

Mendelova univerzita v Brně
Lesnická a dřevařská fakulta

Ústav hospodářské úpravy lesů a aplikované
geoinformatiky

Vliv lesnického hospodaření na stav a kvalitu půd
pařezin

Diplomová práce

2014/2015

Bc. Martina Konečná

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: „Vliv lesnického hospodaření na stav a kvalitu půd pařezin“ vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona 111/1998 Sb. o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 Autorského zákona. Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity o tom, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne: 4. 4. 2016

.....
Bc. Martina Konečná

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla vyjádřit svůj velký dík vedoucímu diplomové práce panu **doc. Dr. Ing. Janu Kadavému** za umožnění zpracování práce pod jeho odborným metodickým vedením, cenné rady při zpracování práce a lidský přístup. Mé poděkování patří též konzultantovi panu **Ing. Aleši Kučerovi, Ph.D.** za ochotu a trpělivost při konzultacích a odborné vedení při zpracovávání pedologické části práce. Dále děkuji **Mgr. Daně Hývnarové** z laboratoře MORAVA, s.r.o. a **kolektivu laboratoře ÚGP** za pomoc a rady při zpracování experimentální části práce. V neposlední řadě zde děkuji **mé rodině a přátelům**, kteří za mnou stáli během celé cesty studiem.

Děkuji

ABSTRAKT

Autor: Bc. Martina Konečná

Název práce: Vliv lesnického hospodaření na stav a kvalitu půd pařezin

Klíčová slova: hospodářský tvar lesa, stav svrchní vrstvy půdy, kvalita svrchní vrstvy půdy, dub zimní, SLT 2H, Hády

Předkládaná práce byla zpracovávána za účelem popsání stavu a kvality půdy pařezin a porovnáním těchto proměnných s půdami v porostech s odlišným typem managementu. Kládla si také za cíl popsat vliv hospodaření na svrchní vrstvu půdy. K provedení výzkumu byly založeny čtyři plochy na Hádecké plošině tak, aby se nacházely na stejném souboru lesních typů, měly podobnou dřevinnou skladbu a historii obhospodařování, a zároveň se odlišovaly současným typem managementu (nepravá kmenovina bez managementu, vysoký les, nepravá kmenovina s aktivním managementem, mladá pařezina). Sběr dat byl dvoufázový, v první fázi bylo uskutečněno měření dendrometrických dat, ze kterých bylo následně zjištěno zastoupení jednotlivých druhů dřevin na výzkumných plochách. Současně probíhal odběr nadložního humusu a odběr směsných půdních vzorků z Ah horizontu. Ve druhé fázi probíhal odběr neporušených půdních vzorků pomocí fyzikálního válečku. Vzorky pocházející z půdního šetření byly laboratorně zpracovány, kvantifikovány pro jednotlivé skupiny půdních vlastností a následně statisticky vyhodnocovány pomocí PCA a ANOVA. Výsledky ukázaly, že vliv managementu na stav a kvalitu půdy není významný, nízký les vykazoval v celkovém hodnocení nejpříznivější půdní podmínky. V závěru předkládaného textu je zpracována samostatná kapitola věnující se aplikaci výsledků v doporučení pro lesnickou praxi.

ABSTRACT

Written by: Bc. Martina Konečná

Thesis title: Influence of forest management on state and quality of soils in coppice forests

Key words: silvicultural system, topsoil state, topsoil quality, sessile oak, group of forest types 2H, Hády

The present study deals with description of the state and quality of soil in coppice and comparing these variables with soils in the stands with a different type of management. One of the goals was also to describe the impact of forest management on the top soil. In order to implement the research were established four research plots on Hádecká platform so as to be within the same group of forest types, with similarity in tree species composition and history of the management, and also that differs by current type of management (false high forest without management, high forest, false high forest with active management and young coppice). The data collection was biphasic, in the first phase were measured the dendrometric data from which were subsequently calculated species composition within the research plots. Simultaneously was carried out sampling of humus and taking mixed samples of soil from the Ah horizon. In the second phase were collected undisturbed soil samples using the soil sampler. Samples from soil surveys were laboratory processed, quantified for each group of soil properties and then statistically evaluated by using ANOVA and PCA. The results have proven that the influence of forest management on state and quality of soil is not significant, it was also shown that the soil within the coppice was overall in favorable conditions. At the end of the present study is separated chapter dedicated to the application of the results in recommendations for forestry practice.

Obsah

1	ÚVOD	11
2	CÍL PRÁCE.....	13
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED	14
3.1	Hospodářský tvar lesa dle způsobu managementu a jeho stručná charakteristika	14
3.1.1	Les vysoký.....	14
3.1.2	Les střední	14
3.1.3	Les nízký.....	15
3.1.4	Pozitiva a negativa lesa nízkého	16
3.1.5	Zevrubná historie a rozšíření lesa nízkého v Evropě a České republice..	16
3.1.6	Historie lesa nízkého na Hádecké plošině.....	18
3.2	Dub zimní (<i>Quercus petraea</i> (Mattuschka) Liebl.).....	21
3.2.1	Výmladná schopnost dubu zimního	22
3.3	Lesní půda a její význam v lesním ekosystému.....	22
3.4	Nadložní humus jeho vznik a význam	24
3.4.1	Vrstva opadu (L)	25
3.4.2	Vrstva drti (F).....	25
3.4.3	Vrstva měli (H)	26
3.4.4	Formy nadložního humusu	26
3.4.5	Humusová forma Mull.....	26
3.4.6	Humusová forma Moder	27
3.4.7	Humusová forma Mor.....	27
3.5	Fyzikální vlastnosti půdního prostředí.....	27
3.5.1	Zrnitostní skladba půdy (textura).....	27
3.5.2	Půdní struktura	28

3.5.3	Půdní hydrolimity.....	30
3.6	Fyzikálně chemické vlastnosti půdního prostředí	31
3.6.1	Půdní reakce.....	31
3.6.2	Půdní sorpce a komponenty sorpčního komplexu	32
3.7	Chemické vlastnosti půdního prostředí.....	34
3.7.1	Makroelementy lesních půd	34
3.7.2	Chemismus lesního humusu	36
3.7.3	Humusové frakce aktivního humusu.....	36
4	METODIKA A MATERIÁL.....	38
4.1	Metodika.....	39
4.1.1	Umístění výzkumných ploch	39
4.1.2	Hodnocení stanovištních podmínek výzkumných ploch	40
4.1.3	Sběr dendrometrických dat.....	41
4.1.4	Vyhodnocení dendrometrických dat.....	41
4.1.5	Odběr nadložních humusových horizontů	41
4.1.6	Odběr půdních vzorků	42
4.1.7	Laboratorní analýza půdních vzorků.....	43
4.1.8	Kvantifikace nadložního humusu.....	43
4.1.9	Zpracování směsného půdního vzorku v externí laboratoři	44
4.1.10	Zpracování směsného půdního vzorku	46
4.1.11	Zpracování neporušeného půdního vzorku	48
4.1.12	Statistické vyhodnocení dat.....	52
4.2	Materiál.....	54
4.2.1	Širší územní charakteristika výzkumných ploch	54
4.2.2	Geomorfologické poměry	55
4.2.3	Geologické poměry	55

4.2.4	Pedologické poměry	56
4.2.5	Klimatické poměry	56
4.2.6	Hydrologické poměry.....	57
4.2.7	Ochrana přírody	57
4.3	Charakteristika výzkumných ploch	61
4.3.1	Výzkumná plocha A1 – Rezervace	61
4.3.2	Výzkumná plocha A2 – Vysoký les	62
4.3.3	Výzkumná plocha A3 – Střední les.....	63
4.3.4	Výzkumná plocha A4 – Nízký les.....	65
5	VÝSLEDKY	67
5.1	PCA – analýza hlavních komponent	67
5.1.1	Fyzikální vlastnosti půd	67
5.1.2	Fyzikálně chemické vlastnosti půd.....	68
5.1.3	Chemické vlastnosti půd.....	70
5.1.4	Terénní data	71
5.1.5	Komplexní porovnání jednotlivých proměnných	73
5.2	ANOVA	74
5.2.1	Fyzikální vlastnosti půd	74
5.2.2	Fyzikálně chemické vlastnosti půd.....	78
5.2.3	Chemické vlastnosti půd.....	81
5.2.4	Terénní data	84
6	DISKUSE.....	86
6.1	Fyzikální vlastnosti půdy.....	86
6.2	Fyzikálně chemické vlastnosti půdy	86
6.3	Chemické vlastnosti půdy	88
6.4	Terénní hodnocení	88

7	ZÁVĚR.....	91
8	SUMMARY	94
9	DOPORUČENÍ PRO PRAXI.....	97
10	POUŽITÁ LITERATURA.....	99
10.1	Knižní zdroje a odborné články	99
10.2	Elektronické zdroje	103
11	PŘÍLOHY.....	105

1 ÚVOD

Vliv člověka na nížinné lesy ve střední Evropě je zřejmý již od neolitu, výrazněji však svou činností člověk ovlivňuje krajinný ráz až v posledních několika staletích (Altman et al., 2013). Lesy nížin a pahorkatin byly využívány především jako zdroj palivového dříví, dřevěného uhlí a tříslové kůry (Rackham, 1980) a probíhaly zde činnosti spojené s chovem dobytka (Peterken, 1993). Jelikož nebylo v minulosti hospodaření v lesích nijak organizováno, docházelo často v porostech k rozvolňování, přetěžbám až úplnému odlesňování, a to především v oblastech se zvýšenou koncentrací osídlení (Altman et al., 2013), ale také k výrazné změně dřevinné skladby (Kirby, 2015).

Postupnou organizací hospodaření se vyvinul hospodářský tvar lesa nízkého (také nazýván pařezina), později i lesa středního, čímž se výmladkové hospodaření stalo dominantním typem lesního managementu (Altman et al., 2013). Později s nástupem industrializace (Konvička et al., 2006) a zvýšením poptávky po stavebním dříví význam pařezin začal klesat (Altman et al., 2013). Výrazné snížení zastoupení nízkého lesa však nastalo ve druhé polovině minulého století, kdy došlo k převodu většiny pařezin na les vysoký (Kadavý et al., 2011). K těmto převodům bylo přistoupeno z důvodů hospodářských, ale také z důvodů ekologických, protože byly nízké lesy často kritizovány za rychlé odnímání minerálních živin a humusu z půdy, což vedlo ke zhoršení stavu a kvality půd (Guttenberg, 1911; Pelíšek, 1957; Tesař, 1996).

V posledních dvou dekádách postupně opět nabývá myšlenka nízkého a středního lesa na významu ve vědecké komunitě a vznikají rozličné projekty věnující se dané problematice (Vrška, 2015). V některých oblastech jsou tyto hospodářské tvary lesa postupně znovu zaváděny především jako zdroj energetického dříví, ale také jako důležitý prvek v ochraně přírody, protože byl prokázán jejich vliv na zachování druhové rozmanitosti (Altman et al., 2013).

Předkládaná práce přináší pojednání a zároveň výsledky zaměřené na stav a kvalitu půd pařezin a srovnání stavu a kvality půd u porostů obhospodařovaných

rozdílnými druhy managementu. Pro účely zpracování předkládané práce byly vybrány celkem čtyři výzkumné plochy na Školním lesním podniku Masarykův les Křtiny na polesí Bílovice nad Svitavou. Výstupy hodnocení vlivu hospodaření na lesní půdu jsou využity ve stručném doporučení pro lesnickou praxi.

2 CÍL PRÁCE

Cílem předkládané diplomové práce je zjistit, zda má typ lesnického managementu významný vliv na kvalitu a stav svrchní vrstvy půdy. Pro vyhodnocení stavu a kvality půd byly zvoleny metody odběru neporušených půdních vzorků z Ah horizontu, směsných půdních vzorků z Ah horizontu a odběru nadložního humusu. Odebrané vzorky půdy a humus byly analyzovány a vyhodnoceny. Pomocí získaných ukazatelů bylo odpovídáno na pracovní hypotézu: „Aktivním managementem v pařezinách nedochází ke zhoršení stavu a kvality svrchní vrstvy půdy“. V neposlední řadě si práce klade za cíl doporučit, na základě výsledků, vhodný typ managementu pro danou oblast.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Hospodářský tvar lesa dle způsobu managementu a jeho stručná charakteristika

Hospodářský tvar lesa je výsledkem způsobu hospodaření, ale také způsobu vzniku daného porostu, a to buď cestou vegetativní či generativní. **Dle vyhlášky MZe ČR č.83/1996 Sb., O zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů, ve znění pozdějších předpisů** rozlišujeme následující tvary lesa: vysoký, střední a nízký.

3.1.1 Les vysoký

Tesař et al. (1996) charakterizuje les vysoký jako hospodářský tvar lesa vzniklý ze semene buď sítí, nebo sadbou či přirozenou obnovou pod porostem, který se vyznačuje zpravidla dlouhým produkčním obdobím, při kterém bývá doba obmýti obvykle minimálně stoletá, a těžené stromy dosahují značných rozměrů a také vyšších kvalit, než dříví těžené v nízkém či středním lese. Tento hospodářský tvar lesa je v současné době v nejčastější a nejrozšířenější tvar lesa a k jeho obhospodařování se vztahuje převážná většina pěstebních, ekonomických a hospodářsko-úpravnických pojmů.

3.1.2 Les střední

Les střední je charakterizován jako etážový hospodářský tvar lesa, v němž je spodní patro tvořeno lesem výmladkovým, horní patro pak různě starým stromovým inventářem semenného původu či předržením některých jedinců původního vegetativního původu. Střední les vznikal tím, že se při každém mýcení výmladkové etáže v obvyklém obmýti 30 až 50 let ponechal, nebo vysadil určitý počet jedinců semenného původu. Tím vznikaly nad výmladkovou etáží 3 až 4 odlišné generace výstavků, každá věkově víceméně stejná. Ve spodní etáži se obvykle pěstují listnaté

dřeviny, které mají spolehlivou výmladnost a dobře snášejí stín, ale i na slunce náročnější duby. Horní etáž tvoří hospodářsky hodnotné dřeviny nejčastěji dub, modřín, javory, jilmy, třešeň, popř. topoly a bříza. U nás byl les střední v minulosti převáděn na les vysoký. Dnes je nejvíce rozšířen ve Francii a v Německu, ale zaznamenává renesanci i jinde v Evropě, a to zejména pro vysokou potenciální druhovou diverzitu (biodiverzitu) (Tesař et al., 1996).

3.1.3 Les nízký

Dle Polanského et al. (1956) se jedná o hospodářský tvar lesa založený na systematicky opakované vegetativní obnově výmladky – pařezovými popř. i kořenovými, při které je zároveň nutno zabezpečit určitý podíl jedinců generativního původu, aby nedocházelo ke snižování genetické rozmanitosti.

Tesař et al. (1996) uvádí, že je obmýetí pro nízký les určováno především optimální výmladností, druhem, vyšší očekávané produkce a je vázáno i na úrodnost stanoviště; pro dub bylo zjištěno optimální obmýetí v rozmezí 40 let. Kadavý et al. (2011) uvádí, že u porostů, kde je očekávána vyšší kvalitativní produkce se obmýetí mírně zvyšuje a narůstá i počet výchovných zásahů (z jednoho až na tři).

U porostů, kde jedinci výmladného původu rostou zpočátku velmi rychle, především díky možnosti čerpat živiny z aktivních kořenových systémů, kulminuje jejich výškový i tloušťkový přírůst dle úrodnosti stanoviště o 20-30 let dříve, než ve stejně starém semenném lese. Těžené dřevo má však výrazně horší jakost, je sukaté, ve spodní části kmene zakřivené a má horší technické vlastnosti. Celková produkce vitálního, dobře pěstovaného výmladkového lesa se vyrovná produkci semenného lesa, hodnotový přírůst je však podstatně nižší (Tesař et al., 1996).

Nízký les je tvar lesa velmi vzdálený přírodnímu vývoji lesního ekosystému; často opakované a téměř úplné odnímání biomasy hluboce zasahuje do látkového koloběhu a krátká obmýetí jej udržují ve fázi dorůstání (Tesař et al., 1996).

Hospodářský tvar nízkého lesa je historicky velmi starý, v minulosti kryl zejména potřebu palivového dříví. Pro technologickou nenáročnost pěstování je odnepaměti spojován se soukromým vlastnictvím lesů malé výměry. Se změnou

hospodářského účelu výmladkový les ztratil mnoho ze svého opodstatnění a byl převáděn na les semenný (Tesař et al., 1996).

3.1.4 Pozitiva a negativa lesa nízkého

Výhody lesa nízkého oproti lesu vysokému můžeme spatřovat v několika aspektech jeho vlivu. Guttenberg (1911) vidí hlavní výhody lesa nízkého v nízkých nákladech na obnovu a výchovu, a také v minimalizaci rizika obhospodařování (výskyt kalamit apod.). Frič (1947) dodává ještě výhodu v poskytování častých užitků (dřevní hmoty) na malé ploše, poskytuje palivové dříví ve velkém. Oba výše zmiňovaní autoři se shodují na tom, že pozitivem nízkého lesa je rovněž jednoduché hospodaření a snadná kontrola. Les nízký dle Tesaře (1989) plní ochranou funkci na extrémních stanovištích (sutě, rokliny, svahy, balvanité půdy) stejně dobře jako les vysoký, toto platí pouze za předpokladu, je-li les nízký obnovován postupně a ne holosečně. Významnou roli dle Tesaře (1989) sehrál nízký les při zachování původních druhů dřevin.

Za nevýhody nízkého lesa Guttenberg (1911) považuje malý objem produkce nízkého lesa a nižší kvalitu sortimentů a současně tedy nižší finanční výnosovosti oproti lesu vysokému. Jako další nevýhody uvádí menší možnost odbytu produktů (palivového dříví), vyšší těžební náklady a nebezpečí poklesu úživnosti půdy na méně příznivých stanovištích, z důvodu rychlejšího odčerpávání živin. Výrazný zásah do látkového koloběhu kritizuje u nízkého lesa rovněž Tesař (1996), který se tímto snaží poukázat na často opakované a mnohdy úplné odnímání biomasy. Polanský (1947) upozorňuje na riziko zužování genofondu populace dřevin, protože obnova nízkého lesa probíhá převážně vegetativně pomocí výmladků.

3.1.5 Zevrubná historie a rozšíření lesa nízkého v Evropě a České republice

V opadavých lesích mírného pásu střední a západní Evropy využívalo historicky místní obyvatelstvo pařezin minimálně 2000 let (pravděpodobně až 6000 let) jako zdroje palivového dříví, dřevěného uhlí a k těžbě tříslové kůry (Rackham, 1980), také zde probíhala sezónní pastva dobytka (Peterken, 1981), dále bylo běžně hrabáno stelivo pro hospodářská zvířata. Velký nárůst poptávky kvalitnějších sortimentů dříví nastává

s příchodem industrializace v 18. století (Konvička et al., 2006) a zároveň vyvstává obava z jeho nedostatků (Poleno et al., 2007), což počátkem devatenáctého a především poté ve dvacátém století způsobí, že je postupně od myšlenky nízkého lesa upouštěno (Altman et al., 2013) a většina takto tradičně obhospodařovaných lesů je převáděna z nízkého a středního lesa na některou z forem lesa vysokého (Peterken, 1981).

V současné době se lesy obhospodařované ve zkrácených rotačních cyklech vyskytují ve velkém především na území jižní Evropy, kde plní produkční i mimoprodukční (především ochranné) funkce (Kadavý et al., 2011).

Les výmladkový jako hospodářský tvar lesa byl na našem území rozšířen především v oblastech hustého osídlení, kde naplňoval poptávku po palivovém a užitkovém dříví (Vyskot, 1958). Svoboda (1955) upozorňuje, že se zmínky o nízkém lese uvádějí již ve 13. a 14. století. Vyskot (1958) odkazuje na smečenský urbář z roku 1604, který popisuje způsob hospodaření v nízkém lese tvořeném dubem. Uvádí se v něm, že dubové háje byly těženy v intervalu 16 let, rychlost růstu výmladků byla v mládí velmi rychlá, později však v růstu ochabovaly. Korf (1957) zmiňuje, že jsou již od 14. století na dnešním území ČR sledovány pokusy o převody nízkého lesa na les vysoký. Důvodem je především nízká produkční schopnost nízkého lesa a následný nedostatek především konstrukčního dřeva.

Nejstarší oficiální statistiky o rozšíření nízkého lesa na území ČR pochází z roku 1900 (Reambulovaný katastr), kde je plocha zaujímaná nízkým lesem 95 000 ha, což v té době představovalo 4,1 % porostní půdy. Od tohoto roku lze sledovat sestupný trend v rozšíření nízkého lesa. Již během 10 let došlo k poklesu plochy nízkého lesa na 85 000 ha, v následujících letech zastoupení nízkých lesů dále klesalo. Až z dat inventarizace lesů 1950 byla patrná výše onoho propadu, a to na 78 000 ha. Souhrnný lesní hospodářský plán (SLHP) z roku 1980 vykazuje další výrazný úbytek plochy nízkého lesa na 30 000 ha, v následujícím desetiletí se zastoupení plochy nízkého lesa snížilo dle SLHP 1990 až na konečných 7 000 ha. První Národní inventarizace lesů ČR (NIL I.) však přinesla velmi zajímavé informace o stavu nízkého lesa. Z NIL I. vyplývá, že plocha zaujímaná nízkým lesem v dnešní době činí až 20 000 ha. Rozpor mezi daty z NIL I. a SLHP mohl způsobit rozdílný pohled na věc. NIL I. totiž pracuje s daty vzniklými

z monitoringu zatímco SLHP zohledňuje krom tvaru lesa i hospodářské hledisko, jakým je daný les obhospodařován (Kadavý et al., 2011).

3.1.6 Historie lesa nízkého na Hádecké plošině

Obecná historie lesnického hospodaření na Hádecké plošině

Člověk ovlivňoval oblast Moravského krasu již v dávné minulosti, o čemž svědčí četné a významné archeologické nálezy v této oblasti. Nejvýraznější zásah do krajinného rázu Brna a okolí však proběhl v novověku. Díky své poloze na okraji Brna sloužily hádecké lesy do počátku devatenáctého století jako zdroj a zásobárna palivového dříví. Aby pokryly poptávku po palivovém dříví, byly tyto příměstské lesy tradičně obhospodařovány jako pařeziny. Z původních druhů dřevin se zde dařilo dubu a především habru, jež pravidelné stínání dobře snáší. Dále v místních porostech probíhala pastva dobytka a byly rovněž využívány k hrabání steliva (Mackovčín et al., 2007).

Samotný název Hády má pravděpodobně historické pojitko s lesostepním charakterem oblasti. Ve 14. století se tato oblast nazývala Lysá hora, německy Heideberg (heide v němčině znamená vřes, step, pláň), později se oblast jmenovala Hadiberge odkud pochází dnešní název Hády (Štefka et al., 2001).

Historie hospodaření na zaujatých výzkumných plochách

Kadavý et al. (2009) uvádí, že se kolem roku 1846 na výzkumných plochách Střední les A3 a Nízký les A4 (viz Tab. č.1), vybraných pro zpracování předkládané práce, vyskytovala 8 – 11letá pařezina, dominující dřevinou zde byl DBZ, přimíšené dřeviny HB, JV, OS, LP, BO, JL, dřínové a lískové keře. Po celém oddělení se vyskytovaly 50 – 60leté dubové a borové výstavky. Tato pařezina byla zmýcena kolem roku 1865 (tj. ve věku 33 – 36 let) a vnikla pařezina nová. Převod této pařeziny na les vysoký byl plánován a započat v decenniu 1898 – 1907.

Na počátku převodu (tj. v roce 1902) byla pařezina 34letá a měla následující dřevinnou skladbu: DB 7, HB 3, BR a OS. Zakmenění bylo odhadnuto na 0,9 a hmota hroubí na 61 m³ na 1 ha. V roce 1910 byla pařezina vyprůměrkována a byla zjištěna

zásoba ve výši 67 m³ na 1 ha, přičemž zakmenění porostu bylo odhadnuto na 0,6 (Kadavý et al., 2009).

V dalším decenniu (1911 až 1920) byla pařezina dokácena a na celé ploše byly ponechány pouze výstavky, takže převod trval prakticky pouze cca 20 let a předržená pařezina byla domýcena přibližně v 55 letech. Následný porost vytvářený v průběhu tohoto přímého převodu byl v roce 1910 v jihozápadní větší polovině (tehdejší porost 3a1) 4letý a měl následující skladbu: SM 9, MD 1, DB, JS, zakmenění bylo stanoveno na 0,4. V severozápadní menší části (tehdejší porost 3a2) byl porost 6letý a měl tuto dřevinnou skladbu: SM 6, BO 2, DB 2 a JD, zakmenění bylo stanoveno též na 0,4 (Kadavý et al., 2009).

V dalších třiceti letech se druhová skladba příliš nezměnila. V roce 1926 byly z pařeziny ponechané výstavky vyprůměrkovány; celkem tak bylo na 1ha ponecháno 53 stromů (objem 10 m³ hroubí), takže průměrná hmotnatost představovala pouze 0,19 m³ na jeden strom! Podle pokynů v LHP z roku 1927 měly být ovšem výstavky v dalších letech postupně vykáceny. Zastoupení smrku doznalo značné změny až po velkém suchu v letech 1947 – 1948, kdy smrk (ve věku 32 – 44 let) v severozápadní třetině skoro vyhynul. Toto bylo zohledněno při vypracování LHP v roce 1950, obdobně i v roce 1962, kdy analyzované oddělení bylo rozděleno na dva porosty, avšak zcela odlišně než tomu bylo v roce 1910 a dříve (Kadavý et al., 2009).

Z dat LHP z roku 1951 vyplývá, že na podstatné části oddělení se vyskytoval smrk. V části, kde smrk vlivem suchých let v rozmezí let 1947 – 1948 odumřel, dominoval dub. Obě části byly popsány se shodným zakmeněním, tj. s hodnotou 0,9 a s věkem porostů cca 40 let. Zásoba v části 3a1 dosahovala 112 m³/ha a v části 3a2 pak pouze 47 m³/ha. Celé oddělení bylo zařazeno do hospodářské skupiny A1 – les vysokokmenný s dobou obmýtí 120 let (Kadavý et al., 2009).

Pro celé oddělení byla v roce 1951 navrhována následující tzv. „ideální porostní skladba“: DB 4, HB +, LP 2, BK 1, BO 2, MD 1 a BRK. Výsledkem realizovaného přímého převodu čistě listnatého lesa byl vznik lesa tvořeného cca z 50 % jehličnany (s dominantním zastoupením smrku) a cca z 50% listnáči. Oproti počátku sledovaného období (rok 1902) pak došlo k rapidnímu nárůstu v zastoupení habru, jehož hodnota

z listnáčů představuje téměř 50% a je jí dosaženo na úkor zastoupení dubu. Podíl lesa nízkého a nově zakládaného lesa vysokého tak zhruba činí 50 : 50. Protěžované jehličnany, jak je možné doložit popisem porostů z roku 1950, jsou nevalné kvality, smrk prosychá. Listnáče jsou z větší části netvárné, vesměs pařezového původu. Porosty jsou takto připraveny na svůj následný převod, tj. převod předržením (Kadavý et al., 2009).

Tab. č. 1 Historické a současné popisy porostů podle LHP

LHP ŠLP ML Křtiny	Pojmenování lokalit dle dlouhodobého cíle managementu			
	A1 - rezervace	A2 - vysoký les	A3 - střední les	A4 - nízký les
1963 - 1972	8a1	2a2	3a2	3a2
2013 - 2022	379B15	381A2	380C11a/1a	380C11a/1a

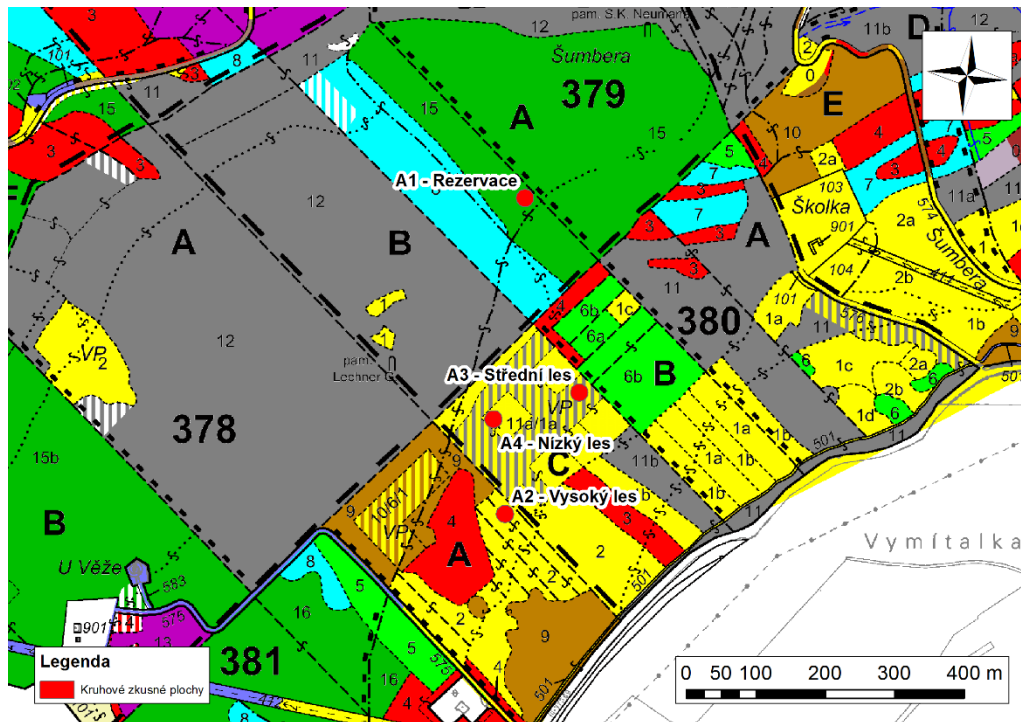
Bývalá část 8a1 dle LHP z 1963 (viz Tab. č. 1) je od roku 1950 ponechána samovolnému vývoji, protože se nachází na území NPR Hádecká planinka. Dle LHP (1963 – 1972) se zde v té době vyskytovala 94 let stará nepravá kmenovina vzniklá z výmladků s místy uvolněným až pomístně mezernatým zápojem. Dřevinná skladba DBZ 90, HB 10, dále se zde vtroušeně objevovala LP, BB, JV a BRK.

Dle LHP (1963 – 1972) byla v bývalé části 2a2 (viz Tab. č. 1) 52 let stará tyčovina s dominujícím SM, přimíšenými DBZ a MD, vtroušeně se vyskytovala BO, LP, HB, BBK, BRK, AK a BŘ. Jehličnany byly generativního původu, listnáče většinou z výmladků jako netvární jedinci v podúrovni. Zápoj uvolněný z důvodu vyhynutí SM, zakmenění 7.

Na bývalé části 3a2 dle LHP (1963 – 1972) (viz Tab. č. 1) se v době plánu vyskytovala 52 let stará tyčovina, s dominantním DBZ, přimíšeným HB, jednotlivě přimíšený SM, MD, LP, OS, JS, BŘ, BŘK. Listnaté dřeviny byly většinou netvárné vegetativního původu, zatímco jehličnany byly na ploše vysázeny, ale ani ty nevykazovaly vysokou kvalitu.

Kadavý et al. (2009) popisuje porost před odtěžením v roce 2008 jako nepravou jednoetážovou kmenovinu ve věku 98 let s plným zakmeněním. Dominantní dřevinou

zde byl DBZ 54, vtroušené dřeviny SM 18, HB 15 a MD 10, jednotlivě přimíšené dřeviny BRK 2 a BO 1.



