

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra ekologie lesa



**Vliv půdních a topografických poměrů na druhové složení stromového patra
ve výmladkových lesích Českého krasu**

Bakalářská práce

Autor práce: Lucie Barglová

Vedoucí práce: Mgr. Petr Karlík Dr. rer. nat.

2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Lucie Barglová

Lesnictví
Lesnictví

Název práce

Vliv půdních a topografických poměrů na druhové složení stromového patra ve výmladkových lesích Českého krasu

Název anglicky

Influence of soil and topographic conditions on tree species composition in the coppice forests of the Bohemian Karst Region

Cíle práce

Práce se bude zabývat lesní vegetací výmladkových lesů v Českém krasu. Tyto lesy jsou proslulé svojí biodiverzitou a jsou tradičním objektem přírodovědného a lesnického výzkumu. Zvláštní pozornost je věnována třem lokalitám (Voskop, Na pláních, Za lípou), zkoumaných již několik let Katedrou ekologie lesa FLD.

Struktura a složení vegetace jsou zde výrazně ovlivněny pedologickými a topografickými poměry, každá z uvedených lokalit je orientována na jinou světovou stranu. Souhrnné vyhodnocení a porovnání lokalit dosud nebylo provedeno a je tak hlavním cílem zadávané práce.

Metodika

Studentka provede rešerši k problematice světlých lesů nížin a pahorkatin, zejména k vlivu stanovištních podmínek na různé parametry stromového patra.

V rámci praktické části odebere studentka půdní vzorky pro zjištění vodní kapacity půdy, dále provede měření hloubky půdy, orientace a sklonu svahu na vybraných lokalitách.

Další již naměřená data (zejm. výsledky chemických a fyzikálních analýz půdy, údaje o složení stromového patra a jeho zásobě) budou studentce poskytnuta školitelem.

Data budou jednoduše statisticky vyhodnocena (zejména ANOVA) a interpretována.

Doporučený rozsah práce

Minimálně 40 normostran textu bez příloh.

Klíčová slova

trvalé plochy, výmladkové hospodaření, biodiverzita, vodní kapacita, půdní analýzy, stromové patro, zásoba dřeva, Český kras

Doporučené zdroje informací

- Dörner P. & Müllerová J. (2014): Od intenzivního pařezení k lesu ochrannému – analýza historického vývoje lesů na Karlštejském panství. – *Bohemia centralis* 32: 425–438.
- Kadavý J. et al. (2011): Nízký a střední les jako plnohodnotná alternativa hospodaření malých a středních vlastníků lesa. – *Lesnická práce*.
- Kopecký M., Hédl R., Szabó P. (2013): Non-random extinctions dominate plant community changes in abandoned coppices. – *Journal of Applied Ecology*, 50(1), 79–87.
- Mackovčín P. & Sedláček M. (eds.) (1999-2008): *Chráněná území České republiky, Svazek I-XIV*. – AOPK ČR a EkoCentrum Brno, Praha.
- Möllerová, J., Viewegh, J. (2005): Vegetation of the nature reserve Voskop (Protected Landscape Area Český kras) and possible trend of its development. *Journal of Forest science* 51, Special Issue, 24-28. ISSN 1212-4834.
- Müllerová J., Szabó P. & Hédl R. (2014): The rise and fall of traditional forest management in southern Moravia: A history of the past 700 years. – *Forest Ecology and Management* 331: 104–115.
- Szabó P. (2010): Driving forces of stability and change in woodland structure: A case-study from the Czech lowlands. – *Forest Ecology and Management* 259: 650–656.
- Šálek L., Stolariková R., Jeřábková L., Karlík P., Dragoun L., Jelenecká A. (2014): Timber production and ecological characteristics of trees in coppice forest in the nature reserve Voskop in Český kras – a case study. – *Journal of forest science* 60: 519–525.
- Tyrbirk K. & Strandberg B. (1999): Oak forest development as a result of historical land-use patterns and present nitrogen deposition. – *Forest Ecology and Management* 114: 97–106.
- Vild O., Roleček J., Hédl R., Kopecký M., Utinek D. (2013): Experimental restoration of coppice-with-standards: Response of understorey vegetation from the conservation perspective. *Forest Ecology and Management*, 310, 234-241.

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FLD

Vedoucí práce

Mgr. Petr Karlík, Dr. rer. nat.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie lesa

Elektronicky schváleno dne 14. 3. 2020

prof. Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 14. 3. 2020

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 30. 05. 2020

Čestné Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Vliv půdních a topografických poměrů na druhové složení stromového patra ve výmladkových lesích Českého krasu** vypracovala samostatně pod vedením **Mgr. Petra Karlíka, Dr. rer. nat.** a použila jsem prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědoma, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V dne

.....
Podpis autorky

Poděkování

Ráda bych tímto poděkovala Mgr. Petru Karlíkovi Dr. rer. nat. za jeho trpělivé vedení při vypracování této práce, za jeho odbornou pomoc při sběru dat v terénu a za jeho **užitečné** rady při postupu v tvorbě Bakalářské práce. Také chci poděkovat za velkou výpomoc v terénu Martinu Trávníčkovi. Dále děkuji svým nejbližším kamarádům, hlavně Ing. Romanu Zemanovi za zapůjčenou literaturu pro vypracování a za celkovou pomoc, rady a podporu při studiu. Také děkuji mému příteli za pomoc a celkovou velkou podporu při studiu.

Abstrakt

Je značně zjištěno, že se v CHKO Český kras nachází méně světlých lesů, kde se přestalo hospodařit a více dbát na ochranu krajiny těchto lesů, zejména výmladkových.

Zjistilo se, že postupem let došlo k odčerpání organické hmoty z porostů, jelikož se přestal pást dobytek a zavedlo se výmladkové hospodaření s krátkou dobou obmýtní. Dřeviny odolné vůči změnám, se těmto podmínkám přizpůsobily snáze, nejvíce dub a habr (velká pařezová výmladnost). Avšak kvůli těmto podmínkám se začaly vytrácet některé z dřevin, konkrétně javor, lípa a taky buk, ale dnes se např. javory zase navyšují, díky obsahu půdního dusíku. Když se přestalo hospodařit (pařeziny), stoupl zástin a začaly se celkově vyskytovat dřeviny stinné (AOPK ČR, 2020).

Cílem V BP bylo tedy více popsat výmladkové hospodaření a jejich trvalé plochy na území tří lokalit Voskop, Za Lípou a Na Pláních.

Dále se tato práce zabývá významem vodní kapacity v půdě, hloubkami půd na lokalitách ve svazích na určených zkusných plochách a následně jejich analýzou a zpracováním výsledků, kdy bylo vymezeno na každé ze tří lokalit 40 zkusných ploch pro tento výzkum.

klíčová slova: trvalé plochy, výmladkové hospodaření, biodiverzita, vodní kapacita, půdní analýzy, stromové patro, zásoba dřeva, Český kras.

Abstract

It is well established that there are less bright forests in the CHKO Czech Kraz, where farming has ceased and more care has been taken to protect the landscape of these forests, especially eddy forests.

It was found that over the years organic matter was drained from the stands as livestock grazing ceased and short-lived lactation management was introduced. Change-resistant timbers, adapted to these conditions more easily, with the most oak and hbr (large stump-like coolness). However, due to these conditions, some of the woodland began to disappear, namely maple, better and also beech, but today e.g. maples are increasing again, thanks to the soil nitrogen content. When farming (the stumps) stopped, the patch rose and shady woodland started to occur overall (AOPK CR, 2020).

The aim of V BP was therefore to give more description of vapping farming and their permanent areas within the territory of the three Voscope sites, Beyond Lisa and On the Plains.

Furthermore, this work looks at the importance of water capacity in the soil, soil depths on sites in slopes on designated plots and then their analysis and processing of the results, when 40 plots for this research were defined on each of the three sites.

keywords: permanent surfaces, mismanagement, biodiversity, water capacity, soil analysis, tree floor, timber stock, Czech craze.

1	Úvod	3
2	Literární rešerše	4
2.1	CHKO Český kras-Charakteristika území	4
2.2	CHKO Český kras: Historie-vývoj živé a neživé přírody (kenozoikum terciér, kvartér).	5
2.3	CHKO Český kras-Historie lesů a vývoj lesního hospodářství.....	9
2.4	Charakteristika lesních porostů v CHKO Český kras.....	12
2.5	Stanovištní podmínky a složení stromového patra v CHKO Český kras	13
2.6	Výmladkový les v CHKO Český kras.....	13
2.7	Výmladkové hospodaření:	14
2.8	Les střední	15
2.9	Les vysoký.....	16
2.10	CHKO Český kras-Geologie.....	17
2.11	CHKO Český kras - Flóra a Vegetace.....	17
2.12	CHKO Český kras - Fauna.....	18
2.13	CHKO Český kras-Klima	19
2.14	CHKO Český kras-Pedologie	19
2.15	Působení člověka na půdu	20
2.16	Lesní půda	20
2.17	Struktura lesních půd	21
2.18	Půdní složky.....	21
2.19	Tvorba a význam lesního humusu.....	23
2.20	Hloubka lesních půd.....	24
2.21	Vodní kapacita půdy.....	26
2.22	Teplotní poměry lesních půd	31
2.23	Objemová vlhkost, provzdušněnost, vzdušná kapacita	32
2.24	Půdní dusík jako ekologický činitel.....	33
2.25	Uhlík jako základní složka organické hmoty.....	34
2.26	Chemismus lesních půd.....	36
3	Metodika	36
3.1	Lokalita č.1 Voskop.....	37
3.2	Lokalita č.2 Za Lípou	38
3.3	Lokalita č.3 Na Pláních	39
3.4	Popis experimentu	40

3.5	Terénní a laboratorní práce	41
3.6	Zpracování dat.....	43
3.7	Analýza dat.....	44
4	Výsledky	45
4.1	Porovnání výsledků	49
5	Diskuze	50
6	Závěr.....	51
7	Seznam literatury a použitých zdrojů.....	52
7.1	Seznam použité literatury:	52
7.2	Internetové zdroje:	62

1 Úvod

Lesy výmladkového původu neboli starobylé výmladkové lesy jsou proslulé svým dlouhodobým kontinuálním vývojem, kde zařazujeme hlavně výmladkové pařezy s výmladky, pařezové hlavy s výmladky (pařeziny) nebo i hlavaté či doupné stromy (BUČEK 2009, BUČEK, DROBILOVÁ, FRIEDL, 2012). Za vznik těchto lesů je považováno období na konci mezolitu a počátek neolitu, v době, kdy se vyvíjela lidmi osídlená kulturní krajina. Oblasti se zachovanými starobylými výmladkovými lesy jsou označovány jako kulturně historická památka (BUČEK, 2010) a historické prvky se v oblastech starobylých pařezin označují za drobné památky, které vyžadují určitou péči (HÁJEK, BUKAČOVÁ, 2001). Pařeziny považujeme za prastarou a památnou formu trvale udržitelného využití krajiny (LOŽEK, 2011). Ve výmladkových porostech se uplatňovalo tzv. výmladkové hospodaření zaměřující se na produkci palivového dříví v nížinách, teplých pahorkatinách a vrchovinách kde začleňujeme jak Českou republiku, tak skoro všechny evropské temperátní lesy (SZABÓ a kol., 2015). Zachovány jsou i významné doklady, v nichž nalezneme historii výmladkových lesů (soupis lesů na Mikulovsku a Lednicku) z roku 1384, kde se stanovovala i doba obmýtí, která se postupem času stále měnila. Např. v 17. století se stanovila doba obmýtí od 11-13 let s ponecháním přibližně 1175 výstavek na 1700 ha lesa (tj. 0,7 výstavek na ha) (NOŽIČKA, 1957). V nízkých lesích, které se obhospodařovaly výmladkovým způsobem byla doba obmýtí od 20 do 40 let. Později se obhospodařovaly stejným výmladkovým způsobem i lesy střední, kde se ponechaly generativně obnovené výstavky některých dřevin, především dubu, do věku 100–150 i více let (SZABÓ a kol., 2015). V 19. st se začaly nízké lesy, spolu se středními měnit postupně v lesy vysoké (vysokokmenné), kdy se pařeziny měnily přímým převodem (generativní způsob), což znamená hospodaření tzv. umělou obnovou lesa (síje, sadební materiál) (VYBÍRAL, 2004). Tyto výmladkové lesy (nízké lesy, pařeziny) se nachází v Chráněné krajinné oblasti Český kras, kde jsou proslulé svou biodiverzitou. Tato bakalářská práce se zabývá výzkumem třech lokalit, a to lokalitou Voskop, Na Pláních a Za Lípou. Tyto oblasti jsou tradičním objektem přírodovědného a lesnického výzkumu, kterým se zabývá Katedra ekologie lesa FLD již řadu let. Každá z těchto lokalit je orientována na jinou světovou stranu, což je z hlediska výzkumu zajímavým subjektem. Struktura a složení vegetace na území CHKO Český kras jsou ovlivňovány pedologickými a topografickými poměry a cílem této bakalářské práce je porovnání těchto lokalit. Teoretická část se zabývá nejprve celkovou charakteristikou CHKO Český kras, charakteristikou lesů a především výmladkovými lesy a pedologickými zvláštnostmi (hloubka půdy, vodní kapacita apod.). Na všech lokalitách byly v praktické části změřeny hloubky půd, orientace svahu a sklon terénu. Proběhl i sběr půdních vzorků pomocí kopeckého válečku na 40. označených zkusných plochách v porostech všech uvedených lokalit. Tyto data slouží k celkovému statistickému vyhodnocení vodní kapacity půd (viz. Zpracování, analýza dat, výsledky), což je zajímavé z hlediska schopnosti půdy pojmout vodu v co největším množství (míře).

Pak bude následovat porovnání a zhodnocení výsledků analýzy půd mezi lokalitami, což je hlavním cílem BP.

2 Literární rešerše

2.1 CHKO Český kras-Charakteristika území

Chráněná krajinná oblast Český kras byla vyhlášena výnosem Ministerstva kultury ČSR pod čj. 4.947/72-II/2 ze dne 12. dubna 1972 na území o rozloze 12 823 ha (LOŽEK, KUBÍKOVÁ, ŠPRYŇAŘ, 2005). Větší část území zaujímá Karlštejnská pahorkatina, menší část (na severovýchodě) Chotečská plošina (KOLEKTIV, 1996).

Geograficky se CHKO Český kras nalézá jihozápadně od Prahy v blízkosti historického města Beroun. Rozprostírá se v současné době na území dvou sousedních okresů (okres Praha-západ a okres Beroun). Zaujímá celkově výměru 12 823 ha plochy. Nejnižším bodem celé chráněné krajinné oblasti je tok řeky Berounky u obce Hlásná Třebaň, kde dosahuje pouhých 199 m. n. m. Naopak nejvyšším bodem území je vrch Bacín, který leží severovýchodním směrem od obce Vinařice a je v nadmořské výšce 498,9 m. n. m. (JELENECKÁ, 2015).

Cílem ochrany na tomto vzácném a ojedinělém území je celková ochrana všech krajinných hodnot. Tedy zachování její celistvosti, vzhledu a přírodního bohatství. Český kras je největším vápencovým územím v České republice, vyniká zachovalostí původních dubových a dubohabrových teplomilných porostů (LOŽEK a kol., 2005).

Jsou zde zachována ojedinělá území skalních stepí, lesostepí a teplomilných listnatých lesů. Tato mimořádná oblast, která poskytuje domov i mnoha druhům rostlin a živočichů, které jinde v České republice nenajdeme, obsahuje celkem 19 přírodních rezervací a přírodních památek. Tato chráněná místa zabírají celkem plochu o výměře přes 2702 ha (LOŽEK a kol., 2005).

Český kras spadá do okrsku mírně teplého, mírně suchého, s převážně mírnou zimou. Průměrná roční teplota se pohybuje okolo 8,5 °C (FRIEDL a kol., 1991). Nejvyšší denní teploty připadají na červenec, nejnižší na leden. Důležité jsou

i velké rozdíly denních a nočních teplot ve vegetačním období, které dosahují na jižních svazích na povrchu půdy 40 - 50 °C. Průměrný roční úhrn srážek se pohybuje mezi 480 mm - Beroun a 560 mm - Liteň (V některých letech jen kolem 360 mm). Maxima srážek obecně připadají na měsíc červenec, minima na měsíc leden. Poměrně častým jevem v této oblasti jsou přísušky, a to i v jarních a letních měsících. Délka vegetační doby se pohybuje mezi 150 - 170 dny. Převládá JZ a J vítr (STÁRKA, 1984).

2.2 CHKO Český kras: Historie-vývoj živé a neživé přírody (kenozoikum terciér, kvartér).

V Českém krasu hrála významnou roli především morfologie krajiny, sedimentační procesy, klima nebo biota (studium nezpevněných sedimentů). Studium těchto sedimentů je pro jejich zachování velmi důležité taktéž spolu s fosilním obsahem. Český kras pro uchování vytváří více než přijatelné podmínky. Probíhal výzkum fluviálních sedimentů, dále profilů a také se zabýval speleologickými objevy, které se nacházely na různých místech, tehdy, kdy dříve nebyly známy. Lidé, kteří se zabývali výzkumem v jeskyních („jeskyňáci“) byli pouze amatérskými výzkumníky. Jeskynní prostory byly prozkoumávány proto, aby odborníci získali o nich větší povědomí a mohli se účastnit zkoumání či objevování a podrobně popisovat různé zajímavé jevy či objekty. Tyto informace o Českém krasu byly průběžně sbírány od r. 2002 do zhruba poloviny roku 2013 (LOŽEK, ŽÁK, WAGNER, 2014).

Vývojem přírody a krajiny v kvartéru v České republice se dále zabývají Ložek, Cílek anebo Pokorný, kde najdeme užitečné informace o území Českého krasu (LOŽEK 2007, CÍLEK, LOŽEK a kol., 2011, LOŽEK 2011, POKORNÝ 2011). V publikaci Žáka je shrnutá i Karsologická problematika a publikace slouží pro větší informovanost nebo získání užitečných znalostí v tomto oboru (ŽÁK a kol., 2009a).

V období paleogénu (66,0 až 23,03 milionů let) před současností; nebyly nalezeny sedimenty (International Commission on Stratigraphy, 2013), tudíž není pro nás toto období nějak významně důležité. Důležitější je pro nás období Neogén v rozmezí od 23,03 až 2,588 milionu let před současností (ŽÁK a kol., 2009a).

V neogénu Českého krasu se našla fosilní flóra a také fauna. Vznikly zde i Koněpruské jeskyně, které byly popsány více v publikaci Belly a Bosáka, v roce 2012 (BELLA a kol. BOSÁK, 2012).

Flóra, která se zde našla se začleňuje do nejsvrchnějšího oligocénu až spodního miocénu (TEODORIDIS in ŽÁK a kol., 2003c; TEODORIDIS 2003, 2004). Do tohoto období také spadá malakofauna, která byla nalezena u Kruhového lomu u Tetína a stala se tak zajímavým jevem (LOŽEK in KUKLA 1956; KUKLA, LOŽEK, 1993).

Řeka s terciárními sedimenty vytvořila skrz Český kras údolí, které se nachází mezi Karlštejnem a Berounem a dále pokračuje ve směru na Křivoklátsko, kde dále navazuje na tzv. Hlavačovské štěrkopísky (TEODORIS 2003, 2004, LOŽEK a kol., 2004, LOŽEK, ŽÁK, 2011). Studie zjistila, že významná oblast terciárního toku bylo krystalinikum, kde se našly žuly a dále metamorfované horniny, v oblasti moldanubika, na území Českomoravské vrchoviny (ŽÁK a kol., 2001, TÁBORSKÝ a kol., 2002, ŽÁK a kol., 2004a).

Dále byly výzkumy na jeskynní sedimenty ve středním patře Koněpruských jeskyní (KADLEC a kol. 2003, KADLEC, ŽÁK a kol., 2004a). Na tyto Koněpruské jeskyně byla také zaměřena bakalářská a zároveň diplomová práce. Problematiku Koněpruských jeskyní shrnuli také Komaško a Žák a kol. (KOMAŠKO, 2010), (ŽÁK a kol., 2013). Byly zde zaznamenány nálezy neogenní fauny, která se týkala obratlovců.

V nejvyšší etáži lomu Plešivec, byl zjištěn fosilní obsah (ŽÁK, DIEDRICH, 2006). Ve střední Evropě zjistili vědečtí pracovníci, že nejzajímavější je krasová výplň, která je označována P03 (označovaná jako Měňany 3, např. ČERMÁK a kol., 2007). Tato oblast či území představuje drobné savce nebo pliocenní obratlovce. Výplň P02, jehož stáří není zcela jasné nás vedla věřit tomu, že se zde našly části želvích krunýřů či zuby dikobraza (DIEDRICH, 2007a). Dále výplň P01 je stanovena v období nejstaršího pleistocénu, kdy byla nalezena obratlovčí mikrofauna. Je zde jedna zajímavost, a to nalezení stalagmitů (v délce až 25 cm), které se kupodivu nacházejí v klastické výplni deprese. Tyto stalagmity, které zde byly vyzkoumány, nejspíše pocházejí z erodovaných předkvartérních jeskynních prostor nad vrchem

Plešivce. V roce 2009 P. Bosák objevil drobné kosti v prostoru, kde se těžilo, ve Velkolomu Čertovy schody-východ. Když se zjistily tyto informace, pomocí výzkumu, který již proběhl, těžební firma povolila přístup do tohoto prostoru pro podrobnější zkoumání (ČERMÁK, HORÁČEK, 2010).

