

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra myslivosti a lesnické zoologie



Česká zemědělská
univerzita v Praze

**Druhové složení cévnatých rostlin bučin a
kulturních smrčín v severozápadních Čechách ve
vztahu k palatabilitě biomasy**

Bakalářská práce

Autor práce: Jolana Šindelková

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

2023

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jolana Šindelková

Lesnictví
Provoz a řízení myslivosti

Název práce

Druhové složení cévnatých rostlin bučin a kulturních smrčín v severozápadních Čechách ve vztahu k palatabilitě biomasy

Název anglicky

Composition of vascular plants in beechwoods and spruce plantations in Northwestern Bohemia, with an attention to herb layer biomass palatability

Cíle práce

Odborná literatura uvádí rozdílné výsledky, zda pěstování smrkových kultur způsobuje ochuzování diversity bylinného patra či nikoli. Je proto důležité provádět výzkum na různých typech stanovišť a v rozdílných geografických oblastech, aby bylo možno formulovat obecnější závěr. Tato práce si klade dva cíle: (1) vyhodnocení skladby a bohatosti bylin v podrostu původních bukových porostů a porostů smrkových kultur ve zkoumané oblasti, (2) vyhodnocení palatability biomasy podrostu pro lesní zvěř. Jako pracovní hypotézy jsou formulovány teoretické předpoklady, že (1) smrkové kultury ochuzují diverzitu cévnatých rostlin v porovnání s polopřirozenými bučinami, (2) palatabilita biomasy může být vyrovnána v obou typech lesních porostů a závisí na geografické poloze a místních environmentálních podmínkách.

Metodika

Na vytipovaném území v severozápadních Čechách (Krušnohoří, Slavkovský les) se vyberou dle letecké ortofotomapy ve 4. – 5. lesním vegetačním stupni sousedící porosty s dominancí smrku a buku. V každém porostu se vytýčí jedna zkusná plocha čtvercového tvaru o rozměru 15 x 15 m, kde se provede fytoecologický snímek dle metodiky Curyšsko-Montpelliérské školy s rozlišením pater (stromové, keřové, bylinné, mechové). Obě plochy v páru by měly být vzdálené max. 300 metrů a pokud možno se srovnatelnou expozicí, aby byl minimalizován vliv místní heterogenity. Vybráno bude celkem 20 dvojic porostů, každá plocha bude lokalizována pomocí GPS souřadnic. 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, k čemuž bude použita mnohorozměrná ordinace dat v programu CANOCO. Palatabilita biomasy podrostu bude porovnána mezi oběma porostními typy s využitím dostupných dat k jednotlivým druhům/druhovým skupinám pomocí analýzy variance.

Harmonogram zpracování:

Jaro–léto 2022: rešerše literatury, výběr lesních porostů dle mapových podkladů, fytoecologické snímování

Podzim 2022: digitalizace terénních dat, konzultace při dourčování obtížných taxonů z nasbíraných herbářových položek

Podzim – zima 2022/2023: zpracování digitalizovaných dat, statistické analýzy, prezentace výsledků na katedrovém semináři

Zima – jaro 2023: sepsání bakalářské práce



Doporučený rozsah práce

Předpokládá se rozsah textu v délce 25-50 normostran (bez příloh)

Klíčová slova

Krušné hory, Slavkovský les, bučiny, smrčiny, fytoocenologické snímky, bylinné patro, diverzita, palatabilita

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.
- 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: 119–126.
- Hejdová M. (2010): Diverzita vegetace přirozených listnatých lesů a jehličnatých kultur v Chřibech. – Ms., 60 p. [Dipl. práce; depon. in: Knihovna Přírodovědecké fakulty, Ústav botaniky a zoologie, Masarykova univerzita, Brno]
- 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.
- 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: 517–526.
- Zítková I. (2014): Srovnání druhového složení a diverzity cévnatých rostlin a mechorostů polopřirozených lesů a kulturních smrčin. – *Zprávy Čes. Bot. Společ.* 49: 273–295.
-

Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – FLD

Vedoucí práce

Mgr. Tomáš Černý, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie lesa

Konzultant

Ing. Miloš Ježek, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 17. 2. 2023

prof. Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 27. 2. 2023

prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 02. 03. 2023

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Druhové složení cévnatých rostlin bučin a kulturních smrčín v severozápadních Čechách ve vztahu k palatabilitě biomasy vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Tomáše Černého, Ph.D. a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědoma že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Rudném dne 21.03. 2023

Jolana Šindelková

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala především mému vedoucímu práce, panu Mgr. Tomáši Černému, Ph.D., za odborné vedení, rady, trpělivost a podporu během psaní bakalářské práce.

Obsah

Abstrakt	9
Abstract.....	10
1. Úvod	11
2. Charakteristika zkoumaných oblastí Krušné hory a Slavkovský les.....	12
2.1 Vymezení zkoumaných oblastí	12
2.2 Přírodní poměry Krušných hor	12
2.3 Přírodní poměry Slavkovského lesa	13
3. Vliv stromové dominanty na bylinné patro a půdní vlastnosti	15
4. Stravitelnost vegetace lesní zvěři	16
4.1 Potravní ekologie přežvýkavců.....	16
4.2 Potravní preference	17
4.3 Význam lesních trav pro výživu zvěře.....	17
5. Metodika	19
5.1 Výběr ploch.....	19
5.2 Terénní práce	19
5.3 Práce s daty	21
6. Výsledky	23
6.1 Ordinační analýzy vegetace a proměnných prostředí	23
6.1.1 Přehled měřených proměnných studované vegetace.....	24
6.1.2 Nadmořská výška.....	25
6.1.3 Vegetační typy	26
6.1.4 Vliv edafotopu dle jednotek lesnické typologie	29
6.1.5 Půdní reakce a její vliv na vegetaci.....	32
6.1.6 Ellenbergovy indikační hodnoty, palatabilita.....	34
6.1.7 Pokryvnost pater	35
6.1.8 Reakce, Ellenbergovy indikační hodnoty, palatabilita.....	37

6.2	Odlišnost prostředí vegetace bučin a smrčín	39
6.2.1	Analýza charakteristických druhů bukových a smrkových porostů	40
7.	Diskuse.....	42
8.	Závěr	45
Zdroje	46
Literatura.....		46
Internetové zdroje.....		49
Přílohy		50

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zaměřuje na srovnání druhového složení cévnatých rostlin v bučinách a kulturních smrčinách. Jelikož se výsledky odborných studií zabývajících se touto problematikou značně rozcházejí, je potřeba neustále provádět výzkumy, které budou posilovat objasnění této problematiky. Cílem této práce je vyhodnocení skladby a druhové bohatosti bylin v obou typech porostů, a vyhodnocení palatability biomasy podrostu pro lesní zvěř.

Data byla sbírána od června do srpna roku 2022 v Krušných horách a Slavkovském lese na předem vytipovaných plochách pomocí ortofotomapy. Vždy byly vybrány sousedící porosty, přičemž v jednom dominoval smrk a ve druhém buk. V porostech byla vždy vytyčena jedna zkusná plocha o rozměrech 15 × 15 metrů. Jednotlivé plochy od sebe byly vzdáleny maximálně 300 metrů. Na zkusných plochách byl proveden záznam fytoocenologických snímků s rozlišením pater (stromové, keřové, bylinné, mechové) a odebrán vzorek půdy z H horizontu. Následně byla fytoocenologická data zpracována v programech RStudio, CANOCO a JUICE. Druhová diverzita a palatabilita biomasy byla porovnáвана s proměnnými prostředí pomocí přímých a nepřímých ordinačních analýz. U mnohých analýz byly prokázány statistické významnosti jednotlivých závislostí.

Hlavním faktorem, který vedl k vyšší druhové bohatosti bylin ve smrčinách i přes jejich nízké pH, byl dostatek světla. Nejvýznamnější proměnnou byl tedy korunový zápoj. Bohatější ve smrkových monokulturách bylo i mechové patro. Tento výsledek však není průkazný. Palatabilita biomasy byla vyrovnaná v obou typech lesních porostů, avšak mnohdy byla ovlivňována řadou dalších enviromentálních proměnných.

Klíčová slova: Krušné hory, Slavkovský les, bučiny, smrčiny, fytoocenologické snímky, bylinné patro, diverzita, palatabilita

Abstract

This bachelor's thesis focuses on the comparison of the structure of vascular plants in beech wood and spruce wood areas. Due to the varying results of this study, it is necessary to perform research to have the most accurate results continuously. This paper aims to evaluate the composition and richness of herbaceous plants in both types of forest communities and the palatability of the undergrowth for large forest herbivores.

The data were collected from June to August 2022 in Krušné hory and Slavkovský les on a pre-mapped surface by an orthophoto map. Adjacent stands were selected, where one was dominated by spruce and the other by beech in the tree layer. The investigated area was marked out by 15×15 meters, and with a maximum distance of 300 meters between stand couples. Phytosociological records of different forest layers (trees, shrubs, herbs and ground layer) were recorded, and a soil sample was taken from H horizon. Subsequently, the phytosociological data were processed in RStudio, CANOCO and JUICE programs. Direct and indirect ordination analyses compared biomass diversity and palatability with environmental variables. In many analyses, the statistical significance of individual dependencies was demonstrated.

Despite their low pH, sufficient light was the main factor that achieved a higher richness of herbaceous plants in spruce-dominated stands. The most significant variable was the tree layer coverage. The ground layer was species-richer in the spruce monocultures. However, this result is not evidential. Biomass palatability was balanced in both types of forest communities but was often influenced by several other environmental variables.

Key words: Krušné hory, Slavkovský les, beechwoods, spruces, phytocenological relevés, herb layer, diversity, palatability

1. Úvod

Počátky lidského vlivu na lesy, zejména v souvislosti s odlesňováním a přeměnou lesních půd na pastviny a pole, můžeme pozorovat zhruba od 11. století. Důsledkem hojného využívání dřeva, jakožto základní suroviny ke stavbě, topení i k výrobě nástrojů, dochází v průběhu 18. a 19. století k zakládání nových porostů skládajících se zejména ze smrku a borovice. Rychlý růst těchto dřevin byl řešením pro efektivní zalesňování rozsáhlých pasek a pokrytí lidských potřeb, a tak začaly vznikat stejnověké a stejnorodé porosty (Hrabák & Poruba 2005).

V minulosti byly provedeny různé studie zaměřené na druhové složení bučin a kulturních smrčín. Uvádí se, že kulturní smrčiny ochuzují diverzitu bylinného patra oproti bučinám, nebo dubovým porostům, které mají pozitivnější vliv na biodiverzitu podrostu (Budde et al. 2011). Vegetace porostu je však ovlivňována několika faktory, jimiž je vliv opadu stromového patra, světlo, voda a živiny v půdě, průměrná teplota, srážky a další (Barbier et al. 2008).

Řada studií, které se zabývaly vlivem složení stromového patra na biodiverzitu podrostu, se často rozchází. Například Barbier et al. (2008) tvrdí, že smrkové monokultury ochuzují diverzitu bylinného patra. Stejně tak Jahodová (1996) došla k závěru, že horské bučiny jsou významnější, co se týče druhové bohatosti podrostu než kulturní smrčiny. Naopak Tůmová (2018) ve své studii uvádí, že vyšší diverzita podrostu se ukázala ve smrkových porostech. Ewald (2000) pozoruje hojnější výskyt mechů v kulturních smrčínách, ale mezi druhovou rozmanitostí stromového patra a podrostu nezaznamenal žádné výrazné rozdíly.

Je patrné, že toto téma stále není dostatečně objasněno. Tato bakalářská práce má za úkol podpořit tento výzkum a dodat další potřebné poznatky k danému tématu. Práce se bude zabývat odlišností diverzity bylinného patra v kulturních smrčínách a polopřirozených bučinách v Krušných horách a ve Slavkovském lese. Dále bude testována palatabilita, neboli stravitelnost biomasy pro zvěř v obou typech porostů. Bude testována hypotéza, zda smrkové monokultury mají negativní vliv na diverzitu bylinného patra oproti polopřirozeným bučinám.

2. Charakteristika zkoumaných oblastí Krušné hory a Slavkovský les

2.1 Vymezení zkoumaných oblastí

Pro tuto práci byly vybrány celkem čtyři prostorové bloky v západních Čechách, z čehož dva se nachází v Krušných horách a dva ve Slavkovském lese. Prvních šest dvojic ploch se nachází na severozápadě Krušných hor poblíž obce Pstruží, dalších šest dvojic ploch najdeme v okolí Komářího vrchu nedaleko obce Kraslice. Zbylých osm dvojic zkoumaných ploch nalezneme v CHKO Slavkovský les, konkrétně v okolí vrcholu Krudum u obce Hrušková a v blízkosti města Lázně Kynžvart.

2.2 Přírodní poměry Krušných hor

Krušné hory jsou pohořím nacházejícím se v západních a z části severních Čechách o délce cca 130 km a vytvářejí přirozenou hranici mezi Českou republikou a Německem. Toto pohoří se vyznačuje zejména velkými výškovými rozdíly. Nejvyšší bodem Krušných hor je vrchol Klínovec (1243 m n.m.), který vystupuje nad vysoko vyzdvižené plošiny, které jsou ohraňeny směrem do podkrušnohorských pánví strmými stráněmi.

Geologická skladba severozápadní části Krušných hor sestává převážně z krystalinického komplexu, který tvoří převážně ruly, pararuly, svory a v neposlední řadě porfyrické hrubozrné žuly granitové řady. Toto pohoří je velmi významné z historického hlediska těžbou nerostných surovin, jako byl například cín, wolfram, olovo a další rudy vázané na granitová tělesa (Zahradnický & Mackovčín 2004).

V Krušných horách jsou významně zastoupeny kambizemě pod lesními biotopy a rovněž charakteristické jsou rašeliniště a další typy mokřadů na vrcholových plošinách.

(Zahradnický & Mackovčín 2004). Díky výskytu rašelinišť a podmáčených lesů jsou srážky podstatnou měrou zachycovány a tímto je stabilizován přirozený odtok. Nejvýznamnější toky, jimiž jsou Rolava, Chomutovka, Svatava, Flájský potok, Bystřice a Černá, pramení na vrcholech hor a údolními odvádějí vodu do nížin, kde navazují na řeku Ohří a Bílinu. Ve vysoko položených horských oblastech jsou zbudovány významné vodní nádrže Fláje a Přisečnice (Melichar & Krása 2009).

