

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta lesnická a dřevařská**

**Katedra ekologie lesa**



**Fakulta lesnická  
a dřevařská**

**Ovlivnění druhové skladby cévnatých bylin  
dominantou stromového patra v modelové oblasti  
Labských pískovců**

**Bakalářská práce**

**Nela Gistrová**

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

**2023**

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Nela Gistrová

Lesnictví

Ochrana a pěstování lesních ekosystémů

Název práce

**Ovlivnění druhové skladby cévnatých bylin dominantou stromového patra v modelové oblasti Labských pískovců**

Název anglicky

**Effect of tree layer dominant species on the plant composition of forest understory in the Labské pískovce sandstones as a modelled region**

### Cíle práce

Kulturní výsadby jehličnatých dřevin nemusí nutně působit ochuzování druhové bohatosti bylinného patra, jak může vyplývat z obecných ekologických mechanismů (ochuzování půdy o báze, zhoršený vodní režim půdy, snížení schopnosti klíčit pro řadu bylin pod.). Druhová bohatost není pouze odrazem fyzikálně-chemických vlastností substrátu, ale podílí se na ní také další mechanismy, jako je celková druhová zásoba zkoumané oblasti, interakce zvěře, predispozice jednotlivých druhů k šíření, topografické parametry apod. Z důvodů značné komplexity biotických a abiotických faktorů je tudíž důležité provádět výzkum na různých typech stanovišť a v rozdílných geografických oblastech, aby bylo možno formulovat obecnější závěr. Tato práce přispěje do současných znalostí ohodnocením skladby a diverzity bylinného patra v porostech listnáčů a v jehličnatých kulturách, zkoumaných v západní části Labských pískovců. Jako pracovní hypotéza je formulován teoretický předpoklad, že jehličnaté kulturní porosty ochuzují diverzitu cévnatých rostlin v porovnání s polopřirozenými porosty listnáčů ve zkoumané oblasti.

### Metodika

Ve zkoumaném území v Ústeckém kraji se vyznačují ve 4.–6. lesním vegetačním stupni sousedící porosty s dominancí jehličnaté a listnaté dřeviny (nejlépe buku). Většina ploch by měla být lokalizována ve 4. a 5. LVS). V každém porostu se vytýčí po jedné zkusné čtvercové ploše o rozměru 15x15 m, kde se provede úplný vegetační zápis metodou Curyško-Montpelliérské školy s rozlišením pater (stromové, keřové, bylinné, mechové). Obě plochy ve dvojici by měly být vzdálené max. 300 metrů, aby se minimalizoval vliv lokálních odlišností. Bude vybráno celkem 20 dvojic porostů, každá plocha bude zaměřena pomocí GPS přijímače. Výsledné floristické složení bude testováno dvouvýběrovým t-testem. Doplnkově bude moci být testován vliv korunového zápoje na bohatost bylinného patra, případně též vliv horninového podloží (v území se nalézají křemenné pískovce, jílovce, prachovce a slepence).

Harmonogram zpracování:

jaro–léto 2021: rešerše literatury, výběr dvojic lesních porostů, terénní sběr vegetačních dat

podzim 2021: digitalizace terénních dat, konzultace při dourčování obtížných taxonů z nasbíraných herbářových položek

zima 2021/2022: zpracování digitalizovaných dat, statistické analýzy, editace textové části práce

jaro 2022: Dokončení bakalářské práce



### Doporučený rozsah práce

Předpokládá se rozsah textu v délce 25-50 normostran (řádkování 1,5, bez příloh)

### Klíčová slova

Labské pískovce, bučiny, listnaté porosty, jehličnaté porosty, fytoecologické snímky, bylinné patro, stromové patro, diverzita

---

### Doporučené zdroje informací

- Augusto L., Dupouey J-L. & Ranger J. (2003): Effects of tree species on understory vegetation and environmental conditions in temperate forests. – *Annals of Forest Science* 60: 823–831.
- Barbier S., Gosselin F. & Balandier P. (2008): Influence of tree species on understory vegetation diversity and mechanisms involved – A critical review for temperate and boreal forests. – *Forest Ecology and Management* 254: 1–15.
- Ewald J. (2000): The influence of coniferous canopies on understory vegetation and soils in mountain forests of the northern Calcareous Alps. – *Applied Vegetation Science* 3: 123–134.
- Hejdová M. (2010): Diverzita vegetace přirozených listnatých lesů a jehličnatých kultur v Chříbech. – Ms., 60 p. [Dipl. práce; depon. in: Knihovna PřF, Ústav Bot. Zool., MU, Brno]
- Jahodová Š. (1996): Srovnání bylinného patra přirozených bučin a náhradních smrčin v Krkonoších. – Ms., 12 p. [Bakal. práce; depon. in: Knihovna Biologické fakulty JČU, České Budějovice]
- Máliš F., Ujházy K., Vodálová A., Barka I., Caboun V. & Sitková Z. (2012): The impact of Norway spruce planting on herb vegetation in the mountain beech forests on two bedrock types. – *European Journal of Forest Research* 131: 1551–1569.
- Nič J. & Tóbis Š. (2011): Effect of the first generation of spruce on ground vegetation. – *Beskydy* 4: 119–126.
- Simmons E.A. & Buckley G.P. (1992): Ground vegetation under planted mixtures of trees. – In: Cannell M.G.R., Malcolm D.C. & Robertson P.A. [eds]: *The ecology of mixed-species stands of trees*. – Blackwell, Oxford, pp. 211–232.
- Tůmová T. (2018): Druhové složení a diverzita cévnatých rostlin bučin a kulturních smrčin na Ještědském hřebetu. – Ms., 43 p. + přílohy. [Bakal. práce, Depon. in: Knihovna ČZU, Praha-Suchdol]
- Zítková I. (2014): Srovnání druhového složení a diverzity cévnatých rostlin a mechrostů polopřirozených lesů a kulturních smrčin. – *Zprávy Čes. Bot. Společ.* 49: 273–295.

---

### Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FLD

### Vedoucí práce

Mgr. Tomáš Černý, Ph.D.

### Garantující pracoviště

Katedra ekologie lesa

---

Elektronicky schváleno dne 4. 5. 2021

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

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 28. 7. 2021

**prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 03. 04. 2023

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Ovlivnění druhové skladby cévnatých bylin dominantou stromového patra v modelové oblasti Labských pískovců" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 5. dubna 2023

Gistrová Nela

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala především vedoucímu mé bakalářské práce Mgr. Tomáši Černému, Ph.D. za odborné konzultace a pomoc se zpracováním výsledků a kontrolu práce. Chtěla bych poděkovat i Bc. Elišce Jagošové a všem svým blízkým, kteří mi během práce asistovali, jak při sběru dat, tak s pozdějším určováním některých rostlinných druhů. Nakonec velice děkuji Bc. Jiřímu Chuchlíkovi a Bc. Janu Zrnovskému za (ne)odborné konzultace se zpracováním a formálními záležitostmi bakalářské práce a pomoc se zpracováním části výsledků.

# Abstrakt

Tato bakalářská práce pojednává o vlivu dominanty stromového patra na druhovou skladbu cévnatých rostlin v podrostu polopřirozených listnatých lesů a jehličnatých kulturních smrčin. Již mnohé výzkumy se zabývaly danou problematikou, častokrát autoři dosáhli velice rozdílných výsledků. Porosty ovlivňuje celá řada environmentálních proměnných, jednak stromové patro, horninové podloží, pH půdy, nadmořská výška, lesní vegetační stupeň a mnoho dalších. Kvůli jisté mnohotvárnosti biotických a abiotických faktorů je důležité provádět výzkum v co nejširším rozsahu stanovišť, za různých přírodních podmínek. Oblast Labských pískovců skýtá celou řadou zvláštností, na poměrně malém území se vyskytuje několik různých biotopů, v různých nadmořských výškách, taktéž se zde vyskytují porosty s přirozeným výskytem smrku. Tato studie přispívá výsledky do současných znalostí ohodnocování druhového složení a diverzity bylinné vegetace ve smrčinách a bučinách.

Fytocenologické snímky byly pořízeny na přelomu června a července v roce 2022, data byla nasbíraná převážně z pátého a šestého vegetačního stupně, menší část ze čtvrtého. Porovnávalo bylo 20 párů vytypovaných čtvercových ploch o velikosti 15 m × 15 m do maximální vzdálenosti 300 m mezi sebou. Zkoumán byl rozdíl vlivu listnatých (bukových) a jehličnatých (smrkových) porostů na rostlinou vegetaci. Pomocí devítičlenné Braun-Blanquetovy stupnice abundance byla hodnocena pokryvnost druhů. Následně se k zhodnocení floristických dat použily programy JUICE, k přiřazení Ellenbergových indikačních hodnot a vytvoření synoptické tabulky a CANOCO 5 pro zhotovení ordinačních diagramů pomocí přímých a nepřímých analýz.

Významně se projevil vliv stromové dominanty a gradient živin na roztržení vegetace. Nadmořská výška a tepelný požitek naznačovaly trend o zvyšujícím se počtu druhů směrem k větším výškám a teplejšímu prostředí. Nebylo prokázáno ochuzování druhové bohatosti cévnatých bylin ve spojitosti se smrčinami, spíše jako rozdílné druhové zastoupení.

**Klíčová slova:** Labské pískovce, bučiny, listnaté porosty, jehličnaté porosty, fytocenologické snímky, bylinné patro, stromové patro, diverzita

# Abstract

This bachelor thesis deals with the influence of tree dominant on the species composition of vascular plants in the understory of semi-natural deciduous forests and coniferous cultural spruces. Many studies have already addressed this issue, often with very different results. The stands are influenced by a number of environmental variables, such as tree cover, subsoil, soil pH, altitude, forest vegetation stage and many others. Because of the multiplicity of biotic and abiotic factors, it is important to carry out research in the widest range of habitats and under different natural conditions as possible. The area of the Elbe Sandstones offers a number of peculiarities, with several different habitats occurring in a relatively small area, at different altitudes, and stands of naturally occurring spruce. This study contributes results to the current knowledge of the assessment of species composition and diversity of herbaceous vegetation in spruce and beech forests.

Phytocenological images were taken between late June and July in 2022, data were collected mostly from the fifth and sixth vegetation stages, with a smaller proportion from the fourth. Twenty pairs of selected 15 m × 15 meters square plots were compared up to a maximum distance of 300 m between each other. The difference in the effect of deciduous (beech) and coniferous (spruce) stands on vegetation was compared. Species cover was evaluated using a nine-point Braun-Blanquet abundance scale. Subsequently, the programs JUICE was used to evaluate the floristic data, to assign Ellenberg indicator values and create a synoptic table, and CANOCO 5 was used to formulate ordination diagrams using direct and indirect analyses.

The effect of tree dominance and nutrient gradient on vegetation distribution was significant. Elevation and the Heat load index (weather factors) indicated a trend of increasing species numbers towards higher elevations and warmer environments. There was no evidence of depletion of vascular plant species richness in association with spruce stands, rather as a difference in species richness.

**Keywords:** Elbe sandstone, beech forests, hardwood forests, coniferous forests, phytocenological images, herb layer, tree layer, diversity



# Obsah

<b>1 Úvod.....</b>	<b>10</b>
<b>2 Literární rešerše .....</b>	<b>11</b>
2.1 Vztah mezi druhovou skladbou stromového patra a ekologickými atributy lesního společenstva .....	11
2.2 Charakteristika zkoumané oblasti – Labské pískovce .....	14
2.3 Geomorfologie .....	15
2.4 Hydrologie.....	16
2.5 Pedologie .....	16
2.6 Klima .....	16
2.7 Fytogeografie .....	17
2.8 Flora .....	18
2.9 Fauna.....	19
2.10 Chráněná území .....	20
<b>3 Metodika .....</b>	<b>21</b>
3.1 Práce v terénu.....	22
3.2 Práce s daty.....	24
<b>4 Výsledky .....</b>	<b>28</b>
4.1 Ordinační analýzy .....	31
4.2 Synoptická tabulka.....	40
<b>5 Diskuze .....</b>	<b>42</b>
<b>6 Závěr.....</b>	<b>45</b>
<b>7 Citace .....</b>	<b>46</b>
7.1 Literatura.....	46
7.2 Internetové zdroje .....	49
<b>8 Seznam použitých zkratk a symbolů .....</b>	<b>50</b>
<b>9 Přílohy .....</b>	<b>51</b>

# 1 Úvod

Již po několik let je problematika druhového složení cévnatých rostlin pod stromovými dominantami předmětem diskuze v akademických kruzích. V minulosti byly na toto téma prováděny mnohé výzkumy, avšak častokrát přichází s rozporuplnými a protichůdnými výsledky. Porovnávání druhového složení probíhalo v různých zemích, na různých typech stanovišť. V německém temperátním lese Wulf & Naaf (2009) sledovali rozdíly v listnatých lesích, zejména dubových zimních, dubových letních, bukových, ale také v porostech s převahou lípy nebo habru. Jejich předkládané výsledky vysvětlují vliv stromových dominant na kvalitu opadu, tvorbu humusových vrstev a také na míru světelného záření prostupující do porostu, která je ovlivněna hustotou korunového zápoje. Hustý korunový zápoj buku snižoval míru přísunu světla a ochuzoval tak biodiverzitu bylinného patra.

Předmětem srovnání velice často byly porosty monokulturně vysazovaných smrčín oproti přirozeným listnatým, zejména bukovým porostům. Opad stromového patra má značný vliv na půdu a její pH (Hagen-Thorn et al. 2004; Fabiánek et al. 2009). Souvislost vysazovaných smrčín s půdním chemismem spočívá hlavně v překyselení a ochuzování půdních vrstev vlivem velice kyselého opadu smrkových jehlic. Výzkum od Zývalové (2017) porovnával pH mezi bukem a smrkem, přičemž bylo prokázáno celkově nižší pH právě ve smrčinách. Stejného výsledku dosáhla i Jahodová (1996), která laboratorními testy zjistila nízké pH ve smrčinách a jeho negativní vliv na bohatost cévnatých rostlin. S tím se ztotožňují i Augusto et al. (2003), kteří udávají nejvyšší poměr C:N v nadložních humusových vrstvách u smrku a borovice, přičemž dřeviny s nejvyšším poměrem uhlíku k dusíku mají zároveň nejhůře rozložitelný opad. Stejně tak uvádí Špulák & Kacálek (2011), že pod smrkovými porosty se nejvíce akumuluje kyselý opad, ten zpomaluje dekompozici a ochuzuje tím půdu o důležité báze.

Druhovou diverzitu cévnatých rostlin a půdu ovlivňuje řada faktorů, které je třeba brát v potaz. Záleží především na typu horninového podloží, průměrné roční teplotě, úhrnu srážek, lesním vegetačním stupni, původní rostlinné vegetaci a schopnosti jednotlivých druhů k šíření (Hadač & Sofron 1980; Máliš et al. 2010). Záleží však také na vedlejších faktorech, jako například způsob hospodaření v porostu a vliv zvěře (Barbier et al. 2008).

Z důvodu jisté komplexity biotických a abiotických faktorů je tedy podstatné provádět šetření na nejrůznějších stanovištích za nejrůznějších přírodních podmínek. Ve zkoumané oblasti západní části Labských pískovců, se místy přirozeně vyskytuje smrkobukový vegetační stupeň, kyselé chudé půdy na pískovcovém, jílovcovém a prachovcovém podloží. Tato studie by mohla přispět svými výsledky do současných znalostí ohodnocování druhového složení a diverzity bylinné vegetace v porostech polopřirozených listnáčů a jehličnatých vysazovaných monokultur. Jako pracovní hypotéza je vyvozen předpoklad, že jehličnaté kulturní porosty značně ochuzují biodiverzitu rostlinných společenstev.

## 2 Literární rešerše

### 2.1 Vztah mezi druhovou skladbou stromového patra a ekologickými atributy lesního společenstva

Jedna ze studií zkoumající vliv stromových druhů s rozdílným listovým opadem a korunovým zápojem na bylinné patro poukazuje na odlišnou bohatost biodiverzity cévnatých rostlin v různých typech porostů. Průzkum byl prováděn ve smíšeném listnatém temperátním lese v Německu, byly porovnávány rozdíly mezi porosty zejména buku lesního a dubu letního i zimního, u habru a lípy nebyly prokázány signifikantní korelace pro vyvození dostatečných výsledků. Šetření říká, že buk a dub vykazují kvalitní listový opad a způsobují tak vysokou míru Ol a Of horizontů půdy. Zároveň hustý korunový zápoj buku snižuje druhovou biodiverzitu bylinných druhů nedostatkem světla, u dubu se vyskytovala větší druhová bohatost indiferentních druhů, úzce vázaných na les (Wulf & Naaf, 2009).

*„Flóru daného území lze studovat a analyzovat s respektem na proměnlivé biologické a ekologické charakteristiky.“ – Petr Pyšek*

Výzkum, jenž se věnoval rozdílům a vztahům mezi bohatostí biodiverzity u listnatých polopřirozených a jehličnatých hospodářských porostů poukazuje na častou domněnku o nižší diverzitě v podrostu jehličnatých lesů. Hospodářské lesy jsou převládajícím prvkem v lesích mírného pásu, jedná se zejména o boreální lesy, jež jsou jehličnaté a typické především pro severní části zeměkoule hlavně na Sibiři a v Kanadě, mající jen velmi malou příměs listnatých odolných dřevin (Barbier et al., 2008). Barbier et al. (2008) ve své rešerši poukazuje i na rozporuplnost výsledků, zjištěných v předešlých studiích porovnávající bylinou vegetaci pod různými stromovými dominantami. Zmiňuje i fakt, že je třeba brát v potaz taky další faktory, jako je způsob hospodaření v porostu, lokální charakteristiky prostředí, místní úhrn srážek, průměrná teplota a ostatní rysy porostu, jenž silně ovlivňují jejich druhovou diverzitu, ty jsou často ve studiích opomíjeny.