Byly zde nalezeny fragmenty drobných savců, které nejpravděpodobněji patří do pliocénu (ČERMÁK, HORÁČEK, 2010). Pod fosiliferní vrstvou, která se zkoumala, byly zjišťovány také paleomagnetické vlastnosti klastických sedimentů a sintrových poloh (PRUNER, ŠLECHTA, BOSÁK). Dále se ze spodního pleistocénu našla stolička medvěda, což je materiál z větších savců, ale je nutno podotknout, že se zde výhradně nacházela mikrofauna.

Místo nalezení mikrofauny a stoličky medvěda, je Malá panama ve stejném lomu. (LOŽEK, ŽÁK, WAGNER, 2014). Ve spodním pleistocénu byly v roce 2006 prováděny výzkumy obratlovců (I. Horáček a jeho studenti). Z této doby byly nalezeny materiály savců a z fauny materiál zajícovců z rodu *Hypolagus* (ČERMÁK, 2009). Dále byly nalezeny další fosiliferní jeskynní výplně a v další publikaci nalezneme přehled postupu současných prolongačních prací viz Žák a Živor (ŽÁK, ŽIVOR, 2011).

Vzorky, které byly objeveny a prověřeny, jsou i nadále zpracovávány (především obratlovcí fauny). Ve středním pleistocénu se vzorkovaly červenohnědé hlinité sedimenty na území Koněpruských jeskyní. Nalezeny zde byly starší fosilie medvědů. Potvrzeno bylo, že tyto pozůstatky patří druhu *Ursus deningeri* (WAGNER 2003, 2005, WAGNER, ČERMÁK, 2012).

Materiál z tohoto období tvoří dnes v Evropě největší nález pozůstatků fosilních medvědů. Z téhle oblasti máme potvrzeny i nálezy mikrofauny (FEJTAR a kol., 2004, WAGNER a kol. 2009a).

Ve svrchním pleistocénu byly nalezeny kostry velkých savců, kostry, které nebyly úplné, pracovník C. Diedrich kompletoval z kostí velkých savců posledního glaciálu také z Českého krasu. Podle studie za to mohly hyeny, které v té době kosti ohlodávaly (s doložením stop). (DIEDRICH, ŽÁK, 2006).

Autor Diedrich, který se touto problematikou zabýval (nejvíce tafonomií-vznik fosílií a jejich zachování) zpracoval další publikace Diedrich 2007a–d, 2010, 2011, 2012, Rotschild et Diedrich 2012 (DIEDRICH, ŽÁK, 2006).

Zajímavý je také projekt L. Juříčkové, který se týkal malakozologie a soustředil se na datování radiouhlíku ulity měkkýšů pomocí studií V. Ložka. Tento projekt probíhal na území Karlštejn-Altán (LOŽEK, 2006).

Lokalita byla datována na cca 40 tis. let a malakofauna se nacházela na souvrství stmelené suti vrchního souvrství. V údolí Břešnice v Českém krasu (Bubovický potok) se nachází jílovitá půda se suti a velkými kameny ve spodu půdního profilu, které se zde vyskytují z glaciálního období. Tato krajina zde tvoří příznivé podmínky pro malakofaunu: *Succinella oblonga*, *Helicopsis striata*, *Cochlicopa lubrica*, *Arianta arbustorum*. V nadloží jen zřídka *H. striata*. (LOŽEK, 2006). Ve velké míře byli studováni drobní savci z svrchnopleistocenních a spodnoholocenních území Českého krasu. Taxonomické a biostratigrafické nálezy zhodnotil P. Horáček nebo Čermák (HORÁČEK 2002, ČERMÁK, 2003).

Zkoumání z hlediska biogeografického a faunistického probíhalo též na území Českého krasu. Především na přelomu holocénu a pleistocénu (SŮVOVÁ 2003, HORÁČEK a LOŽEK, 2010). Přejít z pozdního glaciálu do holocénu byl překvapivě zjištěn v bazální části pěnovcové kaskády pod historickým mlýnem v Kodě. Byla zde zjištěna pěnovcová sedimentace, která se stala nejstarším druhem v území Českého krasu (ŽÁK a kol., 2008).

V holocénu byla zjištěna taktéž pěnovcová sedimentace, a to na stanovištích ve Sv. Janu pod Skalou (jak se píše v monografii). Dále se podrobněji zabýval pěnovcovými sedimenty v Českém krasu Kovanda. Zkoumal zde i měkkýše u Tetína a věnoval se šachticím v pěnovcích, v Kodské rokli (KOVANDA, 2014).

Byl zde i výzkum v terénu, a to v roce 1964, kdy proběhlo radiouhlíkové datování (KOVANDA a JUŘIČKOVÁ, 2010). Pěnovec se začínal tvořit v glaciálu, kde byl potvrzen výskyt ve sklepeních Kodského mlýna (ŽÁK a kol., 2008, KOVANDA, JUŘIČKOVÁ, 2010).

Byly zkoumány i profily určitých svahů, nejen pěnovcové sedimenty. Pomocí výzkumu v Dezortově lomu, se našly ulity plže *Fruticicola fruticum*, když L. Juříčková prováděla radiouhlíkové datování (ŽÁK a kol., 2008, KOVANDA, JUŘIČKOVÁ, 2010).

Mikro a makro faunu objevil L. Pecka Jeskyňář, v okolí Tetína pomocí jeho spolupracovníků, kteří se spolu s ním na výzkumu podíleli. Dále se zkoumala část terénu, a to jeskyně Martina v Kodském polesí (LOŽEK, HORÁČEK, 2006).

Nalezeny zde byli drobní obratlovci a navíc ještě archeologické artefakty (VENCL a kol., 2009). Dále probíhal výzkum v jeskyni Zmýlená, nacházející se u Litně, kde se kopal hloubkový profil cca 160 cm, kde se našla stará keramika v nevelké hloubce asi 70 cm. Výzkumníci zde našli i jiné předměty či materiály. Uvádí, že šlo nejspíše o pravěký materiál blízko území Srbska (VENCL a kol., 2009).

V Českém krasu se dělal další výzkum v jeskyni U dubu. Zde se podle výzkumu domnívají, že v jeskyni přezimovával plaz. Našla se zde čelist hada nebo například osteoderm slepýšů, což by mohlo potvrdit přezimování plazů v jeskyni, jak tvrdí výzkum (VENCL a kol., 2009).

Na dalším místě nazývaném „Vápenný kálek“, byl studován profil v severním úbočí Mokrého vrchu u Bubovic, východně od jeskyně Studniční. Nachází se zde hornina slín, která tvoří malakofaunu. Na povrchu je černá mulová karbonátová rendzina, kde se vyskytují ulity živočichů, které v této době už uvidíme velmi zřídka nebo spíše vůbec. Patří sem např. *Petasina unidentata*, *Clausilia pumila* a další. Vyskytuje se zde i známá Páskovka, která se vyskytuje na mnoha území ČR. Je to paradox, jelikož území, kde se vyskytuje *Cepaea vindobonensis* v Českém krasu bývají často zamokřována (VENCL a kol., 2009).

2.3 CHKO Český kras-Historie lesů a vývoj lesního hospodářství

Za doby husitských válek mezi roky 1423-1434 byl uskutečňován prodej a příjem dříví, které pocházelo z území Karlštejska. Zaznamenány byly informace o lesích z roku 1423, kde se prodávalo dřevo v dobříšských a karlštejských lesích. Tuto evidenci materiálu můžeme nalézt ve starém účetním rejstříku, což je

hospodářská příjmová položka jako jediná z tohoto období. Pro roky 1428-1431 jsou zjištěné další rejstříky v kodexu karlštejnském, kde jsou uvedeny informace nejvíce o lesech na lokalitě karlštenska. V rejstřících můžeme nalézt vyúčtování lesů, které se prodávaly a kde patří prodej rozsáhlých komplexů (např. roku 1428 Martinovi, rybáři ze Srbska nebo čtvrtinu lánu za 13 kop 30 gr., kterou koupil např. Tokáš z Dobřichovic.

V roce 1429 se za odvedenou práci a služby rozdávaly určité části lesů. Bylo zjištěno, že se v 18.století zaznamenaly o mnoho menší příjmové položky lesů, oproti starší době. Pravděpodobně to bylo kvůli karlštejnskému pulkrabímu, jelikož nepotřeboval v této době investovat do jiných záležitostí, ale postupem času, na počátku 18.století prodával dřevo intenzivněji.

V rejstříku, v roce 1429, byly zaznamenány informace, např. kdy a komu se prodaly určité dřeviny. Lesy v této době byly různověké, skládaly se především z nízkých lesů, což je u Prahy zřetelně typické. Dříví se plavilo po řece Berounce a kupci dříví byli především usedlíci Dobřichovic či Srbska. Dřevo se kácelo a prodávalo zejména v oblasti z lesa Baby (především duby). Nejpravděpodobněji se přijímalo kmenové dříví, ať už z dřevin jedle, dubu nebo smrkového dřeva. Také se zde prodávalo borové dřevo jako potřebný materiál, ale nejdůležitější bylo především dřevo pro palivo. Ceny za dřevo se určovaly podle druhu dřeviny, podle její tloušťky a také počtem vybraných kmenů. Uvádí se i to, že záleželo na tom, z jaké části území dřeviny pocházely.

V druhé čtvrtině 18. století Karlštejnské lesy obsahovaly nejvíce dub a za ním hned borovice, která se později prodávala méně. Z listnatých dřevin hrál zde významnou roli buk, habry či osiky nebo i lípa z okolí Dobříče. Od druhé poloviny 18. století se dřeviny začaly členit na dřeviny tvrdé a měkké. V roce 1775 bylo vykoupeno nejvíce dubů (cca 600 dubů), kolem 100 habrů, dále buky, břízy, osiky, lípy, borovice a jako poslední dřevinou jedle, která se v tomto období prodávala asi nejméně.

V karlštejnském hostomickém revíru se pěstoval vysoký les, kde se vyskytovaly dřeviny jako jedle, smrky nebo duby. Lesy na karlštejnsku se začaly mapovat v roce 1781, kde probíhalo vyměřování porostů. Porosty se datovaly

hlavně dle věku a typu dřevin. Lesy stále fungovaly na různověkém principu i výchově. Zaznamenány byly v tomto roce jedlové lokality, a to konkrétně v lese Bučina. Dále se zde vyskytoval tetínský revír, kde bychom v té době našli hlavně borovice, které zaujímaly významnou část porostu a napomáhaly spolu s ostatními dřevinami vytvořit tzv. smíšený porost.

V roce 1787 se v porostu nacházely většinou listnaté dřeviny, které se vyskytovaly v revíru Tetín, Malá Mořinka a revíru Zámeckém. S postupem času se zde objevovaly dřeviny jako modřín, jasan či břeky. Nejlépe rostly modřín či borovice a za špatné dřeviny v porostu byly označovány habry.

Ve spise, který se dochoval, bylo nalezeno, že se dřevo používalo nejčastěji na výřezy střední nebo silnější síly. Stavebnictví bylo chudé, jelikož dřeva bylo méně a sotva stačilo na trámy či jiné opravy. Dále se dřevo používalo na otýpky a zařazuje se zde i sáhové dříví. Následně se v pozdějších letech budovaly železnice podél řeky Berounky, které sloužily hlavně k dovážení palivového dříví a také uhlí. Od dovážení dříví se postupem času upustilo. Zjistilo se, že se nedá v porostu vypěstovat jiné než palivové dříví, tudíž se později vybíraly pouze určité oblasti, které byly pro růst dřevin nejpříznivější, aby měly dřeviny širší využití. Začal se pěstovat les středního typu a vysokokmenný porost. Lesní dřeviny v těchto porostech byly jako užitkové nebo se používaly ke stavebnictví.

Později byl vypracován hospodářský plán Karlem Obstem (r. 1864). Tento plán vyjadřoval, že se nezacházelo s lesy při výchově správně, protože při pěstování lesů a jejich následné výchově vznikaly v nízkých lesích příliš velké mezery, které byly neužitečné z toho důvodu, že se pak vytěžilo značně méně dřeva. Na území karlštejnského panství byly zakládány první lesní školky, ale stále dřeviny tvořily smíšené porosty (lípa, bříza, dub atd.). Z jehličnanů to byla například borovice černá anebo akát, který se nově vysazoval. Les na karlštejnsku se postupně upravoval dál na vysokokmenný les, kde docházelo k produkci dřevní hmoty.

V roce 1892 jsou vytvořeny hospodářské skupiny. Les chráněný-nevýnosový, les vysokokmenný s dobou obmýtní 80.let, nízký les, kde se provádí obmýtní doba po 30.letech a les výmladkový. V roce 1922 se vyskytuje:

vysokokmenný les, výmladkový les a krasoles, při kterém je doba obmýtní 50-100 let. Později se do hospodářských skupin, jak je již potvrzeno přidávají pařeziny a rezervace (NOVÁK, TLAPÁK 1974).

Kdybychom chtěli shrnout dosavadní informace o Českém krasu, vypadalo by to takto: Na území Českého krasu se pěstovaly nebo byly udržovány přednostně listnaté dřeviny, které zde vždy měly příznivé podmínky pro pěstování, oproti jehličnanům. Jak již zde bylo zmiňováno, nejvíce listnatých dřevin je zde dub, habr, buk anebo také bříza. V 19.st. byly zde nejvíce udržovány dřeviny smrk, jedle, modřín či borovice (SAMEK 1964). Začleňována je i habrová javořina nebo jasanová olšina. Dále borová či kyselá doubrava a některé z bukových doubrav (kyselá atd.). Tyto doubravy jsou podrobně popsány u autora Průši a Samka. (PRŮŠA, 1974, SAMEK, 1964).

2.4 Charakteristika lesních porostů v CHKO Český kras

Kdybychom měli charakterizovat lesy v CHKO Český kras, zaujímají více než třetinu plochy (38 %). Důležité bylo zde vždy uchování co největší přirozenosti lesů, nejvíce však v západní části chráněné krajinné oblasti. Co se týče hospodářství, tyto lesy neměly zde skoro žádný hospodářský význam, proto se vyskytla snaha o udržování přirozenosti porostů, která trvá až dodnes. Stanovištní podmínky se vyznačují zejména svou rozmanitostí, kde nalezneme členitá terénní území. Správa CHKO Český kras zmiňuje kolem 35 druhů dřevin, které jsou původní. V lesních porostech převládají listnaté stromy, ale najdeme zde i keřové složení a to cca 40 druhů keřů. Tyto všechny lesy prošly postupnými přeměnami pastvy, klučením, vypalováním a průmyslovými vlivy na krajinu s lesy. V minulosti probíhala těžba palivového dříví anebo byla část lesů využita právě pro zemědělské prostory. Porosty původní se v Českém krasu vyskytují stále, ale bohužel v menším rozsahu, než dříve (AOPK ČR, 2020).

Současná druhová skladba lesních porostů v CHKO Český kras, je významná duby (dubem zimním, dubem pýřitým a výjimečně dubem letním) které zaujímají 39,8 %, habrem s 13,4 %, bukem s 7,4 %, lípami s 5 %, jasanem s 3,7 % a javory s 2,2 %. Zastoupení ostatních listnatých dřevin nedosahuje jednotlivě více jak 1 %, Výjimku tvoří pouze akát, který má dosud zastoupení 1,9 %. Zastoupení

jehličnatých dřevin je 24 %. Z toho smrk zaujímá 8 %, borovice lesní 6,8 %, borovice černá 5,5 %, modřín 3,5 % a jedle 0,2 %. Když bychom měli srovnat současnou dřevinnou skladbu s tou přirozenou, vypadalo by zastoupení takto: 56,3 %, dub pýřitý 2,6 %, buk 15,5 %, habr 5,3 %, javory 7,3 %, lípy 8,1 %, jasan pouze 0,6 %, borovice lesní 1,4 % a jedle 0,4 %. Listnaté dřeviny v přirozené skladbě by měly mít celkem zastoupení 98,2 %, jehličnaté dřeviny 1,8 % (AOPK ČR, 2020).

2.5 Stanovištní podmínky a složení stromového patra v CHKO Český kras

Jak již bylo výše zmíněno, pokryvnost lesů v CHKO Český kras je okolo 38 %. Těžební proces se zde vykonával však jen nutně, a to nejvíce kvůli vzniklým kalamitám. Provádí se zde hlavně těžba nahodilá, především kvůli suchu, a proto lesy spadají do pásma ohrožení D a C. Do pásma C se řadí lesní pozemky a porosty, které trpí na imisní zatížení, kdy za rok odumře 2-5% listnatých stromů. Do pásma D patří lesní pozemky a porosty s nejmenším imisním zatížením (LOŽEK, KUBÍKOVÁ, ŠPRYŇAR, 2005). Jak je již známo, geologickým podložím je vápenec, který má značný vliv na stanoviště a růst u konkrétních, výše zmíněných dřevin v oblasti. Právě totiž stanovištní podmínky určují druhovou variabilitu, závislou na vlastnostech půdy. Zjistilo se, že postupem let došlo k odčerpání organické hmoty z porostů, jelikož se přestal pást dobytek a zavedlo se výmladkové hospodaření s krátkou dobou obmýtní. Dřeviny odolné vůči změnám, se těmito podmínkám přizpůsobily snáze, nejvíce dub a habr (velká pařezová výmladnost). Avšak kvůli těmto podmínkám se začaly vytrácet některé z dřevin, konkrétně javor, lípa a taky buk, ale dnes se např. javory zase navyšují, díky obsahu půdního dusíku. Když se přestalo hospodařit (pařeziny), stoupl zástin a začaly se celkově vyskytovat dřeviny stinné (AOPK ČR, 2020).

2.6 Výmladkový les v CHKO Český kras

Alois Zlatník definoval výmladkový (nízký) les takto: „Výmladkový les je les, vzniklý z výmladků na pařezech po setnutí kmene v době, kdy ještě mohou výmladky vzniknout. Je to tedy lesní útvar podmíněný lidskou činností a zvláštní obnovou a schopností některých dřevin.“ (ZLATNÍK, 1957).

„Les nízký (pařezina) je les, jehož existence je založena na soustavné lidské činnosti, která spočívá v opakující se obnově lesa pomocí tzv. výmladnosti, ať již pařezové, či kořenové. Dále je třeba zajistit určitý podíl generativních jedinců, typicky výstavkových jedinců“ (POLANSKÝ a kol., 1947).

Výmladkový les dokáže čerpat živiny z živých kořenových systémů. Záleží na stanovištních podmínkách a to podle jejich úrodnosti, kdy kulminuje i tloušťkový přírůst o 20-30 let dříve, než v semenném lese. Když dochází k těžbě dřeva ve výmladkovém lese, je často sukaté a ve spodu zakřivené, což vede k horší kvalitě dříví a tím i horším technickým vlastnostem. (SIMON, VACEK 2008).

Když o výmladkový les není pečováno se správnou efektivitou výchovy, kdy se jedná například o včasné mýcení dřevin, může se stát to, že se les začne měnit ve více přirozený tvar lesa (ŠIŠÁK a kol., 2012).

Pro udržitelnost výmladkového lesa je důležitá schopnost dřevin reagovat na poškození vzniklé záměrným lidským zásahem anebo působením abiotickými a biotickými činiteli regenerací v podobě vegetativního rozmnožování. Schopnost výmladnosti je u jednotlivých dřevin různá. Z našich dřevin jsou dobré pařezové výmladnosti schopny, např. habr obecný, lípa velkolistá a všechny druhy vrb (BUČEK, 2010).

V Českém krasu se ve výmladkovém lese nejvíce uplatňují duby či habr, bohužel některé dřeviny ustoupily, kvůli pozdějšímu zástínu viz. Stanovištní podmínky a složení stromového patra v CHKO Český kras. Celková produkce vitálního dobře pěstovaného výmladkového lesa se vyrovná produkci semenného lesa, hodnotový přírůst je však podstatně nižší. Výmladkový les je tvar lesa velmi vzdálený přírodnímu vývoji lesního ekosystému; často opakované a téměř úplné odnámání biomasy hluboce zasahuje do látkového koloběhu a krátká obmýtí jej trvale udržují ve fázi dorůstání (SIMON, VACEK 2008).