Podle klimatického členění se Krušné hory nachází v chladné klimatické oblasti (Quitt 1971). Západní proudění je příčinou častých změn počasí. Region se vyznačuje

častými a početnými srážkami (průměrně kolem 1 000 mm za rok), hustými mlhami a námrazami (Melichar & Krása 2009). Průměrné roční teploty se na většině území pohybují mezi 5 až 6 °C (www1).

V současné době se obecně setkáváme se změněnou druhovou skladbou našich lesů. Jinak tomu není ani v Krušných horách, které byly původně pokryty horskými acidofilními bučinami. Kvůli rozvíjejícímu se průmyslu však byla tato původní skladba přeměněna na smrkové monokultury, které zde dnes převládají. Došlo tak k ústupu květeny listnatých lesů, která přežívá ve zbytcích přirozených lesů (Jelínek 1987). Navzdory tomu však díky hydropedologickým poměrům, horninovému substrátu a prosvětlení je bylinné patro poměrně pestré. Zůstaly zde zachovány tzv. podmáčené smrčiny, které se typicky vyskytují na zrašeliněných půdách. V jejich podrostu najdeme například třtinu chloupkatou (*Calamagrostis villosa*), borůvku černou (*Vaccinium myrtillus*) a suchopýr pochvatý (*Eriophorum vaginatum*) (Zahradnický & Mackovčín 2004).

Krušné hory spadají do přírodní lesní oblasti číslo 1 – Krušné hory. Přirozená dřevinná skladba lesů je modelována bukem v zastoupení 37 %, následuje smrk (nad 36 %) a jedle (nad 20 %). V současné dřevinné skladbě je dominantní smrk (56 %) a modřín (5,8 %). Z listnáčů dosahuje nejvyššího výskytu bříza (8,5 %) a buk (7,9 %). Z abiotických činitelů, kteří porušují zdravý vývoj lesních dřevin v Krušných horách můžeme jmenovat sucho. Tento faktor dosahuje své významnosti zejména v posledních letech a pro smrk je ekologickým limitním faktorem v těchto podmínkách. Mezi významné biotické činitele řadíme především zvěř jelení, která v této oblasti způsobuje značné škody. Stupeň poškození lesních ekosystémů, vyplývající ze zprůměrování indexu poškození, dosahuje hodnoty 3,3, což ukazuje, že zde škody zvěří omezují lesní hospodářství a způsobují značné ekonomické škody. Mezi významné antropogenní škody též řadíme znečištění ovzduší, které je však v této oblasti zařazeno do zóny slabého ohrožení (Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, pobočka Jablonec nad Nisou 2021).

2.3 Přírodní poměry Slavkovského lesa

Slavkovský les je geomorfologický celek, jehož území lze ohraničit městy Karlovy Vary, Mariánské Lázně a Kynšperk nad Ohří. Celé toto území je chráněnou krajinnou oblastí, která byla zřízena na základě ochrany přírodních léčivých zdrojů, jako jsou

prameny minerálních vod, výrony plynného oxidu uhličitého a ložiska rašeliny (Zahradnický & Mackovčín 2004).

Území Slavkovského lesa leží na rozhraní dvou geologických jednotek. Na jihu a jihovýchodě se jedná o bohemikum a na severu a severozápadě o saxothuringikum. Tyto dva bloky od sebe dělí litoměřický hlubinný zlom, který je tvořen převážně hadcem. Tato hornina má velice významné složení a ovlivňuje tak významně složení flóry na tomto území. Rozsáhlejšími geologickými jednotkami jsou krystalinické komplexy, které jsou tvořeny převážně žulami granitové řady (www2).

Celé území Slavkovského lesa je významné zejména hustou říční sítí povrchové i podzemní vody a minerálních pramenů. Nedílnou součástí vodního režimu v této oblasti jsou rozlehlé lesní komplexy, rašeliniště, slatiniště a podmáčené louky. Území CHKO hydrologicky spadá převážně do povodí Ohře, částečně do povodí Mže a Střely (www3).

Podle klimatického členění leží převážná část Slavkovského lesa v mírně teplé klimatické oblasti (Quitt 1971). V nejvyšších polohách v rozmezí 750–800 m n.m. se již dostáváme do chladné klimatické oblasti. Průměrné roční teploty se mění s nadmořskou výškou a pohybují se v rozmezí mezi 6,5 a 5 °C. V letních měsících zde spadne více srážek než v zimě. Průměrné roční srážkové úhrny se pohybují od 600 do 800 mm (Zahradnický & Mackovčín 2004).

Přes polovinu území CHKO zaujímají lesy. Dodnes zde nacházíme v menší míře neprostupné lesní hvozdy, které zachovaly původní přírodní vzhled. Převážnou část druhového složení zde zastupuje smrková monokultura. Buk je zastoupen pouze v 5 %. Jeden z problémů, proč v této oblasti nelze efektivně dosáhnout cílové druhové skladby lesa, jsou mimo jiné vysoké stavy zvěře. Tato skutečnost je silně limitujícím faktorem pro přirozenou obnovu borovice, jedle a všech listnáčů (Fiala & Rolková 2016).

Jedním z nejvýznamnějších typů vegetace jsou podmáčené a rašelinné smrčiny, které najdeme hlavně v NPR Kladské rašeliny. V mechovém patře je charakterizují rašeliničky (*Sphagnum palustre*), v bylinném patře pak například sedmikvítek evropský (*Trientalis europaea*) a třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*). V okolí Kynžvartu pak najdeme zbytky ze zachovalých acidofilních doubrav, které jsou v bylinném patře charakterizovány hrachorem horským (*Lathyrus linifolius*), kokoříkem lékařským (*Polygonatum odoratum*) a lilí zlatohlávkem (*Lilium martagon*) (Zahradnický & Mackovčín 2004).

Slavkovský les spadá do přírodní lesní oblasti číslo 3 – Karlovarská vrchovina. Zastoupení listnatých a jehličnatých dřevin v přirozené dřevinné skladbě by mělo být poměrně vyrovnané. Hlavní dřevinou je buk (43,1 %), z jehličnatých dřevin by převažovala jedle (29,6 %) a následuje smrk (14,7 %). Současná dřevinná skladba je poměrně výrazně odlišná od přirozené. Dominantně je v oblasti zastoupen smrk (74 %) a z listnatých dřevin buk (4,3 %). Mezi významné abiotické činitele této oblasti můžeme řadit škody sněhem a námrazou, které jsou zde každoročním opakujícím se jevem. Významné škody způsobené mokrým sněhem jsou zaznamenány na přelomu roku 2010/2011. Vzhledem k dostatečnému množství srážek zde nejsou evidovány škody způsobené suchem. Z biotických činitelů pak obdobně jako v Krušných horách působí největší škody jelení zvěř, kdy stupeň poškození lesních ekosystémů také dosahuje hodnoty 3,3. Co se týče intenzity znečištění ovzduší, Slavkovský les je zařazen do zóny slabého ohrožení (Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, pobočka Jablonec nad Nisou 2021).

3. Vliv stromové dominanty na bylinné patro a půdní vlastnosti

Druhovou diverzitu bylinného patra ovlivňuje hned několik faktorů v lesním ekosystému, jimiž jsou například vliv opadu stromového patra, světlo, voda, živiny v půdě, průměrná teplota, srážky atd. V neposlední řadě je to složení stromového patra, nebo půdní vlastnosti (Barbier et al. 2008, Augusto et al. 2002). Tímto tématem se doposud zabývalo značné množství studií, které se však svými výsledky často rozcházejí. Předpokládá se, že smrkové monokultury ochuzují diverzitu bylinného patra oproti smíšeným lesům, či porostům s dominancí listnatých dřevin (Budde et al. 2011). S tímto předpokladem souhlasí například Mölder et al. (2006), který zaznamenal vyšší diverzitu bylinného patra ve smíšených porostech. Naopak Barbier et al. (2008) a Tůmová (2018) pozorují hojnější výskyt druhů v podrostu v monokulturních porostech. Simons & Buckley (1992) však tvrdí, že smrkové monokultury jednoznačně ochuzují diverzitu bylinného podrostu. Oproti tomu ve studii zabývající se vlivem stromové dominanty v Bavorských Alpách nebyl zaznamenán žádný výrazný rozdíl mezi druhovou rozmanitostí stromového patra a bylinným podrostem (Ewald 2000).

V závislosti na stromové dominantě pozorujeme rozdílnou kvalitu nadložního humusu, která je ovlivňována právě opadem odumřelých částí. Vyšší množství humusové vrstvy je zaznamenáno v jehličnatých porostech oproti bukovým až o dvojnásobek (Podrázský & Remeš 2002, Augusto et al. 2002). Kacálek & Špulák (2017) však uvádí, že nižší množství humusu se nachází v bukovém porostu, jelikož opad listnatých dřevin se rozkládá rychleji než opad jehličnatých dřevin. Vzhledem ke snadnějšímu rozkládání opadu dochází v listnatých porostech k vytvoření vyššího pH půdy. Tyto porosty jsou totiž na rozdíl od jehličnatých obecně bohatší na živiny a neobsahují velké množství vosků a ligninů, které proces rozkladu zpomalují (Augusto et al. 2002, Jahodová 1996). Augusto et al. (2002) dále uvádí, že ke ztrátě živin dochází i v listnatých porostech s příměsí smrku. Andrianarisoa et al. (2010) však ve své studii nepozorují výrazně rozdílné hodnoty pH mezi jednotlivými druhy porostů.

4. Stravitelnost vegetace lesní zvěří

4.1 Potravní ekologie přežvýkavců

Přežvýkaví kopytníci jsou na příjem rostlinné potravy vybaveni tělesnou stavbou. Mají vyvinuty předžaludky, ve kterých probíhá hlavní část trávení a potravu tráví rovněž enzymaticky a mikrobiálně. Trávicí soustava přežvýkavců je tvořena předžaludky (bachor, kniha, čepec) a jedním pravým žaludkem (slez). Významnou částí trávicího procesu je přežvýkování, při kterém dochází k rejekci potravy nashromážděné v bachoru zpět do dutiny ústní, kde je promísena se slinami a tento proces napomáhá lepšímu trávení a efektivnějšímu získávání živin (Cheeke & Dierenfeld 2010). Ačkoliv býložravci získávají potravu pouze z rostlinné stravy, neumí trávit celulózu. K tomu jim napomáhají symbiotické bakterie a nálevníci, kteří jsou schopni štěpit tyto složité molekuly díky svým zvláštním enzymům (Čepička et al. 2007).

Podle způsobu braní paše (potravy) rozdělujeme evropské přežvýkavé kopytníky do tří skupin. Okusovači, jimiž jsou v našich podmínkách los a zvěř srnčí, upřednostňují listy bylin i dřevin a semena křovin. Tato skupina je významná tím, že prakticky nekonzumuje traviny, a proto preferuje prostředí s významným zastoupením keřů, remízů, okraje lesů a mlaziny v lese (Münlich, 2009). Další skupinou jsou potravní oportunisté, což jsou přizpůsobiví jedinci, kteří nemají vyhraněné potravní preference. Zástupcem tohoto

druhu je jelení a kamzičí zvěř. Poslední skupinou jsou spásači, kteří jsou schopni trávit i hůře stravitelná, silně celulózni pletiva rostlin. Příkladem spásače je mufloní zvěř (Hofmann 1989).

4.2 Potravní preference

Zvěř se paství za účelem dosažení maximálního nutričního příjmu, a proto si vybírá rostlinné druhy s vysokou nutriční hodnotou, která pokryje jejich energetické nároky. Jsou to především rostliny, které mají mladé a šťavnaté části s vysokým obsahem dusíku. Naopak se vyhýbá druhům, které obsahují antinutriční látky či jsou přímo jedovaté (Loualt et al. 2005).

Veškerá volně žijící přežvýkavá zvěř na našem území je přizpůsobena tomu, aby byla schopna v průběhu vegetačního období maximálně využít dostupnou potravu. V jarním období, kdy dochází ke zvýšeným požadavkům na výživu v souvislosti s vývojem plodů u samic, tvorbou paroží u jelenů a v neposlední řadě k výměně srsti, zvěř intenzivně vyhledává mladé rostliny bohaté na bílkoviny. V těchto měsících je však bylinné patro mnohdy velmi nízké, a tak zvěř hledá tyto potřebné zdroje potravy v náletech a kulturách, které okusuje (Libosvár & Hanzal 2010, Bubeník 1954). V létě a na podzim jsou rostliny již plně vyzrálé. Zvěř se intenzivně věnuje pastvě a vytváří si zásobní látky pro přežití zimního období (Libosvár & Hanzal 2010).

4.3 Význam lesních trav pro výživu zvěře

Mezi trávy rostoucí především v lesních porostech středních poloh patří ječmenka obecná (*Hordelymus europaeus*), což je víceletá trsnatá tráva podobající se pýru. Roste v humózních smíšených lesích v podhorských a horských oblastech. Tento druh zvěř ochotně přijímá. Strdivka níčí (*Melica nutans*) je vytrvalá tmavozelená tráva, která roste od nížin až po horské oblasti na zastíněných humózních lokalitách. Je též součástí potravy zvěře. Dalšími lesními druhy ze skupiny graminoidů jsou zástupci z čeledi *Cyperaceae*. Z častějších druhů to jsou například ostřice kulkonosná (*Carex pilulifera*), ostřice lesní (*C. sylvatica*), nebo ostřice řídkoklasá (*C. remota*). Tyto druhy mají nízký koeficient stravitelnosti a zvěř je proto nevyhledává. Dalšími rostlinami, které zvěř nevyhledává, jsou bika hajní (*Luzula luzuloides*) a bika lesní (*Luzula sylvatica*). Biky patří do čeledi *Juncaceae* a mají tuhou pokožku, která je pro zvěř těžko stravitelná. Mezi trávy, které rostou v lesích a v lesních pláštích, lze zařadit například lipnici hajní (*Poa nemoralis*).