Obr. č. 1 Porostní mapa s vyznačením míst výzkumných ploch (červeně)

3.2 Dub zimní (*Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl.)

Dub zimní je dlouhověkou dřevinou z čeledi *Fagaceae*, který ve vhodných růstových podmínkách dorůstá až 30 m výšky a průměru kmene 1 m. Kmen je statný, značně zprohýbaný, s protáhlou a nepravidelně utvářenou korunou. Jeho kořenová soustava je všestranně rozvinutá s nevýrazným kúlovým kořenem. Dub zimní má výbornou kořenovou výmladnost, obráží snadno i na kmeni, je schopný poškození nahrazovat obražením ze spících pupenů. Většinou roste v podmínkách značného nedostatku vláhy a vydrží na podkladech v létě silně vysýchavých, až po výrazně suchá stanoviště lesostepní na spraších, nebo skalnatých podkladech. Na našem území se dub zimní vyskytuje v teplejších pahorkatinách a jeho horní hranice výskytu se prolíná se spodní hranicí výskytu buku. Dub zimní je hlavní dřevinou jižní Moravy (Úradníček et al., 2009). Z produkčního hlediska je v mladém věku, zhruba do 10 let, růst dubu pozvolný, rychlejší výškový i tloušťkový přírůst vykazuje dub asi do 80 let,

tloušťkový přírůst je stálý i ve vyšším věku zatímco výškový kulminuje právě okolo 80 let (Úradníček, 2004). Dub zimní neplodí každým rokem, většinou se plná úroda žaludů objevuje v periodicky se vyskytujícími semenných letech. Výskyt semenného roku je úzce spjat s působením abiotických činitelů, z nichž nejvýznamnější škody na dubech tvoří pozdní mráz s biotickými činiteli (Vyskot, 1958).

3.2.1 Výmladná schopnost dubu zimního

Lesnický slovník naučný (MZe, 1995) definuje výmladnost jako schopnost některých, zejména listnatých, druhů dřevin vytvářet z preventivních (spících) i adventivních (nahodilých) pupenů výhony - pařezové, popř. kořenové výmladky. Vyskot (1958) uvádí, že výmladky na dubu zimním vznikají po disturbancích způsobených vlivem abiotických a biotických činitelů či mechanickým poškozením. Pro střední a nízký les mají význam především pupeny preventivní. Dub si uchovává schopnost tvořit výmladky poměrně dlouho, výmladnost klesá kolem 50let věku jedince. Bylo prokázáno, že nejlepší výmladnost vykazují pařezy zmýcených tyčovin při plném oslunění (Vyskot, 1958).

3.3 Lesní půda a její význam v lesním ekosystému

Půda jako základní složka lesních porostů podléhá nepřetržitým změnám. Probíhají v ní procesy fyzikální, chemické i biologické zvětrávání za současného rozkladu organických těl a jejich částí a tím vzniká nový půdotvorný substrát (Rejšek, 1999). Hauptman et al. (2009) definuje lesní půdu jako samostatný přírodně historický útvar, který vzniká a vyvíjí se z povrchových zvětralin zemské kůry a zbytků organismů působením půdotvorných faktorů, který je schopen zajišťovat životní podmínky organismům v něm žijícím. Lesní půda je, na rozdíl od agrikultur, charakteristická dlouhodobým ovlivňováním rostlinného společenstva ve všech jeho vývojových stádiích.

Dle Šimka (2003) se neživá část půdy skládá z několika složek. Jsou to minerální částice, organická hmota, voda a vzduch, živá složka půdy je zastoupena půdními mikro a makroorganismy. Při procesech zvětrávání a rozkladu půdních částic dochází mezi

vrstvou rostlinného opadu a povrchem matečné horniny ke vzniku půdních horizontů (Rejšek, 1999). Nejedná se tedy o jednolitou, homogenní vrstvu, ale o několik odlišných horizontů s různou velikostí zrn, s jejich různou agregací a s různou chemickou skladbou. Takto uspořádané půdní vrstvy mají neobyčejný ekologický význam – jsou jednak rezervoárem pro rostliny nezbytné půdní vody, mají rozdílnou zásobu živin, zčásti také omezují výměnu plynů mezi půdou a nejnižší vrstvou atmosféry (neutrosférou), brzdí oteplování půdy, představují různé mechanické překážky pro pronikání stromových kořenů, a tím ovlivňují i ukotvení a stabilitu lesních porostů (Poleno a Vacek, 2011).

Svrchní vrstva půdy (top-soil) je nejvíce efektivní složkou v dynamice chemických látek probíhající v lesních ekosystémech. Jedná se o zachycující plochu pro nadzemní organickou hmotu, ve které probíhají hlavní dekompoziční procesy, jejichž výsledkem je formování různých povrchových humusových forem (Green et al., 1993) s charakteristickým složením. Pod touto vrstvou pokravného humusu se dle Pelíška (1957) vyskytuje směs organických a minerálních látek, která je dobře zásobená humusem a lehce přístupnými živinami.

Stratigrafie jednotlivých minerálních horizontů určuje půdní typ (Rejšek, 1999). Každý půdní typ ovlivňuje trofnost a hydricitu stanoviště na dané půdě se vyskytujícího. Edafické faktory působící v půdním prostředí, mezi které řadíme především podloží (matečnou horninu), humusotvorné procesy, půdní druh a typ, hloubku půdy, její chemismus (zejména obsah živin), půdní vodu, půdní edafon apod., mají vliv na vznik a vývoj lesních společenstev (Poleno a Vacek, 2011). Přirozenost vývoje lesní půdy vede k její přímé vazbě na edafickou kategorii lesního stanoviště a na lesní vegetační společenstvo jako takové. Z lesnického hlediska vyplývá důležitost lesních půd z jejich přímé vazby na ekologickou stabilitu lesních ekosystémů (Rejšek, 1999). Stabilitou lesních porostů se většinou rozumí schopnost odporovat abiotickým vlivům (Poleno a Vacek, 2011).

3.4 Nadložní humus jeho vznik a význam

Pelíšek (1957) definuje lesní humus jako soubor všech organických neživých látek nahromaděných na lesní půdě nebo v půdě, a to buď ve stavu čistém, anebo smíšeném s minerální hmotou.

Poleno a Vacek (2011) uvádí, že tvorba humusu je v lesních porostech ovlivňována matečnou horninou, půdou, podnebím, což dokazuje i výzkum vedený autory Sadaka a Ponge (2003). Významnými humusotvornými faktory jsou také druhové složení rostlin vyskytujících se v stromovém, keřovém či bylinném patře (Beniamino et al., 1991) a mikroflóra (Pelíšek, 1957). V jednotlivých porostech se mohou humusové formy časově i prostorově lišit podle vzájemného působení mezi stálými porostními podmínkami (klíma, mateřská hornina, sklon svahu, poloha a expozice) a proměnnými podmínkami uměle vyvolanými jako je způsob využití půdy a hospodářský způsob (Ponge et al., 2002).

Rozklad organické hmoty probíhá v lesních oblastech různými procesy, které Pelíšek (1957) shrnuje do tří hlavních skupin. Jsou to:

- a) mineralizace
- b) vlastní humifikace
- c) rašelinění a karbonizace

Mineralizací dochází k úplnému rozkladu a přeměně organické hmoty až na jednoduché sloučeniny, jako je CO_2 , H_2O , NH_3 a malý podíl minerálních látek ve formě popelovin. Humus za plné mineralizace nevzniká, což není dobré pro lesní půdu.

Vlastní humifikace je tedy rozklad a následná syntéza organických látek v půdě. Podílejí se na ní různým podílem procesy mechanické, chemické i mikrobiální. Při mechanických procesech se rozpadají jednotlivé části humusotvorného materiálu, jako listí, dřevo, větvičky, odumřelé zbytky bylin atd., na stále jemnější úlomky. Konečným produktem této mechanické humifikace je drť (F - fragmentation), jež tvoří v poryvném humusu lesních půd vrstvičku mezi povrchovým opadem (L - litter) a podložní mělí (H - humification) (Pelíšek, 1957).

Rašelinění a karbonizace probíhá za velmi omezeného přístupu vzduchu, tj. při nedostatečné oxidaci a slabé mikrobiální činnosti. Je to proces převážně chemický a enzymatický, při němž nejčastěji dochází k ulmifikaci a za přebytku vody až ke karbonizaci. Při tomto procesu se ukládají organické látky v různě mohutných vrstvách jako rašelina nebo jako surový vlhký až mokrý humus na povrchu lesních půd v horských a humidních oblastech (Pelíšek, 1957).

V konečné fázi procesu probíhá rozklad především za účasti mikroedafonu, současně se syntézou nových látek. Dle charakteru vstupního materiálu a vnějších podmínek probíhají rozkladné procesy dvěma různými způsoby a to tak, že vzniká nadložní anhydrogenní horizont O v jednom prostoru, nebo v jednotlivých oddělených vrstvách. V prvním případě vzniká na povrchu půdy směs opadu (L), drti (F) a měli (H), promísená s povrchovou vrstvou minerální půdy. V druhém případě vznikají ostře oddělené horizonty – opad (L), pod ní vrstva drti (F) a na rozhraní s minerální půdou vrstva měli (H) Poleno a Vacek (2011).

Vavříček a Kučera (2013) popisují jednotlivé složky nadložního humusu následovně:

3.4.1 Vrstva opadu (L)

Opadanku tvoří čerstvý organický materiál, jehož původ je snadno rozeznatelný. Vrstva L se dále dělí na Ln – čerstvý opad, který se akumuloval před méně, než rokem., Lv – s patrnými známkami rozkladu (dekolorace, skeletování) a vyšší vlhkostí, než Ln. Přechod mezi Lv a Ln může být různě rychlý (od 1-3 měsíců po více než 1 rok), záleží opět na humusotvorných faktorech.

3.4.2 Vrstva drti (F)

Fermentační drť se vyvíjí pod horizontem L, je tvořena částečně rozloženými organickými zbytky, u kterých je stále rozeznatelný jejich původ a jejich podíl převládá nad humifikovaným materiálem. U horizontu F rozeznáváme několik forem podle toho, jaký je hlavní rozkladný činitel, jsou to: Fm (mykogenní), kde převládá aktivita hub, Fz – zoogenní horizont, dominuje půdní fauna a forma Fa (amfigenní), kde jsou poměry mezi rozkladnými procesy hub a půdní fauny vyrovnané.

3.4.3 Vrstva měli (H)

Vyvíjí se pod vrstvou fermentační drti, u této vrstvy již nejde rozeznat původ organické hmoty. Její charakter je dán organickými zbytky v silném stupni rozkladu, které mohou být jen řídkce doplněny o méně rozložené částice, zastoupené především zbytky kořenů. Horizont H můžeme opět dělit na Hh (humusový), ve kterém převládají vlhké kluzké nestrukturní částice, Hz (zoogenní) se spoustou drobných exkrementů půdní fauny tvořící podstatnou část organického materiálu a Hr (reziduální), ve kterém převládají jemné beztvaré částice, ale jsou přítomny i rozpoznatelné rostlinné zbytky (kořeny, kůra, dřevo).

Nadložní humus má nesporný význam pro lesní půdu a zároveň ovlivňuje její termoregulaci (Pelíšek, 1957), má vliv na zásak srážek, výpar, vododržnost a strukturu půdy, dále slouží jako rezerva velkého množství minerálních látek, je hlavním zdrojem dusíku, který se uplatňuje při půdních chemických procesech (půdní sorpce, výměna kationtů) (Šály, 1977). Kladný vliv humusu se rovněž projevuje při přirozené obnově (Bernier a Ponge, 1994) a na produktivitě lesního stanoviště (Delecour, 1978).

3.4.4 Formy nadložního humusu

Humusová forma patří mezi složku půdy, která je nejsnáze ovlivnitelná antropogenními vlivy jako jsou pěstební opatření, způsoby obnovy a výchovy porostů, hospodářský tvar a způsob, dřevinná skladba a lesnické meliorace stanovišť (Vaříček et Kučera, 2013), mohou se tedy lišit složením, mocností, kvalitou. Dle Šályho (1978) vyjadřuje humusová forma fyzikální a chemické vlastnosti, ale také stavbu profilu humusového nadložního horizontu. Němeček et al. (2001) uvádějí, že pro určení humusové formy je rozhodující charakter a sled horizontů humusového profilu, který je utvářen nadložním humusem O a pod ním ležícím organominerálním horizontem A.

Základní humusové formy dělíme na:

3.4.5 Humusová forma Mull

Ponge et al. (2010) popisují mull jako směs organického a minerálního materiálu, k míšení dochází vlivem početné půdní fauny. Rozklad zde probíhá velmi rychle,

přechod mezi vrstvou humusu a minerální půdou je nevýrazný. Organominerální horizont A má výraznou drobtovitou strukturu a je bohatý na živiny. Formy Mullu: uemull, mesomull, oligomull, dysmull.

3.4.6 Humusová forma Moder

U této humusové formy probíhá humifikace pomaleji, rozkladu se účastní půdní fauna a rozkladné houby, pomaleji se rozkládající zbytky rostlin se akumulují na půdě (Ponge et al., 2010). Poleno a Vacek (2011) považují Moder za přechodovou formu mezi humusovými formami Mull a Mor, která vzniká z méně kvalitního opadu (kyselý jehličnatý opad) na úrodném stanovišti, nebo z kvalitního opadu (opad listnáčů) na neúrodném stanovišti. Formy Moderu: eumoder, hemimoder, dysmoder.

3.4.7 Humusová forma Mor

Mor se vyznačuje velmi pomalým rozkladem a akumulací nerozložených zbytků rostlin (surového humusu) na povrchu půdy, vyznačuje se ostrým přechodem mezi humusem a minerální půdou (Ponge et al., 2010). Tato humusová formy vzniká, jsou-li podmínky pro rozklad organických zbytků méně příznivé, ať již z důvodu výchozího materiálu, kyselá půdní reakce či pro nepříznivé vlhkostní podmínky (nedostatek i nadbytek vody). Surový humus ve zplstnatělé vrstvě jednoznačně ukazuje na zpomalený koloběh látek, který je většinou spojen i s nedostatkem dusíku ve výživě porostu (Poleno a Vacek, 2011). Formy Moru: hemimor, humimor, eumor (Ponge et al., 2010).

3.5 Fyzikální vlastnosti půdního prostředí

3.5.1 Zrnitostní skladba půdy (textura)

Zrnitostní složení půdy vyjadřuje poměr mezi jednotlivými velikostmi půdních částic (Vavříček a Kučera, 2013). Zastoupení jednotlivých velikostních frakcí minerálních částic v půdě zásadně ovlivňuje fyzikální a chemické vlastnosti půdy (Šimek, 2003).

Základní dělení zemin dle zrnitostního složení je na dvě frakce: jemnozem (< 2 mm) a skelet (> 2 mm). Jemnozem se dále zpracovává pomocí chemických a fyzikálních metod, aby došlo k rozdělení jemných stmelovaných částí. Výsledný poměr minerální

částic je vyjadřován v % hmotnosti jednotlivých frakcí (Klika et al. 1954). Texturu je možné stanovit mnoha způsoby dle různých klasifikačních systémů, pro práci byl zvolen způsob stanovení pomocí různé rychlosti sedimentace částic jílu (< 0,002 mm), prachu – jemného (<0,02 mm), prachu – hrubého (<0,05 mm) a písku (0,05 – 2 mm). Pro praktické stanovení textury se v pedologické praxi používá stanovení podle Nováka (viz Příloha č. 1), nebo určení zrnitostní třídy podle trojúhelníkového diagramu USA-USDA (viz Příloha č. 2), který pro použití v podmínkách ČR upravil Němeček et al. (2001) dle Rowell (1994).

Textura patří ke stabilním půdním vlastnostem, pokud v půdě probíhá normální eroze vlivem zvětrávacích procesů, zvyšuje se podíl jemnozeme a jemnější frakce skeletu, pokud však eroze probíhá rychleji, dochází v krátké době k výraznému navýšení skeletu v půdě (Vavříček a Kučera, 2013). Půdní textura je důležitá především proto, že určuje schopnost půdy zadržet vodu a živiny. Jílové minerály mají větší povrchovou plochu v poměru k objemu než částice písku a prachu a tudíž jsou půdy s větším obsahem jílu lépe vododržné a lépe vážou kationty na svém povrchu. Schopnost půdy vázat kationty (př. Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+) poukazuje na kationtovou výměnnou kapacitu jílových minerálů a jejich schopnost poutat kationty na svém negativně nabitém povrchu (Bardgett, 2005). Kationty vázané na jílové minerály představují hlavní krátkodobou zásobárnu živin pro rostliny (Lavelle a Spain, 2001).

3.5.2 Půdní struktura

Půdní struktura zároveň s texturou patří mezi nejvýznamnější fyzikální charakteristiky půd (Šimek, 2003). Vyjadřuje vnitropůdní uspořádání elementárních půdních částic (písek, prach, jíl) do určitého celku. Tyto částice jsou v půdě tmeleny ionty, půdními koloidy a z nich vznikajícími koloidními svazky, humusovými látkami a seskvioxydy (Vavříček a Kučera, 2013). Vznik a tvorba struktury lesních půd je ovlivňována mnoha různými přírodními činiteli, z nichž nejdůležitějšími je zrnitost (hlavně obsah jílu), humus, nasycenost sorpčního komplexu (obsah půdních bází) obsah vody v půdě, kořeny stromů a přízemní flóry a vliv edafonu (Pelíšek, 1957). Struktura půdy podmiňuje velikostní zastoupení půdních pórů (makropórů a mikropórů) a tím

významně ovlivňuje vodní a vzdušné poměry v půdě, má vliv na záhřevnost půdy, vymezuje a určuje prostor pro chemické i biologické procesy v půdě (Šimek, 2003; Vavříček a Kučera, 2013).

Mezi veličiny charakterizující půdní strukturu patří měrná hmotnost, vyjadřující hustotu tuhé fáze půdních částic, tedy hmotnost objemové jednotky půdy dokonale k sobě přiléhajících částic.

Oproti měrné hmotnosti leží objemová vlhkost vyjadřující, jaké procento objemu půdy zaujímá voda, tedy objem pórů, zaplněných vodou (Vavříček a Kučera, 2013), ta se stanoví výpočtem z hmotnostní vlhkosti a objemové hmotnosti redukované (Rejšek, 1999).

Objemová hmotnost je hmotnost objemové půdní jednotky v přirozeném stavu (s půdními póry obsahujícími vodu a vzduch) [$\text{g}\cdot\text{cm}^3$]. Objemová hmotnost je závislá a snadno ovlivnitelná klimatickými podmínkami, proto se pro její výpočet využívá stálejší veličina objemová hmotnost redukovaná. Ta udává hmotnost objemové jednotky půdy v přirozeném stavu po odstranění kapalné fáze půdy (vysušení vzorku při teplotě 105°C). Objemová hmotnost redukovaná je nepřímo úměrná s půdní pórovitostí (Vavříček a Kučera, 2013).

Pórovitost vyjadřuje procento půdních prostor nezaplňených pevnou fází (půdní póry) (Pokorný et al., 2007).

Další veličinou je provzdušněnost, která kvantifikuje okamžitý podíl pórů, které jsou v odebraném vzorku vyplněny vzduchem (Rejšek, 1999).

Poslední, avšak pro předkládanou práci neméně důležitou, veličinou týkající se půdní struktury je minimální vzdušná kapacita, která vyjadřuje objem nekapilárních pórů (pórů zaplněných vzduchem), dosáhla-li půda hodnot maximální kapilární kapacity (Vavříček a Kučera, 2013). S touto veličinou je dále v textu pracováno jako s hlavním představitelem půdní struktury, jelikož vychází z předchozích zástupných veličin.

Při posuzování struktury půdy pomocí terénního šetření se hodnotí velikost a tvar strukturních agregátů a jejich stabilita (viz Příloha č. 3) (Šimek, 2003).

3.5.3 Půdní hydrolimity

Štekauerová et al., (2002) definují půdní hydrolimity jako určitou půdní vlhkost dosaženou za smluvených, přesně definovaných podmínek. Patří k půdním charakteristikám vyjadřujícím vztahy mezi půdou a vodou s ohledem na její přístupnost pro rostliny. Zóna kořenového vlášení a zóna aktivních kořenů jsou nejvíce důležitými součástmi hydrologického cyklu a jsou tedy i velmi významné v hodnocení pohybu vody v půdním tělese. Patří také mezi nejvíce komplikované součásti půdy. Vzhledem k tomu, že jsou rostliny zásobovány vodou právě z těchto dvou zón, je důležité znát obsah vody, který je půda rostlině schopna poskytnout. Obsah vody v těchto zónách je z dlouhodobého pohledu závislý na změnách počasí a také na pěstebních a technických dopadech realizovaných na ploše. Hydrolimity mohou být použity k odhadu zásoby vody v těchto dvou zónách ve vztahu k rostlinám.

Větší pozornost je většinou věnována čtyřem hydrolimitům: maximální vodní kapacitě, polní vodní kapacitě, lentokapilárnímu bodu a bodu vadnutí. Pro účel práce jsou popisovány pouze tři: retenční vodní kapacita, maximální kapilární kapacita a bod vadnutí.

Retenční vodní kapacita (RVK)

RVK vyjadřuje procentuální množství vody, které je půda schopna zadržet v systému kapilárních pórů a postupně ji pro potřeby rostlin uvolňovat (Vavříček a Kučera, 2013). Může být považována za indikátor kvality půd, protože půdy méně náchylné k degradaci mají často vyšší RVK kvůli příznivým fyzikálním podmínkám. RVK záleží na mnoha faktorech, patří mezi ně především textura a struktura půdy a obsah organické hmoty (Boix Fayos, 1997).

Maximální kapilární kapacita (MKK)

MKK vyjadřuje hodnotu maximálního nasycení půdních kapilárních pórů (Pokorný et al., 2007), což je takové množství vody, které je neporušený půdní vzorek ve

formě fyzikálního válečku schopen pojmout kapilárním vzlínáním a následně jej udržet během odsávání. Z hlediska lesního hospodářství hodnota MKK představuje nevyšší vlhkost, kterou lesní půda může dosahovat, aniž by došlo k jejímu převlhčení. V lesních půdách je hodnota MKK velmi proměnlivá, většinou se pohybuje v rozmezí 15 – 40 %, což odpovídá silně vododržným půdám (viz Příloha č. 4) (Rejšek, 1999).

Bod vadnutí

Bod vadnutí je kritický hydrolimit vyjadřující objem vody, při kterém u rostlin dochází k trvalému nedostatečnému zásobení vodou. Při dosažení bodu vadnutí tvoří voda 5 – 35 % objemu půdy. Pokud půdní vlhkost poklesne k bodu vadnutí je půdní voda držena pouze v pórech menších než přibližně 0,2 μm a rostliny svým savým tlakem nedokáží překonat kohezní a adhezní síly poutající molekuly vody (Šimek, 2003).

3.6 Fyzikálně chemické vlastnosti půdního prostředí

Fyzikálně chemické vlastnosti můžeme dělit na dva velké a navzájem související oddíly, a to na půdní reakci a půdní sorpci.

3.6.1 Půdní reakce

Půdní reakce vyjadřuje stupeň acidity či alkalinity půdy (pH) a dělí se dále na půdní reakci aktivní pH/H₂O a výměnnou (potenciální) pH/KCl. Aktivní reakce je zjišťována v suspenzi půdního vzorku s vodou. Do vody se uvolní pouze ionty volné, obsažené v půdním roztoku, které nejsou vázané na půdní koloidy sorpčního komplexu. Potenciální reakce je zjišťována v 1M soli KCl. Po rozštěpení uvolněný kationt, který je ve výrazném přebytku, vytěsňuje vodíkové ionty vázané na sorpčním komplexu (Vavříček a Kučera, 2013).

Půdní reakce výměnná (pH/KCl)

Je dána kationty vodíku, které jsou sorbovány půdními koloidy a mohou se za určitých podmínek uvolnit do půdního roztoku a tím zvyšovat kyselost půdy. Hodnocení půd na základě výměnné půdní reakce poté probíhá dle Přílohy č. 5 (Pokorný et al., 2007).

3.6.2 Půdní sorpce a komponenty sorpčního komplexu

Druhý oddíl fyzikálně chemických vlastností půd, půdní sorpce, vypovídá o schopnosti půdy poutat ionty i celé molekuly z půdního roztoku, čímž omezuje jejich vyplavení do spodních, pro kořeny nepřístupných, horizontů, čímž zabraňuje přísunu živin rostlinám. Z hlediska vazby půdy a rostliny představuje půdní sorpce základní zdroj živin, protože půdní sorpční komplex představuje rezervoár lehce přijatelných živin.

Půdní sorpce se dále dělí na mechanickou, fyzikální, fyzikálně chemickou, chemickou, organickou a biologickou (Vavříček a Kučera, 2013). Pro účel této práce je detailněji zpracována pouze sorpce fyzikálně chemická.

Podstatou fyzikálně chemické, neboli výměnné sorpce jsou elektrostatické síly (Vavříček a Kučera, 2013). Při výměnné sorpci dochází k reakci mezi disociovanými sloučeninami půdního roztoku a koloidní půdní hmotou, kdy kladně nabitě koloidní částice přitahují záporné kationty. Je pro ni významná tzv. výměna zásad, kdy jedny sorbované kationty mohou být vytěsňovány převahou jiných (kationty ve většině vytěsňují kationty v menšině) (Pelíšek, 1957). Vedle koloidů se na sorpci podílí také sorbovaná látka, která je typická opačným nábojem (zpravidla kladným), která se nazývá kationt (H^+ , Al^{3+} , Fe^{3+} , NH_4^+ , Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} , Na^+), ale také záporným, zvaná aniont (Cl^- , NO_3^- apod.). Ionty jsou obsaženy v půdním roztoku jako médiu, ten zprostředkovává pohyb iontů. Nosičem záporného náboje jsou zejména jílové minerály, a humus (resyntetizované organické látky) (Vavříček a Kučera, 2013).

Půdní vodík

Vodíkové ionty v půdě pochází především z disociovaných molekul vody, nebo vytěsněním při oxidačních procesech (Vavříček a Kučera, 2013). Zjištění podílu H^+ iontů v sorpčním komplexu se využívá pro přesnější určení aktuální (efektivní) kationtové výměnné kapacity součtovou metodou (Zbíral, 1995).

Půdní vápník

Půdní uhličitany jsou významnou složkou minerálního půdního podílu. Jejich ionty ve formě Ca^{2+} ovlivňují nasycenost sorpčního komplexu (Jandák, 1989). Výměnný

vápník je poután hlavně fyzikálně chemicky na povrchu půdních koloidů, a to úměrně jejich sorpční kapacitě. Organickými koloidy je relativně Ca^{2+} více adsorbován, než koloidy minerálními. Ionty Ca^{2+} ve výměnné formě jsou pro rostliny lehce přístupné a v půdě zvláště významné pro tvorbu drobtovité struktury. Pro půdní úrodnost je tedy důležité, aby byl sorpční půdní komplex ionty vápníku nasycen z 60 – 70 % (Pokorný et al., 2007).

Půdní fosfor

Fosfor se v půdě nejčastěji vyskytuje ve formě kyseliny fosforečné a je velmi důležitým prvkem pro výživu rostlin. Do půd se dostává hlavně zvětráváním apatitu, jako primárního fosforečného nerostu. Tvoří také významnou složku při vzniku organických sloučenin (fosfolipidy, nukleové kyseliny) (Pokorný et al., 2007). Fosfor se v půdách objevuje také jako oxid fosforečný (P_2O_5), který je hlavně sorpčně poutaný (Pelíšek, 1957).

Kationtová výměnná kapacita (KVK)

Půdní sorpční komplex je charakterizován kationtovou výměnnou kapacitou (KVK) (Pokorný et al., 2007). KVK [$\text{mmol}\cdot\text{kg}^{-1}$] vyjadřuje sumu všech kationtů vázaných na sorpčním komplexu, jak bazických (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , NH_4^+), tak kyselých (H^+ , Al^{3+}) (Vavříček a Kučera, 2013). Přijatelnost kationtů pro rostliny je dána nejen jejich obsahem v půdě, ale i typem koloidu, který kationt sorbuje a silou, jakou jsou jednotlivé kationty poutány k povrchům koloidů. Ta se zmenšuje v pořadí: $\text{Al}^{3+} > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+ = \text{NH}_4^+ > \text{Na}^+$ (Šimek, 2003).

Bazická saturace (BS)

Bazická saturace vyjadřuje poměr skutečného obsahu bází (v době odběru vzorku) k maximálně možnému obsahu bází (KVK). Je-li stupeň bazické saturace větší než 50%, považuje se půda za sorpčně nasycenou (Pelíšek, 1957).

3.7 Chemické vlastnosti půdního prostředí

Chemismus lesních půd představuje zásobu potenciální chemické energie, která se výrazně uplatňuje ve výživě lesních porostů a v činnosti mikroedafonu (Pelíšek, 1957).

Zdrojem živin v půdě jsou zvětrávající horniny, humus, ale i antropogenní imise (což platí zejména pro vstupy N). Chemické poměry jsou rozhodující pro ekologickou hodnotu půdy, jelikož poskytují rostlinám přímo využitelné prvky, které tvoří základ pro výživu rostlin, a tím nepřímo i pro všechny organismy živící se rostlinnou stravou. Jako rostlinné živiny se označují prvky, které jsou pro růst a normální vývoj rostlin nezbytné a nemohou být žádným jiným prvkem plně nahrazeny (Poleno a Vacek, 2011). Na výživu (příjem živin rostlinami) má vliv nejen množství (koncentrace) živin v prostředí (půdním roztoku), ale také jejich vzájemný poměr (Vavříček a Kučera, 2013).

Živiny se dělí na živiny hlavní (makroelementy) a stopové prvky. Jako hranice mezi nimi se zpravidla uvádí koncentrace těchto rostlinných prvků v rostlinné hmotě 100 ppm. K hlavním živinám patří především anionty, které mají záporný náboj (C, O, N, P, S) a kationty s kladným nábojem (H, K, Ca, Mg). Šest z uvedených biogenních prvků (C, O, H, N, S, P) tvoří asi 90 % živé hmoty (Poleno a Vacek, 2011).

3.7.1 Makroelementy lesních půd

Uhlík C a jeho význam v lesních půdách

Uhlík se v půdě vyskytuje ve dvou formách, a to jako anorganický a organický. Anorganický uhlík je v půdě jedním z produktů zvětrávání karbonátových hornin, organický uhlík v půdě je nejčastěji rostlinného, živočišného, nebo mikrobiálního původu (Vavříček a Kučera, 2013). Obsah uhlíku v půdě a jeho změny vyjadřují úroveň některých základních indikátorů suchozemských ekosystémů. Již dávno bylo zjištěno, že půdy hrají jednu z hlavních rolí v globální uhlíkové bilanci (Giardina a Ryan, 2000).

Uhlík jako základní stavební složka organické hmoty, ať už živé, odumřelé nebo přeměněné na polymerizované organické substance tvoří půdní organickou hmotu, která podléhá dekompozici vlivem organismů. K opadu jako hlavnímu zdroji uhlíku

přispívá také podzemní organická hmota z odumřelých kořenů, kořenových exsudátů a půdních organismů, na karbonátovém podloží také zvětrávání. Uhlík z organické hmoty následně vstupuje do složitého cyklu, který se nazývá globální uhlíkový cyklus. Vedle významu jako základní stavební složky organické hmoty spoluutváří uhlík humusové látky, je nositelem živin v podobě humusu a přispívá k vododržnosti.