2.7 Výmladkové hospodaření:

Pařeziny jsou prastarou a památnou formou trvale udržitelného využití krajiny. Počátek využití vegetativní reprodukce dřevin pro vznik lesů výmladkového

původu lze umístit na konec mezolitu a počátek neolitu, do období, kdy vznikala a začala se vyvíjet lidmi souvisle osídlená kulturní krajina (LOŽEK, 2011).

Ve výmladkovém hospodaření byla významná produkce palivového dřeva. V neolitu se v evropských lesích poprvé vyskytlo výmladkové hospodaření, které bylo v této době velmi příznivé (SZABÓ, 2009). Ke kácení se používaly kamenné sekery (BERANOVÁ, 1980).

V hospodaření se využívaly výmladkové prýty dřevin, vyhovující jako stavební materiál (např. pletené stavby). Později, v 19.st se méně využívalo palivové dříví, ap proto se od nízkých lesů přeměňoval les ve vysokokmenný, přesněji řečeno výsadbou (umělá obnova) (ZLATNÍK, 1957).

V publikaci P. Bučka 2009 byl zmíněn návrh metodického postupu komplexního geobiocenologického výzkumu. Geobiocenologii zařazujeme do krajinné oblasti, která je spjatá s ekologickými vztahy a je důležitá pro trvale udržitelné využití krajiny a její harmonii, bez vlivu člověka, kde spadá biologie i geografie (Wikipedia, cit. 4.5.2020). Ve výmladkových lesích je dnes tedy důležité starat se o zachování biodiverzity (rozdílnosti) a dalších aspektů přírody (BUČEK, 2009).

2.8 Les střední

U středního lesa, je důležitá vegetativní obnova, tak jako u lesa nízkého. Můžeme ho definovat jako: „víceetážový tvar lesa, s hlavní, převážně výmladkovou etáží a několika etážemi věkově odstupňovaných výstavků. Interval odstupňování je dán obmýtím hlavní výmladkové etáže“ (UTINEK, 2014).



Hojná vegetativní obnova dubu letního při převodu vysokého lesa na střední les, 3. roky po provedení obnovního zásahu, LHC Utinkův háj, 2014

Obr. 1: Příklad obnovy dubu letního.

Kdybychom měli uvést interval obmýtí etáže (výmladkové), můžeme jej nastavit zhruba kolem 25-40 let, což závisí i na stanovišti či druhu dřeviny. Obmýtí je většinou na úvaze hospodáře a celkově se zde liší způsob hospodaření, kde se zhotoví holoseč a jsou ponechány „výstavky“ (semenného původu), což jsou jedinci nadějného vzrůstu s předpokladem dožití se násobků obmýtí hlavní etáže. Výstavková etáž, je obhospodařována určitým výběrem, kdy je nejlepší abychom se věnovali etážím postupně (UTINEK, 2014).

2.9 Les vysoký

Les vysoký jako lesní porost vzniklý ze semen nebo sadebního materiálu lesních dřevin (Vyhláška č. 298/2018 Sb.). Tento tvar vznikl z opadu semen, sítí, výsadbou nebo například přirozenou obnovou. Produkční období trvá delší dobu a doba obmýtí je 80-150 let. Vysoký neboli vysokokmenný les je nejvíce rozšířeným tvarem lesa, vzniklý generativním způsobem (POLENO a kol., 2007).

2.10 CHKO Český kras-Geologie

Území Českého krasu, jak je již známo je tvořeno především krasovou činností, kde se uplatňuje především vápenec, proto také název Český kras. Byla zjištěná určitá podoba mezi tímto územím a Středomořím (CÍLEK, JÄGER, 2002).

V Českém krasu je největší zastoupení hornin vápence, poté břidlice, droby nebo křemence. Ve svrchní křídě byly nalezeny i výskyty diabasu. Střed oblasti je devon, silur a obal této elipsy. Patří sem i ordovik s horninami křemence, pískovce či břidlice. Spodní devon vytváří karbonátové usazeniny. Nesmíme opomenout také výskyt pokryvných hornin (štěrky, písky atd.), jsou zde svrchní terasy, kde se vyskytuje právě štěrk či písky, zřídka však jíl (SAMEK, 1964).

V jiných publikacích, kde jsou horniny více rozebrány, popsány a uvedeno jejich zvětrávání můžeme najít například u P. Stejskala a Pelíška (STEJSKAL, PELÍŠEK, 1956).

V Českém krasu se našlo okolo 400 jeskyní. Díky spodní vodě právě v jeskyních vznikaly komíny či chodby, objevily se zde i sedimenty, kterými byly jeskyně zaneseny a proto teď tvoří menší část než kdysi. V jeskyních se našly různé pravěké pozůstatky (kostry ze zvířat, fosilie atd.) (CÍLEK, JÄGER, 2002). Český kras je ceněn i hlavně z hlediska paleontologických výzkumů zkamenělin v prvohorách (LOŽEK a kol., 2005).

2.11 CHKO Český kras - Flóra a Vegetace

Území Českého krasu se začleňuje do fytogeografické oblasti nazývané české termofytikum. Květena a taktéž vegetace je v této oblasti vázána na geologický podklad, což vede k zvětrávání vápenců nebo výskytu břidlic. Také tvoření půd či chemismus. Podklad je tedy vápnatý a pestrý, kde se vyskytují jak teplomilné, tak suchomilné submediteránní druhy rostlin, krajina se nachází vedle xerothermních oblastí, kde jsou území teplejší. Můžeme zde nalézt druhy vzácnější či méně vzácné, které jsou na pokraji vyhynutí. Jako nejvzácnější druhy rostlin můžeme uvést: hlaváček jarní (*Adonathe vernalis*), kosatec bezlistý (*Iris aphylla*), chrpu chlumní (*Cyanus triumfettii*), tařiči skalní (*Aurinia saxatilis*), devaterník šedý (*Helianthemum canum*), pěchavy vápnomilné (*Sesleria caerulea*) nebo koniklec

luční český (*Pulsatilla pratensis* subsp. *bohemica*), který se stává ohroženým druhem na této lokalitě. Uvádí se i mochnové doubravy, vyskytující se na odvápněných plošinách. Jako mochna bílá (*Potentilla alba*), bukvice lékařská (*Betonica officinalis*) či svízel severní (*Galium boreale*). a pak další druhy, které rozšiřují tuto květenu v CHKO Český kras (LOŽEK a kol., 2005).

Kdybychom se měli zaměřit na lesní vegetaci určitě nesmíme opomenout habrové doubravy, které jsou zde velmi známé. Mezi tyto dřeviny patří: dub zimní (*Quercus petraea*), habr obecný (*Carpinus betulinus*), javor mléč (*Acer platanoides*), javor babyka (*Acer campestre*), anebo roztroušeně lípa srdčitá (*Tilia cordata*). Dub pýřitý (*Quercus pubescens*), jeřáb muk (*Sorbus aria*), jeřáb břek (*Sorbus torminalis*) a dřín jarní (*Cornus mas*) který je zde v obsáhlém množství. Právě také dřín patří k dřevinám, se kterými se můžeme v Českém krasu setkat. Nejdůležitější na tom je, že vytváří až „trpasličí porosty“, laicky řečeno (LOŽEK a kol., 2005).

V nižším patře křovin je to Svída krvavá (*Swida sanguinea*), nebo dřišťál obecný (*Berberis vulgaris*) a taky bez černý (*Sambucus nigra*) Zdaleka to však není vše, protože díky tomuto území najdeme i mnoho dalších rozšířených druhů. Když začne Jaro, začíná se spousta druhů linout na obzor. Uvést bychom měli známou dymnivku (*Corydalis cava*) a další její příbuzenstvo. Úžasnou rostlinou, kterou na začátku tohoto období zpozorujeme je i Jaterník podléška (*Hepatica nobilis*), Prvosenka jarní, lidově „Petrklíč“ (*Primula veris*) aj. Zajímavostí v tomto regionu je nález asi 330 druhů mechorostů. Musíme vzít v potaz, že jsou téměř vyhynulé a setkat se můžeme dnes jen zřídka úplně se všemi. Na skalách, které jsou skryté slunci roste jeden z ohroženějších druhů vápnomilka přerušovaná (*Pedinophyllum interruptum*) Můžeme se též pokochat xerothermními druhy hub, kde je zařazen druh lanýže *Tuber aestivum* neboli lanýž letní, který je u nás nejvzácnější (LOŽEK a kol., 2005).

2.12 CHKO Český kras - Fauna

Fauna Českého krasu se vyznačuje svou rozmanitostí a pestrostí. Zde, v Českém krasu můžeme nalézt velmi zajímavé druhy, které v České republice na jiném místě nenajdeme, třeba jako ty teplomilné. V této oblasti můžeme nalézt bezobratlé živočichy, kteří patří mezi prostudované skupiny. Jsou to měkkýši,

motýli, anebo některé čeledi brouků. K vápencovému podkladu mají úzký vztah zejména měkkýši, kde se vyskytuje hlemýžď zahradní (*Helix pomatia*) také páskovky žíhané (*Cepaea vindobonensis*) a další drobní živočichové, jako kuželovka skalní (*Pyramidula pusilla*), ovsenka skalní (*Chondrina avenacea*), která je známá jen z této oblasti (AOPK ČR, Správa CHKO Český Kras).

2.13 CHKO Český kras-Klima

Český kras se nachází na rozhraní mírně teplé a teplé klimatické oblasti. Většinou je zde mírná zima, kdy lednová teplota neklesá pod -2 °C. Na tomto území CHKO Český kras, se vyskytuje roční teplota cca 8,4 °C, ve vegetačním období to je přibližně 14,5°C. Zaznamenán je roční úhrn srážek mezi 480–560 mm. Při extrémních teplotách nespadne ani mm srážek, což bylo zaznamenáno před několika lety. Členitostí terénu je přizpůsobeno i makroklima. Makroklima zde zkoumali HILITZER-ZLATNÍK (1928) a KLIKA (1928) (HILITZER-ZLATNÍK, 1928 a KLIKA, 1928). Díky informacím z výzkumu můžeme přistoupit na to, že se území úzce sblíží se semiardním podnebím, přirovnáváno k polopouštnímu podnebí, zkrátka tam, kde je sucho ale jsou dostatečné srážky pro růst a vývoj dřevin (SAMEK, 1964).

2.14 CHKO Český kras-Pedologie

Půdní poměry v oblasti Českého krasu jsou velmi rozmanité. Jako půdotvorný činitel je uváděna matečná hornina, která zde hraje určitou významnou roli. Na základě výzkumů tohoto území, zde probíhá hnědozemní půdotvorný proces (MAŘAN, 1947). V Českém krasu se nachází také Černozem či rendzina, o kterou se více zajímá P. Gossl a Pelíšek (GOSSL a kol., 1948, PELÍŠEK, 1957). Na říčních terasách se v chráněné krajinné oblasti vyskytují podzoly, kde nalezneme břidlice či křemence. Nachází se zde i hnědý ranker, nebo taky gleje, nalezeny ovšem jen zřídka. Na známých vápencích můžeme vyzorovat vápnité hnědozemě nebo rendziny, které se zde vyskytují naopak poměrně často, oproti glejím (PELÍŠEK, 1957). Zaznamenány jsou i fosilní zbytky půd z třetihorním podnebí, (terra rosa) které mohou být zajímavostí tohoto regionu (LOŽEK a kol., 2005).

2.15 Působení člověka na půdu

Půdní biologické společenstvo ovlivňuje řada lidských zásahů, které určitým způsobem ovlivňují jak negativně tak pozitivně. Nejhlavnější důvod je zemědělství (taktéž produkce potravin), díky němuž vzniklo spousta druhů plodin. Zemědělství je pro nás důležité z hlediska udržování pestré krajiny. Kvůli zásahům zemědělců je zabezpečená krajina, proti půdní erozi, a to vodní či větrné, kdy vítr odváne prachové částice. Eroze může člověk ovlivnit tím, že kácí dřeviny v porostech, kde by mohlo k erozím snadno dojít. Eroze mohou ovlivnit biologické složení organismů v půdě, dochází ke změně intenzity slunečního záření, je zvýšený přístup větru a povrchová voda není absorbována. Půda přestává být soudržná, může docházet i k sesuvům. Půdy, které jsou určitým způsobem narušeny z hlediska těžení nerostných surovin ztrácejí svou kvalitu, a to i v případě stavebních prací. Pozitivním ovlivněním působí vápnění půdy, díky kterému se ionty mění postupně na dusičnany (nitrifikace). Při kyselosti půdy, kvůli nepříznivým podmínkám kyselých dešťů, nastává problém, protože tyto kyselé deště ničí bohužel kvalitu půdy a tím způsobuje právě její nadprůměrnou kyselost (PELÍŠEK,1957).

Když bychom měli zde zmínit působení člověkem na půdu, a to v zemědělství, funguje jako tzv. systém, na „umělé bázi“, jelikož je hospodářská půda obdělávána právě jím. Půda, nacházející se na naší zemi je určena plochou pevniny. Z celkové plochy povrchu Země (asi 510 mil. km²) připadá něco přes 45 mil. km² na zemědělskou půdu, z čehož jen asi 15 mil. km² je intenzivně zemědělsky obhospodařováno. Zbytek, přibližně 2/3, tvoří pastviny, louky či nepravidelně obhospodařované půdy. Kvalita půdy, jakožto jeden z nejdůležitějších přírodních zdrojů je velmi důležitá pro naše zemědělství a je ovlivňována různými faktory (PELÍŠEK,1957).

2.16 Lesní půda

Půda, která hrála vždy významnou roli na naší zemi, byla brána lesníky jako důležitou součástí pro produkci lesa. Tito lesníci se snažili najít specifické označení jejich částí a význam. Půdu definoval Karel Schindler jako „vrchní kyprou vrstvu země, v níž se kořeny stromů rozprostírají“ (SCHINDLER, 1976).

Koncem 19. a počátkem 20.st pro půdu stanovil definici pan Kopecký. Půdu lze označit jako svrchní část zemské kůry, která je důležitá pro výchovu porostů a pro půdotvorné činitele. Odlišuje se od hornin a to svou úrodností (produkce dřevní hmoty), (KOPECKÝ, 2011). Půdy působí na živou i neživou složku přírody, související s rostlinami či živočichy na sebe vzájemně působící. Zemědělská půda se odlišuje od té lesní. Zmiňuje se, že téměř každá zemědělská půda ve střední Evropě může být označována za lesní půdu, ale ne každá lesní půda může být považována za zemědělskou, protože les je zde vrcholným rostlinným společenstvem (PELÍŠEK, 1957).

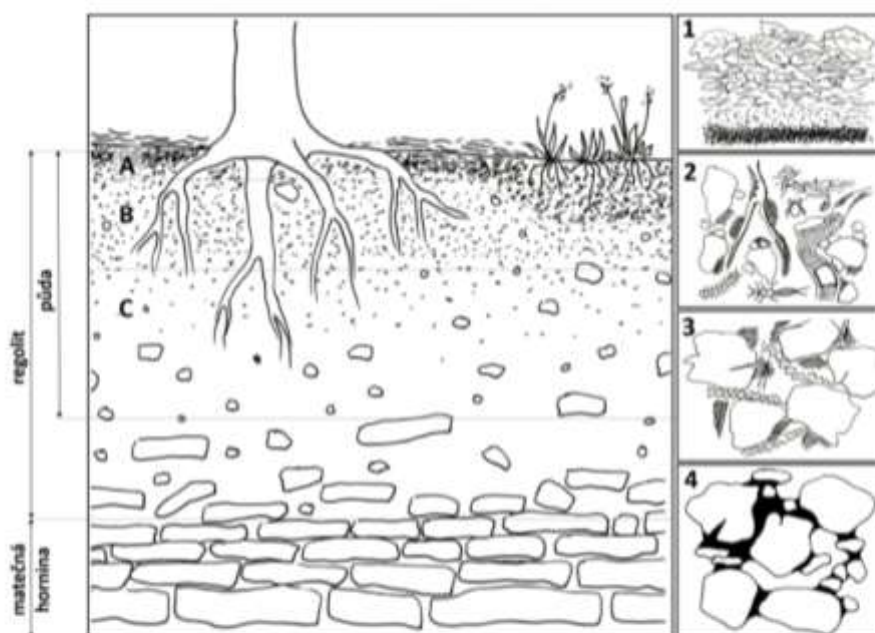
2.17 Struktura lesních půd

Struktura lesních půd je ovlivňovaná biologickými, fyzikálními a chemickými činiteli, vnějšími i vnitřními a také umělými zásahy tzv. obdělávání půdy (PELÍŠEK, 1957). Struktury půd souvisí s jejich úrodností a taktéž s produkcí. V půdní struktuře se ukládají elementární půdní částice, které jsou ve svazku stmeleny ionty (např. Ca^{2+}), půdními koloidy, kde se nachází půdní svazky, humusové látky a seskvioxidy. Zařazujeme půdy do tzv. kategorií půdních struktur. Elementární kategorie vytváří strukturu zrnitou, prašnou, moučnou a slitou. Vazby se zde nevyskytují, jelikož jsou půdní částice volné, tudíž nevázané. Další agregovaná struktura, jakožto stmelená je tvořená činiteli biologickými do tzv. „agregátů“, kde závisí na obsahu exkrementů a koloidního humusu. Uvádí se jako nejvíce příznivá struktura lesních půd, kdy funguje dobře provzdušňenost i vodní režim. Poslední strukturou je segregovaná, vznikající na základě chemického a fyzikálního působení, kde zařazujeme hranolovitou, kostkovitou a deskovitou půdní strukturu. Typický je zde rozpad a štěpení, kde hraje největší roli minerální podíl v půdě (VAVŘÍČEK, KUČERA, 2017).

2.18 Půdní složky

Půda je ovlivněna zejména pevnou, plynnou a kapalnou fází. Fáze mají v půdě specifický význam i spolu s množstvím obsaženým v ní. Organická a minerální půda tvoří pevnou fázi (cca 45-55 %), kde patří jíla, prach, písek a skelet, nad 2 mm hrubý písek, štěrky, kameny, balvany. Výskyt organické hmoty, živé (rostliny, živočichové, houby, až mikroorganismy) a neživé složky, organické hmoty

i odumřelé zbytky. Kapalná fáze (20-30 %), v níž se nachází ionty, organické sloučeniny, soli a další. Půdní hmota je spojena s touto fází, jelikož se zde vytváří v cyklech. Můžeme uvést, že se kapalná fáze váže na pevnou složku, kdy vyplňuje prostory. V rozmezí cca 20-30 % se nachází v půdě kyslík, dusík či oxid uhličitý, kdy výměna látek mezi půdní vrstvou a zemí probíhá neustále. Označujeme je za plynné látky, jak jsem již výše zmiňovala. Roli tu má i vodní pára, která působí spolu s plynnými látkami. Zařazuje se i organická (humus, org. hmota, edafon) i anorganická (kameny, prach aj.) složka, patřící k půdnímu podsvětí (VAVŘÍČEK, KUČERA, 2017). Organickou a anorganickou částí se více zabývá autorka P. Lenka Pavlů (PAVLŮ, 2018).



Obr. 3.1: Schématický půdní profil a základní složky půdy. Svrchní, biologicky pozměněná a oživená vrstva zvětralé horniny (regolitu) je půda. 1 – odumřelá organická hmota v různých stádiích rozkladu; 2 – živá složka půdy zahrnuje kořeny vyšších rostlin a edafon různých velikostních i taxonomických kategorií; 3 – pevná složka půdy zahrnuje primární i sekundární minerály spolu s organickou hmotou v různých formách; 4 – složky půdy dle skupenství: pevná, kapalná a plynná složka.

Obr. 2: Složky půdy (PAVLŮ, 2018).

2.19 Tvorba a význam lesního humusu

Lesní humus je jedním z půdotvorných procesů na chemickém principu. Badatel Kostyčev zaznamenal, že je tvorba lesního humusu proces mikrobiologický (KOSTYČEV, 1886). Nejdůležitější je rozkládání organických látek. Látky nezbytné k tomuto procesu jsou: vzduch, voda, enzymy a další. „Veškeré rozkladné a syntetické procesy, jimž podléhají organické látky v půdě, nazýváme humifikací; výsledkem této humifikace je humus“. Patří sem proces Mineralizace- rozložení na minerální látky, plynné zplodiny a vodu, humifikace vlastní-mineralizace, která se nedokončila a jako třetí proces rašelinění a karbonizace-uhelnatění, bez vzduchu- přeměna org. hmoty na CO₂, H₂O, NH₃. Humusové faktory založeny na matečné hornině, sklonu či nadmořské výšce, na klimatu a mikroklimatu nebo edafonu (PELÍŠEK 1957). P. Wittich hodnotil dle rozpadu opadu dřevin v porostech na vybraném území, v jakém zástupu nejvíce či nejméně dochází k rozkladu z opadu dřevin. Nejlépe na tom je jilm a nejlépe buk. Pan Ebermayer uvedl opad dřevin na 1 ha (PELÍŠEK 1957).