Smrk je nejvysazovanější hospodářská dřevina v České i Slovenské republice (Štefančík, 2020). Lze se s ním setkat už téměř ve všech lesních ekosystémech, v přirozených porostech smrku, v lesích, kde se původně nevyskytuje ale jedná se o druhy s obdobným charakterem, a i na místech se zcela jinými přírodními podmínkami a druhovým složením. Dříve se často vysazoval jako monokulturní porost, dnes se již více vyskytuje smíšen s druhou nejčastější dřevinou bukem lesním, tento trend můžeme pozorovat hlavně kvůli důsledku klimatických změn a jejich dopadů na naši planetu, např. kůrovcové kalamity, bouřlivé větry, sucho (Klimo et al., 2000; Vacek & Matějka, 2010; Putalová et al., 2019).

Do jaké míry smrkové monokultury ovlivní původní keřové a bylinné patro závisí na několika faktorech. A sice je to kvalita substrátu, pedologické a hydrologické podmínky, nadmořská výška, orientace a svah terénu nebo stáří porostu. Záleží také na jakých místech se smrk vysazuje, pokud se nová smrková monokultura bude nacházet na stanovištích s původní jinou dřevinou, bude na to bylinný podrost reagovat odlišně, než pokud se monokultura vysadí na stanovišti smrku přirozeném (Hadač & Sofron 1980).

Nejvýraznější změny v bylinném patře lze pozorovat právě v souvislosti s vysazováním plantáží smrku (*Picea abies*). Smrk je druh, který dokáže růst na nejrůznějších půdních podkladech a v různých klimatických podmínkách, není náročný na živiny a dobře snáší velké zastínění, mnohdy tak vznikají husté tmavé porosty. Kyselé vlhké půdy s pH na rozmezí 4-5 jsou pro něj ideální (Kubát & Hrouda 2002).

V analýze prováděné Bc. Janou Zývalovou (2017) v rámci diplomové práce na téma: Vliv buku lesního a smrku ztepilého na zastoupení nízkomolekulárních organických kyselin a složení mikrobiálních společenstev v lesních půdách, byly zjištěny značné rozdíly z odebraného vzorku půd v bukovém a smrkovém porostu. Průměrná koncentrace nízkomolekulárních organických kyselin v bučinách se pohybovala kolem 492  $\mu\text{mol kg}^{-1}$  a ve smrčinách  $\mu\text{mol kg}^{-1}$ , rozdíly byly i v zastoupení organických kyselin. Je známo, že jehličnaté dřeviny, zejména smrk má nejméně kvalitní, na živiny nejchudší opad a nejhůře rozložitelný. Ukazatelem zmíněného trendu je poměr uhlíku ku dusíku či ligninu ku dusíku (Fabiánek et al. 2009; Knops et al. 2002; Prescott & Grayston 2013; Swift et al. 2002; Taylor et al. 1989).

Augusto et al. (2003) ve své studii zjistili nejvyšší poměr C:N v zemině a znatelně nižší poměr C:N v hlubších vrstvách půdy u smrku a borovice než u listnatých dřevin. Platí, že čím vyšší poměr, tím hůř se opad rozkládá a je méně kvalitní. Existují i studie porovnávající opad listnatých stromů a výsledky jasně naznačují nejméně kvalitní opad u buku lesního *Fagus sylvatica* oproti lípě a jasanu (Langenbruch et al. 2012).

Hagen-Thorn et al. (2004) uvádějí kvalitu opadu jako důležitý faktor pro tvorbu kvalitních organických půdních horizontů na daných stanovištích. Nejvíce naakumulované organické hmoty je právě na místech s dřevní dominantou smrku, jehož kyselý opad vede uvolňování velkého množství organických kyselin, pomalejší dekompozici a zpomalování zpětnému vracení důležitých báží do půdy a následně pak k nekvalitnímu vytváření humusových forem (Špulák & Kacálek 2011).

Vacek & Matějka (2010) věnovali svůj výzkum stavu a vývoji fytoocenózy na zkušných plochách porostlých smrkem, bukem a bukem se smrkem v Krkonoších. Na všech plochách došlo v průběhu let ke změnám druhového složení, k vymizení některých druhů a k významnému poklesu druhové diverzity patra bylinného a nejvíce mechového. Průměrný pokles diverzity se pohyboval mezi 31 až 43 %. V bukových a smíšených porostech došlo k 27% úbytku. Ve smrkových porostech, kde nedocházelo k úbytku porostu, bylo pozorováno spíše kolísání druhové bohatosti s minimem v roce 1995. Ve smrčinách, ve kterých zároveň nastala částečná ztráta porostu, nebyl vyzorován celkový úbytek bylinné bohatosti, přičemž ale došlo ke změnám a snížení počtu druhů v mechovém patře.

Na slovenských Veporských vrchách bylo studováno, jak smrk ztepilý ovlivňuje bylinnou vegetaci v lesních společenstvech čistě bukových, smíšených se smrkem pod 50 procent a za účasti smrku nad 50 procent. Bylinný podrost se různil podle typu zkoumaného stanoviště, přičemž nejpočetnější skupinou se ukázala být poslední se zastoupením smrku ztepilého (*Picea abies*) nad 50 %, nejméně početnou skupinou byla stanoviště čistě buková. Bylinný podrost ve smrčinách byl bohatý obzvláště na druhy typické na smrkových stanovištích, jako jsou acidofyty, mělce kořenicí rostliny. Smíšený porost, ovlivněn dominantou buku a početným zastoupením smrků byl druhově nejbohatší, nejvyrovnanější s nejvyšším indexem biodiverzity (Máliš et al. 2010).

Naproti tomu Barbier et al. (2008) zmiňují, že nejvyšší biodiverzita bylinného patra se nachází téměř vždy pod jednodruhovými porosty, ne ve smíšeném porostu. Také zmiňuje silný a důležitý vliv skladby a složení stromového patra na podrostní vegetaci, ta mění dostupnost zdrojů jako je světlo, voda, živiny v půdě nebo fyzikální vlastnosti hrabanky. Ewald (2000) popisuje výraznou druhovou bohatost a pokryvnost mechového patra pod smrkovými porosty, mimo to celková druhová bohatost a pokryvnost podrostu se výrazně nelišila mezi listnatými a jehličnatými lesy.

## 2.2 Charakteristika zkoumané oblasti – Labské pískovce

Zkoumaná oblast Labské pískovce je alternativní označení pro geomorfologický celek Děčínská vrchovina. Nachází se na severovýchodní hranici České republiky, kde přesahuje až do Německa a navazuje na svůj protějšek s tradičním názvem Saské Švýcarsko. Děčínská vrchovina patří do Přírodní lesní oblasti č. 19 Lužická pískovcová vrchovina. Dvě zkoumané vybrané plochy sousedí s PLO 19, fakticky už ale náleží Přírodní lesní oblasti 1 Krušné hory. Obě oblasti spadají pod geomorfologickou oblast Krušnohorská hornatina jako součást provincie Česká Vysočina (Mansfeld 2022; www1).

Lužická pískovcová oblast je kompaktní oblast tvořená souvislými lesními komplexy. Rozdělena je údolím Labe na základní části. Levobřežní část je Sněžnická hornatina a pravý břeh Labe tvoří Růžovská vrchovina. Směrem na východ se nacházejí Jetřichovické stěny, Lužické hřbety, Saské Švýcarsko a Kytlická hornatina. Na severovýchodě vrchovina sousedí s Mosteckou pánví, na východě s Lužickými horami a jižní hranice sdílí s Českým středohořím. Tradiční, spíše turisticky zažitý název popisované oblasti je Českosaské Švýcarsko (www9).

Česká část se rozléhá v Ústeckém kraji z velké části po okrese Děčín u obcí od západu na východ: Libouchec, Tisá, město Jílové a podél Jílovského potoka, město Děčín, Nový Bor a Varnsdorf, což jsou hlavní sídelní jednotky. Zejména severovýchodní část města Děčín utváří pás přírodní oblasti táhnoucí se podél Dolního, Středního a Horního Žlebu na levém břehu a Labské stráni na břehu pravém protékající řeky Labe. Dál se táhne na východ až k městu Česká Kamenice a Chřibská, kde jsou hranice Děčínských vrchů. Vybrané plochy se nachází pouze mezi Tisou a levým břehem Labe. Nejvyšším vrcholem oblasti je stolová hora Děčínský Sněžník (723 m n.m.), další významné elevace jsou Ostroh, Mariina skála, Růžovský vrch, Mrchoviště, Vrásník, Okrouhlík nebo Vidlák. Často se vyskytují i rozsáhlé skalní masivy jako Tiské stěny, Bürschlické stěny, Rajecké skály, Volské kameny, Ostrovské skály, Muří skály a skalní stěny tyčící se nad vlastním tokem Labe, Labské stěny (Bauer et al. 2012; www1; www4).

Raritou tohoto území jsou jeho hluboce zarytá údolí až kaňony, stolové hory, skalní pískovcová města, skalní věže, brány a mosty, rokle (Cílek et al. 2007).

Přírodní lesní oblast 19 je pátá nejmenší oblast v ČR, zároveň má však jednu z největších lesnatostí. Hojná část lesů Lužické vrchoviny spadá do lesů zvláštního území, zhruba 39 %, z čehož 21 % tvoří lesy Národního parku a Národní přírodní rezervace, důsledkem toho je tak značné omezení hospodaření v lesích. Předmětem ochrany jsou hlavně jedinečné pískovcové útvary a k nim spjatý biotop, nejznámějším úkazem je Pravčická brána, nesoucí status národní přírodní památky. Jedná se mimo jiné i o významnou ptačí oblast v rámci sítě Natura 2000, chránící druhy ptáků, jako jsou výr veliký, sokol stěhovavý, čáp černý, tetřívka obecná a další (Mansfeld et al. 2022; www2).

Za posledních 30 let byly ekosystémy Děčínské vrchoviny ovlivněny a poznamenány mnoha nepříznivými okolnostmi, historicky zejména imisní kalamitou, která zvláště silně zasáhla sousedící Krušné hory (Mansfeld et al. 2022). Dalším negativním faktorem je kůrovec smrkový (*Ips typographus*), zužující celou Českou republiku, a v Lužické pískovcové vrchovině mající 95procentní podíl na nahodilé těžbě.

V době kůrovcové kalamity jsou škody způsobené kůrovcem v oblasti výrazně vyšší než ve zbytku republiky. V posledních letech se zde rovněž zvyšuje podíl nahodilé těžby důsledkem sucha a následného odumírání stromů (Mansfeld et al. 2022).

### 2.3 Geomorfologie

Dle geomorfologického členění lze PLO 19 Lužická pískovcová vrchovina rozdělit následovně:

- Česká Vysočina
  - Krušnohorská soustava (subprovincie)
    - Děčínská vrchovina; 19a
      - Děčínské stěny
        - Sněžnická hornatina
        - Růžovská vrchovina
      - Jetřichovické stěny
  - Krkonošsko – jesenická soustava (subprovincie)
    - Lužické hory; 19b

Česká i německá část Labských pískovců společně patří do jedné z nejdůležitějších pískovcových oblastí v Evropě. Česká soustava tvoří nejsevernější výběžek české křídové tabule. Zdejší skalní oblasti se začaly utvářet již ve svrchní křídě, v posledním období druhohor, při existenci svrchnokřídového moře, které pokrylo celé zdejší území před zhruba 90 miliony let. Při následném neustálém poklesu mořské hladiny se zformovala více než 1000 metrů mocná horninová vrstva, tvořena pískovci, slepenci a prachovci. Velká část území včetně CHKO a NP je složena z křemenných pískovců, tělesa mocného až 420 metrů, nazývaná jizerské souvrství (Mansfeld et al. 2022; www1).

Vrchovina je utvořena jednak krystalinikem umocňovaného Labského břidlicového pohoří v údolí Labe a z ploché hornatiny kvádrových pískovců s četnými vulkanickými kupami a suky, tektonicky založenými údolními. Krystalinikum je petrograficky formováno z hlubinných vyvřelin a metamorfovaných sedimentů, rozlišují se zde hlavní skupiny hornin: biotický granodiority, fylity, droby a břidlice a série silně prohnětených hornin. Nejstarší sedimenty pocházejí již z Prvohor, období Permu s výjimečným výskytem v okolí Kyjova a České Kamenice. Jedná se se převážně o sedimenty červeného jemnozrnného písku, písčité lupky, různě zrnité a různě zbarvené arkóзовé pískovce. Z vyvřelin převažují červené porfyrované brekcie obsahující vyrostlice živců a křemene (www1; www2).

Dále je část oblasti formována třetihorní a čtvrtohorní neovulkanickou činností, jedná se o místa postihnuta saxonskými tektonickými pohyby.

Na Lužické vrchovině převládají mezozoické horniny, jako jsou pískovce, jílovce, prachovce, slepence. Dalšími horninami jsou granitoidy assyntské – žula, granodiorit a ortoruly, granulity a pokročilé migmatity v moldanubiku a proterozoiku (Skalický 1988; www3).

## 2.4 Hydrologie

Labe, největší česká řeka, protéká celým územím Děčínských vrchů, dominuje odvodnění celého Českosaského Švýcarska jakožto celé Přírodní lesní oblasti a patří tak do úvodí Severního moře a rozvodí Severního a Baltského moře. Na východní části území je hlavním tokem Kamenice, která je hlavním přítokem Labe, s přítoky a říčka Křinice. Severní část obce Brtníky je odvodňovaná do úvodí Baltského moře řekou Mandavou (www4).

Pod Děčínem se táhne dlouhý široký 300 metrů hluboký kaňon Labe, jenž vznikl říční erozí v kombinaci s tektonickým zdvihem území, to zapříčinilo vznik mocných pískovcových usazenin a místy obnažení starší podložní horniny.

Pískovce dominující téměř celé oblasti a mají za následek tzv. hydrogeologický fenomén. Oblast má vysoké procento infiltrování srážkové vody, ta následovně tvoří bohaté zdroje i zásoby podzemní vody. Území vlivem pískovcového podloží snadno podléhá vodní erozi a je tím rozčleněno na rokly. PLO 19 je rozdělena na tři rozdílné plochy: systém vodonosných (kolektorských) hornin; na území Děčínského Sněžníku, hydrogeologický rajón 466; ve kterém je významný hydrogeologický fenomén a podloží složeno z nepropustných křídových kolektorů a nadložní vrstvy z turonského pískovce. Poslední plochou je turonský kolektor, ten tvoří významnou zásobu podzemní vody infiltrací srážek na skalních výchozech (Mansfeld et al. 2022; www4, www5).

## 2.5 Pedologie

S výjimkou skalních výchozů je plocha pokryta nepropustnými eolitickými sedimenty – sprašemi. Hlavními půdními typy na lesní půdě v Lužické pískovcové vrchovině jsou litozem, do 10 cm hloubky na pevných a zpevněných půdách, vyskytuje se vzácně a nepravidelně pod reliktními skalnatými bory. Luvizem se utváří na sprašových hlínách v rovinatém terénu, je hlavní půdou pod kyselými dubovými bučinami a bučinami. Kambizem se nachází hlavně ve společenstvech kyselých bukových doubrav, kyselých až svěžích dubových bučin a bučin, kyselých a svěžích jedlových bučin, dále také na kyselých borových stanovištích a na typech s borůvkou, v terénních sníženinách dochází k jejímu oglejení. Podzoly mají v humusovém horizontu Ae viditelná vybělená zrna písku, tvoří se zejména v oblasti skal pod společenstvy kyselých a smrkových borů, případně se vyskytují i rašelinné podzoly. Méně časté jsou pak na území převážně kryptopodzol, pseudoglej, glej, organozem a fluvizem (Mansfeld et al. 2022; www1; www3).

## 2.6 Klima

Celá oblast NP České Švýcarsko a CHKO Labské pískovce se rozřazuje do šesti klimatických odlišných jednotek a tvoří tak území s širokou škálou proměnlivosti průměrných srážek a teplot (www5; www13)

Například Růžovská plošina, jižní pás Labských pískovců a Děčínská kotlina biogeograficky spadají do Českého středohoří, jednotky T2 – teplá a jsou nejteplejšími oblastmi, stejně jako údolí Labe a Růžovský vrch patří k jednotce MT9 – mírně teplá.



Pro východní část Jetřichovických stěn je charakteristické běžně dlouhé, mírné až mírně suché léto, normálně dlouhá a mírná až mírně chladná, suchá zima se sněhovou pokrývkou, držící se jen velmi krátce, řadí se tak k jednotce MT7. Naopak v roklicích jetřichovických stěn se vytváří mikroklima důsledkem klimatické inverze (Černý M., 2022); Mansfeld et al. 2022).

Okolní část Děčínského Sněžníku a nejsevernější část území Mikulášovice náleží jednotkám MT4 a MT2.

Tisá, Petrovice a vrcholová území Děčínského sněžníku s úpatími směřující na západ tvoří nejchladnější oblast CH7. Zde je průměrná roční teplota cca 5 °C, v Děčíně je to 9 °C, oproti tomu v centrální části Národního parku je teplota zhruba 7 °C. Úhrn srážek je v oblasti Děčína 673 mm, v Jílové činí 736 mm a na Děčínském Sněžníku a Jetřichovických stěnách 800 mm. Je zde sklon k poměrné oceanitě klimatu, který je dokazován vyrovnaným poměrem srážek ve vegetační a mimovegetační době (Černý M., 2022).

## 2.7 Fytogeografie

Dle regionálně fytogeografického členění ČR spadá PLO19 do fytochorionu 45 b – Verneřické středohoří, Českokamenická kotlina, 46 – Labské pískovce, 50 – Lužické hory, ty jsou součástí českomoravského mezofytika, územní jednotky mezofytika Severočeské pískovce. Jako všechny pískovce ve střední Evropě jsou i Labské pískovce součástí české křídové pánve. Dále lze PLO 19 rozdělit na část 19a Děčínská vrchovina a 19b Lužické hory (Skalický 1988; www3).

