pinus cembra* a pravděpodobně i *Pinus sylvestris*. Předpokládá se, že tyto lesy rostly do 700-800 m n. m (Jankovská 1988). Zpočátku se šíří i *Betula*, *Juniperus* i *Salix*. Později množství pylu rodu *Betula* klesá a vytrácí se i rod *Juniperus*. Tento ústup světlomilných dřevin svědčí o rostoucí zalesněnosti území (Jankovská 2008). Oteplování v interstadiálu allerød vedlo i k nárůstu pylu rodů *Picea*, *Alnus* a *Corylus* (Rybníčková Rybníček 2006).

4.1.4. Stadiál mladší dryas

Poslední úsek glaciálu byl stadiál mladší dryas. V této době výrazně klesly pylové hodnoty rodu *Larix*, což se dá vysvětlit skutečným ústupem modřínových porostů, ale také klimatickým omezením fertility rodu *Larix* (Jankovská 2008). Vzrostlo naopak množství pylu *Pinus sylvestris*, avšak převahu tohoto druhu pylu je třeba brát opatrně. Nejen proto, že se pod tuto pylovou produkci schová i druh *Pinus mugo*, dalšími důvody jsou nadprodukce tohoto druhu pylu a jeho schopnost nést se na dlouhé vzdálenosti (Jankovská 2008). V tomto teplejším období se v záznamu z Popradského plesa nachází pyl rodů *Picea*, *Alnus* a *Corylus* (Rybníčková, Rybníček 2006). Předpokládá se, že v mladším dryasu došlo k prořidnutí lesních porostů oproti interstadiálu allerød, neboť se opět začínají šířit *Juniperus* a *Salix* (Jankovská 2008). Na sklonku glaciálu se v oravském regionu obje-

víl pyl topolu osiky (*Populus tremula*). (Rybniček, Rybničková 2002). Co se týká bylinného složení tehdejší flory, převládá pyl čeledi *Poaceae* a *Cyperaceae*. V porostu se však nepochybně nacházeli i zástupci čeledí *Chenopodiaceae*, *Apiaceae*, *Silenaceae*, *Polypodiaceae*, *Asteraceae* a *Brassicaceae* (Rybniček, Rybničková 2002). To ukazuje, jak vypadaly slunné louky tohoto údobí. V údolí řeky Nitry se už na konci glaciálu objevují v pylovém záznamu rody *Quercus*, *Ulmus*, *Corylus* (Hájková et. al. 2013).

Druhy jako vřetenovka vosková (*Cochlodina cerata*), skalnice lepá (*Faustina faustina*) a místy i vřetenatka mnohozubá (*Laciniaria plicata*) značí, že i v glaciálu rostly v Karpatech lesy poskytující zástin, který tyto druhy vyžadují. V pozdním glaciálu se nachází například ve Slovenském krasu (Ložek 2011).

Otevřené porosty indikují světlomilné druhy měkkýšů: údolníček drobný (*Vallonia pulchella*), vrkoč malinký (*Vertigo pygmaea*) a zrnovka alpská (*Pupilla alpicola*) spolu s absencí přísně lesních druhů. vrkoč geyerův (*Vertigo geyeri*), zrnovka alpská (*Pupilla alpicola*), jsou glaciální relikty doložené z pozdního glaciálu i raného holocénu (Hájek et. al. 2011). Do skalnatých stanovišť Vysokých Karpat zasahují až do alpínského stupně na vápencovém podkladu druhy závornatka drsná (*Clausilia dubia*) a sudovka skalní (*Orcula dolium*), vrkoč horský (*Vertigo alpestris*) a vrásenka pomezni (*Discus ruderatus*). Toto společenstvo by se dalo nazvat společenstvem suchých holí, vyskytují se zde však i náročnější karpatské endemity: vřetenovka vosková (*Cochlodina cerata*) a skalnice lepá (*Faustina faustina*). Které svědčí o přítomnosti vlhčích a stíněných míst v rámci takovýchto stanovišť. Podobně jako suťový druh skelnatka stlačená (*Oxychilus depressus*) (Ložek 2011).

Měkkýší společenstvo typické pro pozdní glaciál obsahuje druhy ostroústka válcovitá (*Columella columella*), vrkoč bezzubý (*Vertigo genesii*) a vrkoč severní (*Vertigo modesta*). (Hájek et. al. 2011). Na sklonku glaciálu se začínají objevovat náročnější druhy například keřovka plavá (*Fruticola fruticum*), vlahovka karpatská (*Monachoides vicinus*) a vřetenovka vosková (*Cochlodina cerata*). (Ložek 2011).

4.2.holocén

4.2.1. Starší holocén

4.2.1.1. preboreál

Přechod glaciálu — mladšího dryasu do holocénu — preboreálu se v Západních Karpatech projevuje nárůstem pylu rodu *Larix*, *Pinus cembra*, *Pinus sylvestris* a *Juniperus* (Rybničková, Rybniček 2006). Oteplení a hlavně zlepšení hydrologických podmínek, kdy voda přestala být vázána

v ledovcích, vedlo k rozšíření rodu *Picea* (Jankovská 1988). Les houstl, což ukazuje pokles pylu *Larix*, avšak podíl pylu *Pinus sylvestris* stále roste. Souvislost rozšiřování *Pinus* a ústupu *Larix* je zřejmá. Borovo-modřínový les se nahrazuje lesem borovo-smrkovým a smrkovým, které jsou pro světlomilný *Larix* příliš husté (Jankovská 2008). Nástup rodu *Picea* je velmi rychlý předpokládá se, že se rozšířil z refugií na chráněných úbočích hor (Latałowa, Knaap 2006). I v této době však byly v Karpatech přítomné i listnaté stromy krom břízy se objevuje i pyl rodu *Populus* a ve vlhčích polohách se objevuje i rod *Salix* (Rybniček, Rybničková 2002). *Pinus cembra* byla konkurencí a klimatem zatlačena k severu a spolu s rodem *Larix* přežily holocén ve vyšších polohách slovenských Karpat a na extrémních stanovištích (Jankovská 2008). Předpokládá se, že v průběhu holocénu se horní hranice lesa neměnila. Protože i v klimatickém optimu se musely stromy vyrovnat s náročností terénu (Jankovská 2008). V oblasti oravské máme zdokumentováno na počátku holocénu bezlesé stanoviště porostlé mechy čeledi rokýtkovité (*Amblystegiaceae*), měříkovité (*Mniaceae*) a rodem rašeliník (*Sphagnum*) důležitou složku zde tvořily velké byliny: karbínek evropský (*Lycopus europaeus*), ostřice zobánkatá (*Carex rostrata*), rdesno hadí kořen (*Polygonum bistorta*), rod kostival (*Symphytum*), vachta (*Menyanthes*), žluťucha (*Thalictrum*) a přeslička (*Equisetum*) (Rybniček, Rybničková 2002).