V půdě je většina uhlíku uložena v rhizosféře, která má mocnost cca 15-20 cm. S hloubkou obsah uhlíku klesá. Uhlík je v půdě uložen především ve formě humusových látek. Vlivem disturbancí, jako je např. odlesnění, orba a kultivace půdy, může tato vrstva půdy velmi rychle zmineralizovat, uhlík se uvolní do atmosféry ve formě CO₂ a humusový materiál degraduje. Důsledkem je narušení stability půdy ve smyslu vodního režimu i výživy rostlin a změny podmínek pro edafon (Vavříček a Kučera, 2013).

Dusík N a jeho význam v lesních půdách

Dusík je v lesních půdách nahromaděn v rozmanitých sloučeninách a v humusu jako jeho primárním zdroji (Pelíšek, 1957), který podléhá mineralizaci. Mineralizací (rozpadem organické hmoty) je dusík aktivován v koloběhu dusíku (Vavříček a Kučera, 2013). V půdě se vyskytuje zejména ve formě nitrátů, nitritů a ve formě amoniakální, které jsou rostlinám přístupné. Dalšími vstupy dusíku do lesní půdy je srážková voda a dusíkaté bakterie, které jej hromadí biologickou cestou. Obsah dusíkatých sloučenin vykazuje v lesních půdách výraznou dynamiku, která je výsledkem biologických procesů. Nejvíce dusíku je poutáno ve svrchní vrstvě půdy a směrem do spodin jej rychle ubývá. Obsah dusíkatých sloučenin v půdě je částečně závislý také na zrnitostním složení – bylo dokázáno, že lehčí půdy obsahují méně dusíku, než půdy těžší. Množství dusíku v lesních půdách kolísá mezi hodnotami 0,1 – 0,3 % (Pelíšek, 1957).

Poměr C/N

Poměr C/N je významným ukazatelem kvality dekompozice a humifikace a trofnosti půd. Uhlík jako základní stavební složka organické hmoty, utvářející polymerizované řetězce na jedné straně a dusík jako hlavní složka výživy rostlin i půdních mikroorganismů na straně druhé (Vavříček a Kučera, 2013). V evropských

lesních půdách se poměr C/N většinou pohybuje mezi 10 (10/1) a 100 (100/1) v organickém horizontu, a v minerálním horizontu mezi 10 (10/1) a 30 (30/1) (Côte et al., 2000). Podstatné je, že uhlík je vždy v přebytku nad dusíkem. Se zvyšujícím se poměrem C/N lze usuzovat na snižující se trofnost půdy (Vavříček a Kučera, 2013).

3.7.2 Chemismus lesního humusu

Organická hmota v lesních půdách je složena ze dvou hlavních částí: nesespecifických a specifických sloučenin. Mezi nesespecifické sloučeniny tvořící 10 – 15 % z celkové organické hmoty, jsou řazeny látky, které lze přesně definovat v organické chemii (např. uhlovodíky, cukry, organické mastné kyseliny aj.). Na druhé straně stojí specifické sloučeniny, které jsou tvořeny vysokomolekulárními organickými sloučeninami. Ty utváří 85 – 90 % celkové organické hmoty v půdě (Klimo, 2003). Mezi specifické organické sloučeniny jsou dle Vavříčka a Kučery (2013) řazeny humusové frakce.

3.7.3 Humusové frakce aktivního humusu

Při vzniku humusu dochází k mineralizaci organické hmoty, následnému štěpení látek, jejich kondenzaci a v závěrečné fázi k polykondenzaci, při které vznikají humusové látky. Mezi stabilní humusové látky jsou řazeny následující frakce: humínové kyseliny, fulvokyseliny, hmatomelanové kyseliny a humin (Vavříček a Kučera, 2013).

Podle odolnosti k rozkladu a podle rozpustnosti v kyselinách a alkáliích se humusové látky rozdělují na tři skupiny: fulvokyseliny, humínové kyseliny a humin (Šimek, 2003).

Fulvokyseliny (FK)

FK mají nejnižší molekulovou hmotnost, jsou nejsvětější, nejrozpustnější a nejsnáze podléhají rozkladu (Šimek, 2003). Hlavními stavebními prvky fulvokyselin jsou C, O, H a N, které se v nich vyskytují v jiné koncentraci, než v humínových kyselinách (Vavříček et Kučera, 2013). Obsah uhlíku v rámci humusových frakcí je nejnižší (43 – 52%) právě ve fulvokyselinách (Pettit, 2004).

Humínové kyseliny (HK)

HK mají vyšší molekulovou hmotnost, jsou tmavší, nerozpustné v kyselinách (Šimek, 2003). Hlavními stavebními prvky humínových kyselin jsou C, H, N, O a S. Jejich množství je proměnlivé v závislosti na klimatu a půdním typu (Sotáková, 1982). Dle Pettita (2004) nejvíce obsahují uhlíku (55 – 62 %).

Hymatomelanové kyseliny (HMK)

HMK svým charakterem tvoří přechod mezi humínovými kyselinami a fulvokyselinami, mají podobnou konstrukci jako humínové kyseliny a jsou rozpustné v alkoholu (Vavříček a Kučera, 2013).

Humín (HU)

HU jakožto humusová frakce je utvářena látkami, které jsou nejsložitější a nejodolnější rozkladu (Šimek, 2003). Obsah uhlíku v humínu osciluje okolo 55 % (Pettit, 2004).

Obsah uhlíku v celkových humusových látkách C HCl

Obsah uhlíku v celkových humusových látkách slouží jako indikátor, který po přepočtu pomocí koeficientu Welteho koeficientu 1,724 vypovídá o obsahu humusu v půdách (viz Příloha č. 6) (Vavříček a Kučera, 2013).

Poměr HK/FK

Stabilita humusových látek se hodnotí pomocí poměru humínových kyselin k fulvokyselinám (Kučec et al., 2015). Poměr procentuálního zastoupení vypovídá o kvalitě humusu. Se vzrůstajícím obsahem humínových kyselin vzrůstá i kvalita humusu. Vysoce kvalitní humus má mít poměr HK/FK vyšší než 1,5:1 (Pokorný et al., 2007). Humus o nízké kvalitě má poměr HK/FK nižší než 1, což indikuje převahu nestabilních a acidifikujících fulvokyselin (typické např. pro podzoly, které mají poměr HK/FK cca 0,4-0,5 a fulvokyseliny mohou zaujímat i více než dvojnásobný podíl na organické hmotě). Vysoký poměr HK/FK se projevuje vyšší strukturností půdy, její tmavší barvou a vysokými hodnotami kationtové výměnné kapacity (Vavříček a Kučera, 2013).

4 METODIKA A MATERIÁL

Pro srozumitelnost následujících kapitol a podkapitol byla vypracována Tab. č. 2, která objasňuje význam kódového označení jednotlivých zjišťovaných proměnných charakterizujících půdní vlastnosti.

Tab. č. 2 Seznam použitých zkratk

Seznam použitých zkratk	
zkratka	význam
Text_002	Textura - obsah částic < 0.002 mm (%)
Text_002_02	Textura - obsah částic 0.002-0.02 mm (%)
Text_02_05	Textura - obsah částic 0.002-0.05 mm (%)
Text_05_2	Textura - obsah částic 0.05-2 mm (%)
Text_002_05	Textura - obsah částic 0.002-0.05 mm (%)
MKK_proc	Maximální kapilární kapacita (%obj.)
RVK_proc	Retenční vodní kapacita (%obj.)
BV_proc	Bod vadnutí (%obj.)
VVK_mm	Využitelná vodní kapacita (mm)
Amkk_proc	Minimální vzdušná kapacita (%obj.)
VVK_mm_Ah	Využitelná vodní kapacita horizontu Ah (mm)
pH_KCl	pH/KCl - půdní reakce výměnná
P_MII_mgKg	Obsah fosforu stanoveného ve výluhu Mehlich II (mg/kg)
H_MII_mmolChEkvKg	Obsah vodíku stanoveného ve výluhu Mehlich II (mmol chemekv/kg)
Ca_MII_mmolChEkvKg	Obsah vápníku stanoveného ve výluhu Mehlich II (mmol chemekv/kg)
KVK_MII_mmolChEkvKg	Kationtová výměnná kapacita - součtová metoda (mmol chemekv/kg)
BS_proc	Bazická saturace (%)
C_proc	Cox - obsah oxidovatelného uhlíku (%hm.)
N_proc	Nt - obsah celkového dusíku (%hm.)
C_N	Poměr C/N
C_CHL_proc	Obsah uhlíku v celkových humusových látkách (%hm.)
C_HK_proc	Obsah uhlíku v huminových kyselinách (%hm.)
C_FK_proc	Obsah uhlíku ve fulvokyselinách (%hm.)
HK_FK	Poměr HK/FK
Ln_DH	Horizont nadložního humusu Ln - dolní hranice (cm)
Lv_DH	Horizont nadložního humusu Lv - dolní hranice (cm)
F_DH	Horizont nadložního humusu F - dolní hranice (cm)
Opad_mocnost_cm	Opad (L+F+H) - mocnost (cm)
Ah_mocnost_cm	Horizont Ah - mocnost (cm)
KvantHum_t_ha_L_prumer	Kvantifikace humusu - hor. L - střední hodnota (t/ha)
KvantHum_t_ha_F_prumer	Kvantifikace humusu - hor. F - střední hodnota (t/ha)
KvantHum_t_ha	Kvantifikace humusu celková (t/ha)

4.1 Metodika

4.1.1 Umístění výzkumných ploch

Výzkumné plochy založené v roce 2015 za účelem zpracování předkládané diplomové práce byly umístěny na polesí Bílovice, Školní lesní podnik Masarykův les Křtiny tak, aby hlavním pojátkem mezi nimi byla podobná dřevinná skladba (s dominující dřevinou dub zimní – *Quercus petraea* (Matt.) Libl.), shodný soubor lesních typů 2H, historická podobnost managementu a rozdílný management využívaný v současnosti k jejich obhospodařování.

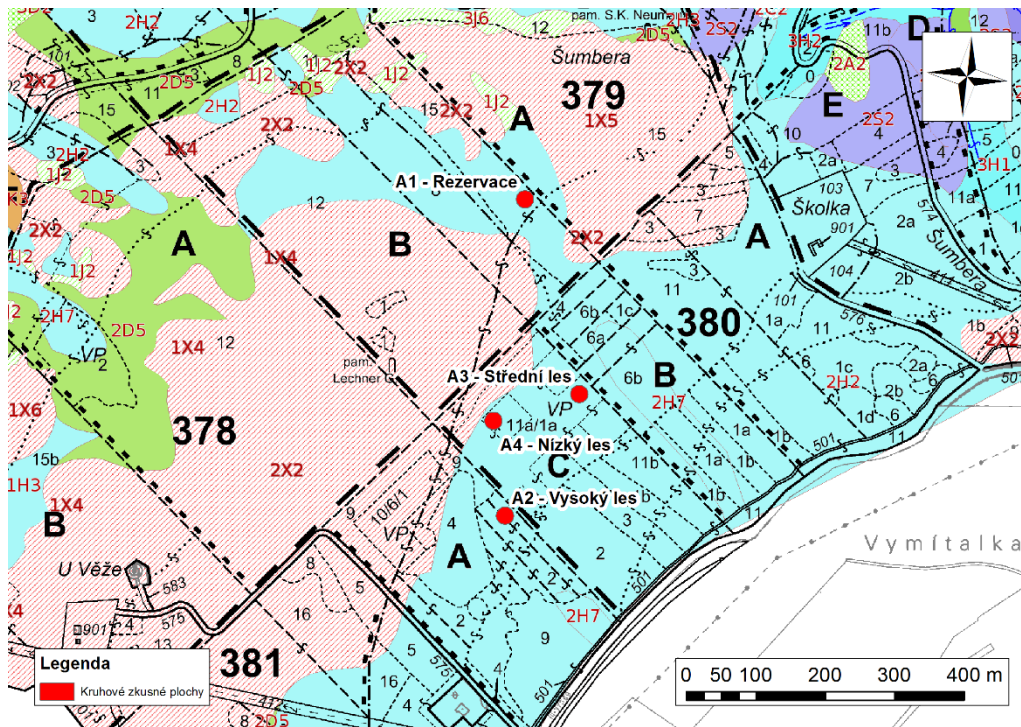
První plocha byla umístěna do NPR Hádecká planinka (viz obrázek č. 1). Druhá plocha v porostu bezprostředně sousedícím s porostem obhospodařovaným v rámci projektu TARMAG. Zbylé dvě plochy byly umístěny ve výzkumném objektu, který byl založen v roce 2008 v rámci projektu TARMAG zaměřeného na biodiverzitu a cílový management ohrožených a chráněných druhů organismů v nízkých a středních lesích v soustavě NATURA 2000. Na vybraných plochách probíhalo dendrometrické měření a pedologický výzkum, jejichž výsledkem je vyhodnocení současného stavu půd v návaznosti na způsob managementu a doporučení vhodného typu hospodaření na vybrané lokalitě.

Tab. č. 3 Seznam výzkumných ploch a jejich umístění

Kód označení	Management	Porostní skupina	GPS
A1 - Rezervace	nepravá kmenovina bez aktivního managementu	379 B 8	49.2274953N, 16.6804222E
A2 - Vysoký les	vysoký les	381 A 2	49.2236067N, 16.6815808E
A3 - Střední les	nepravá kmenovina s aktivním managementem	380 C 11a/1a 11a	49.2252253N, 16.6828897E
A4 - Nízký les	mladá pařezina	380 C 11a/1a 1a	49.2248678N, 16.6814519E

Při sběru dat nebyla použita časová řada nýbrž její modifikace, při které byla časová řada nahrazena výběrem porostů s různým věkem, podobnou dřevinnou skladbou, shodným souborem lesních typů 2H a rozdílným managementem. Na plochách A2, A3 a A4 byly porosty do roku 1972 (LHP 1963 – 1972) obhospodařovány

jako les nízký, plocha A1 byla obhospodařována jako les nízký pouze do roku 1950, kdy došlo k vyhlášení NPR Hádecká planinka a byla tedy ponechána bez zásahu. S platností LHP od roku 1973 byly porosty nízkého lesa evidovány jako les vysoký a byly v nich prováděny převody na les vysoký. Končí tak zde management nízkého lesa s častým obmýtím a vzniká tedy přelom, který byl považován za počátek modifikované časové řady sledovaných porostů.



Obr. č. 2 Mapa SLT s lokalizací výzkumných ploch (červeně)

4.1.2 Hodnocení stanovištních podmínek výzkumných ploch

Na každé z ploch byly v rámci sběru dendrometrických dat proměřeny výšky a tloušťky na inventarizačních plochách 500 m². V rámci těchto ploch byly vykopány zákopky, popsán profil zákopku a nadložního humusu, sebrány vzorky nadložního humusu a dva druhy vzorků půdy. Proběhlo zaměření jednotlivých ploch pomocí GPS (viz tabulka č. 3). Jednotlivé plochy byly zařazeny dle lesnicko-typologického systému (ÚHÚL, 2003).

4.1.3 Sběr dendrometrických dat

V každém porostu byla pomocí laserového dálkoměru Nikon 800 vytýčena zkusná kruhová plocha o rozloze 500 m², na které byly inventarizovány druhy a počty dřevin, jejich výška (měřeno výškoměrem Haglölf Hec.) a výčetní tloušťka ve výšce 1,3 m od paty kmene pomocí průměrky Haglölf Mantax. Na plochách A1 Rezervace, A2 Vysoký les a A3 Střední les byly měřeny dřeviny, pouze pokud dosahovaly tloušťkových dimenzí větších, než 5 cm s kůrou.

V rámci pařeziny bylo přikročeno k modifikaci metodiky, jelikož by bylo technicky náročné proměřit charakteristiky u všech jedinců. Na ploše A4 Nízký les byly proto měřeny tloušťky výmladků ve výšce 0,5 m od paty kmene, výšky a počty jednotlivých výmladků v polykormonech. Dále byly vytyčeny tři, pro porost charakteristické, plošky o rozměrech 1x1 m, na kterých byly počítány jednotlivé kusy přirozené (generativní) obnovy a určovány druhy dřevin, vždy jen pokud měly výšku nad 10 cm včetně. Všechna data byla zaznamenávána do terénního zápisníku.

4.1.4 Vyhodnocení dendrometrických dat

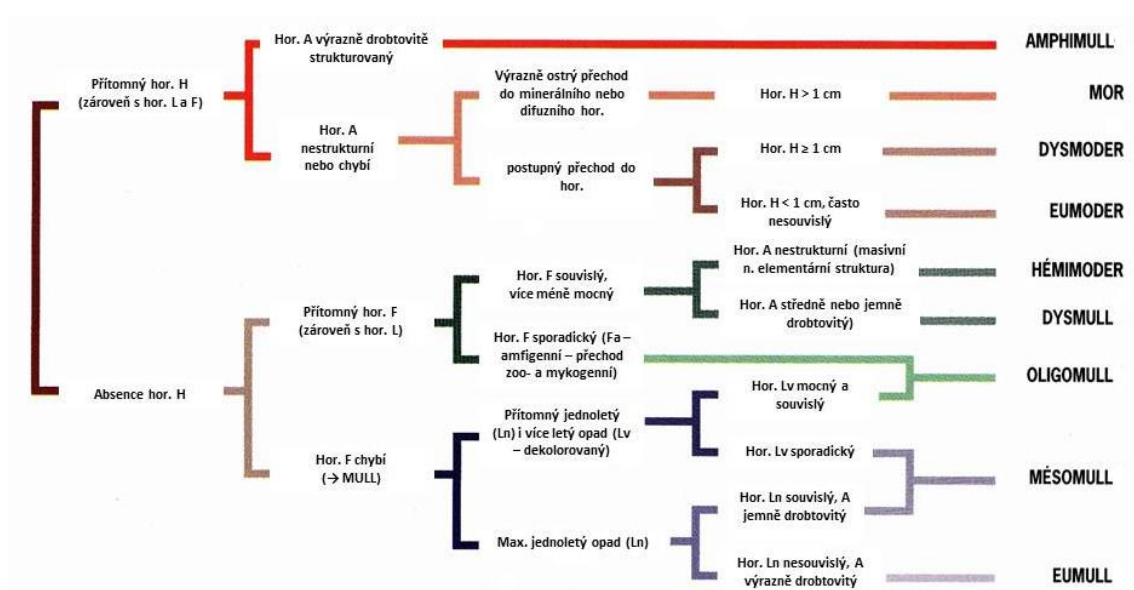
Z naměřených tlouštěk a výšek byly pomocí objemových rovnic (Petraš, Pajtík, 1991) zjišťovány objemy stojícího stromu, dále byly vypočítány porostní zásoby a vyjádřeno dřevinné zastoupení. Pro lokality A3 Střední les (spodní výmladná etáž) a A4 Nízký les bylo zastoupení dřevin vyjádřeno z počtu jedinců na výzkumné ploše, protože zde tloušťky nedosahují dimenze hroubí.

4.1.5 Odběr nadložních humusových horizontů

Odběry nadložního humusu byly jednorázové a probíhaly ve druhé polovině roku 2015. V každém z vybraných porostů bylo v rámci vylišené plochy 500 m² (shodné s plochou ke sběru dendrometrických dat) náhodně vybráno pět pro porost charakteristických plošek. Při výběru bylo přihlíženo především k tomu, aby dílčí plošky nebyly ovlivněny terénními poklesy, či výstupy a nenacházely se v okolí pařezů či pat stromů, kde by mohlo docházet ke zkreslení dat. Poté byly změřeny mocnosti

nadložních humusových horizontů L, F, H a určena humusové forma pomocí publikace francouzského kolektivu Jabiol et al. (2007) dle klíče (viz obrázek č. 3).

Nadložní humus byl odebírán v nejbližším okolí zákopků pomocí pedologického kruhu v počtu 3 odběry na 1 zákopek (tzn., že z jedné výzkumné plochy bylo odebráno 15 pedologických kruhů). V rámci kruhu byl vysbíráván veškerý organický materiál, který byl *in situ* tříděn na opad L, drť F a měl H do sběrných označených sáčků. Celkem tedy bylo ze čtyř porostů odebráno 60 pedologických kruhů (tzn. 180 sáčků vytřízených na frakce opad L, drť F a měl H).



Obr. č. 3 Klíč k určování humusových forem dle Jabiol et al. (2007)

4.1.6 Odběr půdních vzorků

Aby bylo možné důkladně popsat z fyzikálního a fyzikálně chemického hlediska svrchní část minerální půdy, bezprostředně navazující na horizonty nadložního humusu, bylo zapotřebí odebrání směsných vzorků a neporušených půdních částí z horizontu Ah.

Odběr směsných půdních vzorků

Odběry směsných půdních vzorků probíhaly simultánně a na stejném místě s odběry nadložního humusu. Na každé z pěti dílčích ploch byl vykopán zákopek o rozměrech 25x25x25 cm, u kterého byly podrobně popsány následující charakteristiky:

textura, struktura, prokořenění, skeletnatost, frakce skeletu, hloubka Ah horizontu hloubka Bt horizontu. Následně byl ze zákopku pomocí lopatky odebrán směsný vzorek půdy z minerálního horizontu Ah o hmotnosti cca 200 g. Celkem tedy bylo ze čtyř porostů získáno 20 směsných půdních vzorků, které byly následně laboratorně analyzovány.

Odběr neporušených půdních vzorků

K provedení analýz vyhodnocujících fyzikální vlastnosti půdy, popisující vodní režim v daném půdním horizontu Ah, bylo potřeba uskutečnit odběry neporušených půdních vzorků pomocí Kopeckého fyzikálních válečků s daným objemem 100cm³. U některých ploch není mocnost Ah horizontu dostačující, byl tedy s horizontem Ah částečně odebíráán i horizont Bt. Jelikož byly půdy středně až silně prokořeněny, byly jednotlivé očíslované válečky do půdy zapravovány pomocí nábojnice a kladívka. Po úplném zapravení fyzikálního válečku do půdy byl váleček i s vrstvou okolní zeminy vyzvednut. Jednotlivé válečky byly začištěny nožem, zavíčkovány, opatřeny gumičkami, aby nedošlo k vysypání, či odloupení části vzorku během přepravy do laboratoře. Aby při v době mezi odběrem a laboratorní analýzou nedocházelo k vysychání půdních vzorků, byl každý jednotlivý vzorek umístěn do uzavřeného mikrotenového sáčku.

4.1.7 Laboratorní analýza půdních vzorků

Vyhodnocování půdních vzorků odebraných z výzkumných ploch probíhalo v laboratoři Ústavu geologie a pedologie Mendelovy univerzity v Brně a v externí laboratoři MORAVA s.r.o. ve Studénce. Všechny vzorky byly zpracovávány pomocí stejného metodického postupu tak, aby nedocházelo k odchylkám způsobeným změnami laboratorních postupů a tím znevážením výstupů.

4.1.8 Kvantifikace nadložního humusu

Akumulovaný nadložní humus vysbírány pomocí pedologických kruhů, *in situ* vytřízený dle jednotlivých horizontů, byl po převezení do laboratoře nejprve 24 hodin vysoušen na konstantní hmotnost při 105°C, poté byl vyjmut ze sušárny a po jeho

ochlazení na pokojovou teplotu zvážen. Váha jednotlivých vzorků byla zaznamenána do laboratorního zápisníku a dále statisticky zpracována.

4.1.9 Zpracování směšného půdního vzorku v externí laboratoři

V tabulce č. 4 jsou uvedeny prováděné analýzy, jejich metody a odkazy na metodické postupy.

Tab. č. 3 Postupy zpracování půdního vzorku v externí laboratoři

Stanovení	Metoda	Metodika
pH (KCl, H ₂ O)	měření aktivity vodíkových iontů (v případě pH/KCl vytěsněných draslíkem ze sorpčního komplexu půdy)	Analýza půd I., Jednotné pracovní postupy ÚKZÚZ, J.Zbiral; Vydání 2., 2002
N _{tot}	destilace podle Kjeldahla	Analýza půd III., Jednotné pracovní postupy ÚKZÚZ, J.Zbiral; Vydání 1, 1997
Ca, Mg, K, P	extrakce půdy roztokem dle Mehlich 3	Analýza půd I., Jednotné pracovní postupy ÚKZÚZ, J.Zbiral; Vydání 2., 2002
	Ca, Mg - atomová absorpční spektrofotometrie	
	K - atomová emisní spektrofotometrie	
	P - spektrofotometrie (jako fosfomolybdenová modř)	
H ⁺	měření změny pH po přidání tlumivého roztoku	Analýza půd I., Jednotné pracovní postupy ÚKZÚZ, J.Zbiral; Vydání 2., 2002
KVK	součtová metoda - součet Ca + Mg + K + H ⁺ (v mmol chem. ekvivalentů / kg)	Analýza půd I., Jednotné pracovní postupy ÚKZÚZ, J.Zbiral; Vydání 2., 2002
CHL, HK, FK	CHL - pyrofosforečnanový výluh se odpaří do sucha a v odparku se stanoví Cox	Modifikovaná metoda "Stanovení frakcí humus. látek" podle Kononové a Bělčikové 1961 Skripta VŠZ Brno, Cvičení z půdoznalství, Jandák a kol., 1989
	FK - z okyseleného výluhu se odfiltruje sraženina a v odparku čirého filtrátu se stanoví Cox	
	HK - zbytek na filtrech se rozpustí roztokem NaOH a v odparku se stanoví Cox	
Cox	spektrofotometrie po spalování za mokra chromsírovou směsí	Analýza půd III., Jednotné pracovní postupy ÚKZÚZ, J.Zbiral; Vydání 1, 1997

Výpočty vztahující se k analýzám v externí laboratoři:

N_{tot} – celkový dusík

$$N_{tot} = \frac{(a-b) \times f \times e \times 100}{m} \quad [\%]$$

a..... spotřeba odměrného roztoku hydroxidu sodného při slepém pokusu [ml]

b..... spotřeba odměrného roztoku silné kyseliny při vlastním stanovení [ml]

f..... faktor odměrného roztoku silné kyseliny

e..... chemický ekvivalent N pro 1 ml odměrného roztoku pro c (chem. Ekv.) = 0,01 mol/l

m..... navážka vzorku [g]

H⁺ - obsah vodíku

$$H^+ = 10 \times (8 - pH) \times 8 \quad [\text{mmolchekv/kg}]$$

pHhodnota pH naměřená po přidání tlumivého roztoku v půdní suspenzi

Snížení hodnoty pH je úměrná výměnné aciditě. Změna o 0,10 jednotek pH odpovídá 8 mmol H⁺ na 1 kg půdy

KVK – kationtová výměnná kapacita

$$KVK = \frac{Ca}{20,04} + \frac{Mg}{12,1525} + \frac{K}{39,098} + H + \frac{Na}{22,9898} \quad [\text{mmolchekv/kg}]$$

Ca, Mg, K, Na.....obsah prvků zjištěných metodou podle Mehlicha II [mg/kg¹]

H⁺..... koncentrace kationtů vodíku v sorpčním komplexu půdy zjištěná dvojím měřením pH [mmol.kg⁻¹]

BS – bazická saturace

$$BS = \frac{S}{KVK} \times 100 \quad [\%]$$

S..... okamžitý obsah výměnných bází [mmol.kg⁻¹]

KVK..... kationtová výměnná kapacita [mmol.kg⁻¹]

C – obsah uhlíku HK, FK, CHL

$$C = \frac{(a-c \times 0,5 \times B) \times k \times 100}{g} \quad [\%]$$

a..... počet cm³ oxidantu [cm³]

c..... koncentrace Mohrovy soli

B..... spotřeba Mohrovy soli při zpětné titraci [cm³]

k..... koeficient (0,003), vycházející ze skutečnosti, že 1 cm³ dichromanu draselného oxiduje 3 mg uhlíku

g..... navážka vzorku zeminy absolutně vyschlé [g]

Cox – celkový obsah oxidovatelného uhlíku

$$Cox = \frac{\left(\frac{a}{m}\right) \times (100+w)}{100} \quad [\%]$$

a..... obsah organického uhlíku v navážce vzorku [mg]

m..... navážka vzorku [g]

w..... obsah vody v % (w/w) vztažený na sušinu půdy stanovený dle ISO 11465

4.1.10 Zpracování směsného půdního vzorku

Zbývá část směsného půdního vzorku byla zpracovávána svépomocí. Po úpravě na jemnozem I. byla provedena analýza zrnitostního složení půdy. Půdní zrnitost neboli textura patří mezi základní fyzikální vlastnosti půdy. Vypovídá o zrnitostních frakcích, které se rozlišují podle své velikosti, základní dělení zrnitostních frakcí je na skelet (s velikostí frakce > 2 mm), který byl ze vzorku odstraněn při jeho úpravě a jemnozem (s velikostí frakce < 2 mm). V šetření byla tedy využita jemnozem I. Při stanovování zrnitostního složení byla využita sedimentační metoda, přesněji metoda pipetovací, která je založena na rychlosti sedimentace půdních částic, v suspenzi dispergačního činidla a vody, dle jejich hmotnosti.

Analýza zrnitostního složení

Při analýze zrnitostního složení bylo postupováno dle modifikované metodiky Zbíral et al. (2004). Samotný postup analýzy probíhal následovně:

1. Ze vzorku půdy upraveného na jemnozem I. je naváženo 20g, navážka je umístěna do zvážené a popsané kádinky
2. K navážce je přidáno 50 ml destilované vody a 20 ml dispergačního činidla (složení: 35,7g hexametafosforečnanu sodného (NaPO_3)₆ a 7,94 g uhličitanu sodného Na_2CO_3) a vzorek je dobře promíchám
3. Po promíchání je vzorek umístěn na plotýnku, kde je obsah přiveden k varu a poté cca 1 hodinu provařován a míchán, aby nedošlo ke vzniku nápeků na laboratorním skle, a tím k vytvoření nepravých frakcí, čímž by byl vzorek znehodnocen
4. Když je vzorek důkladně provařen, odstaví se z plotýnky a nechá se vychladnout. Po vychladnutí je vzorek i se suspenzí nalit na síto s velikostí ok 0,25 mm, kde je proudem vody promýván tak, aby na sítu zbyly jen frakce větší, než je velikost jeho ok.
5. Takto proplavené částice jsou pomocí destilované vody smývány do odměrného válce o objemu 1 l, který je následně doplněn destilovanou vodou do jmenovitého objemu
6. Hydrosuspenze vzniklá po přidání destilované vody je důkladně promíchávána, vertikálním pohybem v odměrném válci, po jednu minutu je následně pipetována. Pipetace uskutečňována v předem daných časech (viz tabulka č. 5) je odebírána ze tří hloubek (každá z hloubek v daném čase obsahuje různou velikost částic).

Tab. č. 5 Pipetovací metoda – časy pro jednotlivé hloubky a velikosti částic

Velikost částic	Hloubka odběru	Čas		
		hod	min	sec
mm	cm			
< 0,05	25	0	1	41
< 0,02	10	0	4	13
< 0,002	4	2	48	54

Ze vzorku je vždy odpipetována suspenze do předem zvážené kádinky, která je poté přenesena na plotýnku, kde je ze vzorku odpařována tekutá část. Po

odpaření je vzorek ponechán k vychladnutí a následně zvážen na vahách s přesností na 0,0001 g, hmotnost je zaznamenána do laboratorního zápisníku.

7. Zároveň s pipetováním vzorků je pipetován i tzv. hluchý vzorek, ve kterém není obsažena půdní frakce, ale pouze destilovaná voda a 20 ml dispergačního činidla, aby mohl být proveden odečet hmotnosti činidla obsaženého ve vzorcích s půdou při následujícím výpočtu.

Vyhodnocení poměru jednotlivých zrnitostních frakcí obsažených ve vzorcích bylo provedeno dle trojúhelníkového diagramu zrnitosti půd (NRSC USDA) viz příloha č. 2.