Společenstva bikových bučin *Luzulo-Fagetum*, na skaliscích reliktní acidofilní bory *Dicrano-Pinetum*, v rašeliništích brusnicové bory *Vaccinio ullaiginosi-Pinetum*, vzácně společenstva nižších slunných poloh acidofilní doubravy *Luzulo-Quercetum* na rulách a *Vaccinio-Quercetum* (www3).

Charakteristika bioty dané oblasti je dána kombinací mnoha faktorů, jako je nadmořská výška, reliéf a mikroklima, chemismus substrátu a gradient oceanity-kontinentality. Z porovnávání zmíněných faktorů lze vyvodit, že Labské pískovce jsou oblast s nejvyšším zastoupením oceánských druhů. Pozoruhodným úkazem také je vysoké zastoupení jak teplomilných prvků, tak i chladnomilných (boreomontáních), dané kaňonem Labe a hlubokými roklemi a soutěskami (Mansfeld et al. 2022).

Pískovce nevykazují sice vysokou druhovou bohatost ( $\alpha$ -diverzitu) cévnatých rostlin, i tak ale patří k fytogeograficky zajímavým místům, zejména díky ostrovnímu charakteru a vysoké stanovištní diverzitě ( $\beta$ -diverzitě). Vysoký je na lokalitě podíl bezcévných rostlin, a to hlavně mechorostů, které vykazují vysokou alfa i beta diverzitu (Cílek et al. 2007; Chytrý et al. 2012).

Ve fytogeografickém okrese 45b převažuje mezofytní až termofytní stejná květena, patří do suprakolinního-kopcovinného vegetačního stupně. Oblast má plochý až svažité terén s písčítým, jílovitým a případně neovulkanickým podkladem, s krajinou lesnatou, obhospodařovanou a klimatem bohatým na srážky.

Pro fytochorion 46 Labské pískovce je charakteristická květena mezofytní, na Děčínském Sněžníku s terénem plochým místy svažitém, podkladem pískovcovým a v Jetřichovickém skalním městě se svažitém terénem, pískovcovým neovulkanickým podkladem převažuje vegetační stupeň submontánní-podhorský a méně montánní-hornatinný, suprakolinní-kopcovitý až submontánní-podhorský v kaňonu Labe s převažujícím terénem svažitém a podkladem chudým a pískovcovým, hlavní vegetační stupeň Růžovské tabule je suprakolinní-kopcovitý, terén plochý místy svažitý, podklad je písčité, místy s neovulkanity. Klima okresu je bohaté na srážky.

Převládající květena v okresu 50 Lužické hory je mezofytní až oreofytní neměnná. Řadí se do vegetačního stupně submontánního-podhorského až montánního-hornatinného, se svažitém terénem a pískovcovým podkladem, ojediněle s neovulkanity, převažuje lesnatá krajina (Mansfeld et al. 2022; Viewegh et al. 2003; www3; www4; www10; www13).

Hlavní lesní vegetační stupně na Děčínské vrchovině jsou 3. dubobukový, představující 32,7procentní zastoupení; 5. jedlobukový s největším zastoupením 60,3 % a 6. smrkobukový, který tvoří 7 %, dále se pak vyskytuje 4. bukový stupeň (Mansfeld et al. 2022).

## 2.8 Flora

Porosty jsou tvořené zejména smrkem ztepilým (*Picea abies*), který převyšuje svým zastoupením 51,5 %, nejvíce se vyskytuje ve vyšších nadmořských výškách od zhruba 550 m. n. m. a v souvislých lesních porostech. Na Sněžníku je jeho výskyt menší a tvoří asi 31% zastoupení, hlavně z důvodu imisních kalamit v 70. letech. Porosty smrku jsou doprovázené nejčastěji modřínem, bukem a břízou. Borovice lesní (*Pinus sylvestris*) převažuje na vrcholných stanovištích a na chladných místech, její celkové zastoupení v PLO je 19 % a v Děčínské vrchovině 25 %, tvoří hlavně čisté porosty případně porosty, ve kterých dominuje. Tvoří směs se smrkem na extrémních a chudých půdách, vtroušeně se vyskytuje i s břízou. Výrazné zastoupení v celé PLO má i buk lesní (*Fagus sylvatica*), cca 8 %. Na 19a Děčínské pahorkatině buk pokrývá zhruba 5,6 % lesů, bohatější porosty tvoří na 19b Lužické hory, kde procentuální výskyt buku činí zhruba 11,5 %. Najdeme jej hlavně na třetihorních efusivech se slabou příměsí klenu a jilmu. Na svazích čedičových až znělcových tvoří příměsí se smrkem (Mansfeld 2022; Vacek 2003; www10).

Významně se vyskytuje i bříza bělokorá (*Betula pendula*), tvoří celkové zastoupení asi 7 %, na LS Sněžník až 18 %. Bříza tvoří příměs se smrkem, občasně s borovicí, a i s jinými listnáči. V menší míře rostou v lesích dub zimní (*Quercus petraea*) i dub letní (*Q. robur*), jedle bělokorá (*Abies alba*), modřín evropský (*Larix decidua*), z nepůvodních dřevin je hojně vtroušen smrk pichlavý (*Picea pungens*) a borovice vejmutovka (*Pinus strobus*).

Bylinné patro je bohaté zejména na brusnici borůvku (*Vaccinium myrtillus*), hasivku orličí (*Pteridium aquilinum*), metlici křivolakou (*Deschampsia flexuosa*), vzácně sedmikvítek evropský (*Trientalis europaea*) v okolí Tiských stěn. Dále pak vřes obecný (*Calluna vulgaris*), brusnice brusinka (*Vaccinium vitis-idaea*), na stanovištích stinných u

pískovcových skal rojovník bahenní (*Ledum palustre*). Výše zmíněné rostliny jsou charakteristickými zástupci jehličnatých lesů (Skalický 1988).

Pod listnatými porosty tvořenými bukem roste kyčelnice devítelistá (*Dentaria enneaphyllos*), lýkovec jedovatý (*Daphne mezereum*), (*Melica uniflora*), svízel vonný (*Galium odoratum*) a kyčelnice cibulkonosná (*Dentaria bulbifera*). Mezi vzácné druhy patří (*Luronium natans*) a (*Hypericum pulchrum*) nalezené pouze v Chráněném krajinném území Labských pískovců (Mansfeld et al. 2022); www5; www10; www12; www13).

## 2.9 Fauna

Fauna Děčínských vrchů je pestrá a rozmanitá, veliká lesnatost, zachovalé vodní toky, přítomnost různých biotopů, od vlhkých nížin, suchých a teplých plošin až po horské inverzní biotopy v hlubokých dnech roklí, nejednotná zemědělská krajina mají za následek výskyt širokého spektra živočichů s odlišnou nikou na malém území. Vyskytují se zde teplomilné a horské druhy v těsné blízkosti, stenoekní druhy, dále je rozšířena subatlantická zvířena vlivem stále ještě přítomného oceánického charakteru klimatu. Řada druhů je svým výskytem omezena pouze na tuto oblast, zjištěny byly také mnohé druhy považovány již za dlouho vyhynuté nebo velmi vzácné pro Českou republiku či kriticky ohrožené. Koridor řeky Labe má významnou úlohu jako zimoviště pro ptactvo a jako migrační trasa ve směru sever-jih.

Původní fauna Českého Švýcarska byla čistě lesního charakteru, vlivem člověka se postupně transformovala na pestřejší přírodu obohacenou o louky, sídliště, pole, přítomny jsou tak druhy synantropní a vázané na otevřenou krajinu. Území je kombinací stanovišť zcela přirozených, pozměněných až zcela podmíněných činností člověka.

V CHKO je netypickou členitostí a rozmanitostí území bohatý výskyt několika druhů bezobratlých, řada z nich je vzácná, ohrožená nebo jinak významná. Endemické jsou tu druhy z čeledi žížal (*Lumbricidae*), *Dendrobaena vejdvoskyi* a *Helodrilus oculatus* (Pižl & Tajovský 1996). Moucha květilka (*Phorbia kulai*) (Ackland 1993), poprvé objevena E. Kulou na Děčínském Sněžníku, je jedním z nejznámějších místních druhů. U Janova roku 1956 Samsišník popsal druh mravence *Sifolinia pechi* (synonymum pro *Myrmica karavajevi* Arnoldi 1930) (www5; www9; www13).

Ve společenstvu nejzachovalejších porostů smíšených lesů se nalézají nespočetné druhy motýlů popsané Vávrou (2006), čítající až 778 druhů. Chladné oblasti listnatých a smíšených lesů jsou typické výskytem střevlíka zúženého (*Cychrus attenuatus*), u Krušných hor pak střevlíka lesního (*Carabus sylvestris*) nebo drabčika (*Ocypus macrocephalus*). Pro písčité půdy a vřesoviště je typický střevlík lesklý (*Carabus nitens*). V nedotčených bukových porostech se vyskytuje střevlík nepravidelný (*Carabus irregularis*). Teplejší listnaté porosty na Děčínsku obývá obrovský drabčík (*Ocypus tenebricosus*) (www5).

Společenstvo původního výskytu smrčin inverzních biotopů a soutěsek tvoří domov pro vzácné druhy tesaříků, např. (*Pachyta lamed*), tesaříka čtyřskvrnného (*Pachyta quadrimaculata*) a tesaříka (*Acmaeops septentrionis*), taktéž boreomontanni, žijící v horských jehličnatých porostech na stromech suchých poškozených ohněm. Další druhy jsou z řad s montánně-subalpinským rozšířením nebo reliktní druhy glaciálních fytofágů čeledi mandelinkovitých a nosatcovitých jako např. (*Kyklioacalles boehmei*) (Košťál & Holecová 2001). Nosatec žije na tvrdohoubách rostoucích na spadlých drobných smrkových větvičkách, indikuje tak přirozenost výskytu smrku na tomto území. V jeskyních a štolách se hojně vyskytují rovnokřídli, zástupcem je koník jeskynní (*Troglophilus neglectus*). Pouze v jehličnatých lesích zde žije kobylka smrková (*Barbitistes constrictus*).

V tocích převládá pstruhové pásmo se pstruhem obecným (*Salmo trutta*), hrozkem obecným (*Gobio gobio*) nebo lipanem podhorním (*Thymallus thymallus*). V Jílovském potoce nebo PR Libouchecké rybníčky je významná slunka obecná (*Leucaspius delineatus*) a střevle potoční (*Phoxinus phoxinus*). Reintrodukuje se losos obecný (*Salmo salar*) do řeky Kamenice, ta je trdlišťem pro dospělé jedince (Mansfeld et al. 2022; www13).

Populace mloka skvrnitého (*Salamandra salamandra*) je vázána na listnaté lesy CHKO, ve vodách žije čolek horský (*Mesotriton alpestris*) a čolek obecný (*Lissotriton vulgaris*). Značně rozšířeny jsou i různé druhy žab a ještěrek nebo vzácných druhů hadů, jako jsou zmije obecná (*Vipera berus*) a užovka hladká (*Coronella austriaca*).

V NP má hnízdiště nad sto druhů ptáků. Zpravidla na celém území hnízdí čáp černý (*Ciconia nigra*), sokol stěhovavý (*Falco peregrinus*), pravidelný hnízdič je i výr velký (*Bubo bubo*), kulíšek nejmenší (*Glaucidium passerinum*) nebo datel černý (*Dryocopus martius*) v souvislých komplexech lesů.

Savci v minulosti byli zastoupeni několika druhy šelem, nynější zástupci savců jsou hlavně rejsec vodní (*Neomys fodiens*), netopýr vodní (*Myotis daubentonii*), netopýr rezavý (*Nyctalus noctula*) či netopýr hvízdavý (*Pipistrellus pipistrellus*).

Jsou zde i stabilní populace hlodavců např. plch velký (*Glis glis*), dále vydry říční (*Lutra lutra*), jelena evropského (*Cervus elaphus*), srnce obecného (*Capreolus capreolus*), prasete divokého (*Sus scrofa*) a kamzíka horského (*Rupicapra rupicapra*) (Mansfeld et al. 2022; www2; www5; www13).

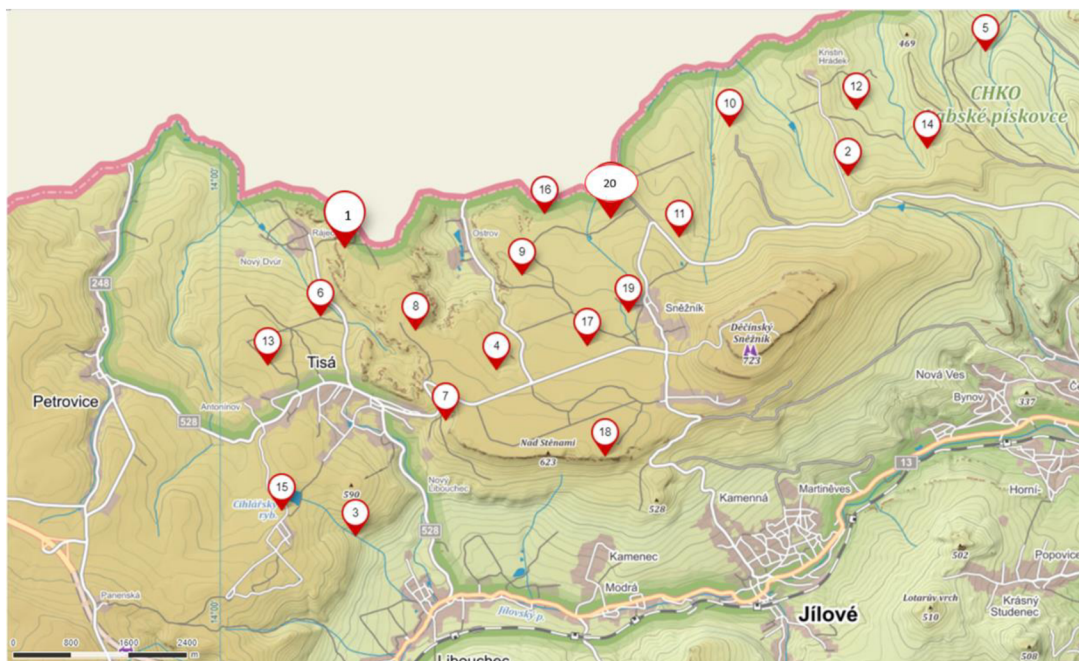
## 2.10 Chráněná území

Labské pískovce se řadí mezi chráněná území, do Ptačí oblasti Labské pískovce, která byla vyhlášena Nařízením vlády č. 683 Sb., dne 31. 12. 2004 podle Směrnice o ochraně volně žijících ptáků, ta je zapracovaná do zákona č. 114/192 Sb. O ochraně přírody a krajiny. Do Ptačí oblasti pak dále spadá celá oblast CHKO Labské pískovce, NP České Švýcarsko, východním směrem zaobírá i CHKO Lužické hory v místech Chřibsko a Krásná lípa, v nejvýchodnější části je tvořena přírodní rezervací Světlík a Velký rybník. Rozlohou se jedná o oblast 35 570 ha velikou (www2).

### 3 Metodika

Vytyčené plochy pro průzkum byly vybrány na základě několika dále zmiňovaných kritérií, tak aby bylo možné plochy statisticky porovnávat. Jednalo se o snímky ve 4.–6. lesním vegetačním stupni, sousedící porosty do maximální vzdálenosti 300 m, zkusné plochy v porostu s dominancí jehličnaté a listnaté dřeviny (nejlépe smrk a buk), dále bylo důležité vytypovat porosty starší 40 let, aby se zamezilo pořizování fytoocenologických snímků v porostech mladých výsadeb borovice, jež jsou velice časté v Pískovcích. Jako podklad pro prvotní průzkum sloužila letecká mapa, na ni byly vloženy vrstvy – typologická mapa a obrysová lesnická mapa. Díky letecké mapě bylo možné vybrat porostní plochy smrkových a bukových porostů a zaznamenat GPS souřadnice (formát souřadnic WGS-84) pro přesnou lokalizaci v terénu. Typologická mapa sloužila k určení lesního vegetačního stupně, edafické kategorie a lesního typu. Pomocí obrysové lesnické mapy bylo určeno stáří porostu. Jako mapové podklady sloužily mapy poskytnuté od portálu ©MAPY.CZ a geoportálu mapových vrstev od Ústavu hospodářské úpravy lesů Brandýs nad Labem (©ÚHÚL 2000).

Vybráno bylo dvacet párů ploch porostů, které lze vidět na obrázku č. 1, převážně s dominantou buku a smrku, starších čtyřiceti let ve čtvrtém až šestém lesním vegetačním stupni, vzdálenost ploch ve dvojici nesměla být větší než 300 m (k minimalizaci lokálních rozdílů).



Obrázek 1 Mapa vytyčených lokalit pro odběr fytoocenologických snímků, Děčínská vrchovina (MAPY.CZ ©2023).

### 3.1 Práce v terénu

Všechna floristická data byla získána ve dnech od 30. června do 5. července roku 2022. Na 40 předvybraných místech (viz Tabulka č. 1) byl na čtvercové ploše o velikosti 15 m × 15 m (225 m<sup>2</sup>) proveden úplný vegetační zápis floristického složení dle zásad Curyšsko-Montpelliérské školy. U fytoocenologických snímků byla rozlišena jednotlivá patra E<sub>0</sub> až E<sub>3</sub>; mechové, bylinné, keřové a stromové patro (Moravec 1994). Mechové patro bylo zaznamenáno, ale nebylo zahrnuto do všech testovacích analýz.