4.2.1.2. boreál

Stále roste podíl pylu rodu *Picea* v průměru tvoří v době boreálu 20% pylové produkce, na přelomu s atlantikem dosahuje jeho podíl dokonce 55%. V pylovém záznamu se objevuje líska (*Corylus*), dub (*Quercus*), jilm (*Ulmus*), lípa (*Tilia*) a habr (*Carpinus*). Tyto dřeviny rostoucí v nižších polohách byly zprvu zastoupeny jen sporadicky, ale postupně se šířily (Břízová 2009). Hojný je rod olše (*Alnus*) především v příznivých vodních podmínkách. Stoupá množství pylu břízy, která doplňuje skladbu lesa zvláště na méně vhodných stanovištích. Velký nárůst se projevuje také u pylu jedle (*Abies*), ta se rozšiřuje na otevřená stanoviště. (Jankovská 1988). Přesun druhů *Pinus mugo*, *P. Cembra*, *Larix* a *Juniperus* do vyšších horských poloh dokazují makrozbytky v Popradském plese. (Rybničková, Rybniček 2006). Pozemní vegetaci tvoří hlavně čeled *Poaceae* dále rody kostival (*Symphytum*), konopice (*Galeopsis*), zvonek (*Campanula*), černýš (*Melampyrum*), šřavel (*Oxalis*), brusnice (*Vaccinium*), sasanka (*Anemone*) a čísteč (*Stachys*) (Rybniček, Rybničková 2002).

Během staršího holocénu se objevují čím dál náročnější druhy. Pálava a podobné lokality, kde se v glaciálu nacházela malakofauna sprašové stepi, mění svůj ráz, objevují se řídké lesy, ale šíří se i xerothermní prvky. Kontinentálně stepního ražení je trojzubka stepní (*Chondura tridens*), suchomilka rýhovaná (*Helicopsis striata*) a později se objevuje i sarmatská drobnička žebernatá (*Truncatellina costulata*) (Ložek 2011). I do jiných karpatských hor pronikají ve starším holocenu náročnější prv-

ky. Druhy, které se v Karpatech vyskytovaly už v glaciálu, stoupají po horských svazích za příhodnějšími podmínkami – chladnějšími a světlejšími stanovišti a jednotlivé výškové stupně se posouvají výše (Ložek 2011).

Údolníček drobný (*Vallonia pulchella*) a vrkoč malinký (*Vertigo pygmaea*), jsou charakteristické pro otevřené porosty (Hájková et al. 2013).

Subtermofilní hole střídají vlhčí stanoviště porostlá tajgou. Malakofauna dolomitových holí je poměrně chudá a do dnešních dnů se prakticky nezměnila, charakteristické jsou pro ni druhy: závornatka drsná (*Clausilia dubia*), sudovka skalní (*Orcula dolium*), skelnička průhledná (*Vitrea Crystallina*), vrkoč horský (*Vertigo alpestris*) (Ložek 2011).

4.2.2. Střední holocén

Atlantik je v rámci holocénu nejdelší a klimaticky nejpříznivější období, někdy je proto označován jako klimatické optimum. Toto období pokrývá prakticky celý střední holocén. V této době se teploty pohybovaly nad holocénním průměrem a i srážky byly vyšší než je tomu v dnešní době. (Ložek 2011). Toto podnebí vyhovovalo smrku, který pravděpodobně pokrýval většinu ploché a vodou dobře zásobené krajiny příznivé je toto klima i pro borovici. Modřín, bříza a olše se vyskytují jen sporadicky. V nižších polohách tvoří dominantu lesa rod *Tilia*. Hlavní dřeviny smrk a lípu významně doplňují *Corylus*, *Ulmus*, *Fraxinus*, *Acer* (Rybniček, Rybničková 2002). Bylinou složku prostředí tvoří čeledi *Cichorioideae*, *Cyperaceae*, *Poaceae* a *Apiaceae*. (Wacnik 1995). V údolí Popradu se v atlantiku nacházely houštiny tvořené lískou, ta tvořila asi 50% vegetace, doplňovala ji lípa srdčitá (*Tilia cordata*), vlhké okolí údolí porůstal jilm (*Ulmus*) a olše (*Alnus*). (Jankovská 1988).

V atlantiku se v údolí Nítry objevuje druh závornatka kyjovitá (*Clausilia pumila*), druh vlhkých na živiny chudých habitatů (Hájková et al. 2013). Ve vrstvě odpovídající této době se ve spišské kotlině nachází měkkýši vázaní na mělkou vodu s bažinnou vegetací: řemeník svinutý (*Bathyomphalus contortus*), točenka plochá (*Valvata cristata*), svinutec běloustý (*Anisus leucostoma*) a rod hrachovka (*Pisidium*). (Jankovská 1988).

Střední holocén znamená rozmach lesů, vzrůstá vlhkost a roste počet lokalit, na kterých zaznamenáváme v pěníci různé druhy, šíří se lesní druhy některé velmi náročné na vlhko a zástin. Společenstva zapojených lesů se rozvíjí od počátku atlantiku. Typicky stínomilné druhy, které se vyskytovaly v hustém lese, jsou skelnička průzračná (*Vitrea diaphana*), skelnička zjizvená (*Vitrea subrimata*), sítovka čistá (*Aegopinella pura*) a skalnice lepá (*Faustina faustina*) (Alexandrovicz 2013). Svěží zapojený les se šíří i na do té doby xerothermní stanoviště. Příkladem náročného lesního

druhu je řasnatka žebernatá (*Macrogastra latestriata*), tento karpatský endemit byl v klimatickém optimu poměrně hojný. Dalšími náročnými lesními druhy jsou vřetenovka rovnoústa (*Cochlodina orthostoma*) nebo válcovka karpatská (*Argna bielzi*) (Ložek 2011). Druhy Blyštivka skleněná (*Perpolita Petronella*) a skalnice horská (*Faustina cingulella*) sestupují ze skalnatých svahů do dolin kvůli rostoucímu zastínění ve vyšších polohách (Ložek 2011). Druhy vrkoč geyerův (*Vertigo geyeri*), keřovka plavá (*Fruticicola fruticum*) točenka plochá (*Valvata cristata*) se nejvíce objevují právě v době klimatického optima (Alexandrovicz 2013). Řada karpatských endemitů však nastupuje během klimatického optima. Jsou to srstnatka horská (*Petasina bakowskii*), vřetenatka vyvýšená (*Vestia elata*) vřetenatka hrubá (*Vestia gulo*), vřetenatka karpatská (*Pseudalinda stabilis*), skalnice malá (*Faustina rossmaessleri*) a dvojzubka karpatská (*Perforatella dibothrion*) se objevují až na sklonku klimatického optima (Ložek 2011). S pěnícem nastupuje bohatá lesní malakofauna. V ní je významný citlivý endemit válcovka karpatská (*Argna bielzi*) a teplo a suchomilný druh sítovka suchomilná (*Aegopinella minor*), který se dnes v těchto výškách nevyskytuje (Ložek 2011). Lesní společenstvo zasahuje i do dnešní oblasti holí. Vůdčí druh pozdního glaciálu vrásenka pomezni (*Discus ruderatus*) se zde zcela vytrácí. Na sklonku klimatického optima se objevují teplomilné druhy soudkovka žebernatá (*Sphyradium doliolum*) a hlemýžď zahradní (*Helix pomatia*). Soudkovka žebernatá už na Velké Fatře vymizela ale hlemýžď zahradní se zde udržel až do současnosti (Ložek 2011).

