

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ekologie lesa



Lesní vegetace v přírodní rezervaci Vrch Baba  
u Kosmonos (střední Čechy) ovlivněná historickým  
pařezemím

Diplomová práce

Autor práce: Tereza Halašková

Vedoucí práce: Mgr. Tomáš Černý, Ph.D.

2020

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Tereza Halašková

Lesní inženýrství

Lesní inženýrství

Název práce

**Lesní vegetace v přírodní rezervaci Vrch Baba u Kosmonos (střední Čechy) ovlivněná historickým pařezením**

Název anglicky

**Forest vegetation in the nature reserve *Vrch Baba u Kosmonos* (Central Bohemia) influenced by historical coppicing**

### Cíle práce

Podstatou práce bude fytoocenologická analýza lesní vegetace subtermofilní habrové doubravy, pokrývající jižní svahy přírodní rezervace Baba u Kosmonos. Zdejší lesní porosty byly v minulosti výrazněji ovlivněny pařezením a v současnosti představují tvar nepravé kmenoviny. Cílem práce je zejména provést komparativní analýzu s obdobným porostem ležícím v přírodní rezervaci Na Voskopě (chráněná krajinná oblast Český Kras) a zajistit tak podpůrná vegetační data pro dlouhodobý výzkum ekologie pařezin prováděný na Katedře ekologie lesa.

### Metodika

V lesním porostu vybraném dle obdobné fyziognomie stromového patra s referenčním porostem v přírodní rezervaci Na Voskopě bude vyznačeno 40 kruhových ploch o poloměru 8,5 m. Z tohoto počtu 30 ploch bude rozmístěno v šesti pruzích orientovaných po spádnicí, o šířce každého pruhu 25 m. Délka každého pruhu by měla být 125 m. Plochy budou v rámci jednoho pruhu v takovém rozestupu, aby se nedotýkaly. Zbýlých deset ploch bude rozmístěno podél obvodu celého pravoúhelníku (jeho rozloha bude 150 x 125 m). V každé ploše bude proveden fytoocenologický snímek s vyhodnocením stromového, keřového a bylinného patra a s použitím Braun-Blanquetovy devítičlenné stupnice abundance. Na zkušných plochách bude dále odečítána hloubka půdy (pomocí tyčové sondy) a bude odebrán směsný půdní vzorek z horizontu A ke změření půdní reakce v laboratoři. Získaná data budou vyhodnocena pomocí mnohorozměrných statistických metod v programu Canoco 5.

## Doporučený rozsah práce

40–80 normostran (bez příloh)

## Klíčová slova

Fytocenologie, druhová diverzita, management, pařeziny, srovnávací analýza, dubohabřiny, bylinné patro

---

## Doporučené zdroje informací

- Buckley E.P. (ed.) (1992): Ecology and management of coppiced woodlands. – Chapman & Hall, London, 336 p.
- Hroník P. (2014): Lesní vegetace vrchu Voskop v Českém krasu. – Ms., Dipl. práce, depon. in: Fakulta lesnická a dřevařská, Praha-Suchdol, 106 p.
- Ložek V., Kubíková J., Špryňar P. a kol. (2005): Střední Čechy. – In: Mackovčin P. & Sedláček M. (eds), Chráněná území ČR, svazek XIII, AOPK ČR a EkoCentrum Brno, Praha, 904 p.
- Michna M. (2013): Vliv abiotických faktorů na podrostní vegetaci dubových pařezin v Českém krasu. – Ms. Dipl. práce, depon. in: Fakulta životního prostředí, Praha-Suchdol.
- Moravec J. et al. (1994): Fytocenologie. – Academia, Praha, 403 p.
- Slach T. (ed.) (2016): Starobylé výmladkové lesy. – Mendelova univerzita v Brně, 136 p.
- Thomas P.A. & Packham J.R. (2007): Ecology of woodlands and forests. – Cambridge University Press, Cambridge, 528 p.
- Unrau A., Becker G., Spinelli R., Lazdina D., Magagnotti N., Nicolescu V.N., Buckley P., Bartlett D. & Kofman P.D. (eds) (2018): Coppice forests in Europe. – Albert Ludwig University of Freiburg, Freiburg, 387 p.
- Van Calster, H., Baeten, L., Verheyen, K., De Keersmaecker, L., Dekeyser, S., Rogister, J.E., et al. (2008): Diverging effects of overstorey conversion scenarios on the understorey vegetation in a former coppice-with-standards forest. – Forest Ecology and Management 256: 519–528.
- Zlatník A. (1957): Výmladkové lesy s hlediska proměn lesů pod vlivem člověka a úloha ekologie při přeměnách a převodech výmladkových lesů. – Sborník ČSAZV, Lesnictví 3/2: 109–124.

---

## Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FLD

## Vedoucí práce

Mgr. Tomáš Černý, Ph.D.

## Garantující pracoviště

Katedra ekologie lesa

Elektronicky schváleno dne 10. 6. 2019

**prof. Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2020

**prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.**

Děkan

V Praze dne 20. 03. 2020

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Lesní vegetace v přírodní rezervaci Vrch Baba u Kosmonos (střední Čechy) ovlivněná historickým pařezem vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Tomáše Černého, Ph.D. a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

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

V..... dne.....

Podpis autorky

## **Poděkování**

Mé poděkování náleží Mgr. Tomáši Černému Ph.Dr. za odborné vedení, trpělivost a ochotu, která mi v průběhu zpracování diplomové práce byla věnována. Poděkování také patří Mgr. Petru Karlíkovi a s RNDr. Václavu Petříčkovi za poskytnuté konzultace a doporučení odborné literatury. V neposlední řadě děkuji celé mé rodině, za stálou podporu, která mi byla po dobu studia věnována a zvláštní dík náleží mému muži.

# Obsah

<b>1. ÚVOD</b> .....	1
<b>2. CHARAKTERISTIKA PŘÍRODNÍ REZERVACE VRCH BABA U KOSMONOS</b> .....	3
2.1. VYMEZENÍ ZÁJMOVÉ OBLASTI .....	3
2.2. HISTORIE CHRÁNĚNÉHO ÚZEMÍ .....	3
2.3. PŘÍRODNÍ PODMÍNKY .....	4
2.3.1. <i>Geologické podloží</i> .....	4
2.3.2. <i>Vodopis</i> .....	5
2.3.3. <i>Klimatické podmínky</i> .....	5
2.4. ŽIVOČICHOVÉ .....	6
2.5. FYTOGEOGRAFICKÉ POMĚRY .....	7
2.6. OCHRANA .....	9
2.6.1. <i>Hlavní předmět ochrany</i> .....	9
2.6.2. <i>Dlouhodobý cíl péče</i> .....	9
2.7. DEFINICE POJMŮ .....	11
2.7.1. <i>Les vysoký</i> .....	11
2.7.2. <i>Nepravá kmenovina</i> .....	11
2.7.3. <i>Les střední (sdružený)</i> .....	11
2.7.4. <i>Les nízký</i> .....	12
2.7.5. <i>Způsoby pařezení</i> .....	12
<b>3. METODIKA</b> .....	14
3.1. VÝBĚR LOKALITY .....	14
3.1. SBĚR DAT .....	16
3.2. ZPRACOVÁNÍ DAT .....	18
<b>4. VÝSLEDKY</b> .....	21
<b>5. DISKUZE</b> .....	36
<b>6. ZÁVĚR</b> .....	42
<b>7. SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	43
<b>8. SEZNAM TABULEK</b> .....	44
<b>9. ZDROJE</b> .....	45

9.1. LITERATURA .....	45
9.2. INTERNETOVÉ ZDROJE .....	48
<b>10. PŘÍLOHY .....</b>	<b>49</b>

## Abstrakt

Tato práce přináší výsledky vybrané referenční lokality v České republice a přispívá tím do mozaiky biologických dat o vývoji a biodiverzitě pařezin. K již uskutečněným studiím v CHKO Český kras v PR Na Voskopě a NPR Koda je studie prováděná v PR Vrch Baba u Kosmonos spíše doplňkovou lokalitou, kde není nyní plánováno pokračování výzkumných prací. Na jaře v roce 2019 byly předběžně vytipovány porosty dle ortofotomapy a typologické mapy a následně byla v terénu zhodnocena vhodnost umístění výzkumných ploch při terénní pochůzce s Mgr. Petrem Karlíkem a RNDr. Václavem Petříčkem. Začátkem léta bylo ve vybraných porostech vytyčeno čtyřicet dočasných zkusných ploch, zejména na jižním svahu rezervace, kde bylo provedeno fytoocenologické snímkování. Později na podzim byly odebrány vzorky půdy, odečtena hloubka půdy, změřen sklon a orientace ploch ke světovým stranám. Při laboratorních pracích bylo měřeno pH a analyzován totální obsah chemických prvků v půdách. Fytoocenologické snímky byly zpracovány v programu JUICE a dále byly vyhodnoceny spolu s environmentálními daty pomocí mnohorozměrných analýz v programu Canoco5.

Z výsledků vyplynulo, že se zkoumané plochy ukázaly v porovnání s plochami v CHKO Český kras jako druhově nejchudší, přesto zde bylo nalezeno sedm chráněných druhů bylin. Průměrná hodnota pH se rovnala 4,87, což ukazuje na kyselou půdu. Ve směru růstu gradientů vlhkosti a tepelného požitku se vyskytovalo maximum druhů. Překvapivě, byla nalezena záporná korelace mezi proměnnou tepelného požitku a Ellenbergovým indikačním číslem pro teplotu, což vysvětluje menší velikost datového souboru a rovněž variabilní mikrotopografií lokality, kde orientace ploch přechází z jihu na jihovýchod. Zvýšený počet bylinných druhů a semenáčků dřevin byl vyhodnocen v plochách s vyšším obsahem hliníku. Celkově nízký počet nalezených druhů lze zdůvodnit kyselou půdní reakcí, nízkou dotací světla v podrostu, která byla zapříčiněna téměř stoprocentním zápojem stromové etáže tvořené z 95 % dubem ve věku více jak 70 let a tvarem lesa v podobě nepravé kmenoviny, kde bylo dávno ustoupeno od pařezin. Studie po celém světě se zabývají úbytkem biodiverzity biotopů a dle nich je pařezinové hospodaření v lesích jedním z možných východisek, jak ztrátě bioty čelit. Proto je nutné monitorovat biotopy ideálně v dlouhodobých výzkumech pro zjištění vývojových tendencí, umožňujících navrhnout ochranná individuální opatření a jejich následnou aplikaci.

**Klíčová slova:** Fytoocenologie, druhová diverzita, management, pařeziny, srovnávací analýza, dubohabřiny, bylinné patro



## Abstract

This thesis brings results from selected referential locality in the Czech Republic and it contributes to the mosaics of biological facts including the development and biodiversity of coppiced forest. In addition to the existing studies in the Protected Landscape Area of Český kras in the PR Na Voskopě and NNR Koda is study in the PR Vrch Baba u Kosmonos an additional locality, where it is no further planned that the research will continue. In the spring of 2019, orthophoto and typological maps were analyzed and the forest stands for research were selected, which was made with help of Mgr. Petr Karlík and RNDr. Václav Petříček in the field. 40 research plots were established in early summer, specifically on the southern slope of the reserve, phytosociological records were then made. Later during autumn soil samples were extracted, the soil depth determined and the inclination and orientation of plots were measured. During laboratory work, pH of soil samples was measured and the total content of chemical elements in soils was analyzed. Phytosociological data were compiled in program JUICE and then analyzed together with environmental data by multivariate analyses in program Canoco5

The results showed that the plots proved to be the poorest in species diversity, compared to the areas in the PLA Český kras, despite these seven protected herb species were found. The average value of pH amounts to 4.87 which refers to an acidic soil. In the direction of increasing moisture and heatload, the most species occurred. Surprisingly, we found negative correlation between the variables heatload and Ellenberg's indication number and this phenomenon can be explained by the fact that data size was small and also that the exposition of the plots gradually changed from the south to southeast. Increased number of herb species and seedlings was observed in plots with higher aluminum content. The overall low number of species found, can be justified by an acidic soil reaction, low light availability in coppice, which was caused by almost 100% canopy closure consisting of 95% oak attaining the age of 70 years. Studied stands are recently in the form of false high forest, where it was long since the last harvest. Studies around the world are concerned with the loss of biodiversity in biotopes and according them, coppice management is one of the possible ways to fight against such a loss. It is therefore necessary in long-term surveys to monitor the biotopes to determine the trends in species composition for the proposals of protective measures and check the impact of their subsequent application.

**Keywords:** Phytosociology, species diversity, management, tree stumps, comparative analysis, oak-hornbeam, herb layer

# 1. Úvod

Pařezinovým způsobem hospodaření se v posledním desetiletí začalo zabývat mnoho studií, z důvodu rychle klesající diverzity druhů. Jedna z příčin poklesu je nejspíše spojená s odvratem od původního hospodaření v lesích (Vacík 2009) a snížené různorodosti krajiny. Aktuální rychlá změna klimatu může mít na biodiverzitu jak negativní, tak pozitivní vliv, je to příliš komplexní problematika (Tolasz 2007). Utvoření mozaikovitě krajiny s pestrými porosty by tuto klesající tendenci mělo zastavit. Pařezení reprezentuje nejstarší formu systematického a udržitelného managementu a využití lesa. Pařezení představuje jedinečnou formu ochrany biodiverzity (Unrau 2018).

Téměř všechny studie se shodují na tom, že pařezení podstatně nebo alespoň mírně zvyšuje biodiverzitu stanoviště. Zejména se prokazuje zvýšení diverzity cévnatých rostlin, motýlů, brouků (Šebek 2015), rychlejší rozklad humusu a v neposlední řadě stanoviště neobsadí dominantní druhy s kompenzační životní strategií (Slavíková 1986), tak jako tomu může být v lese vysokém, kde dochází při tradičním hospodářském modelu k výraznějším disturbancím pouze jednou za mnoho desítek let. Většina diverzitu zvyšujících mechanismů je spojena s vyšší dotací dopadajícího světla na půdu.

Problematiku nelze posuzovat pouze „černobíle“, studie prováděná v centrálních Apeninách dokládá opak. Pařezinový porost byl převeden na vysoký bukový les. V dlouhodobém měřítku se ukázalo, že vyzrálý bukový porost je téměř stejně početně druhově bohatý jako původní pařezina (Scolastri 2016). Je nutné nezapomínat, že stabilita krajiny dlí v její pestrosti, způsobu hospodaření a užitých metodách ochrany. Je více než žádoucí určovat ochranná opatření „na míru“ jednotlivým stanovištím, dle mnoha kritérií, jako jsou například nadmořská výška, kontinentalita, klima, hospodářský cíl a mnoho dalších (Vacík 2009).

Palivové dřevo hrálo nezaměnitelnou roli v evropském socioekonomickém systému již od pravěku až do devatenáctého století. Nedávné studie přinášejí zjištění, že pro evropské temperátní nížiny bylo pařezení nejčastější způsob hospodaření a získávání palivového dřeva. Navzdory rostoucímu počtu výzkumů, toho stále příliš nevíme. Detailní studie jednotlivých aspektů přírody (druhová pestrost, pokrytí, dotace světla, půdní podmínky apod.), na malých územích přináší mnoho informací o praktických metodách užívaných ve středověku a dopadech dlouhodobého vlivu pařezení na strukturu vegetace a její složení (Szabó 2015).

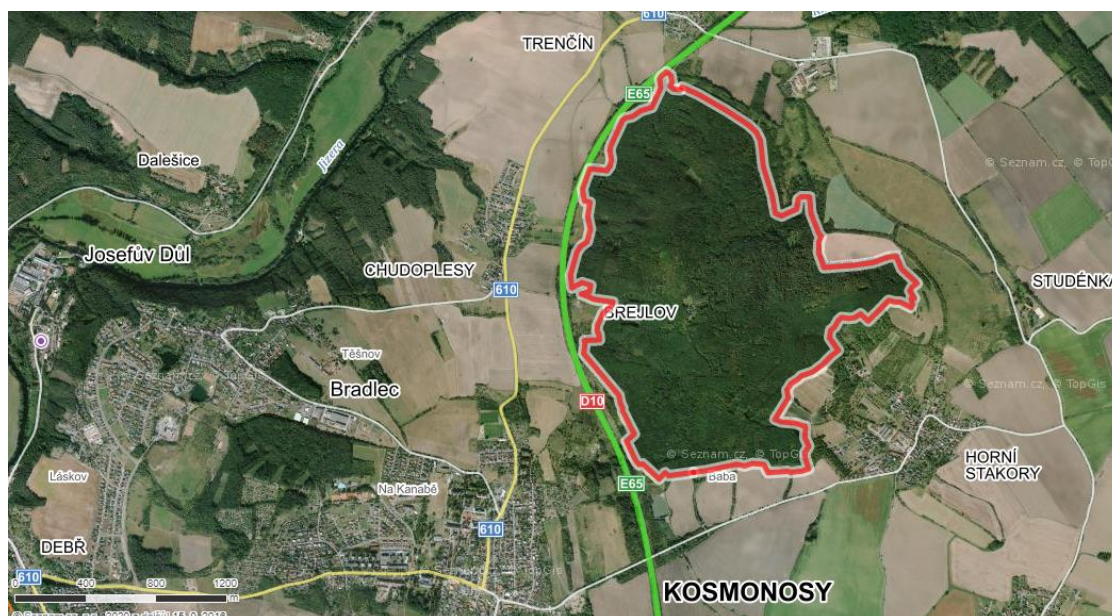
Jak již bylo okrajově zmíněno, problematika výmladkového hospodaření má určité oblasti ještě nedostatečně prozkoumány. Jednotlivé metody pařezení mají rozdílný vliv na konkrétní prostředí a hospodářské postupy je nutné vybírat dle nároků stanoviště (půdní typ, klimatické podmínky, kontinentalita, tlak zvěře atd.), ekonomické návratnosti (pokud je požadována), druhu dřeviny apod. Jednorázové sezónní pozorování vytyčených porostů v PR Vrch Baba u Kosmonos přináší výsledky z další lokality, s historickým dědictvím pařezinového hospodaření. V teoretické části práce jsou rozebrány přírodní podmínky cílové přírodní rezervace a v praktické části je popsán sběr a vyhodnocení dat. V kapitole Diskuze jsou hodnoceny získané výsledky. Tyto jsou také porovnány s metodicky shodnými studiemi uskutečněnými v bývalých pařezinách v minulých letech v CHKO Český kras, diskutovány jsou též další práce prováděné zejména v Evropě v souvislosti s renesancí zájmu o pařezinové hospodaření.

## 2. Charakteristika přírodní rezervace Vrch Baba u

### Kosmonos

#### 2.1. Vymezení zájmové oblasti

Přírodní rezervace Vrch Baba u Kosmonos se nachází přibližně 4,5 kilometru severně od centra města Mladá Boleslav. Západní hranici rezervace lemuje dálnice D10 vedoucí z Prahy do Liberce. Východní strana zájmové oblasti končí téměř u obce Horní Stakory. Nadmořská výška lokality se pohybuje od 235 m n. m. do 363 m n. m. Rezervace spadá se svou rozlohou 249,61 ha do katastrálních území Horních Stakor, Chudoples a Kosmonos (www1). Přírodní rezervace Vrch Baba u Kosmonos byla vyhlášena již v roce 1950, avšak ne ve zcela shodné podobě a velikosti, jak je tomu dnes. Bylo nutné hranice lokality upravit z důvodu změn faktického využívání pozemků (Petříček 2005).



Obrázek 1: Ortofoto mapa zájmového území, PR Vrch Baba u Kosmonos (zdroj: www. mapy.cz).

#### 2.2. Historie chráněného území

Větším chráněným územím v dolním Pojizeří je pouze přírodní rezervace Příhrazské skály, která je ale o 49 let mladší než rezervace Vrch Baba u Kosmonos. První podnět k vyhlášení chráněného území podal již v roce 1945 gymnaziální profesor J. Slánský z

Mladé Boleslavi. V únoru roku 1950 podala dopisem návrh na ochranu oblasti i Československá botanická společnost z důvodu výskytu vzácných rostlin. Konzervátor ministerstva školství, pan Fr. Lanc se v roce 1948 zasloužil o vyhlášení ptačí oblasti. Státní přírodní rezervace Vrch Baba u Kosmonos byla uznána vyhláškou Ministerstvem školství, věd a umění dne 11. 10. 1950 na katastrálním území Chudoples, Horních Stakor a Kosmonos. Dle lesnických podkladů se rezervace rozprostírala celkem na ploše 235,35 ha, z toho 223,89 ha připadalo na lesní půdu a 11,46 ha činila plocha bezlesí.

V březnu roku 1951 byla mezi státní ochranou přírody a státními lesy utvořena dohoda, že lokalita nepodléhá podmínkám „přísné rezervace“, ale jde o rezervaci ptačí, takže se dále pokračovalo s převodem porostů lesa nízkého na listnatý, nestejnověký les vysoký s výběrným způsobem hospodaření. Koncem srpna roku 1962 došla úřední komise po celostátních prověrkách chráněných území bohužel k závěru, že státní přírodní rezervace Vrch Baba u Kosmonos bude plošně zmenšena na pouhých 15 ha okolo vrcholkových partií sopečných těles „Baby a Dědka“. Úředně k přehlášení rezervace nikdy nedošlo, ale přesto byl navržen a odsouhlasen lesní hospodářský plán (déle jen LHP) s holosečnou obnovou porostů na významné rozloze lokality, pařeziny byly přeměňovány a osazovány nepůvodními dřevinami jako: borovicí lesní (*Pinus sylvestris*), modřínem opadavým (*Larix decidua*), smrkem ztepilým (*Picea abies*), douglaskou tisolistou (*Pseudotsuga menziesii*), dubem červeným (*Quercus rubra*) a též domácím druhem lípou srdčitou (*Tilia cordata*). Zejména dub červený (*Quercus rubra*) a trnovník akát (*Robina pseudoacacia*) má přirozenou tendenci se invazivně šířit jak generativně, tak vegetativně, z tohoto důvodu je nutné je regulovat až asanovat. Až v sedmdesátých letech dvacátého století při změně LHP se do plánu zahrnuly jemnější způsoby hospodaření a obnovy lesních porostů včetně postupného mýcení trnovníku akátu a dubu červeného.

Během let 1990 až 2005 byly vyřezávány nežádoucí dřeviny (*Quercus rubra* a *Robina pseudoacacia*), což prospělo biodiverzitě a zvýšila se estetická hodnota rezervace (Petříček 2005).