Je to jemná, vytrvalá, v porostu řídkší tráva, která roste na většině stanovišť od nížin po hory. Pícninářsky je považována za průměrnou až dobrou. Naopak do podřadných druhů trav, kterým se zvěř vesměs vyhýbá a nepřijímá je, můžeme zařadit třtinu chloupkatou (*Calamagrostis villosa*) a třtinu rákosovitou (*Calamagrostis arundinacea*) (Libosvár & Hanzal 2010, Šíkula & Větvíčka 2016).

5. Metodika

5.1 Výběr ploch

Za pomoci letecké mapy byly vytipovány lokality k zaznamenání druhové skladby a diverzity cévnatých rostlin na území Krušných hor a Slavkovského lesa. Plochy byly vybrány za pomoci několika kritérií. Hlavním kritériem byla identita dominanty ve stromovém patře sousedících porostů, přičemž jeden porost v páru musel být dominován bukem a druhý porost smrkem. Maximální vzdálenost mezi oběma plochami v páru byla 300 m a pokud možno se srovnatelnou expozicí, aby byl minimalizován vliv místní heterogenity. Plochy byly umístěny ve 4.-5. lesním vegetačním stupni. Bylo vybráno celkem 20 dvojic porostů, jejichž GPS souřadnice (ve formátu WGS-84) byly zaneseny do mapy k přesnému lokalizování místa v terénu.

5.2 Terénní práce

V každém porostu byla vytýčena čtvercová plocha o velikosti 15×15 m, tedy 225 m². Zde byl proveden záznam fytoocenologického snímku pomocí metody Curyšsko-Montpelliérské školy s rozlišením pater na stromové, keřové, bylinné a mechové. Pokryvnost bylinného patra byla kvantifikována podle sedmičlenné Braun-Blanquetovy stupnice abundance. Dále byla u každé plochy zaznamenána nadmořská výška, sklon svahu, orientace svahu, zápoj a druhové složení stromového patra. Pro zjištění vlivu horninového podloží na bohatost bylinného patra byl odebrán vzorek půdy z H horizontu a ponechán k vysušení na vzduchu. Následně byl každý vzorek podrcen v moždířu přiset přes síto s okem 2 mm a ve vzniklé jemnozemi byla změřena hodnota pH v suspenzi s destilovanou vodou (navážka 10 g jemnozeme byla zalita 25 ml destilované vody a po zamíchání skleněnou tyčinkou se ponechala 30 minut odstát před vlastním měřením). Měření pH bylo provedeno skleněnou elektrodou s teplotním čidlem, dopředu zkalibrovanou, připojenou k přístroji Mettler Toledo.

Druhy bylin, které pro mě nebyly jednoduché identifikovat, jsem zaherbářovala a provedla určení za pomoci vedoucího práce.

Lokalita	Nadmořská výška (m n.m.)	E3 %	E2 %	E1 %	E0 %	Sklon svahu	Orientace svahu
1B	709	75	0	75	0	11	JV
1S	730	70	50	70	1	15	JV
2B	762	90	1	15	1	25	JV
2S	736	45	40	20	5	21	JV
3B	740	85	1	85	5	25	JV
3S	702	65	15	80	0	24	JV
4B	725	85	5	55	1	24	J
4S	693	70	0	7	0	16	JZ
5B	774	40	20	15	0	21	JZ
5S	770	80	0	10	30	28	JZ
6B	797	65	0	40	0	26	JZ
6S	747	95	0	20	0	23	JZ
7B	675	65	0	80	0	7	SZ
7S	671	50	0	10	1	9	SZ
8B	677	95	0	10	0	9	SZ
8S	681	45	0	90	90	8	SZ
9B	688	95	0	5	0	10	SZ
9S	700	95	0	1	0	10	SZ
10B	701	90	0	10	0	9	SZ
10S	711	45	0	10	0	7	SZ
11B	747	95	0	10	0	19	SV
11S	752	65	0	15	0	19	SV
12B	767	80	0	40	5	19	SV
12S	765	70	15	30	0	17	SV
13B	753	90	0	10	0	14	V
13S	748	85	0	20	0	10	V
14B	769	70	0	5	0	15	JV
14S	759	70	15	15	0	17	JV
15B	638	95	0	30	0	5	JV
15S	641	65	0	5	15	4	JV
16B	703	80	30	5	0	21	JZ
16S	723	60	5	70	5	20	JZ
17B	707	55	40	5	0	26	JZ
17S	721	60	15	15	0	26	JZ
18B	647	90	0	5	10	5	V
18S	659	75	15	5	15	7	V
19B	709	90	0	0	0	3	JZ
19S	716	85	5	20	15	5	JZ
20B	729	75	0	5	0	4	J
20S	712	40	15	20	15	5	J

Tabulka 1: Popis zkoumaných lokalit. E3 = stromové patro, E2 = keřové patro, E1 = Bylinné patro, E0 = mechové patro. Sklon svahu je vyjádřen ve stupních. Písmeno B v označení lokalit znamená bukový porost a písmeno S porost smrkové kultury.

5.3 Práce s daty

Sebraná fytoocenologická data byla přepsána do databázového programu Turboveg for Windows, kde byl také vytvořen seznam jednotlivých druhů rostlin ke každé ploše, s odhadnutou pokryvností. Tato data byla dále exportována do programu MS Excel. Zde byl dále vypočítán tzv. tepelný požitek jednotlivých ploch (McCune & Keon 2002). K výpočtu této proměnné bylo zapotřebí převést zeměpisnou šířku, orientaci svahu a sklon svahu na radiány a tyto hodnoty dosadit do následujícího vzorce (McCune & Keon 2002):

$$\text{Tepelný požitek} = -1.467 + 1.582 \times \cos(\text{šířka}) \times \cos(\text{orientace}) - 1.5 \times \cos(\text{sklon}) \times \sin(\text{orientace}) \times \sin(\text{šířka}) - 0.262 \times \sin(\text{šířka}) \times \sin(\text{orientace}) + 0.607 \times \sin(\text{sklon}) \times \sin(\text{orientace}).$$

K vypočtenému tepelnému požitku byly dále přiřazeny hodnoty pH a edafická kategorie jednotlivých ploch, odečtená z typologické mapy (zdroj: www.uhul.cz). Dalším krokem byl export dat z MS Excel do programu JUICE (Tichý 2002), kde byla k jednotlivým druhům bylin automaticky přiřazena Ellenbergova ekologická čísla a byl zde vypočten vážený průměr těchto čísel pro jednotlivé fytoocenologické snímky (.

Přípravená data byla statisticky vyhodnocena ordinačními analýzami pomocí programu CANOCO 5 (Šmilauer & Lepš 2014). Byly provedeny přímé a nepřímé mnohorozměrné analýzy dat s využitím proměnných prostředí, které byly následně kombinovány. Jako nepřímá analýza byla použita metoda PCA (*Principal Component Analysis*). Jako přímá analýza byla použita metoda CCA (*Constrained Correspondence Analysis*, Šmilauer & Lepš 2000). Výsledky jsou graficky zobrazeny pomocí ordinačních diagramů.

Fytoocenologické snímky byly také zpracovány statistickým programem R 4.1.2, kde byly jednotlivé proměnné testovány pomocí dvouvýběrového t-testu (R Core Development Team 2021). Byly testovány proměnné související s palatabilitou biomasy pro zvěř, tedy podíl zastoupení čeledi *Poaceae*, *Cyperaceae* + *Juncaceae*, dále podíl aromatických, palatabilních (dobře stravitelných) a jedovatých druhů v bučinách a smrčinách. U těchto proměnných byly nejdříve vypočítány procentické podíly jednotlivých skupin ve snímcích pomocí trojčlenky. Dalšími testovanými proměnnými byla půdní reakce, tepelný požitek porostu, pokryvnost E3 (stromového), E2 (keřového), E1 (bylinného) a E0 (mechového) patra, počet druhů ve snímcích, Shannon-Wienerův index, diverzity Ellenbergova ekologická čísla pro světlo, teplo, kontinentalitu, vlhkost, půdní reakci a živiny. Do programu RStudio bylo nejdříve zapotřebí načíst data a

následně pomocí příkazů provést dvouvýběrové t-testy u jednotlivých proměnných.

Výsledky jsou interpretovány v tabulce v kapitole výsledků.

```
> R_dvouvberove_testy<-read.table("C:\\Users\\HP\\Desktop\\ČZU myslivost\\bakalářská práce\\R_dvouvberove_testy",header=T,sep=";",dec=".")
> ls()
[1] "R_dvouvberove_testy"
> str(R_dvouvberove_testy)
'data.frame':  40 obs. of  23 variables:
 $ field_nr  : chr  "1B" "2B" "3B" "4B" ...
 $ vegtype   : chr  "B" "B" "B" "B" ...
 $ altit     : int   709 762 740 725 770 797 675 677 688 701 ...
 $ heat1     : num  0.845 0.806 0.806 0.992 1.001 ...
 $ cov_e3    : int   75 90 85 85 40 65 65 95 95 90 ...
 $ cov_e2    : int   0 1 1 5 20 0 0 0 0 ...
 $ cov_e1    : int   75 15 85 55 15 40 80 10 5 10 ...
 $ cov_e0    : int   0 1 5 1 30 0 0 0 0 ...
 $ pH        : num  5.48 4.03 4.55 4.82 3.9 4.45 3.63 3.76 3.63 3.76 ...
 $ typol     : chr  "S" "S" "D" "B" ...
 $ nr_sp     : int   12 9 9 13 5 9 5 2 5 ...
 $ SWI       : num  1.73 0.8 1.11 2.18 1.5 1.83 0.72 1.55 0.69 1.6 ...
 $ EL        : num  4.82 3.41 4.35 3.66 5.27 4.58 4.98 3.48 5 4.36 ...
 $ ET        : num  4.93 4.94 4.36 4.73 4.59 4.76 5 5 5 ...
 $ EC        : num  3.67 2.33 3.12 3.18 3.16 4.04 3.77 3.24 3.5 4.12 ...
 $ EH        : num  6.04 5.12 5.38 5.6 5.57 5.67 5.08 6.21 5 5.54 ...
 $ ER        : num  6.17 3.89 5.09 5.63 5.41 6.15 4.08 4.39 2.5 3 ...
 $ EN        : num  7.42 5.49 6.75 6.06 5.77 6.69 5.5 5.81 3 4.06 ...
 $ poaceae   : num  1.2 26.7 1.1 6.5 30 0 77.8 25 0 21.4 ...
 $ cyper_junc: num  19.5 0 0 0 0 0 0 25 50 14.3 ...
 $ toxic     : num  1.2 13.3 0 3.2 10 0 0 0 21.4 ...
 $ palat     : num  4.9 20 2.3 25.8 30 14 0 0 0 ...
 $ aroma     : num  0 0 71.6 27.4 0 0 0 0 0 ...
> attach(R_dvouvberove_testy)
```

Obrázek 1: Ukázka zadávání dat v programu R. Na prvním řádku vidíme příkaz pro vložení dat. Příkaz na čtvrtém řádku udává, co je obsahem tohoto souboru (stručný přehled jednotlivých proměnných).

```
> t.test(pH[c(1:20)],pH[c(21:40)],alternative="two.sided",paired=F)
|
      Welch Two Sample t-test

data:  pH[c(1:20)] and pH[c(21:40)]
t = 1.8681, df = 35.236, p-value = 0.07008
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.0226554  0.5466554
sample estimates:
mean of x mean of y
  4.2945    4.0325
```

Obrázek 2: Ukázka zadávání dat v programu R. Na prvním řádku vidíme příkaz pro porovnání pH dvouvýběrovým t-testem mezi bučinami a smrčinami. Vysvětlivka: [c(1:20)] = snímky 1–20 (bučiny), [c(21:40)] = snímky 21–40 (smrčiny), parametr *paired=F* volá dvouvýběrový test; *p-value* = *p* hodnota signifikance, *mean of x* = průměrná hodnota proměnné pro bučiny, *mean of y* = průměrná hodnota proměnné pro smrčiny.

Poslední analýza byla provedena v programu JUICE, kde byla zhodnocena druhová skladba vegetace mezi bučinami a smrčinami. Byla vytvořena tzv. synoptická (přehledová) tabulka s použitím koeficientu fidelity *f_i* (Φ ; Chytrý et al. 2002).

6. Výsledky

V tabulce číslo 2 je uvedena klasifikace abundance podle Braun-Blanquetovy stupnice, která byla využita pro kvantifikaci bylinného patra na zkusných plochách.

Označení	Pokryvnost (%)
r	0,1
+	0,5
1	2,5
2	13
3	38
4	63
5	88

Tabulka 2: Kvantifikace pokryvností dle sedmičlenné stupnice Braun-Blanqueta.

6.1 Ordinační analýzy vegetace a proměnných prostředí

Numerické výsledky ordinačních analýz jsou souhrnně uvedeny v tabulce 3.

Analýza	Testované proměnné	x	y	Metoda	P hodnota	% vysvětlené variability
Nepřímá analýza	Proměnné prostředí	21%	14%	PCA		35
Přímá analýza	Nadmořská výška	16%	64%	CCA	0,418	35
Přímá analýza	Vegetační typy	32%	64%	CCA	0,008	10
Přímá analýza	Typologie	31%	16%	CCA	0,02	14
Přímá analýza	pH	30%	59%	CCA	0,012	62
Přímá analýza	Ellenberg + palatabilita	56%	53%	CCA	0,012	11
Přímá analýza	Pokryvnost pater	56%	53%	CCA	0,002	11
Přímá analýza	Reakce + Ellenberg + palatabilita	43%	65%	CCA	0,002	6

Tabulka 3: Přehledová tabulka použitých analýz. Sloupce x, y charakterizují první dvě ordinační osy (s uvedením procent vysvětlené variability). P hodnota značí hodnotu signifikance.