4.2.3. Mladší holocén

4.2.3.1. subboreál

Počátek subboreálu se na lokalitě Tatranský domov projevuje poklesem *Alnus* a *Pinus*. *Corylus* fluktuuje kolem 10% hodnoty (Krippel 1963). V oblasti Bílých Karpat dominuje pylovému záznamu *Picea abies* a *Corylus Avellana*. Předpokládá se, že smrk byl dominantní druh na severních svazích a v údolích kdežto líska rostla ve vyšších částech jižních svahů a na horských hřbetech. *Ulmus*, *Acer*, habr (*Fraxinus excelsior*), olše lepkavá (*Alnus glutinosa*) a olše šedá (*Alnus Incana*). Jsou druhy, které doplňovaly obě dominanty. Olše se vyskatovaly na vlhčích stanovištích (Rybniček Rybničková 2008). Hojně zastoupené jsou v pylovém záznamu spory kapradin, ty tehdy tvořily významnou součást podrostu (Rybniček Rybničková 2008). Na východě Slovenska dominují lesnímu porostu rody *Picea*, *Tilia* a *Populus* (Wacnik 1995). Druhy *Quercus*, *Tilia*, a *Carpinus* signalizují přítomnost dubo-habrového lesa. V Bílých Karpatech byly jehličnany vzácné a jedle pravděpodobně úplně chyběla (Rybniček Rybničková 2008). Ve spišské kotlině se v tomto období objevuje jedle a

buk. Stoupá množství borovice. Smrk má stále důležitou pozici. Smrk a borovice jsou dominanty, mezi které začíná pronikat jedle (Jankovská 1988). V nižších polohách rostly jedlobukové lesy (Wacnik 1995). Nejvýznamějšími složkami NAP jsou v tomto období Poaceae, Artemisia (Krippel 1963). V údolí řeky Nítry se obiloviny *Triticum* a *Secale* objevují již v subboreálu, jedná se o starou zemědělskou oblast (Hájková et. all. 2013). Pastvu v této oblasti značí druhy: máčka ladní (*Eryngium campestre*), paprška velkokvětá (*Orlaya grandiflora*) a jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata*). (Hájková et. all. 2013). V Popradské kotlině mizí mokřadní měkkýši z důvodu vysoušení zamokřených luk (Jankovská 1988).

V této době se hojně vyskytují jantarka úhledná (*Oxyloma elegans*) a vrkoč mnohozubý (*Vertigo antivertigo*). Tyto druhy měkkýšů indikují stabilní vodní prostředí přesněji vápnité slatě (Hájková et. all. 2013).

4.2.3.2. subatlantik

V zemědělsky využívaných oblastech nacházíme pyl obilí (*Cerealialia*) a chrpy modré (*Centaurea cyanus*). Lesní porosty tvoří buk a jedle. Ve vyšších polohách převažuje v porostu smrk a velký podíl zaujímá i borovice, ta se vyskytuje zvláště na stanovištích typu skály kamenité sutě atp. Borovice se šířily do smrkových porostů, které zabíraly většinu plochy. Olše se rozvíjela na mokřejších a bahnitých stanovištích (Jankovská 1988). Bříza byla přítomná na svazích přilehlých hor, v nížině pro ni nebylo místo (Jankovská 1988). V Bílých Karpatech dochází v tomto období k náhlému vzestupu pylu buku lesního (*Fagus sylvatica*) a jedle bělokoré (*Abies alba*), které vnikly do areálu původně obývaného smrkem a lískou. Vzniká tak smíšený a jehličnatý les. Kapradiny zůstávají významnou součástí podrostu. Předpokládá se, že dubo-habrové lesy rostly do 600 metrů nad mořem, protože ani v současnosti výše nevystupují. (Rybníček, Rybníčková 2008). Člověk začal tuto krajinu ovlivňovat ve středověku a jeho působení se postupně rozšiřovalo. Roste množství *Pinus sylvestris*, možnou příčinou tohoto faktu jsou občasné požáry, našly se zde spálené uhlíky (Rybníček, Rybníčková 2008). Asi před 600 lety začal člověk do vývoje životního prostředí více zasahovat budovat farmy s poli a pastvinami. V pylovém záznamu se činnost člověka projevuje nárůstem hodnot pylu chrpy modré (*Centaurea cyanus*), *Chenopodiaceae*, *Plantago lanceolata*, rodu žito (*Secale*) a pšenice (*Triticum*). (Hájková et all 2012). Jedním z indikátorů zásahu člověka do krajiny je i nárůst množství pylu druhů, které značí na živiny velmi bohaté oblasti nejvýznamnějším příkladem takového bioindikátorů je rod kopřiva (*Urtica*). (Hájková et. all 2013).

Mladší holocén je období, ve kterém člověk už silně zasahuje do vývoje přírody. Na mnohých lokalitách dochází činností člověka k ústupu lesa a tvorbě luk sloužících jako pastviny. Příkladem takto silně ovlivněné krajiny můžou být Bílé Karpaty dnes známé rozsáhlými pestrými loukami, které jsou však vesměs vytvořeny právě činností člověka v historické době (Hájková et. all. 2011). Do původně lesní krajiny, ve které se vyskytují lesní druhy, jako jsou vřetenka šedivá (*Bulgarica cana*), žebernatěnka drobná (*Ruthenica filograna*) a řasnatka žebernatá (*Macrogaster latestriata*), objevuje se i montání prvek slimáčnice lesní (*Eucobresia nivalis*) (Ložek 2011). Vřetenovka rovnoústá (*Cochlodina orthostoma*) a trojlaločka pyskatá (*Helicodonta obvoluta*) svědčí o tom, že v sousedství luk v Bílých Karpatech se nacházel vyzrálý les (Hájková et. all. 2011). Naopak druhy vypovídající o otevřených plochách (loukách) poloxerothermního rázu jsou trojzubka stepní (*Chondrula tridens*), drobnička válcovitá (*Truncatellina cylindrica*) a nejspíš i páskovka žíhaná (*Cepaea vindobonensis*). Díky kolonizaci krajiny člověkem pronikají na toto území stepní druhy. Výrazně teplo-milným druhem typickým pro xerothermní lokality je žitovka obilná (*Granaria frumentum*) (Ložek 2011).

Na loukách se vyskytovali zástupci čeledi *Poaceae* a *Cyperaceae*, indikátorem pastvy jedruh *Plantago lanceolata* (Rybníček, Rybníčková 2008). Na některých územích například na lokalitě Čejcské jezero se na konci subatlantiku objevuje i pyl *Zea mays* jasný důkaz činnosti člověka (Břizová 2009).

Činnost člověka značně ovlivnila i Slovenský kras, který má dnes xerothermnější ráz než by odpovídalo klimatickým podmínkám. V mladším holocénu zde dochází k ústupu lesů a objevují se krasové stepi. Díky činnosti člověka proniká do krasu terikolní druh skelnatka zemní (*Oxychilus inopinatus*) později lačník stepní (*Zebrina detrita*), suchomilka obecná (*Xerolenta obvia*) a hlemýžď žlutavý (*Helix lutescens*). Slovenský kras je příkladem oblasti, kde lidský vliv přispěl ke zvýšení bi-odiversity (Ložek 2011).