Ebermayer uvádí pro některé porosty tato množství opadu na plochu 1 ha:

Smrk, stáří	
do 30 roků, váha opadu asi	5000 kg.
30 – 60 roků, váha opadu asi	3960 kg.
60 – 90 roků, váha opadu asi	3375 kg.
90–130 roků, váha opadu asi	3270 kg.
Borovice, stáří	
30 – 60 roků, váha opadu asi	3400 kg.
60 – 90 roků, váha opadu asi	3500 kg.
90–130 roků, váha opadu asi	3200 kg.

Podle Ebermayerova propočtu se dostávají v lesním opadu do půdy za rok tato průměrná množství látek na 1 ha:

	Organické látky (po odečtení čistých popelovin)	Popeloviny
V borovém porostu	3138 kg	46,5 kg
Ve smrkovém porostu	2872 kg	135,9 kg
V bukovém porostu	3147 kg	185,5 kg

Nejpodrobnější a nejdelší šetření o poměrech opadu v lese byla konána u Moskvy prof. N. S. Nesterovem a prof. G. R. Ejtingenem v letech 1910–38. Výsledky jejich šetření jsou uvedeny v této tabulce:

Obr. 3: Množství opadu na 1 ha.

2.20 Hloubka lesních půd

Hloubka půdy umožňuje a ovlivňuje růst kořenového systému, a pojí se zároveň s úrodností půdy. Chemické a fyzikální poměry mají vliv na růst kořenů. Problém bývá s půdami mělkého typu, kde je obtížný růst kořenů. Uvádí se, že podle sklonu terénu je půda hluboká, záleží však na ploše a podkladové hornině, kdy například u vápence v Českém krasu můžeme nalézt půdy hlubší i mělké blízko u sebe, které se pak nazývají například: puklinová, trhlinová aj. (PELÍŠEK 1957).

Významná část půdy je fyziologická, je nejpříznivější pro kořenový růst. Celková hloubka je ovlivněna matečnou horninou, kdy dochází k zvětrávání hornin a k půdotvorným procesům. Genetickou hloubku uvádí V. Novák, řeší hloubku posunů sesquioxidů ($Fe+Al$) a hranici vyplavení ($Ca CO_3$). Fyziologická hloubka, kterou sem řadíme, se může měnit docela často či nemusí, záleží na procesech v půdě (zvětrávání, kyselost půd atd.) (PELÍŠEK 1957).

Hloubka půdy vymezuje kořenový prostor a objem půdy ve kterém rostliny splňují své požadavky na vodu a živiny. Kapacita skladování půdní vody a efektivní hloubka zakořenění souvisí především s hloubkou půdy. Degradace půdy v důsledku eroze je vážnou hrozbou pro kvalitu a produktivitu půdy. Účinky eroze půdy závisí na tloušťce a kvalitě svrchní půdy a na povaze podloží. Produktivita hlubokých půd s vynikajícími vlastnostmi podloží nemusí být erozí prakticky ovlivněna. Většina kopcovitých půd je však mělká nebo má některé nežádoucí vlastnosti v podloží, jako je petrokalcický horizont nebo podloží, které nepříznivě ovlivňuje. V obou případech se produktivita sníží s tím, jak se svrchní půda ztenčuje a nežádoucí podloží se do Ap-horizonu přimíchává obděláváním půdy, nebo s tím, jak se snižuje kapacita skladování vody a efektivní hloubka zakořenění (KOSMAS, KIRKBY, GEESON, 1999).

Půda vytvořená na terciárních a kvartérních konsolidovaných útvarech má obvykle omezenou hloubku nebo tloušťku nad podložím nebo omezující podpovrchová vrstva je malá, což snižuje hloubku zakořenění a dešťová vegetace nemůže být podporována za horkých a suchých klimatických podmínek, vedoucích k dezertifikaci (KOSMAS, GERONTIDIS, MARATHIANOU, 2000).

Hloubka půdy do značné míry ovlivňuje produktivitu rostlin, a tím i příjmy zemědělských podniků. Procentuální vegetační pokryv půdního povrchu za klimatických podmínek je z velké části řízen kapacitou akumulace půdní vody, a tedy hloubkou půdy (TSARA, GERONTIDIS, MARATHIANOU, 2001).

Polosuché krajiny jsou z definice omezeny vodou, a proto jsou potenciálně citlivé na změny životního prostředí a na růst rostlin. Dostupná voda pro pěstování rostlin závisí na klimatických podmínkách (srážky, evapotranspirace) a kapacitě půdní vody. Kapacita skladování vody v půdě je definována kapacitou zadržování vody každé vrstvy půdy a souvisí s půdní strukturou, hloubkou půdy, množstvím úlomků hornin, mateřským materiálem atd. Jakýkoli proces degradace, který omezuje zakořeněný půdní prostor, vyčerpává její živiny a kapacitu zásobování vodou a snižuje bioaktivitu (DETSIS, ZAFIROU, 2001).

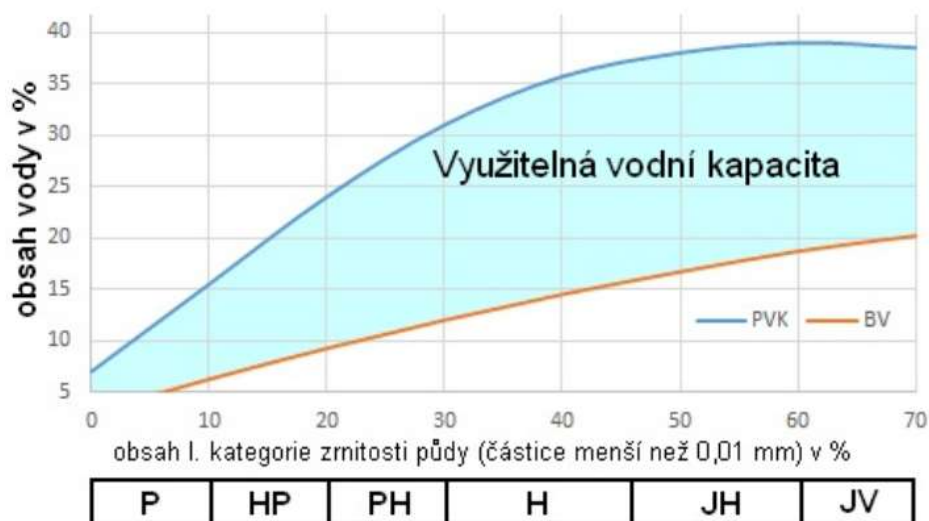
Vzhledem k určitým fyzikálním vlastnostem a základnímu mateřskému porostu, lze rozlišit dvě hloubky půdy, které jsou označovány za velmi důležité pro ochranu před dezertifikací: kritickou a zásadní hloubku. Kritickou hloubku lze definovat jako hloubku půdy, v níž pokryv rostlin dosahuje hodnot nad 40 %. Rozsáhlé studie provedené za polosuchých klimatických podmínek v kopcovitých oblastech s půdami vytvořenými na různých materiálech ukázaly kritickou hloubku 25-30 cm. Na půdě menší než tato hloubka je obnova přirozené trvalé vegetace velmi nízká a erozní procesy mohou být velmi aktivní, což vede k další degradaci a dezertifikaci půdy (KOSMAS, KIRKBY, GEESON, 1999).

Zatímco kritická hloubka je limitem pro pěstování, rozhodující hloubku lze definovat jako menší hloubku půdy, na níž již nelze podporovat trvalou vegetaci a celá půda je rychle spláchnuta větrem nebo vodní erozí. Je to nezvratný proces. Zásadní hloubka je ovlivněna typem mateřského porostu, ve kterém se tvoří půda. Půdy vytvořené na pyroklastech jsou nejcitlivější ve svých schopnostech, s rozhodující hloubkou půdy 10 cm, pod kterou nelze vegetaci podporovat. Půdy vytvořené na metamorfních horninách mají vyšší schopnost podporovat trvalou vegetaci za stejných klimatických podmínek, s rozhodující hloubkou půdy kolem pouhých 4-5 cm (TSARA, GERONTIDIS, MARATHIANOU, 2001).

2.21 Vodní kapacita půdy

Vodní kapacita půd (VVK, % obj.) určuje největší možné množství vody, které je plodina schopna odčerpat z půdy nasycené na polní vodní kapacitu (PVK, % obj.), někdy definované jako retenční vodní kapacita. PVK označuje množství vody v daném objemu (tj. vlhkost v % obj.), které je půda schopna zadržet po delší dobu. Voda, která je vázána v půdě příliš velkou silou, je pro kořeny rostlin nepřístupná. Obsah vody na této úrovni se označuje jako bod vadnutí (BV, % obj.). VVK se tedy vypočte jako prostý rozdíl nejvyšší a nejnižší hodnoty dostupné vody, tedy $VVK = PVK - BV$. Obsah vody v půdě je vyjadřována v milimetrech (mm), což je v litrech na metr čtvereční, kdy například nasycení půdy na PVK při vlhkosti 30 % obj. je 300 l vody v m³ (v rozmezí hloubky 0-100 cm) a to odpovídá vrstvě 300 mm vody pod každým čtverečním metrem půdy (300 l v krychlovém metru představuje vrstvu vody o výšce 300 mm). Pokud tato půda vykazuje VVK 20 % obj. (PVK = 30 % obj., BV = 10 % obj.), pak ve vrstvě půdy 0 - 50 cm je 100 mm vody dostupné rostlinám, ve vrstvě do 100 cm je to 200 mm a ve vrstvě 0 - 200 cm je to 400 mm, tj. 400 l/m² (HABERLE, VLČEK, KOHOUT, STŘEDA, DOSTÁL, SVOBODA, 2015).

Polní vodní kapacita a bod vadnutí i vodní kapacita půdy je ovlivněná zrnitostí v půdě, kde se zařazují pedotransferové fce (výpočet hydrolimitů polní vodní kapacity, bodu vadnutí i kapacity půdy pomocí zrnitosti). Patří sem i organická hmota a její obsah v půdě (VÁŠA, 1960, VLČEK A kol., 2013, 2014).



Schématické znázornění dostupnosti vody při různém podílu jílnatých částic (částice $\leq 0,01$ mm). Modrá křivka znázorňuje hydrolimit polní vodní kapacity (PVK), červená křivka pak hydrolimit bodu vadnutí (BV), rozdíl mezi nimi udává využitelnou vodní kapacitu (VVK). Schéma je vytvořeno pro různé půdní druhy (P–písčité, HP–hlinitopísčité, PH–písčitohlinité, H–hlinité, JH–jílovitohlinité, JV–jílovité zemina), podle Čermáka 2009, upraveno.

Obr. 4: Schéma znázornění dostupnosti vody pro různé půdní druhy (polní vodní kapacita, bod vadnutí, využitelná vodní kapacita. Z tohoto grafu vyčteme, že písčité půdy využívají vodu nejméně, kdežto těžké půdy s obsahem jílu dokážou zadržet až 40 % vody, což je nevýhodou pro využití vodní kapacity půdy rostlinami.

Je ověřeno, že během roku se vodní kapacita v půdě stále mění (kolísá), což je úzce spjato s klimatem. Polní vodní kapacita je na podzim, zimě a krom toho i na jaře nejlépe doplňována. V těchto dobách je poměrně nízký výpar a taktéž i transpirace. Z vlhkosti půdy ve výše uvedených ročních obdobích lze použít pro orientaci polní vodní kapacitu půdy. Bylo zjištěno, že při častějších a dlouhodobých srážkách může dojít k přesycení půdy vodou a díky tomu může dojít k vyplavování veškerých živin z kořenů (HABERLE, VLČEK, KOHOUT, STŘEDA, DOSTÁL, SVOBODA, 2015).

Voda se v půdě vyskytuje v plynném, kapalném a pevném skupenství (půdní vláhá). Ovlivňuje biochemické, fyzikální a chemické pochody. Molekula vody je dipól, kde je záporný náboj s atomem kyslíku. Vodík je na opačné straně tvořen dvěma atomy, které jsou kladného původu, dojde k vytvoření vazby vodíku mezi systémy kovalentní vazby (chemická vazba..), molekula vody se rozkládá na ionty (OH⁻) a (H⁺). Většinou se rozpadne 1 molekula z 10⁷. Vertikální a horizontální srážky napomáhají k vodní kapacitě v půdě. V ČR HS -cca 700mm/rok, VS-cca550-1800mm (ČHMÚ). Intercepce (zadržovaná+odpařená voda) -hodnoty klesají v zimním období a nabývají v letním (snižování v období dešťů). Pokud se nachází voda v kontaktu s povrchem země, je již znám její kapilární zdvih (vystoupení vody nad hladinu podzemní vody), který se v průběhu různě mění. Evapotranspirací se voda vypařuje, taktéž je důležitý sklon terénu, podle něž se voda nachází v dané oblasti v určitém množství. Jestli se voda nachází či dochází rychle k jejím ztrátám, můžeme odhadnout i podle nadložního humusu, kdy vidíme, zda je humus suchý či vlhký. Ztráty vody jsou ovlivněny počasím tzn. Srážkami nebo např. odtoky (VAVŘÍČEK, KUČERA 2017).

Voda je nedílnou součástí života rostlin, kdy rostlina potřebuje 50-98% vody k životu. Absorpce minerálů či jiných látek čerpá rostlina z vody. Například vodní rostliny, které jsou na vodu zcela úplně vázány nejsou schopny bez ní přežít. Další informace z tohoto života rostlin vázaných na vodu a popis srážek najdeme v publikaci A. P. Šennikova (ŠENNIKOV, 1953).

Pomocí mikroskopu se zjistilo, že je půda tvořena exkrementy žížal, mnohonožek. Při experimentu půdních výsypků se díky žížalám objem vody postupně zvyšoval, kdy se i navyšovala spolu s vodou organická hmota (obalená jílovými materiály) nalezená v tělech živočichů. Půda lépe zadržuje vodu, jelikož se i právě díky těmto užitečným tvorům hromadí v půdě uhlík a ten je nápomocný vodu zadržovat či udržovat mnohem lépe. Díky chodbám, které žížaly zároveň vytváří svým pohybem, takto půda zadržuje vodu zase o něco lépe (J.FROUZ VESMÍR 99, 2020).

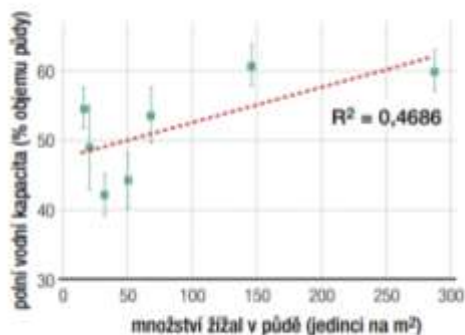
Za posledních 50 let se vědci shodli na tom, že organická hmota má malý nebo dokonce nemá žádný vliv na dostupnou vodní kapacitu půdy. Historický vývoj tohoto pohledu je prozkoumán a tvrdí se, že literatura na toto téma byla špatně vyložena a že jsou výzkumné názory vědců mylné. Kromě kritického přezkumu literatury byly zveřejněné údaje vyhodnoceny za účelem posouzení vlivu obsahu organických látek na vodní kapacitu půdy v rámci tří texturních skupin. V každé skupině se s rostoucím obsahem organické hmoty zvyšoval objem vody zadržované v polní kapacitě mnohem větším tempem než objem vody zadržované v trvalém bodu vadnutí. V důsledku toho byly zjištěny velmi významné pozitivní korelace mezi obsahem organické hmoty a vodní kapacity pro skupiny textur s písčítými, bahnitými a hlinito- jílovitými půdami. Ve všech skupinách textur se obsah organické hmoty zvýšil z 0,5 na 3 %, Objem půdy se více než zdvojnásobil. Půdní organická hmota je důležitým určujícím faktorem dostupné vodní kapacity, protože je považována za významnou půdní složku. V této studii se jedna až 6 % hmotnosti organické hmoty rovnalo přibližně 5 až 25 % objemu (HUDSON, 1994).

Hlavní příčinou ztráty produktivity půdy v důsledku eroze jsou změny vlastností zadržování vody v půdě nebo snížení tloušťky zakořenění. Cílem této studie bylo změřit koncentraci organického uhlíku v půdě na vlastnosti půdy, které ovlivňují dostupnou vodní kapacitu. Čtyři lokality s mírně hrubou (písčitou), střední a středně jemnou nebo jemnou půdou byly vzorkovány ve čtyřech přírůstcích po 0,457 m v rámci každého ze dvou systémů hospodaření s ornou půdou (konvenčně obdělávané a mulčované) a každého ze dvou systémů hospodaření s panenskými pastvinami (parazitované panenské a reliktní panenské). Měření koncentrace vody podle hmotnosti při polní kapacitě (FC) a trvalém bodu vadnutí (PWP) byla provedena na narušených vzorcích půdy. Hustota volně loženého materiálu klesala se zvyšující se koncentrací uhlíku. Změna byla největší v písčitých a nejméně ve středně strukturovaných půdách. U všech půd dohromady představovala změna přibližně 75 % jak v terénní kapacitě, tak v trvalém bodu vadnutí. Změna byla větší u kapacity pole než u trvalého bodu vadnutí. Jednotková změna koncentrace uhlíku v písčitých půdách způsobila větší změnu při polní kapacitě než při trvalém bodu vadnutí, ale ve středních a jemných půdách změna při polní kapacitě v podstatě paralelně odpovídala změně v trvalém bodu vadnutí. Zvýšení koncentrace uhlíku

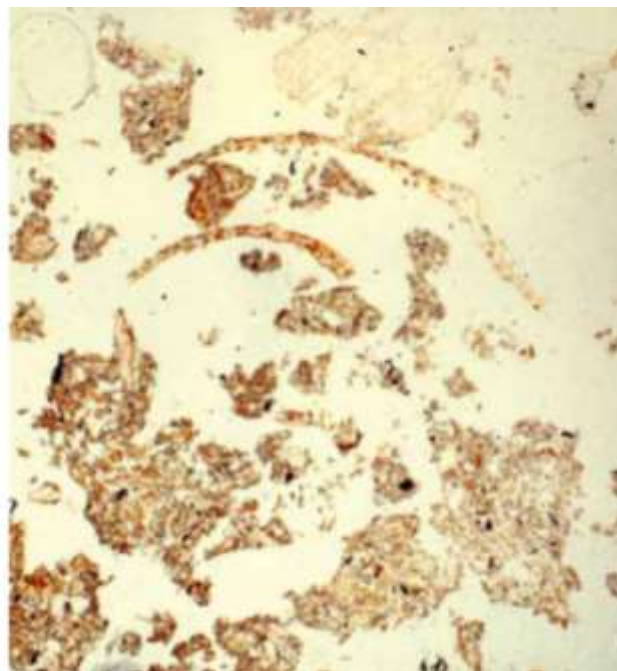
nezměnilo dostupnou vodní kapacitu v písčité skupině a snížilo ji ve střední a jemné texturní skupině. Ztráta produktivity půdy způsobená erozí na severních pláních je pravděpodobně těsněji spojena s poklesem živin a biologické aktivity než se změnou dostupné vodní kapacity. (BAUER, ARMAND; BLACK, 1992).

Rostlino-extrahovatelná vodní kapacita půdy je množství vody, které lze z půdy extrahovat, aby byly splněny požadavky na evapotranspiraci. Často se předpokládá, že je prostorově invariantní při rozsáhlých výpočtech rovnováhy půdy a vody. Empirické důkazy však naznačují, že tento předpoklad je nesprávný. V tomto dokumentu se odhaduje rozložení rostlinné kapacity půdy. Pro každou půdní jednotku zmapovanou organizací FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations)/Unesco byl vytvořen reprezentativní půdní profil charakterizovaný údaji o velikosti a tloušťce částic v horizontu (vrstva). Organická hmota půdy byla empiricky odhadnuta z klimatických údajů. Hloubky zakořenění rostlin a pokrytí půdy byly získány ze souboru údajů charakteristických pro vegetaci. V každé buňce mřížky o velikosti 0,5 x 0,5 %, kde je přítomna vegetace, byla z písečného, jílovitého a organického obsahu každého obzoru profilu odhadnuta disponibilní kapacita vody (cm vody na cm půdy) a integrována do tloušťky obzoru. Suma integrovaných hodnot nad menší hloubkou profilu a hloubkou kořene vedla k odhadu vodní kapacity půdy extrahovatelné rostlinami (DUNNE, CORT, WILLMOTT, 1994).

Celosvětový průměr odhadovaných vodních kapacit půdy extrahovatelných rostlinami je 86 cm. Odhady jsou menší než 5, 10 a 15 cm – nad přibližně 30, 60, respektive 89 procent plochy. Odhady odrážejí kombinované účinky struktury půdy, organického obsahu půdy a hloubky kořene rostliny nebo hloubky profilu. Nejvlivnějším a nejistým parametrem je hloubka, do které se vypočítá rostlinná extrahovatelná vodní kapacita půdy, která je obvykle omezena hloubkou kořenů. Struktura půdy má menší, ale stále podstatný vliv. Organický obsah, s výjimkou případů, kdy jsou koncentrace velmi vysoké, má relativně malý účinek (DUNNE, CORT, WILLMOTT, 1994).



