

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ekologie lesa (FLD)



**Fakulta lesnická
a dřevařská**

**Vliv tloušťky a druhu stromu na výskyt stromových
mikrostanovišť na území LZ Konopiště**

Bakalářská práce

Milan Lapuník

Vedoucí práce: Ing. Radek Bače, Ph .D.

2024

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Milan Lapuník

Lesnictví
Ekonomika a řízení lesního hospodářství

Název práce

Vliv tloušťky a druhu stromu na výskyt stromových mikrostanovišť na území LZ Konopiště

Název anglicky

The influence of tree species and tree thickness on the occurrence of tree-related microhabitats in the Konopiště forest area

Cíle práce

Mikrostanoviště na stromech jsou specifické prvky a struktury, sloužící jako biotop pro další organismy. Vědecký výzkum v posledních letech prokázal jejich význam pro biologickou rozmanitost chráněných i hospodářských lesů. Cílem práce bude objasnit roli druhu dřeviny a její tloušťky ve výskytu jednotlivých mikrostanovišť v hospodářských lesích LZ Konopiště.

Metodika

1. Sběr dat o stromových mikrostanovištích prostřednictvím mobilní aplikace Lesodiverzita v hospodářských lesích LZ Konopiště.
2. Sběr dat bude uskutečněn na vybrané části území. Zaznamenávají budou všechna mikrostanoviště a jejich počty na předem vybraných stromech, které se správa LZ Konopiště rozhodla trvale ponechat na stanovišti jako biotopové stromy pro podporu biodiverzity.
3. Statistické zhodnocení vlivu druhu stromu, statusu stromu (živý/mrtvý) a jeho tloušťky na výskyt jednotlivých mikrostanovišť nebo jejich typů.
4. Finální příprava bakalářské práce.

Harmonogram zpracování:

červenec–srpen 2023: terénní sběr dat, přepis dat

březen–listopad 2023: studium literatury a příprava literární rešerše

prosinec 2023: odeslání rešerše ke konzultaci školiteli

říjen 2023–únor 2024: statistické zpracování dat
únor 2024: interpretace výsledků a jejich srovnání s dostupnou literaturou
březen 2024: odeslání práce ke kontrole školiteli
duben 2024: odevzdání závěrečné práce



Doporučený rozsah práce

30-40

Klíčová slova

Mikrostanoviště na stromech, biodiverzita, biotopové stromy, druh stromu, tloušťka stromu

Doporučené zdroje informací

- Asbeck, T., Großmann, J., Paillet, Y., Winiger, N., & Bausch, J. (2021). The use of tree-related microhabitats as forest biodiversity indicators and to guide integrated forest management. *Current Forestry Reports*, 7, 59-68.
- Asbeck, T., Messier, C., & Bausch, J. (2020). Retention of tree-related microhabitats is more dependent on selection of habitat trees than their spatial distribution. *European Journal of Forest Research*, 139(6), 1015-1028.
- Courbaud, B., Larrieu, L., Kozák, D., Kraus, D., Lachat, T., Ladet, S., ... & Zudin, S. (2022). Factors influencing the rate of formation of tree-related microhabitats and implications for biodiversity conservation and forest management. *Journal of Applied Ecology*, 59(2), 492-503.
- Kozák, D., Mikoláš, M., Svitok, M., Bače, R., Paillet, Y., Larrieu, L., ... & Svoboda, M. (2018). Profile of tree-related microhabitats in European primary beech-dominated forests. *Forest Ecology and Management*, 429, 363-374.
- Kozák, D., Svitok, M., Zemlerová, V., Mikoláš, M., Lachat, T., Larrieu, L., ... & Svoboda, M. (2021). Importance of conserving large and old trees to continuity of tree-related microhabitats. *Conservation Biology*, e14066.
- Larrieu, L., Courbaud, B., Drénou, C., Goulard, M., Bütler, R., Kozák, D., ... & Vandekerckhove, K. (2022). Key factors determining the presence of Tree-related Microhabitats: A synthesis of potential factors at site, stand and tree scales, with perspectives for further research. *Forest Ecology and Management*, 515, 120235.
- Martin, M., Paillet, Y., Larrieu, L., Kern, C. C., Raymond, P., Drapeau, P., & Fenton, N. J. (2022). Tree-Related Microhabitats Are Promising Yet Underused Tools for Biodiversity and Nature Conservation: A Systematic Review for International Perspectives. *Frontiers in Forests and Global Change*, 5, 136.
- Paillet, Y., Debaive, N., Archaux, F., Cateau, E., Gilg, O., & Guilbert, E. (2019). Nothing else matters? Tree diameter and living status have more effects than biogeoclimatic context on microhabitat number and occurrence: An analysis in French forest reserves. *PLoS One*, 14(5), e0216500.
- Vítková, L., Bače, R., Kjučukov, P., & Svoboda, M. (2018). Deadwood management in Central European forests: Key considerations for practical implementation. *Forest ecology and management*, 429, 394-405.
- Vuidot, A., Paillet, Y., Archaux, F., & Gosselin, F. (2021). Influence of tree characteristics and forest management on tree microhabitats. *Biological Conservation*, 144(1), 441-450.