5. Vývoj životního prostředí ve Východních Karpatech

5.1. Pozdní glaciál

5.1.1. Nejstarší dryas

V nejstarším dryasu pyl z lokality Steregoiu v severním Rumunsku ukazuje přítomnost *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Poaceae*, *Juniperus* a *Ephedra*. Pyly stromů se podílely v tomto období maximálně 50 % hlavními složkami AP části pylového spektra byly *Pinus*, *Betula*, *Alnus* a *Salix*. (Feurdean 2012).

5.1.2. Interstadiál bølling

V interstadiálu bølling význam stromů v pylovém záznamu roste, hlavní složkou pylových záznamů byly *Pinus*, *Betula* a *Salix*. (Feurdean 2012).

5.1.3. Starší dryas

Ve starším dryasu jsou hlavní složkou AP *Pinus* a *Betula*. Na významu však opět nabývá bylinná složka pylového spektra. Její dominanty se oproti nejstaršímu dryasu prakticky nemění. Do tohoto období sahají záznamy na lokalitách Preluca Tiganului, Luci, Iezerul Calimani (Feurdean 2012).

5.1.4. Interstadiál aleröd

V interstadiálu aleröd začíná záznam z lokality Mohos 1 ta se nachází v jižní části východních Karpat. V tomto období zde dominuje pyl *Pinus*, křivka fluktuuje kolem 50% hodnoty a připadá nejspíš druhu *Pinus mugo*. Důležitý je i pyl *Betula*, tato křivka dosahuje hodnot 10%. Nad hranicí jednoho procenta se pohybuje i *Picea*. Což ukazuje na zachování tohoto taxonu v refugiích. *Ulmus* a *Quercus* byly docela pravidelně přítomny v pylovém záznamu této lokality. Pravděpodobně však tyto pylová zrna pochází z více či méně vzdálených oblastí a do pylového záznamu na lokalitě se dostaly transportem. (Tantau 2003). V tomto období se v pylovém záznamu z lokality Steregoiu nachází *Picea abies*, *Populus tremula* a *Ulmus*. (Feurdean 2012).

5.1.5. Mladší dryas

V Mladším dryasu opět roste křivka NAP. Na lokalitě Mohos 1 klesá podíl AP na polovinu oproti předchozímu období. *Poaceae* a bylinné druhy odpovídající stepnímu porostu nabývají na význa-

mu. Zejména *Arthemisia* zaznamenává masivní expansi. (Tantau 2003). V průběhu celého pozdního glaciálu neklesá na lokalitě Steregoiu hodnota *Pinus* pod 15 % (Björkman 2003).

5.2. holocén

5.2.1. Starší holocén

5.2.1.1. preboreál

Na přelomu pleistocénu a holocénu ve východních Karpatech rychle nastupuje hustý les složený převážně z taxonů *Pinus*, *Picea abies*, *Ulmus*, *Alnus* a *Betula*. Tyto rody tvořily převládající porost v době 11,000 až 9800 cal yr BP. (Feurdean 2012). *Pinus*, *Picea*, *Betula*, *Juniperus*, a *Alnus viridis* se objevují na počátku holocénu na lokalitě Poiana Ştiol, tato lokalita se nachází na severu rumunska poblíž obce Borşa (Tantau 2011). Na lokalitě Steregoiu se přechod pleistocénu do holocénu projevuje nárůstem křivek *Picea* a *Betula*, a objevuje se i *Alnus* (Feurdean 2008). Maxima na lokalitě Mohos 1 dosahuje křivka *Betula*. Jako první z mesofilních stromů expanduje *Ulmus*. *Picea* vykazuje stálou křivku a všechny bylinné taxony ustupují. V této době v okolí lokality Mohos 1 pravděpodobně rostly otevřené lesy složené z rodů *Pinus*, *Picea* a *Betula*. *Ulmus* se vyskytoval v teplejších místech (Tantau 2003). Rychlý nástup křivky *Ulmus* na většině lokalit ukazuje na výskyt tohoto rodu v malých populacích v refugiích v průběhu pozdního glaciálu a jeho šíření z refugií v časném holocénu (Tantau 2011).

5.2.1.2. boreál

V období boreálu na lokalitě Mohos 1 klesá křivka *Pinus* a *Betula* a tyto pionýrské druhy jsou nahrazovány *Picea* a objevují se pyly opadavých druhů stromů *Fraxinus*, *Quercus*, a *Tilia*. Vyvíjí se *Ulmus-Fraxinus* lesy, kde *Quercus* je zastoupen jen skromně. *Corylus* není hojný taxon v pylovém záznamu této lokality (Tantau 2003). Na lokalitě Poiana Ştiol dosahuje na počátku boreálu *Corylus* své maximum 30%. Křivka *Picea abies* se pohybuje mezi 45-55% Na vzestupu jsou mezofilní druhy rostlin. (Tantau 2011). Malý ústup *Corylus*, *Quercus* a *Fraxinus* nastal kolem roku 8600 cal BP. Ve stejnou dobu zaznamenáváme maximum *Tilia*. Roztroušená ale stálá přítomnost taxonů *Fagus* a *Carpinus* naznačuje, že už v době 8500 cal. BP pronikaly tyto druhy do oblasti severního Rumunska (Feurdean 2005).

5.2.2. Střední holocen

Na počátku atlantiku začíná záznam na lokalitách Cristina (datován 8000 cal. BP.) a Taul Maree Bardau 7050 cal.BP. (Farcas 2013) Začátkem klimatického optima dosahuje svého maxima *Fraxinus* a s ním koreluje *Ulmus*, les, jehož hlavní složkou byly tyto dřeviny, zaznamenal v této do-