Za použití Braun-Blanquetovy stupnice abundance, rozšířené dle Westhoff & van der Maarel (Van Der Maarel 1975), byla zapsána pokryvnost jednotlivých druhů na všech lokalitách. Dále byl na všech místech zaznamenán sklon svahu, orientace, lesní vegetační stupeň, nadmořská výška, vzdálenost mezi dvojicí ploch a složení stromového patra. Druhy těžko rozlišitelné byly uchovány a později určeny pomocí atlasu Naše květiny (Deyl & Hisek Květoslav 1973) studentky biologie Univerzity Karlovy v Praze.

Plocha	Souřadnice	vzdálenost ploch (m)	LT	LVS	Altitude (m)	Latitude (°)	Aspect	Aspect (°)	Slope (°)
1B	50°48'11"N 14°1'31"E		6Q9	6	570	50,803	V	90	17
1S	50°48'15.137"N 14°1'27.012"E	128	6K2	6	566	50,804	V	90	2
2B	50°48'47.469"N 14°7'22.456"E		5K2	5	500	50,813	JV	135	4
2S	50°48'51.862"N 14°7'24.271"E	130	6P2	5	492	50,814	SV	45	6
3B	50°45'49.123"N 14°1'34.877"E		4S2	4	487	50,764	JV	135	27
3S	50°45'54.37"N 14°1'27.208"E	220	4S2	4	509	50,765	JV	135	24
4B	50°46'6.04"N 14°1'34.591"E		5V2	4	485	50,768	JV	135	2
4S	50°46'5.271"N 14°1'24.143"E	201	4S2	4	525	50,768	SV	45	6
5B	50°49'42.997"N 14°9'1.67"E		4S1	4	407	50,829	SV	45	0
5S	50°49'44.436"N 14°9'6.111"E	94	4K2	4	404	50,829	SZ	315	1
6B	50°47'23.242"N 14°1'29.372"E		5K1	5	568	50,790	S	360	4
6S	50°47'22.192"N 14°1'13.99"E	196	6K2	6	571	50,789	S	360	1
7B	50°47'44.471"N 14°1'9.877"E		5K2	5	553	50,796	SZ	315	7
7S	50°47'47.449"N 14°0'58.02"E	98	5K2	5	546	50,797	SZ	315	4
8B	50°46'58.042"N 14°2'38.171"E		5K2	5	590	50,783	SZ	315	12
8S	50°46'51.68"N 14°2'39.04"E	181	5K2	5	596	50,781	JZ	225	13
9B	50°47'38.334"N 14°2'17.119"E		6K2	6	602	50,794	S	360	3
9S	50°47'42.253"N 14°2'10.264"E	120	6K2	6	600	50,795	S	360	1
10B	50°48'59.246"N 14°6'18.596"E		5K2	5	494	50,816	S	360	0,5
10S	50°49'0.332"N 14°6'24.177"E	115	5K2	5	497	50,817	S	360	0
11B	50°47'14.594"N 14°1'41.842"E		5K2	5	575	50,787	J	180	8
11S	50°47'21.097"N 14°1'48.712"E	223	6M9	6	585	50,789	SZ	315	6
12B	50°47'54.84"N 14°4'38.192"E		6K5	6	556	50,799	Z	270	0
12S	50°48'7.363"N 14°4'43.831"E	300	5K2	5	561	50,802	S	360	0
13B	50°47'41.345"N 14°0'24.206"E		5K2	5	574	50,795	V	90	0,5
13S	50°47'42.578"N 14°0'29.903"E	73	6K2	6	568	50,795	V	90	0
14B	50°48'57.944"N 14°8'2.645"E		6P2	5	474	50,816	SSV	23	4
14S	50°48'56.077"N 14°8'5.291"E	57	6P2	5	472	50,816	SV	45	3
15B	50°47'11.991"N 14°0'37.526"E		6K2	6	584	50,787	J	90	0,3
15S	50°47'14.641"N 14°0'38.259"E	66	6K2	6	589	50,787	J	90	0
16B	50°46'18.753"N 14°0'51.538"E		6P1	5	587	50,772	SV	45	1
16S	50°46'17.52"N 14°0'42.539"E	169	6P1	5	598	50,772	SV	45	1
17B	50°48'30.394"N 14°3'48.311"E		5K2	5	524	50,808	JJV	158	1
17S	50°48'35.507"N 14°3'52"E	117	5K2	5	527	50,810	SSV	23	3
18B	50°47'31.405"N 14°4'18.234"E		6K5	6	580	50,792	SV	45	1
18S	50°47'29.195"N 14°4'21.44"E	62	6K5	6	582	50,791	SV	45	1
19B	50°47'46.627"N 14°4'49.414"E		6K5	6	569	50,796	Z	270	0
19S	50°47'46.371"N 14°4'45.397"E	57	7G2	6	567	50,796	Z	270	0,5
20B	50°48'28.106"N 14°4'35.094"E		5K2	5	527	50,808	SSZ	338	0
20S	50°48'25.598"N 14°4'41.129"E	130	5K2	5	533	50,807	S	360	1

Tabulka č. 1 Popisné údaje lokalit. LT = lesní typ, LVS = lesní vegetační stupeň, Altitude = nadmořská výška, Latitude = zeměpisná šířka, Aspect = orientace, Slope = svah.

### 3.2 Práce s daty

Veškerá zaznamenaná data byla přepsána do tabulek Microsoft Excel. Poté byla exportována do fytoecnologického softwaru JUICE (Tichý 2002), jenž umožňuje editaci a analýzu vegetačních dat. Zde byly k datům automaticky přiřazeny Ellenbergovy indikační hodnoty (Ellenberg 1974) a Shannon-Wienerův index biodiverzity pro druhy s nenulovou hodnotou, poté se ze zkompletovaných dat vytvořily přehledové fytoecnologické tabulky.

Dvouvýběrovým Wilcoxonovým neparametrickým t-testem se testovaly ekologické proměnné ploch mezi sebou.

Ekologické proměnné byly posléze porovnávány mezi sebou pomocí krabicových grafů vytvořených v programovacím prostředí R. Zobrazující modus, medián a rozptyl počtu druhů v závislosti na lesním vegetačním stupni, edafické kategorii, stromové dominantě nebo ekologické řadě.

Zpracována byla taktéž synoptická tabulka snímků pro porovnání vegetační skladby mezi bukovými a smrkovými porosty, pro rozřazení rostlinných druhů se signifikantním výskytem za použití koeficientu fidelity  $f_i$  ( $\Phi$ ; věrohodnosti) (Chytrý et al. 2002), pomocí programu JUICE. Frekvence a fidelita, která představuje míru koncentrace výskytu daných druhů v určitém porostu. Tabulka vyjadřuje druhy diagnostické, tj. s vysokou fidelitou pro určitý typ porostu.

Braun-Blanquetova stupnice pokryvnosti	
r	ojediněle (1 rostlina)
+	roztroušeně
1	1-5 %
2m	5 % (druhy s velkou četností, malou pokryvností; trávy)
2a	5-15 %
2b	15-25 %
3	25-50 %
4	50-75 %
5	75-100 %

Tabulka č. 2 Modifikovaná Braun-Blanquetova stupnice použita pro zapsání pokryvnosti rostlinných druhů na lokalitách.



V programu CANOCO 5 (Lepš & Šmilauer 2013), vyhotovené ordinační diagramy sloužily k porovnání ekologických nároků rostlinných druhů. Data byla hodnocena přímými a nepřímými ordinacemi s použitím různých kombinací proměnných prostředí. První analýza byla nepřímá gradientová lineární PCA (analýza hlavních komponent), nepřímá gradientová unimodální DCA (detrendovaná kanonická analýza) a přímá parciální CCA (kanonická korespondenční analýza) s využitím nadmořské výšky jako kovariáty. Průkaznost vztahů mezi proměnnými v těchto ordinačních analýzách byla testována pomocí Monte-Carlo permutačního testu, zabudovaného v programu CANOCO 5 (Ulam et al. 1947).

Rovnice pro výpočet Heat indexu jednotlivých ploch (= index tepelného požitku; McCune & Keon 2002) byla zadána v programu MS Excel takto:

$$=0,339+0,808*\text{COS}(\text{latitude})*\text{COS}(\text{slope})-0,196*\text{COS}(\text{aspect})*\text{SIN}(\text{slope})*\text{SIN}(\text{latitude})-0,482*\text{COS}(\text{aspect})*\text{SIN}(\text{slope}) \text{ [Rad]}.$$

Pokud byl v terénu při sběru dat naměřen nulový sklon svahu (slope 0), v rovnici do pole aspect\_modif byla zapsaná taktéž hodnota 0.

plocha	veget typ	altit	heatl	cov_e3	cov_e2	cov_e1	cov_e0	typol	nr_sp	SWI	EL	ET	EC	EH	ER	EN
1B	B	570	0,8452	89	0	14	12	P	6	0,64	3,36	4,86	2,46	5,14	3,92	4,11
2B	B	500	0,8063	66	0	27,2	0	K	7	1,05	4,23	5,02	2,39	5,15	5,09	6,06
3B	B	487	0,8063	83	0	12,2	12	S	7	1,07	4,15	5,12	3,14	5,29	3,78	5,02
4B	B	485	0,9921	88	0	28	16	G	5	0,73	3,07	4,96	2,17	5,00	4,51	5,03
5B	B	407	1,0009	83	1	16,2	4	S	7	1,11	3,57	5,00	2,74	5,45	3,94	6,41
6B	B	568	1,0799	66	3	6,4	15	K	7	0,78	3,61	5,04	2,36	5,04	3,15	3,94
7B	B	553	0,853	66	0	18	12	K	5	0,78	3,76	5,00	2,19	4,95	3,43	3,25
8B	B	590	0,8505	39	0	29	1	K	6	1,20	3,53	5,00	2,76	5,00	4,12	6,41
9B	B	602	0,8549	44	1	4,2	1	K	7	1,05	4,10	5,20	2,90	5,00	4,79	3,99
10B	B	494	0,8505	63	3	9	12	K	5	0,66	3,84	5,00	2,07	4,93	2,00	2,67
11B	B	575	0,6242	88	3	6	3	K	4	0,41	3,60	4,92	2,23	5,15	2,00	4,19
12B	B	556	0,6242	64	1	24,2	0	K	7	0,99	3,34	4,92	2,46	5,19	4,31	5,23
13B	B	574	0,7347	88	0	21	3	K	5	0,65	3,52	5,05	2,36	5,02	3,57	2,91
14B	B	474	0,8406	66	3	10	3	P	5	0,72	3,55	5,00	2,22	5,07	3,00	5,21
15B	B	584	0,8529	63	0	16,2	0	K	8	0,95	3,62	4,96	2,42	5,08	3,97	4,52
16B	B	587	1,0474	63	1,2	10,2	4	P	6	0,67	3,19	5,00	2,26	5,03	3,38	4,72
17B	B	524	1,0801	75	0	16,2	0	K	6	0,93	3,70	5,20	2,14	5,00	3,61	4,31
18B	B	580	0,8139	88	0	9,4	0	K	6	0,51	3,56	4,97	2,23	5,00	3,14	5,26
19B	B	569	0,8873	66	0	10,2	0	K	9	0,98	3,52	5,02	2,57	5,00	4,62	5,37
20B	B	527	0,8978	88	0	8	1	K	5	0,47	3,45	5,04	2,15	5,00	3,13	3,71

Tabulka č. 3 Vstupní data pro práci v programu CANOCO 5, bukové porosty. Altit = nadmořská výška, heatl = heat load index (tepelný požitek), cov\_e3 = pokryvnost stromového patra; cov\_e2 = keřového patra; cov\_e1 = bylinného patra; cov\_e0 = mechového patra, typol = edafická kategorie dle typologie ÚHÚL, nr\_sp = počet druhů na stanovišti, SWI = Shannon-Wiener index biodiverzity, EL; ET; EC; EH; ER; EN = Ellenbergovy hodnoty pro světlo; teplotu; kontinentalitu; vlhkost; půdní reakci; živiny.

plocha	veget typ	altit	heatl	cov_e3	cov_e2	cov_e1	cov_e0	typol	nr_sp	SWI	EL	ET	EC	EH	ER	EN
1S	S	566	0,8371	50	3	35	0	K	8	1,60	5,13	3,14	4,95	5,71	2,37	3,85
2S	S	492	0,8204	64	0	9	6	P	5	0,62	4,74	3,06	5,69	5,48	4,66	4,67
3S	S	509	0,8101	63	3	39,2	0	S	8	1,24	5,14	3,21	4,98	5,46	2,51	3,24
4S	S	525	1,0091	63	0	14	12	S	5	0,69	5,14	3,22	5,10	5,67	2,70	3,47
5S	S	404	1,0472	58	0	26,2	0	K	6	1,32	5,79	3,72	5,22	5,18	2,93	3,39
6S	S	571	1,0609	51	1	15,2	12	K	7	1,26	5,50	3,10	5,32	5,00	2,95	3,72
7S	S	546	0,8504	24	2	12	3	K	9	1,79	5,04	3,64	4,60	5,18	3,17	4,04
8S	S	596	0,8518	101	0,2	23,2	1	K	8	1,26	7,29	4,80	5,25	4,46	3,72	2,97
9S	S	600	0,849	58	0	29	12	K	6	1,38	5,71	3,35	5,25	4,16	3,11	3,29
10S	S	497	0,853	63	0	22	15	K	4	0,71	4,96	3,00	5,05	5,00	3,93	4,66
11S	S	585	0,6242	50	0	20	13	K	5	1,15	5,33	3,35	5,37	5,00	2,00	3,67
12S	S	561	0,6508	63	0	23	3	K	5	0,82	5,26	3,29	5,20	6,37	2,18	2,60
13S	S	568	0,7728	50	0	20	3	K	5	1,15	6,55	4,89	5,92	5,07	2,00	3,26
14S	S	472	0,8356	36	0	15,2	7	P	7	1,59	6,77	5,00	4,88	4,33	3,09	3,23
15S	S	589	0,8529	50	0	12,2	1	K	7	1,22	6,66	4,63	5,76	5,05	3,00	3,20
16S	S	598	1,0402	63	0	21,2	2	P	6	0,84	5,15	3,31	5,38	5,53	2,90	3,20
17S	S	527	1,0801	50	0	23	0	K	8	1,45	5,58	3,52	5,25	5,91	2,86	4,32
18S	S	582	0,7965	63	1	18,2	3	K	9	1,06	5,02	3,12	5,23	5,25	2,65	3,72
19S	S	567	0,9081	58	0	15	1	G	7	1,34	5,19	3,17	5,54	5,36	2,65	3,62
20S	S	533	0,8919	50	3	11	3	K	6	1,19	5,08	3,59	4,73	5,00	3,08	3,39

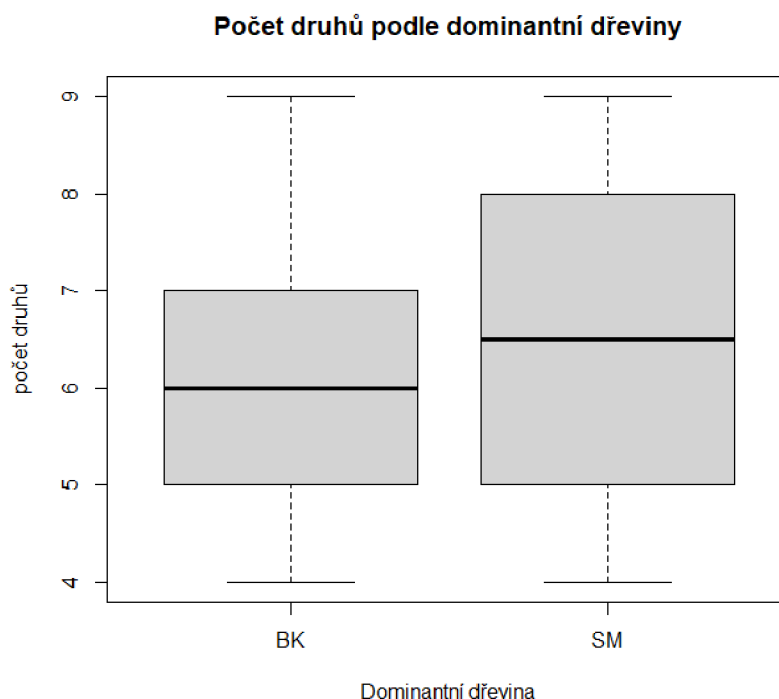
Tabulka č. 4 Vstupní data pro práci v programu CANOCO 5, smrkový porosty. Altit = nadmořská výška, heatl = heat load index (tepelný požitek), cov\_e3 = pokryvnost stromového patra; cov\_e2 = keřového patra; cov\_e1 = bylinného patra; cov\_e0 = mechového patra, typol = edafická kategorie dle typologie ÚHÚL, nr\_sp = počet druhů na stanovišti, SWI = Shannon-Wiener index biodiverzity, EL; ET; EC; EH; ER; EN = Ellenbergovy hodnoty pro světlo; teplotu; kontinentalitu; vlhkost; půdní reakci; živiny.

	Acer pseudoplatanus1	Betula pendula1	Fagus sylvatica1	Larix decidua1	Picea abies1	Pinus strobus1	Pinus sylvestris1	Quercus petraea1	Quercus robur1	Quercus rubra1	Betula pendula4	Quercus robur4	Sorbus aucuparia4	Agrostis capillaris
1B			88		1									
2B	3		63											
3B			63						20					
4B			88											1
5B	20		63											3
6B	3		63											
7B			63							3				
8B			38							1				
9B			38						3					
10B			63											
11B			88											
12B	1		63											
13B			88											
14B	3		63											
15B			63											
16B			63											
17B			63						12					0.2
18B			88											
19B	3		63											
20B			88											
1S				12	38							3		
2S		1			63									
3S					63									3
4S					63									
5S					38									
6S		1			38									
7S	1				20	3								
8S		38			63									1
9S					20									0.2
10S					63									5
11S					38									
12S					63									
13S					12									
14S	1				20									
15S					12						3			
16S														
17S					63									
18S					38									
19S					63									1
20S					38									
			12									3		
														5

Tabulka č. 5 Náhled dat vstupní tabulky fytocenologických snímků pro práci v programu CANOCO 5. 1B–20B = bučiny, 1S–20S = smrčiny.