Výpočet pro obsah frakce jílu a prach byl proveden dle následujícího vztahu:

$$Text = \frac{(m\ ODP - pm\ ODP) \times \left(\frac{1000}{23}\right) \times 100}{n} \quad [\%]$$

mODP..... hmotnost odparku [g]

pmODP..... průměrná hmotnost odparku frakce [g]

n..... hmotnost navážky [g]

Výpočet obsahu frakce písku

$$Text = \frac{(mODPl \times 100)}{n} \quad [\%]$$

mODPl..... hmotnost odparku v 1l [g]

n..... hmotnost navážky [g]

4.1.11 Zpracování neporušeného půdního vzorku

Analýza fyzikálního válečku

Při analýze fyzikálního válečku bylo postupováno dle metodiky Rejšek (1999). Samotný postup analýzy probíhal následovně:

1. Po převozu do laboratoře jsou válečky vybaleny z mikrotenových sáčků, zbaveny gumiček, víček a na jejich spodní stranu je přiložen filtrační papír překrývající celou plochu Kopeckého fyzikálního válečku. Vzorek je i s filtračním papírem zvážen.
2. Zvážený fyzikální váleček se umístí, spodní stranou opatřenou filtračním papírem, na nasávací zařízení, je překryt hodinovým sklíčkem, které zakrývá celou svrchní plochu válečku, aby nedocházelo ke ztrátám vody odparem.
3. Po 24 hodinách je váleček i s filtračním papírem zvážen, hmotnost je zaznamenána.
4. Ihned po zvážení je váleček, stále opatřen hodinovým sklíčkem, přemístěn na vrstvu filtračního papíru, kde je ponechán po 30 minut, aby byl následně zvážen.
5. Po zvážení se váleček i s hodinovým sklíčkem opět položí na vrstvu filtračního papíru, kde se ponechá 90 minut odsávat. Po uplynutí určeného času je opět zvážen.
6. Po zvážení je váleček ponechán na vrstvě filtračních papírů po 24 hodin, poté probíhá poslední vážení vlhkého vzorku.
7. Když je váleček zvážen, umístí se i s původním filtračním papírem na smaltovanou misku a s ní do sušárny, kde je po dobu minimálně 4 hodin vysoušen do konstantní vlhkosti při 105°C. Takto je vzorek upraven do stavu bez půdní vlhkosti. Po vysušení je znova zvážen.
8. Po vážení je vzorek ponechán na misce jeden týden v laboratoři, aby nasál vzdušnou vlhkost.
9. Když uplyne týden, je vzorek naposledy zvážen, je zvážen i samostatný očištěný fyzikální váleček s používaným filtračním papírem a smaltovaná miska, aby mohlo dojít k odečtení jejich hmotností při výpočtech.

Veškeré hodnoty zjištěné při vážení jsou zaznamenávány do laboratorních zápisníků a následně použity k výpočtu hydrofyzikálních charakteristik.

Výpočty byly prováděny pomocí matematických vztahů uvedených ve skriptech Rejšek (1999).

Maximální kapilární kapacita Θ_{MKK}

$$\Theta_{MKK} = \frac{HmPo2hOds - HmVysKonst}{V} \times 100 \quad [\%]$$

HmPo2hOds..... hmotnost uměle vodou nasyceného vzorku po 2 hodinách odsávání [g]

HmVysKonst hmotnost vzorku vysušeného do konstantní hmotnosti [g]

V.....objem vzorku [cm³]

Pro vyhodnocení viz Příloha č. 4.

Retenční vodní kapacita Rvk proc

$$RVK = \frac{HmPo24hOds - HmVysKonst}{V} * 100 \quad [\%]$$

HmPo24hOds..... hmotnost uměle vodou nasyceného vzorku po 24 hodinách odsávání [g]

HmVysKonst hmotnost vzorku vysušeného do konstantní hmotnosti [g]

V.....objem vzorku [cm³]

Pro vyhodnocení viz příloha č. 7.

Bod vadnutí BV proc

$$BV = \check{C}H \times 3 \quad [\%]$$

$\check{C}H$ číslo hygroskopicity

Tab. č. 6 Bod vadnutí - koeficient

Bod vadnutí		
půda		
lehké až střední	těžká	velmi těžká
$BV = \check{C}H * 3$	$BV = \check{C}H * 2,5$	$BV = \check{C}H * 2,0$

Využitelná vodní kapacita VKK mm

$$Vkk \text{ mm} = (RVK_{proc} - BV_{proc}) \times 2 \quad [\text{mm}]$$

RVK_{proc}..... retenční vodní kapacita [%]

BV_{proc}..... bod vadnutí [%]

Pro vyhodnocení viz příloha č. 8.

Využitelná vodní kapacita v Ah horizontu V_{kk} mm Ah

$$V_{kk} \text{ mm Ah} = \left(\frac{V_{kk} \text{ mm}}{20} \right) \times v \quad [\text{mm}]$$

V_{kk} mm..... využitelná vodní kapacita [mm]

v..... mocnost horizontu Ah [cm]

Pyknometrické stanovení měrné hmotnosti ρ_s

Půdní vzorek upravený na jemnozem I. byl použit ke stanovení měrné hmotnosti ρ_s . Stanovení měrné hmotnosti je důležité pro další výpočty, díky kterým se zjistí například pórovitost, nebo minimální vzdušná kapacita. Ke stanovení měrné hmotnosti byla využita pyknometrická metoda, její postup je dle Rejška (1999).

1. Vzorek půdy upravený na jemnozem I. je vysušen do konstantní hmotnosti
2. Zvážený, pečlivě vyčištěný a vysušený Gay-Lusacův pyknometr, jehož hmotnost je zaznamenána v laboratorním zápisníku, je naplněn až po okraj destilovanou vodou, aby při jeho uzavření došlo k vystříknutí vody kapilárou. Takto naplněný a usušený pyknometr je zvážen, voda je vylita a pyknometr se dá sušit
3. Suchý pyknometr je naplněn cca 10g půdního vzorku předem upraveného na jemnozem I. a zvážen. Váha pyknometru s navážkou je zapsána do laboratorního zápisníku.
4. Do pyknometru je doplněna destilovaná voda a bez zvážení je pyknometr přenesen na plotnu, kde je doveden k varu. Vzorek je cca 15 minut vařen, aby se z něj vyvařil veškerý vzduch.
5. Po sejmutí z plotny se nechá vychladnout na pokojovou teplotu, jakmile vychladne, je doplněn destilovanou vodou tak, aby byla kapilára plná vody, a poté je vzorek zvážen.

Výpočty jsou prováděny dle následujících vztahů (Rejšek, 1999):

Měrná hmotnost ρ_s

$$\rho_s = \frac{m_1}{(m_1+m_2)-m_3} \quad [\text{g.cm}^{-3}]$$

m_1 hmotnost vzorku vysušeného do konstantní hmotnosti (navážka) [g]

m_2 hmotnost pyknometru s destilovanou vodou [g]

m_3 hmotnost pyknometru s rozvařeným vzorkem a s destilovanou vodou [g]

Pórovitost P

$$P = \frac{(\rho_s - \rho_d)}{\rho_s} * 100 \quad [\%]$$

ρ_s měrná hmotnost vzorku z daného analyzovaného horizontu [g.cm^{-3}]

ρ_d objemová hmotnost redukováná z tohoto horizontu [g.cm^{-3}]

Hodnocení půdní pórovitosti (viz příloha č. 9).

Minimální vzdušná kapacita AMKK proc

$$AMKK = P - \Theta_{MKK} \quad [\%]$$

P..... pórovitost [%]

Θ_{MKK} maximální kapilární kapacita [%]

Charakteristiky AMKK viz příloha č. 10.

4.1.12 Statistické vyhodnocení dat

Terénní a laboratorní data byla zpracovávána v několika programech, základní výpočty půdních vlastností byly vypočítány a tabelárně zpracovány pomocí programu MS Excel.

Analýza hlavních komponent (PCA – principal component analysis) byla provedena v prostředí R, verze 3.2.3 (2015-12-10) s využitím balíčku FactoMineR, verze 1.28 (Husson et al. 2016), určeného pro vícerozměrné analýzy.

V analýze byly využity dvě kategorické proměnné: (1) typ managementu – rezervace (označení „Rezervace“), vysoký les (označení „VysLes“), střední les (označení

„StrLes“), nízký les (označení „NizkyLes“); (2) humusová forma (v případě předkládané práce byly identifikovány humusové formy dysmull, oligomull, eumoder. Ty byly využity pro zobrazení ve faktoriální rovině jednotlivých případů (Individuální faktorová mapa PCA), přiřazené k jednotlivým skupinám spojitých proměnných.

Spojité proměnné byly vyhodnocovány nejprve zvlášť, seskupené podle skupin půdních parametrů, členěných na fyzikální, fyzikálně-chemické, chemické a terénně zjišťované vlastnosti. Pro každou skupinu byly zvoleny za účelem preliminární optimalizace rozsahu datové matice reprezentativní vlastnosti, aby tak bylo omezeno riziko multikolinearity a nadměrného počtu proměnných s ohledem na velikost souboru (Meloun, Militký 2006).

Celkový rozsah statistického výběru čítajícího 83 proměnných (26 fyzikálních a hydrofyzikálních, 14 fyzikálně-chemických, 7 chemických, 36 terénních) byl zredukován na základě empiricky vyhodnocených predispozičních vazeb mezi půdními parametry na 11 fyzikálních a hydrofyzikálních, 6 fyzikálně-chemických, 4 chemické, 8 terénních a pro finální komplexní vyhodnocení 20 proměnných. Výběr finálních 20 proměnných probíhal na základě hodnocení ordinačních grafů a posouzení míry korelační závislosti mezi proměnnými tak, aby jejich počet byl zredukován za účelem navazující analýzy rozptylu (ANOVA).

Při statistickém vyhodnocování dat v programu STATISTICA 12 byla provedena jednofaktorová analýza rozptylu (ANOVA) a post-hoc mnohonásobné porovnávání pomocí Tukeyova HSD (honest significant difference) testu. Prostřednictvím výstupů z analýzy rozptylu byly hodnoceny konkrétní půdní parametry a jejich specifika ve vztahu ke čtyřem hodnoceným typům managementu.

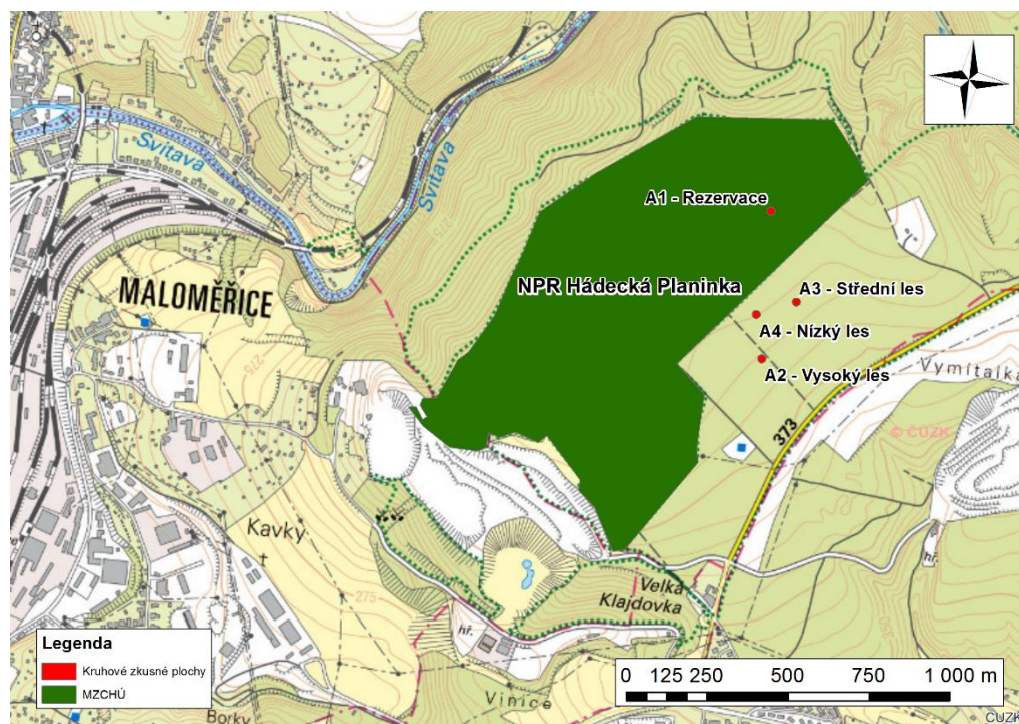
Z hodnot naměřených v terénu (výška, výčetní tloušťka, počet jedinců) byl pomocí objemových rovnic autorů Petráš a Pajtík (1991) vypočítán objem stojících stromů a přepočtena skutečná zásoba m³ hroubí/ha za použití programu MS EXCEL.

4.2 Materiál

4.2.1 Širší územní charakteristika výzkumných ploch

Zájmové území se nachází v Jihomoravském kraji, na severovýchodním okraji města Brna, dle dřívějšího členění v okrese Brno – venkov. Katastrálně toto území spadá pod obec Kanice (www.geoportal.gov.cz). Majitelem pozemků určených k provedení výzkumu je Mendelova univerzita v Brně, vybrané pozemky pro Mendelovu univerzitu spravuje Školní lesní podnik Masarykův les Křtiny (dále ŠLP ML Křtiny), polesí Bílovice nad Svitavou.

ŠLP ML Křtiny byl založen roku 1923 a od té doby jej Lesnická a dřevařská fakulta využívá v rámci studijních programů lesnictví, krajinářství a dřevařství jako unikátní účelové zařízení s mnoha lesnickými, environmentálními a dřevařskými demonstračními objekty, v neposlední řadě jako exkurzní a výukový objekt zcela mimořádného významu (Truhlář, 1996). Celková rozloha lesních pozemků spravovaných ŠLP ML Křtiny je 10 265 ha, tyto pozemky vytváří souvislý komplex lesů od severního okraje města Brna až po Blansko, přerušovaný zemědělskými pozemky a intravilány několika obcí (Lesprojekt Brno, 2013).



Obr. č. 4 Mapa širších územních vztahů s lokalizací výzkumných ploch (červeně)

Zájmové území leží v přírodní lesní oblasti 30 – Dražanská vrchovina (Plíva a Žlábek, 1986). PLO 30 svou katastrální výměrou zaujímá 157 914 ha při lesnatosti 55,4 % (www.uhul.cz).

4.2.2 Geomorfologické poměry

Z geomorfologického hlediska Demek a Novák (1992) řadí oblast následovně:

system : Hercynský

subsystem: Hercynská pohoří

provincie: Česká vysočina

soustava: Česko-moravská subprovincie

oblast: Brněnská vrchovina

celek: Dražanská vrchovina

podcelek: Moravský kras

okrsek: Ochozské plošiny

(Demek a Novák, 1992)

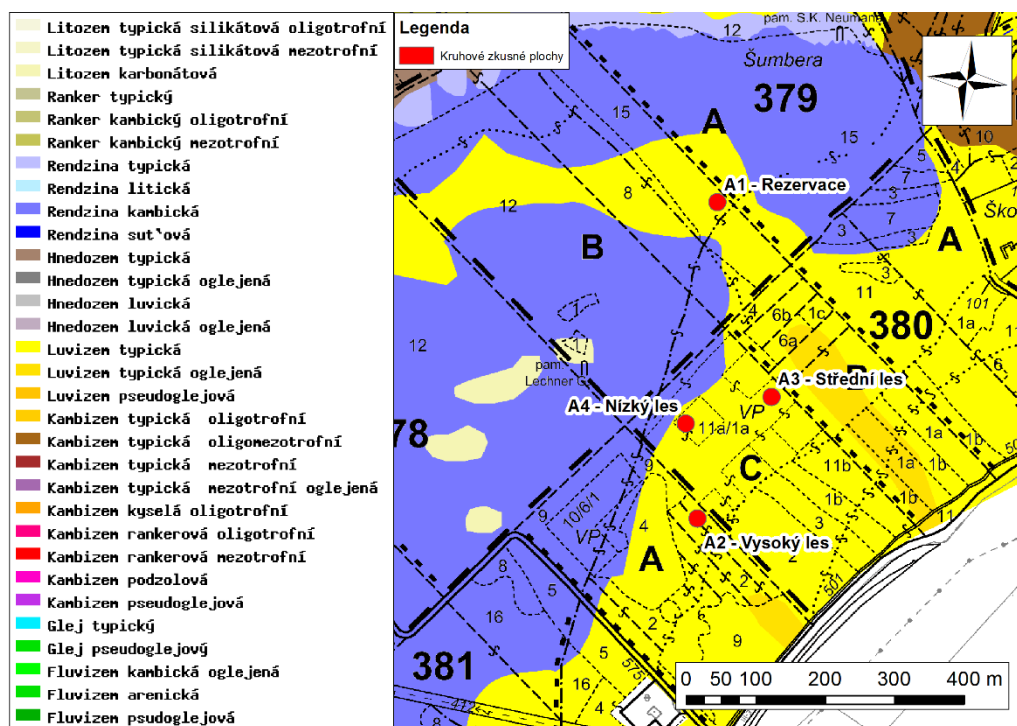
Reliéf Moravského Krasu má z velké části charakter členité vrchoviny, která je však oddělena ostrými 100 – 200 m hlubokými údolními zářezy. Maximální nadmořské výšky 538 m na území LHC dosahuje Moravský kras SV od Rudice (Lesprojekt Brno, 2013). Dnešní vzhled georeliéfu je výsledkem složitého geomorfologického vývoje, který probíhal v různých fyzickogeografických podmínkách (Demek a Novák, 1992).

4.2.3 Geologické poměry

Skalní podloží je z převážné části budováno v nejvyšších polohách devonskými až spodnokarbonskými hádsko-říčskými vápenci líšeňského souvrství a křtinskými vápenci s bohatou fosilní faunou. K typickým zástupcům patří např. ostrakodi, hlavonožci, trilobiti, ramenonožci, koráli a konodonti. V části území utváří skalní podloží sprašové pokryvy (Mackovčín et al., 2007). V NPR Hádecká planinka jsou krasové jevy předmětem ochrany neživé přírody, chráněna jsou zde škrapová pole, závrťové deprese a jeskyně (AOPK, 2012).

4.2.4 Pedologické poměry

Vzhledem k velké variabilitě geologického podloží Dražanské vrchoviny se zde vyvinul velmi pestrý výčet půd. V rámci Hádecké plošiny je půdní pokryv utvářen především rendzinami různé kvality (Štefka et al., 2001), která je typickou půdou vyvíjející se na karbonátových matečných horninách (Vavříček a Kučera, 2014). Na východním okraji Hádecké plošiny se na sprašových překryvech postupně vyvinula luvizem typická (Mackovčín et al., 2007).



Obr. č. 5 Mapa půdních typů s lokalizací výzkumných ploch (červeně)

4.2.5 Klimatické poměry

Jižní část Dražanské vrchoviny a zároveň nejižnější cíp Moravského krasu, náleží dle Quitta (1971) do klimatické oblasti T2 – teplá. Tato klimatická oblast je charakterizována dlouhými suchými léty s nízkou četností srážek, přechodné období mezi ročními obdobími bývá velmi krátké, jaro a podzim jsou teplé až mírně teplé, zima mírně teplá a suchá s velmi krátkým trváním sněhové pokrývky (pro detail viz příloha č. 11).

4.2.6 Hydrologické poměry

Oblast Moravského Krasu spadá do povodí Dyje, která na území Moravy odvodňuje podstatnou část Českomoravské a Brněnské vrchoviny, Dyjskosvratecký úval, jižní část Středomoravských Karpat, západní část Dolnomoravského úvalu a Mikulovskou vrchovinu. Mezi její přítoky v rámci studované oblasti patří řeka Svitava, která se s vými přítoky odvodňuje podstatnou část Moravského krasu (Demek a Novák, 1992). Z nekrasového okolí přitékají do krasu alochtonní toky, které se na jeho okraji propadají (Rudické propadání, ponory Křtinského potoka aj.) a krasové území protékají pod zemí do vyvěraček (Lesprojekt, 2013). Hádecká plošina z větší části spadá do povodí řeky Svitavy, která protéká na severozápadě od rezervace v hlubokém údolí, zatímco plochy mimo rezervaci odvodňuje potok Říčka, který protéká Mariánským údolím ležícím východně od Hádecké plošiny (Demek a Novák, 1992). Na území Hádecké plošiny se nevyskytují žádné povrchové či podpovrchové vodní toky a srážková voda je zde zadržována pouze po krátkou dobu v drobných terénních depresích.

4.2.7 Ochrana přírody

CHKO Moravský kras

Zájmové území je součástí chráněné krajinné oblasti Moravský kras. Důvodem, proč byl Moravský kras 4. července v roce 1956 vyhlášen chráněnou krajinnou oblastí (jako druhá nejstarší v České republice a nejstarší na Moravě) je jeho pozoruhodná příroda i výjimečné kulturní a historické památky. Moravský kras je vyvinut v 3 až 6 kilometrů širokém a 25 km dlouhém pásu devonských vápenců, který se táhne od obcí Líšeň a Maloměřice u Brna severním směrem ke Sloupu a Hoštejnu. Je nejvýznamnější krasovou oblastí České republiky. V Moravském krasu bylo k dnešnímu dni objeveno přes 1100 jeskyní, včetně systému chodeb Amatérské jeskyně, který se svými téměř 40 km dlouhými chodbami vytváří nejdelší jeskynní komplex v České republice (Mackovčín et al., 2007).

NPR Hádecká planinka

NPR Hádecká planinka byla vyhlášena na základě zřizovací vyhlášky ministerstva školství, věd a umění 2. 9. 1950 jako Státní přírodní rezervace. Po novelizaci zákona O ochraně přírody a krajiny v roce 1992 (114/1992 Sb.) získala statut Národní přírodní rezervace. Dnes se rozkládá na 71,51 ha v nejnižnějším cípu CHKO Moravský kras.

Předmětem ochrany v NPR jsou zachovaná přirozená lesní a lesostepní společenstva s bohatým zastoupením živočichů a rostlin. Teplomilná vegetace Hádecké plošiny je představována především šípákovými doubravami svazu *Quercerion pubescenti-petrae* s dubem pýřitým (*Quercus pubescens*), dubem cerem (*Quercus cerris*) a jeřábem břekem (*Sorbus torminalis*). V druhově bohatém keřovém patře je typický klokoč zpeřený (*Staphylea pinnata*), dřín jarní (*Cornus mas*), dřišťál obecný (*Berberis vulgaris*), hloh jednosemenný (*Crataegus monogyna*) (Mackovčín et al., 2007).

AOPK (2012) dělí předměty ochrany v NPR Hádecká planinka následovně:

1. Ekosystémy

Subpanonské stepní trávníky	Panonsko-karpatské	dubohabřiny
Hercynsko-karpatské dubohabřiny	Panonské	dubohabřiny
Periapidské bazifilní teplomilné doubravy	Suťové lesy	(AOPK, 2012)

2. Druhy

Hadinec červený (<i>Echium maculatum</i>)	
Koniklec velkokvětý (<i>Pulsatilla grandis</i>)	(AOPK, 2012)

3. Útvary neživé přírody

Závrtové deprese	
Škrapová pole	
Jeskyně	(AOPK, 2012)

Rezervaci tvoří společenstva přechodného 1. až 2. vegetačního stupně, v menší míře jsou zastoupena i společenstva 2. vegetačního stupně, společenstva 3. vegetačního

stupně se vyskytují na svazích se severní expozicí. Porosty spadají do kategorie lesů ochranných a lesů zvláštního určení. Management je zaměřen na udržení a zlepšení druhové skladby lesních porostů. Speciální péče je věnována především lesním okrajům a světlinám s teplomilnými druhy živočichů a rostlin (Mackovčín et al., 2007).

Flora

Teplomilná vegetace Hádecké plošiny je představována především šípákovými doubravami svazu *Quercerion pubescenti-petrae* s dubem pýřitým (*Quercus pubescens*), dubem cerem (*Quercus cerris*) a jeřábem břekem (*Sorbus torminalis*). V bohatém keřovém patře je typický klokoč zpeřený (*Staphylea pinnata*), dřín jarní (*Cornus mas*), dřišťál obecný (*Berberis vulgaris*), hloh jednosemenný (*Crataegus monogyna*) (Mackovčín et al. 2007). Z bylin jsou velice hojnými druhy kamejka modronachová (*Lihospermum purpurocaeruleum*) a třemdava bílá (*Dictamnus albus*). Druhově velmi bohatá jsou stepní a lesostepní společenstva se suchými trávníky, ve kterých se vyskytuje široké druhové spektrum trav jako je kostřava walliská (*Festuca valesiaca*), ostřice nízká (*Carex humilis*), válečka prapořitá (*Brachypodium pinnatum*) aj., mezi dalšími bylinami vyskytujícími se na lesostepních společenstvech můžeme jmenovat kosatec mnohobarevný (*Iris variegata*), koniklec velkokvětý (*Pulsatilla grandis*), nebo kriticky ohrožený hadinec červený (*Echium maculatum*).

Stanoviště v severní a východní části rezervace, která mají vyšší zakmenění porostů a výrazně méně světlin mají také rozdílné druhové složení. Dominují zde porosty s dubem zimním (*Quercus petraea*), habrem obecným (*Carpinus betulus*), dubem letním (*Quercus robur*), lípami velkolistou (*Tilia platyphyllos*) a srdčitou (*Tilia cordata*), javorem mlčcem (*Acer platanoides*) a klenem (*Acer pseudoplatanus*). Keřové patro zde utváří především dřín jarní (*Cornus mas*) a svída krvavá (*Cornus sanguinea*). V bylinném patře dominují byliny jarního aspektu jako prvosenka jarní (*Primula veris*), plicník lékařský (*Pulmonaria officinalis*), samorostlík klasnatý (*Actaea spicata*), tolita lékařská (*Vincetoxicum hirundinaria*), jaterník podléška (*Hepatica nobilis*), kakost smrdutý (*Geranium robertianum*), medovník meduňkolistý (*Melittis melissophyllum*), violka divotvorná (*Viola mirabilis*), či silně ohrožený vstavač osmahlý (*Orchis ustulata*) (AOPK, 2012).

Fauna

Předmětem ochrany nejsou žádné živočišné druhy, přesto je NPR na živočichy velmi bohatá, protože se zde vyskytují variabilní biotopy, které mohou obývat. Vyskytují se zde vzácné druhy plžů, cca 975 druhů motýlů, několik desítek druhů pavouků, NPR se řadí mezi významné entomologické lokality. Skalní společenstva jsou utvářena drobnými bezobratlými (korýši, plži, mnohonožky, pavouci, motýli aj.). Z obratlovců se zde můžeme setkat s ještěrkou obecnou (*Lacerta agilis*), slepýšem křehkým (*Anguis fragilis*), užovkou hladkou (*Coronella austriaca*). Z ptáků se zde vyskytuje rehek domácí (*Phoenicurus ochruros*) a poštolka obecná (*Falco tinnunculus*). Na skalních ostrozích žijí kuny skalní (*Martes foina*). Lesostepní společenstva obývají teplomilné druhy drobných bezobratlých, významný je zde pavouk stepník rudý (*Eresus niger*), bylo zde zjištěno 44 druhů rovnokřídlého hmyzu (př. saranče rovnokřídlá (*Oedipoda coerulescens*), nebo vzácná kudlanka nábožná (*Mantis religiosa*)). Lesní společenstva obývá kolem 215 druhů brouků (velké procento utváří střevlíkovití), v rezervaci je znám i výskyt našeho největšího brouka roháče obecného (*Lucanus cervus*). Žijí zde i endemické druhy květilka (*Phorbia ponti*) a slunilka (*Fannia nitida*). Z obratlovců zde žijí žáby ropucha obecná (*Bufo bufo*), skokan hnědý (*Rana temporaria*) a skokan štíhlý (*Rana dalmatina*). Vyskytují se zde stejné druhy plazů jako na lesostepních biotopech. Z dravců zde žijí jestřáb lesní (*Accipiter gentilis*), káně lesní (*Buteo buteo*), krahujec obecný (*Accipiter nisus*). Můžeme zde spatřit i zástupce sov puštíka obecného (*Strix aluco*), šplhavců jako je strakapoud velký (*Dendrocopus major*), silně ohrožený krutihlav obecný (*Jynx torquilla*) a jiní. Z běžných pěvců zde hnízdí sýkora koňadra (*Parus major*), pěnkava obecná (*Fringilla coelebs*), budníček menší (*Phylloscopus colybita*) a kos černý (*Turdus merula*). Ze savců jsou zde nejčastější norník rudý (*Clethrionomys glareolus*), myšice lesní (*Apodemus flavicollis*), srnec obecný (*Capreolus capreolus*), prase divoké (*Sus scrofa*), může se zde vyskytnout i muflon obecný (*Ovis musimon*), z šelem zde žijí jezevec lesní (*Meles meles*) či liška obecná (*Vulpes vulpes*) (AOPK, 2012).

4.3 Charakteristika výzkumných ploch

V následujících podkapitolách jsou pro stručnost obsahu uváděna kódová označení pro jednotlivé výzkumné plochy. Pod těmito označeními jsou pro účely této práce myšleny následující pojmy:

A1 – Rezervace (kód)	-	nepravá kmenovina bez managementu
A2 – Vysoký les (kód)	-	vysoký les
A3 – Střední les (kód)	-	nepravá kmenovina s aktivním managementem
A4 – Nízký les (kód)	-	mladá pařezina

4.3.1 Výzkumná plocha A1 – Rezervace

Obecná charakteristika plochy

Plocha se nachází na LHC ŠLP Masarykův les Křtiny, na polesí Bílovice nad Svitavou, porost 379 B 8 (dle platného LHP od 2013 – 2022). Nadmořská výška 380 m n. m., odpovídající lesní vegetační stupeň 2. dubobukový. Lesnicko-typologické zařazení 2H - Hlinitá buková doubrava (FQ). Lokalizace středu plochy pomocí GPS 49.2274953N, 16.6804222E.

Popis dřevinného patra

V rámci inventarizační plochy je hlavní dřevinou dub zimní (*Quercus petraea* (Matt.) Libl.) s jednotlivým přimíšením habru obecného (*Carpinus betulus*) ve fázi zralosti (viz tabulka č. 7). Mimo inventarizační plochu tvoří jednotlivou příměs lípa srdčitá (*Tilia cordata*) a jeřáb břek (*Sorbus torminalis*).

Tab. č. 7 Zjišťované taxační charakteristiky v rezervaci

A1 Rezervace				
Dřevina	Věk porostu	Zásoba		Zastoupení [%]
		[ks/ha]	[m ³ hroubí/ha]	
DBZ	147	240	243	80
HB		60	18,6	20

Management

Porost je vegetativního původu, jedná se o rozvolněnou nepravou kmenovinu vzniklou předržením původní pařeziny. Plocha je ponechána bez zásahu od 2. 9. 1950, kdy byla vyhlášena NPR Hádecká planinka.



Obr. č. 6 Plocha A1 – Rezervace

4.3.2 Výzkumná plocha A2 – Vysoký les

Obecná charakteristika plochy

Plocha se nachází na LHC ŠLP Masarykův les Křtiny, na polesí Bílovice nad Svitavou, porost 381 A 2 (dle platného LHP od 2013 – 2022). Nadmořská výška 408 m n. m., odpovídající lesní vegetační stupeň 2. dubobukový. Lesnicko-typologické zařazení 2H - Hlinitá buková doubrava (FQ). Lokalizace středu plochy pomocí GPS 49.2236067N, 16.6815808E.