bě největší územní rozsah. Jeho složkami jsou i *Acer*, *Hedera* a *Viscum* (Tantau 2003). *Picea abies* tvoří podstatnou a stálou hladinu vyšší než *Corylus Avelana* avšak nižší než *Alnus viridis*. Na lokalitě Christina odpovídají tyto hodnoty i současné situaci (Farcas 2013). Hodnota *Corylus* na lokalitě Mohos 2 (na které v tomto období začíná záznam) dosáhne hodnotu 25 %. Neočekávaně se objevuje *Carpinus* a dosahuje na lokalitě Mohos 1 hodnoty až 20 % a podobně i *Corylus*, naopak silně klesá *Ulmus* a *Fraxinus*. Pravděpodobně jde o lokální abnormalitu, protože na sousední lokalitě nemá tento jev obdoby (Tantau 2003). Na lokalitách Christina i Taul Maree Bardau byly v pylovém záznamu z této doby rovněž nalezeny druhy *Ulmus*, *Tilia*, a *Fraxinus* v porostu v okolí lokalit však tyto druhy nehrály nejpodstatnější roli. (Farcas 2013) Svého maxima v období atlantiku dosahují *Ericaceae* (Tantau 2003). Okolo 6200 B.P. klesá prudce křivka *Corylus* a stejně tak *Picea*. Objevují se první pylová zrna obilovin (Tantau 2003). Na lokalitě Poiana Știol rovněž klesá hodnota *Corylus* až k 10%. Mírně stoupají taxony *Ulmus*, *Fraxinus*, *Quercus*, *Picea abies*, *Alnus* a *Betula*. Souvisle se objevuje v pylovém záznamu i *Carpinus betulus* a *Fagus sylvatica*. (Tantau 2011) V okolí lokality Taul Maree Bardau přítomné byly i *Pinus mugo*, *Betula*, *Salix* a *Alnus*. Kontinuální přítomnost pylových zrn rodu *Carpinus betulus* se dříve objevuje na lokalitě Taul Maree Bardau (6800 cal.BP). a později na lokalitě Cristina (6100 calBP). Kolem roku 6000 se objevuje *Fagus sylvatica* (Farcas 2013). Z NAP jsou v pylovém záznamu přítomny *Poaceae*, *Cyperaceae* a *Urticaceae*. AP složka však v pylovém záznamu dominuje. Roste podíl *Carpinus betulus*, Hojně zastoupen je i smrk (*Picea abies*) a nové maximum prokazuje křivka *Alnus viridis*. *Carpinus betulus* dosáhne maxima 20 % 6000 cal. BP na Taul Maree Bardau lokalitě a na lokalitě Cristina o 200let později (Farcas 2013). Další vzestup rodu *Carpinus betulus* zaznamenáváme v období 5600-5300 cal BP díky klimatické změně uprostřed holocénu- pokles teplot i srážek. *Fagus sylvatica* jako nový taxon v oblasti je doplněn ve vyšších polohách smrkem a v nižších habrem si od 5100 cal BP upevňuje pozici (Farcas 2013). Na konci atlantiku hodnota *Carpinus betulus* strmě stoupá a naopak klesají křivky *Ulmus*, *Fraxinus* a *Corylus* (Tantau 2011).

5.2.3. Mladší holocen

5.2.3.1. subboreál

Na počátku subboreálu dosahuje na lokalitách Mohos 1 a 2 křivka *Carpinus* svého maxima. V tomto období vegetaci v kráteru tvořil hlavně *Carpinus* na stinnějších místech doplňovaný *Picea* (Tantau 2003). Na lokalitě Taul Maree Bardau křivka *Fagus sylvatica* neklesá od 3650 cal bp. Pod hodnotu 10 %. Kolem roku 3100 cal BP dosahuje *Fagus sylvatica* na lokalitě Taul Maree Bardau absolutního maxima (Farcas 2013). Na lokalitě Cristina je vývoj křivky *Fagus sylvatica* odlišný

rychle roste a významný podíl si drží asi 2000 let. V průběhu této etapy vykazuje maxima dvě: první 4780 cal BP a druhé 3360 cal BP. (Farcas 2013).

. Maximum taxonu *Ericaceae* typ *Empetrum* značí, že na rašeliništi byly sušší podmínky než v předchozím období. (Farcas 2013) Na lokalitě Cristina i Taul Maree Bardau koreluje křivka *Fagus sylvatica* částečně s *Picea abies* a *Carpinus betulus*, jsou však i doby kdy jsou tyto křivky vzájemně asynchronní pravděpodobně kvůli přílišné reprezentaci *Alnus viridis* v pylovém spektru. Na lokalitě Cristina dosahuje *Abies alba* 5% maxima 3200 cal BP (Farcas 2013). Na konci subboreálu teplejší zimy způsobily na lokalitě Steregoiu prudký pokles hodnot *Picea* a zároveň znatelný vzestup *Carpinus* (Feurdean 2008).

5.2.3.2. subatlantik

V kráteru Mohos v subatlantiku *Fagus* zažívá optimum a vytlačuje *Picea*, objevují se sporadicky i pylová zrna *Abies*. NAP nejsou hojně zastoupeny avšak v záznamu lokality Mohos 1 se pravidelně objevuje pyl *Secale* a *Plantago lanceolata* indikátory činnosti člověka v okolí lokality (Tantau 2003). V mladším subatlantiku se v záznamu lokality Mohos 1 pravidelně objevují *Juglans* a *Secale*. Křivka *Fagus* klesá a naopak mírně stoupá *Pinus*, to souvisí s činností člověka a otevíráním krajiny. (I. Tantau 2003). Na konci pylového záznamu lokality Mohos 1 se objevuje pyl *Zea*, který ukazuje na pěstování Kukuřice v okolí lokality. (Tantau 2003). V okolí lokality Steregoiu rostl v tomto období hustý les, jeho dominantní složku tvořil *Fagus* hojně rozšířený v této oblasti *Quercus* a *Carpinus* se v tomto lese také vyskytovaly, ale byly méně početně zastoupeny. *Ulmus Picea* a *Corylus* se kolem 2000 cal. BP. zcela vytratily ze záznamu na této lokalitě. Postupně se lesní porost otevíral, což indikuje *Plantago lanceolata* (Björkman 2003). Na lokalitě Taul Maree Bardau dosahuje *Abies alba* maximální hodnoty necelých 10 % v době 2500 cal. BP. Masivní úbytek tohoto druhu v posledních několika dekádách je zapříčiněn vlivem člověka. V pylovém záznamu lokality Taul Maree Bardau má výskyt druhů *Picea abies* stejně jako *Carpinus betulus* a *Fagus sylvatica* stejný vývoj všechny byly společně ovlivněny působením člověka. Oproti tomu na lokalitě Cristina vykazuje *Picea abies* několik maxim nesouvisejících s druhy *Alnus viridis* a *Fagus sylvatica*. *Pinus*, *Betula*, *Ulmus*, *Quercus*, *Tilia*, *Corylus*, *Alnus* jsou další rostlinné taxony, které se zde vyskytovaly. Naopak jen sporadicky a ve velmi malých množstvích najdeme pylová zrna *Fraxinus*, *Juniperus*, *Pinus cembra* a *Larix*. Přemíra *Alnus viridis* na obou lokalitách je dána spíše půdními podmínkami než klimatickými, ovlivňuje však projev dalších druhů zejména *Picea abies*, *Fagus sylvatica*, *Carpinus betulus* a *Abies alba*. Mezi bylinami jsou v tomto období reprezentovány *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Asteroideae*, *Urticaceae*, *Rosaceae*, *Fabaceae*, *Rubiaceae*, *Artemisia* a obilniny. Ostré ma-

ximum *Cyperaceae* pozorujeme na lokalitě Taul Maree Bardau v hladině 1190 cal BP odráží redukcii stromových taxonů dominantních v této oblasti, jako jsou *Picea abies*, *Fagus sylvatica* a *Abies alba*. To je jediné místo kde AP/NAP výrazně narostl ve prospěch bylinných pylů tuto změnu je možné připsat člověku. Jeho přítomnost na lokalitě Taul Maree Bardau indikují pylová zrna taxonů *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Urticaceae*, *Artemisia*, *Plantago*, *Cannabis* typ a na lokalitě Cristina Pyly obilovin a *Secale* stejně jako na lokalitě Taul Maree Bardau se zde nachází i pyl typu *Cannabis* (Farcas 2013). V průběhu posledních 300 let se objevuje na lokalitě Steregoiu značná část taxonů indikujících činnost člověka jsou to *Hordeum*, *Secale*, *Cannabis*-typ, *Centaurea cyanus*-typ, *Rumex acetosa*/*R. acetosella* množství těchto pylů je však malé takže se pole pravděpodobně nenacházely v bezprostředním okolí lokality Steregoiu jistě však zaujímaly značnou plochu v údolí pod touto lokalitou. (Björkman 2003)