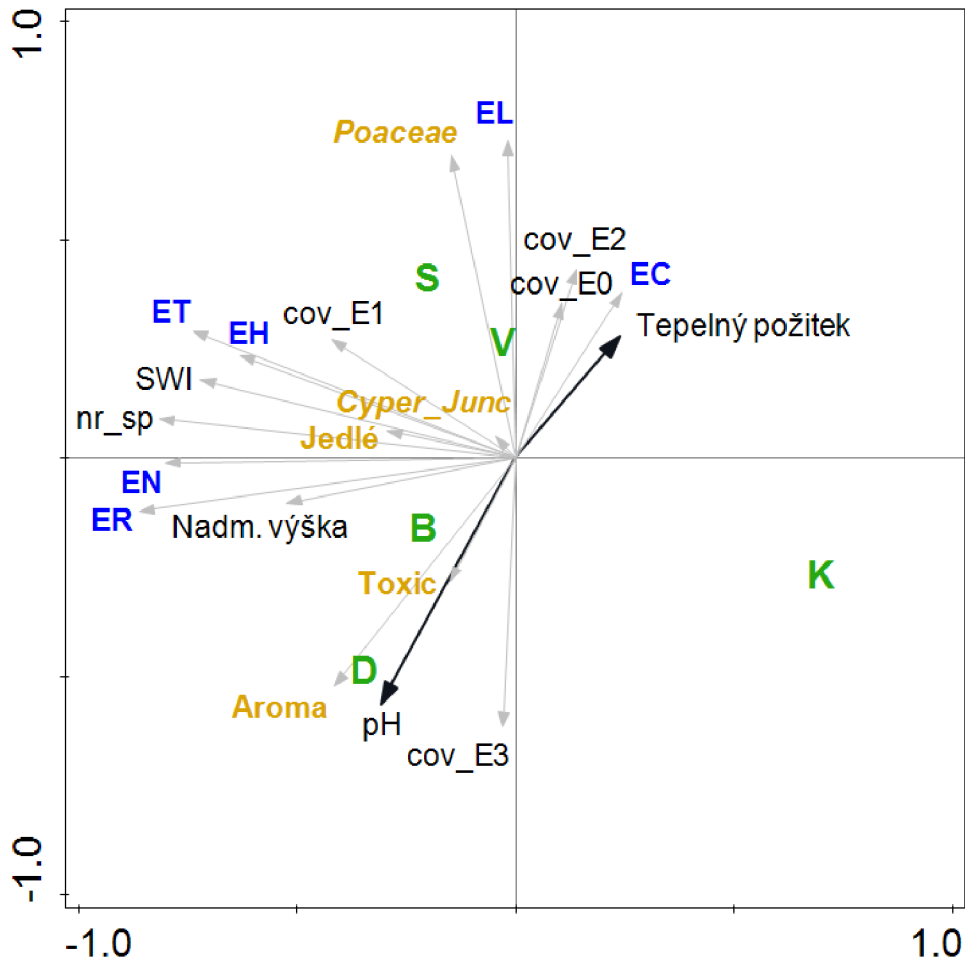
6.1.1 Přehled měřených proměnných studované vegetace

Graf na obrázku číslo 3 znázorňuje vzájemné vztahy mezi enviromentálními proměnnými. Proměnné, které spolu navzájem korelují, míří v grafu stejným směrem. Délka šipek zobrazuje významnost dané proměnné, hodnoty od středu grafu stoupají.

Pozitivně spolu koreluje Ellenbergova indikační hodnota pro světlo a zastoupení druhů z čeledi *Poaceae*. Můžeme tedy říct, že čím více světla je na dané lokalitě, tím vyšší je zastoupení těchto druhů. Další vzájemný vztah pozorujeme mezi pokryvností keřového a mechového patra. Vyvinutější keřové patro zajišťuje dostatek stínu, což vede k lepším podmínkám pro růst mechů. Vyšší pokryvnost keřového patra vzájemně koreluje se zvyšující se teplotou, zároveň se snižuje obsah živin v půdě a zastoupení aromatických a toxických druhů. Na plochách, které mají vyšší tepelný požitek, se vyskytuje více druhů s vyšším stupněm kontinentality.

Slabou korelaci pak můžeme pozorovat mezi aromatickými a toxickými druhy. Naopak tam, kde je vysoký zápoj stromového patra, klesají Ellenbergovy indikační hodnoty pro světlo (vyšší abundance stín-tolerantních druhů). V levé části grafu vidíme, že tam, kde je více zdrojů (Ellenbergovy indikační hodnoty pro půdní reakci, živiny, teplotu, vlhkost), se nachází druhově bohatější vegetace, která je současně chutná pro zvěř.

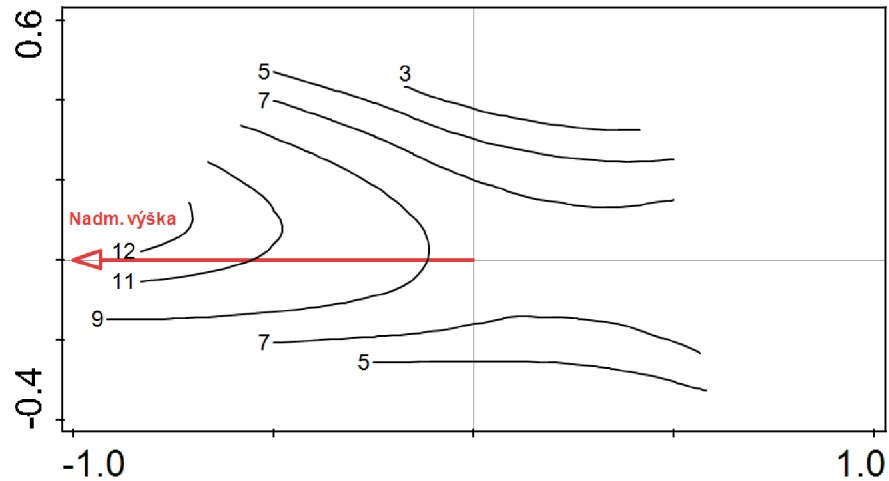
U nezávisle měřených proměnných, jimiž jsou pH a tepelný požitek, pozorujeme, že čím vyšší je pH, tím je vegetace chladnomilnější. Ekologicky to tedy odpovídá tomu, že místa s hromaděním živin mívají hodnotu půdní reakce posunutou k alkalické části tohoto gradientu. Tento aspekt nám dokladuje pozitivní korelace mezi proměnnou pH a edafickou kategorií D.



Obrázek 3: Nepřímá analýza PCA, vzájemné poměry environmentálních a vegetačních proměnných. Modře jsou zobrazeny Ellenbergovy indikační hodnoty: EL – světlo, ET – teplota, EC – kontinentalita, EH – vlhkost, ER – reakce, EN – živiny. Pokryvnost pater: cov_E0 – mechové, cov_E1 – bylinné, cov_E2 – keřové, cov_E3 – stromové. Edafické kategorie: K – kyselá, B – živná, D – obohacená humusem, S – přechod mezi kyselou a živnou, V – obohacená vodou. Proměnné související s palatabilitou (stravitelností) jednotlivých druhů: Cyper_Junc – čeledi *Cyperaceae* + *Juncaceae*, Aroma – aromatické, Toxic – jedovaté. SWI – Shannon-Wienerův index diverzity. Nr_sp – počet druhů.

6.1.2 Nadmořská výška

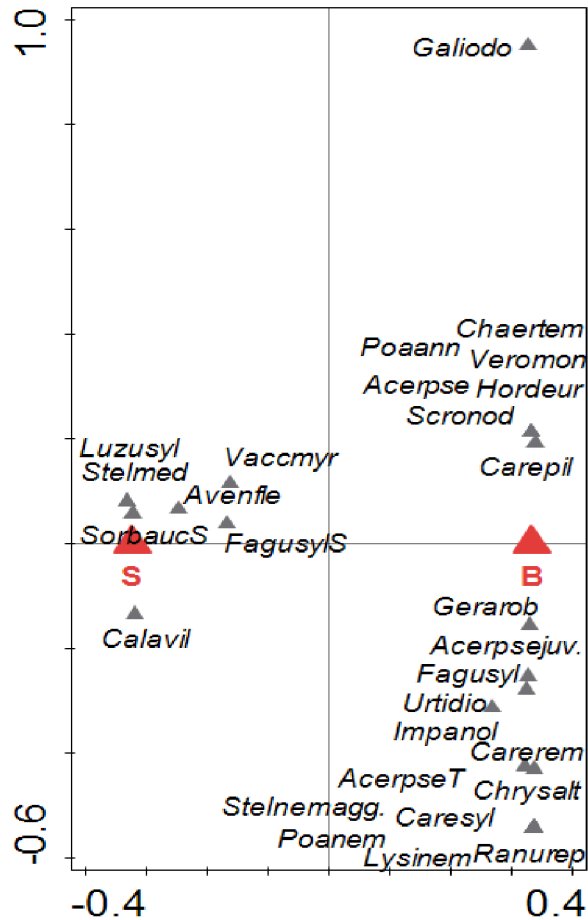
Graf na obrázku číslo 4 zobrazuje vliv nadmořské výšky na druhovou bohatost. Nadmořská výška je zarovnaná s osou x a ukazuje, že ve směru šipky roste nadmořská výška. Z grafu tedy můžeme vidět, že čím vyšší byla nadmořská výška, tím vyšší byla druhová bohatost stanoviště. Hodnota p permutačního testu této ordinace je rovna 0,418, tedy statisticky nevýznamná, tudíž nadmořská výška nemá průkazný vliv na vegetaci.



Obrázek 4: Přímá analýza CCA charakterizující vliv nadmořské výšky na druhovou bohatost. Červená šipka značí nadmořskou výšku. Ve směru šipky nadmořská výška stoupá. Číselné hodnoty znamenají průměrný počet druhů ve fytocenologickém snímku.

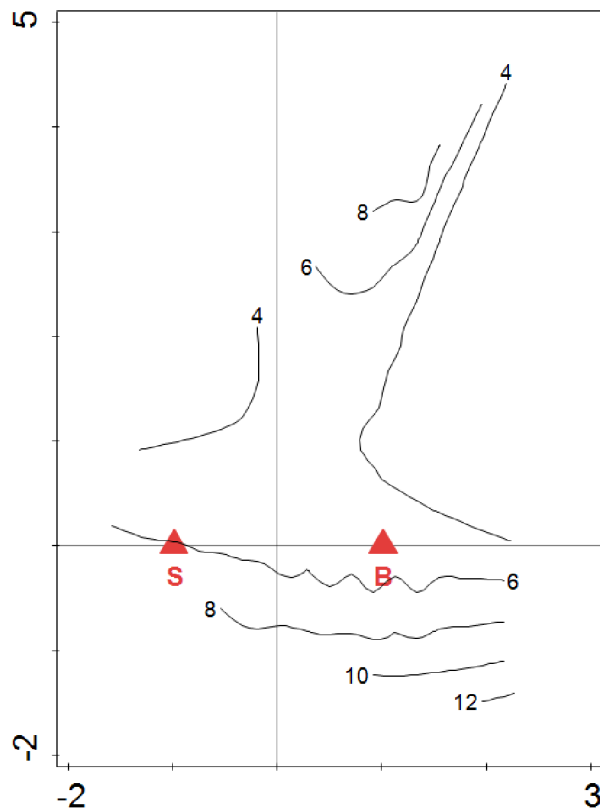
6.1.3 Vegetační typy

Graf na obrázku číslo 5 zobrazuje druhové složení v závislosti na vegetačním typu (bučina versus smrčina). Z grafu byla odstraněna kovariáta nadmořské výšky a z vegetačního složení byl korektně odstraněn buk a smrk ze stromového patra. P hodnota permutačního testu této ordinace se rovnala 0,008, vztah je tedy velice silně signifikantní. Můžeme tedy říct, že edifikátor stromového patra výrazně ovlivňuje složení bylinného patra. V grafu na levé straně vidíme druhy bylin, které byly typické pro smrčiny, vpravo pak byliny typické pro bučiny. V horní části grafu je odsazený druh *Galium odoratum*, neboli druh typický pro bučiny, často tvořící výraznou dominantu bylinného patra a tím potlačující jiné bylinné druhy.



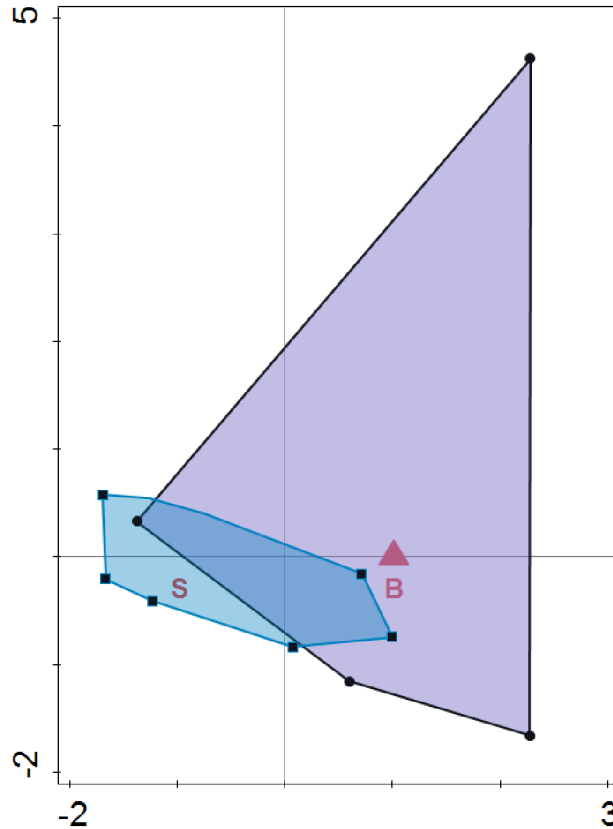
Obrázek 5: Přímá analýza CCA charakterizující druhové složení v závislosti na vegetačním typu. Pomocí červeného trojúhelníku jsou zobrazeny centroidy kategoriální proměnné typu vegetace: S – smrkový porost, B – bukový porost. Z vegetačního složení byl odstraněn buk a smrk ze stromového patra. Zkratky jednotlivých názvů jsou vysvětleny v Popisné tabulce v příloze.