Popis dřevinného patra

V rámci inventarizační plochy jsou hlavní dřevinou jedinci dubu zimního (*Quercus petraea* (Matt.) Libl.) s jednotlivě přimíšeným náletem modřínu opadavého

(*Larix decidua*), obě dřeviny jsou ve stádiu tyčkoviny (viz tabulka č. 8). Mimo inventarizační plochu se v jednotlivém přímíšení vyskytují jedinci habru obecného (*Carpinus betulus*), jasanu ztepilého (*Fraxinus excelsior*) a třešně ptačí (*Cerasus avium*).

Tab. č. 8 Zjišťované taxační charakteristiky vysokého lesa

A2 Vysoký les				
Dřevina	Věk porostu	Zásoba		Zastoupení [%]
		[ks/ha]	[m ³ hroubí/ha]	
DBZ	21	4 880	46,6	97
MD		60	1,2	3

Management

Les je generativního původu v současné době ve stádiu tyčkoviny s plným zakmeněním. Založen byl v roce 1995. Doposud v něm nebyly provedeny žádné lesopěstební výkony, v budoucnu bude obhospodařován jako les vysoký.



Obr. č. 7 Plocha A2 – Vysoký les

4.3.3 Výzkumná plocha A3 – Střední les

Obecná charakteristika plochy

Plocha se nachází na LHC ŠLP Masarykův les Křtiny, na polesí Bílovice nad Svitavou, porost 380 C 11a/1a (dle platného LHP od 2013 – 2022) v ploše projektu TARMAG, ve čtverci IX. Nadmořská výška 415 m n. m., odpovídající lesní vegetační stupeň 2. dubobukový. Lesnicko-typologické zařazení 2H - Hlinitá buková doubrava (FQ). Lokalizace středu plochy pomocí GPS 49.2252253N, 16.6828897E.

Popis dřevinného patra

V rámci inventarizační plochy je v horní (viz tabulka č. 9) i spodní (viz tabulka č. 10) porostní etáži hlavní dřevinou dub zimní (*Quercus petraea* (Matt.) Libl.) v různém stáří, horní porostní etáž je tvořena ponechanými výstavky, spodní etáž je tvořena výmladky dubu zimního a habru obecného (*Carpinus betulus*).

Tab. č. 9 Zjišťované taxační charakteristiky pro horní etáž středního lesa

A3 Střední les - horní etáž				
Dřevina	Věk etáže	Zásoba		Zastoupení [%]
		[ks/ha]	[m ³ hroubí/ha]	
DBZ	108	160	170	100

Tab. č. 10 Zjišťované taxační charakteristiky pro spodní etáž středního lesa

A3 Střední les - spodní etáž							
Dřevina	Věk etáže 1a	Celkový počet polykormonů [ks/ha]	Celkový počet výmladků [ks/ha]	Průměrný počet výmladků v polykormonu [ks]	Průměrná tloušťka výmladku [cm]	Průměrná výška výmladku [m]	Zastoupení [%]
DBZ	8	160	1 440	9	4	4	67
HB		80	640	8	4	4	33

Management

Obě porostní patra jsou tvořena jedinci vegetativního původu, jako nízký les byla plocha obhospodařována do roku 1973, od té doby byla postupně převáděna na les vysoký. Od roku 2008 do současnosti je porostní skupina obhospodařována jako les střední.



Obr. č. 8 Plocha A3 – Střední les

4.3.4 Výzkumná plocha A4 – Nízký les

Obecná charakteristika plochy

Plocha se nachází na LHC ŠLP Masarykův les Křtiny, na polesí Bílovice nad Svitavou, porost 380 C 11a/1a (dle platného LHP od 2013 – 2022) v ploše projektu TARMAG, ve čtverci VI. Nadmořská výška 413 m n. m., odpovídající lesní vegetační stupeň 2. dubobukový. Lesnicko-typologické zařazení 2H - Hlinitá buková doubrava (FQ). Lokalizace středu plochy pomocí GPS 49.2252253N, 16.6828897E.

Popis dřevinného patra

Na inventarizační ploše převládá zastoupení dubu zimního (viz tabulka č. 11) (*Quercus petraea* (Matt.) Libl.), dále je přimíšen habr obecný (*Carpinus betulus*), javor babyka (*Acer campestre* L.), lípa srdčitá (*Tilia cordata* Mill.) vegetativního původu a keřové patro je zde zastoupeno hlohem obecným (*Crataegus monogyna* Jacq.) a lískou obecnou (*Corylus avellana* L.). Obnova generativního původu je tvořena převážně dubem zimním (*Quercus petraea* (Matt.) Libl.) a habrem obecným (*Carpinus betulus*) (viz tabulka č. 12).

Tab. č. 11 Zjišťované taxační charakteristiky pro nízký les

		A4 Nízký les					
Dřevina	Věk porostu	Celkový počet polykormonů [ks/ha]	Celkový počet výmladků [ks/ha]	Průměrný počet výmladků v polykormonu [ks]	Průměrná tloušťka výmladku [cm]	Průměrná výška výmladku [m]	Zastoupení [%]
HB	8	40	440	11	2	4	6
DBZ		280	2 520	9	3	4	45
BB		40	360	9	2	5	6
LP		160	640	4	2	3	26
KR		100	500	5	1	3	19

Tab. č. 12 Zjišťované taxační charakteristiky pro obnovu

A4 Nízký les - obnova			
Dřevina	Průměrná výška jedince [cm]	Počet jedinců [ks/ha]	Zastoupení [%]
DB	11	10 000	60
HB	12	6667	40

Management

Porostní skupina je tvořena jedinci vegetativního původu, jako nízký les byla plocha obhospodařována do roku 1973, od té doby byla postupně převáděna na les vysoký. Od roku 2008 do současnosti je opět obhospodařována jako les nízký.



Obr. č. 9. Plocha A4 – Nízký les

5 VÝSLEDKY

5.1 PCA – analýza hlavních komponent

5.1.1 Fyzikální vlastnosti půd

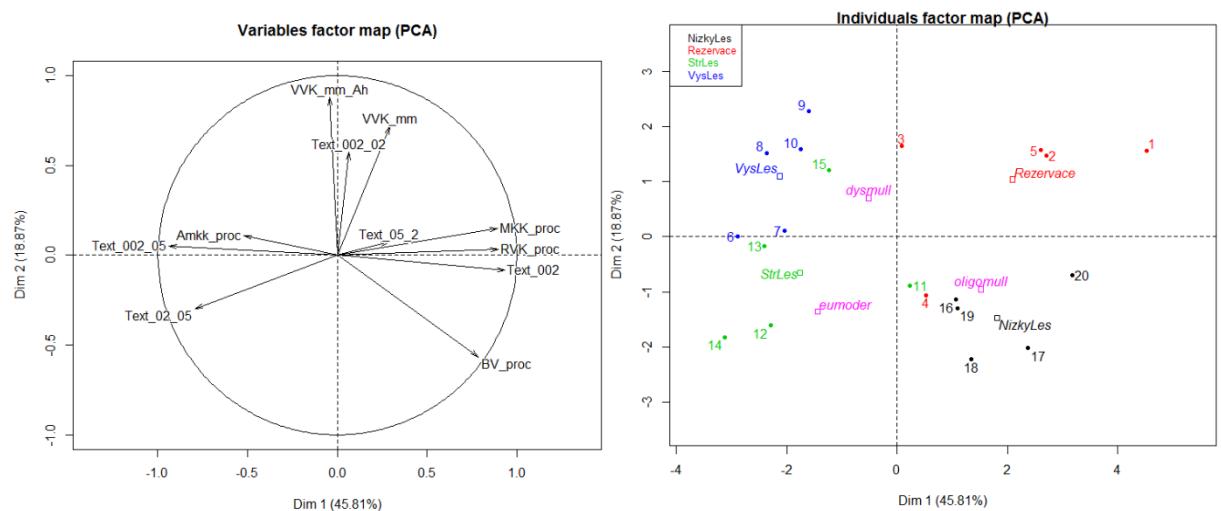
K hodnocení fyzikálních vlastností půd byly použity následující proměnné: obsah částic < 0.002 mm (%) (Text_002), obsah částic 0.002-0.02 mm (%) (Text_002_02), obsah částic 0.002-0.05 mm (%) (Text_02_05), obsah částic 0.05-2 mm (%) (Text_05_2), obsah částic 0.002-0.05 mm (%) (Text_002_05), Maximální kapilární kapacita (%obj.) (MKK_proc), Retenční vodní kapacita (%obj.) (RVK_proc), Bod vadnutí (%obj.) (BV_proc), Využitelná vodní kapacita (mm) (VVK_mm), Minimální vzdušná kapacita (%obj.) (Amkk_proc) a Využitelná vodní kapacita horizontu Ah (mm) (VVK_mm_Ah).

Ordinační graf (obrázek č. 10) – z celkové matice dat se jeví, že pozitivní vztah je vzájemný u tří proměnných, a to u maximální kapilární kapacity (MKK_proc), retenční vodní kapacity (RVK_proc) a obsahem jílových částic (Text_002). Obsah jílových částic (Text_002) je dále pozitivně korelován s bodem vadnutí (BV_proc). Výrazný negativní vztah spolu má obsah jílových částic (Text_002) ve vazbě na obsah celkových prachových částic (Text_002_05) a na obsah částic hrubého prachu (Text_02_05), je zde tedy potvrzena dominance prachových částic. Výrazně negativně korelovaný je rovněž podíl obsahu písku (Text_05_2) k podílu obsahu hrubého prachu (Text_02_05), a také podíl obsahu písku (Text_05_2) ve vztahu k maximální kapilární kapacitě (MKK_proc); negativní korelace se projevila i mezi maximální kapilární kapacitou (MKK_proc), která je zde výrazně ovlivněna obsahem prachových částí jako nositele provzdušněnosti a minimální vzdušnou kapacitou (AMKK_proc), která je ovlivněna obsahem jílových částic, které jsou nositeli vododržnosti.

Faktorová mapa (viz obrázek č. 11) - nejvyšší specifitu na základě proměnných týkajících se fyzikálních vlastností půdy vykazují plochy A2 Les vysoký a A4 Les nízký, jelikož jsou jednotlivá čísla (vyjadřující číslo měření) nejvíce shlukována. Oproti tomu lze říct, že proměnné v rámci ploch A1 Rezervace a A3 Střední les vykazují vysokou

variabilitu a plochy nejsou tudíž nijak specifické vůči ostatním. Jak je z obrázku. č. 11 patrné, fyzikální vlastnosti svrchní vrstvy půdy úzce souvisí i s nadzemním humusem a ovlivňují vznik humusových forem. Vysoká provzdušněnost svrchní vrstvy půdy umožňuje působení zooedafonu, který zároveň s příznivými vlhkostními podmínkami urychluje rozklad humusu a vytváří tak kvalitnější humusové formy.

Humusové formy jsou pozičně blízko jednotlivým typům managementu, lze tedy usoudit, že jsou pro daný typ managementu typické. Pro plochu A1 nebyla vylišena konkrétní humusová forma, v tomto případě docházelo k výskytu více humusových forem, pro plochu A2 Vysoký les se jako charakteristická ukázala humusová forma dysmull, plocha A3 Střední les byla charakterizována humusovou formou eumoder a plocha A4 Nízký les humusovou formou oligomull.



Obr. č. 20 Ordinační graf popisující vztahy jednotlivých proměnných fyzikálních vlastností půd

Obr. č. 11 Faktorová mapa popisující vazbu mezi managementem a fyzikálními vlastnostmi půd

5.1.2 Fyzikálně chemické vlastnosti půd

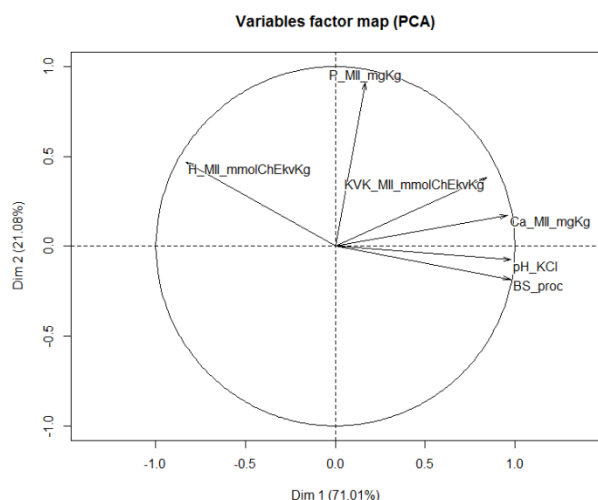
K hodnocení fyzikálně chemických vlastností půd byly použity následující proměnné: pH/KCl - půdní reakce výměnná (pH_KCl), Obsah fosforu stanoveného ve výluhu Mehlich II (mg/kg) (P_MII_mgKg), Obsah vodíku stanoveného ve výluhu Mehlich II (mmol chemekv/kg) (H_MII_mmolChEkvKg), Obsah vápníku stanoveného

ve výluhu Mehlich II (mmol chemkv/kg) (Ca_MII_mmolChEkvKg), Kationtová výměnná kapacita - součtová metoda (mmol chemkv/kg) (KVK_MII_mmolChEkvKg), Bazická saturace (%) (BS_proc).

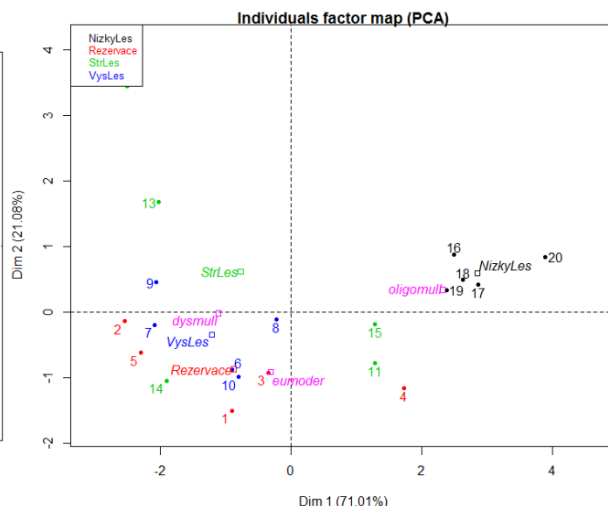
Ordinační graf (viz obrázek č. 12) – z celkové matice dat, vztahujících se k fyzikálně chemickým vlastnostem půd, byly všechny hodnocené proměnné shledány významnými pro účel jejich hodnocení. Pozitivní korelace byla zjištěna mezi Kapilární výměnnou kapacitou (KVK_MII_mmolChEkvKg), obsahem vápníku (Ca_MII_mgKg), výměnnou půdní reakcí (pH_KCl) a bazickou saturací (BS_proc). Negativně korelované jsou proměnné bazická saturace (BS_proc) případně i půdní reakce výměnná (pH_KCl) vůči obsahu vodíku (H_MII_mmolChEkvKg) ve svrchní vrstvě půdy. Bylo zjištěno, že proměnná vyjadřující obsah fosforu (P_MII_mgKg) není ovlivňována a neovlivňuje žádnou z následujících proměnných: obsah vodíku (H_MII_mmolChEkvKg), obsah vápníku (Ca_MII_mgKg), výměnná půdní reakce (pH_KCl) svrchní vrstvy půdy a bazická saturace (BS_proc).

Faktorová mapa (viz obrázek č. 13) – jednoznačně nejvyšší specificitu vůči ostatním plochám na základě proměnných týkajících se fyzikálně chemických vlastností půdy vykazuje plocha A4 Les nízký, jelikož jsou jednotlivá čísla (vyjadřující číslo měření) nejvíce shlukována. Ostatní plochy A1 Rezervace, A2 Vysoký les A3 Střední les vykazují větší variabilitu dat a tudíž nízkou specificitu fyzikálně chemických vlastností půdy.

Humusová forma oligomull je opět ve velmi blízkém vztahu k managementu A4 lesa nízkého (viz obrázek č. 13), což poukazuje na její vazbu na daný způsob hospodaření. Pro plochu A2 Vysoký les byla vylišena humusová forma dysmull. Ostatní plochy neprokázaly vysokou korelaci mezi humusovou formou a fyzikálně chemickými vlastnostmi svrchní vrstvy půdy. I přes to lze tvrdit, že fyzikálně chemické vlastnosti jsou korelovány s humusovými formami.



Obr. č. 12 Ordinační graf popisující vztahy jednotlivých proměnných fyzikálně chemických vlastností půd



Obr. č. 13 Faktorová mapa popisující vazbu mezi managementem a fyzikálně chemickými vlastnostmi půd

5.1.3 Chemické vlastnosti půd

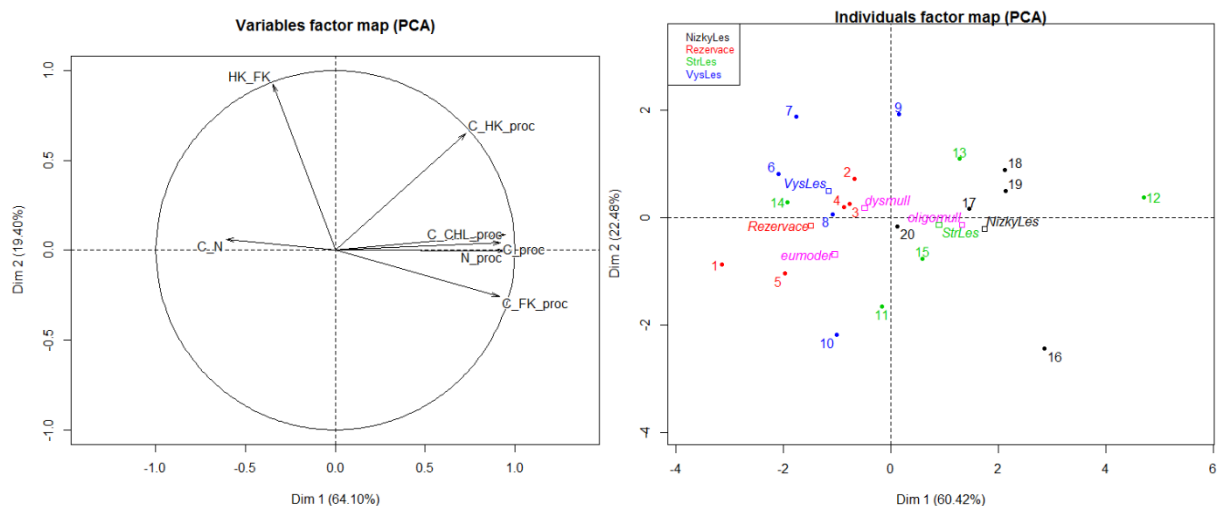
Pro hodnocení chemických vlastností půdy byly použity následující proměnné: Cox - obsah oxidovatelného uhlíku (%hm.) (C_proc), Nt - obsah celkového dusíku (%hm.) (N_proc), Poměr C/N (C_N), Obsah uhlíku v celkových humusových látkách (%hm.) (C_CHL_proc), Obsah uhlíku v huminových kyselinách (%hm.) (C_HK_proc), Obsah uhlíku ve fulvokyselinách (%hm.) (C_FK_proc), Poměr HK/FK (HK_FK).

Ordinační graf (viz obrázek č. 14) – z celkové matice dat se jeví, že proměnné významné pro hodnocení chemických vlastností půd jsou obsah oxidovatelného uhlíku (C_proc) a obsah celkového dusíku (N_proc) ve svrchní vrstvě půdy, obsah uhlíku v huminových kyselinách (C_HK_proc), obsah uhlíku ve fulvokyselinách (C_FK_proc) a poměr HK/FK (HK_FK). Obsah oxidovatelného uhlíku (C_proc) a obsah celkového dusíku (N_proc), poměr C/N (C_N) a obsah uhlíku v celkových humusových látkách (C_CHL_proc) jsou proměnné vzájemně pozitivně korelované. Negativní korelace proměnných se prokázala u poměru C/N (C_N) vůči obsahu uhlíku v celkových humusových látkách (C_CHL_proc), a obsahu oxidovatelného uhlíku (C_proc) a obsahu celkového dusíku (N_proc). Vztah nebyl prokázán mezi proměnnými poměr HK/FK

(HK_FK) k proměnným obsah uhlíku v celkových humusových látkách (C_CHL_proc) a obsah oxidovatelného uhlíku (C_proc) ve svrchní vrstvě půdy.

Faktorová mapa (viz obrázek č. 15) – ani jedna z vybraných ploch nevykazuje vysokou specifitu proměnných v rámci posuzování chemických vlastností půd. U humusových forem nebyla prokázána výrazná vazba na daný typ hospodářského tvaru lesa.

Výrazná vazba humusových forem na konkrétní management nebyla prokázána. Jistou korelaci lze opět sledovat mezi humusovou formou dysmull a plochou A2 Vysoký les a humusovou formou oligomull a plochou A4 Nízký les.



Obr. č. 14 Ordinační graf popisující vztahy jednotlivých proměnných chemických vlastností půd

Obr. č. 15 Faktorová mapa popisující vazbu mezi managementem a chemickými vlastnostmi půd

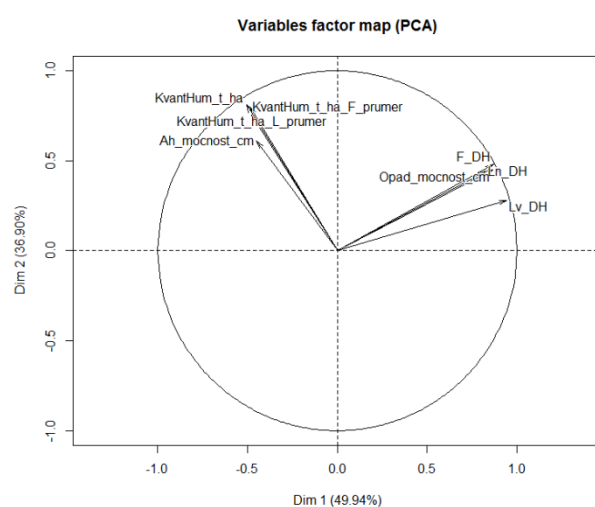
5.1.4 Terénní data

Pro hodnocení půdních charakteristik byly použity následující proměnné: Horizont nadložního humusu Ln - dolní hranice (cm) (Ln_DH), Horizont nadložního humusu Lv - dolní hranice (cm) (Lv_DH), Horizont nadložního humusu F - dolní hranice (cm) (F_DH), Opad (L+F+H) - mocnost (cm) (Opad_mocnost_cm), Horizont Ah - mocnost (cm) (Ah_mocnost_cm), Kvantifikace humusu - hor. L - střední hodnota (t/ha) (KvantHum_t_ha_L_prumer), Kvantifikace humusu - hor. F - střední hodnota (t/ha) (KvantHum_t_ha_F_prumer), KvantHum_t_ha_F_prumer (KvantHum_t_ha).

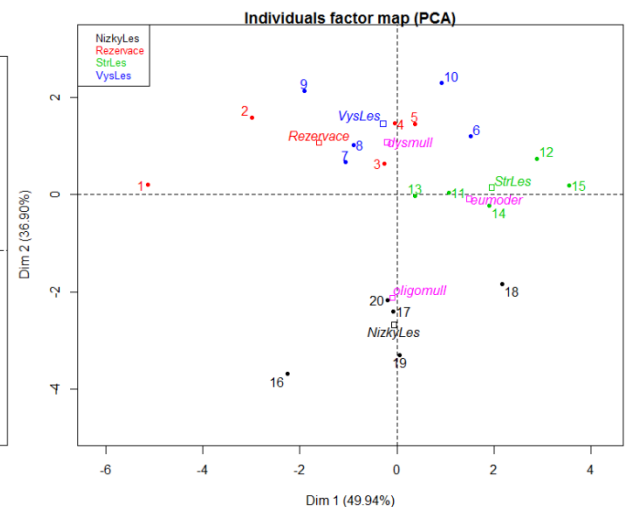
Ordinační graf (viz obrázek č. 16) – z celkové matice dat se jeví, že proměnné vyjadřující výstupy terénního průzkumu vykazují z větší části vysoký význam pro analýzu. Nejméně významnou se jeví proměnná mocnost horizontu Ah (Ah_mocnost_cm). Pozitivní korelace se projevila u dvou skupin dat, první skupina je utvářena proměnnými: kvantifikace humusu v horizontu L (KvantHum_t_ha_L_prumer), kvantifikace humusu v horizontu F (KvantHum_t_ha_F_prumer), celková kvantifikace humusu (KvantHum_t_ha) a mocnost Ah horizontu (Ah_mocnost_cm). Druhou skupinu tvoří proměnné: mocnost opadu (Opad_mocnost_cm), dolní hranice Ln (Ln_DH), dolní hranice Lv (Lv_DH) a dolní hranice F (F_DH). Tyto dvě skupiny nevykazují vzájemně žádný vztah.

Faktorová mapa (viz obrázek č. 17) – u proměnných zjišťovaných v rámci terénního průzkumu byla na všech stanovištích prokázána poměrně vysoká variabilita, jistou specifitu vykazují oproti ostatním lokality A2 Vysoký les, A3 Střední les a A4 Nízký les.

Humusové formy opět vykazují vazbu na daný typ hospodářského tvaru lesa (viz obrázek č. 17). Pro plochy A1 Rezervace a A2 Vysoký les se jako charakteristická projevila humusová forma dysmull, specifická vazba na humusovou formu eumoder byla prokázána u plochy A3 Střední les a vazba na humusovou formu oligomull byla prokázána u plochy A4 Nízký les.



Obr. č. 16 Ordinační graf popisující vztahy jednotlivých proměnných z terénního průzkumu



Obr. č. 17 Faktorová mapa popisující vazbu mezi managementem a proměnnými zjištěnými z terénního průzkumu

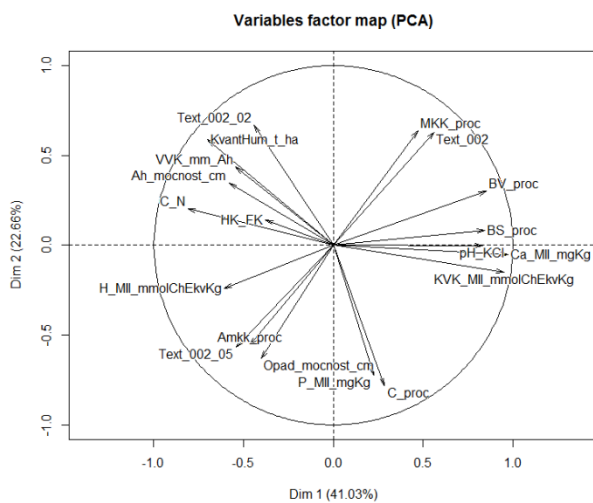
5.1.5 Komplexní porovnání jednotlivých proměnných

Pro posouzení vztahu mezi jednotlivými proměnnými byly použity proměnné z tabulky č. 2 (viz kapitola 4 Metodika a materiál).

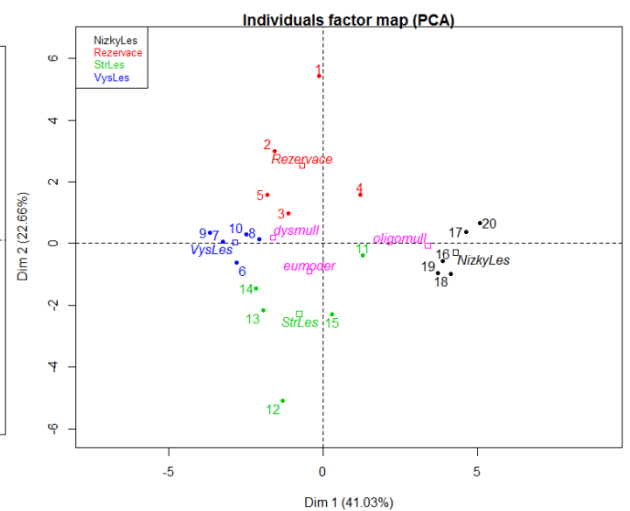
Ordinační graf (viz obrázek č. 18.) – z celkové matice dat vyplynul pozitivní vztah mezi proměnnými maximální kapilární kapacita (MKK_proc) a obsah jílových částic (Text_002), využitelná vodní kapacita v Ah horizontu (VKK_mm_Ah) a mocností Ah horizontu (Ah_mocnost), obsahem fosforu (P_MII_mgKg) a obsahem oxidovatelného uhlíku (C_proc), poměr C/N (C_N) a poměr HK/FK (HK_FK) vykazují silnou korelaci dat, ale vzájemný vliv je nižší. Striktně negativní korelace se ukázala u maximální kapilární kapacity (MKK_proc) a minimální vzdušné kapacity (Amkk_proc). Negativně na sebe působí proměnné z balíčku fyzikálně chemických dat bazická saturace BS_proc), půdní reakce výměnná (pH_KCl), kationtová výměnná kapacita (KVK_MII_mmolChEkvKg) a obsah vápníku (Ca_MII_mgKg) vůči obsahu vodíku (H_MII_mmolChEkvKg); poměr C/N (C_N) a bazická saturace (BS_proc), poměr C/N (C_N) a půdní reakce výměnná (pH_KCl)

Faktorová mapa (obrázek č. 19) zobrazuje půdní specifitu z hlediska jednotlivých typů managementu. Ač byly plochy původně voleny ve stejných podmínkách, na stejném souboru lesních typů, prokazatelně se podmínky ve svrchní vrstvě půdy liší. Rovněž byla prokázána specifita konkrétních typů managementu na ve všech skupinách proměnných.

Faktorová mapa (obrázek č. 19) rovněž zobrazuje vazbu mezi humusovými formami a typem managementu. Pro A1 Rezervace a A2 Vysoký les byla zjištěna humusová forma dysmull, pro A3 Střední les humusová forma eumoder a pro A4 Nízký les humusová forma oligomull.



Obr. č. 18 Ordinační graf popisující vztahy mezi vybranými signifikantními proměnnými



Obr. č. 19 Faktorová mapa popisující vazbu mezi managementem a vybranými signifikantními proměnnými

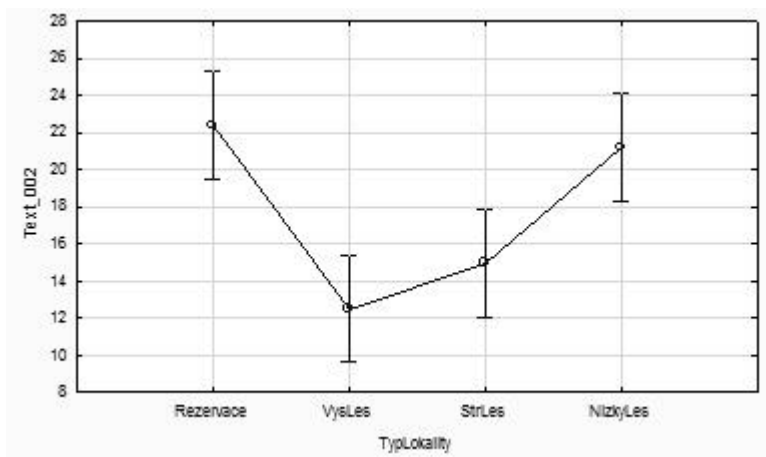
5.2 ANOVA

V programu STATISTICA 12 (StatSoft CZ, 2016) byla zpracována jednofaktorová analýza rozptylu (ANOVA), zvolena byla hladina významnosti $\alpha = 0,05$, interval spolehlivosti byl tedy 95%. Výsledky analýzy rozptylu byly následně mnohonásobně porovnány pomocí Tukeyho HSD testu, grafické zpracování a vyhodnocení výsledků bylo roztrženo do čtyř kategorií v návaznosti na druh půdních vlastností.