6. Vývoj životního prostředí v Jižních Karpatech

6.1. Pozdní glaciál

6.1.1. Nejstarší dryas

Ve stadiálu nejstarší dryas byl porost v Jižních Karpatech otevřeného charakteru, v pylovém záznamu převažuje NAP složka a to především *Artemisia* a *Poaceae* (Tantau 2006). Ve stromové části pylového spektra se vyskytuje hlavně *Pinus*, *Betula*, objevují se však i taxony jako *Juniperus* a *Salix*. Na lokalitě Avrig, kterou najdeme nedaleko stejnojmenného města, dosahuje *Pinus* hodnot 25 % a *Betula* 15 % (Tantau 2006).

6.1.2. Interstadiál bølling

V teplejším období bølling klesl podíl NAP složky (Tantau 2006). Ze stromových pylů měly největší podíl pyl *Pinus*. Na lokalitě Avrig křivka *Pinus* prudce stoupá na hodnoty 50 – 70 % to poukazuje na porost otevřených lesů tvořených hlavně rodem *Pinus* (Tantau 2006). *Betula* dosahuje hodnoty 10%, což ukazuje přítomnost v okolí lokality. *Picea* se vyskytuje v pylovém spektru zřídka a pod hranicí jednoho procenta pravděpodobně sem byl tento pyl přinesen transportem z refugií. *Salix* dosahuje hodnoty až 5%. Oproti předchozímu období ubývají všechny bylinné taxony. (Tantau 2006).

6.1.3. Starší dryas

Starší dryas se projevuje v pylovém záznamu lokality Avrig poklesem křivky *Pinus* a naopak vzrůstem NAP pylového spektra NAP dominanty se oproti nejstaršímu dryasu nezměnily (Tantau 2006). V tomto období začíná pylový záznam na lokalitě Taul Zanutii (Feurdean 2012).

6.1.4. Interstadiál allerød

V Interstadiálu allerød se na lokalitě Avrig objevují *Ulmus* a *Quercus*. Nejdůležitější složkou pylového spektra je však v tomto období *Pinus* doprovázená *Betula*. (I. Tantau 2006). Větší množství dostupné vody v tomto období opět umožnilo rozvoj lesů. Na lokalitě Taul Zanutii v této době hojně přítomné *Pinus*, *Betula*, *Alnus* a *Salix*. (Feurdean 2012).

6.1.5. Mladší dryas

Mladší dryas začíná v záznamu lokality Avrig prudkým vzestupem křivky *Betula* na hodnoty 30 – 40 %. Vzestup zaznamenávají i bylinné taxony *Artemisia*, *Chenopodiaceae* a *Rosaceae* což ukazuje na ústup lesa tvořeného převážně *Pinus* kvůli chladnějším podmínkám, pyl *Pinus* dosahuje hod-

not jen 20-30 %. *Artemisia* a *Poaceae* vykazují v této době maximum. Pravidelně v pylovém záznamu této lokality najdeme *Alnus* a ojediněle i *Ulmus* (Tantau 2006). V malém množství přítomen i pyl *Picea*. (Feurdean 2011). Pyl *Ulmus* i *Picea* pravděpodobně ještě pochází z refugií. Na lokalitě Taul Zanutii v tomto období nacházíme pyly Stepní vegetace a tundry například *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Poaceae*, *Juniperus* a *Ephedra*. (Feurdean 2012).

6.2.holocén

6.2.1. Starší holocén

6.2.1.1. preboreál

Na počátku holocenu dochází k poklesu Hodnot *Betula* a naopak vzestupu *Corylus* (Bodnarius et. al.2002). Na Lokalitě Ponor hrála od počátku preboreálu *Betula* důležitou roli. Později pravděpodobně vlivem poárů ztrácí na významu a její místo zaujímají *Corylus* a *Picea* (Bodnarius et. al.2002). *Ulmus* začíná tvořit kontinuální křivku jako první mesofilní druh. Objevuje se i pyl *Quercus* a *Tilia*. Hodnota *Pinus* zůstává na 20 %, avšak stoupá hodnota *Picea*. (Tantau 2006)Stepní druhy především *Artemisia* naopak ubývají, kdežto *Rosaceae* a *Poaceae* začínají být přítomny ve vyšších hodnotách. V této době pravděpodobně v okolí této lokality rostl les tvořený převážně *Pinus* a doplněn byl rodem *Betula* (Tantau 2006). Přejít do boreálu se projevuje ústupem *Pinus* a *Betula* tyto pionýrské druhy jsou nahrazovány *Picea* a Mezofilními druhy. *Ulmus* dosahuje hodnoty 20% a Křivky *Fraxinus*, *Quercus*, *Tilia* a *Alnus* se stávají zapojenými. *Picea* pravděpodobně nerostla přímo na lokalitě, tam se spíše vyskytovaly porosty *Ulmus*. (Tantau 2006). Na lokalitě Taul Zanutii se nachází na počátku holocenu pyl taxonů *Pinus*, *Betula*, *Alnus* a *Picea abies*. (Feurdean 2012).

6.2.1.2. boreál

V boreálu Dosahuje *Ulmus* vůbec nejvyšší hodnoty na této lokalitě 30 % a stejně tak *Fraxinus* dosahuje absolutního maxima 5 % v pylovém záznamu. Zřetelný je vzestup *Quercus*. A zapojené se stávají křivky *Corylus* a *Tilia*. *Tilia* dosahuje maxima a na konci boreálu se zastavuje pád hodnot *Betula* a *Pinus*. (Tantau 2006).

6.2.2. Střední holocén

Na lokalitách Ponor a Bergerie se v období 7600-7500 cal. BP. objevuje pyl *Abies* (Bodnarius et. al.2002). Na počátku atlantiku dosahuje *Corylus* svého maxima na lokalitě Avrig celkově na území Rumunska maximum *Corylus* charakterizuje počátek atlantiku. *Picea* zůstává na hodnotě 5 % a hodnoty pylu mezofilních druhů klesají. *Betula* stoupá na hodnotu 10 %. Pravidelně se v záznamu objevuje *Fagus* v průběhu celého období kdežto *Carpinus* a *Acer* najdeme pravidelně v pylovém

záznamu až později (Tantau 2006). Na počátku atlantiku se na lokalitě Avrig prvně objevují pyly obilovin. V průběhu atlantiku křivka *Corylus* dočasně klesá a naopak stoupají křivky *Fraxinus*, *Ulmus* a *Tilia*. Stoupá též křivka *Picea* a v zapojenou křivku přechází *Carpinus*. V následující vrstvě pylového záznamu *Corylus* opět stoupá a s ním i *Carpinus* a *Alnus*. Na konci této vrstvy se dramaticky rychle zastavil růst křivky *Corylus* i *Carpinus* pravděpodobně vlivem člověka (Tantau 2006). Na konci atlantiku na lokalitách Cimetiére a Bergerie křivka *Poaceae*, *Rumex*, *Urticaceae*, *Chenopodiaceae*, stoupá stejně jako hodnoty *Carpinus* a *Fagus* tato změna může být způsobena klimatickou oscilací i vlivem člověka (Bodnarius et. All 2002).