Graf na obrázku číslo 6 zobrazuje počet druhů vyskytujících se v bučině, nebo smrčině. Průměrně se na obou typech ploch nacházelo šest druhů bylin. O něco více druhů bychom mohli vidět v bučinách, avšak vzhledem k nesignifikanci p hodnoty této ordinace to nemůžeme považovat za průkazný výsledek. Signifikanci v pokryvnosti bylinného patra (E1) mezi bučinami a smrčinami neprokázal ani dvouvýběrový t-test v tabulce číslo 4, kde naopak nepatrně vyšší zastoupení druhů pozorujeme ve smrčinách.



Obrázek 6: Přímá analýza CCA charakterizující vliv stromové dominanty na druhovou bohatost. Pomocí červeného trojúhelníku jsou zobrazeny centroidy kategoriální proměnné typu vegetace: S – smrkový porost, B – bukový porost. Číselné hodnoty znamenají průměrný počet druhů ve fytoocenologickém snímku.

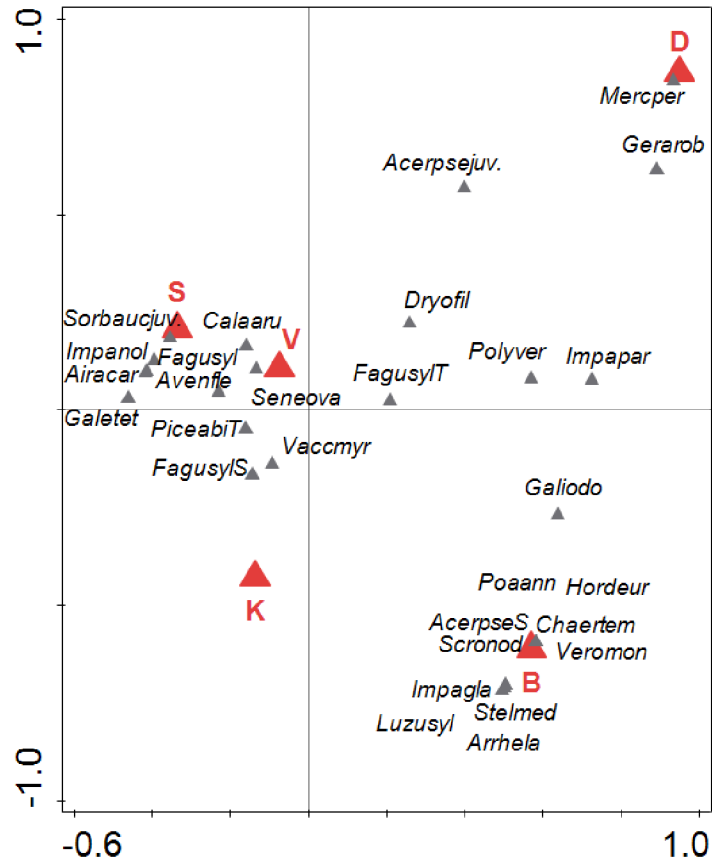
Z grafu na obrázku číslo 7 lze vidět, že smrčiny jsou poměrně homogenní, mají limitovanější druhovou bohatost, zatím co bučiny jsou daleko různorodější. Zároveň je patrné, že bučiny a smrčiny část druhové garnitury bylin společně sdílejí.



Obrázek 7: Přímá analýza CCA charakterizující vliv stromové dominanty na bylinné druhy. Pomocí červeného trojúhelníku jsou zobrazeny centroidy kategoriální proměnné typu vegetace: S – smrkový porost, B – bukový porost. Fialový polygon spojuje krajní centroidy bučin, modrý polygon spojuje krajní centroidy smrčin.

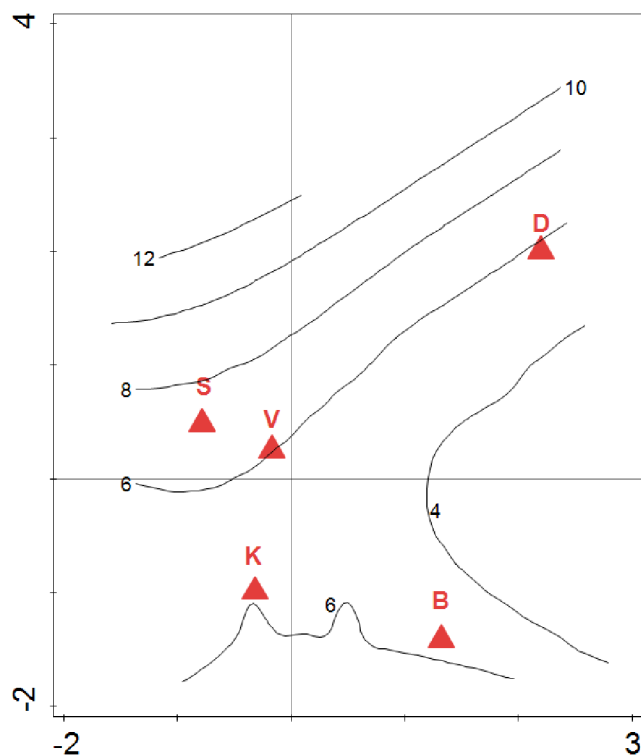
6.1.4 Vliv edafotopu dle jednotek lesnické typologie

Graf na obrázku číslo 8 zobrazuje závislost jednotlivých druhů bylin na edafické kategorii typologické klasifikace. P hodnota permutačního testu této ordinace se rovnala 0,02. Lze vidět, že nejpodobnější si je kategorie S a V. Statisticky významná je edafická kategorie D, která je od ostatních kategorií výrazně odchýlená. Edafická kategorie K je druhově chudá.



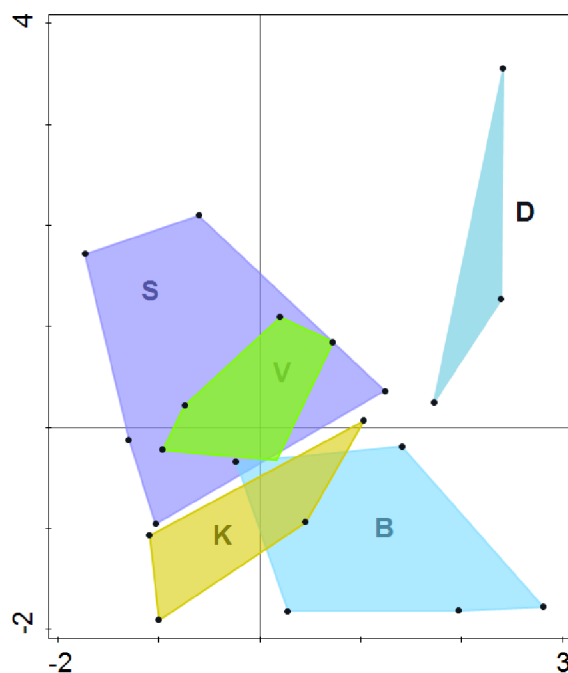
Obrázek 8: Přímá analýza CCA charakterizující závislost druhů bylin na edafické kategorii. Pomocí červených trojúhelníků jsou zobrazeny centroidy dané edafické kategorie: K – kyselá, B – živná, D – obohacená humusem, S – svěží čili přechod mezi kyselou a živnou, V – obohacená vodou. Zkratky jednotlivých názvů jsou vysvětleny v Popisné tabulce v příloze.

Graf na obrázku číslo 9 zobrazuje průměrný počet druhů ve fytoecologických snímcích klasifikovaných do jednotlivých edafických kategorií. Je zřejmé, že co se týče počtu druhů, jsou si opět podobné edafické kategorie S a V, dále jsou to kategorie K a B, kde se průměrně vyskytuje 6 druhů bylin. Kategorie D je opět statisticky významná, p hodnota permutačního testu této ordinace je rovna 0,02, a vyskytuje se zde průměrně větší počet druhů.



Obrázek 9: Přímá analýza CCA charakterizující průměrný počet druhů ve fytoecologických snímcích klasifikovaných do příslušných edafických kategorií. Pomocí červených trojúhelníků jsou zobrazeny centroidy dané edafické kategorie: K – kyselá, B – živná, D – obohacená humusem, S – přechod mezi kyselou a živnou, V – obohacená vodou. Číselné hodnoty znamenají průměrný počet druhů.

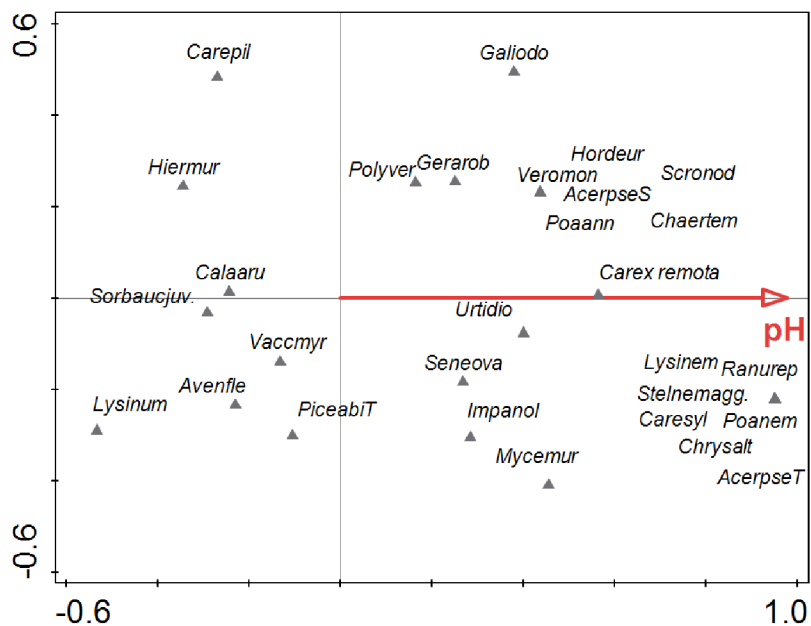
Graf na obrázku číslo 10 ohraničuje centroidy snímků, které jsou zařazené do dané kategorie typologické klasifikace. Vegetace, která odpovídá dvojicím kategorií S + V a K + B, si je vzájemně dosti podobná. Od těchto kategorií se významně statisticky liší kategorie D. Podobnější si je kategorie K a B, což znamená, že bohatá řada je bližší kyselé řadě díky zastoupení chudšího lesního typu. Dále si je velice podobná kategorie S a V, což znamená, že svěží typy jsou reprezentovány vlhčím lesním typem. Kategorie D je výrazně specifická bez překryvů, ale je ekologickými nároky samozřejmě blíže ke kategorii B.



Obrázek 10: Přímá analýza CCA charakterizující vliv jednotlivých edafických kategorií na složení vegetace. Edafické kategorie jsou označeny písmeny: K – kyselá, B – živná, D – obohacená humusem, S – přechod mezi kyselou a živnou, V – obohacená vodou.

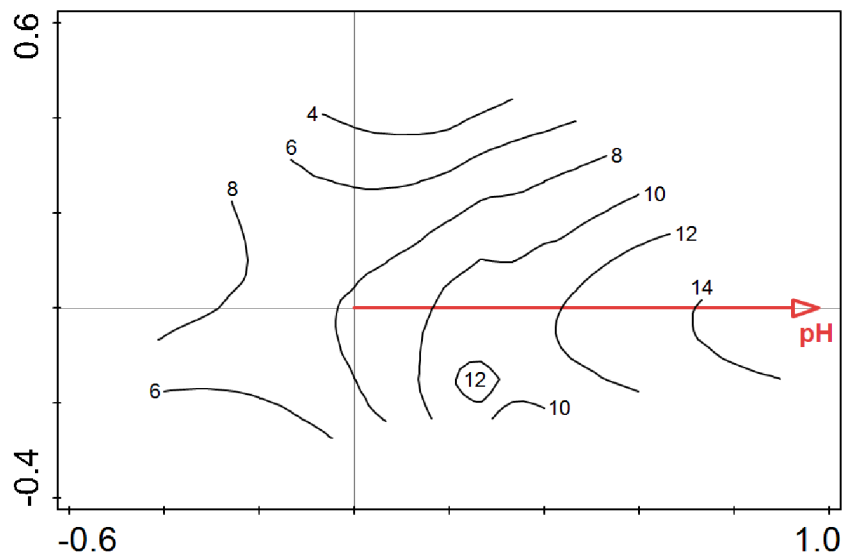
6.1.5 Půdní reakce a její vliv na vegetaci

Následující graf na obrázku číslo 11 zobrazuje závislost jednotlivých druhů na půdní reakci. Šipka znázorňující hodnotu pH je zarovnaná s osou x a ve směru šipky hodnota pH půdy roste. P hodnota permutačního testu této ordinace se rovnala 0,012. V levé části grafu se tedy nacházejí druhy silně kyselých stanovišť (acidofilní), vpravo pak druhy mírně kyselých stanovišť. Uprostřed tohoto gradientu se nacházejí druhy acidotolerantní.



Obrázek 11: Přímá analýza CCA charakterizující závislost pH a druhového složení vegetace. Červená šipka značí hodnotu pH, ve směru šipky hodnota pH stoupá. Zkratky jednotlivých názvů rostlin jsou vysvětleny v Popisné tabulce v příloze.

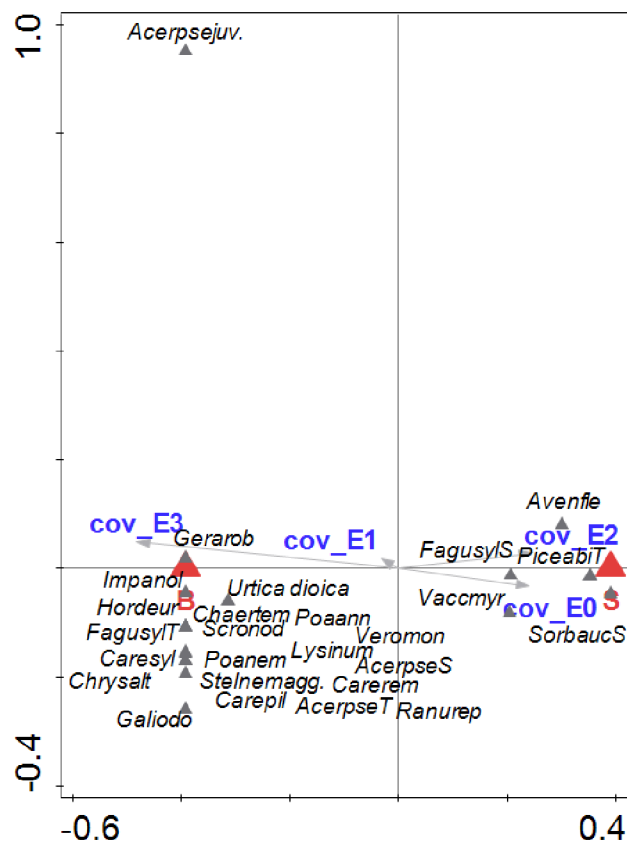
Graf na obrázku číslo 12 zobrazuje počet druhů s měnícím se pH prostředí. Ve směru šipky hodnota pH roste. Můžeme tedy říct, že růst diverzity se odehrává jednoznačně ve směru k neutrálnímu pH.