ČINNOST půdních živočichů, zejména žížal, může významně zvyšovat schopnost půd zadržovat vodu. Graf ukazuje vztah mezi početností žížal ve výsadbách různých druhů dřevin, vysázených blízko sebe na jedné výsypce po těžbě uhlí na Sokolovsku, a kapacitou dlouhodobě zadržené vody.



Obr. 5: Vodní kapacita; ovlivnění půdy kroužkovci (Žížalami).

2.22 Teplotní poměry lesních půd

50-80% tepla se do půdy získává pomocí slunečního záření (záleží na intenzitě záření), zbytek se odrazí. Dále díky rozkladům organismů v půdě dochází k určité teplotě, která se vytváří díky metabolickým procesům v těle půdních živočichů. Když se půda prohřívá, vidíme význam i v nadmořské výšce (zvýšení krátkého ultrafialového záření od 200 do 2000 m.n.m., léto cca 35%, zimní období 45%) či směru úhlu záření, dokonce pravděpodobnost bude i v tloušťce nadložního humusu, hloubce půdy a další aspekty (VAVŘÍČEK, KUČERA 2017).

Měrná tepelná kapacita ($J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$) k zahřátí 1kg půdy o 1K (anebo o 1°C). Rozlišujeme tepelnou (vedení tepla v prostoru půdy) a teplotní vodivost je závislá na tepelné vodivosti, měrném teple či vodivosti látky (VAVŘÍČEK, KUČERA 2017).

Látka (také půdní složka)	Měrné teplo [J · kg ⁻¹ · K ⁻¹]	Tepelná vodivost l (při 25 °C) [W · m ⁻¹ · K ⁻¹]	Teplotní vodivost a [m ² · s ⁻¹]
Voda	4 180	0,606	0,000140
Vzduch	1 003	0,018	0,000018
Led	2 090	2,200	0,001100
Suché dřevo	1 450	0,04–0,30	0,000200
Humus	2 512	0,20	0,000080
Křemen	2 009	8,50	0,004200
Jilové nerosty	2 000	2,90	0,001450

Obr. 6: Tepelná a teplotní vodivost (VAVŘÍČEK, KUČERA 2017).

Pomocí pedologických přístrojů, lze měřit teplotu půdy např. s dataloggerem, kdy dochází k ukládání měření každých 15 min, abychom zjistili, jakou teplotu má půda v celém průběhu dne a nejen v jedné části. Větší vodivost má půda v mokřém stavu. Barva také ovlivňuje teplotu půdy, kdy tmavší půdy se rychleji a lépe zahřívají (menší albedo), kdežto světlejší s méně pomalejší intenzitou. Rozdíl u tmavé půdy je okolo 3-5 °C větší, oproti světlým. Vegetace stromovitá propouští méně tepla, jelikož je půda v zástínu. Dále půdu ovlivňuje zamrznutí aj. (VAVŘÍČEK, KUČERA 2017). Formy vody v lesních půdách řeší autor J. Pelíšek (PELÍŠEK, 1957).

2.23 Objemová vlhkost, provzdušněnost, vzdušná kapacita

Rozlišujeme půdy s různými stupněmi vlhkosti (např. okamžitá, čerstvá, relativní vlhkost a další). Relativní vlhkost je založena na tomto vzorci: $H = \frac{M}{K} * 100\%$ (M -momentální obsah vody, K-kapilární kapacita). Hygroskopická voda se váže na půdní koloidy, kde závisí na vlhkosti půdního vzduchu a koloidech. Vh je označováno číslo hygroskopičnosti (množství vody), kdy je důležitá relativní vlhkost vzdušná, kterou pohlcuje půda, ale pan Sekera uvádí, že pro půdu není voda nijak užitečná, protože ji nemohou využít jak mikroorganismy, tak ostatní rostliny (SEKERA). Fyziologická forma vody se definuje jako příznivá či nepříznivá pro dřeviny a rostliny. Záleží zde, jestli vodu dřevina či rostlina spotřebovává či nikoliv. Důležitý je i typ a druh půdy, kdy například u písčité půdy je v hlubší části voda neprostupná, čili se nedostane hlouběji ale může být v určité hloubce užitečná i v

půdě písčité. když máme jiný druh půdy např. jílovitou, tak je voda pro vegetaci neúčinná, tudíž se označuje za neúčinnou (PELÍŠEK, 1957).

Provzdušněné a neprovzdušněné půdy mají také svůj význam. Provzdušněností se rozumí půda ta, která se při velkém provzdušnění snáze zahřívá a potom dochází k vysušení půdy. Objemovou vlhkostí můžeme nazvat velikost, neboli objem, který půda může přijmout tzn. objem pórů zaplněný vodou. Veškerý možný vzduch, který se zachytí do póru v půdě, nazýváme minimální vzdušnou kapacitou (VAVŘÍČEK, KUČERA, 2017).

2.24 Půdní dusík jako ekologický činitel

V půdě se dusík pohybuje v rozmezí od 0,1-0,2 %, u jehličnanů se nachází okolo 13 g * kg⁻¹ sušiny. U listnatých dřevin je to asi 24 g * kg⁻¹ sušiny. Rostliny využívají organický dusík (85-95 %) z toho 50 % jsou aminokyseliny a aminosacharidy, v podobě heterocyklických sloučenin stabilních organických molekul je dusík zbytkový (VAVŘÍČEK, KUČERA, 2017).

Musíme podotknout, že se dusík vytváří z opadu (organická hmota), 4-8% můžeme najít v mikrobiální biomase, což je živá složka půdy. 10% tvoří dusík minerální, u rostlin je to amonný iont (NH₄⁺) -účinné pro anoxické podmínky a NO₃- dusičnan- účinné pro oxické podmínky. Dusík se podílí na tvorbě chlorofylu, aminokyselin, bílkovin, enzymů, chitinu, DNA nebo RNA (VAVŘÍČEK, KUČERA, 2017).

Když bysme stanovili podíl mezi dusíkem a draslíkem v biomase, tak je to 2:1. Velmi vysoký obsah dusíku je uváděn v hodnotách od >0,3 a velmi nízký <0,03 celkově v půdách. Důležité je uvést rozdíl mezi půdním dusíkem a dusíkem atmosférickým. Má zde význam biologická fixace, která funguje na základě přechodu dusíku plynného do sloučenin v obou směrech (kvůli mineralizaci funguje přechod z organické do organické části). Dusík atmosférický popisujeme jako postupné uvolnění NH₃ – čpavku do atmosféry (VAVŘÍČEK, KUČERA, 2017). Dusík se mění v důsledku lokality, ročního období, ovzduší a stanoviště, kdy závisí na druhu rostliny (NĚMEC, 1948). Ve výzkumu je zaznamenáno, že v České republice, v určitých oblastech, naměřených v 90. letech došlo k nárůstu anebo snížení dusíku, ale v 80. letech 20. století byl zde dusík v rovnováze. Krušné hory a

Krkonoše byly v ČR oblastí, kde se zaznamenal pokles dusíku, jelikož zde byla i snížená kvalita ovzduší, díky elektrárnám a imisím (HÚNOVÁ, Vesmír 96, 2017).

Co se týče dusíku, najdeme jeho podrobné vysvětlení v publikaci autora Šimka, Samce či v publikaci Šantrůčkové (ŠIMEK 2003, SAMEC a kol., 2009, ŠANTRŮČKOVÁ 2014).

2.25 Uhlík jako základní složka organické hmoty

Uhlík je základním prvkem pro život na Zemi (ROSTON, 2008). Životní cyklus na Zemi přispívá k regulaci uhlíku v atmosféře a geologické síly převládají nad geologickými časovými měřítky. Nejdůležitější je tedy, že teplota Země a obsah uhlíku v atmosféře korelují v geologických časových měřítkách (ROSTON, 2008). Organický uhlík se pravděpodobně nachází v mnohem větší míře v půdě (cca 2x více) než v samotné atmosféře či rostlinné biomase (ŠANTRŮČKOVÁ, 2014).

Uhlík je biogenní prvek, který je základní stavební složkou organické hmoty, ať už živé, odumřelé nebo přeměněné na polymerizované organické substance. Výše zmíněné můžeme označit jako půdní organickou hmotu. Díky organismům se odumřelá organická hmota přeměňuje. Stavební složky vstupují do minerální formy NH_4^+ , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} apod., kdy se uhlík emituje ve formě CO_2 v procesu dýchání. Z oxidu uhličitého je uhlík vpravený do organické hmoty zelených rostlin, kde je vydýcháván a pak se dostane na půdní povrch nebo do půdy. Procesy v rámci kterých je uhlík zabudováván do organické hmoty, následně je z ní uvolňován a translokován v minerální podobě, se nazývají globální cyklus uhlíku (VAVŘÍČEK, KUČERA, 2017).

Globální cyklus popisuje biogeochemický koloběh uhlíku mezi atmosférou, biosférou, hydrosférou, pedosférou a geosférou na zemi. Procesy koloběhu trvají hodiny až miliony let a dlouhodobý a krátkodobý koloběh uhlíku je odlišný (BERNER, 2003). Dlouhodobý koloběh popisuje zejména výměnu uhlíku mezi horninami, atmosférou, biosférou a půdou. Tento koloběh uhlíku je hlavním regulátorem koncentrace atmosférického oxidu uhličitého v geologickém časovém horizontu (100 000 let) a může být reprezentován zjednodušenými rovnicemi (1.1) a (1.2); BERNER, 2003).



Oxid uhličitý (CO₂), metan (CH₄), oxid uhelnatý (CO) a uhlovodíky jsou hlavními uhlovodíkovými plyny v atmosféře, ale pouze CO₂ má význam z hlediska koloběhu. Procesem, činností nebo mechanismem, se z atmosféry odstraňují uhličitě skleníkové plyny, aerosoly nebo jejich prekurzory a dochází tak k poklesu uhlíku (IPCC, 2007).

Skleníkové plyny (např. CO₂, CH₄ a uhlovodíky jiné než metan) jsou složky atmosféry, které absorbují a produkují záření na specifických vlnových délkách ve spektru tepelného infračerveného záření, vyzařovaného zemským povrchem, atmosférou a mraky. Nicméně, skleníkové plyny se liší svým radiačním působením. Například potenciál skleníkového oteplování CH₄ je přibližně 23krát vyšší než potenciál CO₂ ve stoletém časovém horizontu (FORSTER a kol., 2007). Troposférický ozon (O₃) má navíc třetí nejsilnější pozitivní radiační sílu na klima po dlouhotrvajících skleníkových plynech CO₂ a kombinovaném vynuocování CH₄, nemethanhydrokarbonů a oxidu dusného (N₂O) (FORSTER a kol., 2007).

Uvolňování uhlíku v lesních půdách závisí jednoduše na rovnováze mezi mírou uhlíku k půdě a mírou ztrát uhlíku. Tato jednoduchá rovnováha však závisí na mnoha vzájemně se ovlivňujících procesech. Výsledky stovek studií ukazují, že uhlík v půdě se může nebo nemusí zvyšovat, pokud lesní vegetaci nahrazují travní pastviny nebo řádkové zemědělské plodiny. Rozdíly v obsahu uhlíku se však liší, v jednotlivých situacích např. čerstvě vysázené lesy nezvyšují obsah uhlíku v půdě. Dále celkově lesy ve skutečnosti přispívají k velkému množství tvorby uhlíku v půdě; velké přírůsty dřevin mohou jednoduše kompenzovat ztráty uhlíku, které nahromadily nedostatečnou vegetaci a využívání půdy. Rostoucí teploty mohou zvýšit míru rozkladu uhlíku, ale jakékoli změny částečně závisí na změnách v širokém ekosystému, které se mění i v reakci na klima. Tvorba uhlíku závisí tedy na půdních faktorech a podnebí. Obecně platí, že teplejší půdy nahromadí více uhlíku než chladnější půdy. Dlouhodobé uvolňování uhlíku v lesních půdách může záviset na tom, zda je tento proces ovlivňován abiotickými činiteli, jako např. požár, který může ovlivnit uvolňování uhlíku v půdě (BINKLEY, FISHER, 2012).

Dřeviny absorbují krátkovlnné sluneční světlo a pomocí fotosyntézy přeměňují asi 1 % až 3 % absorbované energie na sacharidy. Jak velká část této celkové hrubé primární produkce vstupuje do půdy závisí na sacharidech a časovém horizontu. Stromy mají tendenci vynaložit asi 15-30% své celkové produkce na růst a asi třetina až polovina materiálu se hromadí v biomase listů. CO₂ pro růst listů (Litton et al., 2007). Některé sacharidy se dostanou ke kořenům během několika dní, což podporuje produkci kořenové biomasy a růst kořenů či mykorrhize. Celková akumulace uhlíku je velmi složitým procesem, kdy závisí na rychlosti rozkladu organické hmoty (BINKLEY, FISHER, 2012).

„Většina půdních bakterií je heterotrofní a energii a uhlík získává rozkladem organické hmoty“ (PAVLŮ, 2018). Když dochází k vytváření humusových látek v půdě, dochází k sekvestraci uhlíku. Při procesu karbonizace (uhelnatění), se vytváří humusové uhlí a tím dochází k tomu, že ve stavbě je oproti klasickému procesu o hodně více uhlíku, ale o to méně dalších látek (K, CO₂, H) (PAVLŮ, 2018). Zejména uhlík a další látky, jsou dnes ovlivněny zemědělstvím, které bylo dříve vykonáváno a tím byly ovlivněny rostliny, i lesy (lesní půdy) dnes (KOPECKÝ, VOJTA, 2009).

2.26 Chemismus lesních půd

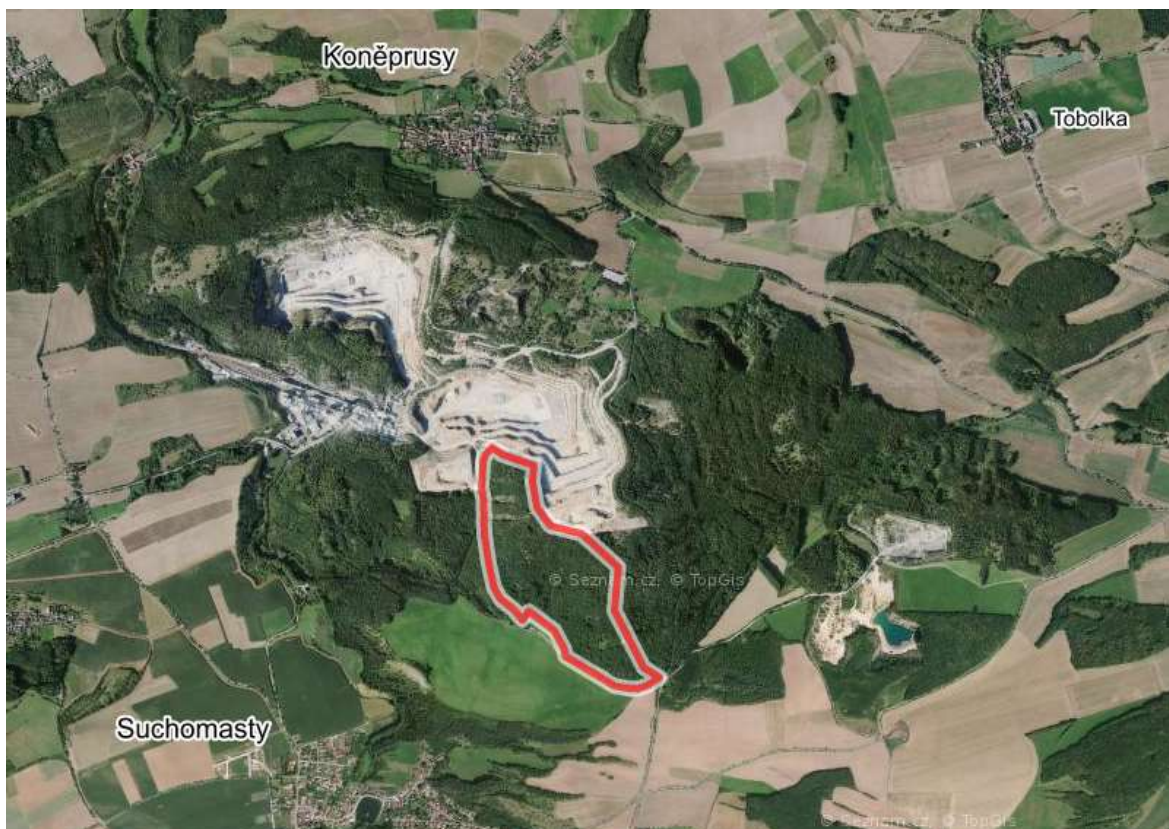
Chemismus se rozkládá na dva další elementy a to: makro a mikroelementy. Makroelementy jsou zejména ty, díky kterým se vytváří půdní hmota (Si, Al, Fe, Mn, Ca, Mg, K, Na, P, N, S, C, O, H), v určitých typech a vrstvách půd se nachází elementy, kde jsou více obsaženy např. Si, Al a Fe, což jsou prvky jílotvorné, dále jsou rozděleny na organické (C, N) anebo půdní báze (Ca, Mg, K, Na). Mikroelementy souvisí s růstem rostlinstva, ale stále není zjištěno, jak působí na dřeviny v porostech, jelikož se na lesních půdách nachází velmi málo. Patří sem měď, zinek, olovo, nikl a další. S čím bychom mohli spojit tento proces (chemismus) tak určitě také s koloběhem živin lesních půd (PELÍŠEK, 1957).

3 Metodika

Hlavním cílem mé bakalářské práce bylo na daných zkusných plochách změřit hloubku půd, orientaci terénu, sklon terénu a následně porovnat vybrané tři lokality v CHKO Český kras. Jedná se o lokality: Voskop, Za Lípou, Na Pláních. Tyto tři oblasti se v první řadě liší umístěním na rozdílných světových stranách a především druhovým složením stromového i bylinného patra. Cílem je taktéž srovnat na území každé z těchto tří lokalit jejich druhové složení stromového patra ve výmladkových lesích Českého krasu.

3.1 Lokalita č.1 Voskop

Přírodní rezervace Voskop, se nachází ve Středočeském kraji, v okrese Beroun. Je umístěna na jihozápadních a západních svazích, kde sousedí s velkolomem Čertovy schody, mezi obcemi Suchomasty a Koněprusy. Nadmořská výška se pohybuje od 392 do 473 m, s výměrou lokality 31, 49 ha. Než byla tato lokalita uvedena jako přírodní rezervace, probíhalo spousta vyjednávání a domluv ohledně povolení s vlastníkem pozemku Velkolomu Čertovy schody, a.s., což dopadlo po 15.letech jednání úspěšně, se vstřícností Velkolomu Čertovy schody. Tato lokalita se zrovna nachází v dobývaném prostoru těžby, tudíž to nebylo zrovna jednoduché. Téměř třetina přírodní rezervace leží v území, kde na základě povolení na začátku 90. let mohla být zahájena těžba ve Velkolomu. Hlavním důvodem vyhlášení místa jako přírodní rezervací (PR) je především ochrana nízkokmenných habrových a dřínových doubrav, pastevních lesů a pěchavových borů, trávníků či kostřavových trávníků i s vápnomilnými bučinami. Důležitá je zde ochrana geologického reliéfu a to hlavně kvůli krasovým jevům (povrchové krasové jevy a kapsy) Významná je i ochrana rostlin, hmyzu, hub, obojživelníků, plazů, ptáků a také netopýrů v biotopech, které jsem již zmínila výše (AOPK ČR, web 2013b).