## 2.3. Přírodní podmínky

### 2.3.1. Geologické podloží

Předním důvodem ochrany Vrchu Baba u Kosmonos jsou významné geologické a geomorfologické jevy, např: čedičové ložní a pravé žíly (www1). Mladoboleslavsko patří do území České křídové tabule. Nejvyšší kóty lokality se jmenují: Baba a Dědek, jsou to

původní třetihorní sopečná tělesa tvořená čedičovými bazanity se zrnky olivínu a brekciemi s podílem čedičových a slínovcových hornin. Díky půdní erozi, erozi měkčích hornin a spráší se tato dvě vulkanická tělesa stávají v krajině čím dál více dominantnější oproti zbytku hřbetu, který má čím dál oblejší tvar (Janoška 2013). Přeměnou původních slínovců při kontaktu s magmatem vznikají křídové minerály, jinak známé jako porcelanity vynikající svou pevností a zároveň křehkostí (Petříček 2005). V 19. století zde probíhala těžba čedičových hornin, která po sobě zanechala spleť roklí, komor, štol a lomových stěn. V okolí nejvýznamnějších vrcholů lze pozorovat postupně se rozevírající pukliny a svahové sesuvy slínovce (www2), které se podílejí na šavlovitém vzrůstu dřevin na úbočích.

### 2.3.2. Vodopis

Zájmová oblast spadá do dolního Pojizeří a je zařazena na seznam Chráněných oblastí přirozené akumulace vod (CHOPAV). Na úbočích Baby vyvěrá několik vrstevních pramenů (www2), například Husova studánka na severním svahu Vrchu v nadmořské výšce 292 m n. m. V rezervaci a v jejím blízkém okolí se nacházejí tři rybníky. Největším a nejvodnatějším je Panský rybník, který se nachází těsně pod jižní hranicí lokality a krátce po vyhlášení státní přírodní rezervace v roce 1950 spadal do chráněného území. Na severním svahu zájmové oblasti se nalézá vysychající rybníček Bosák pod Brejlovem s rozlohou 0,2 ha a aktuálně zarůstá zejména rákosinami, mokřadními bylinami a vlhkomilnými dřevinami (Petříček 2005, T. Halašková vlastní pozorování). Třetím bývalým rybníkem je téměř z leteckého pohledu neznatelná malá vodní nádrž na severním svahu zájmové oblasti. Tato občasná vodní plocha do rezervace nespadá, ale bylo by vhodné chráněné území o toto stanoviště rozšířit (www3). Poslední vodní plochou je rybník, okolo něhož prochází naučná stezka: „PR Vrch Baba u Kosmonos“ a jenž se nalézá těsně pod jihovýchodní hranicí chráněné oblasti. Má mimo jiné bezpečnostní funkci při přívalových deštích pro obec Horní Stakory. Okolo roku 1620 obec Kosmonosy profitovala právě na rybníkářství zásobovaném vodou z okolí z řeky Jizery a Vrchu Baba (Václav Petříček, ústní podání).

### 2.3.3. Klimatické podmínky

Raná kolonizace středních Čech dokládá teplé klima oblasti se současným průměrem ročních teplot okolo 9,8°C. Rezervaci, která spadá na území Středočeského kraje, se za posledních pět let dostává průměrně 510 mm dešťových srážek za rok.

**Tabulka 1:** Roční celkové srážky a průměrné teploty ve Středočeském kraji během let 2015–2019 v porovnání s klimatologickým normálem – ročními srážkami a průměrnými teplotami během let 1961–1990 (zdroj: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/>)

rok	teploty		srážky	
	roční	odchylka (°C)	roční	%
2015	10,2	+2	459	78
2016	9,4	+1,2	535	91
2017	9,3	+1,1	615	104
2018	10,4	+2,2	423	72
<b>2019</b>	10,2	+2	519	88

V tabulce výše v levé části lze vidět roční průměrné teploty za posledních pět let s uvedenou odchylkou od teplotního ročního průměru naměřeného během let 1961 až 1990. V pravé části jsou uvedeny celkové roční srážky ve Středočeském kraji spadlé na jeden metr čtvereční a jejich procentuální podíl v porovnání s průměrným ročním úhrnem srážek během let 1961–1990. Rozmezí mezi roky 1961 až 1990 poskytuje klimatologické údaje před počátkem klimatické změny (Tolasz a kol. 2007). Toto období je vhodné k porovnání s posledními pěti lety, kdy se začaly vyskytovat výjimečně suché roky, kterým je přičítán mimo jiné počátek gradace populace lýkožrouta smrkového v českých a moravských lesích.

## 2.4. Živočichové

Rezervace Baba u Kosmonos náleží k územnímu systému ekologické stability (ÚSES) s regionálním významem. Mezi jižní hranicí rezervace a Horními Stakorami je zdokumentována lokalita čolka velkého (*Triturus cristatus*), jehož populace v České republice postupně klesá. Při mapování biotopů v roce 2004 bylo na území rezervace a v ochranném přilehlém pásmu, které je tvořeno padesátimetrovým pásem podél celé vnější hranice, nalezeno 22 biotopů přírodních a přírodě blízkých a šest biotopů antropogenních. Z těchto 22 biotopů je 14 evropsky významných, z toho pět spadá do kategorie prioritní ve vztahu k celkovému evropskému zastoupení biotopů (Petříček 2005). Rezervace je bohatá na výskyt různých druhů bezobratlých: zdokumentováno zde bylo 61 druhů pavouků, 50 druhů motýlů a s počtem 478 nalezenými druhy brouků je zkoumaná oblast jedna z nejvýznamnějších na Mladoboleslavsku. Obratlovci jsou zastoupeni mimo jiné třemi druhy plazů, pěti druhy obojživelníků např.: čolkem obecným (*Lissotriton vulgaris*), kuňkou ohnivou (*Bombina bombina*) nebo ropuchou obecnou (*Bufo bufo*). Chráněné území Vrch

Baba bylo zařazeno v roce 1950 na seznam přírodních rezervací také z důvodu vytvoření ptačí oblasti. V roce 2004 zde bylo pozorováno 25 druhů ptáků, z toho 22 druhů pěvců. Kromě druhů se stabilní populací jako např.: pěnice černohlavá (*Sylvia atricapilla*), budníček menší (*Phylloscopus collybita*) nebo sýkora modřinka (*Cyanistes caeruleus*) zde byly nalezeny i tři druhy ohrožené: strakapoud prostřední (*Leipicus medius*), slavík obecný (*Luscinia megarhynchos*) jehož populace se začala zvedat (Song 2013), ťuhýk obecný (*Lanius collurio*) a jeden druh původně silně ohrožený, žluva hajní (*Oriolus oriolus*) jejíž stavy se za posledních patnáct let zvýšily a stabilizovaly. Třída savců je zde zastoupena sedmnácti druhy mimo jiné také netopýrem skalním (*Barbastella leucomelas*), lasicí kolčavou (*Mustela nivalis*), kunou skalní (*Martes foina*) a druhy spárkaté i srnčí zvěře (Vrbová 2019).

## 2.5. Fytogeografické poměry

Česká republika spadá do mírného pásma květenné říše Holarktis, temperátního pásma opadavých listnatých lesů Evropy, zkoumané území je dále součástí fytogeografické oblasti termofytika (Skalický 1988, Hejný 1988).

V přírodní rezervaci Vrch Baba se díky jejímu umístění daří společenstvům habrových doubrav, které zde tvoří podíl 43 procent. Pro upřesnění se jedná o oblast nížinou s přechodem do pahorkatiny (235 m n. m. až 363 m n. m.), s průměrem ročních teplot okolo 8°C. V porostech s dominancí habru (*Carpinus betulus*) oproti dubu (*Quercus spp.*) je bohaté bylinné patro, například s výskytem dymnivky duté (*Corydalis cava*), kostřavy různolisté (*Festuca heterophylla*), černýšem hajním (*Melampyrum nemorosum*), prvosenkou jarní (*Primula veris*) apod. Souhrnně lze říci, že pod stromovým patrem habru mezofilní bylinné druhy ustupují a vyskytují se druhy spíše acidofilní.

Severní hranici rozšíření zde mají subxerothermní doubravy (asociace *Potentillo albae-Quercetum*), které lze najít ve střídavě vlhkých úpatích rezervace. V těchto subkontinentálně laděných doubravách lze nalézt bukvici lékařskou (*Betonica officinalis*), srpici barvířskou (*Serratula tinctoria*) nebo i hvozdík pyšný (*Diathus superbus*). Stále vlhké lokality, nejspíše původně lesní mokřadní loučky, prozrazují nynější olšiny s bylinným patrem hostící kosatec sibiřský (*Iris sibirica*), oměj pestrý (*Aconitum variegatum*) nebo úpolín nejvyšší (*Trollius altissimus*) což naznačuje výskyt vegetační asociace bezkolencových doubrav (*Molinio arundinaceae-Quercetum*).



Vrcholky jižních svahů jsou pokryty submediteránními xerothermními doubravami původně s výskytem dubu šípáku (*Quercus pubescens*), nyní zejména s jedinci jeřábu břeku (*Sorbus torminalis*). Bylinné patro v této teplejší části rezervace tvoří např. oman vrbolistý (*Inula salicina*), kamejka modronachová (*Lithospermum purpureocaeuleum*), jetel alpský (*Trifolium alpestre*), lilie zlatohlavá (*Lilium martagon*) a více zástupců z čeledi *Orchidaceae*: vemeník dvoulistý (*Platanthera bifolia*), bradáček vejčitý (*Listera ovata*), kruštík širolistý pravý (*Epipactis helleborine*) nebo korállice trojkланá (*Corallorhiza trifida*). Na samých vulkanických vrcholcích oblasti, na skeletovitých půdách, mají své místo lesní porosty zařaditelné k jednotkám květnatých bučin (vegetační svaz *Eu-Fagion*) a suťových lesů (svaz *Tilio platyphylli-Acerion*) s diagnostickými bylinami jako jsou prorostlík dlouholistý (*Bupleurum longifolium*), hnilák smrkový (*Monotropa hipopitys*) a věsenka nachová (*Prenanthes purpurea*).

Na prudkých svazích se sklonem třicet až čtyřicet stupňů výjimečně dochází k sesuvu půdy a posléze na odkrytých plochách bez vegetace dostává prostor chráněný medovník meduňkolistý (*Melittis melissophyllum*). Ve velmi malých lomech po těžbě čediče prováděné v 19. století a v prohlubujících se skalních štěrbinách se nalézají sleziník červený (*Asplenium trichomanes*) nebo bukovník vápencový (*Gymnocarpium robertianum*). Západní svah hostí drobné slatinné bezkolencové loučky s výskytem prstnatce májového (*Dactylorhiza majalis*), kozlíku dvoudomého (*Valeria dioica*) a s olešníku kmínolist (*Selinum carvifolia*).

Jižní úpatí je pokryté tzv. bílými stráněmi, lesními plášti, lemy, suchými trávníky s mnoha druhy graminoidů: ostřicí Micheliovou (*Carex michelii*), válečkou prapořitou (*Brachypodium pinnatum*), sveřepem přímým (*Bromus erectus*) apod. Na této světové straně Vrchu nedaleko bývalé stakorské cihelny, lze nalézt i bohatě vyvinuté keřové pláště (vegetační asociace *Rhamno-Cornetum*). Původní lokální pařezinové hospodaření dalo příčinu ke vzniku degradačních stádií habrových doubrav, a to konkrétně k vývinu subacidofilních doubrav (asociace *Viscario-Quercetum*) s typickými druhy jako jsou kostřava ovčí (*Festuca ovina*), brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*), nebo bika bělavá (*Luzula luzuloides*).

Nelze v popisu vegetace celé lokality opomenout negativní zásah člověka v šedesátých letech, kdy holosečemi byl přeměňován původní nízký až střední les na les vysoký s nevhodnou umělou výsadbou dubu červeného, smrku pichlavého a douglasky tisolisté, s jejímiž následky se rezervace bude potýkat ještě mnoho decenií (Peříček 2005, Štefánek 2016).

## 2.6. Ochrana

### 2.6.1. Hlavní předmět ochrany

Hlavním předmětem ochrany jsou pařeziny, spadající do formy pasečného lesa. Jedná se o les přírodě blízký, s druhy dřevin přirozeně se vyskytujícími v dané lokalitě, ale se zápojem rozvolněným oproti zcela klimaxovému lesu a střední výškou dosahující okolo deseti metrů. Dřevinami dobře snášejícími ořez jsou hlavně habr, bříza, olše, buk, dub. Pařezinové porosty byly zhruba v posledním tisíciletí pozměňovány člověkem, a to častým smýcením (cca jednou za třicet let), pastvou dobytka a hrabáním steliva. Takovéto porosty jsou typické nepravidelným růstem kmene, kdy se vždy jedinec obnovuje vegetativně z vlastních kmenových, pařezových nebo kořenových výmladků. Obvykle se v pasečném lese vyskytuje druhově pestřejší bylinné patro dominantně z důvodu vyššího množství světla dopadajícího na půdu zapříčiněným volnějším zápojem korun (Vrška 2002).

Dalším předmětem ochrany v přírodní rezervaci Vrch Baba u Kosmonos je teplomilná květena obklopená smíšeným lesem v přímé blízkosti dvou sopečných čedičových vrcholů „Baby a Dědka“. V celé lokalitě lze nalézt mnoho přírodě blízkých ekosystémů s významnými biotopy (viz kapitoly Živočichové, Fytogeografie lokality). Nejvyšší kóty lokality, které jsou vulkanického původu jsou také předmětem ochrany neživé přírody zvláště pro existenci vypreparovaných čedičových pravých a ložních žil.

Neposlední položkou v seznamu důvodů ochrany je bohaté křovinaté lado na jižním svahu rezervace s xerothermními širokolistými trávničky s výskytem fytogeograficky významných bylinných i keřových druhů (Petříček 2005).

### 2.6.2. Dlouhodobý cíl péče

V roce 1950 kdy byla státní přírodní rezervace Vrch Baba u Kosmonos vyhlášena, bylo prioritním cílem podpořit ptačí oblast. V pozdějších letech se předmět ochrany zaměřil na zachování specifických geologických jevů a posléze na ochranu diverzity druhů s botanickou hodnotou.

Od roku 1983 se pomalu začal užívat tzv. moderní přístup ochrany, a to aktivní podpora a péče o celé ekosystémy. Mimoprodukční funkce lesa v zájmové lokalitě byla oficiálně nadřazena funkci produkční. Rezervace byla zahrnuta do kategorie lesa zvláštního určení a cíl péče je totožný s postupy hospodaření jako v lese přírodě blízkém (Petříček 2005).

Jednotlivé body plánu péče (viz Petříček 2005):

- udržení stanovištních podmínek pro co nejvyšší diverzitu fauny a flóry, zejména pro vzácné a ohrožené druhy
- odstranění stanovištně nepůvodních dřevin a zvyšování zastoupení dřevin s přirozeným výskytem
  - co nejrychlejší odstranění jedinců dubu červeného a trnovníku akátu, kteří se invazivně šíří
  - postupné smýcení jehličnanů maloplošnou těžbou a podporovat kotlíkovou obnovu místních dřevin přirozených pro 2. lesní vegetační stupeň

*Tabulka 2: Porovnání současné a přirozené skladby lesa (Petříček 2005)*

Zkrat-ka	Název dřeviny	Současné zastoupení (ha)	Současné zastoupení (%)	Přirozené zastoupení (ha)	Přirozené zastoupení (%)
<b>Jehličnany</b>					
SM	smrk	0,58	0,24	-	-
BO	borovice	17,98	7,41	-	+
MD	modřín	12,86	5,3	-	-
JD	jedle			2,4	1
DG	douglaska tis.	0,15	0,06	-	-
VJ	vejmutovka	0,75	0,31	-	-
<b>Listnáče</b>					
DB	dub	90,53	37,3	145	60
DBč	dub červený	16,89	6,96	-	-
BK	buk	0,44	0,18	36	10-20
BŘ	bříza	42,52	17,52	2,4	1
LP	lípa	23,32	9,61	18	5-10
HB	habr	17,45	7,19	18	5-10
JS	jasan	0,68	0,28	11	4-5
KL	klen	3,93	1,62	11	4-5
OS	osika	15,59	6,01	-	-
JL	jilm	-	-	3,6	1-2
<b>Celkem</b>		<b>242,7</b>	<b>100 %</b>	-----	-----

- tvorba věkově a prostorově různorodých porostů se zastoupením všech věkových tříd včetně rozpadavého stádia mimo jiné s doupnými stromy, odhad délky přeměny se pohybuje v okolí pěti decenií
- definitivně vyřešit pozemkové spory a znovu definovat plošné vymezení rezervace
- prosazovat rozšíření plochy rezervace o křovinná a travinobylinná přilehlá společenstva, lada, přilehlé rybníčky a ochranná pásma
- nejvyšší kóty lokality udržovat bezlesé k výzkumu a prezentaci geomorfologického vývoje

V současné době lze pozorovat, že výše zmíněné doporučené zásahy mají pozitivní vliv na biodiverzitu lokality a zvýšily i její estetickou hodnotu. Protože je rezervace poměrně turisticky vytížená, bylo vhodné laickou veřejnost pomocí naučné stezky informovat o okolí kterým prochází, co zajímavého zde může být nalezeno, a pravidla, dle kterých by se měli návštěvníci chovat (T. Halašková, vlastní pozorování).

## 2.7. Definice pojmů

### 2.7.1. Les vysoký

V současnosti nejčastější tvar lesa. Les vysoký se vyznačuje dlouhou dobou obmýtí, tvorbou vysoké hodnotové produkce, která je zapříčiněna přítomností kvalitního stavebního bezsukatého dříví. Obnova porostů probíhá generativně ze semen nebo umělou výsadbou. Při holosečné obnově může dojít k prudké změně klimatických podmínek mikrostanoviště, což má často negativní následky na sukcesy semenáčků, na půdotvorné procesy a v neposlední řadě stanoviště rychleji vysychá (Bezecký 1992).

### 2.7.2. Nepravá kmenovina

Jde o kvalitní porosty původně obhospodařované pasečným výmladkovým způsobem, které byly již více jak 60 let předrženy do tvaru lesa podobnému lesu vysokému. Nepravou kmenovinu lze poznat podle nerovných bází kmenů, které mají u paty kmene „pařezové hlavy“ nebo dendrotelmy. Polykormony pařezin se dále postupně tvarově vyjednocovaly, ponechávali se stát maximálně tři jedinci a takto byly dovedeny do stavu, který na pohled připomínal vysoký les (lesnicky označován jako nepravá kmenovina) (Bergerová 2014).

### 2.7.3. Les střední (sdružený)

Les střední lze považovat za přechod mezi lesem vysokým a nízkým. Porosty lesa středního obsahují dvě etáže. Ve spodní etáži se nalézají dřeviny stín snášející a obnovované výmladkovým způsobem s krátkým časovým intervalem. V horní etáži se ponechávají cenné kvalitní výstavky z důvodu vysemenění a zvýšení hodnotové produkce porostu. Poměr objemu pěstovaného dřeva na hektar mezi jednotlivými etážemi má být ideálně vyvážený. Pokud v porostu převažuje objemově horní patro, dochází k přílišnému zastínění a rozvolnění spodní etáže, která se přestává dostatečně zmlazovat z kořenových nebo pařezových výmladků. V případě přílišné hustoty spodního patra a ponechání málo jedinců

v horní etáži se bohužel nechává delší obmýtlí dolní etáže, čímž se snižuje intenzita pařezové výmladnosti. V minulosti se z důvodu nedostatku hodnotného stavebního dříví přecházelo z lesa nízkého přes les střední až k lesu vysokému (Hroník 2014, Nožička 1956).

#### 2.7.4. Les nízký

Jedná se porosty, které jsou smýceny přibližně každých třicet let a následně se samy vegetativně obnovují, nyní v české krajině zaujímají přibližně 0,3% půdy určené k plnění funkcí lesa (PUPFL). Tento způsob hospodaření je znám již od neolitu, lze ho identifikovat přítomností nízkých „polykormonů“ zejména v keřovém patře, výraznější stromové patro obvykle chybí. Kvůli vysoké potřebě palivového dřeva, a dalších produktů lesa (dubová kůra, lipové proutí, kůly, násady atd.) bylo v určitých porostech blízko lidských obydlí a pastvy hospodařeno výmladkovým způsobem (Hroník 2014). Člověk využíval přirozené reakce dřevin na disturbanci, která byla vyvolána uměle člověkem, a to úmyslnou těžbou. Druhy, které snášl častý ořez jsou např: habr, dub, buk, olše, osika, lípa, líska a další listnaté dřeviny. Při častém ořezu a následné vegetativní obnově z pařezů nebo kořenů, nelze očekávat rovné kmeny a nízkou sukatost dřeva. Takto obhospodařované porosty profitují z rozvinutého kořenového systému svých předků, a tudíž mají v prvních čtyřiceti letech vyšší objemový i tloušťkový přírůst než les vysoký ve stejném období růstu (www4). Je dokázáno, že les nízký je druhově bohatší, ale uměle dochází k narušování koloběhu živin, tím je stanoviště více vyčerpáváno, půdní reakce může být kyslejší a původní kořenový systém postupem let odumírá. Proto v minulosti byly ponechávány tzv. výstavky, které se vysemenily a noví jedinci vytvořili vlastní nový kořenový systém, který mohl sloužit další desetiletí následným výmladkům (Šrámek 2016).

#### 2.7.5. Způsoby pařezení

**Jednoduché pařezení:** Struktura lesa je jednoetážová. Většina produkce je zastoupena sortimenty tenkého dříví na palivo nebo tyče. Celkové smýcení probíhá v pravidelných intervalech, kdy délka intervalu závisí na druhu dřeviny, stanovišti a na požadované tloušťce těženého dříví. Doba obmýtlí je nejčastěji mezi 15 až 30 lety. V ideálním modelovém případě těžba probíhá cyklicky v izolovaných sečích v rámci celého lesního celku. Počet sečí v lesním celku se rovná počtu let obmýtlí. Vždy jeden rok proběhne jedna seč.

**CWS (Coppice with standards)** – Porosty jsou více etážové, kdy v nižších patrech je produkováno tenké dříví. Stromy jsou pěstovány jak ze stonků, pařízků, tak ze semene a

dorůstají požadované tloušťky. CWS je náročnější na organizaci, protože těžba probíhá s ohledem na jednotlivé druhy dřevin, jejich počet, věk, lokaci a s ohledem na vrchní stromovou etáž. Nízké etáže jsou obhospodařovávány jako při jednoduchém pařezení, s krátkou pěstební dobou. Nejstarší stromy by měly být ponechány jako tzv. veteráni, ale jejich hustota nesmí žádné z nižších etáží škodit.