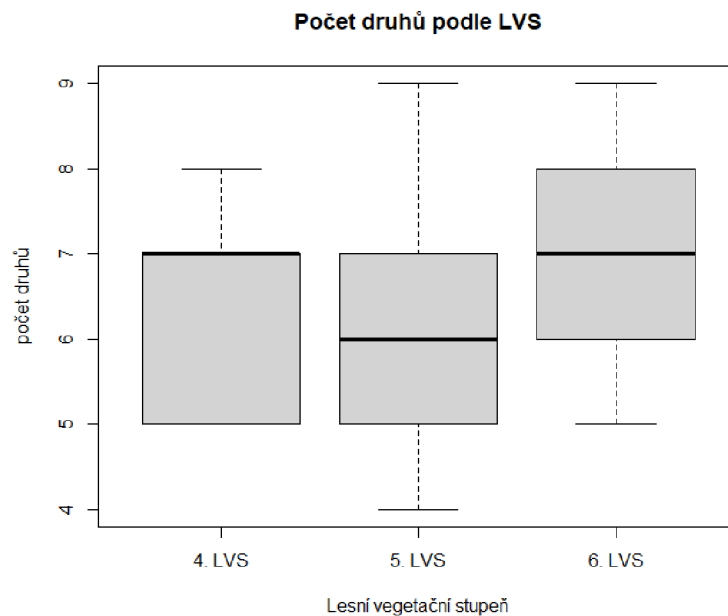
## 4 Výsledky

Na krabicovém grafu č. 1 lze vidět porovnání vlivu dominantní dřeviny v porostu na počtu bylinných druhů. Je možné pozorovat, že smrkový vegetační typ je nepatrně druhově bohatší a s větším rozpětím nalezených druhů, kde se 50% kvartil pohybuje v rozmezí 5 až 8 nalezených druhů, v bučinách bylo nalezeno průměrně 5 až 7 druhů, absolutní rozptyl 4–9 druhů je v obou vegetačních typech stejný. Wilcoxonovým neparametrickým testem pro dva výběry byl proveden test o shodnosti počtu druhů v dřevinné dominantě. Na hladině významnosti  $p > 0,05$  a spočítanou hodnotou  $p = 0,3897$  nelze považovat skupiny porostů za rozdílné, test tedy neprokázal signifikantní rozdíl.



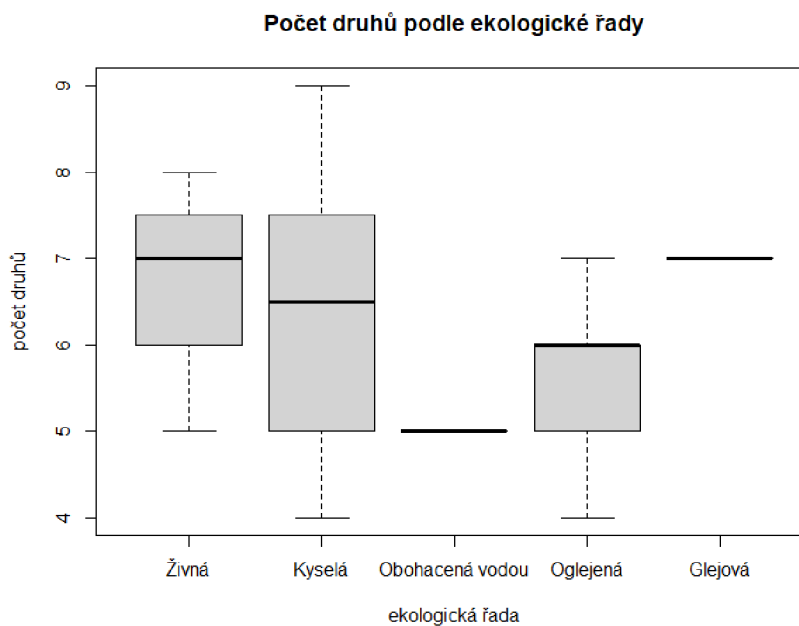
Graf č. 1 Krabicový graf závislosti počtu druhů na dominantní dřevině. BK = bukový porost, SM = smrkový porost. Rozdíl není průkazný na hladině alfa = 5 %.

Krabicový graf č. 2 rozděluje plochy podle příslušného lesního vegetačního stupně (LVS) a nalezeném počtu druhů na dané ploše. Porosty byly záměrně vytyčené tak, aby se nalézaly převážně ve 4.-5. vegetačním stupni. 20 ploch patří do 5., šest do 4. a čtrnáct do 6. vegetačního stupně, z grafu je patrné, že 50% kvartil v rozmezí 5–7 druhů bylin je stejný ve 4. i 5. LVS, v 6. stupni bylo nalezeno 6–8 druhů s absolutním rozsahem 5 až 9 druhů, což poukazuje na šestý LVS jako druhově nejbohatší, zároveň největší rozptyl v bohatosti druhů se nachází v pátém vegetačním stupni v rozmezí 4 až 9 nalezených druhů. Kruskal-Wallisovým testem s hladinou významnosti 5 % se neprokázal zásadní rozdíl průměrného počtu druhů v závislosti na LVS.



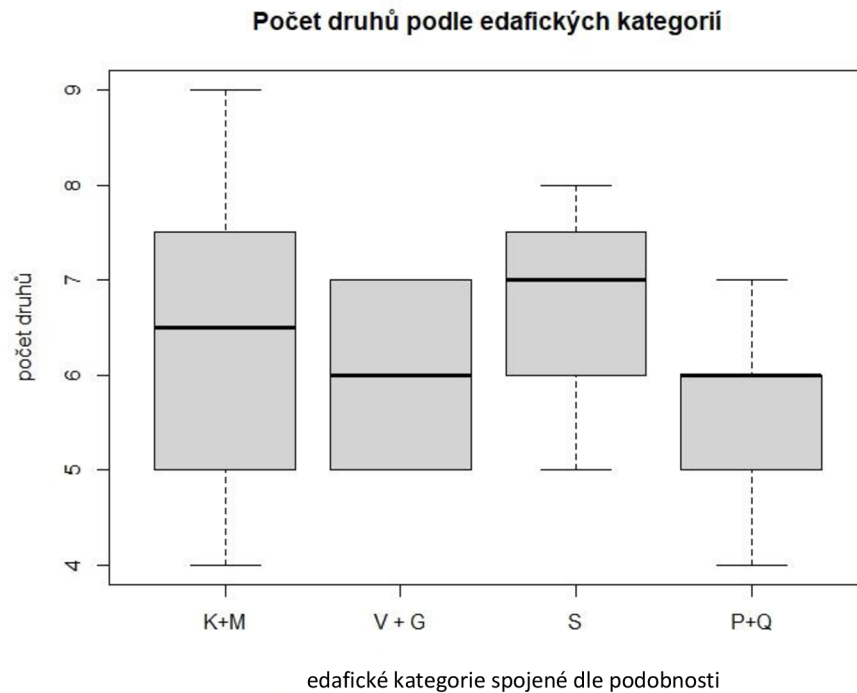
Graf č. 2 Krabicový graf závislosti počtu druhů (osa y) na lesním vegetačním stupni (osa x). LVS = lesní vegetační stupeň, 4. LVS – bukový, 5. LVS – jedlobukový, 6. LVS – smrkobukový. Rozdíl není průkazný na hladině alfa = 5 %.

Graf č. 3 popisuje závislost počtu bylinných druhů na ekologické řadě, největší zastoupení mají druhy v kyselé řadě s absolutním rozptylem od 4 do 9 nalezených druhů, nejčastěji bylo nalezeno 5 až 7 druhů, v živné kategorii se nejčastěji vyskytovalo 6 druhů s maximálním rozptylem 5 až 8. V řadě oglejené byl rozptyl výskytu druhů od čtyř do sedmi. Na stanovištích obohacených vodou se vyskytovalo průměrně pět druhů a na glejových sedm.



Graf č. 3 Krabicový graf porovnávací počet druhů bylin (osa y) na ekologické řadě (osa x).

Poslední graf č. 4 rozděluje druhy podle výskytu na různých edafických kategoriích, kvůli malému zastoupení kategorií M, V a Q byly kategorie spojeny následovně: K + M = K (kyselá), V + G = G (glejová), Q + P = P (oglejená) a S (svěží) zůstala neměnná. Zbývající kategorie jsou M = chudá, V = vlhká, Q = oglejená chudá. Nejvíce druhů se nalézá v kyselé kategorii, což je úzce spjaté s četným zastoupením acidofilních druhů, s průměrným nalezeným počtem pět až sedm druhů a maximálním rozptylem od čtyř do devíti.



Graf č. 4 Krabicový graf porovnávající závislost počtu druhů na edafických kategoriích. K = kyselá, G = glejová, S = svěží, P = oglejená. Značení edafických kategorií odpovídá standardnímu označení dle typologického systému ÚHÚL.

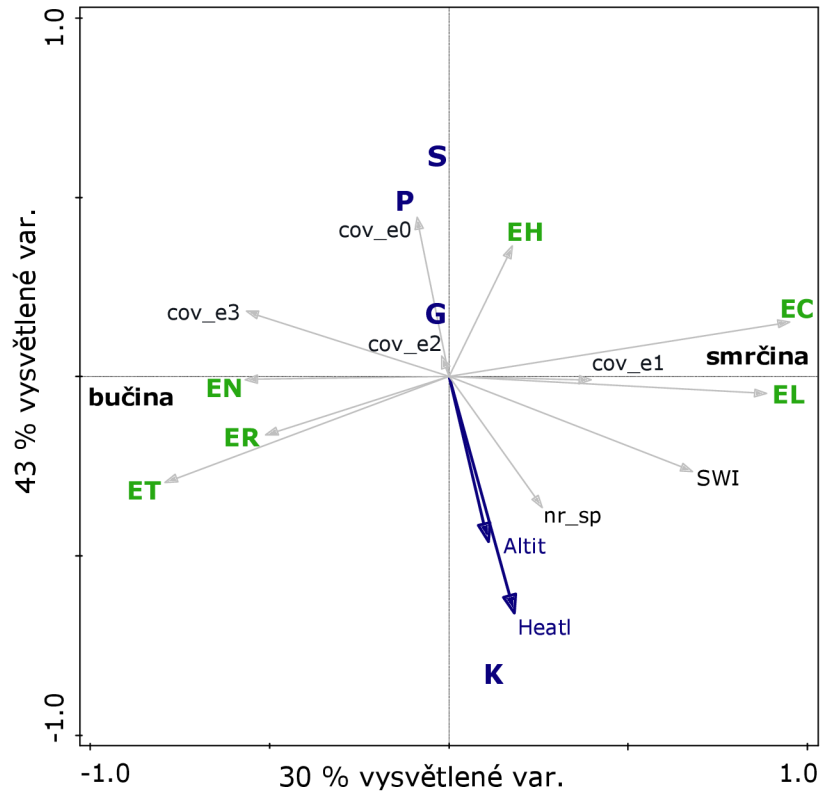
## 4.1 Ordinační analýzy

Následující tabulka č. 6 zaznamenává použité analýzy pro tvorbu ordinačních diagramů, zbytková variabilita pro CCA analýzy byla 3,79, po odečtení nadmořské výšky jako kovariaty. Adjustované procento variability  $R^2 = 15 \%$  pro analýzu na grafu č. 9 a  $R^2 = 14 \%$  pro analýzu na grafu č. 11.

Metoda	Testovaná proměnná	x (%)	y (%)	p	R <sup>2</sup> (%)
PCA - analýza hlavních komponent	environmentální proměnné	30	43		
DCA - detrendovaná kanonická analýza	fytoecologické snímky	15	22		27,9
CCA - kanonická korespondenční analýza	veget. typ (nadm. v. = kovariata)	16	26	0,002	37,1
CCA - kanonická korespondenční analýza	heatload (nadm. v. = kovariata)	3	20	0,220	17,7
CCA - kanonická korespondenční analýza	veget. typ + [Ellenberg]	16	25	0,002	26,6
CCA - kanonická korespondenční analýza	nadmořská výška (Altit)	3	20	0,124	24,2

Tabulka č. 6 Přehled ordinačních analýz. X = první ordinační osa, y = druhá ordinační osa s procenty vysvětlené variability, p = hladina statistické významnosti, R<sup>2</sup> = koeficient determinace, udává věrohodnost testované závislosti.

První ordinační diagram na grafu č. 5 znázorňuje PCA přímou analýzu rozmístění snímků vůči všem ekologickým proměnným: vegetačnímu typu, Ellenbergovým indikačním hodnotám, edafické kategorii, nadmořské výšce, indexu tepelného požitku, Shannonova indexu diverzity, zohledněna je i pokryvnost vegetačních pater a počet druhů. Z grafu vyplývá, že bučiny korelují s druhy s vyššími nároky zejména na teplotu, půdní reakci a na živiny bohatší stanoviště, naproti tomu k nadmořské výšce jsou nezávislé. Ve smrčinách se vyskytují rostliny preferující menší zástin a jsou kontinentálního charakteru.

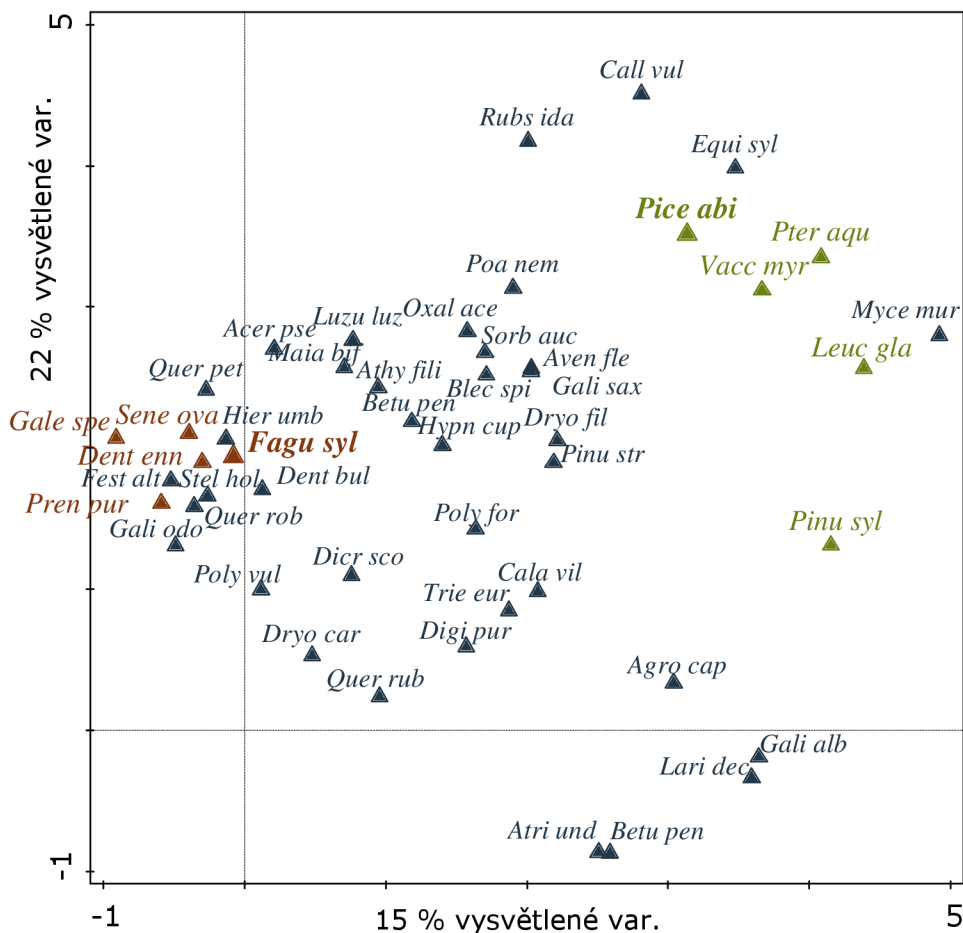


Graf č. 5 Ordinační diagram (PCA) nepřímé gradientové lineární analýzy hlavních komponent. Zelené zkratky zastávají Ellenbergovy indikační hodnoty; EH = vlhkost, EC = kontinentalita, EL = světlo, ET = teplota, ER = půdní reakce, EN = živiny. Modré zkratky a šipky jsou pro nezávislé proměnné – edafické kategorie; S = svěží, K = kyselá, G = glejová, P = oglejená. Altit = nadmožská výška, Heatl = heat load index, tepelný požitek, nr\_sp = počet druhů, cov\_e3/e2/e1/e0 = pokryvnost vegetačních pater (stromové/keřové/bylinné/mechové), SWI = Shannon-Wiener index. Číselné hodnoty na osách jsou bezrozměrná relativní čísla

Druhová bohatost vyjádřena indexem biodiverzity (SWI) roste směrem k smrkovým porostům, stejně jako pokryvnost bylinného patra. Kyselá edafická kategorie K je více zastoupena s rostoucí nadmožskou výškou a je typičtější pro smrkový porost. Pokryvnost mechového patra roste směrem k bučinám s bohatým výskytem na edafických kategoriích P (oglejených živinově bohatších) a S (svěžích) půdách. Vysoká pokryvnost stromového patra je v bukovém porostu, který je zvyklý růst ve velkém zápoji, oproti smrku, jenž preferuje rozvolněnější zapojení.