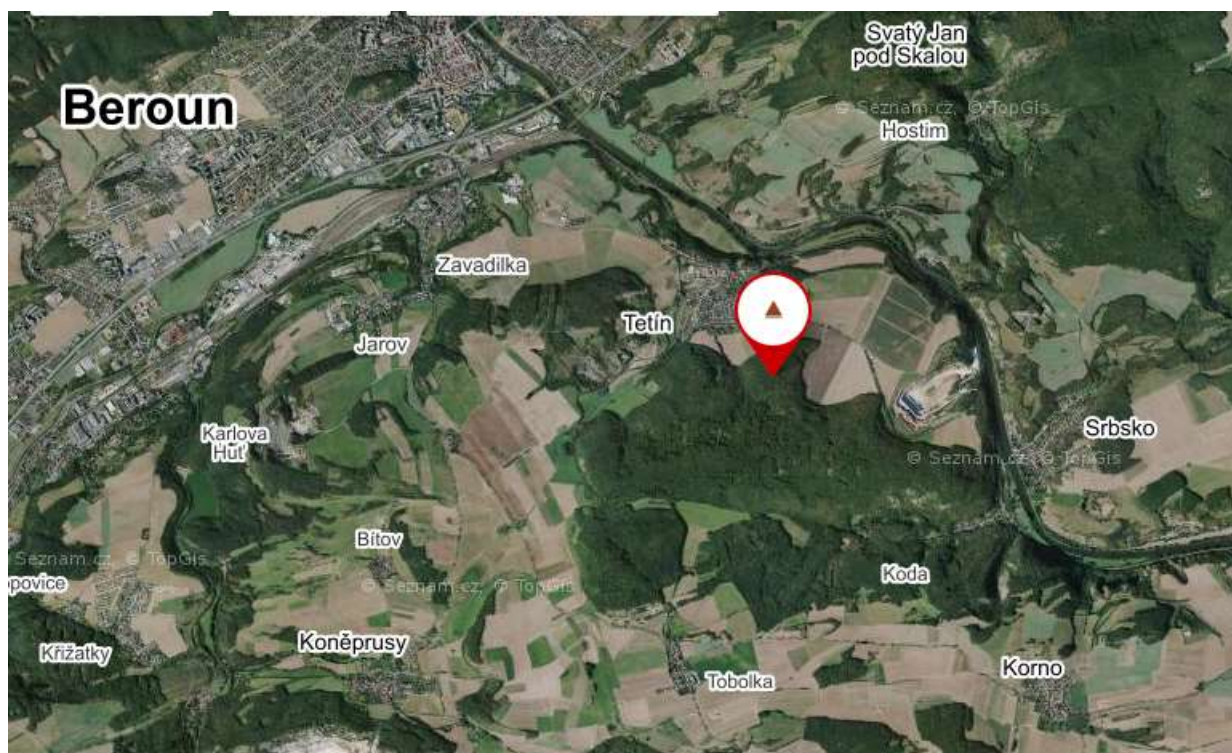


Obr. 7: Mapa označující lokalitu Voskop, v CHKO Český kras.

3.2 Lokalita č.2 Za Lípou

Další výzkumnou lokalitou je NPR Koda (Národní přírodní rezervace Koda), kde se nachází zkoumané území Za Lípou. Zkoumaná lokalita nazývaná Za Lípou, leží na severním okraji NPR Koda. NPR koda se vyskytuje ve Středočeském kraji, taktéž v okrese Beroun. Přírodní rezervace je považovaná za jedno z nejstarších chráněných území v CHKO Český kras. Je vyhlášenou za rezervaci od roku 1952, členící se na jih a západ od Berounky mezi Tetínem, Tobolkou a Srbskem. (KUBÍKOVÁ, LOŽEK, ŠPRYŇAR, 2005). Přírodní rezervace je ve správě AOPK ČR – regionálního pracoviště Střední Čechy. Území je členité a vesměs zalesněné, které charakterizují lužní a suťové lesy s dubohabřinami, kyselými doubravami či šipákovými doubravami. Patří sem i lesostepi s xerothermními trávníky a skalními stepi. Nadmořská výška se zde pohybuje v rozmezí 220–467 m, s výměrou cca 496 ha (AOPK ČR, web 2013b). Rezervace je známá svými archeologickými či jeskynnými nálezy, je zde cca 50 objevených jeskyní (Kodská jeskyně), kde Krasové vody tvoří

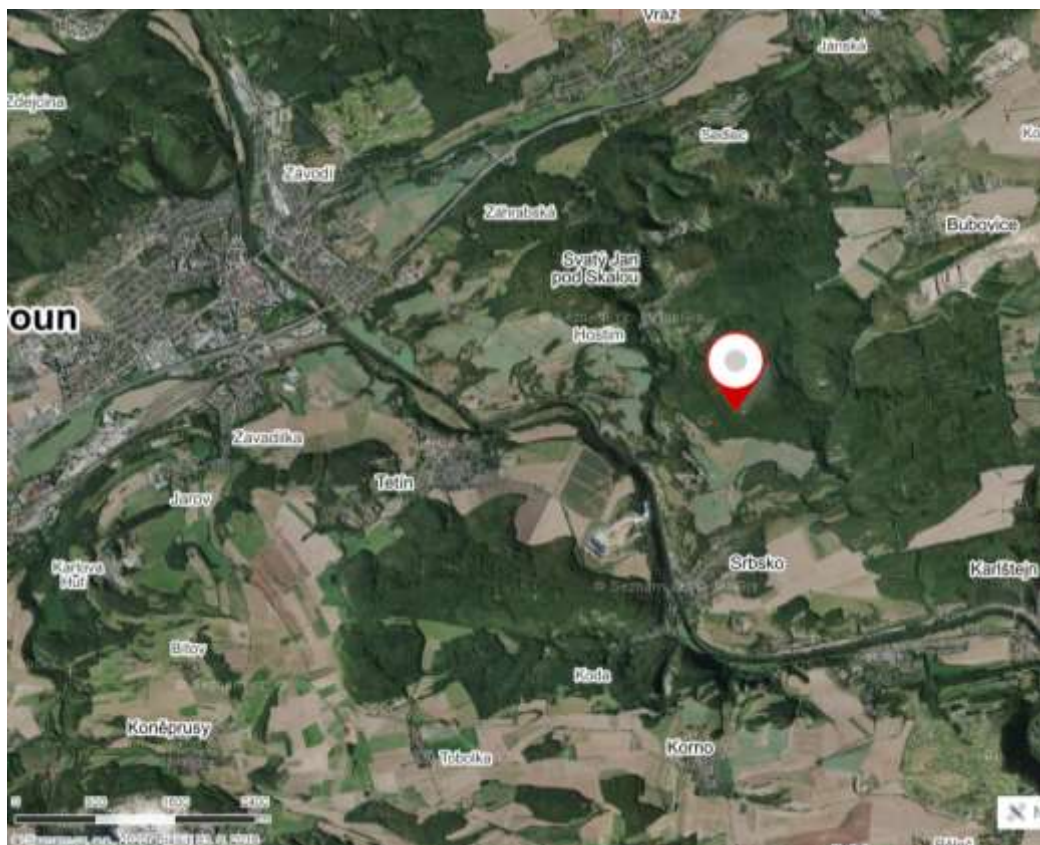
známé pěnovce (LOŽEK a kol., 1996). Geologické podloží je tvořeno především vápenci vzniklými ze schránek mořských živočichů (AOPK ČR, web 2013b).



Obr. 8: Označení lokality Za Lípou v CHKO Český kras.

3.3 Lokalita č.3 Na Pláních

Třetí významnou lokalitou, kde proběhl výzkum, je území Na Pláních, nacházející se v NPR Karlštejn (Srbsko) ve středočeském kraji, okres Beroun. Lokalita byla vyhlášena r. 1955 jako národní přírodní památka. Území se nachází severně od Berounky mezi Berounem Vráží, Mořinou, Karlštejnem a Srbskem v nadmořské výšce cca 216-440 m. Vypozorovat můžeme zde převážnou lesnatost, kde je povrch tvořen údolními s potoky (Budňanský, Bubovický a Loděnický potok). Bučiny, černýšové dubohabřiny nebo mochnové doubravy jsou na tomto místě zdejší, ovšem sem patří i hrachorové doubravy, kostřavové nebo pěchavové skalní stepi. V této přírodní rezervaci můžeme vyzdvihnout archeologické naleziště jeskyní či výskyt vápenců (AOPK ČR, web 2013b).



Obr. 9: lokalita Na Pláních, CHKO Český kras.

3.4 Popis experimentu

V mé literární rešerši jsem se zmiňovala o výmladkových lesích, které významně figurují v experimentu. Výmladkové lesy se tedy označují i synonymy: nízký les nebo pařezina, což nám z názvu vyplývá, že les vzniká z pařezových a kořenových výmladků, kdy les nevznikl uměle, výsadbou či přirozenou obnovou. Výmladkový les byl často využíván k pasení dobytka, kdy se stala půda kvalitnější. Pro tvorbu výmladků je důležitá výška pařezů, stáří kmenů, poloha kořenů a jejich hloubka pod povrchem. Vznik výmladkových lesů řadíme na konci mezolitu a počátkem neolitu, kde se značně vyvíjela osídlená kulturní krajina (LOŽEK, 2011). Dodnes zachované lokality starobylých výmladkových lesů jsou proto také významnou kulturně historickou památkou (BUČEK, 2010). Za starobylé výmladkové lesy označujeme lesy výmladkového původu s dlouhodobým kontinuálním vývojem a zachovanými typickými znaky starých pařezin. Patří sem výmladkové pařezy s výmladky, pařezové hlavy s výmladky, hlavaté stromy, doupné stromy, světliny či hraniční stromy a historické příkopy, valy, mohyly a další (BUČEK, 2009). Výzkum na tří, již výše uvedených lokalitách: Voskop, Za Lípou a Na Pláních probíhal v CHKO Český kras, který se nachází ve středočeském kraji a

každá z těchto tří lokalit je orientována na jinou světovou stranu. Průzkum popsany níže bude probíhat pod odborným vedením Mgr. Petra Karlíka Dr. rer. nat.

3.5 Terénní a laboratorní práce

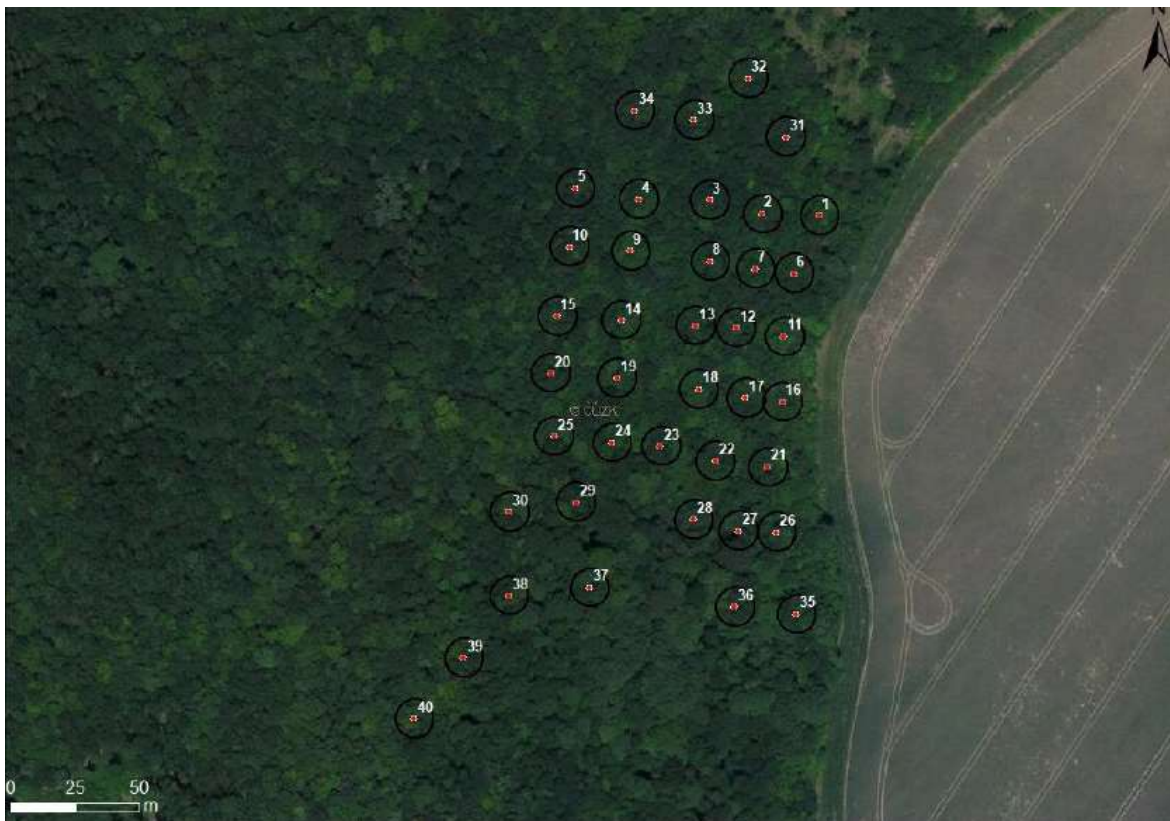
zkusné plochy

Na jedné ze tří lokalit Voskop, na začátku srpna v roce 2013, se pomocí GPS souřadnic vyznačovaly rohové stromy šesti zkusných pruhů (pásů), které se po dvojicích v intervalu deseti let postupně odtěží a zároveň zůstanou vybrané výstavky stromů. V roce 2013, bylo zde vytvořeno 40 zkusných ploch, které se nacházejí v pásech. Šířka pásů je 25 x 125 m, kdy se jejich kompletní hranice vyznačovaly svislým pruhem na hraničních stromech. V období od 17. června -13. srpna se určilo 5 kruhových zkusných ploch s poloměrem 8,5 m (227 m²). Podle úsudku se zde vytvořilo dalších 10 kontrolních zkusných ploch, kde se nebude provádět těžba. Tyto kontrolní plochy byly vytvářeny v okolí pásů, kterými máme provést kontrolu. Stromy jsou od sebe vzdáleny nejméně 15 metrů od těžebních pásů. Zkusné plochy byly označeny příslušným číslem, pevným geodetickým bodem v zemi a kolíkem, jehož horní část byla označena výraznou oranžovou barvou k lepší orientaci mezi zkusnými plochami. Celkové číslování ploch se provádělo vzestupně proti svahu, podle zkusných pásů. Důležitými daty na této lokalitě byly: měření hloubky půd, orientace terénu, sklon terénu a odběr kopeckého válečků odebíraných na všech 40 zkusných plochách (HRONÍK, 2014).



Obr. 10: zkušné plochy se číslovaly vzestupně proti svahu (podle zkušných pásů). (HRONÍK, 2014).

Na Začátku srpna, v roce 2017 se vyznačovaly rohové stromy šesti zkušných pruhů na jedné z lokalit, a to Za Lípou (NPR Koda), kde probíhal odběr půdních vzorků, a to konkrétně, pomocí laserového dálkoměru. Šířka těchto pruhů je 25 cm a délka od 100 m do 140 m, kde záleží na délce svahu. Tyto stromy v rozmezí deset let budou postupně těženy. Ponechají se zde pouze vybrané výstavky dřevin. Důležité je zmínit to, že se všechny tyto pruhy vztahují právě k východu. V každém pruhu, orientovaném na východ se vyskytují hraniční stromy, na kterých byly vyznačené svislým pruhem kompletní hranice mezi nimi. V každém pruhu bylo od 2. srpna do 5. září vymezeno 5 kruhových zkušných ploch o poloměru 8,5 m (227 m²). Okolo porostů se označovaly další plochy, které se budou používat jako kontrolní plochy pro výzkum, sloužící k přiblížení výsledkům daných třech lokalit. Když se vytvářely kontrolní plochy, vzdáleny od sebe nejméně 10 metrů od vymezených pásů, aby se minimalizoval vliv okrajového efektu. Byly zde zavedeny i zkušné plochy na dvou pasekách. Dohromady v roce 2017 bylo vymezeno 46 ploch, které se označily barevným dřevěným kolíkem, geodetickým bodem a na nejbližší strom se označila barvou plocha (vodorovným pruhem blízko stromu s číslem plochy, které směřuje k označenému středu). Plochy se vybraly tak, abychom zachytili rozrůzněnost terénu i vegetace pro odběr půdních vzorků (MEJSTRÍK, 2018).



Obr. 11: Vyznačení zkusných ploch, Za Lípou (MEJSTŘÍK, 2018).

Tyto Zkusné plochy byly také tímto způsobem vyznačeny i na další lokalitě Na Pláních, kde proběhl výzkum (v roce 2020), a to měření hloubky půd, orientace terénu a taktéž sklonu terénu na podobně vymezených zkusných plochách jako u předchozích lokalit. V minulých letech byly zde odebrány i kopeckého válečky na zkusných pásech.

3.6 Zpracování dat

Na zkusných plochách všech lokalit proběhlo odebírání půdních vzorků pomocí kopeckého válečků. Ocelové kopeckého válečky o standardním objemu 100 cm³ (průměr 56,4 mm, výška 40 mm) (MEJSTŘÍK, 2018). Odebíralo se na všech lokalitách s pomocí určitých nástrojů. Patří sem kladívko, lopatka, začistovací nůž, podkladová destička na zatlučení válečků do půdy, potravinářská fólie, lihový fix a další. Nejdříve si připravíme ocelový váleček na zkusné ploše, který následovně pomocí položené destičky zatlučeme do půdy ostrou obroušenou stranou co nehlouběji tak, abychom viděli z vrchu jen ocelový kruh válečku ponořený v půdě, poté použijeme lopatku na opatrné vyndání válečku s půdou. Použijeme na něj víčka z obou stran, která zacvakneme a olepíme potravinářskou fólií nebo oblepíme lepící páskou, aby se nám víčka samovolně neuvolnila. Tímto postupem pokračujeme ještě s druhým válečkem na stejné zkusné ploše, abychom měli pro

přesnější analýzu dva vzorky, které se odeberou v rozmezí cca 3-5 m daleko od sebe na označené zkusné ploše. Tímto stejným způsobem pokračujeme i u dalších vybraných ploch, k tomuto odběru určeným.

Dále byly na plochách měřeny hloubky půd. K měření hloubky půd jsem měla k dispozici tzv. ocelové píchátko asi 1 m dlouhé, které se následně zapíchlo do půdy, co nehlouběji to šlo. Píchalo se v kvadrantech, kdy bylo potřeba udělat 4 vpichy (pro lepší vyhodnocení) na jedné vyznačené ploše geodetickým bodem a barevně označeným kolíkem pro lepší orientaci. Z těchto hodnot se následně vypočítal průměr s mediánem, pomocí naměřených dat a vzorců v MS excel. Měřily se terénní vlastnosti, a to měřením orientace svahu, která se určovala s buzolou po spádnici svahu, proběhlo měření sklonu terénu, kdy jsem použila trojúhelníkové pravítko kombinované s úhloměrem, kde byla připevněna na pevném provázku kovová podložka. Pravítko jsem si vzala a popošla do strany od označené zkusné plochy, v rozmezí cca 3-5 m, dle potřeby a natáhla jsem ruku tak, aby byla rovina pravítka se svahem terénu. Pro přesný výsledek jsem pomocí pravítka měřila sklony vícekrát. Když nebyl zcela jistý výsledek, tak i z obou stran vyznačené plochy. Následně se změřená hodnota odečetla na stupnici úhloměru.



Obr. 12: Pomůcky pro odběr kopeckého válečků.

3.7 Analýza dat

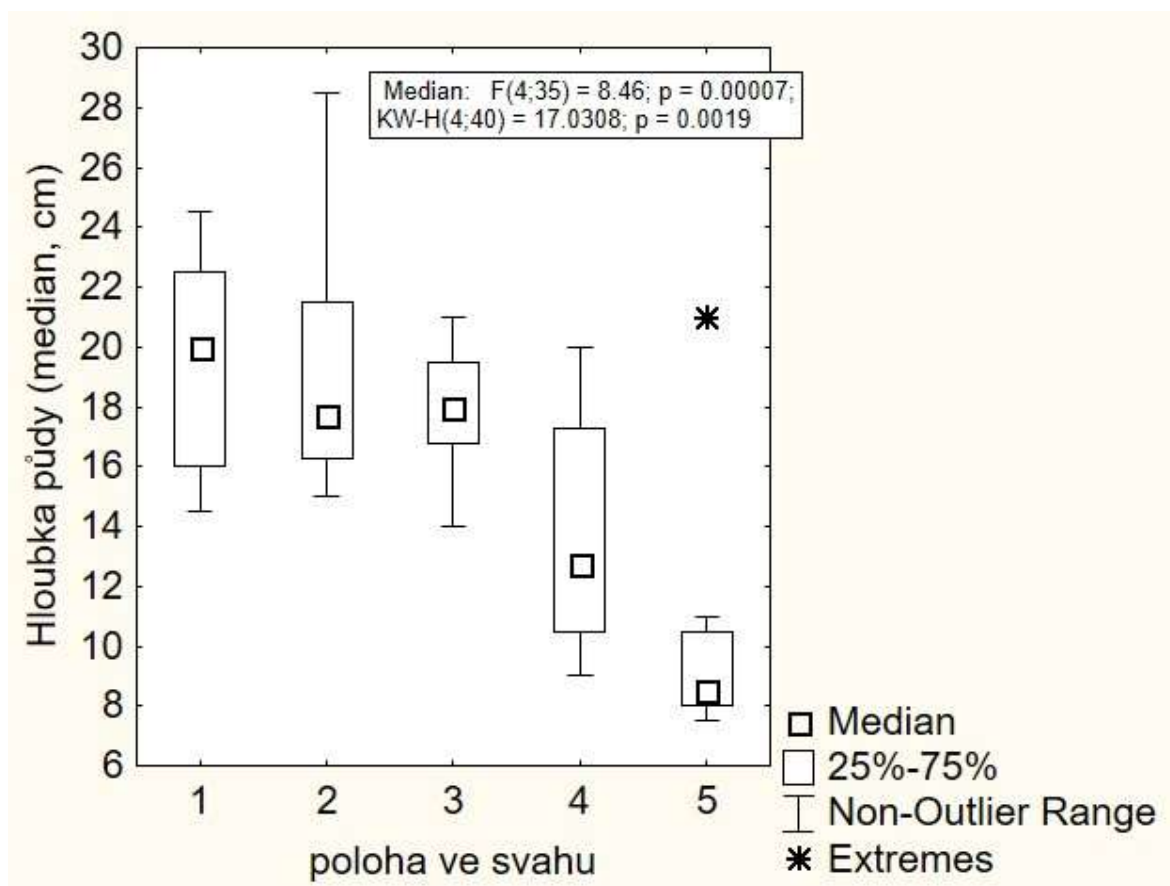
Analýza vodní kapacity

Na lokalitách byly odebrány vzorky půd pomocí ocelových kopeckého válečků, sloužící k rozborům chemickým i fyzikálním, abychom zjistili vlastnosti těchto odebraných vzorků půd z jednotlivých zkusných ploch na lokalitách. Vzorky půd se ponechaly 5 dní na mokřím filtračním papíru, kdy dojde ke kapilárnímu nasycení vzorků, které se následně po nasycení zvažily. Poté se v sušárně zcela vysušily při 105 °C, ponechány v sušárně po dobu 24 hodin, aby došlo k úplnému vysušení. Po tomto procesu, se znova zvažily. Po změření půdy v každém válečku, následovalo odečtení hmotnosti těchto válečků. Byl použit tento vzorec $WHC = \frac{\text{hmotnost nasáknuté půdy} - \text{hmotnost vysušené půdy}}{\text{hmotnost vysušené půdy}} \times 100$. Zkratkou WHC je označována vodní kapacita (KARLÍK, POSCHOLD, 2009).