**Selektivní pařezení** – V porostu jsou dvě až tři věkové třídy výmladků obhospodařovávány ve shodné době obmýti pro získání požadovaných dimenzí. Selektivní pařezení je často uplatňováno v horských oblastech v bukovém porostu nebo v dubových kotlících. Pařeziny tvořené *Corylus aveleana* mohou být pěstovány stejným způsobem pro získání prutů používaných k uchycení došků a k tvorbě částí ohrad.

**Ořez větví:** Pěstování dřevin spadající do metod pařezení. Takto vychovávaným stromům jsou ořezávány větve ve výšce jednoho až dvou metrů a kmen zůstává. Tento postup lze provádět periodicky vždy po roce a udržovat po dobu několika staletí. Vhodné jsou zejména dřeviny rodů *Alnus*, *Salix*, *Populus* rostoucí okolo vodních toků a nádrží. Pasoucí se zvířata mohou využívat plochu pod ořezávanými stromy. Výhonky jsou zkrmovány, používány na stavbu ohrad, jako palivové dříví nebo jinak využívány jako ostatní sortimenty tenkého dříví. Tento způsob zaniká, ale měl by být dále uplatňován z důvodu udržení původního vzhledu krajiny, kvůli doposud takto pěstovaným stromům a zachování stejného managementu. Na palivo se v některých regionech Evropy takto ořezávají dřeviny rodů *Fraxinus*, *Ulmus* a *Tilia*.

**Štěpkování:** Při ořezu stromu se ořezávají boční větve a ponechává se dostatečná část koruny, aby jedinec mohl déle růst. Strom není dekapitován a v dalším růstu více přibývá na dřevní hmotě. Ořezané větve jsou rozdrceny na štěpku, která je využita buď k energetickým účelům nebo je ponechána na stanovišti k samovolnému zetlení. Naštěpkované stromy jsou typicky nalézány podél cest, polí a pastvin.

**Krátká rotační doba:** Doba obmýti se pohybuje okolo jednoho až třech let. Způsob jednoduchého pařezení používaného zejména v zemědělské krajině. Životnost výhonků je krátká v porovnání s tradičním pařezením. Po pěti až sedmi rotacích je nutné vysadit nové výhonky, z důvodu udržení produktivity. Pokud je plocha, kde byla prováděna rychlá rotace zanedbána po delší dobu, je možné, že při dalším smýcení bude výmladků málo. Zanedbané kmínky mohou přežívat mnoho let, dorostou velké dimenze, ale stanou se více nestabilní, zranitelné, nedolávající větru. Celý kořenový systém může být nadzvednut vlivem příliš těžkých a velkých stonků, nebo mohou být kmeny zničeny, protože se rozštípnou (Unrau 2018).

### 3. Metodika

Úkolem této práce je přinést ekologicko-botanická data z vybraného lesního porostu s historií pařezinového hospodaření, který poslouží jako komparativní lokalita do rozsáhlejší studie vzájemně izolovaných oblastí v České republice, kde také probíhá nebo probíhalo pařezinové hospodaření. Hlavní oblastí komplexní studie je CHKO Český kras a jeho rezervace NPR Karlštejn, NPR Koda a PR Voskop. Další referenční průzkum se stejnou metodikou byl uskutečněn také na Křivoklátsku. Lokalita PR Baba u Kosmonos není primárně určena k opakovanému měření, klade si za cíl doplnit srovnávací materiál z ostatních regionů v Čechách k základnímu výzkumu prováděnému v Českém krasu.

#### 3.1. Výběr lokality

Důvodem výběru přírodní rezervace Vrch Baba u Kosmonos byl předpoklad, že se zde hospodařilo v určitých částech porostů výmladkovým způsobem. Vhodnost oblasti pro pařezinové hospodářství je doložena na mapě „Přírodní podmínky vzniku výmladkových lesů“ (viz příloha č. 2). Leckde nalezneme na Mladoboleslavsku habrové doubravy (Petříček 2016), které byly obhospodařovány pasečně. Na konci jara roku 2019 byla uskutečněna exkurze s Mgr. Petrem Karlíkem a s RNDr. Václavem Petříčkem. do přírodní rezervace Vrch Baba u Kosmonos. Exkurze probíhala zejména na jižním svahu rezervace a byly přitom vizuálně vytipovány porosty, které splňovaly charakteristiky ostatních zkoumaných lokalit v rámci komplexní studie probíhající především v Českém krasu.

Jako přírodě blízké s vhodnou dřevinou skladbou (viz příloha č. 16) byly identifikovány porosty s většinovým zastoupením dubu, které se nyní nachází ve stavu nepravé kmenoviny, a to 423M7, 425G8 a 425H7 (viz. obrázek č. 2). Dle typologické mapy se vybrané porosty nachází na stanovišti charakterizovaném lesním typem 2B4 tzn. bohatá buková doubrava sušší ve druhém lesním vegetačním stupni (*geoportal.uhul.cz*). V podloží zkusných ploch se nachází zejména zpevněné třetihorní sedimenty (slínovce, vápnité jílovce a prachovce a také okrajově bazické vulkanity, a to olivinický nefelit a analcimit (viz příloha č. 5).

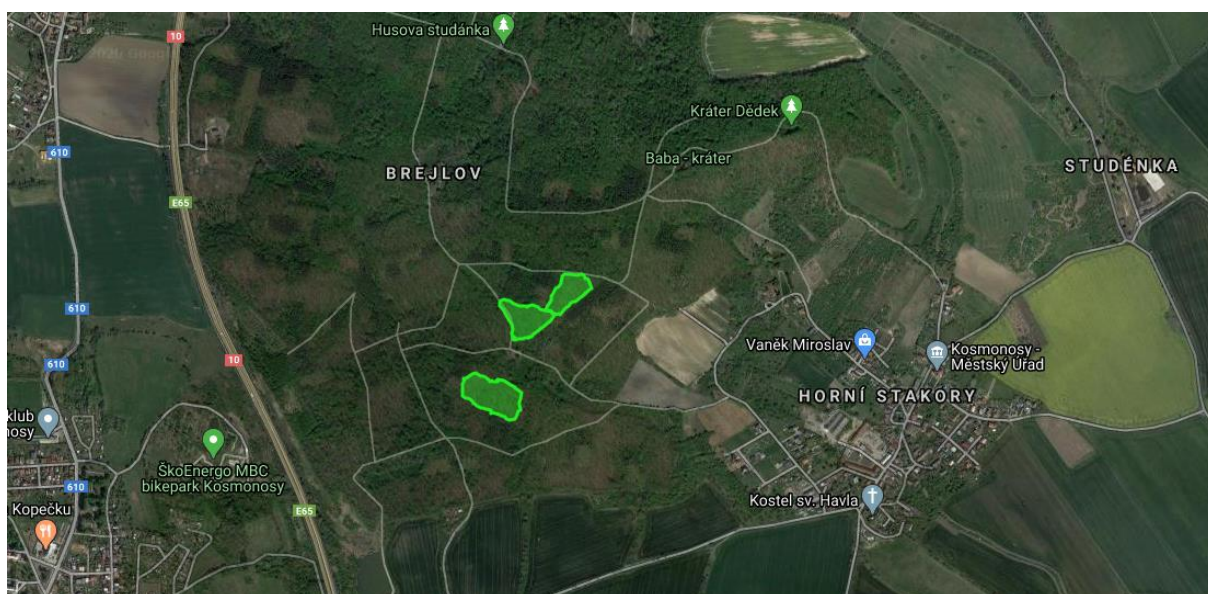


**Obrázek 2:** Lesnická mapa obrysová v měřítku 1:10 000, PR Vrch Baba u Kosmonos, s vyznačenými zájmovými porosty (Petříček 2005).

Vybrané porosty mají mnohem větší rozlohu, než je potřeba k rozmístění zkusných kruhových ploch. Větší porosty byly vybrány také z toho důvodu, aby byla dodržena metodika studie z Českého krasu a aby byly zkusné plochy víceméně homogenní. Je nežádoucí, aby jednotlivé kruhové plochy zahrnovaly rozdílná mikrostanoviště např.: sníženiny, vyvýšeniny nebo terénní zlomy.



Vytipované porosty byly rozděleny na segmenty (obr. 3). Hranice segmentů byly zaneseny do mapy pomocí mobilní aplikace: *GPS Fields area measure* (verze 3.8.8, aplikace pro mobilní telefony, Google Commerce Ltd.). Dle shodné metodiky z prací uskutečněných v Českém krasu, byly segmenty rozděleny svislými pruhy, kolmými na vrstevnice. Šířka jednotlivých pruhů je 25 m a v každém pruhu byly vytyčeny dočasné zkusné kruhové plochy o poloměru 8,5 m. Zkusných ploch je celkem čtyřicet a každá plocha má 227 m<sup>2</sup>. Šířka pruhů a vzdálenosti jednotlivých středů kruhových ploch byly měřeny pomocí dálkoměru Vertex IV (Haglöf, Švédsko). Souřadnice středů zkusných ploch byly zaměřeny pomocí mobilní



*Obrázek 3: Ortofoto mapa s vyznačenými segmenty, kde byla sbírána data (podkladová vrstva Google maps, Tereza Halašková archiv autora)*

aplikace: *GPS Fields area measure* s odchylkou  $\pm 10$  m (dle podmínek momentální dostupnosti signálu z družic). Při každém vytyčování další zkusné plochy byly pro kontrolu přeměřovány vzdálenosti mezi vedlejšími plochami, aby nedošlo k překryvu. Středů zkusných ploch byly označeny krátkými dřevěnými tyčkami, které jsou z cesty nezpozorovatelné, aby neupozorňovaly kolemjdoucí. Číslování ploch bylo vedeno sestupně po spádnicí. Počet ploch v jednotlivých pruzích není konstantní, protože porosty nejsou pravidelné obdélníky (viz příloha č.6).

### 3.1. Sběr dat

Na konci jara a během léta roku 2019 bylo provedeno fytoecologické snímkování. Byla zjištěna druhová skladba cévnatých rostlin (mechorosty nebyly hodnoceny) a

pokryvnost byla zhodnocena dle Braun-Blanquetovy devítičlenné stupnice pokryvnosti (Tabulka 3). Bylo hodnoceno patro bylinné, keřové i stromové.

*Tabulka 3: Braun-Blanquetova devítičlenná stupnice pokryvnosti (zdroj: [http://kbfr.agrobiologie.cz/fytocenologie/prce\\_v\\_ternu.html](http://kbfr.agrobiologie.cz/fytocenologie/prce_v_ternu.html))*

Stupeň	četnost/pokryvnost snímkované plochy v %
r	jeden nebo několik málo jedinců s nepatrnou pokryvností (cca 1%)
+	roztroušený výskyt s pokryvností < 5%
1	hojný výskyt s velmi malou pokryvností nebo méně početný druh s větší pokryvností, vždy však < 5% plochy
2m	početný druh s pokryvností ± 5%
2a	druh s pokryvností 5–15% bez ohledu na počet jedinců
2b	druh s pokryvností 15–25% bez ohledu na počet jedinců
3	druh s pokryvností 25–50% bez ohledu na počet jedinců
4	druh s pokryvností 50–75% bez ohledu na počet jedinců
5	druh s pokryvností 75–100% bez ohledu na počet jedinců

V zápisu pokryvnosti a druhového složení bylinného patra byly hodnoceny byliny a semenáčky dřevin zvlášť. Druhy méně obvyklé nebo hůře určitelné v terénu, byly zaherbářovány a identifikovány později na Fakultě lesnické a dřevařské.

Na podzim téhož roku byly odebrány směsné vzorky půdy na jednotlivých plochách. Každá zkusná plocha byla pomyslně rozdělena do kvadrantů a z každého kvadrantu bylo lopatkou odebráno cca 50 g vlhké půdy z horizontu A. Celkem z každé plochy bylo odebráno 200 g čerstvé půdy, která následující měsíc a půl vysychala při pokojové teplotě. Takovéto množství čerstvého vzorku má i po úpravě dostačující hmotnost k provedení rentgenové analýzy i ke zjištění pH.

Na každé ploše byla také změřena hloubka půdy, a to nerezovou kulatinou o tloušťce 8 mm a délce 120 cm, která na sobě měla vybroušenou rysku s díly vždy po pěti centimetrech, byla opatřena koncovkou a na druhé straně hrotem pro pohodlnější manipulaci (viz příloha č. 8 a 9). Na každé ploše bylo provedeno šestnáct vpichů rovnoměrně rozmístěných po ploše a odečtena naměřená hloubka. Vyšší počet vpichů na jednotlivých plochách eliminoval příklon následných výpočtů k extrémům, např.: při naražení na kámen

nebo kořen. Z každé skupiny šestnácti měření byl vypočten aritmetický průměr, modus a medián.

Plochy byly rozděleny dle pozice na svahové katéně do pěti kategorií, dle podobné nadmořské výšky. V neposlední řadě byl také na každé ploše změřen její sklon za použití provizorního sklonoměru tvořeného olovnicí, pravítkem a stupnicí pro odečet stupňů. Byla také zjištěna orientace plochy ke světovým stranám pomocí busoly.

Na konci roku 2019 byly provedeny laboratorní analýzy půdních vzorků. Každý vzorek vyschlé půdy byl přeseť přes síto s dvoumilimetrovými oky, byla odstraněna zbylá organická složka vzorku a byly též odstraněny kameny. Pokud v syrovém vzorku byly větší části půdy, tak byly rozdrobeny ve skleněném hmoždíři (viz příloha č. 10). Touto úpravou vznikl homogenní jemnozrný vzorek vhodný ke smíchání s destilovanou vodou a k následnému měření pH. Deset gramů vzorku bylo naváženo (s maximální odchylkou  $\pm 0,01$  g) a smícháno s 25 mililitry (s maximální odchylkou  $\pm 1$  ml) destilované vody. Poté byla suspenze zamíchána skleněnou tyčinkou, ponechána třicet minut odstát, poté znovu promíchána, a nakonec bylo změřeno pH skleněnou elektrodou (viz příloha č. 11). pH metr byl před měřením zkalibrován pomocí kalibračních roztoků. Půda nebyla příliš humózní, jak se zprvu zdálo, tudíž nebylo nutné upravovat poměr navážky a destilované vody z důvodu přílišného bobtnání suspenze. Výsledné pH vzorku s jiným poměrem vody a půdy by bylo nutné přepočítat s ohledem na množství vodíkových iontů  $H^+$ , aby se naměřená data dala porovnávat se vzorky z jiné nebo shodné lokality, odebíranými dle stejné metodiky.

Poslední prováděnou laboratorní prací bylo stanovení totálního obsahu chemických prvků ve směsných vzorcích půdy rentgenovou analýzou (XRF) za použití měřicího přístroje Olympus VANTA XRF (viz přílohy č. 12 a 13). K samotné analýze bylo použito  $1,5\text{cm}^3$  suchého směsného půdního vzorku (jemnozeme). Naměřená data byla pomocí software *VantaDataManager* (BAS Rudice, s.r.o., 2020) zobrazena v počítači a následně exportována do programu *MS Excel*. Měřením byl zjištěn totální obsah jednotlivých prvků (počínaje hořčíkem a dalšími prvky s rostoucím atomovým číslem) v půdě uvedený v hmotnostních procentech (miligramy na jeden kilogram soustavy) (Mejstřík 2018).

### 3.2. Zpracování dat

Pořízená fytoocenologická data byla zaznamenána do tabulky *MS Excel* s celými názvy všech nalezených druhů i jejich zkratkami užívanými v grafech (viz příloha č. 14). Žádné taxony nebyly slučovány, všechny nalezené druhy byly jednoznačně identifikovány.

Po opětovné kontrole přepisu byla data převedena do programu *Juice* (Tichý 2002), pomocí něhož byla vytvořena synoptická tabulka snímků (viz obrázek č. 5). Ze sebraných dat a z dílčích analýz byly vytvořeny finální datové matice samostatné pro nezávislé a závislé proměnné: svahová katéna, medián a modus všech naměřených hloubek půdy, sklon a orientace ploch ke světovým stranám, pH půdy, procentuální zastoupení chemických prvků, hodnota slunečního záření PADIR, index tepelného požitku (*heatload*) (vše nezávislé prediktory), součet druhů v jednotlivých etážích, Shannonův index diverzity a Simpsonův index dominance, Ellenbergovy indikační hodnoty, celková pokryvnost jednotlivých etáží (vše závislé proměnné).

Svahová katéna: neodvozená (přímá) proměnná, rozdělující zkusné plochy do pěti skupin, dle podobné nadmořské výšky

Medián naměřených hloubek půdy: hodnota ve středu vzestupné číselné řady šestnácti naměřených hodnot na každé zkusné ploše zvlášť

Modus naměřených hloubek půdy: nejčastěji odečtená hodnota z šestnácti naměřených hloubek na každé zkusné ploše zvlášť

Sklon: sklon jednotlivých ploch měřen ve stupních

Shannonův index diverzity: kvantitativní vyjádření pokryvnosti všech nalezených druhů v lokalitě. Hodnoty 0 index nabyde za absolutní dominance pokrytí jedním druhem, hodnoty rovnající se celkovému počtu druhů index nabyde při absolutní vyrovnanosti abundancí všech druhů (Divíšek 2013).

Simpsonův index dominance: kvantitativní vyjádření míry zastoupení dominant ve společenstvu, čím vyšší hodnota, tím nevyrovnanější dominance, nabývá hodnoty od nuly do jedné (Moravec 1994)

Orientace ke světovým stranám: byla měřena ve stupních pomocí busoly

pH: koncentrace vodíkových iontů v roztoku

Součet druhů v jednotlivých etážích: součet jednoduše ukazuje bohatost (neboli druhovou hustotu) konkrétního patra na stanovených plochách.

Ellenbergovy indikační hodnoty: vážené průměry hodnot jednotlivých ploch dle konkrétních druhů bylin a semenáčků, vážené průměry hodnot kontinentality rostlin, nároků na živiny, nároků na vlhkost, teplotní amplituda, dotace světla

PADIR: potenciální sluneční záření (McCune & Mefford 2002)

Heatload: Index tepelného požitku stanoviště (McCune & Mefford 2002); vstupními parametry výpočtu hodnoty PADIR a indexu *heatload* jsou sklon svahu, orientace a zeměpisná šířka.

Celková pokryvnost jednotlivých etáží: míra zápoje vyšších pater ovlivňuje množství dopadajícího světla na patra nižší

Nakonec byla data převedena do statistického programu Canoco5 (Šmilauer & Lepš 2014). Všechna data závislých proměnných (druhy rostlin ve fytoocenologických snímcích), proměnné prostředí (nezávislé prediktory) a pomocné vegetační proměnné (indexy diverzity, pokryvnosti pater) byly vzájemně kombinovány v jednotlivých mnohorozměrných (ordinačních) analýzách. Pro dvě nepřímé ordinační analýzy byla použita lineární technika PCA (*Principal Component Analysis*). Nepřímá analýza používá průměr Ellenbergových ekočísels, odvozený na základě výskytu druhů, pouze ze snímků, kde se daná hodnota vyskytuje. Pro některé přímé analýzy byla použita unimodální technika CCA (*Constrained Correspondence Analysis*) s IFS selekcí prediktorů (*Interactive Forward Selection*) s Monte Carlo permutací k testu statistické signifikance vztahů. Monte Carlo permutace byla použita k otestování závislosti výskytu chemických prvků na lokalitě, jestli je mezi výskytem prvků na lokalitě statisticky průkazná nebo nahodilá závislost. Interaktivní selekce prediktorů byla použita k výběru mezi všemi chemickými prvky ke zjištění, které z prvků dostatečně vysvětlí variabilitu dat s prahem signifikance  $p = 0,001$  (tj.  $\alpha = 0,1 \%$ ). CCA analýza je specifická tím, že při tvorbě ordinačního grafu jsou záměrně vybírány pouze určité proměnné. U atributových grafů druhové bohatosti („vrstevnicové grafy“) byl vždy vypočten koeficient determinace  $R^2$ , který vypovídá o věrohodnosti modelovaných vrstevnic. druhové bohatosti. V mnohorozměrných analýzách byla též snížena uměle vytvořená vyšší statistická váha řídkce se vyskytujících druhů. Dále byla provedena odmocninová transformace pokryvnostních procent druhů ve snímcích pro snížení váhy druhů s velkými pokryvnostmi. Všechny proměnné byly standardizovány, vycentrovány a tímto krokem byla směrodatná odchylka hodnot obsahu všech prvků rovnána na stejnou hodnotu (což je nezbytná podmínka k provedení mnohorozměrné analýzy; Šmilauer & Lepš 2014).

## 4. Výsledky

V následující kapitole jsou zobrazeny a popsány ordinační grafy jakožto výstupy mnohorozměrných analýz.

V tabulce č. 4 lze vidět hlavní charakteristiky jednotlivých analýz. Jaké byly použity proměnné, kolik procent druhové variability jednotlivé osy vysvětlily, jaká byla použita statistická metoda a podíl vysvětlené variability. Je patrné, že při nepřímé analýze s použitím všech proměnných prostředí bylo vysvětleno nejvíce druhové variability. Na druhé straně přímá analýza, ve které byly testovány proměnné: druhy, prvky, svahová katéna a plochy vysvětlila nejméně procent druhové variability.