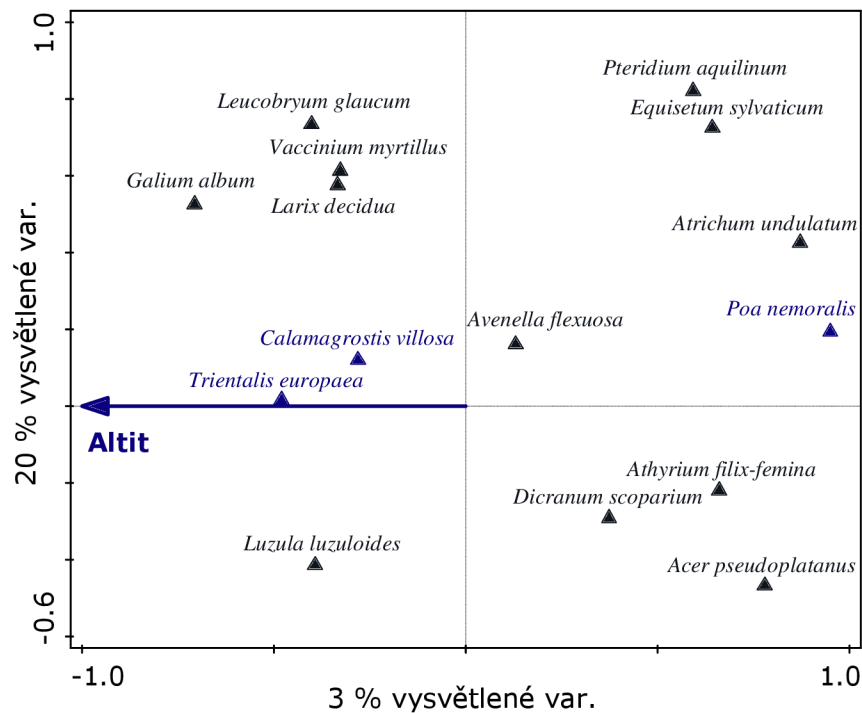


Na grafu č. 6 je znázorněné rozmístění rostlinných druhů, jejich postavení ve stromové dominantě vůči určitému gradientu. Hlavní gradient, podle kterého se vegetace rozlišila, je úživnost substrátu na ose x. Trofický gradient osy x rozděljuje druhy směrem vlevo na prostředí živinově bohaté a vpravo na prostředí živinově chudé. V bukovém porostu se vyskytují druhy jako *Galeopsis speciosa*, *Senecio ovatus*, *Prenanthes purpurea*, *Dentaria enneaphylos* a samotná stromová dominanta buk (*Fagus sylvatica*), které jsou ukazatelem bohatého živinového prostředí. Směrem doprava klesá výskyt živin v substrátu a roste zastoupení druhů chudých stanovišť, jako jsou smrk (*Picea abies*), *Vaccinium myrtillus*, *Pteridium aquilinum*, *Pinus sylvestris* a mech *Leucobrium glaucum*, jako typický obyvatel kyselých, chudých lesních půd (Kubát & Hrouda 2002). Gradient na ose y je nejasný, jedná se o kombinaci různých nároků se slabým náznakem gradientu vlhkosti. Jedná se nejspíš o gradient ovlivňující nějakou disturbanci – *Betula pendula*, *Agrostis capillaris*, *Rubus idaeus*, *Pteridium aquilinum* jsou druhy typické pro iniciální disturbovaná stanoviště (Pyšek et al. 2002).



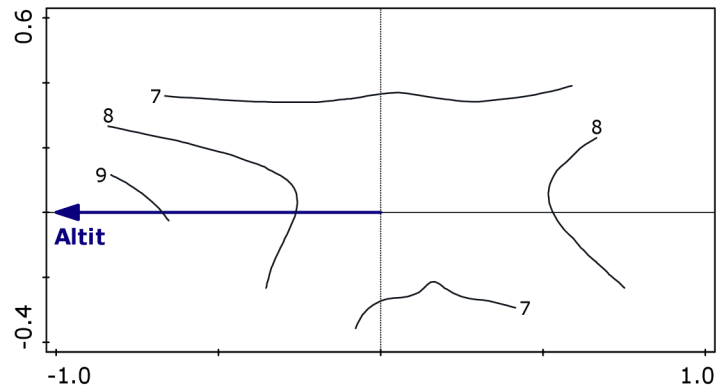
Graf č. 6 Ordinační diagram nepřímé gradientové unimodální analýzy DCA (detrendovaná kanonická analýza). Hnědý trojúhelník = bukový porost, zelený trojúhelník = smrkový porost, bylinné druhy pro ně typické jsou rozmístěné v jejich těsné blízkosti, černý trojúhelník = charakteristické druhy pro daný vegetační typ a životní (ekologické) prostředí.  $R^2$  (věrohodnost diagramu) značí slabší trend s hodnotou 27,9 %. Číselné hodnoty na osách jsou bezrozměrná relativní čísla.

Graf č. 7 je výsledkem přímé analýzy CCA s omezením variability druhů, dle proměnné *nadmořská výška*. Tento vztah se ukázal jako neprůkazný (Monte-Carlo permutační test, hodnota  $p = 12,4 \%$ ). Graf lehce naznačuje trend, že se zvyšující se nadmořskou výškou roste počet druhů ve snímcích, ukazatele tohoto trendu lze vidět na grafu zvýrazněné tmavě modrou. Sedmikvítek evropský (*Trientalis europaea*) a třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*) jsou druhy horských lesů – smrčín na levé straně grafu v blízkosti vektoru nadmořské výšky, lipnice hajní (*Poa nemoralis*) na opačné straně je ukazatelem nižších nadmořských výšek.



Graf č. 7 Přímá kanonická korespondenční analýza CCA s nadmořskou výškou jako testovanou proměnnou. Analýza byla transformována odmocninou pro snížení vlivu dominant a také byla snížena váha vzácným druhům, kvůli vychýlení. Na grafu bylo zobrazeno 15 druhů s nejsilnější reakcí na nadmořskou výšku. Hodnoty na osách grafu jsou bezrozměrné čísla a neudávají hodnotu vektoru nadmořské výšky. Altit = nadmořská výška (modrá šipka).

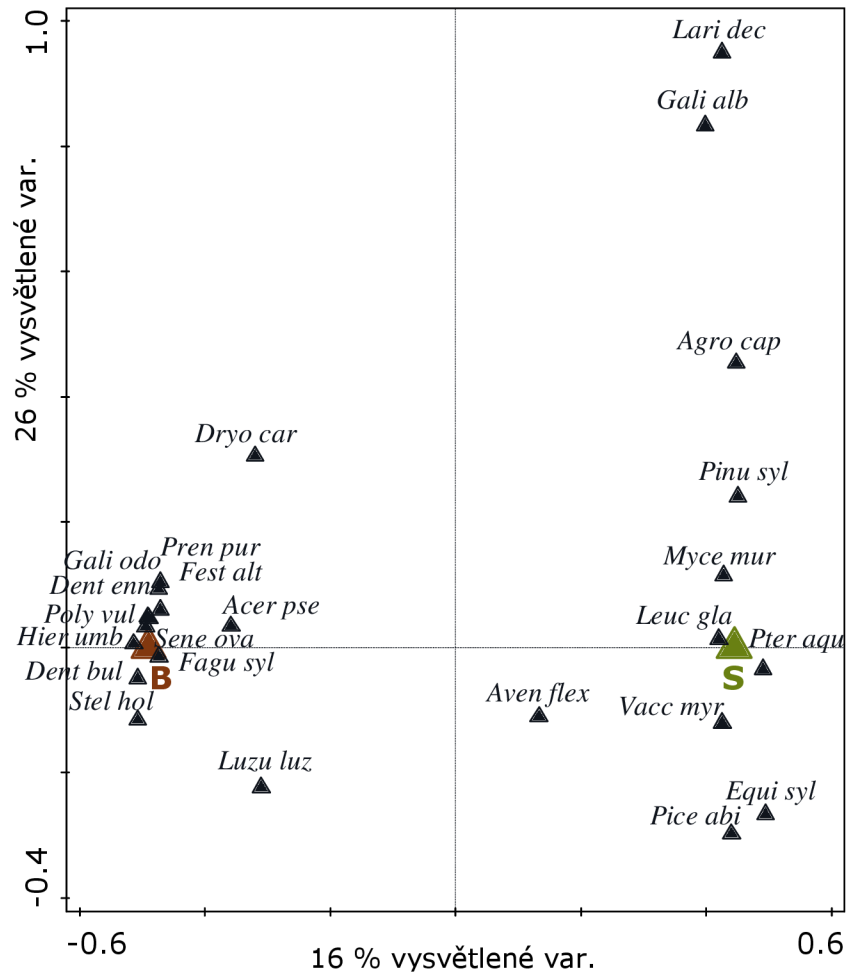
Graf č. 8 odpovídá předešlému zmíněnému, ukazatelem v diagramu jsou izočáry s uvedeným počtem druhů na snímcích, slabě korelující se zvyšující se nadmořskou výškou. Koeficient determinace  $R^2$  (Fitted Loess Model pro izočáry) odpovídá hodnotě pouze 24,2 %. Vztah nadmořské výšky a druhové bohatosti se tudíž neprokázal jako signifikantní faktor.



Graf č. 8 Konturový diagram s vrstevnicemi (izočárami) druhové bohatosti vytvořený z CCA přímé analýzy (kanonická korespondenční analýza). Hodnoty na osách grafu jsou bezrozměrné čísla a neudávají hodnotu vektoru nadmořské výšky. Altit = nadmořská výška (modrá šipka).

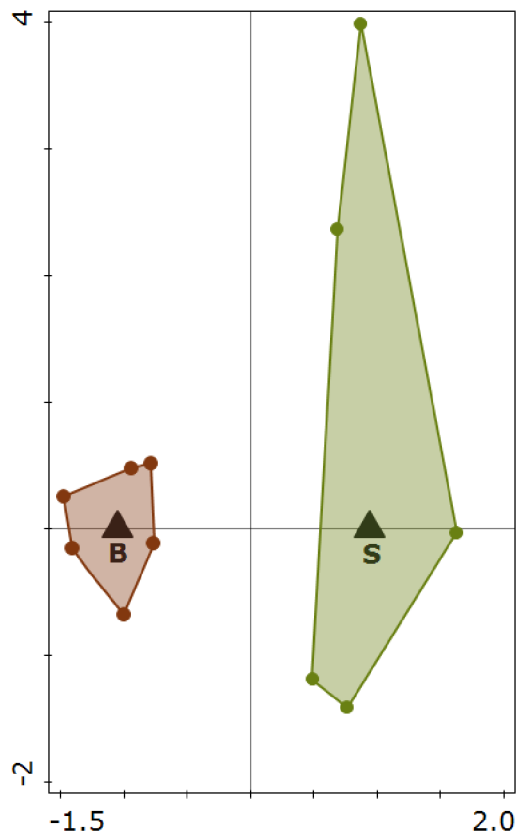
Centroidy bylin *Luzula luzuloides* a *Dryopteris carthusiana* na grafu č. 9 jsou na levé straně v bučinách, ale dál od jejich centroidu, jedná se tak o druhy, které měly zastoupení i ve smrkových porostech, naproti tomu z bylin typičtějších pro smrčiny s přesahem do bučin jsou to například *Avenella flexuosa*, která dle Synoptické tabulky (viz Tabulka č. 7) zmíněné níže se vyskytovala i na stanovištích s dominantou buku s průměrnou frekvencí 30 %. Jako typického představitele bučin, jak i vyplývá z diagramu, lze považovat druhy *Senecio ovatus*, *Dentaria bulbifera* nebo *Dentaria enneaphyllos*, jež jsou charakteristické pro horské bučiny a jedlobučiny, vyskytující se častěji na živinově bohatších stanovištích, ale i na kyselém podkladu. Dále lze uvést *Stellaria holostea*, jako představitele listnatých lesů na živinově bohatším podkladu.

Pro smrkové porosty je typický taxon *Pteridium aquilinum* rostoucí na silně kyselých půdách, tyto závislosti popisuje graf č. 11 zobrazující vegetační typ s pasivním proložením Ellenbergových hodnot. Monte-Carlo permutační test prokázal silnou průkaznost po odečtení vztahu kovariability nadmořské výšky, při hodnotě průkaznosti  $p = 0,2 \%$ . Na grafu bylo zobrazeno 24 nejsilněji korelovaných bylinných druhů.



Graf č. 9 Výsledek CCA přímé kanonické korespondenční analýzy testování vegetačního typu s nadmořskou výškou (Altit) jako kovariátou. Černé trojúhelníky = centroidy vegetačních typů; B = bučiny, S = smrčiny, zkratky jmen a šedé trojúhelníky zastupují bylinné druhy a jejich rozmístění vůči vegetačnímu typu. Číselné hodnoty na na osách jsou bezrozměrná relativní čísla.

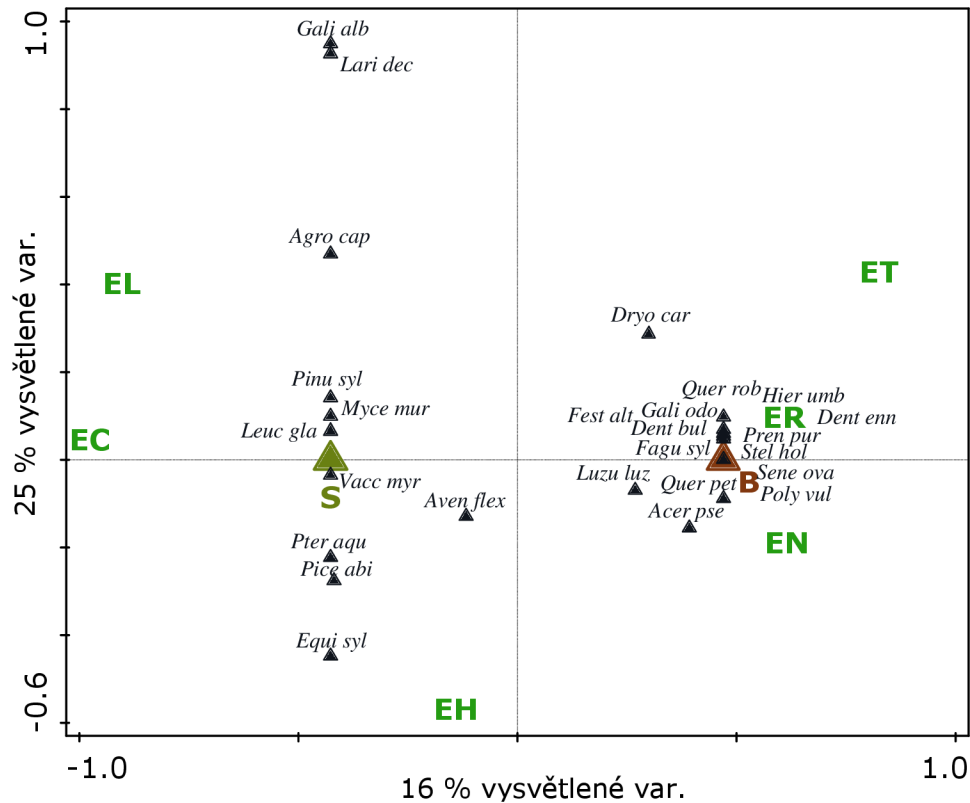
Na grafu č. 9 lze vidět rozmístění bylinných druhů a jejich postavení ke stromové dominantě. Graf č. 10 je syntézou stejné analýzy, ale centroidy snímků jsou spojeny do polygonů a graf proto vypovídá o vzájemné nepodobnosti snímků a nepřímo též o beta-diverzitě. Velikost polygonů je velice rozdílná, bukové porosty značí jistou homogenitu, oproti tomu smrkové silnou heterogenitu. Jedná se nejspíš o velice různorodé porosty, pravděpodobně vlivem rozdílného přísunu světla, disturbance, odumírání stromového patra. Zobrazení analýzy pomocí konturového diagramu s izočarami druhové bohatosti vypovídalo o lehce vyšší bohatosti v bučinách.



Graf č. 10 Porovnává podobnost bukových a smrkových snímků mezi sebou, centroid bukových porostů je ohraničen malým polygonem – homogenní, centroid smrkových je několikanásobně větší – heterogenní. B = bučiny, S = smrčiny. Číselné hodnoty na osách jsou bezrozměrná relativní čísla.

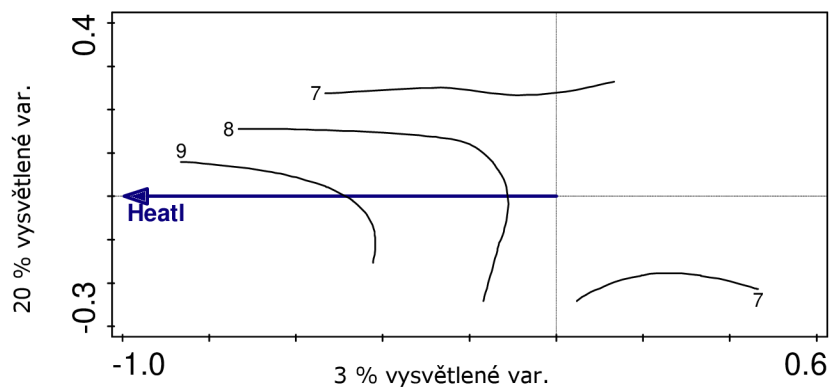
CCA přímá analýza charakterizující vliv typologické jednotky na bylinné druhy byla provedena, ale věrohodnost diagramu spočítaná koeficientem determinace  $R^2$  odpovídala pouze 17 procentům. Rozmístění rostlinných druhů v podrostu stromových dominant v rámci typologie nelze považovat za průkazné, byly totiž zastoupeny jen 4 kategorie se značnou převahou jedné skupiny K – kyselá edafická kategorie.

Předposlední graf č. 11 představuje rozmístění bylinných druhů ve vztahu k vegetačnímu typu s pasivním korelativním promítnutím Ellenbergových indikačních hodnot. Rostliny bukových porostů korelují více s ekologickými gradienty pro teplotu, půdní reakci, živiny. V bučinách je tedy větší podíl živin v půdě, větší teplomilnost vegetace a mírně bazičtější substrát. Ve smrčinách se nachází druhy náročnější na světlo a kontinentalitu, faktor vlhkost nehraje ve smrčinách ani v bučinách žádnou roli.