4 Výsledky

Výzkum probíhal na lokalitě Na Pláních a na Voskopě, kde se měřily tyto dvě proměnné. Na Pláních se měřilo 40 zkusných ploch neboli porovnání vzorků. Na ploše Voskop se změřilo z technických důvodů ploch jen 24. Data se vyhodnocovala s pomocí programu statistika. Zde byly vytvořeny tzv. krabicové diagramy neboli box ploty.

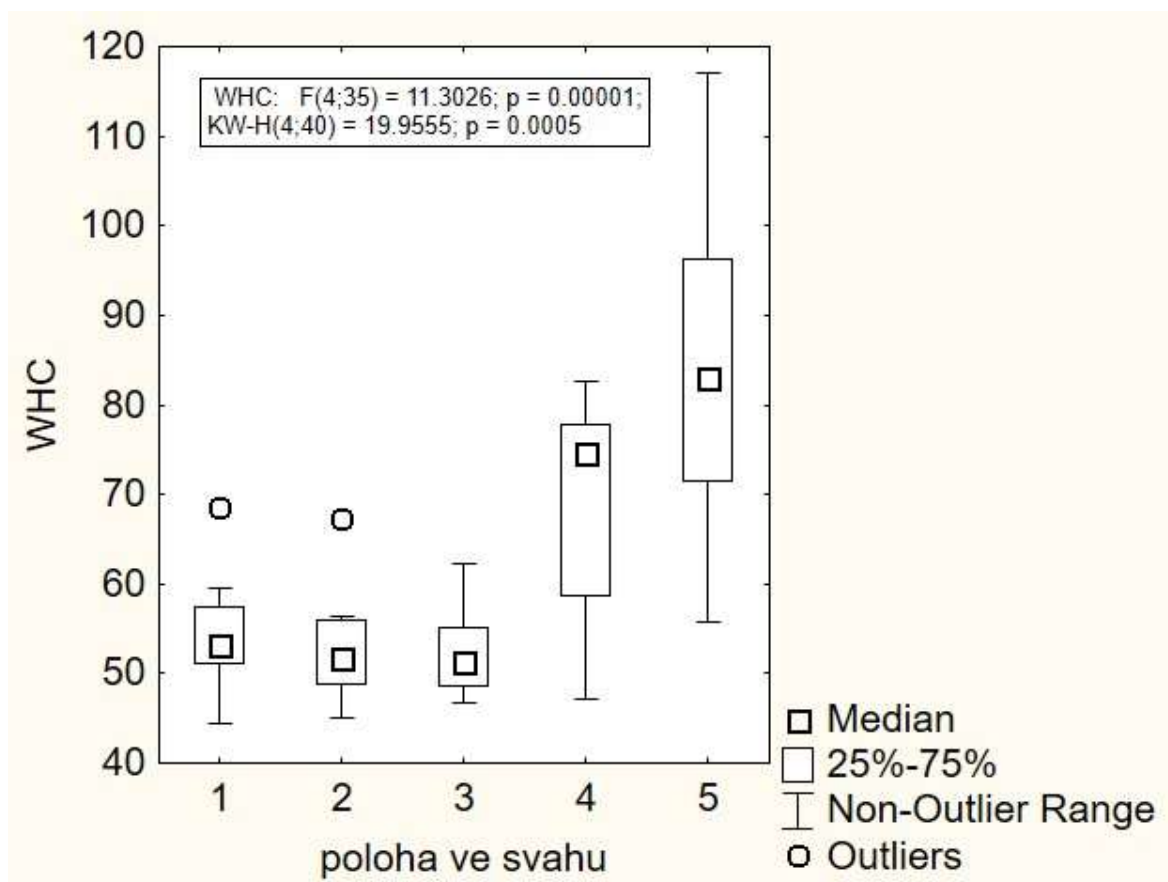
Lokalita Na Pláních:



Graf. 1

Na lokalitě na pláních je změřených 40 ploch. V každé vrstevnici (pozici) na svahu se nachází 1-5 kategorií vrstevnic, kdy jsme měli 8 opakování. Z hodnot, které jsem analyzovala máme tedy hloubku půdy, medián a vodní kapacitu.

Když se zaměříme na graf s boxíky, a vidíme, že klesají znamená to, že hloubka směrem nahoru do svahu klesá a tato závislost je vysoce signifikantní - průkazná. Můžeme to vidět tedy z těchto hodnot statistického testu, nejdůležitější je hodnota p-hodnota dosažené významnosti testu neboli hranice významnosti testu. Důležité je, že čím nižší ta hodnota je, tím je pravděpodobnější. To že test není náhoda, je to skutečnost. Hranice mezi náhodou a skutečností je 5 %, což my připouštíme jako náhodnou chybu. Tady je $p = 0,05$. Dělal se zde dva různé testy. První je parametrický test ANOVA, druhý je Neparametrická alternativa analýzy rozptylu – Kruskalův-Wallisův test. Oba tyto testy jsou vysoce průkazné, protože hodnota p je mnohem menší než 0,05, než těch 5%. Boxíky v grafech znamenají rozptyl naměřených hodnot-vidíte na legendě. Čtvereček medián, panožky rozptyl hodnot a hvězdička jsou hodnoty, které jsou úplně mimo-ulítlé.

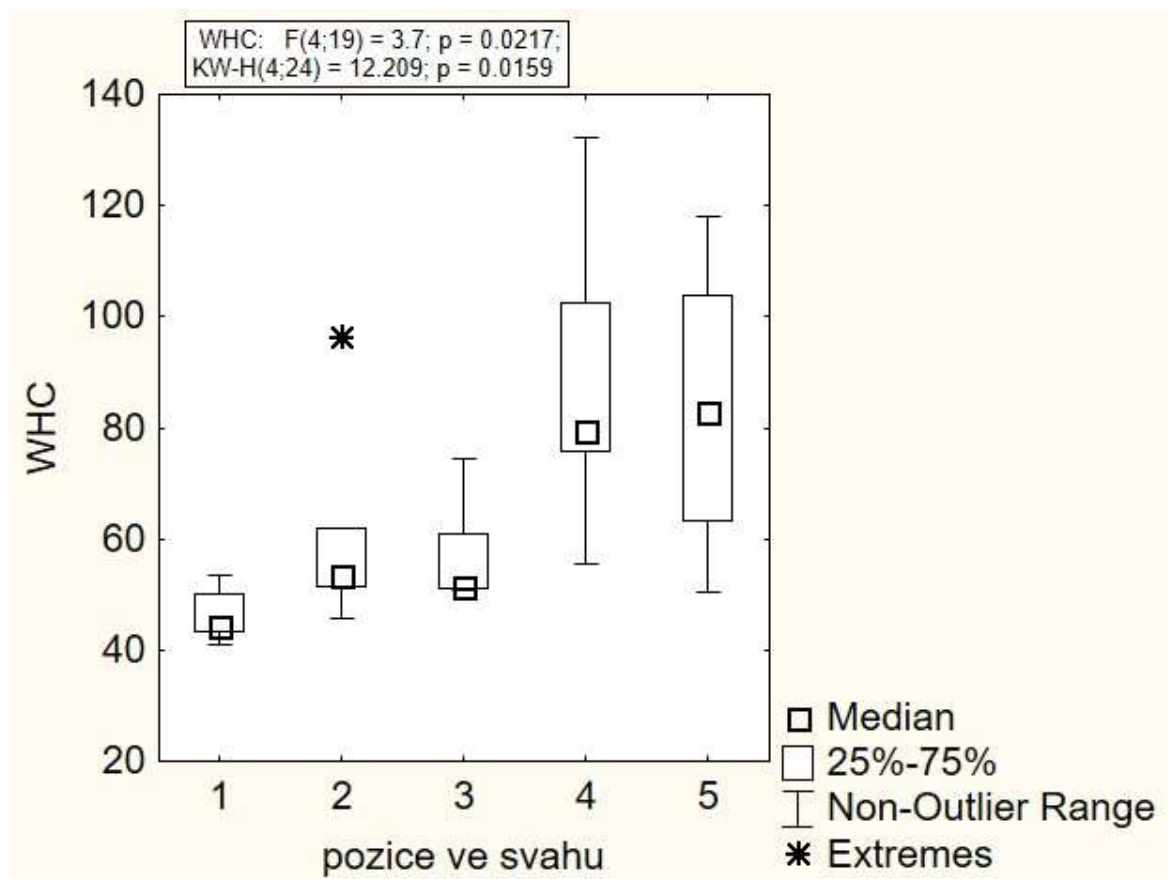


Graf. 2

Na Pláních test vyšel opět velice vysoce signifikantně. První tři polohy jsou skoro totožné, nevýrazné, skoro na stejné úrovni, kde je vodní kapacita kolem 50%. Směrem vzhůru vodní kapacita stoupá, kde u 4. je vodní kapacita větší a u 5. největší, kde jsou tzv. panožky velké- tzn. Velký rozptyl hodnot. Hodnoty p mají nízké čísla tzn. Jsou vysoce průkazné. Což není náhoda a závislost tam je.

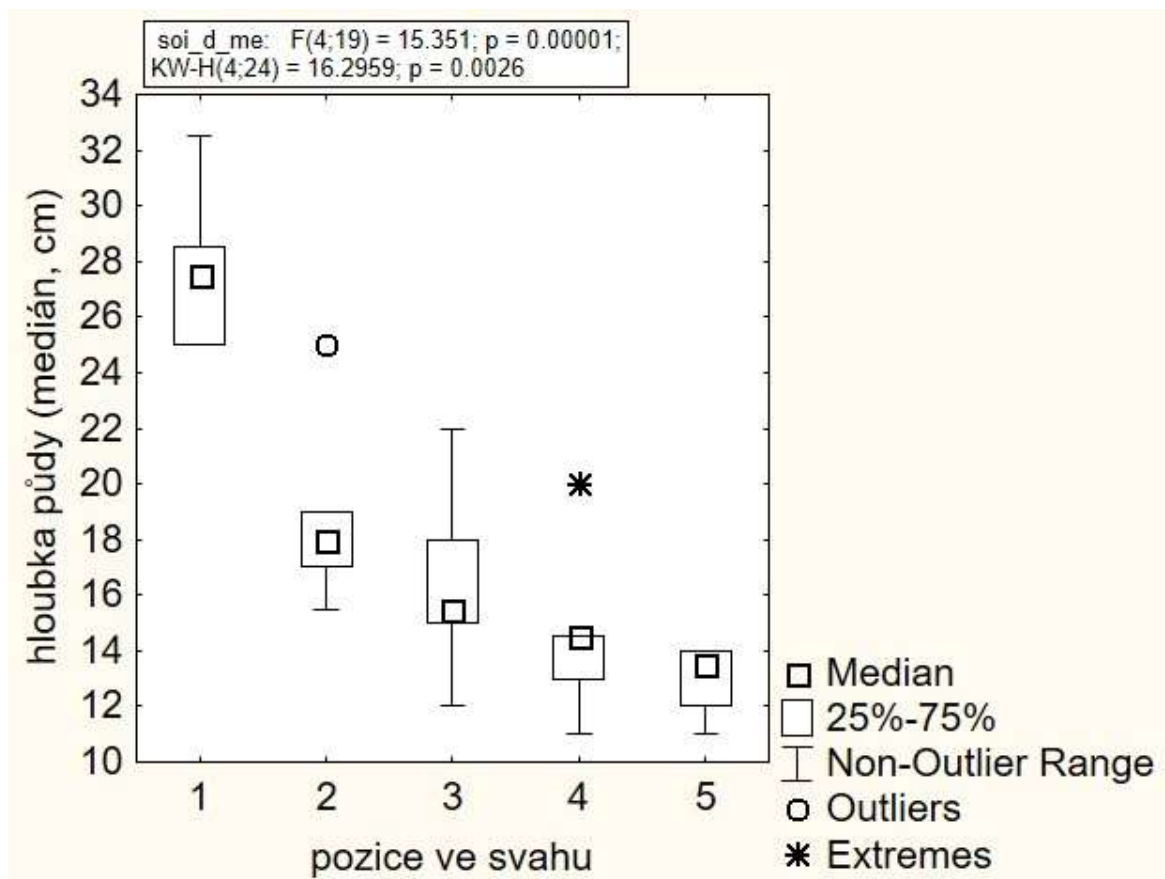
Lokalita Voskop

Na lokalitě na Voskopě bylo analyzováno celkem 24 ploch, stejným způsobem jako Na Pláních a kromě hloubky půdy bylo zde pro zajímavost měřeno i pH. Grafy jsou založeny opět na box plotech. Výsledky se zde výrazně neliší od lokality na Pláních. Pozice na svahu je v závislosti na WHC- vodní kapacitě půdy.



Graf 3.

Vychází nám zde podobné výsledky, kdy 1. a 3. pozice mají poměrně malou hloubku půdy. Kdežto 4 a 5 mají zřetelně větší rozdíl v kapacitě půdy. Můžeme zde vidět zásadní rozdíl mezi pozicemi 1-3 a 4-5. Výsledek vyšel signifikantně, kdy p je opět menší v obou případech, jak v ANOVĚ i Kruskalově-Wallisově testu. Můžeme zde říct, že p je o trochu méně signifikantní než v předchozím grafu u lokality Na Pláních, jelikož se zde provedl menší počet opakování, a to pouze 24 ploch, kdežto u předchozí lokality bylo ploch 40, což se významně promítne do síly testu. Numericky test vychází o něco hůře, ale je signifikantní, je to tedy kvůli menšímu počtu zkusných ploch.



Graf 4.

Další graf na lokalitě Voskop nám ukazuje, že ve spodní části oblasti jsou půdy velmi nejhlubší a nahoře jsou hodně mělké. Dole jsou hluboké cca 28 cm a nahoře 14 cm i méně. P je velmi signifikantní. Je jisté, díky p, že alespoň jeden z boxů se liší od alespoň jednoho jiného boxu. Čtverečky zde značí mediány, Kolečka jsou odlehlé hodnoty a hvězdičky extrémní odlišné hodnoty.

Třetí z lokalit Za Lípou byla měřena, již mým předchůdcem, kde uvádí výsledky schopnosti půdy zadržovat vodu (water holding capacity WHC), kde zjistil, že se zde vodní kapacita naměřila okolo 40-90%, což koreluje s mými naměřenými hodnotami, kde uvádí, že se voda nejvíce zadržuje také na výše položených zkusných plochách (MEJSTRÍK, 2018).

4.1 Porovnání výsledků

Podle box plotů vyšlo, že na lokalitě Na Pláních byla signifikantně vyšší vodní kapacita v závislosti na pozici ve svahu v oblasti. Na základě vyhodnocování směrem výše do svahu hloubka půdy klesala, ale zvyšovala se vodní kapacita, naopak směrem dolů ze svahu byla hloubka půdy podstatně vyšší a vodní kapacita byla nižší.

5 Diskuze

Výzkum proběhl v oblasti CHKO Český kras, který je velmi proslulý svou biodiverzitou a významně zde figuruje uhlík, který je obsažen dvakrát více v půdě, než v atmosféře, což je velmi zajímavé. Má vliv zejména na druhové složení a působí tak na dřeviny či rostliny. Probíhají zde různé půdotvorné procesy, což je i následkem uhlíku. Hlavní příčinou ztráty produktivity půdy v důsledku eroze jsou změny vlastností zadržování vody v půdě nebo snížení tloušťky zakořenění. V jedné studii proběhlo i měření koncentraci organického uhlíku v půdě na vlastnosti půdy, které ovlivňují dostupnou vodní kapacitu. Když došlo tedy na zvýšení koncentraci uhlíku nezměnilo dostupnou vodní kapacitu v písčité skupině a snížilo ji ve střední a jemné texturní skupině. Ztráta produktivity půdy způsobená erozí na severních pláních je pravděpodobně těsněji spojena s poklesem živin a biologické aktivity než se změnou dostupné vodní kapacity. (BAUER, ARMAND; BLACK, 1992). Výsledky mé bakalářské práce, co se týče vodní kapacity značí, že se ve vyšších svazích nachází půdy méně, půdní profil je menší, ale nachází se zde mnohem více humusu než v půdách položených níže ve svahu, a proto se zde vyskytuje i větší schopnost půdy zadržovat vodu tzn. Větší vodní kapacita. Z hlediska hloubky půd ve vyšších svazích můžeme interpretovat, že se zde nachází méně půdy a to kvůli matečným horninám, které vychází až k povrchu půdy. Mělké půdy jsou od pohledu výrazně tmavší kvůli vyššímu obsahu humusu. Průměrná hloubka půdy na lokalitě se pohybovala v jednotlivých zkusných plochách od 8 do 27 cm, přičemž hlubší půdy byly ve spodních částech lokality. Tyto výsledky uvedla P. Krupičková ve své interpretaci výsledků v diplomové práci z lokalit Na Voskopě a Za Lípou, které jsem též zkoumala a vychází z toho to, že mé výsledky s porovnáním s touto prací jsou téměř totožné, jelikož ve výzkumu vyšlo, že hluboké půdy taktéž byly v nižších svazích a v menším rozsahu v nižších polohách svahu (KRUPÍČKOVÁ, 2020). Ve výsledku vychází, že půda má vliv na stromové patro a když je půda více hluboká, tak je to příznivým vlivem pro růst. Dále práci můžu porovnat s P. Hroníkem, který uvedl, že záleží na hloubce půdy a tedy i variabilitě dřevin (HRONÍK, 2014), což uvedla i P. Krupičková ve své práci. Dřeviny díky hloubce půdy mají tak lepší rozmístění kořenů v půdě a tím dochází i k lepšímu čerpání živin z půdy.

6 Závěr

V průběhu vegetační sezóny, během několika let bylo vytvořeno 40 zkusných ploch na třech lokalitách v oblasti CHKO Český kras, zkoumaných katedrou ekologie lesa FLD. Tyto pokusné plochy byly určeny k odběru půdních vzorků pomocí kopeckého válečku, abychom z tohoto experimentu zjistili, kolik množství vody, je schopná půda na označených plochách pojmout v co největší míře. Tzn. porovnání vodní kapacity půdy lokalitou Voskop, Na Pláních a Za Lípou.

Dále se v těchto tří oblastech měřily hloubky půd, orientace či sklon terénu. Tyto hodnoty se zpracovaly v MS Excel pomocí statistických vzorců, a to průměru a mediánu. v následném porovnání mezi nimi bylo zjištěno, že se od sebe významně neliší.

7 Seznam literatury a použitých zdrojů

7.1 Seznam použité literatury:

Agricultural University of Athens, Laboratory of Soils and Agricultural Chemistry, Iera Odos 75, Athens 11855, Greece.

AOPK ČR (2020): Rozbory Chráněné krajinné oblasti Český kras. – Správa Chráněné krajinné oblasti Český kras, Karlštejn.

Bauer., Armand. (1992): Black Organic carbon effects on available water capacity of three soil textural groups, AL Soil Science Society of America Journal. Vol. 56.

Bella P., Bosák P. (2012): Speleogenesis along deep regional faults by ascending waters: Case studies from Slovakia and Czech Republic. – Acta Carsologica, Postojna, 41 (2–3): 169–192.

Beranová M. (1980): Zemědělství starých Slovanů. – Praha: Academia.

Berner RA. (2003): The long-term carbon cycle, fossil fuels and atmospheric composition. Nature 426:323–326.

Binkley D., Fisher F. R. (2012): Ecology and management of forest soils, fourth edition. – Colorado State University, USA.