*Tabulka 4: Přehledová tabulka výsledků mnohorozměrných analýz. Sloupce "X", "Y" charakterizují první dvě ordinační osy (s uvedenými procenty vysvětlené variability)*

Analýza	Testované proměnné	X	Y	Metoda	P	Podíl vysvětlené variability
Nepřímá analýza	Druhy	25 %	9 %	PCA	-	
Nepřímá analýza	Druhy + Ellenbergova ekočísla + katéna	25 %	9 %	PCA	-	21,17 %
Nepřímá analýza	Proměnné prostředí	44 %	11 %	PCA	-	
Přímá analýza	Druhy + prvky + katéna + plochy	14 %	5 %	CCA	<0,001	18,06 %
Přímá analýza	Druhy + proměnné prostředí + druhy	15 %	5 %	CCA	<0,001	19,25 %

**Tabulka 5:** Tabulka základních vegetačních dat, výstup z programu Juice pro přiřazení Ellenbergových ekočísel. Zkratky názvů bylin a semenáčků jsou vysvětleny v popisné tabulce v příloze č.13. Sloupec „E“ udává vegetační patro (1 = stromové, 4 = keřové, 6 = bylinné, 7 = semenáčky dřevin)

**Tabulka snímků ze souboru: Baba**

Počet snímků: 40

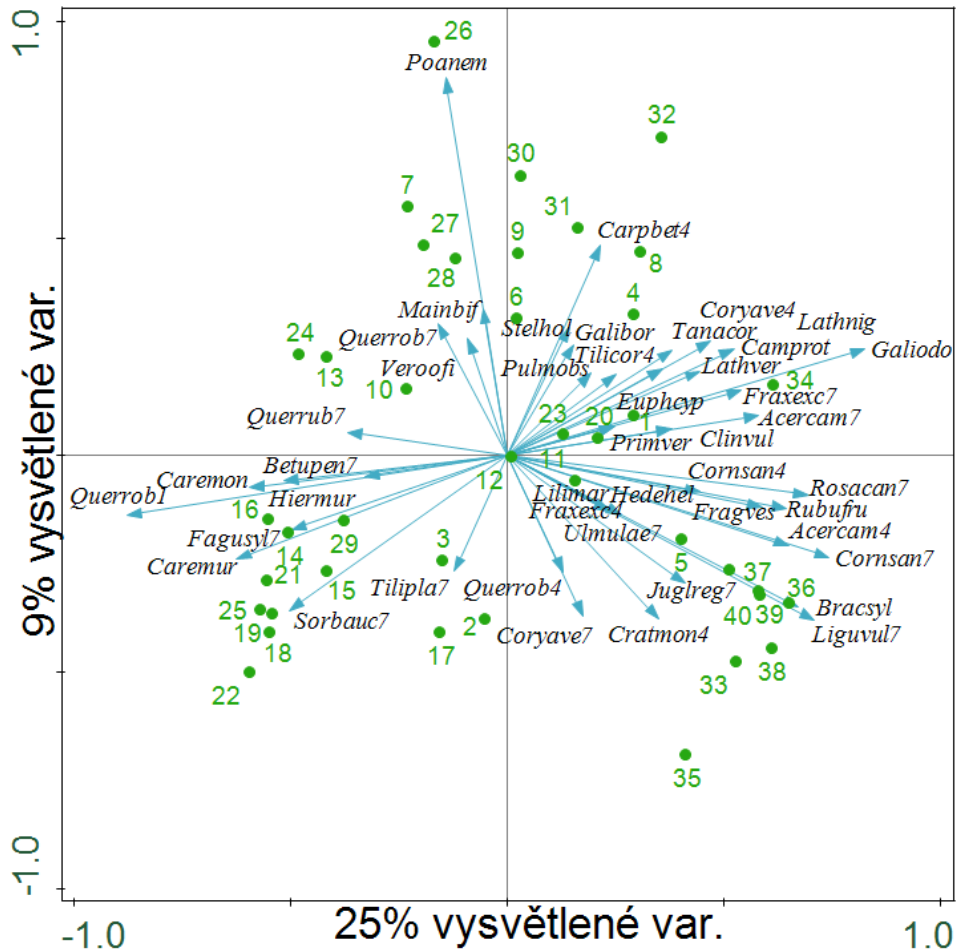
Číslo zkusné plochy	E	0000000001111111111222222222233333333334 1234567890123456789012345678901234567890
<i>Acer campestre</i>	[1]	.....m.....
<i>Quercus robur</i>	[1]	555535455455445445555555555555554545555
<i>Tilia cordata</i>	[1]	..+...r...r.....r...r.....
<i>Acer campestre</i>	[4]	r.....+...r.....+bb.1ab.a
<i>Carpinus betulus</i>	[4]	1.+...+r+rrr...r.....+...+...11rr.r+..+
<i>Cornus sanguinea</i>	[4]	.r..r...1...r.....r...rr...+rraar.r+
<i>Corylus avellana</i>	[4]	+...+1+++...+.....+...r.....+rr.+1.r+..
<i>Crataegus monogyna agg.</i>	[4]	..+1.r.....1.3.ra..
<i>Fagus sylvatica</i>	[4]	1..b.....+.....
<i>Fraxinus excelsior</i>	[4]	.....+.....
<i>Quercus robur</i>	[4]	..+.1..1r+rr.1.r+r.....1b..1.
<i>Tilia cordata</i>	[4]	1..b1+++...+...r...r.....rr.r....
<i>Anemone nemorosa</i>	[6]	..+.1.....
<i>Astragalus glycyphyllos</i>	[6]	.....+.....r.
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	[6]	.....+.....+...r.....+m+++r1m1
<i>Campanula rotundifolia</i>	[6]	r.....+...r.....r...+.....+rr.....
<i>Carex montana</i>	[6]	.m1...r..mm..+...+++m+++m+++m...+
<i>Carex muricata</i>	[6]	.r.....1m1+1++...+1+r++...1.....
<i>Cephalanthera damasonium</i>	[6]	.r.....r.....
<i>Clinopodium vulgare</i>	[6]	.....r...+rr...
<i>Convallaria majalis</i>	[6]	.....+.....
<i>Euphorbia cyparissias</i>	[6]	.....+.....
<i>Festuca rupicola</i>	[6]	.rr...+.....
<i>Fragaria vesca</i>	[6]	r+r++...+1.1+.....r.....r...+...+1.++1
<i>Galium boreale</i>	[6]	.....+.....
<i>Galium odoratum</i>	[6]	1rral+.a1.1+...+.a.a...+++113+a.baa3a
<i>Hedera helix</i>	[6]	.....a.
<i>Hieracium murorum</i>	[6]	.....r.....rr.rrr.....r.r.....
<i>Hypericum perforatum</i>	[6]	.....r..r.r.....r.....
<i>Impatiens noli-tangere</i>	[6]	.....r.....
<i>Lathyrus niger</i>	[6]	..++...+...+.....11+...r...++
<i>Lathyrus vernus</i>	[6]	+...r+...+...+.....1.r...r..
<i>Lilium martagon</i>	[6]	.....r
<i>Maianthemum bifolium</i>	[6]	.....++.....r.....
<i>Melampyrum pratense</i>	[6]	.....r...+...r.....
<i>Neottia nidus-avis</i>	[6]	.....r.....
<i>Poa nemoralis</i>	[6]	..m.1mmm+.+m+rr.....1.3m+.ama.m.....
<i>Polygonatum multiflorum</i>	[6]	.....r.r.....r...
<i>Primula veris</i>	[6]	.....+.....
<i>Pulmonaria obscura</i>	[6]	.....+r.....r.....+
<i>Rubus fruticosus agg.</i>	[6]	1+...+++...+++a+r+r...r...+...r...++111b+111
<i>Scrophularia nodos</i>	[6]	.....+.....
<i>Stellaria holostea</i>	[6]	11.....+.....+...++...++1a..11++...a++..
<i>Pyrethrum corymbosum</i>	[6]	.....+++rr..r.r
<i>Vaccinium myrtillus</i>	[6]	.....1.....
<i>Veronica officinalis</i>	[6]	.....+r.....
<i>Acer campestre</i>	[7]	a1+++++1..++...+...+...r+r+...+1+b+r.+1
<i>Acer platanoides</i>	[7]	..r.....r.....+...
<i>Betula pendula</i>	[7]	.....r.rr.....
<i>Carpinus betulus</i>	[7]	+.....r.....a...r.....

<i>Cornus sanguinea</i>	[7]	++.++r....r+.....r.....r++.a+++1
<i>Corylus avellana</i>	[7]	.rr.....r..r.....+.r...1.
<i>Crataegus monogyna agg.</i>	[7]	.....+.r.....r.....r...1+....
<i>Fagus sylvatica</i>	[7]	..rr....r...rr.r.rr..r.....
<i>Fraxinus excelsior</i>	[7]	rr..+r+r.++.....r..+.rr.+rrr+.r1++r+++
<i>Ligustrum vulgare</i>	[7]	...rr..+...+.....alb+1+aa
<i>Prunus avium</i>	[7]	r.....rr.+rr..r...r.r.....
<i>Pyrus pyraister</i>	[7]	.rr.....r.....r.....
<i>Quercus robur</i>	[7]	m1+b+111babaa+r11+131+1+++331a1+b+++++a
<i>Quercus rubra</i>	[7]	.....r...rrrr..lrr+r.rr..+...+.....
<i>Rosa canina agg.</i>	[7]	r..r+.....r.....+.+.r..rr.+r.r++r+
<i>Sorbus aucuparia</i>	[7]	++..++.....rrrr+r.r+.r...r.....
<i>Sorbus torminalis</i>	[7]	r+r.+.....r.r.....r..r..r+.1...rr..
<i>Tilia cordata</i>	[7]	1r.11.....1...r.....+.....
<i>Tilia platyphyllos</i>	[7]	.....3.....+.....r.....
<i>Juglans regia</i>	[7]	.....r....rr.
<i>Ulmus laevis</i>	[7]	.....r

---

Základních vegetační data jsou zobrazena v tabulce č. 5. Čísla v hranatých závorkách označují etáž: [1] stromové patro,[4] keřové patro,[6] bylinné patro,[7] semenáčky, vysvětlení ostatních hodnot viz tabulka č. 3. Na každé zkusné ploše se vyskytlo alespoň pár jedinců semenáčků *Quercus robur*. Téměř na všech zkusných plochách se vyskytli semenáčky druhů *Fraxinus excelsior* a *Acer campestre*. Tak častý výskyt semenáčků druhu *Acer campestre* je překvapující, protože pouze jeden dospělý jedinec se vyskytl na jediné zkusné ploše, a to na ploše č. 23. Plocha s č. 23 se nachází v páté svahové katéně a je ze tří stran obklopena ostatními zkusnými plochami, kde příliš vysoké zastoupení semenáčků tohoto druhu není, stejně jako je zde nízká pokryvnost ostatních bylin. Naproti vyšší koncentraci semenáčků tohoto druhu na plochách směrem na západ, a to na plochách 1–12.

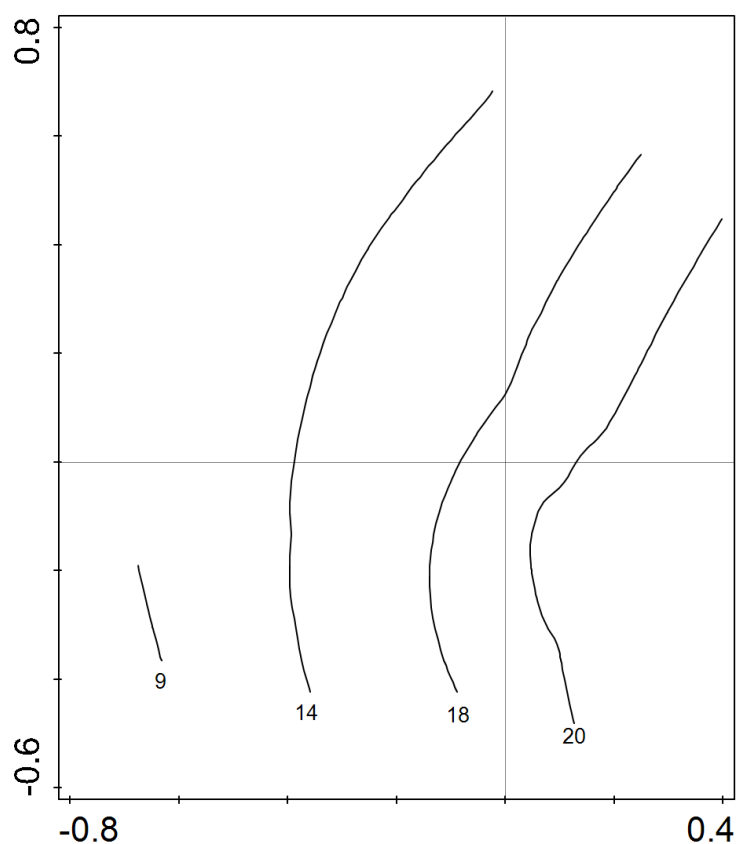




**Obrázek 4:** Nepřímá ordinační analýza PCA, charakterizující ekologické rozložení druhů ve snímcích. Osa „x“ a „y“ v součtu vysvětlují 34% celkové variability. Modré šipky vedoucí k druhům zobrazují jejich tendenci výskytu. Zelená čísla a body přísluší výskytu ploch. Zkratky názvů bylin a semenáčků jsou vysvětleny v popisné tabulce v příloze. Čísla na osách jsou bezrozměrné hodnoty (eigenvalues).

Graf na obrázku č. 4 zobrazuje nepřímo vegetační gradienty prostřednictvím rozmístění druhů bylin, semenáčků, doplněné jsou zde také pozice centroidů jednotlivých ploch. Výsledky lze interpretovat tak, že druhy a plochy byly rozmístěny v závislosti na množství vlhkosti a živin. Data byla standardizována, čímž všechny druhy získaly stejnou váhu. Osa „x“, která vysvětluje 25% variability dat, je zjevně korelovaná s gradientem živin v kombinaci s půdní reakcí; významem druhořadá osa „y“, je pravděpodobně korelovaná s gradientem živin. Zleva doprava množství živin stoupá a pravděpodobně též přibývá množství bází, což bylo odvozeno dle pozice druhů jako *Ligustrum vulgare* a *Cornus sanguinea* (subbazofilní keře) a *Brachypodium sylvaticum* a *Galium odoratum* (lesní druhy bohatších půd). Gradient vlhkosti stoupá ve směru od zdola nahoru. Tento jev lze odvodit ze zobrazení druhů tolerujících střídavou vlhkost jako jsou *Poa nemoralis*, *Galium boreale*, *Veronica officinalis*, *Maianthemum bifolium* nebo *Carpinus betulus* v horní části grafu.

V dolní části grafu jsou rozloženy centroidy ploch z nejspodnější svahové katény. Úpatí a úbočí jsou obvykle vlhčí, než vrchol svahu, kde byly umístěny plochy č. 26, 30 nebo 7.



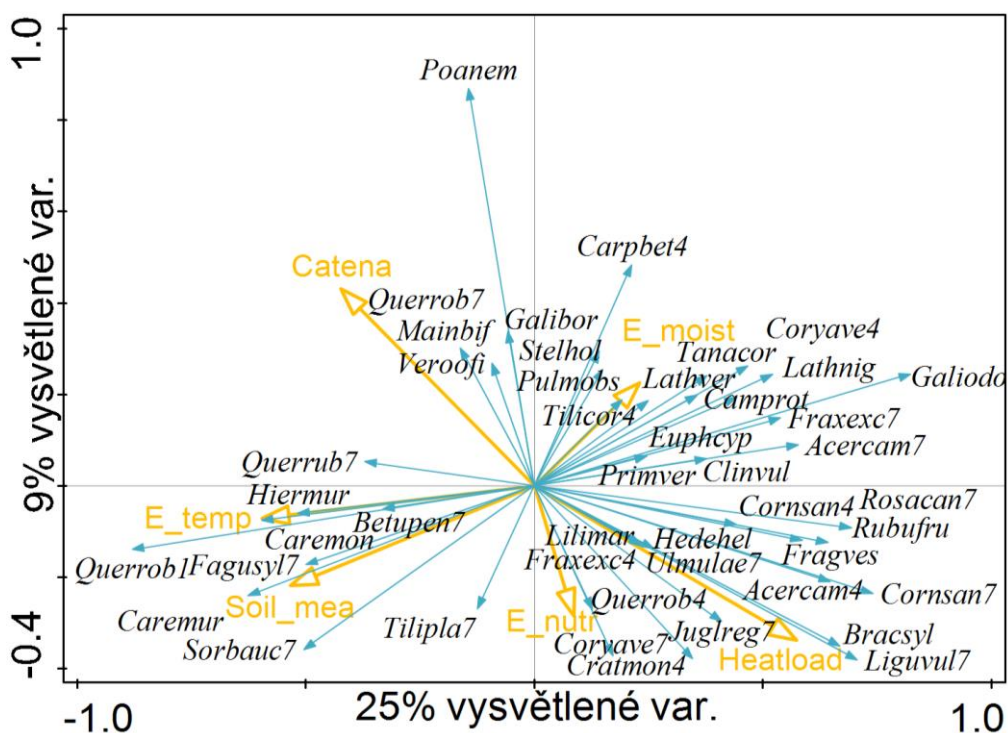
*Obrázek 5: Nepřímá analýza PCA, diagram druhové bohatosti. Číselné hodnoty na osách jsou bezrozměrné relativní čísla (tzv. eigenvalues). Osy „x“ a „y“ charakterizují stejné proměnné jako na obrázku č. 4.*

Další graf na obrázku č. 5 zobrazuje závislost výskytu druhů na vlhkosti a množství živin v půdě, tak jako v grafu na obrázku č. 4, jedná se o pomocný diagram k této nepřímé analýze PCA. Hodnota koeficientu determinace  $R^2$  činila 84 % což značí vysokou věrohodnost modelovaných vrstevnic druhové bohatosti. Nejvyšší počet druhů bylin a semenáčků se nalézal na stanovištích s vyšším množstvím živin, což je zobrazeno vrstevnicí vpravo s číslem 20. Snímky s průměrným výskytem devíti druhů se promítly na levé straně grafu, kde byl interpretován výskyt chudých stanovišť a zároveň v dolní části grafu, kde byl odvozen vyšší podíl vlhkosti v půdě, a tím pádem mohutnější vývoj korunového zápoje, snižující dostupnost světla pro podrost.

*Tabulka 6: Průměrné hodnoty pokryvnosti stromového patra dle svahové katény uvedené v procentech.*

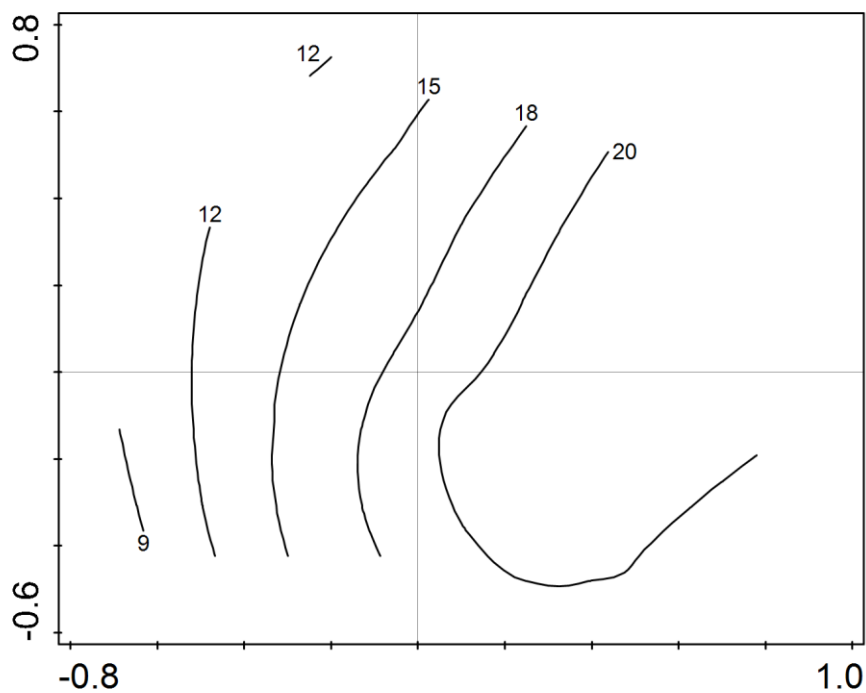
katéna	1	2	3	4	5
pokryvnost (%)	90	85	99	99	99
	75	99	99	99	90
	90	85	99	99	90
	85	90	99	99	85
	99	70	92	90	99
	95	95	95	75	99
	95	95	75	90	99
	95	65	99	99	99
<b>průměr</b>	<b>91</b>	<b>86</b>	<b>95</b>	<b>94</b>	<b>95</b>

Tabulka č. 6 uvádí pokryvnost stromového patra v jednotkách procent. Zápoj korun byl na většině lokalit téměř stoprocentní. Ač zkusné plochy v nejnižší svahové katéně jsou teoreticky nejvíce zásobeny vodou, tak plochy v nejvyšších polohách svahu měly naměřen nejvýrazněji vyvinutý zápoj.



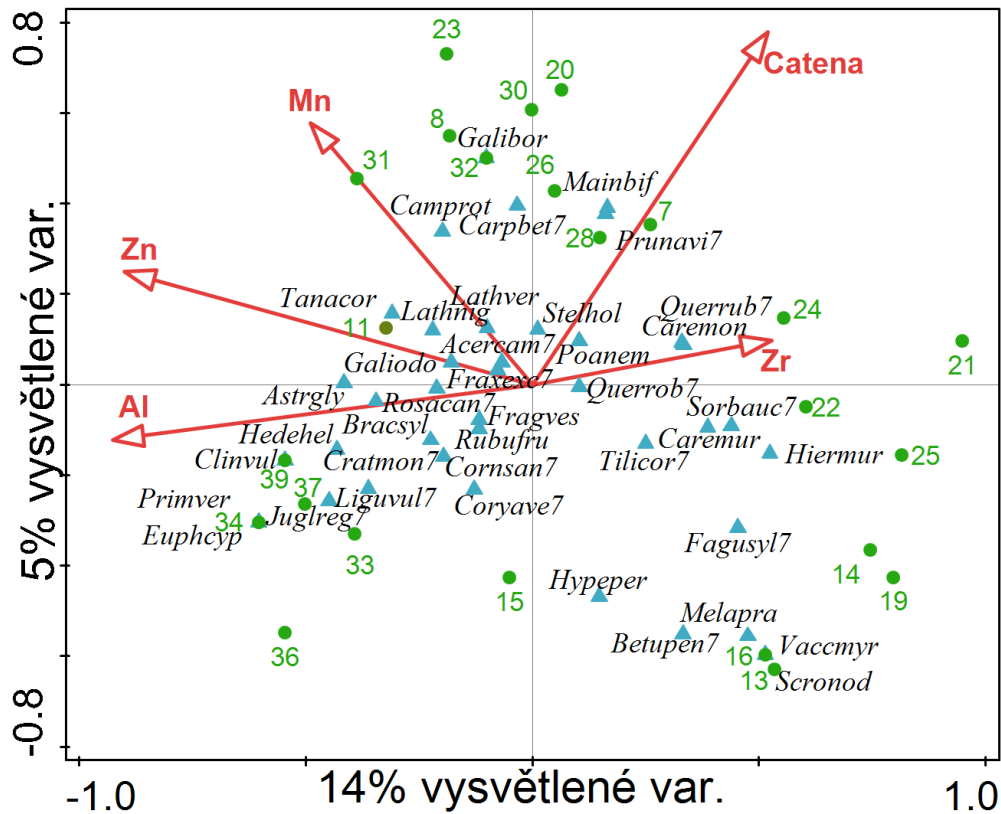
**Obrázek 6:** Nepřímá analýza PCA s doplňujícími proměnnými Ellenbergových indikačních hodnot a svahová katéna (tzv. Supplementary data). Obě osy dohromady vysvětlí 34% celkové druhové variability. Číselné hodnoty na osách jsou bezrozměrná relativní čísla (tzv. eigenvalues). Zkratky názvů bylin a semenáčků jsou vysvětleny v popisné tabulce v příloze. Vysvětlení názvů rpoměnných: Soil\_mea – medián naměřených hloubek půdy, Catena = svahová katéna, Heatload – teplotní dotace, Ellenbergovy indikační hodnoty: E\_temp – teplota, E\_nutr – živiny, E\_mois – vlhkost.