Graf č. 11 CCA přímá parciální analýza, testovaná proměnná: vegetační typ, Ellenbergovy indikátory byly do ordinačního prostoru zobrazeny a posteriori korelací s centroidy fytoecologických snímků (tyto nejsou v diagramu zobrazeny). EH = vlhkost, EC = kontinentalita, EL = světlo, ET = teplota, ER = půdní reakce, EN = živiny, B = bučiny, S = smrčiny. Číselné hodnoty na osách jsou bezrozměrná relativní čísla.

Poslední sledovanou proměnou byl Heat load index (HLI) neboli tepelný požitek, ale podle vypočítaného  $R^2$  koeficientu = 17,7 % a průkaznosti  $p = 22$  % se test ukázal jako neprůkazný, vysvětluje pouze 0,6 % variability a HLI tedy lze považovat za nesignifikantní faktor. Na vrstevnicovém grafu č. 12 korelují teplejší snímky s mírně zvýšenou druhovou bohatostí, nejspíš vlivem disturbance, většího slunečního záření a teploty.



Graf č. 12 Přímá parciální analýza CCA s Heatload jako testovanou proměnnou a nadmořskou výškou jako kovariátou. Číselné hodnoty na osách jsou bezrozměrná relativní čísla.

## 4.2 Synoptická tabulka

Synoptická tabulka třídí druhy podle frekvence jejich výskytu do pěti tříd I–V s využitím koeficientu  $f_i$  jako fidelity, vyvozuje tak druhy typické pro bučiny nebo smrčiny.

Nejčastěji se pod bukovými porosty vyskytoval starček (*Senecio ovatus*) a kostřava lesní (*Festuca altissima*) s procentuálním zastoupením téměř 40 %, často se v porostu vyskytovala taky *Dentaria enneaphyllos* s frekvencí cca 30 %, tyto druhy měly naopak velice nízké nebo žádné zastoupení ve smrčinách. Vyšší zastoupení v bučinách měly trávy *Avenella flexuosa*, která roste na kyselých půdách a *Calamagrostis villosa*, běžná ve smrkových bučinách, dále pak jestřábníkem okoličnatým (*Hieracium umbellatum*), ptačincem velkokvětým (*Stellaria holostea*), a svízelem vonným (*Galium odoratum*), stromové patro bylo významněji doplňované vedle buku také javorem klenem (*Acer pseudoplatanus*) a v podrostu břizou (*Betula pendula*).

Ve smrkovém porostu jsou nejběžnějším bylinným druhem zejména trávy *Avenella flexuosa* a *Calamagrostis villosa*, které se vyskytovaly s frekvencí průměrně 50 %. Typickou rostlinou pro smrčiny je borůvka (*Vaccinium myrtillus*), významnější výskyt má také hasivka (*Pteridium aquilinum*). Ve stromovém patře s cca 20–30procentní frekvencí se vyskytovaly kromě smrku ztepilého (*Picea abies*) mimo jiné i borovice (*Pinus sylvestris*) a modřín (*Larix decidua*). Významnějšími druhy je také sedmikvítek evropský (*Trientalis europaea*) a šťavel kyselý (*Oxalis acetosella*).

Některé druhy se vyskytovaly v obou typech porostu, jsou to ve značné míře kaprad'orosty – kaprad' osténkatá (*Dryopteris carthusiana*), papratka samičí (*Athyrium filix-femina*), kaprad' samec (*Dryopteris filix mas*), žebrovice různolistá (*Blechnum spicant*). Kapradiny mají obdobné nároky na životní prostředí, jako např. vlhčí půdy, kyselejší či mezotrofní, zástin nebo otevřenější porosty, což platí jak pro acidofilní bučiny, tak pro smrkové porosty (www8). V obou skupinách snímků se taktéž vyskytovaly dřeviny *Betula pendula*, jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*), borovice (*Pinus sylvestris*) nebo v keřovém patře *Rubus idaeus*, zmíněné druhy jsou pionýrské rostliny, jenž osidlují stanoviště po nějaké disturbanci (Pyšek et al. 2002; Souček 2021). Zaznamenan v bučinách i ve smrčinách byl nepůvodní druh, dle Pyška et al. (2012) klasifikován jako invazní, dub červený (*Quercus rubra*). Důvodem toho může být, že oproti evropským dubům není tolik světlomilný a je schopný růst i v polostínu, na půdách vlhkých a minerálně bohatých, ale i na kyselých chudších substrátech (Koblížek et al. 2002).



Tabulka č. 7 Synoptická tabulka s uvedením frekvenčních tříd zastoupení rostlinných druhů v BK = bukovém a SM = smrkovém porostu. Uvedené frekvenční třídy se pohybují v rozmezí: I = 1–20 %; II = 21–40 %; III = 41–60 %; IV = 61–80 %; V = 81–100 %. Čísla patra znamenají vegetační patro: 1 = stromové; 4 = keřové a stromy do 2 m; 6 = bylinné.

Typ porostu		BK	SM
Počet snímků		20	20
Druhy typické pro bučiny	patro		
<i>Fagus sylvatica</i>	1	V	I
<i>Senecio ovatus</i>	6	II	.
<i>Festuca altissima</i>	6	II	.
<i>Dentaria enneaphyllos</i>	6	II	.
Druhy typické pro smrčiny			
<i>Picea abies</i>	1	I	IV
<i>Avenella flexuosa</i>	6	II	IV
<i>Calamagrostis villosa</i>	6	II	III
<i>Vaccinium myrtillus</i>	6	.	III
<i>Pinus sylvestris</i>	1	.	II
<i>Larix decidua</i>	1	.	II
<i>Pteridium aquilinum</i>	6	.	II
<i>Hieracium umbellatum</i>	6	II	.
<i>Stellaria holostea</i>	6	II	.
<i>Galium odoratum</i>	6	II	.
<i>Dentaria bulbifera</i>	6	I	.
<i>Acer pseudoplatanus</i>	1	II	I
<i>Prenanthes purpurea</i>	6	I	.
<i>Polypodium vulgare</i>	6	I	.
<i>Quercus robur</i>	1	I	.
<i>Quercus petraea</i>	1	I	.
<i>Dryopteris carthusiana</i>	6	I	I
<i>Luzula luzuloides</i>	6	I	I
<i>Athyrium filix-femina</i>	6	I	I
<i>Galeopsis speciosa</i>	6	I	.
<i>Betula pendula</i>	4	II	I
<i>Maianthemum bifolium</i>	6	I	I
<i>Quercus rubra</i>	1	I	I
<i>Galium album</i>	6	.	I
<i>Mycelis muralis</i>	6	.	I
<i>Equisetum sylvaticum</i>	6	.	I
<i>Agrostis capillaris</i>	6	.	I
<i>Dryopteris filix mas</i>	6	I	II
<i>Trientalis europaea</i>	6	I	II
<i>Betula pendula</i>	1	I	I
<i>Rubus idaeus</i>	6	I	I
<i>Calluna vulgaris</i>	6	.	I
<i>Pinus strobus</i>	1	.	I
<i>Galium saxatile</i>	6	I	I
<i>Sorbus aucuparia</i>	4	I	I
<i>Oxalis acetosella</i>	6	I	II
<i>Digitalis purpurea</i>	6	I	I
<i>Poa nemoralis</i>	6	I	I
<i>Blechnum spicant</i>	6	I	I

## 5 Diskuze

Ovlivněním bylinného patra stromovými dominantami se zabývaly již mnohé odborné studie (Nič & Tóbis 2011; Štefančík 2020), byly zaměřené na různé skupiny proměnných, zkoumané v různých zemích, klimatických podmínkách i v různých typech porostů. Nejčastěji se jednalo o porovnání smrkových a bukových lesů, hlavně v souvislosti s obecně uznávanou domněnkou, že smrkové monokultury ochuzují diverzitu lesa oproti přirozeně se vyskytujícím dřevinám v daném porostu. Je zřejmé, že rozsáhlé smrkové monokultury vysázené na místech nepůvodní smrku, jistým způsobem degradují daná stanoviště, ta v krajních případech mohou být velice náchylná na bořivé větry, eroze půdy, kůrovcové kalamity atd. (Klimo et al. 2000). Zda-li smrkové porosty ochuzují biodiverzitu cévnatých bylin zůstává stále otázkou. Vědecké práce se soustředily na různé proměnné prostředí, jako jsou dostupnost světla, rychlost rozkládání opadu, pH půdy, mocnost humusu. Studie přináší častokrát protichůdné výsledky.

V roce 2014 se Iva Zítková v rámci bakalářské práce věnovala obdobnému tématu, srovnání druhového složení cévnatých bylin pod porosty polopřirozených listnatých lesů a kulturních smrčín. Šetření probíhalo na území Blanského lesa v okrese Český Krumlov, nebylo zjištěno signifikantního rozdílu v diverzitě bylinného podrostu buků a smrků, zaznamenán byl ovšem značný rozdíl v druhovém složení, kde v bučinách rostly hojně mezofilní cévnaté druhy rostlin, ve smrčínách rostlo bohaté mechové patro. Jako hlavní faktory ovlivňující diverzitu se ukázaly být nadmořská výška a porostní typ (Zítková 2014).

Porovnávání bylinného patra na území Krkonoš od Šárky Jahodové (1996) spočívalo zejména na rozdílech pH v půdě. Její výsledky prokázaly nižší, tedy kyselější výměnné pH u smrkových porostů ve svrchních vrstvách půdních horizontů, v humusových vrstvách i v první minerální vrstvě. Determinačním rozdílem mezi bučinami a smrčínami se ukázalo být i průměrné pH porostů, kde pro bukový vycházelo pH 3,49 a pro smrkové lesy 3,35. Z čehož vyplývá pozitivní vliv buku na pH půdy. Ve své práci jsem se nezaměřovala přímo na odběr půdy pro porovnávání jejího pH, je to ale zajímavý podnět pro budoucí studie, také proto, že lokalita Labských pískovců se celkově vyskytuje na velice chudém, převážně kyselém pískovcovém podkladu, jak bylo popsáno v charakteristice území z uváděné literatury. Další signifikantní rozdíl zjištěný z fytoocenologických snímků v Krkonoších byl v počtech nalezených druhů, ze kterého vyplývá, že příznivější pro biodiverzitu bylinného patra jsou bukové porosty, kde ve vegetačním typu porostu bučin průměrný počet nalezených činil 20 druhů a ve smrčínách 13 druhů, což se ztotožňuje s názorem (Simmons & Buckley 1992) o negativním vlivu smrku na bohatost cévnatých rostlin. Tato zjištění se ovšem neshodují s výzkumem slečny Tůmové (2018) na území Ještědského hřbetu, kde druhová diverzita rostla ve prospěch smrku, analýza se ovšem neprokázala jako signifikantní. Dalším ovlivňujícím faktorem se ukázal být lesní vegetační stupeň, s nejbohatším 3. a 4. stupněm.

Diverzitou vegetace přirozených listnatých lesů a jehličnatých kultur v Chříbech se ve své diplomové práci věnovala Hejdová (2010), ta při testování několika proměnných vyhodnotila za důležitý faktor, který ovlivňuje bohatost podrostu, zejména dostatek světla. To poukazovalo na smrkové porosty jako druhově bohatší, stejně tak v případě zkoumání na Ještědském hřbetu (Tůmová 2018). Shodného trendu bylo dosaženo i ve zkoumané oblasti Labských pískovců, při které se smrkové porosty ukázaly jako lehce druhově bohatší, testem se ale neprokázala statistická významnost.

Jako hlavní činitel určující druhovou bohatost cévnatých rostlin se zde ukázal být vegetační typ, tohoto výsledku bylo dosaženo CCA přímou kanonickou korespondenční analýzou, přičemž Monte-Carlo permutační test prokázal silnou průkaznost výsledku. Vegetační typ narůstal ve prospěch smrku, i mechové patro bylo lehce druhově bohatší ve smrčinách, celková pokryvnost mechového patra byla naměřena téměř shodná v bučinách i smrčinách, s mírnou korelací s bukovými porosty.

Bohatost mechorostů závisí na více faktorech, mechy jsou všeobecně známými indikátory znečištěného ovzduší, osidlují nehostinné oblasti, jsou vázané na vlhko, ale častokrát rostou i na skalách, kmenech, pouštích, snášejí tedy dobře dlouhá sucha. Jejich větší druhovou bohatost ve smrčinách si můžeme vysvětlit větší rozmanitostí životního prostředí, jelikož celková pokryvnost stromového patra byla výrazně nižší, právě v těchto porostech docházelo tak i k místy značnému přísunu světelného záření do porostu, jak ukazuje i graf první ordinační analýzy v části výsledků, kde vektor Ellenbergovy indikační hodnoty světla (ET) úzce koreluje se smrčinami. Naopak živinově bohatší jsou bukové porosty, což značí o chudých půdách u smrků, se kterými se pojí výskyt mechu *Leucobrium glaucum*. Substrát bohatší na živiny u buků může vysvětlovat jejich nepatrně vyšší pokryvnost právě v těchto porostech, o čemž se můžeme přesvědčit na diagramu analýzy DCA, která jako hlavní gradient pro rozřazení nalezených druhů vyhodnotila právě dostupnost živin rostoucí směrem k bučinám.

DCA detrendovanou kanonickou analýzou se podařilo bylinné druhy rozřadit dle trofického gradientu, jako představitele živinově bohatších stanovišť – bukových lze uvést *Galeopsis speciosa*, *Senecio ovatus*, *Prenanthes purpurea*, *Dentaria enneaphylos*, oproti tomu na smrkových chudých stanovištích se vyskytovaly zejména *Vaccinium myrtillus*, *Pteridium aquilinum*, *Pinus sylvestris* a *Leucobrium glaucum*, mech typický pro chudá, kyselá lesní stanoviště.

Naopak za nesignifikantní faktory se pomocí CCA analýz ukázaly být nadmořská výška, tepelný požitek a půdní (typologická) kategorie. Vzhledem k vysokému a převažujícímu zastoupení kyselých edafické kategorie (K) nebylo možné se statistickou průkazností vyhodnotit vliv půdy na byliny.

I přes slabou signifikanci testu ( $p = 12,4 \%$ ) se ukazují být vyšší nadmořské výšky nevýrazně druhově bohatší, ukazatelem nížin, jak z analýzy vyplývá je lipnice hajní (*Poa nemoralis*), Sedmikvítka evropský (*Trientalis europaea*) a třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*) jsou druhy smrkových horských lesů. Větší míra tepelného požitku (*Heat load index*) korelovala se zvyšujícím se počtem druhů, nejspíš vlivem disturbance, odumírání starších stromů. Lze tyto efekty přisuzovat smrkovým porostům, jenž tvoří více prosluněné porosty než bukové, s menší zapojením stromového patra, čímž se může do podrostu dostat více slunečního záření. S tím se neshodují výsledky Ivy Zítkové, které zápoj, a tedy nepřímo míru slunečního svitu neprokázaly jako signifikantní faktor (Zítková 2014).

Smrkové porosty oproti bukovým z nasbíraných dat nepoukazovaly na ochuzenost druhové diverzity, spíše na druhovou rozrůzněnost, ve smrčinách se vyskytují acidofilní druhy, typické pro daná stanoviště. Větší bohatost smrčin může být ve spojitosti s tím, že v Labských pískovcích je na několika místech smrk přirozenou dřevinou, zejména v 6. smrkobukovém vegetačním stupni, což se pojí s rozdělením smrkových kulturně vysazovaných porostů podle (Máliš et al. 2010). Poukazuje na smrkové porosty, a hlavně smíšené smrko-bukové porosty jako na druhově nejbohatší. (Hadač & Sofron 1980) rozdělují porosty monokulturních smrčin podle přirozenosti výskytu smrku na daném stanovišti. Pokud nový porost roste na přirozeném výskytu smrku, nemusí docházet ke změně a ochuzení diverzity cévnatých druhů bylin v jeho podrostu.

Synoptická tabulka roztřídila druhy *Senecio ovatus*, *Festuca altissima* a *Dentaria enneaphyllos*, jako druhy typické pro bučiny a *Hieracium umbellatum*, *Stellaria holostea* a *Galium odoratum*, jako druhy s až 40% zastoupením v bučinách (www6). Byliny typické pro smrčiny se shodují se synoptickou tabulkou Terezy Tůmové (2018) a sice jde o druhy jako: *Avenella flexuosa* a *Vaccinium myrtillus*, *Calamagrostis villosa*, jsou to typické acidofilní druhy. Některé rostlinné druhy se nalézaly na obou typech stanovišť, jsou to zejména kaprad'orosty, mechorosty a dřeviny bříza bělokora (*Betula pendula*), jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*), borovice lesní (*Pinus sylvestris*) a invazní druh dub červený (*Quercus rubra*), schopen žít i v částečném zástínu, na chudších půdách.

Přírodní lesní oblast Lužická vrchovina disponuje širokou škálou různých typů prostředí, od polopřirozených bukových porostů, smrkové kultury, inverzních roklí, soutěsek, porostů rozkládajících se po březích Labe, exponovaných svahů, po pískovcové reliktní bory. Příhodné by mohlo být porovnávat druhovou bohatost Labských pískovců ve všech typech stanovišť, lesích s různými stromovými dominantami, v kombinaci s testováním pH půdy, o vyšším rozsahu sběru fytoecologických snímků. Vzhledem k jisté ochuzenosti bylinných druhů na území a časté inverzi vegetačních stupňů, o čem se lze přesvědčit již v charakteristice místní flóry z uváděné literatury, by bylo vhodné sbírat data během každého aspektu v průběhu roku, nejen v rozsahu několika dní v jednom období.