Obrázek 12: Přímá analýza CCA charakterizující vztah mezi pH a průměrným počtem bylinných druhů ve fytoocenologických snímcích. Červená šipka představuje vektor hodnot pH: ve směru šipky hodnota pH stoupá. Číselné hodnoty znamenají průměrný počet druhů.

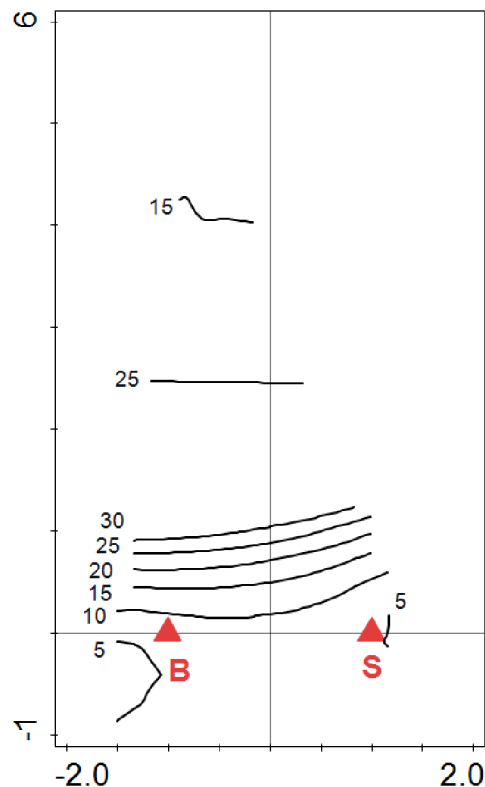
6.1.7 Pokryvnost pater

Graf na obrázku číslo 14 zobrazuje pokryvnosti jednotlivých pater mezi bučinami a smrčinami. Ve směru šipky od středu grafu hodnoty jednotlivých proměnných stoupají. Můžeme tedy vidět, že pokryvnost bylinného patra je značně nesignifikantní proměnnou, tudíž v bylinném patře se celková pokryvnost mezi bučinami a smrčinami neliší. Stejný výsledek můžeme pozorovat i ve dvouvýběrovém t-testu v tabulce číslo 4. Výrazný rozdíl vidíme v pokryvnosti stromového patra, kdy v bučinách pozorujeme větší korunový zápoj. Naopak ve smrčinách vidíme větší pokryvnost keřového a mechového patra. V tomto případě je vysoká pokryvnost keřového patra dána nárůstem zmlazení jeřábu ptačího (*Sorbus aucuparia*). Díky menšímu korunovému zápoji dopadá na povrch půdy více světla, což zapříčiňuje nárůst mechového patra. Dále pozorujeme zmlazení javoru klenu (*Acer pseudoplatanus*) v bučinách, který naopak ve smrčinách úplně chybí.



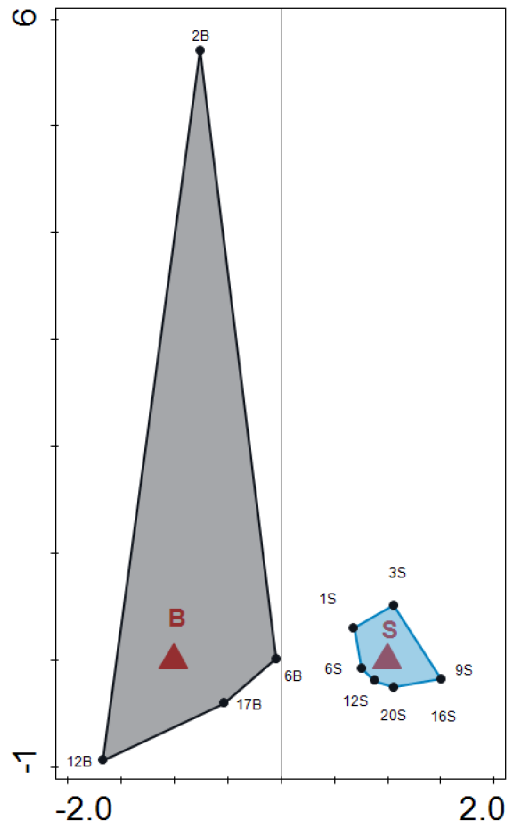
Obrázek 14: Přímá analýza CCA charakterizující pokryvnosti jednotlivých pater v bučinách a smrčinách. Pomocí červeného trojúhelníku jsou zobrazeny centroidy kategoriální proměnné vegetačního typu: S – smrkový porost, B – bukový porost. Modrou barvou jsou vyznačeny vektory hodnot pokryvnosti pater: cov_E0 – mechové, cov_E1 – bylinné, cov_E2 – keřové, cov_E3 – stromové patro. Zkratky jednotlivých názvů rostlin jsou vysvětleny v Popisné tabulce v příloze.

V grafu na obrázku číslo 15 vidíme, že gradient druhové bohatosti jde podél osy y, kde druhová bohatost stoupá zespoda nahoru a poté opět klesá. Průměrný počet druhů ve smrčině a bučině by podle tohoto grafu byl zhruba deset druhů, ale jelikož vysvětlující síla statistického modelu pro druhovou bohatost (koeficient determinace R^2) dosahuje pouze 15 %, nemůžeme tento graf považovat za dostatečně věrohodný. Jelikož koeficient R^2 dosahuje takto nízké hodnoty, můžeme říct, že po stránce druhové bohatosti není významný rozdíl mezi bučinami a smrčinami.



Obrázek 15: Přímá analýza CCA charakterizující druhovou bohatost mezi bučinami a smrčinami. Pomocí červeného trojúhelníku jsou zobrazeny centroidy kategoriální proměnné vegetačního typu: S – smrkový porost, B – bukový porost. Číselné hodnoty znamenají průměrný počet druhů ve fytoocenologickém snímku.

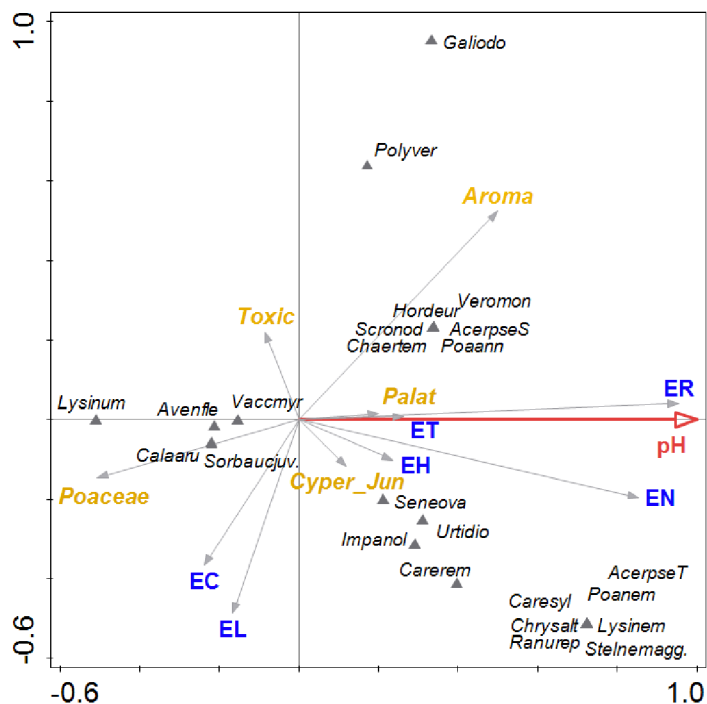
Obrázek číslo 16 ukazuje vegetační vyhraněnost bučin a smrčin. Lze též odvodit, že smrčiny jsou oproti bučinám poměrně homogenní, zatím co v bučinách pozorujeme výraznější rozdíly ve skladbě vegetace. V horní části grafu vidíme odlehlý centroid specifické plochy 2B, jehož pozice je zapříčiněna vysokým nárustem zmlazení buku.



Obrázek 16: Přímá analýza CCA charakterizující vegetační vyhraněnost a míru heterogenity bučin a smrčín. Pomocí červeného trojúhelníku jsou zobrazeny centroidy kategoriální proměnné vegetačního typu: S – smrkový porost, B – bukový porost. Polygony vznikly spojením krajních centroidů obou skupin fytocenologických snímků.

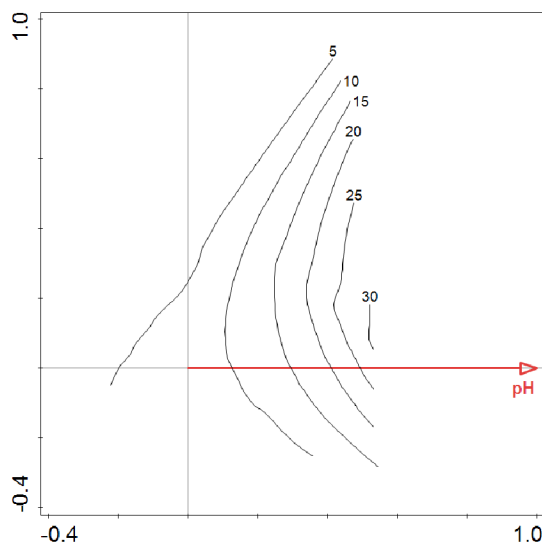
6.1.8 Reakce, Ellenbergovy indikační hodnoty, palatabilita

Graf na obrázku číslo 17 zobrazuje vliv pH na druhové složení bylin a korelaci Ellenbergových indikačních hodnot a kvalitativních parametrů palatabily s touto proměnnou prostředí. Proměnné, které spolu navzájem korelují, míří v grafu stejným směrem. Délka šipek zobrazuje významnost dané proměnné. Vidíme tedy, že ve směru vektoru pH substrátu stoupá množství živin v půdě. Čím zásaditější tedy substrát je, tím se zde vyskytuje více druhů aromatických, jako je například *Galium odoratum*. Na osvětlenějších stanovištích, tedy i tam, kde je vyšší kontinentalita, pozorujeme více trav z čeledi *Poaceae*. Mezi tyto druhy patří dominantně *Calamagrostis arundinacea* a *Avenella flexuosa*.



Obrázek 17: Přímá analýza CCA charakterizující vliv pH a Ellenbergových indikačních hodnot na druhové složení bylin a palatabilitu. Modře jsou zobrazeny vektory Ellenbergových indikačních hodnot: EL – světlo, ET – teplota, EC – kontinentalita, EH – vlhkost, ER – reakce, EN – živiny. Kvalitativní ukazatele palatability (stravitelnosti) jednotlivých druhů: *Cyper_Junc* – čeledi *Cyperaceae* + *Juncaceae*, *Aroma* – aromatické, *Toxic* – jedovaté druhy. Červená šipka značí vektor půdní reakce; ve směru šipky hodnota pH stoupá. Zkratky jednotlivých názvů rostlin jsou vysvětleny v Popisné tabulce v příloze.

V grafu na obrázku číslo 18 vidíme, že s růstem pH roste přesvědčivě i druhová bohatost vegetace. Naopak s poklesem pH se nám vegetace ochuzuje.



Obrázek 18: Přímá analýza CCA charakterizující vliv pH substrátu na druhovou bohatost. Červená šipka značí vektor hodnot pH. Číselné hodnoty znamenají průměrný počet druhů ve fytoocenologickém snímku.

6.2 Odlišnost prostředí vegetace bučin a smrčin

Tabulka č. 4 zobrazuje testované proměnné, průměrné hodnoty těchto proměnných pro bučiny a smrčiny a výsledné p hodnoty signifikance dvouvýběrového t-testu. Červeně jsou označeny hodnoty, které se statisticky významně liší mezi oběma vegetačními typy. Můžeme tedy vidět, že pH dosahuje nižších hodnot ve smrčinách, tudíž jsou tyto kyselější než bučiny. Další průkazný rozdíl můžeme pozorovat v pokryvnosti E3 (stromového) patra, kdy zastíněnější jsou bučiny oproti smrčinám. S tímto aspektem souvisí také Ellenbergova indikační hodnota pro světlo, jejíž průměrné hodnoty se liší těsně na hranici významnosti, přesto je zřetelné, že ve smrčinách se nacházejí druhy mírně světlomilnější. Ellenbergova indikační hodnota pro kontinentalitu dosáhla nižšího průměru v bučinách, z čehož plyne, že v bučinách se nacházejí druhy poněkud oceaničtější, což koreluje s větší mírou zastínění a zvýšenou vlhkostí mikroklimatu. Významně se liší také průměrné Ellenbergovy hodnoty pro půdní reakci, které se shodují s přímo měřeným pH. Potvrzuje se nám tedy, že smrčiny jsou poněkud kyselější než bučiny. Velmi významná signifikance byla dosažena pro zastoupení aromatických rostlin. Aromatické rostliny můžeme rozdělit na léčivé rostliny, které zlepšují palatabilitu – v našem případě se jedná o *Galium odoratum*, kterýžto druh se vyskytoval ve čtyřech snímcích. Mezi aromatické rostliny však můžeme řadit rovněž druhy, které palatabilitu naopak zhoršují kvůli svému nepříjemnému zápachu. V našem případě se jedná o byliny *Geranium robertianum* a *Scrophularia nodosa*. Výskyt těchto druhů byl zaznamenán ve třech fytoecologických snímcích.