5.2.1 Fyzikální vlastnosti půd

Obsah jílových částic v Ah horizontu (Text_002)

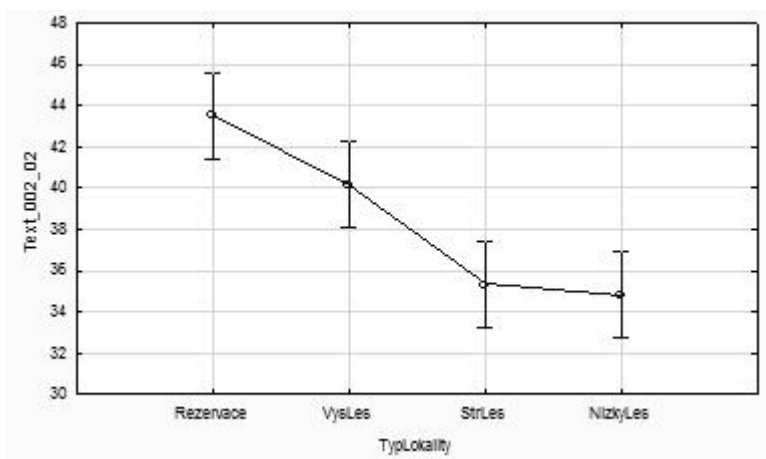
Obsah jílových částic v Ah horizontu (Text_002) se na lokalitě A4 Nízký les významně statisticky odlišuje od lokalit A2 Vysoký les a A3 Střední les. Střední les byl však vůči lokalitě A4 Nízký les na podobnost sledovaných hodnot zamítnut ($p=0,024$, pro další detaily viz příloha č. 12). A4 Nízký les vykazuje s plochou A1 Rezervace statistickou podobnost (obrázek č. 20).



Obr. č. 20 Obsah jílových částic v Ah horizontu

Obsah částic jemného prachu v Ah horizontu (Text_002_02)

Obsah částic jemného prachu (Text_002_02) odebraného z Ah horizontu je na lokalitě A4 Nízky les nejnižší (obrázek č. 21), tato lokalita vykazuje statistickou podobnost s lokalitou A3 Střední les. Z obrázku č. 21 je patrné, že vznikly dvě skupiny dat se statistickou podobností (detail viz v příloze č. 13), které se statisticky významně odlišují od skupiny druhé.

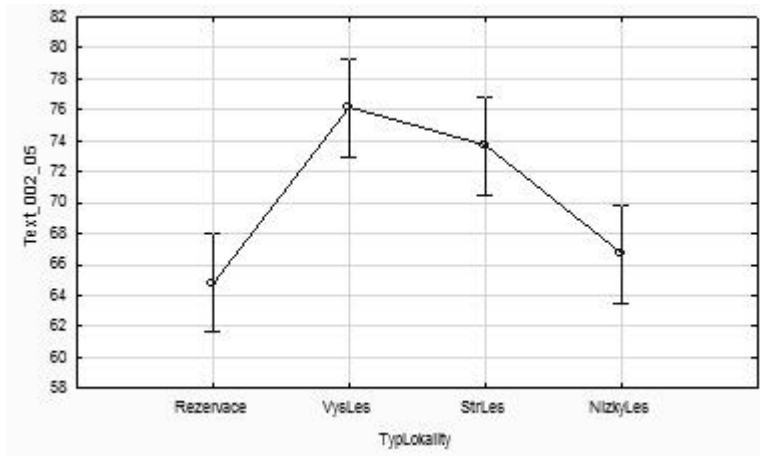


Obr. č. 21 Obsah částic jemného prachu v Ah horizontu

Obsah písku v Ah horizontu (Text_002_05)

Obsah písku v Ah horizontu (Text_002_05) vzorku odebraného z Ah horizontu je na lokalitě A4 Nízky les statisticky podobný s lokalitou A1 Rezervace (obrázek č. 22).

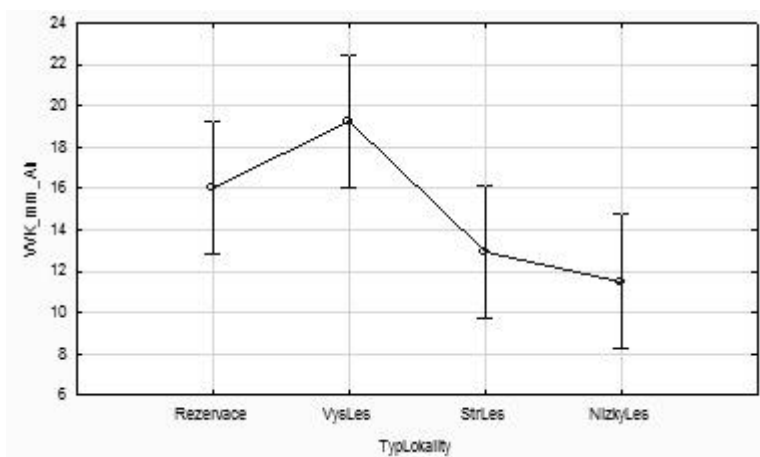
Obě plochy vykazují nízký obsah písku ve srovnání s lokalitami A2 Vysoký les a A3 Střední les, čímž se vůči nim statisticky odlišují. Statistická podobnost mezi A3 Střední les a A4 Nízký les byla zamítnuta ($p=0,021$), pro detail viz příloha č. 14).



Obr. č. 22 Obsah písku v Ah horizontu

Využitelná vodní kapacita v Ah horizontu (VVK_mm_Ah)

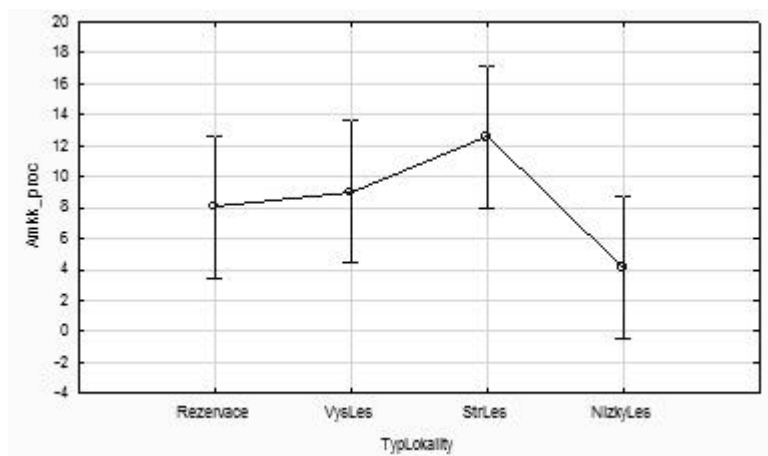
Využitelná vodní kapacita v Ah horizontu (VVK_mm_Ah) byla prokazatelně nejnižší u lokality A4 Nízký les (obrázek č. 23). Statisticky významně se však její hodnota lišila pouze od plochy A2 Vysoký les, která vykazovala VVK nejvyšší ze všech čtyř ploch (detail viz v příloze č. 15).



Obr. č. 23 Využitelná vodní kapacita v Ah horizontu

Minimální vzdušná kapacita (Amkk_proc)

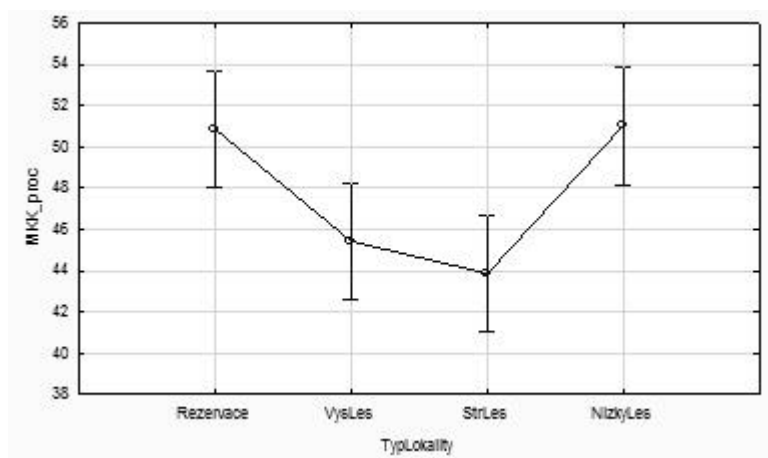
Z grafu (obrázek č. 24) je patrné, že lokalita A4 Nízký les vykazuje nejnižší průměrnou hodnotu Amkk_proc, zatímco lokalita A3 Střední les vykazuje hodnotu nejvyšší. Mezi jednotlivými plochami nebyl prokázán významný statistický rozdíl (detail viz příloha č. 16).



Obr. č. 24 Minimální vzdušná kapacita

Maximální kapilární kapacita (MKK_proc)

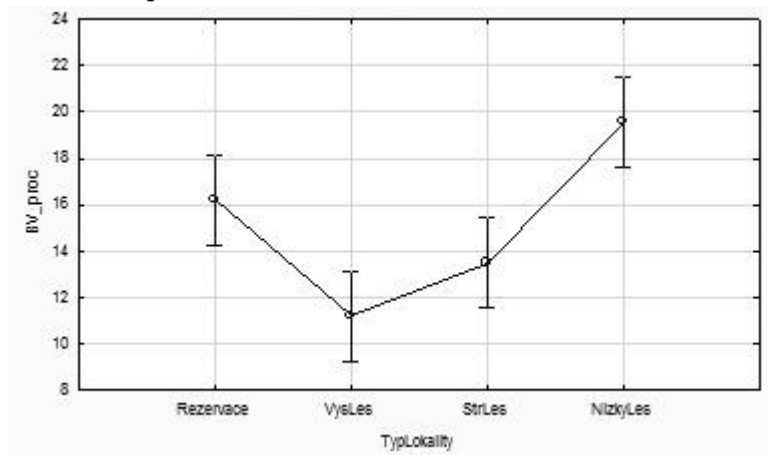
MKK_proc byla nejvyšší u lokality A4 Nízký les (obrázek č. 25), nepatrně menší hodnoty byly zjištěny na lokalitě A1 Rezervace. Nejnižší hodnoty ze všech čtyř lokalit vykazovala plocha A3 Střední les, která se významně statisticky lišila od lokalit A1 Rezervace a A4 Nízký les (detail viz příloha č. 17).



Obr. č. 25 Maximální kapilární kapacita

Bod vadnutí (BV_proc)

Z grafu (obrázek č. 26) je patrné, že nejvyšší hodnoty BV_proc dosahuje lokalita A4 Nízký les, která se významně statisticky liší od lokalit A2 Vysoký les a A3 Střední les. Lokalita A4 Nízký les vykazuje statistickou podobnost s lokalitou A1 Rezervace (detail viz příloha č. 18).

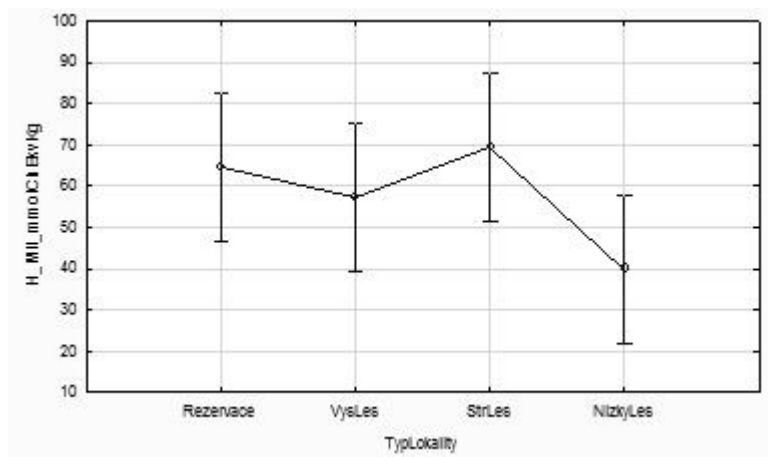


Obr. č. 26 Bod vadnutí

5.2.2 Fyzikálně chemické vlastnosti půd

Obsah vodíku stanoveného ve výluhu Mehlich II (H_MII_mmolChEkvKg)

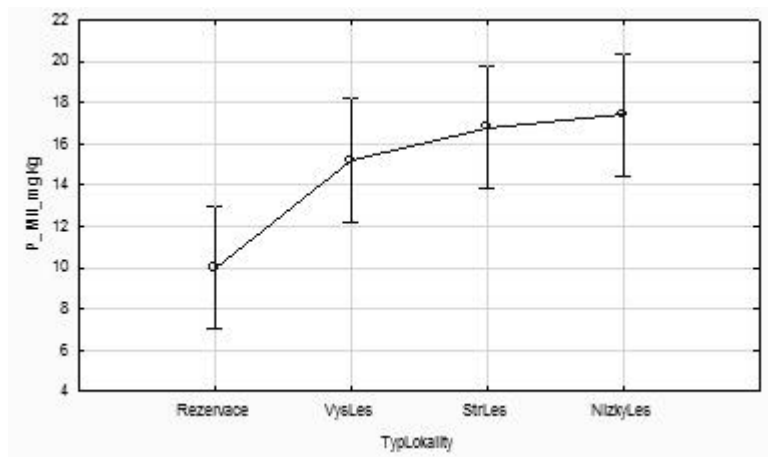
H_MII_mmolChEkvKg se projevil nejnižší u lokality A4 Nízký les (obrázek č. 27), nejvyšší potom u lokality A3 Střední les. Mezi jednotlivými lokalitami nebyl prokázán statisticky významný rozdíl, což poukazuje na jejich podobnost (detail viz příloha č. 19).



Obr. č. 27 Obsah vodíku stanoveného ve výluhu Mehlich II

Obsah fosforu stanoveného ve výluhu Mehlich II (P_MII_mgKg)

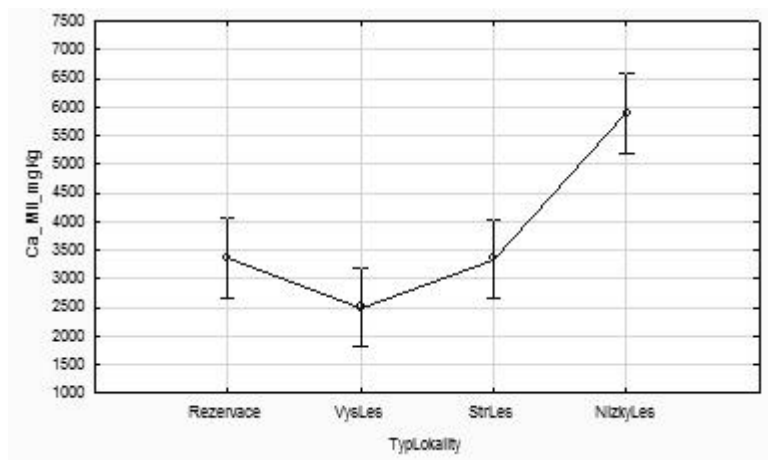
Z grafu (obrázek č. 28) je zřejmé, že nejvyšší hodnotu P_MII_mgKg vykazuje lokalita A4 Nízký les, nejnižší potom A1 Rezervace, od které se lokality A3 Střední les a A4 Nízký les významně statisticky liší (detail viz příloha č. 20).



Obr. č. 28 Obsah fosforu stanoveného ve výluhu Mehlich II

Obsah vápníku stanoveného ve výluhu Mehlich II (Ca_MII_mmolChEkvKg)

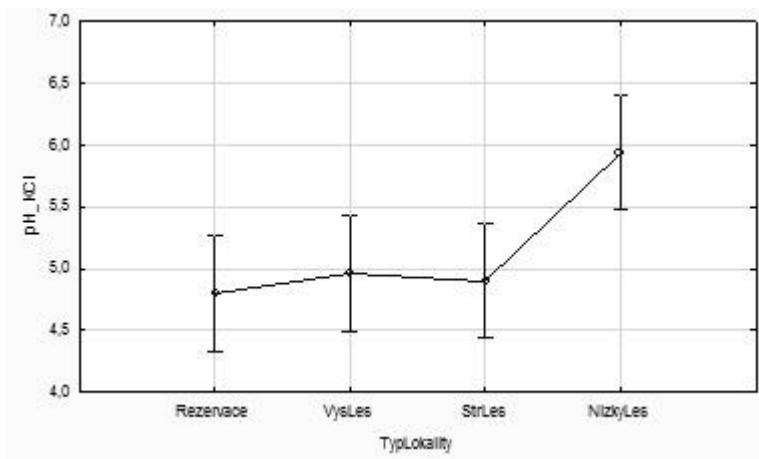
Při zjišťování Ca_MII_mmolChEkvKg na jednotlivých lokalitách se ukázalo, že se vylíšily dvě skupiny hodnot (obrázek č. 29). V první je obsažena lokalita A4 Nízký les, jejíž hodnota je nejvyšší, druhou skupinu tvoří A1 Rezervace, A2 Vysoký les a A3 Střední les, které se statisticky významně liší od plochy A4 Nízký les (detail viz příloha č. 21).



Obr. č. 29 Obsah vápníku stanoveného ve výluhu Mehlich II

Půdní reakce výměnná (pH/KCl)

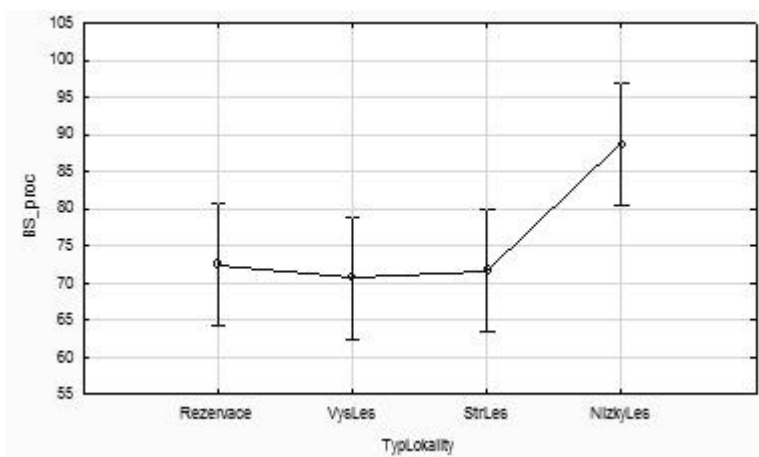
Lokalita A4 Nízký les vykazuje nejvyšší hodnoty pH_KCl v porovnání s ostatními lokalitami, nejnižší hodnoty byly zjištěny na lokalitě A1 Rezervace (obrázek č. 30). Statisticky významný rozdíl byl prokázán mezi lokalitou A4 Nízký les a zbylými třemi lokalitami A1, A2 a A3 (detail viz příloha č. 22).



Obr. č. 30 pH/KCl - půdní reakce výměnná

Bazická saturace (BS_proc)

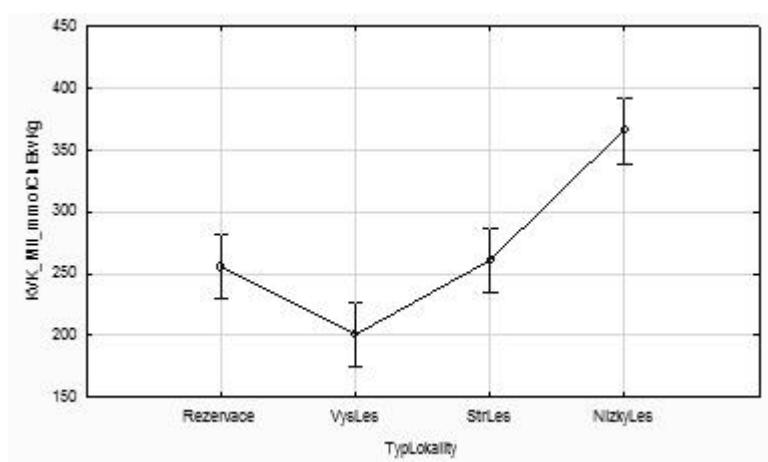
Hodnota BS_proc byla nejvyšší u lokality A4 Nízký les, která se zároveň statisticky významně odlišuje od zbylých tří ploch (obrázek č. 31). Statistická podobnost mezi A4 Nízký les a ostatními plochami byla zamítnuta (A1 Rezervace $p=0,040$; A2 Vysoký les $p=0,022$; A3 Střední les $p=0,029$; detail viz příloha č. 23). Na lokalitách A1, A2 a A3 se BS_proc velice podobá.



Obr. č. 31 Bazická saturace

Kationtová výměnná kapacita (KVK_MII_mmolChEkvKg)

Nevyšší hodnoty KVK_MII_mmolChEkvKg dle grafu byly zjištěny pro plochu A4 Nízký les, nejnižší potom pro A2 Vysoký les (obrázek č. 32). Statistická podobnost mezi lokalitou A2 Vysoký les s lokalitami A1 Rezervace a A3 Střední les byla těsně zamítnuta (pro A1 o 0,017 a pro A3 o 0,030). Lokalita A4 Nízký les byla natolik specifická, že se statisticky významně odlišovala od všech ostatních lokalit A1, A2 a A3 (detail viz příloha č. 24).

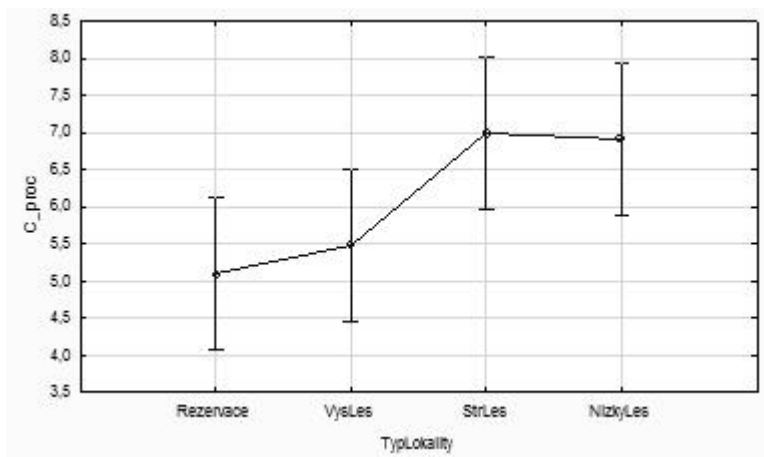


Obr. č. 32 Kationtová výměnná kapacita

5.2.3 Chemické vlastnosti půd

Obsah oxidovatelného uhlíku (C_proc)

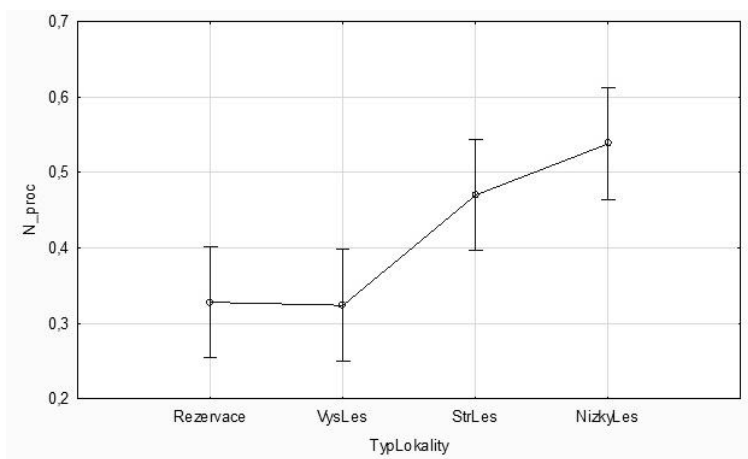
Z grafu je patrné, že lokalita A3 Střední les vykazuje nejvyšší C_proc, zatímco lokalita A1 Rezervace vykazuje hodnotu nejvyšší (obrázek č. 33). Mezi jednotlivými plochami není žádný významný statistický rozdíl, přesto je zřetelné, že byly vylišeny dvě skupiny hodnot se vzájemnou podobností A1 Rezervace a A2 Vysoký les; A3 Střední les a A4 Nízký les (detail viz příloha č. 25).



Obr. č. 33 C_{proc} - obsah oxidovatelného uhlíku

Obsah celkového dusíku (N_{proc})

Nevyšší hodnoty N_{proc} dle grafu byly zjištěny pro lokalitu A4 Nízký les, nejnižší potom pro A2 Vysoký les (obrázek č. 34). Lokalita A4 Nízký les se statisticky významně liší od ploch A1 Rezervace a A2 Vysoký les. Podobnost mezi plochou A3 Střední les byla těsně zamítnuta vůči plochám A1 Rezervace, A2 Vysoký les (detail viz příloha č. 26).

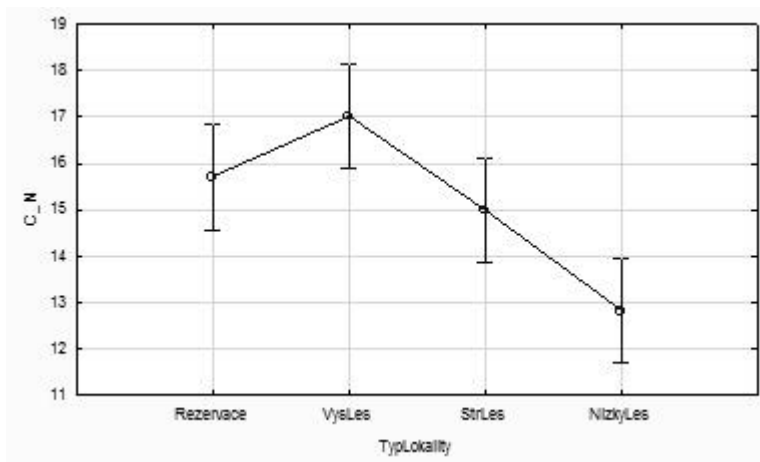


Obr. č. 34 N_{proc} - obsah celkového dusíku

Poměr C/N

Nejvyšší poměr C/N byl zjištěn u lokality A2 Vysoký les, nejnižší potom u A4 Nízký les (obrázek č. 35). U lokality A4 Nízký les je rozdíl natolik významný, že se od

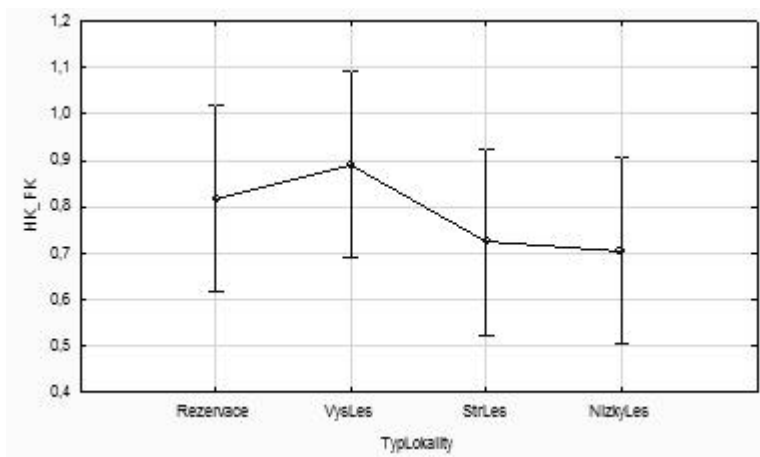
ploch A1 Rezervace, A2 Vysoký les a A3 Střední les statisticky významně liší (detail viz příloha č. 27). Statistická podobnost ploch A3 a A4 byla jen těsně zamítnuta ($p=0,049$).



Obr. č. 35 Poměr C/N

Poměr HK/FK

Při analýze HK/FK bylo zjištěno, že nejnižší hodnoty vykazuje lokalita A4 Nízký les, nejvyšší potom A2 Vysoký les (obrázek č. 36). Mezi jednotlivými lokalitami nebyl analýzou rozptylu prokázán významný statistický rozdíl (detail viz příloha č. 28).

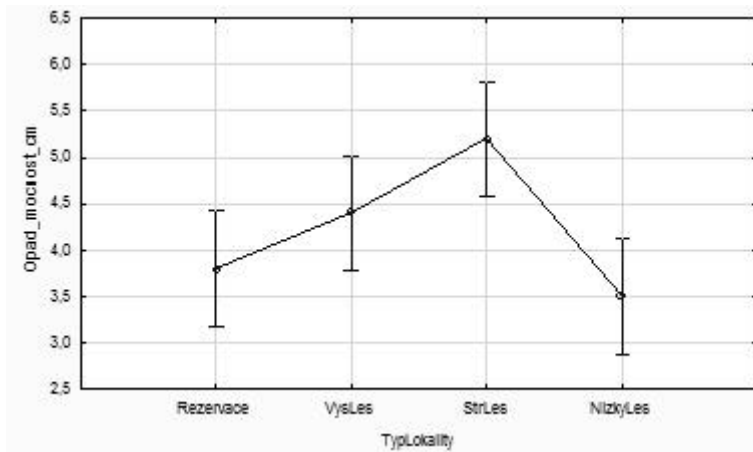


Obr. č. 36 Poměr HK/FK

5.2.4 Terénní data

Opad (L+F+H) - mocnost (Opad_mocnost_cm)

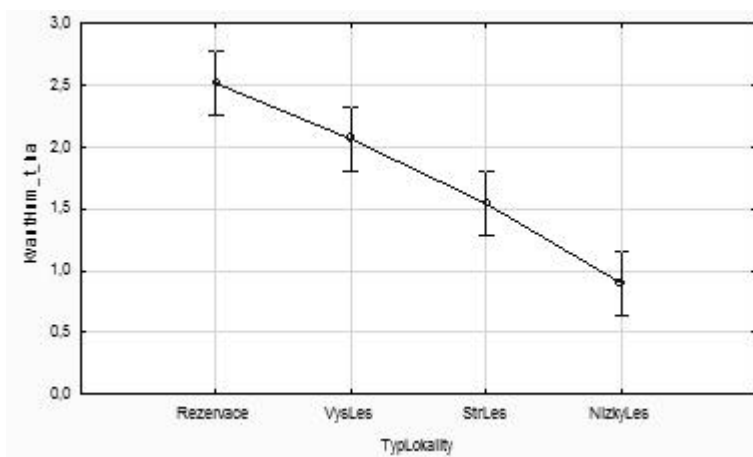
Statistická analýza dat prokázala nejvyšší hodnoty Opad_mocnost_cm pro lokalitu A3 Střední les, která se zároveň statisticky významně odlišuje od lokalit A1 Rezervace a A4 Nízký les (detail viz příloha č. 29). Pro A4 Nízký les byly zjištěny nejnižší hodnoty Opad_mocnost_cm (obrázek č. 37).



Obr. č. 37 Opad (L+F+H) - mocnost

Kvantifikace humusu celková (KvantHum_t_ha)

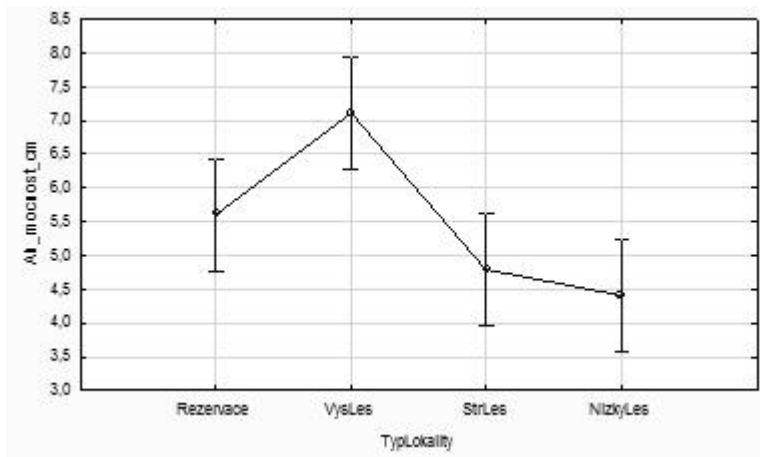
Z grafu vyplývá, že KvantHum_t_ha nejvyšší hodnotu vykazuje lokalita A1 Rezervace a nejnižší A4 Nízký les (obrázek č. 38). Lokalita A4 Nízký les se významně statisticky liší od všech ostatních lokalit (detail viz příloha č. 30).