Graf na obrázku č. 6 znázorňuje v aposteriori analýze rozložení druhů ve snímcích s korelovanými proměnnými v těchto snímcích: Ellenbergových indikačních hodnot, mediánu měření hloubek půdy, svahové katéně a teplotní dotaci. Nejvíce druhů se zobrazilo v prostoru snímků charakteristickém vyšší vlhkostí a dotací tepla. V nižších polohách, svahové katény, lze pozorovat vyšší počet druhů. Ve směru růstu šipky popisující hloubku půdy nedocházelo k přibývání druhů bylin spíše přibýval výskyt semenáčků dřevin. Zmínku zaslouží fakt, že dvě proměnné – dotace tepla (*heatload*) a Ellenbergova indikační hodnota znázorňující teplotní preferenci vegetace – jsou spolu v negativní korelaci, i když by teoreticky měly ukazovat pozitivní korelaci.



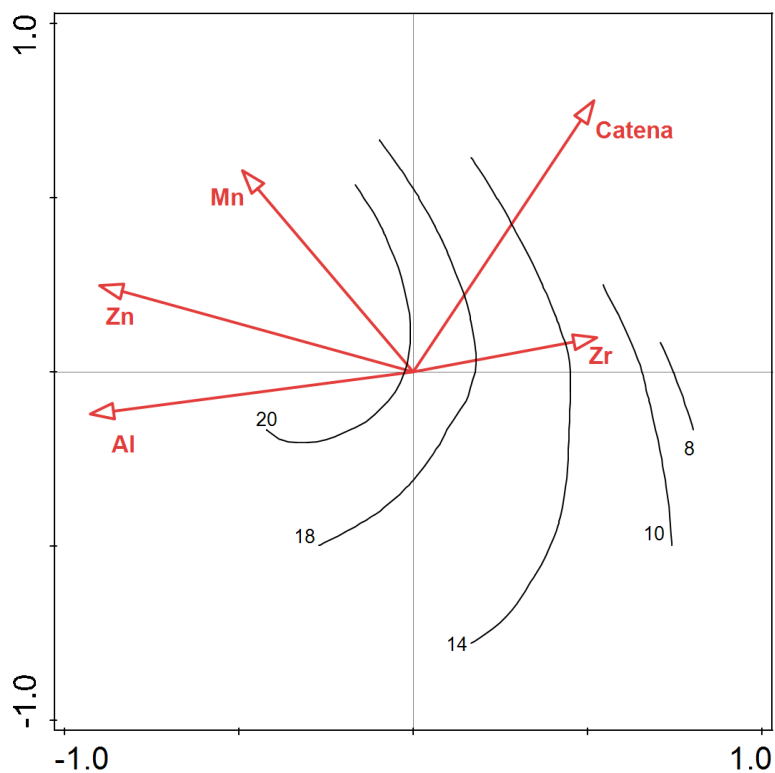
**Obrázek 7:** Nepřímá analýza PCA, koncentrace nalezených druhů bylin a semenáčků zobrazena vrstevnicemi. Hodnoty na osách jsou bezrozměrná čísla (tzv: eigenvalues). Ordinační prostor odpovídá grafu na obrázku č. 6. Koeficient determinace statistického modelu vyhlazovací funkcí LOESS činí 70%.

Graf na obrázku č. 7 vykresluje rozložení druhové bohatosti v originálním ordinačním grafu na obrázku č. 6. Vrstevnice druhové bohatosti ukazují přibývajícím množství druhů ve směru vzrůstající dotace tepla a vlhkosti.



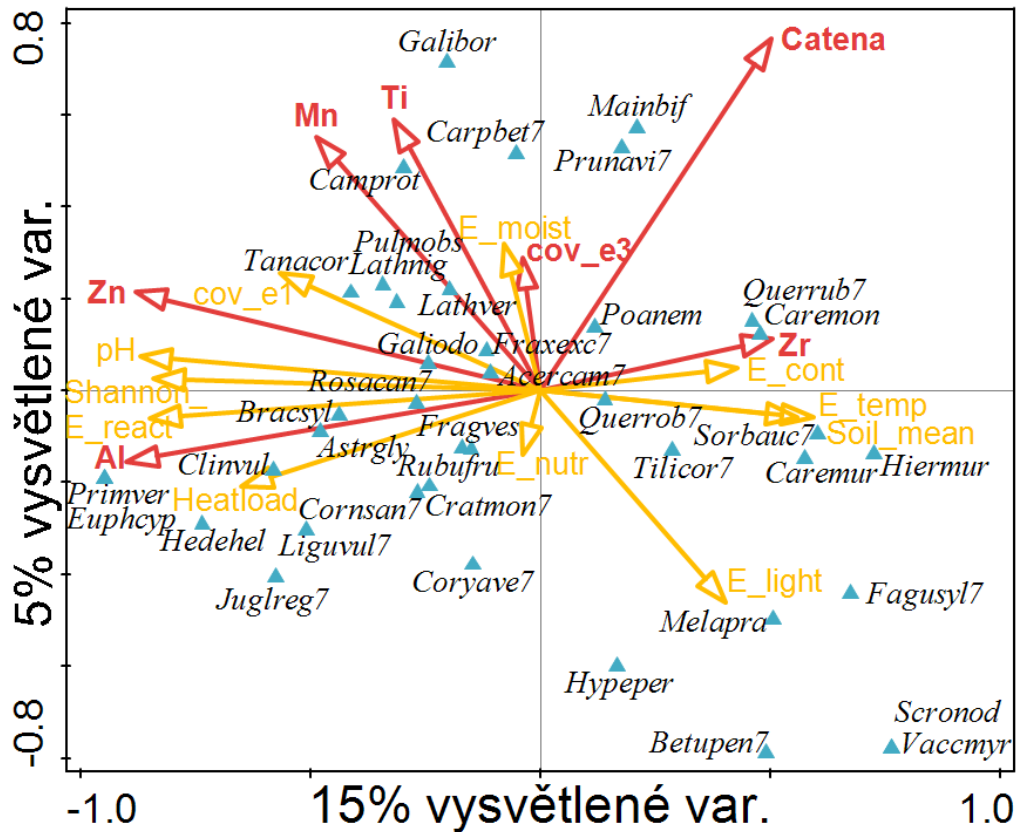
**Obrázek 8:** Přímá analýza CCA s proměnnými katéna (Catena), zirkon (Zr), zinek (Zn), mangan (Mn), hliník (Al). Obě osy dohromady vysvětlí 19% celkové druhové variability. Číselné hodnoty na osách jsou bezrozměrná relativní čísla (tzv. eigenvalues). Zkratky názvů bylin a semenáčků jsou vysvětleny v popisné tabulce v příloze. Čísla v blízkosti zelených bodů (centroidů) přísluší zkusným plochám.

Na obrázku č. 8 je znázorněn vztah mezi plochami, bylinami a semenáčky dřevin v závislosti na obsahu manganu, zinku, hliníku v půdě a umístění na svahové katěně. Z grafu lze vyčíst, že ve směru vyššího obsahu hliníku se vyskytuje vyšší počet nalezených druhů a téměř všechny plochy z nejnižší části svahové katény. Vyšší počet druhů ve snímcích je taktéž spojen s vyšším obsahem manganu a zinku. Ve směru svahové katény od zdola vzhůru po svahu přibližně přibývá v půdě obsah zirkonu, ovšem ve směru růstu těchto dvou gradientů nepřibývají výrazně žádné druhy.



**Obrázek 9:** *Přímá analýza CCA, koncentrace nalezených druhů bylin a semenáčků zobrazena vrstevnicemi. Proměnné: katéna (Catena), zirkon (Zr), zinek (Zn), mangan (Mn), hliník (Al). Hodnoty na osách jsou bezrozměrná čísla (tzv: eigenvalues). Ordinační prostor odpovídá grafu na obrázku č. 8.*

Zadání grafu na obrázku č. 9 bylo totožné jako pro graf na obrázku číslo šest, s tím že bylo požadováno zobrazení výstupu ve formě vrstevnic. Ve směru vzrůstajícího množství zirkonu a směrem vzhůru na svahové katéně ubývá druhové diverzity, které naopak přibývá ve směru s rostoucím množstvím hliníku a zinku.

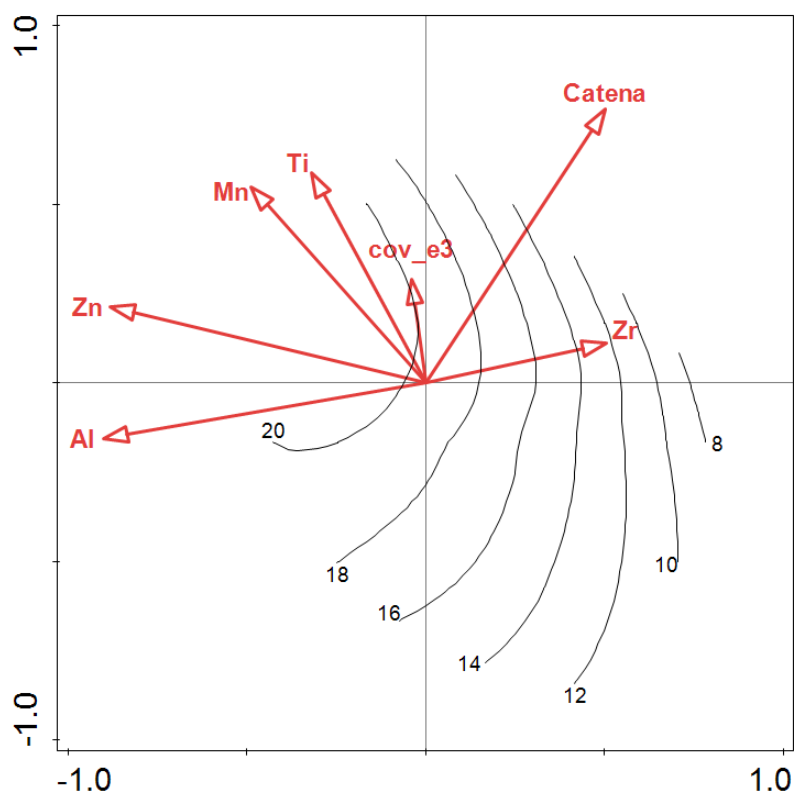


**Obrázek 10:** Přímá analýza CCA s hlavními proměnnými (vyznačeny červeně): svahová katéna (Catena), zirkon (Zr), zinek (Zn), mangan (Mn), hliník (Al), pokryvnost stromové etáže (cov\_e3), pokryvnost bylinného patra (cov\_e1) a s pomocnými proměnnými (vyznačeny žlutě) Ellenbergovy indikační hodnoty, pH, teplotní dotace (Heatload), modus měření hloubek (Soil\_mea.) Shannonův index diverzity (Shannon). Obě osy dohromady vysvětlí 20% celkové druhové variability. Číselné hodnoty na osách jsou bezrozměrná relativní čísla (tzv. eigenvalues). Zkratky názvů bylin a semenáčků jsou vysvětleny v popisné tabulce v příloze.

Na obrázku č. 10 je graf zobrazující výskyt druhů v závislosti na hlavních a pomocných proměnných. Nejvíce druhů se vyskytuje ve směru růstu dotace tepla, pH, půdní reakce, kde také roste gradient výskytu hliníku a zinku. Těsnější vazbu na světlejší interiér porostu projevily druhy jako *Scrophularia nodosa*, *Vaccinium myrtillus* nebo semenáčky *Betula pendula*. V grafu zaujímají stejný směr dvě proměnné prostředí, a to je hloubka půdy a obsah zirkonu. Na tento kombinovaný gradient prostředí pozitivně reagují druhy jako je *Impatiens noli-tangere*, *Hieracium murorum*, *Anemone nemorosa* nebo semenáčky *Sorbus aucuparia*. Dvě pomocné proměnné – Ellenbergovy indikační hodnoty pro množství živin a množství vlhkosti – společně s hlavní omezující proměnnou charakterizující celkovou pokryvnost bylinného patra příliš vypovídající hodnotu nemají, což lze odvodit z délky jejich šipek (čím kratší šipka dané proměnné, tím méně má tato variabilita svých hodnot, čili změna její intenzity je nízká). Šipka pokryvnosti stromového patra koreluje s výskytem stín

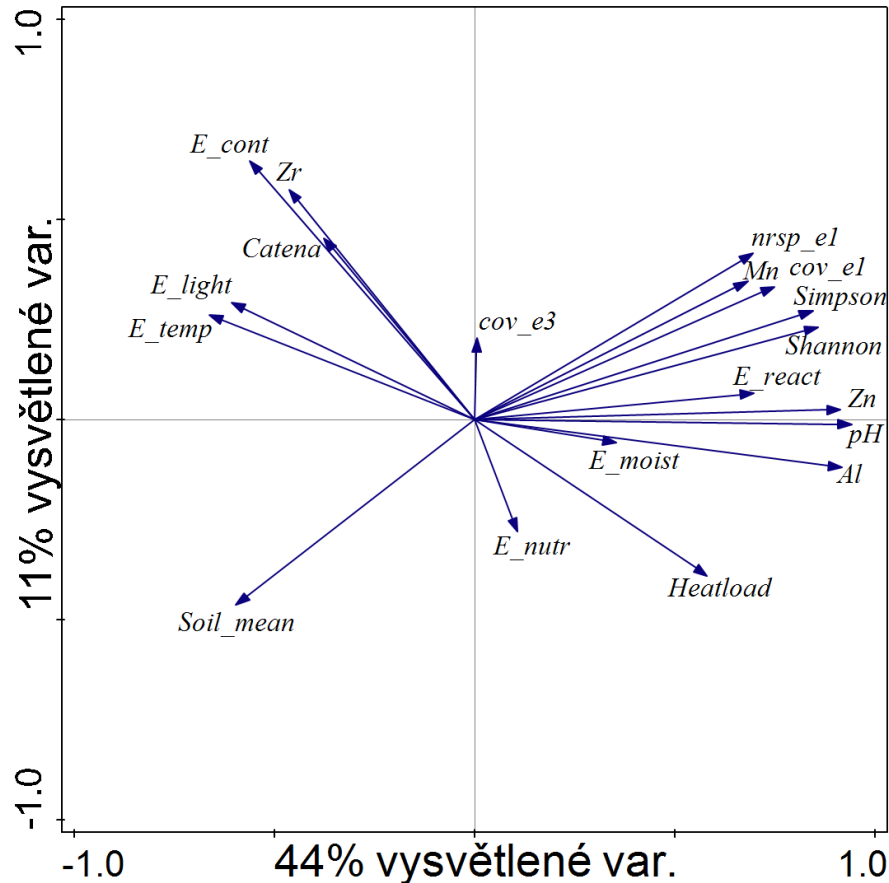


tolerujících druhů jako jsou *Pulmonaria obscura* nebo *Lathyrus niger*. Ordinační diagram dále ukazuje, že proměnné obsahu manganu a pozice na svahové katéně se vzájemně neovlivňují (obě šipky spolu svírají téměř pravý úhel).



**Obrázek 11:** *Prímá analýza CCA, koncentrace nalezených druhů bylin a semenáčků zobrazena vrstevnicemi. Proměnné: svahová katéna (Catena), zirkon (Zr), zinek (Zn), mangan (Mn), hliník (Al), pokryvnost stromové etáže (cov\_e3), pokryvnost bylinného patra (cov\_e1). Hodnoty na osách jsou bezrozměrná čísla (tzv: eigenvalues). Ordinační prostor odpovídá grafu na obrázku č. 10.*

Na obrázku č. 11 jsou zobrazeny hlavní proměnné tak, jako v grafu na obrázku č. 10, ale jsou z grafického výstupu vyřazeny proměnné vedlejší z důvodu větší přehlednosti. Na pravé straně grafu s růstem gradientu obsahu zirkonu druhů postupně ubývá. Směrem do levé části grafu rostou gradienty obsahu hliníku, zinku, pokryvnosti stromové etáže, manganu i titanu a s růstem hodnot těchto gradientů se zvyšuje i počet nalezených druhů bylin a semenáčků. Svahová katéna v této analýze významně neovlivňuje rozmístění druhů, nicméně lze říci, že čím výše na svahu se plochy vyskytují, tím poněkud klesá jejich druhová bohatost.



**Obrázek 12:** Nepřímá (korelační) analýza PCA používající pouze proměnné prostředí a proměnné odvozené ze skladby vegetace: svahová katéna (*Catena*), obsah zirkonu (*Zr*), obsah zinku (*Zn*), obsah manganu (*Mn*), obsah hliníku (*Al*), pokrývnost stromové etáže (*cov\_e3*), pokrývnost bylinného patra (*cov\_e1*), Ellenbergovy indikační hodnoty pro teplotu (*E\_temp*), obsah živin (*E\_nutr*), půdní vlhkost (*E\_moist*), půdní reakci (*E\_react*), gradient kontinentality (*E\_cont*), a světlo (*E\_light*), měřené pH půdy (*pH*), teplotní dotace (*Heatload*), modus hloubky půdy na ploše (*Soil\_mea*). Do analýzy jsou doplněné proměnné kvantifikující druhovou diverzitu vegetace: Shannonův index diverzity (*Shannon*), Simpsonův index dominance (*Simpson*), počet druhů v bylinném patře (*nrsp\_e1*). Obě osy dohromady vysvětlí 55 % celkové variability hodnot všech proměnných. Číselné hodnoty na osách jsou bezrozměrná relativní čísla (tzv. *eigenvalues*).

Graf na obrázku s č. 12 ukazuje výsledek analýzy hlavních komponent (PCA), provedené pouze na datech s proměnnými prostředí a proměnnými odvozenými z vegetačních dat (Ellenbergovy indikační hodnoty a index diverzity). Na výsledcích analýzy je nejzajímavější nulová korelace svahové katény a hloubky půdy. Překvapivě ve vyšších pozicích na svahu je hloubka půdy vyšší nebo stejná jako v úbočí svahu. Téměř nulovou korelaci lze nalézt mezi Ellenbergovou indikační hodnotou pro světlo a počtem druhů nalezeným v bylinné etáži. Je patrné, že spolu korelují nároky druhů na vyšší dotaci slunečního záření a vyšší teplotu mikrostanovišť, dle příslušných Ellenbergových indikačních hodnot. Významně spolu také korelují proměnné obsahy hliníku a zinku, pH půdy a půdní reakce nepřímo odvozená ze skladby vegetace (*E\_react*).

*Tabulka 7: Koncentrace chemických prvků (označení shodné s periodickou tabulkou prvků) měřených ve vzorcích půdy., Hodnoty jsou uvedeny v jednotce mg kg<sup>-1</sup> (kromě prvků s vysokými obsahy, s hodnotami v procentech). LE = suma lehkých prvků (light elements) – lithium až sodík; Ari. průměr = aritmetický průměr; Max = nejvyšší naměřená hodnota; Min = nejnižší naměřená hodnota; vyhláška č. 153/2016 Vyhláška o stanovení podrobností ochrany kvality zemědělské půdy, prev. hodnoty = preventivní hodnoty z hlediska toxikologie životního prostředí.*

<b>Prvek</b>	<b>Medián</b>	<b>Ari. průměr</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>vyhl. č. 153/2016, běžné půdy, prev. hodnoty</b>
Ag	0,00	16,44	104,64	0	-
Al	29689,13	34622,76	56232,36	2075,07	-
As	17,00	17,42	24,96	12,81	20
Ca	3307,45	8329,85	30511,49	0	-
Cr	79,69	129,77	432,80	0	90
Cu	25,82	31,72	63,95	18,67	60
Fe	1812,99	29144,05	73918,18	9098,13	-
Mg	0	3994,45	1773,34	0	-
Mn	424,03	557,94	1943,05	86,89	-
Mo	2,19	2,06	6,02	0	-
Ni	9,49	35,53	138,00	0	50
P	0	206,72	1629,70	0	-
Pb	60,83	61,45	100,00	37,59	60
Rb	50,23	55,57	113,18	33,94	-
S	1132,02	1204,80	3020,17	338,41	-
Si (%)	24,42	23,97	30,58	15,60	-
Sr	102,41	184,31	567,68	55,65	-
Th	18,31	19,13	29,20	12,86	-
Ti	5917,83	7887,55	18529,84	4034,44	-
U	0,42	0,95	3,83	0	-
V	111,11	148,61	454,05	0	130
Y	19,22	18,91	25,21	13,36	-
Zn	68,93	80,19	141,69	27,13	120
Zr	312,08	296,98	411,28	167,60	-
LE (%)	66,94	67,32	73,17	60,76	-

Všechny zkusné plochy byly umístěny na pozemcích určených k plnění funkcí lesa (PUPFL; www7). V tabulce č. 7 je uveden přehled chemických prvků indikovaných ve vzorcích půdy rentgenovou analýzou. Hodnoty měření jsou porovnány s vyhláškou č. 153/2016 Sb. Ministerstva zemědělství, která pojednává o stanovení podrobností ochrany kvality zemědělské půdy a o změně vyhlášky č. 13/1994 Sb., kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu. Prvky, které mají v tabulce uvedený

nulový obsah ve sloupci pro minimální hodnotu, se vyskytovaly, se vyskytovaly s nízkými koncentracemi pod detekčním limitem přístroje. Prvky chrom (Cr), nikl (Ni), olovo (Pb), vanad (V) a zinek (Zn) překračují na některých plochách preventivní hodnoty uvedené ve vyhlášce č. 153/2016 Sb. obsahu rizikových prvků v půdách.