Název proměnné	Bučiny	Smrčiny	p hodnota
pH	4,29	4,03	0,07
Tepelný požitek	0,86	0,87	0,90
Pokryvnost E3 patra (%)	80,25	66,5	0,01
Pokryvnost E2 patra (%)	4,85	9,5	0,26
Pokryvnost E1 patra (%)	25,25	26,8	0,86
Pokryvnost E0 patra (%)	2,6	8,1	0,26
Počet jednotlivých druhů	5,2	4,6	0,54
Shannon-Wienerův index diverzity	1,09	1,11	0,89
Ellenbergova indikační hodnota pro světlo	3,74	4,36	0,10
Ellenbergova indikační hodnota pro teplo	3,08	2,83	0,74
Ellenbergova indikační hodnota pro kontinentalitu	3,34	3,91	0,05
Ellenbergova indikační hodnota pro vlhkost	4,92	4,66	0,67
Ellenbergova indikační hodnota pro půdní reakci	4,02	3,26	0,10
Ellenbergova indikační hodnota pro živiny	4,86	4,39	0,33
Podíl druhů z čeledi <i>Poaceae</i> (%)	10,7	20,3	0,19
Podíl druhů z čeledi <i>Cyperaceae</i> + <i>Juncaceae</i> (%)	7,6	2,9	0,22
Podíl toxických rostlin (%)	7,0	6,2	0,84
Podíl palatavlních (dobře stravitelných) rostlin (%)	10,5	6,0	0,42
Podíl aromatických rostlin (%)	11,8	0	0,05

Tabulka 4: Tabulka testovaných proměnných pomocí dvouvýběrového t-testu v bučinách a smrčinách. Druhý a třetí sloupec obsahuje průměrné numerické hodnoty proměnných pro porosty bučin a smrčin. Třetí sloupec obsahuje p hodnotu statistické významnosti, kdy byla jako práh zvolena hodnota 10 % (tedy hranice tzv. marginální signifikance).

6.2.1 Analýza charakteristických druhů bukových a smrkových porostů

Synoptická tabulka č. 5 zobrazuje druhovou skladbu vegetace mezi bučinami a smrčinami, kde jsou jednotlivé druhy rostlin rozřazeny do pěti frekvenčních tříd. Můžeme tedy pozorovat, že typickými druhy bučin byly druhy svízel vonný (*Galium odoratum*) a ostřice kulkonosná (*Carex pilulifera*), které se naopak vůbec nevyskytovali ve smrčinách. V případě výskytu ostřice kulkonosné (*Carex pilulifera*) se můžeme domnívat, že se jednalo o acidofilní bučinu, jelikož tento druh upřednostňuje spíše světlé lesy a kulturní smrčiny (www4). Dalším typickým druhem bučin byla kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*), která měla naopak nízkou frekvenci výskytu ve smrčinách. Ve smrkových porostech se s nejvyšší frekvencí vyskytovala brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*) a metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*). S vyšším zastoupením se v bučinách vyskytovaly druhy jako papratka samičí (*Athyrium filix-femina*), šťavel kyselý (*Oxalis acetosella*), věsenka nachová (*Prenanthes purpurea*), třtina rákosovitá (*Calamagrostis arundinacea*) a starček Fuchsův (*Senecio ovatus*). Velmi podobnou frekvenci výskytu měly tyto druhy i ve smrčinách, přičemž zde navíc oproti bučinám převažoval výskyt pstročku dvoulistého (*Maianthemum bifolium*).

Typ porostu		BK	SM
Počet snímků		20	20
Druhy typické pro bučiny			
	patro		
<i>Galium odoratum</i>	6	I	.
<i>Carex pilulifera</i>	6	I	.
<i>Urtica dioica</i>	6	II	I
Druhy typické pro smrčiny			
<i>Avenella flexuosa</i>		I	III
<i>Vaccinium myrtillus</i>	6	II	IV
Ostatní druhy			
<i>Athyrium filix-femina</i>	6	IV	III
<i>Oxalis acetosella</i>	6	III	III
<i>Prenanthes purpurea</i>	6	II	II
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	6	II	II
<i>Senecio ovatus</i>	6	II	II
<i>Maianthemum bifolium</i>	6	I	II
<i>Dryopteris filix-mas</i>	6	I	I
<i>Luzula luzuloides</i>	6	I	I
<i>Sorbus aucuparia</i>	7	I	I
<i>Polygonatum verticillatum</i>	6	I	I
<i>Impatiens parviflora</i>	6	I	I
<i>Hieracium murorum</i>	6	I	I
<i>Viola reichenbachiana</i>	6	I	I
<i>Digitalis purpurea</i>	6	I	I
<i>Galeopsis tetrahit</i>	6	I	.
<i>Veronica montana</i>	6	I	.
<i>Impatiens glandulifera</i>	6	I	.
<i>Poa annua</i>	6	I	.
<i>Mercurialis perennis</i>	6	I	.
<i>Stellaria nemorum</i> agg.	6	I	.
<i>Ranunculus repens</i>	6	I	.
<i>Hordelymus europaeus</i>	6	I	.
<i>Geranium robertianum</i>	6	I	.
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	6	I	.
<i>Carex sylvatica</i>	6	I	.
<i>Carex remota</i>	6	I	.
<i>Impatiens noli-tangere</i>	6	I	.
<i>Acer pseudoplatanus</i>	7	I	.
<i>Moehringia trinervia</i>	6	I	.
<i>Fagus sylvatica</i>	6	I	.
<i>Scrophularia nodosa</i>	6	I	.
<i>Poa nemoralis</i>	6	I	.
<i>Chaerophyllum temulum</i>	6	I	.
<i>Arrhenatherum elatius</i>	6	I	.
<i>Lysimachia nemorum</i>	6	I	.
<i>Stellaria media</i>	6	.	I
<i>Lysimachia nummularia</i>	6	.	I
<i>Calamagrostis villosa</i>	6	.	I
<i>Luzula sylvatica</i>	6	.	I
<i>Equisetum sylvaticum</i>	6	.	I
<i>Mycelis muralis</i>	6	.	I
<i>Melica nutans</i>	6	.	I

Tabulka 5: Synoptická tabulka vegetačních dat s uvedením frekvenčních tříd (I = 1–20 %, II = 21–40 %, III = 41–60 %, IV = 61–80 %, V = 81–100 %). Čísla 6, 7 označují vegetační patro (6 = bylinné patro, 7 = patro semenáčků dřevin). Červenou barvou jsou označeny druhy, které mají statisticky průkaznou afinitu k danému vegetačnímu typu (Fisherův exaktní test).

7. Diskuse

Výsledky této práce ukazují, že na diverzitu bylinného podrostu má vliv hned několik faktorů. Stejně tak to můžeme sledovat v ostatních studiích, které často testují odlišné proměnné prostředí a zkoumají jejich vliv na druhovou skladbu bylinného patra. Tyto studie se zabývají vlivem korunového zápoje na bohatost bylinného patra, klimatických podmínek, opadu, množstvím hliníku v půdě, vrstvy humusu, testováním pH půdy a spoustou dalších vlivů, které podmiňují výskyt rostlin v určitém typu porostu.

V mé práci se ukázala jako nejsignifikantnější proměnná pokryvnost stromového patra. Dále se ukázala jako velmi významná proměnná Ellenbergova indikační hodnota pro kontinentalitu, což pozitivně koreluje s pokryvností stromového patra a Ellenbergovou indikační hodnotou pro světlo. Čím menší korunový zápoj, tím více dopadá světelného záření na plochu a současně dochází k oteplování dané plochy. Toto tvrzení také potvrzuje Barbier et al. (2008) ve své studii vlivu dřevin na diverzitu podrostní vegetace. Tvrdí, že nelze posuzovat bohatost bylinného patra z pohledu toho, zda se jedná o smrkový, nebo bukový porost. Co však ovlivňuje diverzitu podrostu, je právě prostupnost světla, tedy míra korunového zápoje. Stejně tak ve své práci uvádí i Hejdová (2010), která zaznamenala vyšší druhovou diverzitu ve smrkových monokulturách díky vyšší prostupnosti světla. Mölder et al. (2008) však tento předpoklad vyvrací, jelikož v jeho studii neměl korunový zápoj a s ním spojená prostupnost světla vliv na rozmanitost bylinného patra.

Z nezávisle měřené proměnné pH (viz obrázky č. 11, 12, 17, 18) můžeme usuzovat, že růst diverzity se odehrává ve směru k neutrálnímu pH, tedy v bučinách. Tento aspekt se potvrdil i v práci Jahodové, která stejně tak pozoruje vyšší druhovou diverzitu v porostech s vyšším pH půdy (Jahodová 1996). V mé práci se tak shoduje nepřímo měřené pH půdy s Ellenbergovou indikační hodnotou pro půdní reakci. Z tabulky číslo 4 vidíme, že obě tyto proměnné dosahují vyšších hodnot v bučinách oproti smrčinám.

Výsledky ordinačních grafů dále naznačují signifikanci mezi smrkovými porosty a pokryvností mechového patra. Ačkoliv dosažený výsledek nepotvrzuje významnost proměnné, je zde naznačen jistý trend, že pokryvnost mechového patra je vyšší ve smrkových porostech. Příčinou toho, že mechové patro je ve smrkových porostech bohatší, může být okyselení půdy opadem (Simmons & Buckley 1992, Ewald 2000).

Zítková (2014) se domnívá, že důvodem, proč mají mechorosty vyšší diverzitu ve smrkových kulturách může být i jejich malá konkurenceschopnost. Je tedy možné, že ve smrkových porostech, kde je nižší pokryvnost bylinného patra, mají mechy dostatečné množství místa pro růst.

Nadmořská výška, která byla testována pomocí přímé CCA analýzy, sice v ordinačním diagramu ukazuje, že s vyšší nadmořskou výškou stoupá diverzita bylinného patra, ale kvůli nízké hodnotě p nepovažujeme tento jev za dostatečně signifikantní. Stejně tak se ukázala nadmořská výška jako nesignifikantní faktor v diplomové práci od Hejdové (Hejdová 2010). Naopak u Zítkové (2014) se nadmořská výška projevila jako signifikantní proměnná.

Výsledky též ukázaly, že druhová skladba stromového patra (smrk versus buk) výrazně ovlivňuje složení bylinného patra. Průměrné hodnoty pokryvnosti bylinného patra byly naopak vyšší ve smrčinách. Příslušná analýza však byla také nesignifikantní. Tůmová (2018) ve své bakalářské práci uvádí, že vyšší počet druhů v bylinném patře se nacházel ve smrkových porostech, avšak tato analýza se projevila také jako nesignifikantní.

Při testování závislostí jednotlivých druhů bylin na edafické kategorii se svěží kategorie s kategorií obohacenou vodou výrazně shodovaly, co se týče druhového zastoupení bylin. Je zde i zřejmý výskyt druhů z čeledi *Poaceae*, nebo *Cyperaceae* a *Juncaceae*. Můžeme tedy říct, že v edafických kategoriích S a V se nacházely druhy pro zvěř dobře stravitelné, tak i ty, které zvěř nevyhledává. Zhruba stejný počet, avšak jiné druhové zastoupení měla živná řada. Mezi edafickými kategoriemi S, V a B se nacházejí rostliny pro zvěř chutné, tedy ty, které nejvíce vyhledává. Konkrétně se jedná o druhy vrbina hajní (*Lysimachia nemorum*), věsenka nachová (*Prenanthes purpurea*), ptačinec prostřední (*Stellaria media*), ptačinec hajní (*Stellaria nemorum*) a violka lesní (*Viola reichenbachiana*). Zároveň bylo zjištěno, že tyto druhy preferovaly bučiny, stejně tak druhy z čeledi *Cyperaceae*, *Juncaceae* a aromatické druhy bylin. Naopak rostliny z čeledi *Poaceae* se vyskytovaly spíše ve smrčinách. Tyto výsledky však nebyly přesvědčivě signifikantní, abychom mohli spolehlivě potvrdit závislost mezi proměnnými. Jedinou průkaznou závislostí, co se týče palatability biomasy, se prokázal výskyt aromatických rostlin v bučinách. Proto tedy můžeme potvrdit předpoklad, že palatabilita biomasy je vyrovnaná v obou typech lesních porostů, avšak může být ovlivňována řadou dalších enviromentálních proměnných.

Typickými druhy pro bučiny se v Krušných horách a Slavkovském lese ukázaly druhy svízel vonný (*Galium odoratum*), ostřice kulkonosná (*Carex pilulifera*) a kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*). Typickými druhy bylin pro smrčiny byly metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*) a brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*). Semenáčky jeřábu ptačího (*Sorbus aucuparia*) se v obou typech porostů vyskytovaly se stejnou frekvencí. Semenáčky javoru klenu (*Acer pseudoplatanus*) se však vyskytovaly pouze v bučinách. Semenáčky buku a smrku se ve zkoumaných porostech téměř vůbec nevyskytovaly. Tůmová (2018) však ve své práci zaznamenala výskyt semenáčků buku a smrku v obou typech porostů s vysokou frekvencí výskytu. Semenáčky buku ve smrkových porostech však dosahovaly nižší frekvence zastoupení než u Zítkové (2014), která zaznamenala 70procentní frekvenci výskytu buku ve smrkovém porostu. Důvodem rozdílného zastoupení juvenilních jedinců může být například hojnost výskytu zvěře na dané lokalitě (Ewald 2002). Stejně tak Zerbe & Brande (2003) tvrdí, že zvěř je častým negativním činitelem v bukových porostech. Zvláště pak při přirozeném zmlazování buku. Chytrý & Danihelka (1993) tvrdí, že kvůli okusu dochází k zamezování růstu semenáčků a následnému potlačení druhové diverzity podrostu.

Signifikantnější výsledky bychom mohli očekávat při zkoumání více proměnných, jako je například vliv geologického podloží, nebo věk porostu. K dosažení důvěryhodnějším výsledkům bychom však potřebovali větší počet zkusných ploch, které by zachovávaly fyzicko-geografickou podobnost v porovnávaných dvojicích porostních typů.

8. Závěr

Zda mají smrkové monokultury významný vliv na bylinný podrost, nemůžeme z výsledků předložené práce jednoznačně určit. Ačkoliv z některých výsledků lze vidět jisté převažující tendence určitého trendu, většinou zde není dostatečná signifikance ke stanovení jasného závěru.