## 6 Závěr

Ve zkoumané oblasti Labských pískovců bylo porovnáváno druhové složení a pokryvnost bylinného patra, ovlivněného polopřirozenými bukovými porosty oproti smrkovým monokulturám. Významně se projevil vliv vegetačního typu, tedy dřevinné dominanty a dostupnost živin jako signifikantní proměnné. Nebylo statisticky prokázáno ochuzování druhé diverzity cévnatých rostlin vlivem smrku, lišilo se ovšem druhové zastoupení. Ve smrčinách se vyskytovaly druhy typické pro dané stanoviště, acidofilní druhy jako jsou brusnice borůvka nebo metlička křivolaká, starček Fuchsův je zase typickým druhem pro bukový stupeň.

Dále se výrazně vyskytovaly mechorosty. Větší pokryvnost mechů korelovala s bučinami, nejspíš vlivem větší dostupnosti živin, zástinu a vlhkosti, naproti tomu více druhů mechů bylo nalezeno ve smrčinách, kde se navíc vyskytoval bělomech sivý (*Leucobrium glaucum*), zástupce kyselých chudých půd a bezvláska vlnkatá (*Atrichum undulatum*). Rokyt cypřišovitý (*Hypnum cupressiforme*) se vyskytoval na obou stanovištích poměrně hojně, jedná se o kosmopolitní druh rozšířený od nížin do horských oblastí a indikátor špatně rozkládajícího se humusu (www8).

Lesní vegetační stupeň a edafická kategorie se neprojevily jako dostatečně průkazné, vzorky totiž byly sbírány jen na dvaceti párech zkusných ploch s omezením na 4.–6. lesní vegetační stupeň, zároveň tak se omezila diverzita edafické kategorie, kde přesahovala kyselá. Se zvyšující se nadmořskou výškou se patrně naznačoval trend o zvyšujícím se počtu druhů, výše se vyskytoval např. sedmikvítek evropský (*Trientalis europaea*), druh horských smrčin.

Další obdobné komplexnější studie by mohly ještě výrazněji přispět k porozumění dané problematiky. Labské pískovce jsou velice rozsáhlé území s výraznou lokální proměnlivostí prostředí, které by bylo třeba zkoumat mnohem hlouběji. Zároveň je třeba mít stále v povědomí, že při analyzování a snaze nalézt řád v přírodě nelze stoprocentně počítat s jistými pravidly a řádem. Lesní porosty ovlivňuje nesčetně mnoho faktorů v nejrůznějších kombinacích, ty mohou zapříčinit nový výsledek či anomálii. Také mezi často opomíjené faktory patří styl nynějšího a předešlého hospodaření, typ porostu, efekt zvěře, vliv změny klimatu. Pro přesnější výsledky a efektivní hospodaření a nakládání s lesními porosty s celou jejich biodiverzitou by bylo příhodné zohledňovat veškeré proměnné prostředí.

## 7 Citace

### 7.1 Literatura

- Augusto, L., Dupouey, J.-L., & Ranger, J. (2003). Effects of tree species on understory vegetation and environmental conditions in temperate forests. *Annals of Forest Science*, 60(8), 823–831. <https://doi.org/10.1051/forest:2003077i>
- Barbier, S., Gosselin, F., & Balandier, P. (2008). Influence of tree species on understory vegetation diversity and mechanisms involved—A critical review for temperate and boreal forests. *Forest Ecology and Management*, 254(1), 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.09.038>
- Chytrý, M., Härtel, H., & Šumberová, K. (2012). Rodinné stříbro české vegetace: máme u nás něco, co jinde nemají? *Živa*, 175.
- Chytrý, M., Tichý, L., Holt, J., & Botta-Dukát, Z. (2002). Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures. *Journal of Vegetation Science*, 13(1), 79–90. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2002.tb02025.x>
- Deyl, M., & Hisek Květoslav. (1973). *Naše květiny II.* (Vol. 2). Albatros.
- Ellenberg, H. (1974). *Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas = Indicator values of vascular plants in Central Europe.*
- Ewald, J. (2000). The influence of coniferous canopies on understorey vegetation and soils in mountain forests of the northern Calcareous Alps. *Applied Vegetation Science*, 3(1), 123–134. <https://doi.org/10.2307/1478926>
- Fabiánek, T., Menšík, L., Tomášková, I., & Kulhavý, J. (2009). Effects of spruce, beech and mixed commercial stand on humus conditions of forest soils. *Journal of Forest Science*, 55(3), 119–126. <https://doi.org/10.17221/70/2008-JFS>
- Hadač, E., & Sofron, J. (1980). Notes on syntaxonomy of cultural forest communities. *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica*, 15(3), 245–258. <https://doi.org/10.1007/BF02851808>
- Hagen-Thorn, A., Callesen, I., Armolaitis, K., & Nihlgård, B. (2004). The impact of six European tree species on the chemistry of mineral topsoil in forest plantations on former agricultural land. *Forest Ecology and Management*, 195(3), 373–384. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.02.036>
- Hejdová, M. (2010). *Diverzita vegetace přirozených listnatých lesů a jehličnatých kultur v Chřibech.* Masarykova univerzita, Knihovna PřF, Ústav Bot. Zool.
- Jahodová, Š. (1996). *Srovnání bylinného patra přirozených bučin a náhradních smrčín v Krkonoších.* Jihočeská univerzita.
- Klimo, E., Hager, H., & Kulhavý, J. (eds. ). (2000). *Spruce Monocultures in Central Europe – Problems and Prospects.*
- Knops, J. M. H., Bradley, K. L., & Wedin, D. A. (2002). Mechanisms of plant species impacts on ecosystem nitrogen cycling. *Ecology Letters*, 5(3), 454–466. <https://doi.org/10.1046/j.1461-0248.2002.00332.x>
- Koblížek, J., Hejný, S., & Slavík, B. (2002). Quercus L. - dub. In L. & S. V. (eds. ). Hroudá (Ed.), *Květena České republiky.* Academia.
- Kubát, K., & Hroudá, L. (2002). *Klíč ke květeně České republiky* (J. jun. , K. Z. , K. J. & Š. J. [eds] Chrtek, Ed.). Academia.
- Langenbruch, C., Helfrich, M., & Flessa, H. (2012). Effects of beech (*Fagus sylvatica*), ash (*Fraxinus excelsior*) and lime (*Tilia spec.*) on soil chemical properties in a mixed deciduous forest. *Plant and Soil*, 352(1–2), 389–403. <https://doi.org/10.1007/s11104-011-1004-7>
- Lepš, J., & Šmilauer, P. (2013). *Mnohorozměrná analýza ekologických dat.*

- Máliš, F., Vladovič, J., Čaboun, V., & Vodálová, A. (2010). The influence of *Picea abies* on herb vegetation in forest plant communities of the Veporské vrchy Mts. In *JOURNAL OF FOREST SCIENCE* (Vol. 56, Issue 2).
- Mansfeld, V. (2022). *Oblastní plán rozvoje lesů; Souhrnná zpráva. Podklad k základnímu šetření: Přírodní lesní oblast 19 – Lužická pískovcová vrchovina.*
- McCune, B., & Keon, D. (2002). Equations for potential annual direct incident radiation and heat load. *Journal of Vegetation Science*, 13(4), 603–606.  
<https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2002.tb02087.x>
- Moravec, J. (1994). *Fytocenologie (Nauka o vegetaci)* (Vol. 1). Academia.
- Nič, J., & Tóbis, Š. (2011). *Effect of the first generation of spruce on ground vegetation* (No. 4; 2).
- Petr Bauer, Vladislav Kopecký, & Karel Stein. (2012). Krajina zrozená z moře, 40 let od vyhlášení CHKO Labské pískovce. *Časopis Ochrana Přírody*, 2–7.
- Prescott, C. E., & Grayston, S. J. (2013). Tree species influence on microbial communities in litter and soil: Current knowledge and research needs. *Forest Ecology and Management*, 309, 19–27.  
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.02.034>
- Putalová, T., Vacek, Z., Vacek, S., Štefančík, I., Bulušek, D., & Král, J. (2019). Tree-ring widths as an indicator of air pollution stress and climate conditions in different Norway spruce forest stands in the Krkonoše Mts. *Central European Forestry Journal*, 65(1), 21–33. <https://doi.org/10.2478/forj-2019-0004>
- Pyšek, P., Sádlo, J., & Mandák, B. (2002). Catalogue of alien plants of the Czech Republic, taxonomic diversity and invasion pattern. *Preslia*, 74(2), 97–186.
- Simmons, E. A., & Buckley, G. P. (1992). Ground vegetation under planted mixtures of trees. *The Ecology of Mixed-Species Stands of Trees*, 211–232.
- Skalický, V. (1988). Regionálně fytogeografické členění. In S. & S. B. Hejný (Ed.), *Květena České socialistické republiky* (Vol. 1, pp. 103–121). Academia.
- Souček, J. (2021). Potenciál přirozené obnovy pionýrských druhů dřevin. *Zprávy Lesnického Výzkumu*, 66(3), 188–196.
- Špulák, O., & Kacálek, D. (2011). Historie zalesňování nelesních půd na území České republiky. *Zprávy Lesnického Výzkumu*, 56(1), 49–57.
- Štefančík, I. (2020). Development of the Norway spruce (*Picea abies* /L./ Karst.) stand established by various spacings and affected by abiotic harmful factors and ungulate game. *Journal of Forest Science*, 66(3), 117–131.  
<https://doi.org/10.17221/18/2020-JFS>
- Swift, M. J., Heal, O. W., & Anderson, J. M. (2002). Terrestrial Decomposition. In *Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology* (pp. 151–175). Springer New York.  
[https://doi.org/10.1007/0-387-21663-4\\_7](https://doi.org/10.1007/0-387-21663-4_7)
- Taylor, B. R., Parkinson, D., & Parsons, W. F. J. (1989). Nitrogen and Lignin Content as Predictors of Litter Decay Rates: A Microcosm Test. *Ecology*, 70(1), 97–104.  
<https://doi.org/10.2307/1938416>
- Tichý, L. (2002). JUICE, software for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science*, 13(3), 451–453. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2002.tb02069.x>
- Tůmová, T. (2018). *Druhové složení a diverzita cévnatých rostlin bučin a kulturních smrčín na Ještědském hřbetu* [Bakalářská práce]. Česká zemědělská univerzita v Praze.
- Ulam, S. M. (1947). On combination of stochastic and deterministic processes. *American Mathematical Society*, 53.
- Vacek, S. (2003). *Mountain forests of the Czech Republic*. Ministry of Agriculture. Ministry of Agriculture of the Czech Republic, Forestry Department.

- Vacek, S., & Matějka, K. (2010). State and development of phytocenoses on research plots in the Krkonoše Mts. forest stands. *Journal of Forest Science*, 56(11), 505–517. <https://doi.org/10.17221/127/2010-JFS>
- Václav Čílek, Handrij Härtel, Tomáš Herben, Andrew Jackson, & Rendel Williams. (2007). *Sandstone landscapes*. Academia.
- Van Der Maarel, E. (1975). The Braun-Blanquet Approach in Perspective. *Vegetatio*, 30(3), 213–219.
- Viewegh, J., Kusbach, A., & Mikeska, M. (2003). Czech forest ecosystem classification. *Journal of Forest Science*, 49(2), 74–82. <https://doi.org/10.17221/4682-JFS>
- Wulf, M., & Naaf, T. (2009). Herb layer response to broadleaf tree species with different leaf litter quality and canopy structure in temperate forests. *Journal of Vegetation Science*, 20(3), 517–526. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2009.05713.x>
- Zítková, I. (2014). *Srovnání druhového složení a diverzity cévnatých rostlin a mechorostů polopřirozených lesů a kulturních smrčín*. 49(2), 273–295.
- Zývalová, J. (2017). *Vliv buku lesního a smrku ztepilého na zastoupení nízkomolekulárních organických kyselin a složení mikrobiálních společenstev v lesních půdách*.



## 7.2 Internetové zdroje

- www1: Magistrát města Ústí nad Labem. Geologie. [usti-nad-labem.cz](http://usti-nad-labem.cz) [online]. [cit. 2023-12-03] Dostupné z: <https://www.usti-nad-labem.cz/cz/volny-cas/turistum/priroda/geologie/>
- www2: Good Sailor. Ptačí oblast labské pískovce. [npcs.cz](http://npcs.cz) [online]. 2023 [cit. 2023-02-15]. Dostupné z: <https://www.npcs.cz/ptaci-oblast-labske-piskovce>
- www3: Matějka K. lesní oblasti. [infodatasys.cz](http://infodatasys.cz) [online]. Praha, 2005. [cit. 2023-03-24]. Dostupné z: <https://www.infodatasys.cz/lesnioblasti/>
- www4: WEBHOUSE<sup>®</sup>. CHKO labské pískovce geologie vodopis. [tisa.cz](http://tisa.cz) [online]. ©2012 [cit. 24.03.2023]. Dostupné z: <https://www.tisa.cz/chko-labske-piskovce-geologie-vodopis/d-107876>
- www5: VIZUS. Správa CHKO Labské pískovce. [labskepiskovce.ochranaprirody.cz](http://labskepiskovce.ochranaprirody.cz) [online]. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2019 [cit. 2023-02-03]. Dostupné z: <https://web.archive.org/web/20190118214843/http://labskepiskovce.ochranaprirody.cz/>
- www6: HOSKOVEC, L. Senecio ovatus. [botany.cz](http://botany.cz) [online]. ©2003-2023 [cit. 2023-03-21]. Dostupné z: <https://botany.cz/cs/senecio-ovatus/>
- www7: BioLib. Taxon. [biolib.cz](http://biolib.cz) [online]. ©1999–2023 [cit. 2023-03-24]. Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id14877/>
- www8: Natura Bohemica. Dryopteris carthusiana. [naturabohemica.cz](http://naturabohemica.cz) [online]. ©2008–2023 [cit. 24.03.2023]. Dostupné z: <http://www.naturabohemica.cz/dryopteris-carthusiana/>
- www9: Region-Tour. Labské pískovce. [region-ceskesvycarsko.cz](http://region-ceskesvycarsko.cz) [online]. ©2008–2019 [cit. 2023-03-21]. Dostupné z: <https://www.region-ceskesvycarsko.cz/oblasti/labske-piskovce/>
- www10: Good Sailor. Vyšší rostliny. [npcs.cz](http://npcs.cz) [online]. 2023 [cit. 2023-02-15]. Dostupné z: <https://www.npcs.cz/vyssi-rostliny#Lesy>
- www11: ÚHÚL. Katalog mapových informací. [uhul.cz](http://uhul.cz). [online]. Brandýs nad Labem, Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, 2023 [cit. 2023-01-04]. Dostupné z: <https://geoportal.uhul.cz/mapy/MapyOprl.html>
- www12: NPCS. Plán péče CHKO Labské pískovce na období 2011–2020. [www.npcs.cz](http://www.npcs.cz) [online]. Děčín, Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, Správa CHKO Labské pískovce, 2011. 2, 7–27. Dostupné z: [https://www.npcs.cz/sites/default/files/plan\\_pece\\_chko\\_lp.pdf](https://www.npcs.cz/sites/default/files/plan_pece_chko_lp.pdf)
- www13: NPCS. Rozbory Chráněné krajinné oblasti Labské pískovce k 31. 10. 2009. [www.npcs.cz](http://www.npcs.cz) [online]. Děčín, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Správa CHKO Labské pískovce, 2011, 5–84. [Dostupné z: [https://www.npcs.cz/sites/default/files/plan\\_pece\\_chko\\_lp\\_rozbory.pdf](https://www.npcs.cz/sites/default/files/plan_pece_chko_lp_rozbory.pdf)]

## 8 Seznam použitých zkratk a symbolů

**AOPK ČR** – Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky

**BK** – bukový porost

**C** – uhlík

**CCA** – kanonická korespondenční analýza

**COS** – cosinus, goniometrická funkce nějakého úhlu

**DCA** – detrendovaná kanonická analýza

**E<sub>0</sub>** – mechové patro

**E<sub>1</sub>** – bylinné patro

**E<sub>2</sub>** – keřové patro

**E<sub>3</sub>** – tromové patro

**EC** – Ellenbergova hodnota pro kontinentalitu

**EH** – Ellenbergova hodnota pro vlhkost

**EIH** – ellenbergovy indikační hodnoty

**EL** – Ellenbergova hodnota pro světlo

**EN** – Ellenbergova hodnota pro živiny

**ES** – Ellenbergova hodnota pro půdní reakci

**ET** – Ellenbergova hodnota pro teplotu

**fi; Φ** – fidelita, věrohodnost

**GPS** – globální družicový polohový systém

**HeatI** – Heat load index; tepelný požitek

**CHKO** – Chráněná krajinná oblast

**K** – normální edafická kategorie (kyselá ekologická řada)

**LP** – Labské pískovce

**LVS** – lesní vegetační stupeň

**M** – chudá edafická kategorie (kyselá ekologická řada)

**N** – dusík

**NP** – národní park

**NPCS** – národní park České Švýcarsko

**Of** – horizont nadložního humusu, tvořen částečně rozdrčenou opadankou

**OI** – horizont nadložního humusu, tvořen nerozloženým opadem

**OPRL** – oblastní plány rozvoje lesů

**P** – kyselá edafická kategorie (oglejená ekologická řada)

**p** – signifikace; hladina významnosti

**PCA** – analýza hlavních komponent

**pH** – vodíkový exponent

**PLO** – přírodní lesní oblasť

**PP** – přírodní památka

**PR** – přírodní rezervace

**Q** – chudá edafická kategorie (oglejená ekologická řada)

**R** – programovací prostředí

**R<sub>2</sub>** – koeficient determinace, procento vysvětlené variability

**Rad** – jednotka rovinného úhlu

**S** – svěží edafická kategorie (živná ekologická řada)

**SIN** – sinus, goniometrická funkce nějakého úhlu

**SM** – smrový porost

**SWI** – Shannon-Wiener index biodiverzity

**V** – vlhká edafická kategorie (vodou obohacená ekologická řada)

**WGS-84** – World Geodetic System 1984, geodetický standard, referenční elipsoid pro souřadnicový systém