## 5. Diskuze

Vybraná lokalita v PR Vrch Baba u Kosmonos se projevila jako spíše druhově chudší, v porovnání s metodicky totožnými výzkumy uskutečněnými v PR Na Voskopě a v lokalitě Za Lípou v chráněné krajinné oblasti Český Kras. Na různých zkusných plochách v PR Na Voskopě bylo na celém území rezervace nalezeno v průběhu několika let studií celkem 270 taxonů cévnatých rostlin. Je nutné podotknout, že se některé druhy, kvůli rozdílnému pojetí nomenklatury, vyskytly v seznamu duplicitně (Hroník 2014). Na zkusných plochách na lokalitě Za Lípou bylo nalezeno celkem 83 taxonů cévnatých rostlin včetně devíti druhů z Červeného seznamu (Mejstřík 2018). Ve studii provedené na vrchu Baba bylo nalezeno celkem 20 druhů semenáčků dřevin a 33 druhů bylin. Ze vzácnějších druhů vyžadujících další pozornost (kategorie C4 Červeného seznamu) byly zaznamenány druhy *Neottia nidus-avis*, *Lilium martagon*, *Galium boreale*, *Primula veris*, *Pyrus pyraeaster*, *Sorbus torminalis*, *Cephalanthera damasonium*. Množství nalezených druhů nelze porovnávat s počtem druhů popisovaným ve stručném botanickém průvodci po Mladoboleslavsku (Štefánek 2016), který charakterizuje celou plochu rezervace, protože v této práci byla hodnocena diverzita druhů pouze na zkoumané části jižního svahu.

Jak již bylo zmíněno, diverzita cévnatých rostlin se ve zkoumané oblasti projevila v porovnání se studiiemi v Českém krasu jako nejnižší. Možná vysvětlení přináší spojené vlivy zejména těchto proměnných: půdní pH, zápoj korun, tvar lesa v podobě nepravé kmenoviny, hloubka půdy nebo zastoupení prvků v půdě.

Studie uskutečněná ve Švédsku v přímořském městě Malmö v místním arboretu potvrdila silný význam lesních lemů na zvýšení biodiverzity bylin a keřů. Ze studie vyplynulo, že je nutné okraje lesů obhospodařovat selektivním způsobem pařezání a vytvořit tak vertikálně stupňovité okraje porostů. Již v krátké době po použití tohoto způsobu diverzita dřevinných druhů vzrostla, aniž by se redukovala bohatost ostatních druhů na stanovišti (Wistorm 2015). Zkusné plochy v této práci byly umístěny v souladu s metodikou studií probíhajících v Českém krasu, včetně dodržení podmínky, aby zkusné plochy byly vzdáleny od okraje lesa alespoň na dvě porostní výšky. Zkusné plochy byly umístěny v porostech starších 70 let a obklopeny lesy staršími více jak 40 let, takže vliv okrajového efektu lze vyloučit. Nicméně výsledky švédské studie zde byly uvedeny z důvodu možného rozšíření příštích výzkumů v pařezinách nebo v nepravých kmenovinách o část zkusných ploch umístěných při okraji porostu. Bylo by tak možné porovnávat tato okrajová

(ekotonální) stanoviště se stanovišti uvnitř lesa a odvodit z toho vhodná managementová doporučení.

Na zkusných plochách byla naměřena vysoká pokryvnost stromové etáže, která byla z 95 % tvořena druhem *Quercus robur*. Při téměř stoprocentním zápoji stromového patra tvořeného dubem, se druhům v bylinné etáži mnoho světla nedostává.

Světlo je v temperátních opadavých lesích jednoznačně limitující faktor pro lesní byliny. Růstové a reprodukční podmínky lesních rostlin a některé životní strategie (specificky jarní efeméry, stálezelené druhy, paraziti) jsou ovlivňovány světlinami v korunách stromů (a množstvím dostupných živin v půdě). Světliny mají často vyšší bylinnou druhovou diverzitu, protože konkrétní mikrostanoviště nabízí pestrou škálu životních podmínek, jako je: rozdílné mikroklima, odumřelé dřevo v různých stádiích rozkladu a dostupnost světla, která zůstává klíčem k úspěšnému růstu a rozmnožování nejen bylinných druhů. Mnoho lesních bylin má zrychlený růst, bohatší generativní rozmnožování, intenzivnější vábení hmyzu atd. právě na stanovištích s nízkým zapojením korun. (Whigham 2004).

Je nutno také zmínit, že porosty, ve kterých byly umístěny zkusné plochy se nyní nachází ve stavu nepravé kmenoviny, tudíž disturbance v podobě úmyslné těžby v maximálně třicetiletém intervalu zde nebyly prováděny již více jak sedmdesát let. Disturbance jsou důležité a určující proměnné, ve struktuře biologických společenstev a podílejí se na udržení druhové diverzity rostlin i některých bezobratlých živočichů. Bez lidské nebo přírodní disturbance se může mnoho společenstev dostat do stavu blízkému klimaxu s kompletním zastoupením dominantních druhů. Obsáhlá studie o stanovištní a druhové diverzitě pařezin a o způsobu ochrany provedené v Rakousku, Bulharsku, Řecku a v Makedonii popisuje univerzální klesající trend pestrosti druhů dřevin v pařezinách, které byly převedeny na les vysoký (Vacík 2009). Přírozená forma narušení povrchu půdy, způsobená divokými prasaty, byla zaznamenána na zkusných plochách (22 a 25), ale bez známky následné pozitivní reakce bylinných druhů.

Výsledek ordinační analýzy PCA (obrázek č. 6) ukázal zápornou korelaci mezi tepelnou dotací a Ellenbergovou indikační hodnotou pro teplotu. Tento ekologický nesoulad lze interpretovat následně: Tepelná dotace je vypočtena na základě orientace zkoumané plochy ke světovým stranám jako potenciální ohřev daného biotopu vlivem slunečního záření (McCune & Mefford 2002) Zápornou korelaci si lze vysvětlit geografickým rozložením zkusných ploch, kde většina těchto ploch byla umístěna ve vyšší partii svahu, která je orientována postupně k východu tudíž dochází k poklesu teoretické tepelné dotace

(maximální tepelný požitok na severní polokouli nastává na plochách s orientací 225°). Tato práce obsahuje spíše nižší počet zkusných ploch, což přináší určitá statistická omezení a ve vztahu k některým proměnným může docházet k lokálně specifickým odchylkám a zvláštnostem.

V souvislosti s proměnnou charakterizující dotaci tepla (*heatload*), je vhodné se ještě zmínit o dalším fenoménu (viz grafu na obrázku č. 10). Je neobvyklé, že pozice ploch na svahové katéně nekoreluje s proměnnou charakterizující dotaci tepla. Lze předpokládat vztah, že v polohách výše na svahu se budou vyskytovat sušší stanoviště s teplomilnějšími druhy než v úbočí nebo na úpatí. Specifický výsledek těchto dosažený v této práci je podmíněn, orientací většiny ploch na jihovýchod a malým množstvím zkusných ploch, jak již bylo popsáno v předchozím odstavci.

Výsledkem provedeného měření pH (příloha č. 14) byl častěji spíše kyselý nežli neutrální substrát, s absencí zásadité reakce. Průměrná hodnota měření pH byla 4,87, což je kyselá půdní reakce. Plochy v nejnižší pozici na svahové katéně byly nejbližší neutrální hodnotě, a to s průměrným výsledkem 5,6. V podloží zkoumané lokality se nachází prachovce, slínovce, vápnité jílovce a okrajově olivinický nefelit. Prachovce a slínovce jsou rozdílné pouze v poměru prachových částic. Nefelinit s obsahem olivínu je chemicky podobný čediči nebo bazanitu, z čehož bychom očekávali alespoň mírně spíše zásadité pH půdy v nadložní vrstvě (Curtis 1985). Tudiž v podloží zkoumaných ploch můžeme spíše vyloučit výskyt tohoto vulkanitu. Ekologicky neutrální jsou mnoha autory považovány půdy s hodnotou pH okolo 5–6,5. pH půd se obvykle pohybuje v rozmezí hodnot 4–10. Lesní rostliny nejlépe rostou na podloží s rozsahem pH 5,5–8,5. Půdy s hodnotou menší než 4 jsou pro rostliny toxické kvůli vysokému obsahu hliníku, železa, manganu a nízkému obsahu živin, které přítomny v mobilních iontových formách a jsou tak rozpuštěné v půdním roztoku (Thomas 2007).

Při měření koncentrace prvků v půdě se chrom, nikl, olovo, vanad a zinek vyskytly na některých zkusných plochách s vyšší koncentrací, než jsou stanoveny preventivní hodnoty těchto rizikových prvků vyhláškou č. 153/2016 Sb. Ministerstva zemědělství. Z měřených prvků zejména, chrom překročil preventivní hodnotu průměrně o 40 mg kg<sup>-1</sup> než jak stanovuje vyhláška a na zkusné ploše č. 31 byla naměřena maximální koncentrace 432,80 mg kg<sup>-1</sup>. Alarmující výskyt chromu je nejspíše, zapříčiněn dopadem průmyslových emisí z blízkého podniku ŠKODA, a to konkrétně používáním chromu pro výrobu pigmentů, spalováním fosilních paliv a používáním ve slitinách proti korozi (Petrлік 2014).

Téměř na všech zkusných plochách byl naměřen vyšší obsah olova, než je preventivní hodnota uvedená ve vyhlášce, a to i při použití mediánové hodnoty. Maximální naměřený údaj překročil preventivní hodnotu o 40 mg kg<sup>-1</sup>. Olovo patří mezi toxické kovy, které se ukládají v organismech a v půdě. Ve formě oxidu může být olovo unášeno vzduchem mnoho kilometrů od zdroje znečištění (Bencko 1995), proto nelze s jistotou říci, že zdrojem těžkých kovů je výhradně přilehlá průmyslová oblast Mladé Boleslavi, jak tomu může být v případě ostatních kovů u kterých byly naměřeny nadlimitní koncentrace. Nejvýznamnějším zdrojem olova bylo do devadesátých let dvacátého století spalování vysoko olovnatého benzínu, nyní je jím chemický, strojírenský a hutnický průmysl. Rostliny olovo snadněji přijímají z půd kyselých než zásaditých, to se posléze ukládá zejména v jejich kořenech (Tkáčová 2018).

Naměřená koncentrace vanadu byla průměrně o 18 mg kg<sup>-1</sup> vyšší, než je preventivní hodnota ve vyhlášce č. 153/2016 Sb. a maximální zjištěná hodnota byla dokonce třikrát vyšší než toxický limit. Vanad je v biologických soustavách nezbytný jako kofaktor pro činnost některých enzymů, podílejících se na nitrifikaci a tvorbě hemoglobinu. V půdě je vanad obsažen ve formě sloučenin zejména s hydratovanými oxidy železa a jeho koncentrace je odvislá od matečné horniny, kyselosti půdy a od množství organické hmoty v půdě. (Wilkinson 1973, Tkáčová 2018).

Maximální naměřená koncentrace niklu překročila preventivní hodnotu vyhlášky č. 153/2016 Sb o 83 mg kg<sup>-1</sup>, tedy toxikologický limit byl překročen téměř o 280 %. Přírodně se nikl do prostředí dostává požáry a půdní erozí. Nalézají se zejména v půdě, a to ve vazbě s atomy hořčíku a železa.

Preventivní hodnota zinku byla překročena na osmi zkusných plochách, které byly všechny lokalizovány v dolní části svahové katény. Průměrná naměřená hodnota koncentrace zinku se pohybovala okolo 80 mg kg<sup>-1</sup>. Koncentrace do 120 mg kg<sup>-1</sup> je v půdách naprosto běžná a pro růst rostlin potřebná, protože zinek je součástí řady enzymů. Jeho zvýšenou koncentraci ve zdejších půdách lze zdůvodnit tím, že je čtvrtým nejčastěji používaným kovem v průmyslu, a to zejména ke galvanizaci a je přítomen i v průmyslových emisích. Preventivní hodnotu má ve vyhlášce stanovenou také proto, že je schopen bioakumulace v rámci potravního řetězce (Havel 2014).

Kovy se ve vztahu k rostlinám dělí na esenciální a neesenciální. Esenciální kovy jako zinek a vanad jsou pro rostliny v nízké koncentraci nezbytné. Pokud je nezbytná koncentrace v substrátu překročena, stávají se esenciální kovy toxické. Neesenciální kovy (např. As, Hg, Cd, Cu, Pb) nejsou pro vegetaci potřebné a jejich výskyt v rostlinách je toxický i při nízkých



koncentracích. Pro rostliny mohou být neesenciální kovy v určitých koncentracích velice toxické a dokážou rostlinu až zahubit. Toxické kovy jsou chemicky velice podobné kovům esenciálním, kdy tato podobnost vyplývá z periodické tabulky prvků. Proto mohou toxické kovy nahradit kovy esenciální např. v enzimech, proteinech a aminokyselinách (Tkáčová 2018).

Studie hodnotící data sbíraná na více jak 700 trvalých zkusných plochách, prokázala signifikantní vliv atmosférického spadu na vitalitu lesního porostu. Plochy jsou rozmístěny po celé Evropě a některé z nich byly založeny již v roce 1994. Pro růst rostlin nepříznivá zvýšená acidita půdy je ovlivňována zejména atmosférickou depozicí síry a dusíku a vyluhováním hliníku (De Vrie 2014).

Hodnota mediánu naměřených koncentrací obsahu fosforu v půdě byla téměř nulová. Aritmetický průměr se pohyboval okolo hodnoty 0,2 % což je o jednu desetinu více než je průměr obsahu fosforu pro lesní půdy v České republice (Kalčík 2001). Ve studii uskutečněné ve středních a severozápadních Čechách se prokázal silnější růst druhové diverzity bylin na stanovištích s vyšším obsahem fosforu než na stanovištích, která byla stejně bohatá na dusík (Hofmeister 2009). Lze se tedy domnívat, že dalším důvodem nízké pestrosti zkusných ploch v PR Vrch Baba je limitace fosforem.

Při porovnání výsledků rentgenových analýz půdních vzorků z PR Vrch Baba u Kosmonos, PR Na Voskopě (Hroník 2014) a z NPR Koda (Mejstřík 2018) je patrné, že prvky jako astat, měď, nikl a olovo mají srovnatelnou průměrnou koncentraci výskytu. Naměřené hodnoty z PR Na Voskopě a NPR Koda jsou si celkově bližší než naměřené koncentrace prvků vyskytujících se v PR Vrch Baba u Kosmonos. Přítomnost chromu je na lokalitách v této studii průměrně o 64 mg kg<sup>-1</sup> vyšší než v NPR Koda a průměrně o 113 mg kg<sup>-1</sup> vyšší než na zkusných plochách na Voskopě. Dle mapy systematické evidence kontaminovaných míst na portálu Ministerstva životního prostředí (www6), lze zjistit, že v blízkosti lokalit NPR Koda a PR Na Voskopě je pouze jediná skládka s podezřením na kontaminaci. Ovšem v blízkosti PR Vrch Baba u Kosmonos se nalézají čtyři skládky, které však nevykazují kontaminaci vyšší, než odpovídá lokálnímu přirozenému pozadí (www6), nicméně blízkých ploch s kumulovaným odpadem je ve skutečnosti více. Naopak obsah vanadu v půdách na Voskopě je průměrně o 74 mg kg<sup>-1</sup> vyšší než na Vrchu Baba a tento prvek se v analyzovaných půdních vzorcích v NPR Koda vůbec nevyskytl. Množství zinku bylo na lokalitě vrchu Baba naměřeno v průměrné koncentraci 80 mg kg<sup>-1</sup>, což je o 65 mg kg<sup>-1</sup> méně než v předchozích výzkumech lokalizovaných v Českém krasu. Mohu tak shrnout, že půdy v PR Vrch Baba u Kosmonos jsou selektivně zatíženy vlivem emisí mladoboleslavské

průmyslové zóny. Pravděpodobně nezanedbatelný bude i dopad emisí z přilehlé dálnice D10, ovšem odseparování tohoto specifického vlivu a průmyslové zóny je již nad rámec této studie.

## 6. Závěr

Cílem této jedno sezónní studie situované s PR Vrch Baba u Kosmonos bylo rozšířit mozaiku pozorovaných porostů, kde je nebo bývalo hospodařeno pařezinovým způsobem. Metodika sběru dat a jejich zpracování byla shodná jako na zkusných plochách v PR Na Voskopě a NPR Koda v oblasti CHKO Český kras.

Po zpracování fytoocenologických snímků, analyzování vzorků půdy a celkovém porovnání výskytu bylinných i dřevinných druhů s proměnnými prostředí byly zkusné plochy na vrchu Baba vyhodnoceny jako nejchudší ve srovnání se studovanými plochami v CHKO v Českém krasu.

Důvodem nízké diverzity a pokryvnosti bylinných druhů v podrostu může být téměř 95 % zápoj korun stromového patra tvořeného převážně dubem, tudíž slabá dotace světla pro nižší etáže. Dalším důvodem chudosti stanoviště může být vysoký až nadlimitní obsah toxických kovů (Zn, Cr, Ni, Pb, V) v půdě, které byly naměřeny rentgenovou analýzou. Další vysvětlení přináší také fakt, že zkoumaný porost se nachází ve stavu nepravé kmenoviny a větší disturbance, které se podílejí na udržení diverzity druhů, se zde nevyskytly více jak 70 let.

Z grafů byly patrné určité nečekané fenomény, jako byla vzrůstající hloubka půdy a výskyt vlhkomilnějších druhů bylin ve směru vzhůru proti svahu nebo klesající tepelná dotace směrem vzhůru proti svahu.

Efekt pařezinového hospodaření byl diskutován s evropskými výzkumy, které se taktéž zaměřovaly na management výmladkových lesů a téměř všechny se shodují na tvrzení, že pařezinové hospodaření zvyšuje druhovou diverzitu stanoviště. Proto je nutné provádět další výzkumy na rozdílných lokalitách podobné pozorování v této diplomové práci a srovnávat výsledky. Předpokládám, že cílem všech studií, včetně této, zaobírajících se pařezinovým hospodařením v lese, je přínos kvantifikovaných dat, relevantních argumentů a uvedení tohoto managementu do praxe, kdy bude vyčleněno více procent lesní půdy právě k výmladkovému hospodaření. Nelze žádnou metodiku hospodaření paušálně uplatnit na celé území lesů a na všechny typy stanovišť. Pro určení vhodnosti způsobů hospodaření dle specifik zájmových stanovišť, jsou tu právě tyto specializované studie, které přinášejí data o vhodnosti konkrétních lokalit s využitím více hledisek.

## 7. Seznam obrázků

<b>Obrázek 1:</b> Ortofoto mapa zájmového území, PR Vrch Baba u Kosmonos .....	3
<b>Obrázek 2:</b> Lesnická mapa obrysová v měřítku 1:10 000, PR Vrch Baba u Kosmonos .....	15
<b>Obrázek 3:</b> Ortofoto mapa s vyznačenými segmenty, kde byla sbírána data.....	16
<b>Obrázek 4:</b> Nepřímá ordinační analýza PCA, charakterizující ekologické rozložení druhů ve snímcích. ....	24
<b>Obrázek 5:</b> Nepřímá analýza PCA, diagram druhové bohatosti. ....	25
<b>Obrázek 6:</b> Nepřímá analýza PCA s doplňujícími proměnnými Ellenbergových indikačních hodnot a svahová katéna (tzv. Supplementary data). ....	27
<b>Obrázek 7:</b> Nepřímá analýza PCA, koncentrace nalezených druhů bylin a semenáčků zobrazena vrstevnicemi. ....	28
<b>Obrázek 8:</b> Přímá analýza CCA s proměnnými katéna (Catena), zirkon (Zr), zinek (Zn), mangan (Mn), hliník (Al).. ....	29
<b>Obrázek 9:</b> Přímá analýza CCA, koncentrace nalezených druhů bylin a semenáčků zobrazena vrstevnicemi... ..	30
<b>Obrázek 10:</b> Přímá analýza CCA s hlavními proměnnými. ....	31
<b>Obrázek 11:</b> Přímá analýza CCA, koncentrace nalezených druhů bylin a semenáčků zobrazena vrstevnicemi.. ....	32
<b>Obrázek 12:</b> Nepřímá (korelační) analýza PCA používající pouze proměnné prostředí a proměnné odvozené ze skladby vegetace. ....	33

## 8. Seznam tabulek

<b>Tabulka 1:</b> Roční celkové srážky a průměrné teploty ve Středočeském kraji během let 2015–2019. ....	6
<b>Tabulka 2:</b> Porovnání současné a přirozené skladby lesa. ....	10
<b>Tabulka 3:</b> Braun-Blanquetova devítičlenná stupnice pokryvnosti. ....	17
<b>Tabulka 4:</b> Přehledová tabulka výsledků mnohorozměrných analýz. ....	21
<b>Tabulka 5:</b> Tabulka základních vegetačních dat, výstup z programu Juice pro přiřazení Ellenbergových ekočísel. ....	22
<b>Tabulka 6:</b> Průměrné hodnoty pokryvnosti stromového patra. ....	26
<b>Tabulka 7:</b> Koncentrace chemických prvků. ....	34

## 9. Zdroje

### 9.1. Literatura

BERGEROVÁ, V. *Hodnocení stavu bývalých výmladkových lesů v MZCHÚ na Olomoucku*. Olomouc, 2014, 54 s. Bakalářská práce. UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI, Přírodovědecká fakulta, Katedra ekologie a životního prostředí.

BEZECNÝ, P. a kol. *Pěstování lesů*. Praha: Zemědělské nakladatelství Brázda, 1992, 376 s. ISBN 80-209-0222-8

BUCKLEY, G.P. *Ecology and Management of Coppice Woodlands*. University of London: Wye College, 1992, 336 s. ISBN 978-94-011-2362-4.

CURTIS, C. D., A. E. Adams, (eds.) *Atlas of sedimentary rocks under the microscope*. *Mineralogical Magazine*. 1984, **49**(350), 147–148

HRONÍK, P. *Lesní vegetace vrchu Voskop v Českém krasu*. Praha, 2014. s. 106, Diplomová práce. Fakulta lesnická a dřevařská, Česká zemědělská univerzita.

HEJNÝ, S. & SLAVÍK, B. (eds). *Květena České socialistické republiky 1 + mapa*. Praha: Academia, 1988, 557 s. ISBN 80-200-0643-5.

HOFMEISTER, J. J. HOŠEK, M. MODRÝ a J. ROLEČEK, 2009. The influence of light and nutrient availability on herb layer species richness in oak-dominated forests in central Bohemia. *Plant Ecology*. **205**(1), 57–75. DOI: 10.1007/s11258-009-9598-z. ISSN 1385-0237.

CHYTRÝ, M. Vegetation of the Czech Republic: diversity, ecology, history and dynamics. *Preslia*., 2012, **84**(3), 427–504. ISSN 0032-7786

JANOŠKA, M. *Sopky a sopečné vrchy České republiky*. Praha: Academia, 2013, 416 s. ISBN 978-80-200-2231-8.