6.2.3. Mladší holocén

6.2.5.1. subboreál

Na počátku subboreálu se na lokalitě Avrig prvně se objevuje pyl *Secale* doprovázený dalšími obilnými pyly (Tantau 2006). Stejně tak v Banátských horách nacházíme od počátku Subboreálu pyly Obilovin (Bodnarius et. All 2002). V průběhu subboreálu *Carpinus* dosahuje maxima 40 % a pak prudce klesá na 25 % to je způsobeno činností člověka. Ostře klesá křivka *Corylus*, *Quercus* a *Fraxinus*. Objevuje se zapojená křivka *Fagus* a strmě stoupá. (Tantau 2006). Pravidelně se objevuje v pylovém záznamu *Abies alba* a prvně se objevuje i pyl *Juglans*. Křivky *Corylus*, *Ulmus*, *Fraxinus* a *Tilia* klesají. (Tantau 2006). Na konci subboreálu roste na lokalitách Padis a Bergerie v horách Apuseni křivka *Poaceae* a *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Rumex*, *Urticaceae*, *Plantago* (Bodnarius et. All 2002).

6.2.5.2. subatlantik

V tomto období pylovému spektru dominuje *Fagus* dosahující hodnot až 30 % *Carpinus* fluktuuje mezi 5-30 %. *Fagus* rostl v okolí lokality. Pyl *Abies* se pravidelně objevuje. Na lokalitě Avrig se nachází i pyl *Juglans* (Tantau 2006). Bylinná složka pylového spektra nebyla v této době hojně zastoupena, avšak pravidelně se objevuje pyl *Secale*, obilovin a *Plantago lanceolata* což jsou indikátory lidské přítomnosti. V průběhu posledních 800 let na lokalitě Avrig 2 strmě padá *Carpinus* a naopak roste *Alnus*. Roste i křivka *Poaceae* a Pyly *Secale* obilnin a *Plantago lanceolata* překračují 1 %. Křivka *Fagus* prudce klesá pod 10 %, avšak v pylovém záznamu zůstává tento rod přítomen. S otevíráním lesních porostů činností člověka se pojí další vzestup *Poaceae*. Nachází se rovněž pyly obilovin, *Secale* a *Plantago lanceolata*. Od 495 cal BP se objevuje i pyl *Zea* (Tantau 2006). Vlivem člověka klesá hodnota AP (Bodnarius et. All 2002)

7. Závěr

První část své bakalářské práce jsem zaměřila na charakteristiku především západních Karpat. A to proto, abych oblast, jejímž vývojem se zabývám, co nejpodrobněji poznala. Snažila jsem se proto co nejpřesněji popsat tuto oblast z hlediska geografického, geologického, klimatologického, půdních pásem i charakteristiky povrchových vod. Protože vegetace úzce souvisí s půdou v dané oblasti, věnovala jsem velkou pozornost půdní charakteristice Karpatských hor. Celkově mi tato část pomohla uvědomit si jak je oblast mého zájmu rozsáhlá a rozmanitá.

Těžištěm mojí bakalářské práce je však vývoj vegetace v oblasti Západních Karpat v době pozdního glaciálu a holocénu. Obě období jsem rozčlenila na drobnější celky tak, aby co nejlépe dokumentovaly probíhající změny a dominantní typy porostu v rámci každého období. Pylovou charakteristiku jsem doplnila malakologickými nálezy, které poskytují rovněž důležité svědectví a dobře pylovou charakteristiku doplňují, a to i v oblastech kde pylové záznamy chybí.

Pro dokumentaci naprosto odlišných poměrů v jiných částech karpatského horského oblouku jsem připojila i informace o vývoji vegetace ve Východních a Jižních Karpatech.

Karpaty jsou rozsáhlé pásemné pohoří. Vzhledem k velikosti a rozmanitosti Karpatského pohoří, považuji za vhodné pátrat po dalších lokalitách s potenciální možností nálezů podrobněji dokumentující vývoj právě v oblastech, kde podrobnější informace zatím chybí a věnovat se jejich zpracování. Dle mého názoru by mohly nové lokality pomoci například k přesnější lokalizaci refugií. Jsem si však vědoma toho že nikdy nebude možné dosáhnout zcela rovnoměrného pokrytí lokalitami.

Pro mojí další práci, která se bude věnovat dynamice smrků na lokalitě patřící do této oblasti, bylo důležité uvědomit si, že smrky přežily glaciální maximum v oblasti západních Karpat. Proto bylo jejich rozšíření v poledové době tak rychlé. Smrk byl důležitou součástí horských lesů ještě před příchodem člověka. V některých oblastech, kde smrk kdysi hojně rostl, byl lidskou činností jeho porost zcela zlikvidován. Jinde naopak byl smrk vysazen jako rychle rostoucí hospodářská dřevina s mnohostranným využitím.

8. Seznam Citací:

Alexandrowicz WP, Rybska E. 2013. ENVIRONMENTAL CHANGES OF INTRAMONTANE BASINS DERIVED FROM MALACOLOGICAL ANALYSIS OF PROFILE OF CALCAREOUS TUFA IN NIEDZICA (PODHALE BASIN, SOUTHERN POLAND). *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*. Nov;8:13-26.

Alexandrowicz WP. 2013. Molluscan assemblages in the deposits of landslide dammed lakes as indicators of late holocene mass movements in the polish Carpathians. *Geomorphology*. Jan 1;180:10-23.

Björkman, L., Feurdean, A., & Wohlfarth, B. (2003). Late-glacial and holocene forest dynamics at Steregoiu in the Gutaiului Mountains, Northwest Romania. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 124(1), 79-111.

Bodnariuc, A., Bouchette, A., Dedoubat, J. J., Otto, T., Fontugne, M., & Jalut, G. (2002). Holocene vegetational history of the Apuseni Mountains, central Romania. *Quaternary Science Reviews*, 21(12), 1465-1488.

Břízová, E. 2009. Quaternary environmental history of the Čejčské Lake (S. Moravia, Czech Republic). *Bull. Geosci*, 84(4), 637-652.

Čihař Martin. 2000. Příroda hor a velehor : Karpaty : Tatry, Nízké Tatry, Černohora, Muntii Rodnei, Muntii Calimani, Muntii Fagarasului, Muntii Paringului, Muntii Retezatului. Praha : Karolinum 148 s.

Čtyrský P, Stráník Z. 1995. Zpráva pracovní skupiny české stratigrafické komise o regionálním dělení Západních Karpat. *Věs. Čes. geol. Úst.* 70(3). 67-72.