Obr. č. 38 Kvantifikace humusu celková

Mocnost horizontu Ah (Ah_mocnost_cm)

Z grafu vyplývá, že největší Ah_mocnost_cm byla zjištěna u lokality A2 Vysoký les, a nejmenší pro lokalitu A4 Nízký les (obrázek č. 39). A2 Vysoký les se natolik odchyloval od ostatních tří ploch A1, A3 a A4, že byla prokázána jeho statisticky významná odlišnost (detail viz příloha č. 31).



Obr. č. 39 Horizont Ah – mocnost

6 DISKUSE

Před započítím výzkumu byla stanovena pracovní hypotéza H: „Aktivním managementem v pařezinách nedochází ke zhoršení stavu a kvality svrchní vrstvy půdy“, na kterou bylo odpovídáno v rámci našeho výzkumu. V diskusi jsou výsledky předkládaného výzkumu porovnány s výsledky ostatních autorů věnujících se dané problematice.

6.1 Fyzikální vlastnosti půdy

Z výsledků analýz prováděných při našem měření půdní textury vyplývá, že jednotlivé vlastnosti nejsou specifické výhradně pro jakoukoli jednu výzkumnou plochu. U všech čtyř ploch byl dle texturního trojúhelníku NRSC USDA určen půdní druh prachovitá hlína (viz příloha č. 32), která je z pohledu textury hodnocena jako středně těžká zemina. Podobnost z hlediska půdní textury byla vysledována mezi plochami A4 Nízký les s A1 Rezervace.

Výsledky týkající se půdní struktury a vodního režimu rovněž nejsou specifické pro jednotlivé plochy. Ah horizont na lokalitě A4 Nízký les lze charakterizovat jako silně až velmi silně vododržný, využitelná vodní kapacita se zde pohybuje mezi 8 až 14 mm, z hlediska provzdušněnosti je Ah horizont silně neprovzdušněný (51 %) a bod vadnutí se pohybuje mezi 18 – 21 %. Kupec et al. (2015) zjistili ve vysokém lese vegetativního původu na Hádecké planince pro Ah horizont hodnoty velice podobné z hlediska maximální kapilární kapacity (38%) – silně vododržný. Ostatní charakteristiky týkající se půdní struktury se lišily oproti jejich výzkumu (minimální vzdušná kapacita cca 24 %), nebo nebyly hodnoceny. Rozdíl mezi hodnotami minimální vzdušné kapacity byl nejspíš zapříčiněn vstupními veličinami při výpočtu (hodnoty pórovitosti a maximální kapilární kapacity).

6.2 Fyzikálně chemické vlastnosti půdy

Fyzikálně chemické vlastnosti byly pro účel této práce hodnoceny ve dvou skupinách (viz kapitola 3. 6 Fyzikálně chemické vlastnosti půdního prostředí). Při hodnocení půdní reakce se vytvořily dvě odlišné skupiny dat, v první skupině byla plocha A4 Nízký les se slabě kyselou reakcí, ve druhé skupině byly zbylé tři plochy A1 Rezervace, A2 Vysoký les a A3 Střední les, jež vykazovaly půdní reakci kyselou, což je

dle Němečka (2001) odpovídající danému půdnímu typu. Mezi půdní reakcí výměnnou a vazbou na opad a humusovou formu lze vysledovat spojitost. Pelíšek (1957) ve své práci uvádí, že čistý dubový opad poskytuje vyšší kyselost humusu, jelikož obsahuje tříslivé kyseliny. Vyšší hodnoty půdní reakce výměnné na lokalitě A4 Nízký les lze tedy vysvětlit značnou diferenciací skladby humusotvorného materiálu oproti ostatním lokalitám. Ponge et al. (2002) uvádí spojitost mezi půdní reakcí výměnnou a humusovou formou. Pro humusovou formu oligomull, uvádí hodnoty půdní reakce výměnné cca 3,5 – 4,7, pro dysmull cca 3,5 – 4,5 a pro eumoder cca 3,3 – 3,7. Hodnota půdní reakce výměnné v návaznosti na humusové formy, tedy má sestupný charakter, což potvrdil výzkum, který je součástí této práce.

Půdní sorpce na ploše A4 Nízký les vykazovala vysokou specificitu. Plocha A4 Nízký les byla z pohledu bazické saturace hodnocena jako plně sorpčně nasycená, což lze považovat za více než optimální. Ostatní zbylé plochy A1 Rezervace, A2 Vysoký les a A3 Střední les stupněm nižším - sorpčně nasycené. Kupec et al. (2015) uvádí ve vysokém lese na vápnomilných půdách bazickou saturaci jako sorpčně nasycenou.

Kationtová výměnná kapacita se na ploše A4 Nízký les pohybovala ve svrchní vrstvě půdy v průměru okolo 36,5 mChemEkv a byla výrazně nejvyšší ze všech čtyř ploch. Kupec et al. (2015) zjistili hodnoty kationtové výměnné kapacity ve vysokém lese v rozpětí od 20 do 25 mChemEkv.

Z pohledu jednotlivých živin byla na lokalitě A4 Nízký les zjištěna vyšší zásoba Ca 80%, než optimální zásoba 50 – 70 %, kterou uvádí Vavříček a Kučera (2013). Vyšší hodnoty mohou být způsobeny vlivem matečné horniny, která by mohla ležet mělčeji v rámci půdního profilu. Zda je půda všude stejně hluboká lze zjistit především půdními sondami, které nebyly v rámci předkládané práce vyhotovovány. I kdyby zde vápence vystupovaly mělčeji, lze předpokládat, že je horizont Ah bezprostředně ovlivňován právě daným typem managementu. Výrazně nižší však byla zásoba Mg 6%, než optimální 20 – 30 % (Vavříček a Kučera (2013). Za optimální zásobením draslíkem lze dle Vavříčka a Kučery (2015) považovat K 2 – 6 %, na výzkumné ploše A4 Nízký les byla zjištěna zásoba K 2%.

6.3 Chemické vlastnosti půdy

V rámci chemických vlastností svrchní vrstvy půdy byla vyhodnocována široká škála hodnot, jako nejdůležitější hodnoty pro popis kvality půdy se ukázaly následující: obsah organického uhlíku v půdě, obsah dusíku v půdě a vzájemný poměr uhlíku a dusíku a poměr HK/FK.

Co se týče organického uhlíku, bylo zjištěno, že jeho obsah v půdě na ploše A4 Nízký les nebyl nijak specifický vůči ostatním výzkumným plochám. Jeho procentuální zastoupení ve svrchní vrstvě půdy se na ploše A4 Nízký les pohybovalo mezi 4 – 8 %. Srovnatelné hodnoty zjištěné pro vysoký les (5,6 % C) uvádí Benham et al. (2012).

Dusíku bylo ve svrchní vrstvě půdy zjištěno větší množství na plochách A3 Střední les a A4 Nízký les. To může být zapříčiněno rychlejší mineralizací humusu. Prescott (2002) se zabývala vlivem zapojení korunové vrstvy na změny v půdním dusíku. Ve své práci uvádí, že zvýšený obsah dusíku byl vysledován při korunových mezerách 0,25 ha, 0,1 ha, 0,07 ha, ale také při odstranění skupin 15ti stromů. Při výběrném způsobu k těmto změnám v obsahu dusíku nedochází. Zvýšený obsah dusíku na plochách A3 Střední les a A4 Nízký les mohl být zapříčiněn rozvolněním korunového zápoje v případě plochy A3 a odejmutím veškeré biomasy v případě plochy A4, nebo rozkladem opadu na dusík bohatších dřevin.

Hodnota vzájemného poměru C/N byla pro plochu A4 Nízký les 24. Kupec et al. (2015) uvádí ve vysokém lese na Hádecké planince hodnotu poměru C/N 25. Klimo (2003) uvádí pro dubový opad poměr C/N 47.

Mezi hodnotami poměru HK/FK nebyl prokázán významný statistický rozdíl, rozpětí jejich poměru se pohybovalo na plochách A1 až A4 mezi 0,70 – 0,89, což svědčí o převaze acidifikujících fulvokyselin nad humínovými kyselinami. Poměr HK/FK mezi 0,82 – 0,93 zjistil Kupec et al. (2015) pro vysoký les na Hádecké planince.

6.4 Terénní hodnocení

Mocností opadu naměřené při terénním šetření se na jednotlivých lokalitách lišily. Nejméně mocná vrstva opadu byla zjištěna na lokalitě A4 Nízký les (prům. 3,5 cm) a nejvyšší na lokalitě A3 Střední les (prům. 5,2 cm). Pelíšek (1957) uvádí, že mocnost

vrstvy opadu je ovlivňována stářím porostu, dřevinou skladbou, porostním mikroklimatem a rychlostí dekompozice. Záměrně nejsou uvedeny další faktory, jako jsou vliv matečné horniny, reliéfu terénu a edafonu, které jsou u ploch A1 – A4 shodné.

Kvantifikace humusu t/ha^{-1} se odvíjí od hmotnosti opadu sebraného při terénním šetření. Nejméně humusu bylo zjištěno na ploše A4 Nízký les ($0,89 t/ha^{-1}$), který měl rovněž nejmenší mocnost opadu. Nejvíce humusu v t/ha^{-1} bylo zjištěno na ploše A1 Rezervace ($2,52 t/ha^{-1}$), kde nebyla naměřena největší mocnost, ale horizont opadu zde byl slehlý a tudíž i při nízké mocnosti bylo kvantifikováno více humusu. Celkové vypočítané hodnoty na výzkumných plochách byly podprůměrné, pokud hodnotíme dle Šályho (1978), který uvádí průměrné hodnoty opadu za rok $3 - 5 t/ha^{-1}$ (povrchový opad dřevin). Klimo (2003) uvádí hodnoty listového opadu pro habrovou doubravu $3,5 t/ha^{-1}$. Hodnoty kvantifikace humusu mohou být v daných výzkumných podmínkách ovlivňovány zrychlenou humifikací. Mocnost humusové vrstvy také poukazuje na rychlost humifikace. Na méně kvalitních půdách by rychlá mineralizace opadu mohla způsobovat vyplavení živin z opadu a mohlo by docházet k ochuzování půd. Jelikož se výzkumné plochy založené pro účel této práce nacházejí na bohatých stanovištích, toto riziko je zde minimální. Mocnost humusové vrstvy rovněž reflektuje rytmiku stavu porostu, po zmýcení na humus rovněž reaguje půdní biota, které humus rychleji mineralizuje, zatímco v zapojeném porostu je její působení utlumené.

Mocnost Ah horizontu se na jednotlivých plochách lišila, pro plochu A4 Nízký les (prům. 4,4), pro A2 Vysoký les (prům. 7,1). Podobné hodnoty pro Ah horizont uvádí i Kupec et al. (2015).

I přes původní homogenní výběr ploch na základě jednotného souboru lesních typů (2H), byla prokázána odlišnost ve svrchní vrstvě půdy, která je ovlivňována právě daným typem managementu. Z hlediska ekotopu tudíž můžeme tvrdit, že jsou jednotlivé typy managementu půdně specifické.

Následující tabulka (Tab. č. 13) prezentuje, který typ managementu je na základě analyzovaných kritérií vykazuje nejpříznivější dopady na stav a kvalitu svrchní vrstvy půdy. Hodnocení uvedené v tabulce je čtyřbodové (bodová škála od 1 b. - pro nejméně příznivé hodnocení vlastnosti po 4 b. - pro nejpříznivější hodnocení vlastnosti).

Tab. č. 13 Souhrnné hodnocení zjišťovaných parametrů

Souhrnné hodnocení zjišťovaných parametrů				
parametr	výzkumná plocha			
	A1 Rezervace	A2 Vysoký les	A3 Střední les	A4 Nízký les
Text_002	4	1	2	3
Text_002_02	4	3	2	1
Text_002_05	4	1	2	3
VVK_mm_Ah	3	4	2	1
Amkk	2	3	4	1
MKK	3	2	1	4
BV	2	4	3	1
H	3	2	4	1
P	1	2	3	4
Ca	3	1	2	4
pH KCL	1	3	2	4
BS	3	1	2	4
KVK	2	1	3	4
C proc	1	2	4	3
N proc	2	1	3	4
C/N	2	1	3	4
HK/FK	3	4	2	1
Opad	3	2	1	4
Humus	1	2	3	4
Ah mocnost	3	4	2	1
Celkem	50	44	50	56

7 ZÁVĚR

Předkládaná práce se zabývá změnami stavu a kvality svrchní vrstvy půdy pařezin a jejich porovnávání se stavem a kvalitou svrchní vrstvy půdy v porostech s odlišným cílovým managementem.

V rámci výzkumu byly vybrány čtyři lokality, které byly charakterizovány z dendrometrického hlediska se zaměřením na popis jejich současného stavu a z pedologického hlediska s cílem popisu stavu a kvality svrchní vrstvy půdy. Stav a kvalita svrchní vrstvy půdy byly hodnoceny ve čtyřech skupinách půdních vlastností (fyzikální, fyzikálně-chemické a chemické vlastnosti a terénní hodnocení), které o těchto charakteristikách vypovídají. Za operační prostor byla pro výzkum zvolena svrchní vrstva půdy, protože se u ní nejrychleji projevuje změna půdních vlastností.

Fyzikální vlastnosti svrchní vrstvy půdy analyzované v nízkém lese byly nejvíce podobné s půdou analyzovanou v NPR Hádecká planinka (viz tabulka č. 13). Půda je na všech plochách středně těžká, středně až silně vododržná, u nízkého lesa se projevil nižší stupeň provzdušněnosti a vyšší bod vadnutí oproti ostatním lokalitám. Z hlediska fyzikálních vlastností odpovídají zjištěné hodnoty danému půdnímu typu. Můžeme tedy usuzovat, že ke změně stavu ani kvality fyzikálních vlastností nedochází.

Fyzikálně chemické vlastnosti svrchní půdy byly výrazně specifické v rámci nízkého lesa (viz tabulka č. 13). Co se týče půdní reakce, byla v nízkém lese slabě kyselá, zatímco ostatní plochy vykazovaly reakci kyselou. Pozoruhodná je výše obsahu vápníku na ploše A4 Nízký les, která se tím od ostatních ploch výrazně odlišuje. Tento podstatně vyšší obsah může být způsoben dvěma faktory. Prvním faktorem je vystoupení matečné horniny mělčeji v půdním profilu, druhým je vliv zvoleného managementu. Na otázku, který z faktorů má převládající vliv, nelze jednoznačně odpovědět. Lze však předpokládat, že ve svrchní vrstvě půdy je hlavním faktorem ovlivňujícím obsah vápníku právě typ managementu. Kationtová výměnná kapacita byla nejvyšší v nízkém lese, dá se tedy usuzovat, že je zde vyšší zastoupení jednotlivých iontů. Z hlediska půdní sorpce byla půda v nízkém lese plně sorpčně nasycená. Zjištěné charakteristiky

vypovídají o příznivějších fyzikálně chemických vlastnostech v nízkém lese oproti zbylým lokalitám.

Chemické vlastnosti svrchní vrstvy půdy v pařezině byly nejpodobnější s vlastnostmi ve středním lese (viz tabulka č. 13). Obsah uhlíku v půdě byl vyrovnaný na všech výzkumných plochách. Obsah dusíku byl zjištěn vyšší v nízkém lese, což může být zapříčiněno změnou světelných poměrů při zmýcení, ale i mikroklimatem porostu a druhově bohatším opadem, který je největším zdrojem půdního dusíku. Vzájemný poměr uhlíku a dusíku ve svrchní vrstvě půdy nízkého lesa je pozitivní (25:1) a poukazuje tak na vysokou kvalitu dekompozice. Ač je dekompozice opadu kvalitní, dochází na všech výzkumných plochách k převaze fulvokyselin nad kyselinami humínovými, to je pravděpodobně způsobováno vysokým obsahem tříslovin v dubovém opadu, které způsobují zakyselení. Z výsledků týkajících se chemických vlastností lze usoudit, že jsou příznivé, ale nijak výrazně se neodlišují mezi jednotlivými plochami.

Co se týká půdních vlastností vyhodnocovaných na základě terénního šetření, je možné konstatovat, že se v daném nízkém lese vyskytuje tenčí vrstva opadu, než na ostatních plochách (viz tabulka č. 13). K menší mocnosti dochází nejspíš rychlostí dekompozice opadu, čemuž odpovídá i humusová forma oligomull, nebo menším kvantitativním množstvím humusotvorného materiálu, což bylo zjištěno v rámci terénního šetření. Mocnost Ah horizontu byla na všech lokalitách podobná, prokazatelně nejvyšší byla na ploše A2 Vysoký les. Z půdních vlastností zjišťovaných při terénním šetření lze usoudit, že v nízkém lese probíhá dekompozice kvalitněji a změny v mocnosti Ah horizontu napříč jednotlivými plochami nejsou pozorovány.

Z výsledků, diskuse a jednotlivých sekcí závěru je možno konstatovat, že stav svrchní vrstvy půdy v pařezině je z většinového hlediska velmi pozitivní, rovněž tak její kvalita. Pracovní hypotéza H: „Aktivním managementem v pařezinách nedochází ke zhoršení stavu a kvality svrchní vrstvy půdy“ byla potvrzena. Aby však bylo možné jednoznačně určit vliv lesnického managementu na stav a kvalitu svrchní vrstvy půd pařezin, bylo by zapotřebí komplexnějšího výzkumu v podobných přírodních

podmínkách s více opakováním. Tohoto však nemohlo být v podmínkách ČR dosaženo z důvodu nízkého zastoupení pařezin.

8 SUMMARY

The present study deals with changes of state and quality of topsoil layer within coppice and its comparison of these variables with soil in the stands with a different type of target management.

In order to implement the research have been chosen four research plots that were characterized in terms of dendrometrical aspect focused on describing their current stand conditions and in terms of pedological aspect focused on describing the state and quality of topsoil properties. State and quality of topsoil were evaluated in four different groups of soil properties (physical, physico-chemical and chemical properties and field properties), which of these characteristics indicate. As an operational area was chosen the topsoil layer because of it is the fastest reflecting area within the change of soil properties.

Physical properties of topsoil layer analyzed in the young coppice were most similar with the soil analyzed in Hádecká planinka natural reserve (see table no. 13). The soil is within all research plots moderately heavy, with medium to high water storage, it has resulted within coppice lower degree of aeration and higher number of wilting point compared to other plots. In terms of physical properties it corresponds with values characterizing identified soil type. We can therefore conclude that change in status or quality of physical properties does not occur.

Phys./chem properties of the topsoil were significantly specific within the coppice (see Table no. 13). Regarding the soil reaction was weakly acidic within coppice, while other plots showed an acidic reaction. Noteworthy is the amount of calcium content within coppice, which thus is significantly different from other research plots. This substantially higher content of calcium can be caused by two factors. The first factor is the appearance of parent rock shallowly in the soil profile, the second is the influence of the chosen management. When asked which factor has a predominant influence it can not clearly answered. But we can assume that the type of management in topsoil layer is the main factor influencing the calcium content. Cation exchange capacity was the highest within the soil in coppice, we can therefore conclude that there is a higher

proportion of ions. Soil sorption has the highest values within the coppice where was evaluated as fully saturated. The measured characteristics indicate the most favorable physicochemical properties in coppice compared to the remaining sites.

Chemical properties of topsoil layer in the coppice were the most similar to properties measured in the false high forest with active management (see Table no. 13). The carbon content in the topsoil layer was balanced in all research plots. Amount of nitrogen content was found higher in the coppice, which might be caused by changing light conditions within forest stands when cutted down, but also the microclimate of vegetation and litter richer in components, which is the largest source of soil nitrogen. The carbon and nitrogen ratio in the topsoil layer in coppice is affirmative (25: 1) and it is pointing to the high quality of litter decomposition. Although the quality of the litter decomposition occurs the preponderance of fulvic over humic acids within all research plots, it is probably caused by the high content of tannins in oak litter, which cause acidification. From the results concerning chemical properties can be concluded that are favorable, but did not differ significantly between research areas.

Regarding the soil properties evaluated on the basis of field investigation, it can be stated that litter layer within coppice plot appears thinner than in other plots (see Table no. 13). The smaller thickness of litter is likely to reflect the speed of litter decomposition, which corresponds with the humus form oligomull, or less quantitative amounts of humus producing material, which was found during field surveys. Ah horizon thickness was similar within all research plots, arguably the thickest layer was within false high forest without management. From the soil properties collected during field investigation can be concluded that decomposition proceeds within coppice in higher quality and changes in the thickness Ah horizon across the surfaces are not observed.

From the results, discussion and conclusion of the individual sections of summary is likely to conclude that state of topsoil layer in coppice is from the majority viewpoint very positive, as well as its quality. Working hypothesis H: "Active management in coppice does not worsens the status and quality of topsoil" was confirmed. But in order to disentangle the effects of forest management on the status and quality of the topsoil in coppice would require more comprehensive research in similar natural

conditions, with more repetitions. However, this could not be achieved in the Czech Republic because of the low representation of coppice forests.

9 DOPORUČENÍ PRO PRAXI

Výsledky naznačují, že stav svrchní vrstvy půdy v pařezině je z většinového hlediska pozitivní, rovněž tak její kvalita (viz tabulka č. 13). Z tohoto závěru je možno usuzovat, že vliv odlišného způsobu managementu na půdní vlastnosti je zřetelný. V případě rozhodování, zda na SLT 2H v podmínkách Hádecké planinky pěstovat nízký les, je vhodné zvážit stanovení hospodářského cíle. Jelikož se jedná o stanoviště bohaté na živiny, je zde možno v nízkém lese očekávat vyšší kvantitativní produkci dříví, od toho se odvíjí zvolení pěstebního cíle, kterým je v nízkém lese především palivové dříví.

Co se týká hospodářského tvaru lesa, nejlepší možnou variantou se z hlediska stavu a kvality půd jeví nízký les (resp. nízký les s výstavky), který podle Kadavého et al. (2011) umožňuje pěstovat i silnější dimenze např. vlákninového dříví. Strukturou se jedná o dvouetážové porosty, kde je spodní etáž tvořena lesem nízkým a horní etáž tvoří výstavky, které odpovídají maximálně dvojnásobku obmýtí spodní etáže. Navrhovaným hospodářským způsobem je výběrný způsob v pařezině. Výběr je postaven na těžbě jednotlivých kmínků, které dosáhly požadované tloušťky cílového sortimentu (Kadavý et al., 2011). Takto nedochází ke vzniku holin a tím ani k rychlé mineralizaci humusu, uvolňování živin a je zaručen trvalý půdní kryt, což zaručuje udržení stávajících podmínek.

Výchovné zásahy v porostech je potřeba provést minimálně jednou ve spodní etáži a třikrát za obmýtí v horní etáži. Kadavý et al. (2011) doporučují provádět první výchovný zásah jako zdravotní, při kterém dojde k odstranění odumírajících, odumřelých a poškozených jedinců, ve druhém a třetím zásahu se odstraní netvární jedinci. Důležité je pečovat o jedince generativního původu.

Je nutno zvážit také cílovou dřevinnou skladbu. Bylo totiž prokázáno, že opad smíšených listnatých porostů dobře humifikuje a uvolňuje přitom množství živin potřebných pro výživu rostlin. Výhodou humusů pocházejících z listnatých porostů je také jejich nižší kyselost, která byla u dubu prokázána jako zvýšená. Je doporučeno vnášet jiné listnaté dřeviny do stávajících dubových porostů při jejich zmýcení a vytvářet

tak bohatší porostní směsi. Vhodnými dřevinami k vnášení jsou např. habr obecný (*Carpinus betulus*) či lípa srdčitá (*Tilia cordata*), které mají dobrý meliorační účinek.

10 POUŽITÁ LITERATURA

10.1 Knižní zdroje a odborné články

BARDGETT, R., 2005. *The biology of soil: a community and ecosystem approach*. Oxford University Press. 254 s.

BENHAM, S. E., VANGUELOVA, E. I., PITMAN R. M., 2012. *Short and long term changes in carbon, nitrogen and acidity in the forest soils under oak at the Alice Holt Environmental Change Network site*. *Science of The Total Environment*, 421-422. 82-93.

BENIAMINO, F., PONGE, J. F., ARPIN, P., 1991. *Soil acidification under the crown of oak trees I. Spatial distribution*. *Forest Ecology and Management*, 40. 221 - 232.

BERNIER, N., PONGE, J. F., 1994. *Humus form dynamics during the sylvogenetic cycle in mountain spruce forest*. *Soil Biology and Biochemistry*, 26. 183-220.

BOIX-FAYOS, C., 1997. *The roles of texture and structure in the water retention capacity of burnt Mediterranean soils with varying rainfall*. *Catena*, 31. 219-236.

CÔTE, L., BROWN, S., PARE, D., FYLES, J., BAUHUS, J., 2000. *Dynamics of carbon acid nitrogen mineralization in relation to stand type, stand age and soil texture in the boreal mixed wood*. *Soil Biology and Biochemistry*, 32. 1079–1090.

DELECOUR, F., 1978. *Facteurs édaphique et productivité forestière*. *Pédologie*, 28. 271-284.

DEMEK, J., NOVÁK, V., 1992. *Neživá příroda*. Brno, Muzejní a vlastivědná společnost, 242 s.

FRIČ, J., 1947. *Zařízení lesů*. Praha, Československá matice lesnická, 516 s.

GIARDINA, CH. P, RYAN, M. G., 2000. *Evidence that decomposition of organic carbon in mineral soil do not vary with temperature*. *Nature*, 404. 858-861.

GREEN, R. N., TROWBRIDGE, R. L., KLINKA, K., 1993. *Towards a taxonomic classification of humus forms*. *Society of American Foresters*, 49 s.

GUTTENBERG, A., 1911. Přeložil OPATRŇY, B., 1913. *Hospodářské zřízení lesní: pro studující lesnictví a výkonné odborníky*. Písek: nákladem vlastním, 367 s.

HAUPTMAN, I. et al., 2009. *Půda v České republice*. Praha, Consult, 255 s.

- JABIOL, B., BRÊTHES, A., PONGE, J. F., TOUTAIN, F., BRUN, J. J., 2007. *L'humus sous toutes ses formes*. Engref, Agroparistech, 68 s.
- JANDÁK, J., 1989. *Cvičení z půdoznalství*. Brno, VŠZ, 213 s.
- KADAVÝ, J., KNEIFL, M., SERVUS, M., KNOTT, R., HURT, V., FLORA, M., 2011. *Nízký a střední les - plnohodnotná alternativa hospodaření malých a středních vlastníků lesa - obecná východiska*. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, 296 s.
- KIRBY, K., WATKINS, C., 2015. *Europe's Changing Woods and Forests: From Wild Wood to Managed Landscapes*. CABI, 384 s.
- KLIKA, J., NOVÁK, V., GREGOR, A., 1954. *Praktikum fytoecologie, ekologie, klimatologie a půdoznalství*. Praha, ČSAV, 1954. 624 s.
- KLIMO, E., 2003. *Lesnická pedologie*. Brno, MZLU, 259 s.
- KONVIČKA, M., ČÍŽEK, L., BENEŠ, J., 2006. *Ohrožený hmyz nížinných lesů: ochrana a management*. Olomouc, Sagittaria, 38 s.
- KORF, V., 1957. *Hospodářská úprava převodů*. Praha, Lesnicví.
- KUPEC, P., KUČERA, A., KADAVÝ, J., KNEIFL, M., 2015. *Contribution to a discussion on the influence of coppicing on soil environment*. Journal of Forest Science, 61 (5). 216-224.
- KUTÍLEK, M., 1978. *Vodohospodářská pedologie*. Praha, SNTL, 295 s.
- LAVELLE, P., SPAIN, A. V., 2001. *Soil Ecology*. Dordrecht, Springer Science & Business Media. 654 s.
- MACKOVČIN, P. et al., 2007. *Brněnsko*. 1. vyd. Brno, Ekocentrum Brno, 932 s.
- MELOUN, M., MILITKÝ, J., 2006. *Kompendium statistického zpracování dat*. Praha, Academia, 970 s.
- MZe ČR, 1995. *Lesnický naučný slovník*. 2. díl O – Ž. Praha, Ministerstvo zemědělství. 683 s.
- NĚMEČEK, J., et al., 2001. *Taxonomický klasifikační systém půd České republiky*. ČZU Praha, VÚMOP Praha, 78 s.

- PELÍŠEK, J., 1957. *Lesnické půdoznalství*. 1. vyd. Praha, SZN, 487 s.
- PETERKEN, G. F., 1981. *Woodland conservation and management*. London, Chapman&Hall
- PETRÁŠ, R., PAJTÍK, J., 1991. *Sústava česko-slovenských objemových tabuliek dřevín*. Lesnícky časopis, 37 (1). 49-56.
- PLÍVA, K., ŽLÁBEK, I., 1986. *Přírodní lesní oblasti ČSR*. 1 vyd., Praha, SZN, 313 s.
- POLANSKÝ, B. 1956. *Pěstění lesů*. 1. vyd. Praha, Státní zemědělské nakladatelství, 595 s.
- POLANSKÝ, B., 1947. *Příručka pěstění lesů: Stručný komentář lesního pěstění s hlediska novodobých snah lesnických*. 1. vyd. Praha, 207 s.
- POLENO, Z., VACEK, S. et al., 2007. *Pěstování lesů II. Teoretická východiska pěstování lesů*. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce. 464 s.
- POLENO, Z., VACEK, S., PODRÁZSKÝ, V., 2011. *Pěstování lesů - I. Ekologické základy pěstování lesů*. 2. upr. a dopl. vyd. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, 319 s.
- PONGE, J. F., CHEVALIER, R., LOUSSOT, P., 2002. *Humus Index: an integrated tool for the assessment of forest floor and topsoil properties*. Soil Science Society of America Journal, 66 (6). 1996-2001.
- PRESCOTT, C. E., 2002. *The influence of the forest canopy on nutrient cycling*. Tree physiology, 22. 1193-1200.
- QUITT, E., 1971. *Klimatické oblasti Československa*. Brno, Studia Geographica 16, Academia, geografický ústav ČSAV, 73 s.
- RACKHAM, O., 1980. *Ancient Woodland: Its history, vegetation and uses in England (new ed.)*. Kirkcudbrightshire, Castlepoint Press.
- REJŠEK, K., 1999. *Lesnická pedologie: cvičení*. 1. vyd. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 152 s.
- ROWELL, D. L., 1994. *Soil Science: Methods and Application*, Longman, UK, Scientific & Technical, 350 s.