KADAVÝ, J. & KNEIFL, M. Skryté kouzlo pařezin. *Vesmír*. 2014, **143**(10)

KALČÍK, J. 2001. Koloběh fosforu v lesních půdách. *Lesnická práce*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, **80**(11/01), 26–28

KUBÁT, K. J. CHRTEK a Z. KAPLAN. *Klíč ke květeně České republiky*. Praha: Academia, 2002, 928 s. ISBN 978-80-200-0836-7.

MARTIN, Š.D. VOLAŘÍK, E. AYTEKIN a Matula R. The effect of coppice management on the structure, tree growth and soil nutrients in temperate Turkey. *Journal of Forest Science*. 2016, **61**(1), 27–34. DOI: 10.17221/91/2014-JFS. ISSN 12124834.

MCCUNE, B. a D. KEON, 2002. Equations for potential annual direct incident radiation and heat load. *Journal of Vegetation Science*. Uppsala: Opulus Press Uppsala, **13**(1), 603–606.

MEJSTRŮK, M. *Lesní vegetace lokality Za Lípou v chráněné krajinné oblasti Český kras*. Praha, 2018. 68 s. Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra ekologie lesa

MORAVEC, J. a kol. 1994. *Fytcenologie: (Nauka o vegetaci)*. Praha: Academia, 403 s. ISBN 80-200-0457-2.

NOŽIČKA, J. PRÁCE VÝZKUMNÝCH ÚSTAVŮ ČSR. *Z minulosti Brandýských lesů a jejich zařízení*. 31. Zbraslav-Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství, 1956, 26 s.

PETŘÍČEK, V. V. KOHLÍK, P. KVEREK, K. CHOBOT, R. POHLOVÁ a A. ŠVECOVÁ. *Plán péče: o přírodní rezervaci Vrch Baba u Kosmonos na období 2007–2016*. Praha, 2005, 66 s.

SCOLASTRI, A., L. CANCELLIERI, M. IOCCHI a M. CUTINI, 2016. Old coppice versus high forest: the impact of beech forest management on plant species diversity in central Apennines (Italy). *Journal of Plant Ecology*. Advance Acces publication, **10**(2), 271–280. DOI: 10.1093/jpe/rtw034. ISSN 1752-9921.

SEBEK, P. R. BAČE, M. BARTOŠ, J. BENEŠ a Z. CHLUMSKÁ, 2015. Does a minimal intervention approach threaten the biodiversity of protected areas? A multi-taxa short-term response to intervention in temperate oak-dominated forests. *Elsevier: Forest Ecology and Management*. **58**(3), 80–89.

SKALICKÝ, V. 1988. Regionálně fytogeografické členění. CHRTEK, Jindřich, Miloslav KOVANDA a Pavel TOMŠOVIC. *Květena České socialistické republiky 1. + mapa*. Praha: Academia, 557 s. ISBN 80-200-0643-5.

SLAVÍKOVÁ, J., 1986. *Ekologie rostlin*. Praha: SPN, 368 s.

STRUBELT, I. M. DIEKMANN, D. GRIESE a D. ZACHARIAS, 2019. Inter-annual variation in species composition and richness after coppicing in a restored coppice-with-standards forest. *Forest Ecology and Management*. **32**(4), 132–139.

SZABÓ, Péter, 2010. Driving forces of stability and change in woodland structure: A case-study from the Czech lowlands *Forest Ecology and Management*. **59**(2), 650–655.

SZABÓ, P. J. MULLEROVÁ, S. SUCHÁNKOVÁ a M. KOTAČKA, 2015. Intensive woodland management in the Middle Ages: spatial modelling based on archival data. *Journal of Historical Geography*. **48**(1), 1–10.

ŠMILAUER, P. a J. LEPŠ UNIVERSITY OF SOUTH BOHEMIA. *Multivariate analysis of ecological data using CANOCO*. Second edition. Cambridge: Cambridge University Press, 2014. ISBN 978-113-9627-061.

ŠTEFÁNEK, M. a V. PETŘÍČEK. ČESKÁ BOTANICKÁ SPOLEČNOST, Z.S. *Stručný botanický průvodce po Mladoboleslavsku: Informační materiály k floristickému kurzu Mladá Boleslav*. Praha, 2016, 28 s.

THOMAS, P. A. a J. R. PACKHAM, 2007. *Ecology of Woodlands and Forests: Description, Dynamics and Diversity*. New York: Cambridge University Press, 528 s. ISBN 978-0-521-54231-9.

TICHÝ, L. JUICE, software for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science*. 2002, **13**(1), 451–453. DOI: 10.1111/j.1654-1103.2002.tb02069.x.

TOLASZ, R. 2007. *Atlas podnebí Česka: Climate atlas of Czechia*. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 255 s. ISBN 978-80-86690-26-1.

UNRAU, A. G. BECKER a R. SPINELLI, ed., 2018. *Coppice Forests in Europe*. Freiburg: Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, 387 s. ISBN 978-3-9817340-2-7.

VACIK, H. T. ZLATANOV, P. TRAJKOV a S. DEKANIC, 2009. Role of coppice forests in maintaining forest biodiversity. *Silva Balcania*. **10**(1), 35–45.

VERHEYEN, K. I. FASTENAEKELS, M. VELLEND, L. DE KEERSMAEKER a M. HERMY, 2006. Landscape factors and regional differences in recovery rates of herb layer richness in Flanders (Belgium). *Landscape Ecology*. **21**(7), 1109–1118. DOI: 10.1007/s10980-006-7247-7. ISSN 0921-2973.

DE VRIES, W., M. H. DOBBERTIN, S. SOLBERG, H. F. VAN DOBBEN a M. SCHAUB, 2014. Impacts of acid deposition, ozone exposure and weather conditions on forest ecosystems in Europe: an overview. *Plant and Soil*. **380**(1–2), 1–45. DOI: 10.1007/s11104-014-2056-2. ISSN 0032-079X.

VRBOVÁ, M. ADAMOVIČ, K. Živočichové, informační tabule, ZO ČSOP Klenice, 2019

VRŠKA, T. P. ODEHNALOVÁ a L. HORT. *Dynamika vývoje pralesovitých rezervací v České republice: Českomoravská vrchovina (Polom, Žákova hora)*. Praha: Academia, 2002, 214 s. ISBN 80-200-0848-9.

WHIGHAM, D. F., 2004. Ecology of Woodland Herbs in Temperate Deciduous Forests. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. **35**(1), 583–621. DOI: 10.1146/annurev.ecolsys.35.021103.105708. ISSN 1543-592X.



WISTROM, B. A. BUSSE NIELSEN, B. KLOBUČAR a U. KLEPEC, 2015. Zoned selective coppice –A management system for graded forest edges. *Urban Forestry & Urban Greening*. Švédsko, **14**(1), 156–162.

## 9.2. Internetové zdroje

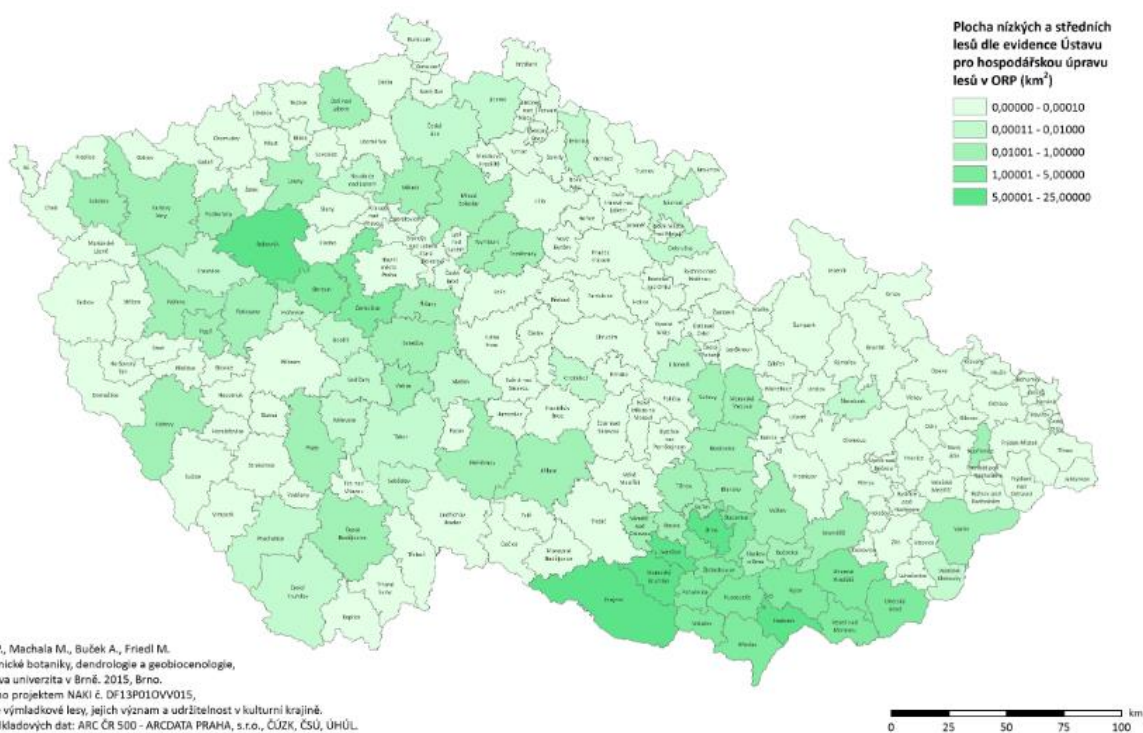
- (www1) Vrch Baba u Kosmonos. *Ústřední seznam ochrany přírody* [online]. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny, 2015 [cit. 2020-02-03]. Dostupné z: [https://drusop.nature.cz/ost/chrobjekty/zchru/index.php?SHOW\\_ONE=1&ID=515](https://drusop.nature.cz/ost/chrobjekty/zchru/index.php?SHOW_ONE=1&ID=515)
- (www2) GÜRTLEROVÁ, Pavla a Jaroslav VALEČKA. Databáze významných geologických lokalit: 2770. *Geologie a geologické mapy* [online]. Praha: Česká geologická služba, 2007 [cit. 2020-02-10]. Dostupné z: <http://lokality.geology.cz/2770>.
- (www3) Mapy Seznam. In: *Seznam* [online]. Praha: seznam, 2020 [cit. 2020-02-10]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=14.9415357&y=50.4571091&z=14&l=0&base=ophoto&q=pr%20vrch%20baba%20u%20kosmonosy>
- (www4) *Mezi stromy* [online]. Praha: UBK, 2020 [cit. 2020-02-14]. Dostupné z: [https://www.mezistromy.cz/slovník/les-nizkokmenný-\(nízký-vymladkový\)](https://www.mezistromy.cz/slovník/les-nizkokmenný-(nízký-vymladkový))
- (www5) DIVÍŠEK, Jan a Martin CULEK, 2013. Multimediální výuková příručka: 7.1.1 Měření alfa diverzity. PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA. *Biogeografie: Multimediální výuková příručka* [online]. 2. Brno: Geografický ústav, Masarykova univerzita [cit. 2020-04-06]. Dostupné z: [https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/prif/ps13/biogeogr\\_2/web/pages/index\\_book\\_7-1-1.html](https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/prif/ps13/biogeogr_2/web/pages/index_book_7-1-1.html)
- (www6) *Seznam evidence kontaminovaných míst* [online], 2019. Praha: ministerstvo životního prostředí [cit. 2020-06-04]. Dostupné z: <https://www.sekm.cz/portal/>
- (www7) Informace o pozemku, 2004. *Český úřad zeměměřičský a katastrální* [online]. Praha [cit. 2020-06-10]. Dostupné z: <https://nahliznidokn.cuzk.cz/ZobrazObjekt.aspx?encrypted=G4wmDVGufomkEWE->





## Současný výskyt nízkého a středního lesa

Správní obvody obcí s rozšířenou působností (ORP)

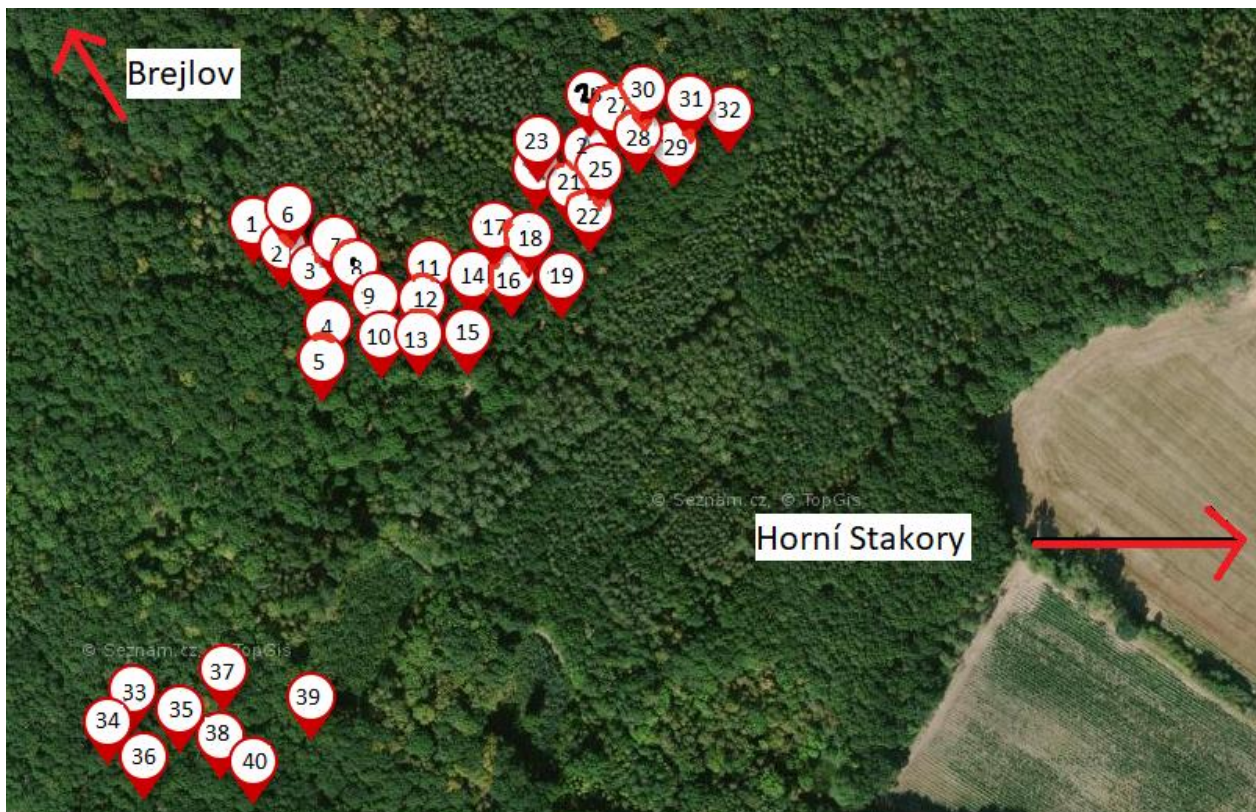


*Příloha 3: Mapa České republiky s vyznačenými oblastmi s výskytem středního a nízkého lesa, odstupňováno dle plošného zastoupení (zdroj: <http://fraxinus.mendelu.cz/vymladkovelesy/>).*



*Příloha 4: Přehledová ortofoto mapa s vyznačenými středy zkušních ploch, zaměřováno pomocí mobilní aplikace Field Area Measure Pro (odchylka  $\pm 8$  m) (podkladová vrstva [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)).*





*Příloha 6: Detailní ortofoto mapa se zakreslenými středy zkusných ploch, zaměřováno pomocí mobilní aplikace Field Area Measure Pro (odchylka  $\pm 8$  m) (podkladová vrstva [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)).*



*Příloha 5: geologická mapa s vyznačenými lokalitami, kde byla sbírána data 193 – vulkanit, 290 – sediment zpevněný (podkladová vrstva <http://lokality.geology.cz/2770> úprava Tereza Halašková).*





*Příloha 7: Interiér zkusné plochy č. 30 (Foto: Tereza Halašková 2019).*



**Příloha 8:** Nerezová kulatina s vybroušenými značkami s odstupem 5 cm  $d=120$  cm,  $\text{Ø}=8$  mm, k měření hloubky půdy (Foto: Tereza Halašková 2019).



**Příloha 9:** Detail špičky nerezové kulatiny s vybroušenými značkami s odstupem 5 cm,  $d=120$  cm,  $\varnothing=8$  mm, k měření hloubky půdy (Foto: Tereza Halašková 2019).





***Příloha 10:** Kovové síto s dvoumilimetrovými otvory a skleněný hmoždír s tloučkem k úpravě vzorků půdy (Foto: Tereza Halašková 2019.)*



***Příloha 11:** Měření pH, zleva: váha k měření navážky, kádinka (500 ml) a Petriho miska k čištění elektrody destilovanou vodou, pH metr, v kádinkách v zadní části fotky odstátý roztok navážky půdy a destilované vody (Foto: Tereza Halašková 2019.)*





*Příloha 12: Rentgenový přístroj Olympus VANTA XRF k měření obsahu prvků v půdě v laboratorním statickém provedení s analyzačním stolem a s připojeným notebookem (Foto: Tomáš Černý 2020).*



*Příloha 13: Detail analyzačního stolku rentgenového přístroje Olympus VANTA XRF s umístěnou navážkou půdy v epruvetě (Foto: Tomáš Černý 2020).*

zkratka	latinský název	český název	zkratka	latinský název	český název
Acercam1	<i>Acer campestre</i>	javor babyka	Mainbif	<i>Maianthemum bifolium</i>	pstroček dvoulistý
Querrob1	<i>Quercus robur</i>	dub letní	Melapra	<i>Melampyrum pratense</i>	černýš luční
Tilicor1	<i>Tilia cordata</i>	lípa srdčitá	Neotnid	<i>Neottia nidus-avis</i>	hlísník hnízdák
Acercam4	<i>Acer campestre</i>	javor babyka	Poanem	<i>Poa nemoralis</i>	lipnice hajní
Carpbet4	<i>Carpinus betulus</i>	habr obecný	Polymul	<i>Polygonatum multiflorum</i>	kokořík mnohokvětý
Cornsan4	<i>Cornus sanguinea</i>	svída krvavá	Primver	<i>Primula veris</i>	prvosenka jarní
Coryave4	<i>Corylus avellana</i>	líška obecná	Pulmobs	<i>Pulmonaria obscura</i>	plicník tmavý
Cratmon4	<i>Crataegus monogyna</i> agg	hloh jednosemenný agg.	Rubufru	<i>Rubus fruticosus</i> agg.	ostružiník křovitý agg.
Fagusyl4	<i>Fagus sylvatica</i>	buk lesní	Scronod	<i>Scrophularia nodosa</i>	krtičník hlízdnatý
Fraxexc4	<i>Fraxinus excelsior</i>	jasan ztepilý	Stelhol	<i>Stellaria holostea</i>	ptačinec velkokvětý
Querrob4	<i>Quercus robur</i>	dub letní	Tanacor	<i>Pyrethrum corymbosum</i>	řimbaba chocholičnaantá
Tilicor4	<i>Tilia cordata</i>	lípa srdčitá	Vaccmyr	<i>Vaccinium myrtillus</i>	brusnice borůvka
Anemnem	<i>Anemone nemorosa</i>	sasanka hajní	Verooofi	<i>Veronica officinalis</i>	rozrazil lékařský
Astrgly	<i>Astragalus glycyphyllos</i>	kozinec sladkolistý	Acercam7	<i>Acer campestre</i>	javor babyka
Bracsyl	<i>Brachypodium sylvaticum</i>	válečka lesní	Acerpla7	<i>Acer platanoides</i>	javor mléč
Camprot	<i>Campanula rotundifolia</i>	zvonek okrouhlostý	Betupen7	<i>Betula pendula</i>	bříza bělokorá
Caremon	<i>Carex montana</i>	ostřice horská	Carpbet7	<i>Carpinus betulus</i>	habr obecný
Caremur	<i>Carex muricata</i>	ostřice měkkoostenná	Cornsan7	<i>Cornus sanguinea</i>	svída krvavá
Cephdam	<i>Cephalanthera damasonium</i>	okrotice bílá	Coryave7	<i>Corylus avellana</i>	líška obecná
Clinvul	<i>Clinopodium vulgare</i>	klinopád obecný	Cratmon7	<i>Crataegus monogyna</i> agg.	hloh jednosemenný agg.
Convmaaj	<i>Convallaria majalis</i>	konvalinka vonná	Fagusyl7	<i>Fagus sylvatica</i>	buk lesní
Euphcyp	<i>Euphorbia cyparissias</i>	pryšec chvojka	Fraxexc7	<i>Fraxinus excelsior</i>	jasan ztepilý
Festrup	<i>Festuca rupicola</i>	kostřava žlábkovitá	Liguvul7	<i>Ligustrum vulgare</i>	ptačí zob obecný
Fragves	<i>Fragaria vesca</i>	jahodník měsíční	Prunavi7	<i>Prunus avium</i>	třešeň ptačí
Galibor	<i>Galium boreale</i>	svízel severní	Pyrupyr7	<i>Pyrus pyraster</i>	hrušeň polnička

Galiido	<i>Galium odoratum</i>	svízel vonný	Querrob7	<i>Quercus robur</i>	dub letní
Hedehel	<i>Hedera helix</i>	břečťan popínavý	Querrub7	<i>Quercus rubra</i>	dub červený
Hiermur	<i>Hieracium murorum</i>	jestřábník zední	Rosacan7	<i>Rosa canina agg.</i>	růže šípková
Hypeper	<i>Hypericum perforatum</i>	třezalka tečkovaná	Sorbauc7	<i>Sorbus aucuparia</i>	jeřáb ptačí
Impanol	<i>Impatiens noli-tangere</i>	netýkavka nedůtklivá	Sorbtor7	<i>Sorbus torminalis</i>	jeřáb břek
Lathnig	<i>Lathyrus niger</i>	hrachor černý	Tilicor7	<i>Tilia cordata</i>	lípa srdčitá
Lathver	<i>Lathyrus vernus</i>	hrachor jarní	Tilipla7	<i>Tilia platyphyllo</i>	lípa velkolistá
Lilimar	<i>Lilium martagon</i>	lilie zlatohlavá	Juglreg7	<i>Juglans regia</i>	orešák královský
			Ulmulae7	<i>Ulmus laevis</i>	jilm vaz

*Příloha 13: Popisná tabulka se zkratkami druhů užívanými v ordinačních diagramech, s úplnými odbornými názvy a s úplnými českými názvy dle Klíče ke květeně ČR (Kubát et al. 2002)*