Vyšší zápoj stromového patra v bučinách podmiňuje výskyt semenáčků *Sorbus aucuparia* a *Acer pseudoplatanus*. Dále pozorujeme, že bukové porosty disponují vyšší druhovou bohatostí bylinného patra.

Jako nejsignifikantnější proměnná se projevila pokryvnost stromového patra, díky které se smrkové monokultury projevily právě jako ten typ porostu, ve kterém dochází k vyšší pokryvnosti bylinného patra. Na druhou stranu však ve smrkových porostech dochází k acidifikaci půd, což zapříčiňuje ochuzování bylinného patra. Tento aspekt však podporuje výskyt mechorostů.

Jistý vliv smrkových monokultur na skladbu a druhovou bohatost bylinného patra je zřejmý. Proto je potřeba tento dostatečně neprobádaný problém i nadále studovat.

Zdroje

Literatura

- ANDRIANARISOA K. S., ZELLER B., POLY F., SIEGENFUHR H., BIENAIMÉ S., RANGER J., & DAMBRINE E. (2010): Control of Nitrification by Tree Species in a Common-Garden Experiment. *Ecosystems*, 13(8), 1171–1187.
- 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.
- AUGUSTO L., RANGER J., BINKLEY D., ROTHE A. (2002): Impact of several common tree species of European temperate forests on soil fertility. *Annals of Forest Science*, 59, 3: 233–253.
- 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.
- BUBENÍK A. (1954): Krmení lovné zvěře. – SZN Praha, 146 s.
- BUDDE S., SCHMIDT W. & WECKESSER M. (2011): Impact of the admixture of European beech (*Fagus sylvatica* L.) on plant species diversity and naturalness of conifer stands in Lower Saxony. – *Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz* 11: 49–61.
- ČEPIČKA I., KOLÁŘ F., SYNEK P. (2007): Mutualismus, vzájemně prospěšná symbióza; Přípravný text – biologická olympiáda. – NIDM ČR, Praha.
- 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.
- EWALD J. (2002): Multiple controls of understory plant richness in mountain forests of the Bavarian Alps. *Phytocoenologia* 32: 85-100.
- FIALA T. & ROLKOVÁ J. (2016): Změny v lesních ekosystémech v CHKO Slavkovský les v letech 1974–2015. Časopis státní ochrany přírody. Dostupné z: <https://www.casopis.ochranaprirody.cz/pece-o-prirodu-a-krajinu/zmeny-v-lesnich-ekosystemech-v-chko-slavkovsky-les-v-letech-1974-2015/>

- HEJDOVÁ M. (2010): Diverzita vegetace přirozených listnatých lesů a jehličnatých kultur v Chříbech. – Ms., 60 p. [Dipl. práce; depon. in: Knihovna Přírodovědecké fakulty, Ústav botaniky a zoologie, Masarykova univerzita, Brno]
- HOFMANN, R. R. (1989): Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. – *Oecologia*, **78**, s. 443–457.
- HRABÁK R. & PORUBA M (2005): *Les*. Aventinum, Praha. ISBN 80-86858-09-x.
- CHEEKE P. R. & DIERENFELD E. S. (2010): Comparative animal nutrition and metabolism. Cambridge University Press, Cambridge.
- CHYTRÝ M. & DANIHELKA J. (1993): Long-term changes in the field layer of oak-hornbeam forests under the impact of deer and mouflon. *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica* 28: 225-245.
- CHYTRÝ, M., TICHÝ, L., HOLT, J. & BOTTA-DUKÁT, Z. (2002): Determination of diagnostic species with statistical fidelity measure. – *Journal of Vegetation Science*, **13**, s. 79–90.
- JAHODOVÁ Š. (1996): Srovnání bylinného patra přirozených bučin a náhradních smrčín v Krkonoších. – Ms., 12 p. [Bakal. práce; depon. in: Knihovna Biologické fakulty Jihočeské univerzity, České Budějovice]
- JELÍNEK F. (1987): Ohrožená květena Karlovarska. – ONV Karlovy Vary.
- KACÁLEK, O. & ŠPULÁK. D. (2017). Vliv buku na vlastnosti nadložního humusu a svrchní půdy smrkového porostu na stanovišti kyselé smrkové bučiny. *Zprávy lesnického výzkumu*, 62(4), 253-261.
- LEPŠ J., & ŠMILAUER P. (2000): Mnohorozměrná analýza ekologických dat. – Biologická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, České Budějovice, 102 p.
- LIBOSVÁR F. & HANZAL V. (2010): Rostliny vhodné pro zvěř. – Lesnická práce s.r.o., Kostelec nad Černými lesy. .
- LOUALT, F., PILLAR V. D. , AUFRERE J., GARNIER E. & SOUSSANA J.-F. (2005): Plant traits and functional types in response to reduced disturbance in a semi-natural grassland. – *Journal of Vegetation Science*, **16**, s. 151–160.

- MCCUNE B. & KEON D. (2002): Equations for potential annual direct incident radiation and heat load. – *Journal of Vegetation Science*, **13**, s. 603–606.
- MÖLDER A., BERNHARDT-RÖMERMANN M. & SCHMIDT W. (2006): Forest ecosystem research in Hainich National Park (Thuringia): First results on flora and vegetation in stands with contrasting tree species diversity. – *Waldökologie online* 3: 83–99.
- MELICHAR V. & KRÁSA P. (2009): Krušné hory – smutné pohorí. – *Časopis státní ochrany přírody*. Dostupné z: <https://www.casopis.ochranaprirody.cz/z-nasi-prirody/krusne-hory-smutne-pohori/>
- MÜNNICH J. (2009): Intrinsische Innervation im Pansen vom Wiederkäuern verschiedener Ernährungstypen. – Ms., Disertační práce, depon. in: Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Leipzig, Leipzig 112 p.
- PODRÁZSKÝ V. & REMEŠ J. (2002): Dopad pěstování stanovištně nepůvodních dřevin na stav humusových forem v nivě Jalového potoka – Černokostelecká oblast – *Zpr. Lesn. Výzk.* 47/1: 21–24.
- QUITT E. (1971): Klimatické oblasti Československa. – *Studia Geographica* **16**, GGÚ ČSAV, Brno.
- RStudio Team (2021): RStudio: Integrated Development for R. – RStudio, PBC, Boston.
- 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
- ŠIKULA J. & VĚTVIČKA V (2016): *Trávy: traviny a trávničky v ilustracích Vojtěcha Štolfy a Zdenky Krejčové*. – Aventinum, Praha.
- ŠMILAUER P & LEPŠ J. (2014): *Multivariate analysis of ecological data using CANOCO*. – 2nd Ed., Cambridge University Press, Cambridge.
- TICHÝ L. (2002): JUICE, software for vegetation classification. – *Journal of Vegetation Science*, **13**, s. 451–453.
- TŮMOVÁ T. (2018): Druhové složení a diverzita cévnatých rostlin bučin a kulturních smrčín na Ještědském hřbetu. – Ms. 43. [Bakal. práce; depon. in: Knihovna České zemědělské univerzity v Praze. Praha]

Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, pobočka Jablonec nad Nisou (2021): Přírodní lesní oblast 1 – Krušné hory. Analýza stavu a vývoje, 312 p. Dostupné z: https://www.uhul.cz/wp-content/uploads/2022/01//2019_AN_PLO_1_compressed.pdf

Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, pobočka Jablonec nad Nisou (2021): Přírodní lesní oblast 3 – Karlovarská vrchovina. Analýza stavu a vývoje, 317 p. Dostupné z: https://www.uhul.cz/wp-content/uploads/2020_AN_PLO_3-1.pdf

ZAHRADNICKÝ J. & MACKOVČIN P. (eds.) (2004): Plzeňsko a Karlovarsko. – In: Mackovčín P. & Sedláček M. (eds.): Chráněná území ČR, svazek XI, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.

ZERBE S. & BRANDE A. (2003): Woodland degradation and regeneration in Central Europe during the last 1000 years – a case study in NE Germany. *Phytocoenologia* 33: 683-700.

Internetové zdroje

www1: Počasí Krušné hory a Podkrušnohoří. – Dostupné z: [Počasí Krušné hory a podkrušnohoří | Počasicz.cz \(pocasicz.cz\)](#) (navštíveno 13.11.2022).

www2: CHKO Slavkovský les, georeliéf a reliéf. – Dostupné z: <https://slavkovskyles.nature.cz/geologie-a-relief> (navštíveno 13.11.2022).

www3: CHKO Slavkovský les, vodstvo. Dostupné z: <https://slavkovskyles.nature.cz/vodstvo> (navštíveno 13.11.2022).

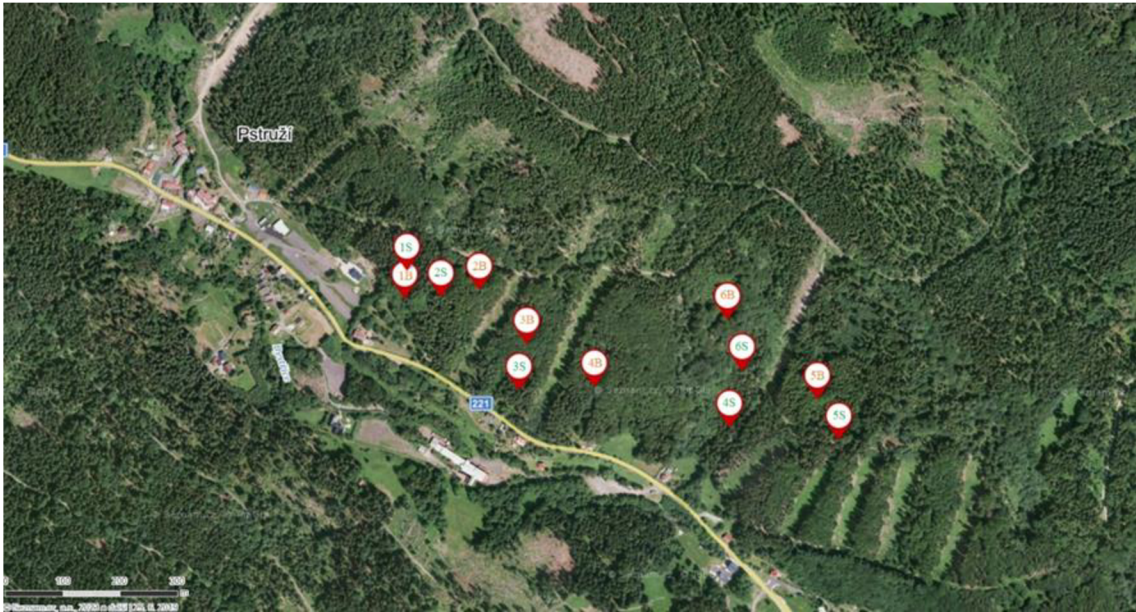
www4: Cibulka R. (2008): CAREX PILULIFERA L. – ostřice kulkonosná / ostrica guľkoplodá. Dostupné z: <https://botany.cz/cs/carex-pilulifera/> (navštíveno 22.02.2023).

Přílohy

Příloha č. 1: Seznam zkratk rostlin použitých v ordinačních diagramech.

Latinský název	Užitá zkratka	Latinský název	Užitá zkratka
<i>Acer pseudoplatanus</i>	AcerpseT	<i>Impatiens parviflora</i>	Impapar
<i>Fagus sylvatica</i>	FagusylT	<i>Luzula luzuloides</i>	Luzuluz
<i>Picea abies</i>	PiceabiT	<i>Luzula sylvatica</i>	Luzusyl
<i>Fagus sylvatica</i>	FagusylS	<i>Lysimachia nemorum</i>	Lysinem
<i>Acer pseudoplatanus</i>	AcerpseS	<i>Lysimachia nummularia</i>	Lysinum
<i>Picea abies</i>	PiceabiS	<i>Maianthemum bifolium</i>	Maiabif
<i>Sorbus aucuparia</i>	SorbaucS	<i>Melica nutans</i>	Melinut
<i>Arrhenatherum elatius</i>	Arrhela	<i>Mercurialis perennis</i>	Mercper
<i>Athyrium filix-femina</i>	Athyfil	<i>Moehringia trinervia</i>	Moehtri
<i>Avenella flexuosa</i>	Avenfle	<i>Mycelis muralis</i>	Mycemur
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	Calaaru	<i>Oxalis acetosella</i>	Oxalace
<i>Calamagrostis villosa</i>	Calavil	<i>Poa annua agg.</i>	Poaannagg.
<i>Carex pilulifera</i>	Carepil	<i>Poa nemoralis</i>	Poanem
<i>Carex remota</i>	Carerem	<i>Polygonatum verticillatum</i>	Polyver
<i>Carex sylvatica</i>	Caresyl	<i>Prenanthes purpurea</i>	Prenpur
<i>Digitalis purpurea</i>	Digipur	<i>Ranunculus repens</i>	Ranurep
<i>Dryopteris filix-mas</i>	Dryofil	<i>Scrophularia nodosa</i>	Scronod
<i>Equisetum sylvaticum</i>	Equisyl	<i>Senecio ovatus</i>	Seneova
<i>Galeopsis tetrahit</i>	Galetet	<i>Stellaria media</i>	Stelmed
<i>Galium odoratum</i>	Galiodo	<i>Stellaria nemorum</i>	Stelnem
<i>Geranium robertianum</i>	Gerarob	<i>Urtica dioica</i>	Urtidio
<i>Hieracium murorum</i>	Hiermur	<i>Vaccinium myrtillus</i>	Vaccmyr
<i>Hordelymus europaeus</i>	Hordeur	<i>Veronica montana</i>	Veromon
<i>Chaerophyllum temulum</i>	Chaertem	<i>Viola reichenbachiana</i>	Violrei
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	Chrysalt	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Acerpsejuv.
<i>Impatiens glandulifera</i>	Impagla	<i>Fagus sylvatica</i>	Fagusyljuv.
<i>Impatiens noli-tangere</i>	Impanol	<i>Sorbus aucuparia</i>	Sorbaucjuv.

Příloha č. 2: Ortofoto mapa ploch v okolí Pstruží. Lokalizace: 50.3499300N, 12.8188756E.



Příloha č. 3: Ortofoto mapa ploch v okolí vrcholu Krudum. Lokalizace: 50.1488042N, 12.7254436E.