Buček A. (2009): Biogeografický význam starobyklých lesů. In: Herber V. [ed.]: Fyzickogeografický sborník 7. Masarykova univerzita v Brně. pp. 68–73.

Buček A. (2009): Starobylé lesy v krajině a jejich geobiocenologický výzkum. MZLU v Brně, Geobiocenologické spisy, 13: 10–16.

Buček A. (2010): Význam starobyklých výmladkových lesů v kulturní krajině. In: Lepeška T. (ed.): Krajinná ekológia a ochrana prírodného dedičstva v socio-ekonomických premenách. Sb. ref. konf. Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici.

Buček A. (2010): Význam starobyklých výmladkových lesů v kulturní krajině České republiky. [CD-ROM]. In: Fórum o krajině a management kulturní krajiny. Sborník příspěvků. Biosférická rezervace Dolní Morava, Břeclav. s. 1–7.

Buček A. (2010): Význam starobyklých výmladkových lesů v kulturní krajině České republiky. – Fórum o krajině a workshop management kulturní krajiny. Sb. příspěv. ZF MENDELU v Brně.

Buček A., Drobilová L., Friedl M. (2012): Starobylé výmladkové lesy. In: Machar, L., Drobilová L. [eds.]: Ochrana přírody a krajiny v České republice I. Univerzita Palackého v Olomouci.

Cílek V., Ložek V. a kol. (2011): Obraz krajiny. Pohled ze středních Čech. – Nakl. Dokořán, Praha.

Čermák S. (2003): Ochotona Link, 1795 (Lagomorpha, Ochotonidae) kvartéru Česka a Slovenska. – Diplomová práce, Ústav geologie a paleontologie, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Praha.

Čermák S. (2009): The Plio-Pleistocene record of Hypolagus (Lagomorpha, Leporidae) from the Czech and Slovak Republics with comments on systematics and classification of the genus. – Bulletin of Geosciences, 84 (3): 497–524.

Čermák S., Wagner J., Fejfar O., Horáček I. (2007): New Pliocene localities with micromammals from the Czech Republic: a preliminary report. – Fossil Record, 10 (1): 60–68.

Čermák S., Wagner J., Morávek R., Fejfar O., Horáček I. (2010): Pliocenní fauna obratlovců z krasových výplní vápencového lomu ve Vitošově na severní Moravě [Pliocene vertebrate fauna from karst fissures in Vitošov, northern Moravia (the Czech Republic)]. Zprávy Vlastivědného muzea v Olomouci. 299: 20–36.

Diedrich C. (2007a): Bone crackers and carcass accumulators in Central Bohemia – Late Pleistocene hyenas and their cave den and prey depot types.

Diedrich C. G., Žák K. (2006): Prey deposits and den sites of the Upper Pleistocene hyena *Crocuta crocuta spelaea* (Goldfuss, 1823) in horizontal and vertical caves of the Bohemian Karst (Czech Republic). – Bulletin of Geosciences, 81 (4): 237–276.

Dunne K. A., Cort., Wilmott J. (1994): Global distribution of plant-extractable water capacity of soil, USA.

Fejfar O., Horáček I., Čermák S., Wagner J. (2004): Shrnutí současného stavu poznání stáří sedimentární výplně středního patra Koněpruských jeskyní na základě studia fosilních savců. – In: Ivanov M. et Ábelová M. (eds.), Sborník příspěvků 10. kvartér 2004, Masarykova Univerzita, Brno.

Forster P., Ramaswamy V., Artaxo P., Berntsen T., Betts R., Fahey DW., Haywood J., Lean J., Lowe DC., Myhre G., Nganga J., Prinn R., Raga G., Schulz M., Van Dorland R. (2007): Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing. In: Intergovernmental panel on climate change (ed) Climate change 2007: the physical science basis, Chapter 2. Cambridge University Press, Cambridge.

Friedl K. a kol. (1991): Chráněná území v České republice. – Informatorium Praha.

Frouz J. (2020): Organismy proti suchu. – Vesmír 99, únor 2020. Článek z www.vesmir.cz

Haberle J., Vlček V., Kohut M., Středa T., Dostál J., Svoboda P. (2015): Bilance a určení dostupné zásoby vody v kořenové zóně plodin. Metodika pro praxi. – Výzkumný ústav rostlinné výroby v.v.i.

Hájek T., Bukačová I. (2001): Příběh drobných památek. Studio JB, České Budějovice.

Hédl R., Szabó P., Riedl V., Kopecký M. (2011): Tradiční lesní hospodaření ve střední Evropě I. Formy a podoby. – Živa 2: 61–63.

Hédl R., Szabó P., Riedl V., Kopecký M. (2011): Tradiční lesní hospodaření ve střední Evropě II. Lesy jako ekosystém. – Živa 59(3): 108–110.

Hilitzer A., Zlatník A. (1928): Résultats des observations microclimatiques dans les associations du terrain calcaire de la vallée „Radotínské údolí“ pres de Prague. - Preslia VII, Praha.

Horáček I. (2002): Fossilní obratlovci lokality Bacín. – In: Svoboda J. (ed.), Prehistorické jeskyně: katalogy, dokumenty, studie, Archeologický ústav AV ČR, Brno: str. 292–293.

Horáček I., Ložek V. (2010): The Late Pleistocene-Holocene community development in Central and SE-Europe in direct fossil record: scope of the approach, common patterns and inter-regional differences. – Bocherens H. et Pacher M. (eds.), Geophysical Research Abstracts, 12: EGU2010-6333.

Hroník, P. (2014): Lesní vegetace vrchu Voskop v Českém krasu. Diplomová práce, Praha.

- Hudson, BD. (1994): Journal of Soil and Water Conservation. Vol. 49.
- Hůnová I. (2017): „Potížišta dusík“. – Vesmír 96, leden 2017. Článek z www.vesmir.cz
- International Commission on Stratigraphy (2013): International stratigraphic chart. – International Commission on Stratigraphy, v. 2013/01.
- IPCC. (2007): Summary for policymakers. In: Solomon S, Qin D, Manning M, Chen Z, Marquis M, Averyt KB, Tignor M, Miller HL (eds) Climate change 2007: the physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press, Cambridge.
- Jelenecká A. (2015): Struktura lesní vegetace vrchu Voskop v Českém krasu. – Ms. [Diplom. pr.; depon. in: FLD ČZU, Praha].
- Kadlec J., Schnabl P., Pruner P., Lisá L., Žák K., Hlaváč J. (2003): Paleomagnetické datování sedimentů v jeskyních Českého krasu. – Český kras, Beroun, 29: 21–25.
- Karlík P., Poschlod P. (2009): History or abiotic filter: which is more important in determining the species composition of calcareous grasslands? Preslia 81, 321–340.
- Káš V., Gossl V.I., Janovský J., Kyntera F., Najmr S., Spirhanzl J., Strádal V. (1948): Zemědělské zhodnocení půd na různých matečných horninách – Ministerstvo zemědělství republiky Československé.
- Klika J. (1928): Geobotanická studie rostlinných společenstev Velké Hory u Karlštejna, Rozpravy II. tř. – Čes. Akademie věd a umění, XXXVII.,č. 12, Praha.
- Komaško A. (2010): Koněpruské jeskyně Otevřená kniha geologie, paleontologie, mineralogie, karsologie. –Ochrana přírody, Praha, 2010 (3): 2–6.
- Kopecký M., Vojta J. (2009): Land use legacies in post-agricultural forests in the Doupovské Mountains, Czech Republic. – Applied Vegetation Science, 12: 251–260.

Kosmas C., Gerontidis St., Marathianou M. (2000): The effect of land use change on soil properties and vegetation establishment under various lithological formations in the Lesvos island. *Catena*, 40:51-68.

Kosmas C., Gerontidis St., Marathianou M., Detsis V., Zafiriou Th. (2001): The effect of tillage erosion on soil properties and cereal biomass production. – *Soil & Tillage Research J.* 58:31-44.

Kosmas C., Kirkby M., Geeson, N. (1999): Manual on: Key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification. European Commission, Energy, Environment and Sustainable Development, EUR 18882.

Kostyčev P.A. (1886): Kostyčev Počvy černozemnoj oblasti Rossii, ich proischoždenie, sostav i svojstva. S-Peterburg P.A. Kostyčev (Ed.), *Izbrannye trudy.* – Izd. Akadem Nauk SSSR.

Kovanda J., Juříčková L. (2010): Měkkýši pěnvců v Kodě. – *Český kras*, Beroun, 36: 5–29.

Kukla J. (1956): Průzkum přirozených slévárenských písků v r. 1954–55. Terasy Praha-Beroun (Na Berounce). –Nepublikovaná zpráva, Nerudný průzkum, Geofond: P9159, Praha.

Kukla J. G., Ložek V. (1993): Průzkum říčních teras v okolí Tetína a otázka prvního říčního paradoxu. –Nepublikovaná zpráva z roku 1956, publikováno později V. Cílkem. In: Cílek V. (ed.), *Krasové sedimenty*, Knihovna České speleologické společnosti, 21.

Lorenz K., Lal R. (2010): *Carbon Sequestration in Forest Ecosystems.*

Ložek V. (2007): *Zrcadlo minulost: Česká a slovenská krajina v kvartéru.* –Dokořán, Praha.

Ložek V. (2011): *Po stopách pravěkých dějů.* – Dokořán, Praha.

Ložek V., Horáček I. (2006): Martina Cave (Bohemian Karst) – biostratigraphy of the entrance sediments. – *Sborník geologických věd, Antropozoikum*, Praha, 26: 61–71.

- Ložek V., Kubíková J., Špryňar P. (2005): Střední Čechy. Chráněná území České republiky, Svazek XIII. – AOPK ČR a EkoCentrum Brno, Praha.
- Ložek V., Žák K. (2011): Sedimenty terciéru a kvartéru a geomorfologický vývoj na Křivoklátsku. – *Bohemia centralis*, Praha, 31: 49–94, 569–570.
- Ložek V., Žák K., Cílek V. (2004): Z minulosti českých řek. – *Vesmír*, Praha, 83 (8): 447–454.
- Ložek V., Žák K., Wagner J. (2014): Vývoj Českého krasu v terciéru a kvartéru – nové poznatky uplynulého desetiletí. – *Geologický ústav AV ČR, Praha*.
- Ložek, V., Žák. K., Wagner J. (2014): Vývoj Českého krasu v terciéru a kvartéru – nové poznatky uplynulého desetiletí. In *Bohemia centralis 32. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha: Krajské středisko Praha a střední Čechy*.
- Mařan B. (1947): Vliv porostů a reliéfu na rendziny Karlštejska. – In: *Sborník výzkumných ústavů lesnických, Ministerstvo zemědělství republiky Československé, Praha*.
- Mejstřík, M. (2018) *Lesní vegetace lokality Za Lípou v chráněné krajinné oblasti Český kras. Diplomová práce, Praha*.
- Němec A. (1948): *Biochemie lesních dřevin. – Publikace ministerstva zemědělství RČS, sv.120, Praha*.
- Němec J., Ložek V. (1996): *Chráněná území ČR 1 Střední Čechy. – Agentura ochrany přírody a krajiny ČR*.
- Novák A., Tlapák J. (1974): *Historie lesů v Chráněné krajinné oblasti Český kras. – Bohemia centralis 3: 9–40*.
- Nožička, J. (1957): *Přehled vývoje našich lesů, Praha*.
- Pavlů L. (2018): *Základy pedologie a ochrany půdy. Česká zemědělská univerzita v Praze. – Katedra pedologie a ochrany půdy, Praha*.
- Pelíšek J. (1957): *Lesnické půdoznalství. – Státní zemědělské nakladatelství Praha*.
- Pokorný P. (2011): *Neklidné časy. Společné kapitoly ze společných dějin přírody a lidí. – Dokořán, Praha*.
- Polanský B. (1947): *Příručka pěstění lesů. – Knižnice Činu, Brno*.

Poleno Z., Vacek S., Podrázský V., Remeš J., Mikeska M., Koblíha J., Bílek L. (2007): Pěstování lesů II. Teoretická východiska pěstování lesů. –Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy.

Pondělíček M., Moucha P., Cílek V., Jäger O. (2002): Chránění krajinná oblast Český kras včera a dnes. – Sdružení Přátelé Českého krasu.

Roston E. (2008): The carbon age: how life's core element has become civilization's greatest threat. Walker & Co, New York.

Samek V. (1964): Lesní společenstva Českého krasu. – Rozpravy Československé akademie věd. 5ada matematických a přírodních věd. 64: 74–7.

Samek V. (1964): Lesní společenstva Českého krasu. – Rozpravy Československé akademie věd. řada matematických a přírodních věd. 64: 74–7.

–Scripta facultatis scientiarum naturalium Universitatis Masarykianaebrunensis. Geology, 35: 91–96.

Simon J., Vacek S. (2008): Hospodářská úprava lesů. Výkladový slovník hospodářské úpravy lesů Prof. Ing. Jaroslav Simon, CSc., Prof. RNDr. Stanislav Vacek, DrSc., (eds.). – Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně.

Stárka V. (1984): Český kras. – Středočeské nakladatelství, turistický průvodce, Praha.

Stejskal J., Pelíšek J. (1956): Lesnická geologie, Praha.

Sůvová Z. (2003): Fenotypická dynamika hrabošů rodu *Microtus* na hranici pleistocén/holocén: mezidruhová a meziregionální srovnání. – Diplomová práce, Katedra zoologie, Biologická fakulta, Jihočeská univerzita, České Budějovice.

Szabo P. (2009): Open woodland in Europe in the Mesolithic and in the Middle Ages: Can there be a connection? – *Forest Ecology and Management* 257: 2327–2330.

Szabó, P., Müllerová J., Suchánková S., Kotačka, M. (2015): Intensive woodland management in the Middle Ages: spatial modelling based on archival data. *Journal of Historical Geography* 48: 1–10.

Šantrůčková H. (2014): Základy ekologie půdy. – Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

Šantrůčková M., Bendíková L. (2014): Assessment of land use changes in landscape conservation areas based on LUCC database. – In: Land Use/Cover Changes in Selected Regions in the World IX. IGU-LUCC,Asahikawa – Prague, 83–93.

Šennikov A.P. (1953): Ekologie rostlin. – přírodovědecké vydavatelství Praha.

Šimek M. (2003): Základy nauky o půdě.1. Neživé složky půdy. – Jihočeská univerzita, Biologická fakulta, České Budějovice.

Šišák L., Sloup R., Pulkrab K., Bukáček J., Sloup M. (2012): Ekonomická efektivnost tvaru lesa nízkého. – Powerprint, Praha.

Táborský Z., Žák K., Nešporová M., Pudilová M. (2002): Asociace těžkých minerálů v klastických jeskynních sedimentech Českého krasu. – Sbor. ref. ze semináře "Mineralogie Českého masívu a Západních Karpat 2002", Univerzita Palackého, Olomouc.

Teodoridis V. (2003): Flóra a vegetace terciérních fluviálních sedimentů středočeské a severočeské oblasti a jejich ekvivalenty v mostecké pánvi. – Ph.D. and RNDr. thesis, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Praha.

Teodoridis V. (2004): Floras and vegetation of Tertiary fluvial sediments of Central and Northern Bohemia and their equivalents in deposits of the Most Basin (Czech Republic). – Acta Musei Nationalis Pragae, Series B, Historia Naturalis, Praha, 60 (3–4): 113–142.

Tsara, M., Gerontidis, S., Marathianou, M., Kosmas C. (2001): The long-term effect of tillage on soil displacement of hilly areas used for growing wheat in Greece. Soil Use and Management, Vol. 17, Greece.

Utinek D. (2014). Střední a nízký les (II. část) proč a jak? Získáno 12. března 2020 z <https://www.casopis.ochranaprirody.cz/a182-dusan-utinek/>

Vavříček D., Kučera A. (2017): Základy lesnického půdoznalství a výživy lesních dřevin. – Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy.

Vencel S., Beneš J., Blajerová M., Opravil E., Peške L., Světlík I. (2009): Prehistoric settlement of the Martina Cave (Tetín, distr. Beroun). – Památky archeologické, Praha, 100: 5–48.

Vybíral, J. (2004): Pěstování lužních lesů na počátku 21. století. In: HRIB M. & Kordiovský E.: Lužní les v Dyjsko-moravské nivě. Moraviapress Břeclav. pp. 239–250.

Wagner J. (2003): Taxonomické určení nálezů rodu *Ursus* (Mammalia, Ursidae) z vybraných lokalit České a Slovenské republiky. – Diplomová práce. Ústav geologie a paleontologie, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Praha.

Wagner J. (2005): A taxonomic revision of bears from selected Biharian localities of the Czech Republic. A preliminary report. II. Koněprusy caves – an old collection. – Bulletin de la société d'Histoire Naturelle de Toulouse et de Midi-Pyrenees, Toulouse, 141: 51–54.

Wagner J., Čermák S. (2012): Revision of the early Middle Pleistocene bears (Ursidae, Mammalia) of Central Europe, with special respect to possible co-occurrence of spelaeoid and arctoid lineages. – Bulletin of Geosciences, 87 (3): 461–496, Praha.

Wagner J., Čermák S., Fejfar O., Horáček I. (2009a): Biharian micromammalian faunal assemblages in Koněprusy caves (Czech Republic): review and new data. – In: Sabol M. (ed.), 15th International Cave Bear Symposium, Abstract book, Comenius University, Bratislava.

Zlatník A. (1957): Výmladkové lesy z hlediska proměn lesů pod vlivem člověka a úloha ekologie při přeměnách a převodech výmladkových lesů. – In Sborník československé akademie zemědělských věd, roč. 3., číslo 2.

Žák K., Diedrich C. (2006): Sedimenty krasových výplní v lomu Plešivec u Měňan – předběžná zpráva o výzkumu. – Český kras, Beroun, 32: 26–31.

Žák K., Jäger O., Komaško A. (2009a): Český kras. – In: Hromas J. (ed.; editoři řady Chráněná území P. Mackovčin, M. Sedláček), Jeskyně, Chráněná území ČR, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR Praha. a EkoCentrum Brno.

Žák K., Komaško A., Bláha V., Falteisek L. (2013): 16th International Congress of Speleology, July 21–28, Brno. Excursion Guide B5CZ, Bohemian Karst. –Czech Speleological Society, Praha.

Žák K., Schmelzová R., Hlaváč J., Gottfried L., Urbánek R., Bruthans J., Světlík I., Majer M. (2008): Mlýn v Kodě – přírodovědné, historické a technické aspekty. – Český kras, Beroun, 34: 5–20.

Žák K., Šmída B., Filippi M., Živor R., Komaško A., Vybíral S. (2011): Nové lokality kryogenních jeskynních karbonátů v České republice a na Slovensku. – Speleofórum, Praha, 30: 103–110.

Žák K., Táborský Z., Kadlec J., Cílek V. (2004a): Jeskynní sedimenty a vývoj krasových jevů v údolí řeky Berounky v Českém krasu. Závěrečná zpráva a dokumentace provedených prací projektu Grantové agentury ČR č. 205/02/0449. – Nепublikovaná zpráva, Archiv České geologické služby, Praha, P 009.2004.

Žák K., Táborský Z., Lachmanová M., Pudilová M. (2001): Využití těžkých minerálů při studiu alochtonních klastických jeskynních sedimentů Českého krasu. – Český kras, Beroun, 27: 5–14.

7.2 Internetové zdroje:

AOPK ČR, web (2013a, 2020), cit.14.5.2020 Přírodní rezervace Na Voskopě. Získáno z

<http://ceskykras.ochranaprirody.cz/ochrana-prirody/chranena-uzemi/pr-na-voskope/>

AOPK ČR, web (2013b). 14.5.2020 Správa CHKO Český kras. Získáno z

<http://ceskykras.ochranaprirody.cz/>

Charakteristika lesů v CHKO Český kras, cit.16.5.2020.

<http://ceskykras.ochranaprirody.cz/charakteristika-oblasti/lesy/>

Karlštejn (národní přírodní rezervace) cit.30.4.2020

[https://cs.wikipedia.org/wiki/Karl%C5%A1tejn_\(n%C3%A1rodn%C3%AD_p%C5%99%C3%ADrodn%C3%AD_rezervace\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Karl%C5%A1tejn_(n%C3%A1rodn%C3%AD_p%C5%99%C3%ADrodn%C3%AD_rezervace))

mapy.cz/Voskop-obr. 10.5.2020

<https://mapy.cz/letecka?x=14.0627743&y=49.9033076&z=14&source=base&id=2086344>

Na Pláních cit.25.4.2020

<https://mapy.cz/letecka?x=14.1412411&y=49.9523967&z=16&source=area&id=50473>

Výmladkový les cit.23.4.2020

https://cs.wikipedia.org/wiki/V%C3%BDmladkov%C3%BD_les

Za Lípou cit.14.5.2020

<https://mapy.cz/letecka?x=14.1088553&y=49.9492768&z=14&source=base&id=2007753>