Daneck H, Abraham V, Fer T, Marhold K. 2011. Phylogeography of *Lonicera nigra* in Central Europe inferred from molecular and pollen evidence. *Preslia*. May;83:237-257.

Farcas S, Tantau I, Mindrescu M, Hurdu B. 2013. holocene vegetation history in the Maramures Mountains (Northern Romanian Carpathians). *Quaternary International*. Apr;293:92-104.

Feurdean A, Tamas T, Tantau I, Farcas S. 2012. Elevational variation in regional vegetation responses to late-glacial climate changes in the Carpathians. *Journal of Biogeography*. Feb;39:258-271.

Feurdean A, Tantau I, Farcas S. 2011. holocene variability in the range distribution and abundance of *Pinus*, *Picea abies*, and *Quercus* in Romania; implications for their current status. *Quaternary Science Reviews*. Oct;30:3060-3075.

Feurdean A. 2005. holocene forest dynamics in northwestern Romania. *holocene*. Mar;15:435-446.

Feurdean, A., Klotz, S., Mosbrugger, V., & Wohlfarth, B. 2008. Pollen-based quantitative reconstructions of Holocene climate variability in NW Romania. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 260(3), 494-504.

Hajkova P, Grootjans AB, Lamentowicz M, Rybnickova E, Madaras M, Opravilova V, Michaelis D, Hajek M, Joosten H, Wolejko L. 2012. How a Sphagnum fuscum-dominated bog changed into a calcareous fen: the unique holocene history of a Slovak spring-fed mire. *Journal of Quaternary Science*. Apr;27:233-243.

Hajkova P, Horsak M, Hajek M, Lacina A, Buchtova H, Pelankova B. 2012. Origin and contrasting succession pathways of the Western Carpathian calcareous fens revealed by plant and mollusc macrofossils. *Boreas*. Oct;41:690-706.

Hajkova P, Jamrichova E, Horsak M, Hajek M. 2013. holocene history of a Cladium mariscus-dominated calcareous fen in Slovakia: vegetation stability and landscape development. *Preslia*. Sep;85:289-315.

Hájková, P, et al. 2014. "Interstadial inland dune slacks in south-west Slovakia: a multi-proxy vegetation and landscape reconstruction." *Quaternary International*

Hájková, Petra, et al. 2011. "Prehistoric origin of extremely species-rich semi-dry grasslands in the Bílé Karpaty Mts."

Chlupáč. Ivo et. al. 2002. *Geologická minulost České republiky*. Praha : Academia. 436 s.

Jankovská V. & Pokorný P. 2008: Forest vegetation of the last full-glacial period in the Western Carpathians (Slovakia and Czech Republic). – *Preslia* 80: 307–324.

Jankovská V. 1988. A reconstruction of the Late-Glacial and Early-holocene evolution of forest vegetation in the Poprad basin, Czechoslovakia. *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica*, 23(3), 303-319.

Jankovská, V, 2008: Slovak and Moravian Carpathians in the last glacial period – an island of „Siberian taiga“ in Europe. *Phytopedon (Bratislava)*, Vol. 7, 2008/1: p. 122–130.

Václav Král. rejstřík sestavil Josef Rubín. 1999. *Fyzická geografie Evropy*. Praha : Academia. 348 s.

Krippel, E. 1963. *Postglaciálny vývoj lesov Tatranského národného parku*. Bratislava : Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied. 39 s.

Latalowa M, van der Knaap WO. 2006. Late Quaternary expansion of Norway spruce *Picea abies* (L.). Karst. in Europe according to pollen data. *Quaternary Science Reviews*. Nov;25:2780-2805.

Liepelt S, Cheddadi R, de Beaulieu JL, Fady B, Gomory D, Hussendorfer E, Konnerth M, Litt T, Longauer R, Terhurne-Berson R, et al. 2009. Postglacial range expansion and its genetic imprints in *Abies alba* (Mill.). - A synthesis from palaeobotanic and genetic data. *Review of Palaeobotany and Palynology*. Jan;153:139-149.

Ložek, Vojen. "Refugia, migrace a brány I. Ohlédnutí za starými problémy." *Živa* 4 (2009): 146-149.

Ložek, Vojen. "Refugia, migrace a brány II. Ve světle dnešních poznatků." (2009): 194-198.

Ložek Vojen. 2011. Zrcadlo minulosti: Česká a slovenská krajina v kvartéru. Praha : Dokořán. 198 s. 2. vydání.

Mišík, M, Chlupáč, I, & Cicha, I. 1985. Stratigrafická a historická geologie. SPN.

Pelíšek Josef. 1966. Výšková půdní pásmitost střední Evropy. Praha : Academia. 366 s.

Rybnicek K, Rybnickova E. 2008. Upper holocéne dry land vegetation in the Moravian-Slovakian borderland (Czech and Slovak Republics). *Vegetation History and Archaeobotany*. Nov;17:701-711.

Rybnicek, K. & Rybnickova, E. 2002. Vegetation of the Upper Orava region (NW Slovakia). in the last 11000 years. *Acta Palaeobotanica*, 42(2), 153-170.

Rybnickova E, Rybnicek K. 2006. Pollen and macroscopic analyses of sediments from two lakes in the High Tatra mountains, Slovakia. *Vegetation History and Archaeobotany*. Sep;15:345-356.

Stránil, Z, et al. 1993. "Flyšové pásmo Západních Karpat, autochtónní mesozoikum a paleogén na Moravě a ve Slezsku." *Geologie Moravy a Slezska. Moravské zemské muzeum a Sekce geol. věd PŘF MU, Brno* 107-122.

Tantau I, Feurdean A, de Beaulieu JL, Reille M, Farcas S. 2011. holocéne vegetation history in the upper forest belt of the Eastern Romanian Carpathians. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*. Sep;309:281-290.

Tantau I, Reille M, de Beaulieu JL, Farcas S, Goslar T, Paterne M. 2003. Vegetation history in the Eastern Romanian Carpathians: pollen analysis of two sequences from the Mohos crater. *Vegetation History and Archaeobotany*. Sep;12:113-125.

Tantau I, Reille M, De Beaulieu JL, Farcas S. 2006. Late Glacial and holocéne vegetation history in the southern part of Transylvania (Romania): pollen analysis of two sequences from Avrig. *Journal of Quaternary Science*. Jan;21:49-61.

Wacnik, A. "The vegetational history of local flora and evidences of human activities recorded in the pollen diagram from side Regetovka, NE Slovakia." *ACTA PALAEOBOTANICA-KRAKOW-35* (1995): 253-274.

Walker, M. J. C, et al. "Formal subdivision of the holocéne Series/Epoch: a Discussion Paper by a Working Group of INTIMATE (Integration of ice-core, marine and terrestrial records). and the Sub-commission on Quaternary Stratigraphy (International Commission on Stratigraphy)." *Journal of Quaternary Science* 27.7 (2012): 649-659.

Elektronické zdroje obrázků:

<http://moravske-Karpaty.cz>

http://cs.wikipedia.org/wiki/Wikimedia_Commons

http://geologie.vsb.cz/reg_geol_cr/10_kapitola.htm

<http://www.shmu.sk/>

<http://icyseas.org/>

<http://vesmir.cz/>