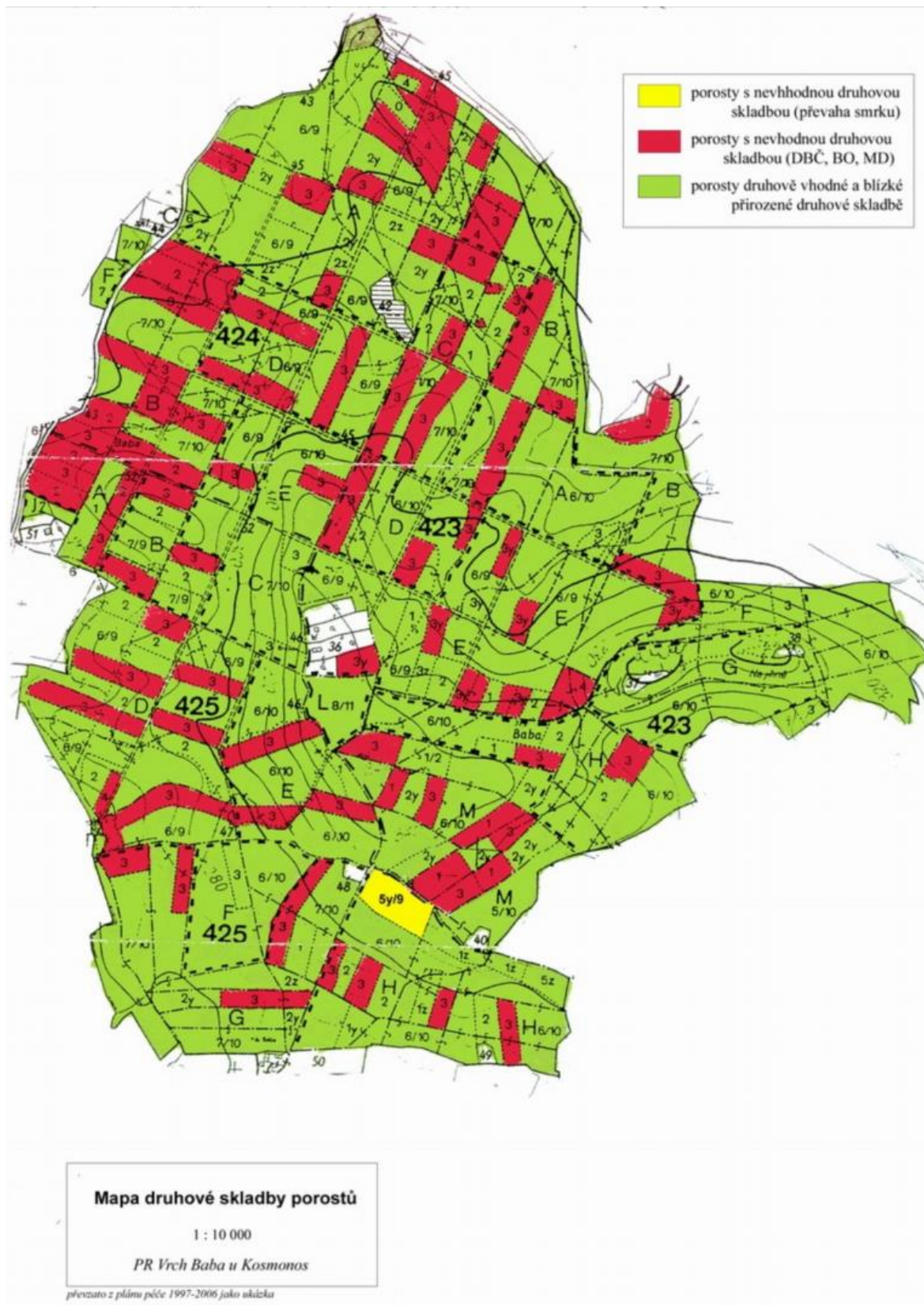
plot	catena	soil_mean	soil_median	slope	aspect	pH	nrsp_e2	nrsp_e1	nrsp_juv	Shannon_e1	Simpson_e1	PADIR	heatload	E_temp	E_cont	E_light	E_moist	E_react	E_nutr	cover_e3	cover_e1
1	5	15,8	14	7	140	4,95	5	6	9	1,642	0,5723	0,8763	0,8364	5,63	3,93	5,21	4,92	6,57	5,21	99	30,7
2	5	20	20	1	140	4,55	2	8	10	1,44	0,4912	0,8572	0,8515	5,87	4,07	5,45	4,55	6,43	4,71	90	28,4
3	4	18,7	18	2	170	4,24	4	5	6	1,154	0,4004	0,8645	0,8576	5,9	4,13	5,43	4,54	6,78	4,3	99	14,9
4	2	9,4	10	15	160	5,24	4	6	8	1,859	0,7177	0,9141	0,8496	5,63	4,48	5,46	4,78	6,3	4,7	95	39,6
5	2	16,1	16,5	8	120	4,86	4	6	9	2,178	0,7475	0,861	0,8101	5,57	3,77	5,26	4,57	6,47	4,75	65	26,2
6	5	20	19	5	160	4,47	4	7	6	1,343	0,4662	0,8779	0,8561	5,69	4,46	5,38	4,67	5,94	4,27	90	23,1
7	5	22,5	20	4	180	4,47	3	5	4	1,253	0,4682	0,8753	0,8655	5,56	4,88	4,82	5,08	5,79	4,93	85	16,7
8	4	13,1	13	9	130	5,26	4	10	4	1,542	0,5404	0,872	0,817	5,52	3,8	4,59	4,81	4,59	90	29,3	
9	2	23,5	22,5	13	140	4,69	3	6	4	1,31	0,5262	0,8894	0,8158	5,82	4,83	5,86	4,78	6,17	4,88	95	33
10	2	21,7	20,5	3	150	4,63	4	5	2	1,317	0,5175	0,8667	0,8514	5,82	4,79	5,94	4,29	5,46	3,82	70	19,4
11	3	13,6	13,5	10	180	5,18	4	10	7	1,749	0,6349	0,9031	0,8786	5,78	4,54	5,83	4,42	6,67	4,7	99	44,3
12	2	22,6	22	10	130	4,39	3	5	7	1,348	0,4882	0,8732	0,8122	5,67	4,32	6,11	4,68	6,6	5,11	90	27,1
13	2	17,8	17	12	110	4,30	1	6	5	1,206	0,4744	0,8451	0,7685	6	4,7	6,1	4,55	5,13	4,36	85	21,7
14	3	22,1	19	6	160	4,33	2	5	4	1,009	0,375	0,8822	0,8562	5,8	4,1	5,55	4,5	5,17	4,29	75	12,3
15	2	15,3	15	6	150	4,63	1	4	5	0,703	0,2534	0,8785	0,8479	5,71	3,88	6,6	4,17	5,75	5	99	11,4
16	2	13,3	9,5	13	160	4,61	1	7	4	1,128	0,4181	0,9082	0,8521	5,7	4,06	5,42	4,82	4,67	4,54	85	17,5
17	4	19,7	18,5	4	130	4,93	3	6	8	1,606	0,6664	0,8633	0,8388	5,87	2,55	4,29	5,67	6,08	6,52	75	50,4
18	4	25,4	20,5	10	150	4,65	1	2	5	0,573	0,2081	0,8919	0,8411	5,5	4,14	5,22	4,6	5,33	3,75	90	9,6
19	3	18,4	18	8	135	4,18	0	1	4	0,417	0,158	0,8749	0,8275	5,83	4,33	6,29	4,33	4	6	95	7,8
20	5	14,5	12,5	9	140	5,23	4	10	8	1,783	0,6809	0,8813	0,8301	5,75	4,69	5,81	4,56	6,5	4,81	99	58,3
21	4	26,6	27	4	135	4,22	0	3	3	0,54	0,2075	0,8655	0,8417	6	4,22	6,1	4,33	5,6	4,67	99	10,5
22	3	27,4	25,5	11	135	4,08	0	2	5	0,596	0,2234	0,8802	0,8152	5,75	3,6	5,42	4,75	5,4	5,29	92	11,4
23	5	16,8	15,5	4	150	5,57	4	7	9	1,534	0,5335	0,8708	0,8504	5,46	3,39	4,57	4,64	6,25	4,61	99	28,5
24	4	20,9	20	9	110	4,73	1	5	5	0,882	0,3204	0,8493	0,7917	5,6	4,2	5,44	4,83	5,7	4,85	99	15,8
25	3	31,4	30	6	130	4,19	0	3	1	0,417	0,1582	0,8673	0,8305	6	4,14	6	4,2	5,67	4,4	99	6,8
26	5	13,8	14	11	90	4,43	2	4	4	1,136	0,5427	0,8152	0,7502	5,55	4,65	4,9	4,96	5,31	4,25	99	45,6
27	4	17,8	19	5	125	4,99	2	8	6	1,54	0,6405	0,8625	0,8311	5,95	4,9	6,16	4,61	5,72	4,68	99	55,3
28	4	15	15	6	120	4,74	1	4	4	1,03	0,5165	0,8601	0,8219	5,93	5,54	6,52	4,89	6	5,22	99	43,9
29	3	17,8	18,5	13	170	4,17	1	2	5	0,64	0,2384	0,9131	0,8685	6	4,4	5,09	4,33	6,38	4,57	99	10,5
30	5	14,9	13,5	8	190	5,01	1	10	5	1,579	0,5803	0,8935	0,8824	5,84	4,38	5,11	4,56	5,92	4,36	99	38,3
31	3	13,6	13,5	10	225	5,00	3	7	5	1,3	0,4653	0,8786	0,9031	5,76	4	5,04	4,55	6,33	4,55	99	23,9
32	3	18,4	19	14	160	5,51	4	8	7	1,689	0,6657	0,9112	0,8509	5,38	3,12	3,44	4,89	6,22	4,58	99	55,7
33	1	17,1	15	9	235	5,53	5	6	8	1,823	0,6864	0,8668	0,8978	5,73	4,24	6,08	4,63	6,96	5	90	42,6
34	1	18,2	17	16	200	5,48	5	12	6	2,044	0,7248	0,9168	0,9123	5,43	3,54	5,05	4,52	6,66	4,36	75	34,1
35	1	11,3	9,5	4	220	5,31	4	6	8	1,984	0,7755	0,8675	0,8752	5,84	3,6	5,87	4,5	7,42	4,66	90	45,1
36	1	18,1	17,5	9	220	5,41	6	6	7	2,161	0,8074	0,8813	0,8986	5,3	3,08	4,6	4,87	6,46	5,03	85	51,6
37	1	13	12,5	20	220	5,56	5	6	8	1,504	0,5384	0,8971	0,935	5,46	3,21	4,57	4,68	6,59	4,85	99	26,3
38	1	18,3	17	17	190	5,82	3	8	7	1,688	0,6332	0,9256	0,9023	5,55	3,29	4,68	4,67	6,6	5	95	29,3
39	1	14,6	13,5	18	200	5,88	3	7	8	1,739	0,6862	0,9216	0,9166	5,24	2,61	3,74	4,81	6,43	4,87	95	59,3
40	1	17,1	15	12	210	5,41	3	7	7	1,727	0,6317	0,8976	0,9076	5,54	3,89	5,33	4,83	6,97	5,06	95	38,9

**Příloha 14:** Přehled základních proměnných dle jednotlivých zkusných ploch. Vysvětlivky: plot = číslo zkusné plochy, catena = svahová katéna, soil\_mean = modus měření hloubky půdy(cm), soil\_median = medián měření hloubky půdy (cm), slope = sklon (%), aspect = orientace ke světovým stranám (°), nrsp\_e2 = celkový počet druhů v keřovém patře, nrsp\_e1 = celkový počet druhů v bylinném patře, nrsp\_juv = celkový počet druhů semenáček, Shannon\_e1 = Shannonův index diverzity pro bylinné patro, Simpson\_e1 = Simpsonův index dominance pro bylinné patro, PADIR = dotace slunečního záření, heatload = dotace tepla, E\_temp = Ellenbergova indikační hodnota (dále EIH) pro teplotu, E\_cont = EIH pro kontinentalitu, E\_light = EIH pro světlo, E\_mois = EIH pro vlhkost, E\_react = EIH pro půdní reakci, E\_nutr = EIH pro náročnost na živiny, cover\_e3 = celková pokrývnost stromového patra, cover\_e1 = celková pokrývnost bylinného patra

plot	Ag	Al	As	Ca	Cr	Cu	Fe	Mg	Mn	Mo	Ni	P	Pb	Rb	S	Si	Sr	Th	Ti	U	V	Y	Zn	Zr	LE
1	0	3,26	0,002	0,32	0,008	0,002	1,82	0	0,05	0	0,0009	0	0,007	0,006	0,09	27,06	0,01	0,002	0,7	0,0003	0,01	0,002	0,007	0,03	66,63
2	0	2,96	0,002	0,22	0,004	0,002	1,42	0	0,01	0,0004	0	0	0,007	0,005	0,1	26,74	0,007	0,002	0,5	0	0,004	0,002	0,005	0,03	67,93
3	0	2,98	0,002	0,12	0,004	0,002	1,44	0	0,01	0,0004	0	0	0,007	0,005	0,1	26,69	0,008	0,002	0,5	0,0001	0,003	0,002	0,004	0,03	68,06
4	0,006	4,37	0,002	1,51	0,03	0,005	5,04	1,35	0,1	0,0002	0,008	0,03	0,005	0,005	0,05	24,20	0,03	0,002	1,3	0	0,03	0,002	0,01	0,04	61,91
5	0	2,93	0,002	0,18	0,005	0,002	1,45	0	0,03	0,0003	0	0	0,004	0,005	0,06	29,83	0,009	0,002	0,5	0,0002	0,01	0,002	0,005	0,04	64,89
6	0	2,78	0,002	0,05	0,007	0,002	1,45	0	0,01	0,0002	0,0007	0	0,006	0,005	0,1	28,47	0,008	0,002	0,6	0	0,01	0,002	0,005	0,03	66,49
7	0	2,67	0,002	0,14	0,008	0,003	1,80	0	0,02	0,0003	0,001	0	0,006	0,004	0,1	25,74	0,01	0,002	0,7	0	0,01	0,002	0,006	0,03	68,69
8	0,01	4,55	0,002	2,75	0,04	0,006	7,39	1,75	0,2	0	0,01	0,1	0,006	0,005	0,08	18,35	0,06	0,003	1,78	0	0,05	0,002	0,01	0,03	62,80
9	0,0006	3,25	0,002	0,17	0,02	0,003	2,67	0	0,05	0,0002	0,002	0	0,007	0,006	0,06	27,95	0,02	0,002	0,9	0	0,02	0,002	0,007	0,04	64,85
10	0	2,42	0,001	0,00	0,005	0,002	1,20	0	0,01	0,0003	0	0	0,004	0,005	0,06	30,52	0,007	0,002	0,5	0,0002	0,003	0,002	0,004	0,04	65,24
11	0,009	4,25	0,001	1,90	0,03	0,005	6,01	1,34	0,1	0,0000	0,009	0,05	0,006	0,005	0,03	23,69	0,05	0,003	1,63	0	0,04	0,002	0,01	0,04	60,76
12	0	2,86	0,002	0	0,007	0,002	1,50	0	0,02	0,0003	0	0	0,005	0,005	0,06	29,96	0,008	0,001	0,6	0,0002	0,01	0,002	0,005	0,04	64,94
13	0	2,80	0,002	0	0,005	0,002	1,20	0	0,01	0,0001	0	0	0,004	0,005	0,06	30,58	0,007	0,001	0,5	0,0003	0,004	0,002	0,004	0,04	64,77
14	0	2,43	0,001	0	0,003	0,002	0,91	0	0,01	0,0004	0	0	0,004	0,004	0,1	29,42	0,006	0,001	0,4	0,0001	0,003	0,002	0,003	0,03	66,60
15	0,002	3,47	0,002	0,09	0,01	0,003	2,65	0	0,05	0,0002	0,002	0	0,005	0,006	0,04	29,22	0,02	0,002	0,8	0,0004	0,02	0,003	0,007	0,04	63,54
16	0	2,87	0,001	0	0,004	0,002	1,25	0	0,01	0,0003	0	0	0,005	0,005	0,08	29,26	0,007	0,002	0,5	0	0,01	0,002	0,004	0,03	65,93
17	0	2,75	0,002	0,34	0,004	0,003	1,54	0	0,02	0,0004	0	0	0,008	0,004	0,2	23,33	0,008	0,002	0,5	0,0003	0	0,002	0,006	0,03	71,24
18	0	2,49	0,002	0,11	0,004	0,002	1,27	0	0,02	0,0004	0	0	0,005	0,005	0,1	27,90	0,007	0,002	0,5	0,0001	0,004	0,002	0,004	0,03	67,51
19	0	2,39	0,001	0	0,003	0,002	0,93	0	0,01	0,0003	0	0	0,004	0,004	0,08	30,33	0,006	0,001	0,5	0	0	0,002	0,003	0,03	65,73
20	0,005	3,99	0,002	1,65	0,03	0,005	5,47	0,78	0,1	0	0,009	0,05	0,006	0,005	0,1	19,23	0,04	0,002	1,33	0	0,03	0,002	0,01	0,03	67,07
21	0	2,08	0,001	0	0,004	0,002	1,02	0	0,01	0,0002	0	0	0,004	0,003	0,2	27,80	0,006	0,002	0,5	0,0002	0	0,001	0,004	0,02	68,41
22	0	2,66	0,002	0,02	0,001	0,002	1,26	0	0,01	0,0005	0	0	0,006	0,004	0,2	23,70	0,006	0,002	0,4	0,0001	0	0,001	0,006	0,02	71,64
23	0,008	3,95	0,002	2,74	0,04	0,005	6,57	0,85	0,1	0	0,01	0,2	0,004	0,005	0,07	18,92	0,05	0,002	1,76	0	0,04	0,002	0,01	0,03	64,61
24	0	2,59	0,002	0,31	0,010	0,002	1,67	0	0,04	0,0004	0	0	0,006	0,005	0,1	26,61	0,01	0,002	0,7	0,0002	0,01	0,002	0,006	0,03	67,87
25	0	2,55	0,001	0,23	0,000	0,002	1,00	0	0,02	0,0005	0	0,006	0,005	0,003	0,3	22,27	0,006	0,002	0,4	0,0001	0	0,001	0,005	0,02	73,17
26	0,0006	3,28	0,002	0,36	0,02	0,003	3,04	0	0,07	0,0003	0,002	0	0,007	0,006	0,08	26,98	0,01	0,002	0,9	0	0,02	0,002	0,008	0,03	65,15
27	0	2,91	0,002	0,34	0,000	0,002	1,53	0	0,03	0,0004	0	0	0,01	0,006	0,2	24,64	0,008	0,002	0,5	0,0003	0	0,002	0,005	0,03	69,85
28	0	2,67	0,002	0,49	0,004	0,003	1,78	0	0,03	0,0006	0,0004	0,03	0,007	0,005	0,3	21,36	0,009	0,003	0,5	0,0002	0,01	0,002	0,007	0,03	72,78
29	0	2,80	0,002	0,18	0,004	0,002	1,74	0	0,02	0,0003	0	0	0,01	0,004	0,2	23,27	0,009	0,002	0,5	0,0002	0,003	0,002	0,006	0,03	71,19
30	0	2,92	0,002	0,68	0,02	0,004	3,34	0	0,08	0,0003	0,004	0	0,006	0,005	0,1	24,81	0,02	0,002	1,09	0	0,02	0,002	0,009	0,04	66,83
31	0,006	3,79	0,002	2,07	0,04	0,005	6,46	1,70	0,1	0	0,01	0,1	0,007	0,004	0,1	18,91	0,04	0,002	1,82	0	0,04	0,002	0,01	0,03	64,71
32	0,009	4,16	0,002	3,05	0,04	0,006	7,06	1,77	0,2	0	0,01	0,2	0,005	0,005	0,07	16,34	0,05	0,003	1,85	0	0,04	0,002	0,01	0,03	65,11
33	0	4,52	0,002	1,20	0,009	0,004	3,21	0,57	0,05	0	0,005	0	0,006	0,008	0,1	21,22	0,02	0,002	0,6	0	0,02	0,002	0,01	0,02	68,40
34	0	5,01	0,002	1,00	0,007	0,003	2,90	0,4	0,05	0	0,003	0	0,008	0,01	0,1	20,99	0,02	0,002	0,5	0	0,02	0,002	0,01	0,02	68,95
35	0,0004	4,71	0,002	1,91	0,02	0,004	4,00	1,24	0,06	0	0,006	0,03	0,008	0,008	0,2	15,60	0,02	0,002	0,6	0	0,02	0,002	0,01	0,02	71,48
36	0	5,62	0,002	1,10	0,008	0,003	3,42	0,8	0,05	0	0,004	0	0,009	0,01	0,1	18,72	0,02	0,002	0,5	0,00008	0,02	0,002	0,01	0,02	69,58
37	0,006	5,12	0,002	2,68	0,02	0,006	6,00	1,62	0,1	0	0,01	0,04	0,007	0,005	0,1	16,39	0,04	0,002	1,14	0	0,03	0,002	0,01	0,02	66,63
38	0	4,96	0,002	1,80	0,01	0,004	4,03	0,4	0,07	0	0,006	0,01	0,008	0,008	0,1	17,41	0,02	0,002	0,7	0,0002	0,02	0,002	0,01	0,02	70,34
39	0,002	5,05	0,002	2,22	0,02	0,005	4,85	1,40	0,08	0	0,01	0,01	0,007	0,007	0,1	15,85	0,03	0,001	0,8	0	0,02	0,002	0,01	0,02	69,48
40	0	4,67	0,002	1,36	0,009	0,004	3,29	0	0,07	0	0,005	0	0,007	0,009	0,1	18,62	0,02	0,002	0,6	0,0001	0,02	0,002	0,01	0,02	71,13

*Příloha 16: Přehled rentgenové prvkové analýzy. Vysvětlivky: plot = číslo zkusné plochy, Ag – Zr značky prvků dle periodické tabulky, LE = light elements (prvky lehčí než hořčík). Hodnoty koncentrací prvků jsou uvedeny v procentech*





**Příloha 18:** Mapa druhové skladby porostů rozlišené dle vhodnosti a původnosti dřevinné skladby. Vysvětlivky: žluté zbarvení – porosty s nevhodnou druhovou dřevinnou skladbou (převaha smrku), červené zbarvení – porost s nevhodnou dřevinnou skladbou (DBČ, MD, BO), zelené zbarvení – porosty druhově vhodné a přirozené druhové skladbě (Petříček 2005)