- SADAKA, N., PONGE, J. F., 2003. *Climatic effects on soil trophic networks and the resulting humus profiles in holm oak (Quercus rotundifolia) forests in the High Atlas of Morocco as revealed by correspondence analysis*. European Journal of Soil Science, 54. 767-777.
- SOTÁKOVÁ, S., 1982. *Organická hmota a úrodnost půdy*. Bratislava, Příroda. 234 s.
- SVOBODA, P., 1955. *Lesní dřeviny a jejich porosty - část II*, Praha, SZN, 573 s.
- ŠÁLY, R., 1977. *Lesnícke pôdoznalstvo*. Zvolen, Vysoká škola lesnícka a drevárska, 380 s.
- ŠÁLY, R., 1978. *Pôda základ lesnej produkcie*. 1. vyd. Bratislava, Příroda, 235 s.
- ŠIMEK, M., 2003. *Základy nauky o půdě - neživé složky půdy*. 1. vyd. České Budějovice, Jihočeská univerzita, Biologická fakulta, 131 s.
- ŠTEFKA, L. et al., 2001. *Plán péče pro NPR Hádecká planinka na období 2002 - 2011*, schválen MŽP ČR dne 15. 2. 2002, č. j. 557/02 - OOP/1167/02. Blansko
- ŠTEFKA, L., KOVAŘÍK, M., BALÁK, I., 2001. *Plán péče pro NPR Hádecká planinka na období 2002-2011*. Blansko, AOPK
- TESAŘ, V., 1989. *Pěstění účelových lesů (přednášky)*. Brno, VŠZ, 160 s.
- TESAŘ, V., 1996. *Pěstování lesa v heslech*. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 95 s.
- TRUHLÁŘ, J., 1996. *Pěstování lesů v biologickém pojetí - Průvodce po Školním lesním podniku 'Masarykův les' Křtiny*. Křtiny, Školní lesní podnik Masarykův les, 128 s.
- ÚHÚL, 1963. *Lesní hospodářský plán pro období 1963 – 1972*. ÚHÚL pobočka Brno, Vysoká škola zemědělská, Lesní závod Brno.
- ÚHÚL, 2003. *Přehled lesních typů a souborů lesních typů v ČR*. Brandýs nad Labem.
- ÚRADNÍČEK, L., 2004. *Lesnická dendrologie II.: (Angiospermae)*. 1. vyd. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita Brno, 127 s.
- ÚRADNÍČEK, L., MADĚRA, P., TICHÁ S., KOBLÍŽEK, J., 2009. *Dřeviny České republiky*. 2. přeprac. Vyd. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, 367 s.

VRŠKA, T., 2015. *K čemu potřebujeme výmladkové lesy ve 21. století?*. Lesnická práce, 94 (6). 394-397.

VYSKOT, M., 1958. *Pěstění dubu*. Praha, SZN, 284 s.

ZBÍRAL, J., 1995. *Analýza půd I.: jednotné pracovní postupy*. 1. vyd., Brno, SKZÚZ, 190 s.

ZBÍRAL, J., 1997. *Analýza půd III.: jednotné pracovní postupy*. Brno, ÚKZÚZ, 150 s.

ZBÍRAL, J., 2002. *Analýza půd I.: jednotné pracovní postupy*. 2 přeprac. vyd., Brno, ÚKZÚZ, 197 s.

ZBÍRAL, J., 2004. *Analýza půd III.: jednotné pracovní postupy*. 2. přepracované a rozšířené vydání, Brno, ÚKZÚZ, 199 s.

10.2 Elektronické zdroje

ALTMAN, J. et al., 2013. *Tree-Rings Mirror Management Legacy: Dramatic Response of Standard Oaks to Past Coppicing in Central Europe* [online] citováno 7. 2. 2016. Dostupné na World Wide Web:

<<http://coppice.eu/images/stories/soubory/journal.pone.0055770.pdf>>

Husson, F., Josse, J., Le, S., Mazet, J., 2016. *Multivariate Exploratory Data Analysis and Data Mining. Package 'FactoMineR' version 1.32* [online] citováno dne: 24. 2. 2016. Dostupné na World Wide Web:

<<https://cran.r-project.org/web/packages/FactoMineR/FactoMineR.pdf>>.

KADAVÝ, J., KNEIFL, M., KNOTT, R., 2009. *Založení experimentální plochy nízkého a středního lesa projektu TARMAG na území ŠLP Masarykův les Křtiny* [online] citováno 6. 4. 2016. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.nizkyles.cz>>

Kolektiv Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2012. *Plán péče o Národní přírodní rezervaci Hádecká planinka na období 2012-2021* [online] citováno 18. 3. 2016. Dostupné na World Wide Web: <<http://drusop.nature.cz>>

Kolektiv Lesprojekt, 2013. *Textová část LHP, LHC ŠLP Křtiny*. [online] citováno 16. 2. 2016. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.slpkrtiny.cz/certifikace/fsc/lhp/>>.

Kolektiv, CENIA. [online] citováno dne 11. 3. 2016. Dostupné na World Wide Web: <<http://geoportal.gov.cz/web/guest/map?openNode=Administrativeunits&keywordList=inspire>>.

PETTIT, R., *Organic matter, humus, humate, humic acid, fulvic acid and humin: Their importance in soil fertility and plant health* [online] citováno dne 26. 3. 2016. Dostupné na World Wide Web: <www.humates.com/pdf/ORGANICMATTERPettit.pdf>

POKORNÝ, E., et al., *Hodnocení kvality půdy v ekologicky hospodařícím podniku* [online] citováno 17. 2. 2016. Dostupné na World Wide Web: <http://eagri.cz/public/web/file/26922/Hodnoceni_kvality_pudy.pdf>.

PONGE, J. F., ZANELLA, A., SARTORI, G., JABIOL, B. *Terrestrial humus forms: ecological relevance and classification* [online] citováno dne 13. 3. 2016. Dostupné na World Wide Web: <<http://intra.tesaf.unipd.it/people/zanella/PDF/Pon2010.pdf>>.

ŠTEKAUEROVÁ, V., et al., *Using of pedotransfer functions for assessment of hydrolimits* [online] citováno 23. 3. 2016. Dostupné na World Wide Web: <<https://agriculturejournals.cz/publicFiles/53859.pdf>>.

VAVŘÍČEK, D., KUČERA, A., *Lesnická pedologie pro posluchače LDF Mendelu v Brně* [online] citováno dne 1. 2. 2016. Dostupné na World Wide Web: <<http://ldf.mendelu.cz/ugp/vyuka/materialy-ke-stazeni>>.

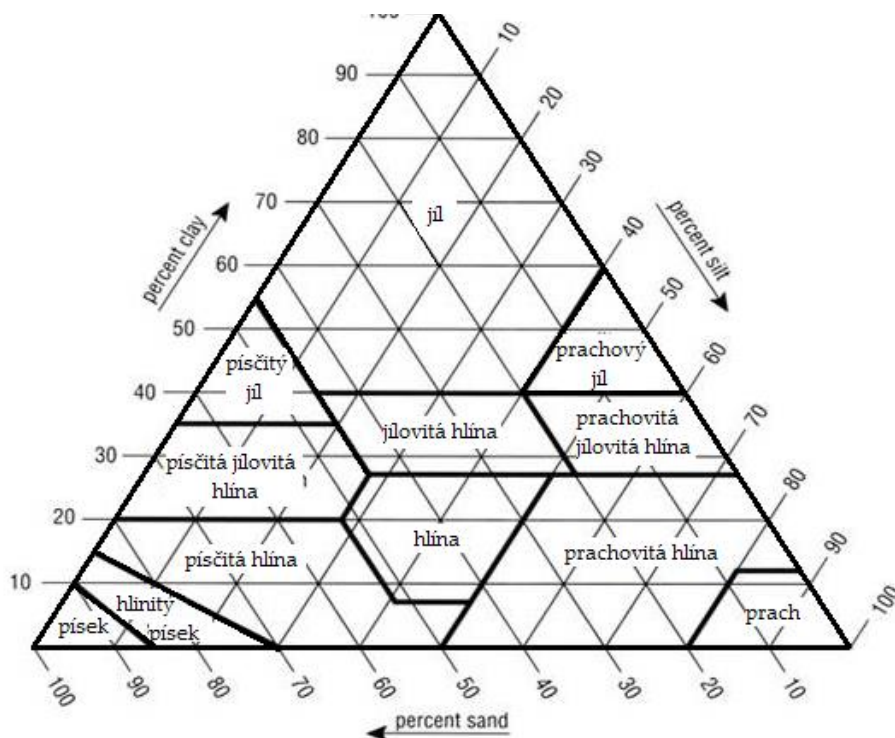
Vyhláška Mze ČR 83/1996, O zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů [online] citováno dne 17. 3. 2016. Dostupné na World Wide Web: <<http://eagri.cz/public/web/mze/lesy/legislativa/legislativa-cr/lesnictvi/uplna-zneni/vyhlaska-1996-83-lesnictvi.html>>

11 PŘÍLOHY

Příloha č. 1 - Klasifikace půdního druhu podle Nováka

Obsah částic < 0,01 mm	Označení druhu půdy	Zkratka	Klasifikace půdy
0 až 10	písčítá	P	lehká
11 až 20	hlinitopísčítá	HP	
21 až 30	písčitohlinitá	PH	středně těžká
31 až 45	hlinitá	HP	
46 až 60	jílovitohlinitá	JH	těžká
61 až 75	jílovitá	JV	
>75	jíl	J	

Příloha č. 2 - Trojúhelníkový diagram USA - USDA



Příloha č. 3 - Terénní hodnocení struktury dle Rejšek (1999)

Půdní struktura		
hranatá, vláknitá, plstřová, houbovitá, velmi pevná (nejde rozdrobit), pevná (rozdrobíme s námahou), málo pevná (rozdrobíme bez námahy, rozpadá se), drobná (rozdrobíme malým tlakem)		
slitá	půdní částice vzájemně spleené	
kulovitá	agregáty mají zaoblený tvar s hrboľatým povrchem ve všech třech směrech	
drobtovitá/destičkovitá	velmi jemná/tenká	≤ 1 mm převaha
	jemná/tenká	1-2 mm
	střední	2-5 mm
	hrubá	5-10 mm
	hrudkovitá	10-50 mm
	hrudovitá	50+ mm
hranolovitá	velmi jemná	≤ 10 mm
	jemná (drobná)	10-20 mm
	střední	20-50 mm
	hrubá	50-100 mm
	velmi hrubá	100-500 mm
	extrémní	≥ 500 mm
polyedrická - agregáty mnohostěnné, nepravidelný tvar, s hladkými plochami a ostřejšími hranami a také hrudky	velmi jemná	≤ 5 mm
	jemná	5-10 mm
	střední	10-20 mm
	hrubá	20-50 mm
	velmi hrubá	50-100 mm

Příloha č. 4 - Hodnocení půdní vododržnosti pomocí hodnoty MKK

MKK [%]	Půdní horizont
méně než 5	velmi slabě vododržný
5 až 10	slabě vododržný
10 až 30	vododržný
30 až 50	silně vododržný
více než 50	velmi silně vododržný

Příloha č. 5 - Hodnocení půd podle výměnné půdní reakce

Hodnota pH/KCL	Hodnocení
do 4,5	silně kyselá
4,6 až 5,5	kyselá
5,6 až 6,5	slabě kyselá
6,6 až 7,2	neutrální
nad 7,2	alkalická

Příloha č. 6 - Hodnocení obsahu humusu dle Kutílka (1978)

Půdy	Obsah humusu v půdách [hmotnostní %]	
	lehké půdy	střední a těžké půdy
bezhumózní	0	0
slabě humózní	pod 1	pod 2
středně humózní	1 až 2	2 až 5
silně humózní	nad 2	nad 5

Příloha č. 7 - Hodnocení RVK

Retenční vodní kapacita	
úroveň	l/m ²
nízká	<100
nižší střední	100 - 160
střední	160 - 220
vyšší střední	220 - 320
vysoká	>320

Příloha č. 8 - Klasifikace VKK dle Vavříčka et Kučery (2013)

Klasifikace VKK mm	
úroveň	[mm]
dobrá	> 40
dostatečná	20 - 40
nedostatečná	< 20

Příloha č. 9 - Hodnocení půdní pórovitosti dle Rejška (1999)

P [%]	Pórovitost
< 35	velmi nízká
35 - 45	nízká
45 - 55	střední
55 - 70	vysoká
>70	velmi vysoká

Příloha č. 10 - Charakteristiky AMKK dle Vavříčka et Kučery (2013)

Hodnota AMKK [%]	Charakteristika minimální vzdušné kapacity
8	dolní mezní hodnota
10	průměrné hodnoty pro lesní půdy
20	půdy náchylné k vysychání
25	horní mezní hodnota

Příloha č. 11 - Charakteristika klimatické oblasti T2 dle Quitta (1971)

Charakteristika klimatické oblasti T2 - Teplá	
Klimatická charakteristika	Hodnota
Počet letních dní	50 - 60
Počet dní s průměrnou teplotou nad 10 °C	160 - 170
Počet mrazových dní	100 - 110
Počet ledových dní	30 - 40
Prům. teplota v lednu	- 2 až - 3 °C
Prům. teplota v červenci	18 až 19 °C
Prům. teplota v dubnu	8 až 9 °C
Prům. teplota v říjnu	7 až 9 °C
Prům. dní srážek nad 1mm	90 - 100
Úhrn srážek ve veg. době	350 - 400 mm
Úhrn srážek v zimě	200 - 300 mm
Počet dní se sněhovou pokrývkou	40 - 50
Počet zamračených dní	120 - 140
Počet jasných dní	40 - 50

Příloha č. 12 Text_002

Tukeyův HSD test; proměnná Text_002 (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PC = 9,4102, sv = 16,000					
Č. buňky	TypLokality	Text_002 Průměr	1	2	
2	VysLes	12,51335	****		
3	StrLes	14,96218	****		
4	NizkyLes	21,22454		****	
1	Rezervace	22,40114		****	

Tukeyův HSD test; proměnná Text_002 (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PC = 9,4102, sv = 16,000					
Č. buňky	TypLokality	{1}	{2}	{3}	{4}
1	Rezervace	22,401	12,513	14,962	21,225
2	VysLes	0,000712	0,000712	0,007295	0,928619
3	StrLes	0,007295	0,598588	0,598588	0,002020
4	NizkyLes	0,928619	0,002020	0,024498	0,024498

Příloha č. 13 Text_002_02

Tukeyův HSD test; proměnná Text_002_02 (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PC = 4,7394, sv = 16,000					
Č. buňky	TypLokality	Text_002_02 Průměr	1	2	
4	NizkyLes	34,82499	****		
3	StrLes	35,33145	****		
2	VysLes	40,17751		****	
1	Rezervace	43,48716		****	

Tukeyův HSD test; proměnná Text_002_02 (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PC = 4,7394, sv = 16,000					
Č. buňky	TypLokality	{1}	{2}	{3}	{4}
1	Rezervace	43,487	40,178	35,331	34,825
2	VysLes	0,116552	0,116552	0,000284	0,000228
3	StrLes	0,000284	0,013687	0,013687	0,006563
4	NizkyLes	0,000228	0,006563	0,982455	0,982455

Příloha č. 14 Text_002_05

Tukeyův HSD test; proměnná Text_002_05 (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PC = 11,164, sv = 16,000					
Č. buňky	TypLokality	Text_002_05 Průměr	1	2	
1	Rezervace	64,83232	****		
4	NizkyLes	66,68277	****		
3	StrLes	73,68244		****	
2	VysLes	76,12152		****	

Tukeyův HSD test; proměnná Text_002_05 (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PC = 11,164, sv = 16,000					
Č. buňky	TypLokality	{1}	{2}	{3}	{4}
1	Rezervace	64,832	76,122	73,682	66,683
2	VysLes	0,000507	0,000507	0,003605	0,817338
3	StrLes	0,003605	0,662846	0,662846	0,002111
4	NizkyLes	0,817338	0,002111	0,020710	0,020710

Příloha č. 15 VVK_mm_Ah

Tukeyův HSD test; proměnná VVK_mm_Ah (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 11,616, sv = 16,000					
Č. buňky	TypLokality	VVK_mm_Ah Průměr	1	2	
4	NizkyLes	11,52208	****		
3	StrLes	12,92876	****		
1	Rezervace	16,02508	****	****	
2	VysLes	19,23566		****	

Tukeyův HSD test; proměnná VVK_mm_Ah (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 11,616, sv = 16,000					
Č. buňky	TypLokality	{1}	{2}	{3}	{4}
1	Rezervace	16,025	0,466263	0,496255	0,198745
2	VysLes	0,466263		0,044224	0,012166
3	StrLes	0,496255	0,044224		0,913181
4	NizkyLes	0,198745	0,012166	0,913181	

Příloha č. 16 Amkk_proc

Tukeyův HSD test; proměnná Amkk_proc (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 23,504, sv = 16,000				
Č. buňky	TypLokality	Amkk_proc Průměr	1	
4	NizkyLes	4,12312	****	
1	Rezervace	8,07627	****	
2	VysLes	9,00822	****	
3	StrLes	12,59886	****	

Tukeyův HSD test; proměnná Amkk_proc (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 23,504, sv = 16,000					
Č. buňky	TypLokality	{1}	{2}	{3}	{4}
1	Rezervace	8,0763	0,989947	0,474384	0,582473
2	VysLes	0,989947		0,652897	0,409914
3	StrLes	0,474384	0,652897		0,060221
4	NizkyLes	0,582473	0,409914	0,060221	

Příloha č. 17 MKK_proc

Tukeyův HSD test; proměnná MKK_proc (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 9,0487, sv = 16,000					
Č. buňky	TypLokality	MKK_proc Průměr	1	2	3
3	StrLes	43,85800	****		
2	VysLes	45,42200	****	****	
1	Rezervace	50,86600		****	****
4	NizkyLes	51,03400			****

Tukeyův HSD test; proměnná MKK_proc (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 9,0487, sv = 16,000					
Č. buňky	TypLokality	{1}	{2}	{3}	{4}
1	Rezervace	50,866	0,050041	0,009857	0,999765
2	VysLes	0,050041		0,843282	0,042230
3	StrLes	0,009857	0,843282		0,008262
4	NizkyLes	0,999765	0,042230	0,008262	

Příloha č. 18 BV_proc

Tukeyův HSD test; proměnná BV_proc (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 4,2177, sv = 16,000					
Č. buňky	TypLokality	BV_proc Průměr	1	2	3
2	VysLes	11,22120	****		
3	StrLes	13,51080	****	****	
1	Rezervace	16,21080		****	****
4	NizkyLes	19,54800			****

Tukeyův HSD test; proměnná BV_proc (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 4,2177, sv = 16,000					
Č. buňky	TypLokality	{1}	{2}	{3}	{4}
		16,211	11,221	13,511	19,548
1	Rezervace		0,007191	0,202074	0,086545
2	VysLes	0,007191		0,326065	0,000218
3	StrLes	0,202074	0,326065		0,001506
4	NizkyLes	0,086545	0,000218	0,001506	

Příloha č. 19 H_MII_mmol_ChEkvKg

Tukeyův HSD test; proměnná H_MII_mmolChEkvKg (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 360,40, sv = 16,000				
Č. buňky	TypLokality	H_MII_mmolChEkvKg Průměr	1	
4	NizkyLes	39,80000	****	
2	VysLes	57,40000	****	
1	Rezervace	64,60000	****	
3	StrLes	69,40000	****	

Tukeyův HSD test; proměnná H_MII_mmolChEkvKg (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 360,40, sv = 16,000					
Č. buňky	TypLokality	{1}	{2}	{3}	{4}
		64,600	57,400	69,400	39,800
1	Rezervace		0,930751	0,977691	0,206401
2	VysLes	0,930751		0,751945	0,479524
3	StrLes	0,977691	0,751945		0,104466
4	NizkyLes	0,206401	0,479524	0,104466	

Příloha č. 20 P_MII_mgKg

Tukeyův HSD test; proměnná P_MII_mgKg (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 9,8000, sv = 16,000				
Č. buňky	TypLokality	P_MII_mgKg Průměr	1	2
1	Rezervace	10,00000		****
2	VysLes	15,20000	****	****
3	StrLes	16,80000	****	
4	NizkyLes	17,40000	****	

Tukeyův HSD test; proměnná P_MII_mgKg (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 9,8000, sv = 16,000					
Č. buňky	TypLokality	{1}	{2}	{3}	{4}
		10,000	15,200	16,800	17,400
1	Rezervace		0,077923	0,016227	0,008848
2	VysLes	0,077923		0,849756	0,688172
3	StrLes	0,016227	0,849756		0,990033
4	NizkyLes	0,008848	0,688172	0,990033	

Příloha č. 21 Ca_MII_mgKg

Tukeyův HSD test; proměnná Ca_MII_mgKg (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 5274E2, sv = 16,000				
Č. buňky	TypLokality	Ca_MII_mgKg Průměr	1	2
2	VysLes	2494,000	****	
3	StrLes	3336,600	****	
1	Rezervace	3362,800	****	
4	NizkyLes	5888,400		****

Tukeyův HSD test; proměnná Ca_MII_mgKg (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 5274E2, sv = 16,000					
Č. buňky	TypLokality	{1}	{2}	{3}	{4}
1	Rezervace	3362,8	0,270355	0,999937	0,000421
2	VysLes	0,270355		0,294160	0,000189
3	StrLes	0,999937	0,294160		0,000397
4	NizkyLes	0,000421	0,000189	0,000397	

Příloha č. 22 pH/KCl

Tukeyův HSD test; proměnná pH_KCl (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,23900, sv = 16,000				
Č. buňky	TypLokality	pH_KCl Průměr	1	2
1	Rezervace	4,800000	****	
3	StrLes	4,900000	****	
2	VysLes	4,960000	****	
4	NizkyLes	5,940000		****

Tukeyův HSD test; proměnná pH_KCl (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,23900, sv = 16,000					
Č. buňky	TypLokality	{1}	{2}	{3}	{4}
1	Rezervace	4,8000	0,953747	0,987926	0,009790
2	VysLes	0,953747		0,997352	0,027488
3	StrLes	0,987926	0,997352		0,018694
4	NizkyLes	0,009790	0,027488	0,018694	

Příloha č. 23 BS_proc

Tukeyův HSD test; proměnná BS_proc (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 75,255, sv = 16,000				
Č. buňky	TypLokality	BS_proc Průměr	1	2
2	VysLes	70,73008	****	
3	StrLes	71,57046	****	
1	Rezervace	72,44932	****	
4	NizkyLes	88,76460		****

Tukeyův HSD test; proměnná BS_proc (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 75,255, sv = 16,000					
Č. buňky	TypLokality	{1}	{2}	{3}	{4}
1	Rezervace	72,449	0,988989	0,998544	0,040323
2	VysLes	0,988989		0,998726	0,021779
3	StrLes	0,998544	0,998726		0,029486
4	NizkyLes	0,040323	0,021779	0,029486	

Příloha č. 24 KVK_MII_mmolChEkvKg

Tukeyův HSD test; proměnná KVK_MII_mmolChEkvKg (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 768,40, sv = 16,000					
Č. buňky	TypLokality	KVK_MII_mmolChEkvKg Průměr	1	2	3
2	VysLes	200,5434		****	
1	Rezervace	255,4699	****		
3	StrLes	260,3755	****		
4	NizkyLes	365,1598			****

Tukeyův HSD test; proměnná KVK_MII_mmolChEkvKg (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 768,40, sv = 16,000					
Č. buňky	TypLokality	{1}	{2}	{3}	{4}
		255,47	200,54	260,38	365,16
1	Rezervace		0,029538	0,992115	0,000231
2	VysLes	0,029538		0,016946	0,000185
3	StrLes	0,992115	0,016946		0,000274
4	NizkyLes	0,000231	0,000185	0,000274	

Příloha č. 25 C_proc

Tukeyův HSD test; proměnná C_proc (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 1,1683, sv = 16,000			
Č. buňky	TypLokality	C_proc Průměr	1
1	Rezervace	5,092000	****
2	VysLes	5,490000	****
4	NizkyLes	6,916000	****
3	StrLes	6,990000	****

Tukeyův HSD test; proměnná C_proc (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 1,1683, sv = 16,000					
Č. buňky	TypLokality	{1}	{2}	{3}	{4}
		5,0920	5,4900	6,9900	6,9160
1	Rezervace		0,936075	0,058823	0,072112
2	VysLes	0,936075		0,167125	0,199710
3	StrLes	0,058823	0,167125		0,999568
4	NizkyLes	0,072112	0,199710	0,999568	

Příloha č. 26 N_proc

Tukeyův HSD test; proměnná N_proc (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,00604, sv = 16,000				
Č. buňky	TypLokality	N_proc Průměr	1	2
2	VysLes	0,324000	****	
1	Rezervace	0,328000	****	
3	StrLes	0,470000		****
4	NizkyLes	0,538000		****

Tukeyův HSD test; proměnná N_proc (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,00604, sv = 16,000					
Č. buňky	TypLokality	{1}	{2}	{3}	{4}
		,32800	,32400	,47000	,53800
1	Rezervace		0,999816	0,047533	0,003065
2	VysLes	0,999816		0,040636	0,002620
3	StrLes	0,047533	0,040636		0,527087
4	NizkyLes	0,003065	0,002620	0,527087	

Příloha č. 27 C/N

Tukeyův HSD test; proměnná C_N (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET)				
Homogenní skupiny, alfa = ,05000				
Chyba: meziskup. PČ = 1,4171, sv = 16,000				
Č. buňky	TypLokality	C_N Průměr	1	2
4	NizkyLes	12,81749		****
3	StrLes	14,97762	****	
1	Rezervace	15,70348	****	
2	VysLes	17,01518	****	

Tukeyův HSD test; proměnná C_N (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET)					
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy					
Chyba: meziskup. PČ = 1,4171, sv = 16,000					
Č. buňky	TypLokality	{1}	{2}	{3}	{4}
1	Rezervace	15,703	0,335593	0,771292	0,007310
2	VysLes	0,335593		0,067137	0,000389
3	StrLes	0,771292	0,067137		0,049313
4	NizkyLes	0,007310	0,000389	0,049313	

Příloha č. 28 HK/FK

Tukeyův HSD test; proměnná HK_FK (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET)			
Homogenní skupiny, alfa = ,05000			
Chyba: meziskup. PČ = ,04481, sv = 16,000			
Č. buňky	TypLokality	HK_FK Průměr	1
4	NizkyLes	0,704000	****
3	StrLes	0,724000	****
1	Rezervace	0,818000	****
2	VysLes	0,890000	****

Tukeyův HSD test; proměnná HK_FK (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET)					
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy					
Chyba: meziskup. PČ = ,04481, sv = 16,000					
Č. buňky	TypLokality	{1}	{2}	{3}	{4}
1	Rezervace	,81800	0,948541	0,894819	0,829231
2	VysLes	0,948541		0,611863	0,523484
3	StrLes	0,894819	0,611863		0,998817
4	NizkyLes	0,829231	0,523484	0,998817	

Příloha č. 29 Opad_mocnost_cm

Tukeyův HSD test; proměnná Opad_mocnost_cm (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET)				
Homogenní skupiny, alfa = ,05000				
Chyba: meziskup. PČ = ,42500, sv = 16,000				
Č. buňky	TypLokality	Opad_mocnost_cm Průměr	1	2
4	NizkyLes	3,500000	****	
1	Rezervace	3,800000	****	
2	VysLes	4,400000	****	****
3	StrLes	5,200000		****

Tukeyův HSD test; proměnná Opad_mocnost_cm (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET)					
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy					
Chyba: meziskup. PČ = ,42500, sv = 16,000					
Č. buňky	TypLokality	{1}	{2}	{3}	{4}
1	Rezervace	3,8000	0,485551	0,017542	0,884698
2	VysLes	0,485551		0,251116	0,170348
3	StrLes	0,017542	0,251116		0,004101
4	NizkyLes	0,884698	0,170348	0,004101	

Příloha č. 30 KvantHum_t_ha

Tukeyův HSD test; proměnná KvantHum_t_ha (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,07470, sv = 16,000					
Č. buňky	TypLokality	KvantHum_t_ha Průměr	1	2	3
4	NizkyLes	0,896000		****	
3	StrLes	1,548667			****
2	VysLes	2,068667	****		
1	Rezervace	2,516000	****		

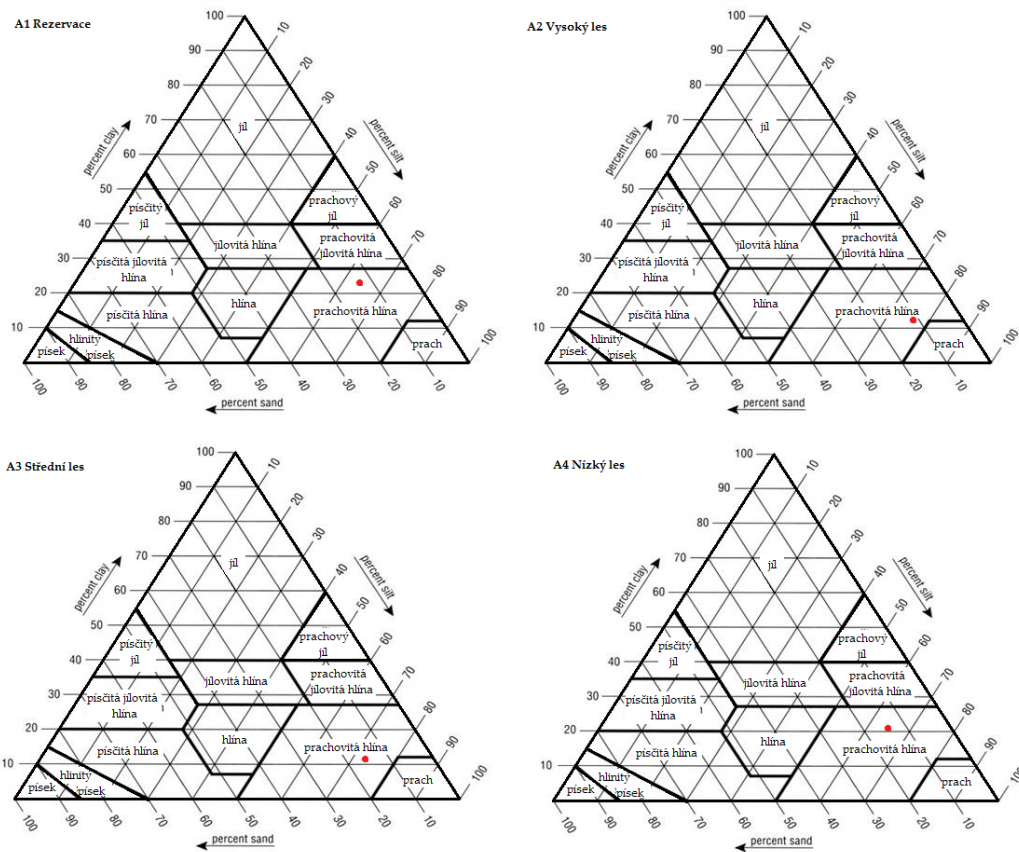
Tukeyův HSD test; proměnná KvantHum_t_ha (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,07470, sv = 16,000					
Č. buňky	TypLokality	{1}	{2}	{3}	{4}
		2,5160	2,0687	1,5487	,89600
1	Rezervace		0,083665	0,000381	0,000185
2	VysLes	0,083665		0,037708	0,000200
3	StrLes	0,000381	0,037708		0,008200
4	NizkyLes	0,000185	0,000200	0,008200	

Příloha č. 31 Ah_mocnost_cm

Tukeyův HSD test; proměnná Ah_mocnost_cm (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,77500, sv = 16,000					
Č. buňky	TypLokality	Ah_mocnost_cm Průměr	1	2	
4	NizkyLes	4,400000	****		
3	StrLes	4,800000	****		
1	Rezervace	5,600000	****	****	
2	VysLes	7,100000		****	

Tukeyův HSD test; proměnná Ah_mocnost_cm (2015_Ambulantni_M Konecna Diplomka_Lab_KOMPLET) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,77500, sv = 16,000					
Č. buňky	TypLokality	{1}	{2}	{3}	{4}
		5,6000	7,1000	4,8000	4,4000
1	Rezervace		0,068696	0,496024	0,178312
2	VysLes	0,068696		0,004038	0,001058
3	StrLes	0,496024	0,004038		0,888401
4	NizkyLes	0,178312	0,001058	0,888401	

Příloha č. 32 Vyhodnocení půdní textury



Příloha č. 33 Hodnocení sorpčního nasycení dle Vavříčka et Kučery (2013)

Stupeň sorpčního nasycení	
hodnocení	V [%]
extrémně nenasycená	0 až 10
silně nenasycená	10 až 25
slabě nenasycená	25 až 50
slabě nasycená	50 až 65
nasycená	65 až 80
plně sorpčně nasycená	80 až 100