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Radek Bače, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie lesa

Elektronicky schváleno dne 6. 9. 2023

prof. Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 28. 1. 2024

prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 05. 04. 2024i



Čestné Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Vliv tloušťky a druhu stromu na výskyt stromových mikrostanovišť na území LZ Konopiště vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil, a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 5.5.2024

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval svému vedoucímu práce, panu Ing. Radkovi Bačemu Ph.D za jeho čas, dobré rady, konzultace a podporu u vyhledávání potřebných zdrojů. Dále bych rád poděkoval za vypůjčení potřebných pomůcek pro měření v porostu. Chtěl bych také poděkovat mojí rodině a přátelům za to, že mě podporovali po dobu mého studia na České zemědělské univerzitě.

Vliv tloušťky a druhu stromu na výskyt stromových mikrostanovišť na území LZ Konopiště

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá analýzou vztahu mezi tloušťkou a druhem stromu a výskytem stromových mikrostanovišť na území lesního závodu Konopiště, což je významné lesní hospodářství v České republice. Cílem bylo prozkoumat, jaký vliv mají tyto dva faktory na diverzitu a početnost mikrostanovišť, které slouží jako biotopy pro mnohé organismy a jsou klíčové pro podporu biodiverzity v lesních ekosystémech.

Data byla shromažďována prostřednictvím terénního sběru využívající mobilní aplikaci Lesodiverzita. Zaměřili jsme se na stromy, které byly ve spolupráci se správou lesa vybrány k trvalému ponechání na stanovišti jako biotopové stromy. Analyzovali jsme vztah mezi tloušťkou stromu, druhem dřeviny a výskytem mikrostanovišť, jako jsou dutiny, mrtvé dřevo v koruně, epifytické a epixylitické struktury, a další.

Výzkum ukázal, že existuje statisticky významný, avšak poměrně slabý vztah mezi tloušťkou stromu a počtem mikrostanovišť, což naznačuje, že další faktory hrají v rozmanitosti mikrostanovišť rovněž důležitou roli. Druh dřeviny měl rovněž vliv na typ a rozmanitost mikrostanovišť, přičemž některé druhy stromů poskytovaly specifické biotopy vhodné pro určité skupiny organismů.

Zjištění této práce poukazují na složitost interakcí mezi fyzickými charakteristikami stromů a biodiverzitou mikrostanovišť v lesních ekosystémech. Výsledky mohou sloužit jako podklad pro rozvoj strategií lesního hospodaření, které by respektovaly a podporovaly biodiverzitu lesních ekosystémů, zejména prostřednictvím zachování a podpory výskytu biotopových stromů a mikrostanovišť na nich. Navrhujeme další výzkum zaměřený na integraci dalších ekologických a environmentálních faktorů, které mohou ovlivnit biodiverzitu a přítomnost mikrostanovišť na stromech.

Klíčová slova: Mikrostanoviště na stromech, biodiverzita, biotopové stromy, druh stromu, tloušťka stromu

The influence of tree species and tree thickness on the occurrence of tree-related microhabitats in the Konopiště forest area

Abstrakt

This bachelor thesis deals with the analysis of the relationship between tree thickness and tree species and the occurrence of tree microhabitats in the Konopiště forest plant, which is an important forest management in the Czech Republic. The aim was to investigate how these two factors affect the diversity and abundance of microhabitats, which serve as habitats for many organisms and are crucial for promoting biodiversity in forest ecosystems.

Data was collected through field collection using the Forest Diversity mobile app. We focused on trees that were selected for permanent retention as habitat trees in collaboration with the forest management. We analyzed the relationship between tree thickness, tree species, and the presence of microhabitats such as cavities, dead wood in the crown, epiphytic and epitylithic structures, and others.

Research has shown that there is a statistically significant but relatively weak relationship between tree thickness and the number of microhabitats, suggesting that other factors also play an important role in microhabitat diversity. Tree species also had an effect on microhabitat type and diversity, with some tree species providing specific habitats suitable for certain groups of organisms.

The findings of this work highlight the complexity of interactions between physical tree characteristics and microhabitat biodiversity in forest ecosystems. The results can serve as a basis for the development of forest management strategies that respect and promote biodiversity in forest ecosystems, particularly through the conservation and promotion of tree habitat and microhabitat. We suggest further research aimed at integrating other ecological and environmental factors that may influence biodiversity and the presence of microhabitats on trees.

Keywords: Microhabitats on trees, biodiversity, habitat trees, tree species,, tree thickness

Obsah

1	Úvod	12
2	Cíl práce	14
3	Literární rešerše	15
3.1	Co je to biotopový strom	15
3.2	Stromová mikrostanoviště	15
3.3	Popis vybraných kategorií mikrostanovišť	17
3.3.1	Dutiny	17
3.3.2	Zranění a obnažené dřevo	20
3.3.3	Mrtvé dřevo v koruně	21
3.3.4	Výrustky.....	22
3.3.5	Plodnice saproxylických hub a hlenky	22
3.3.6	Epifytycké a epixilické struktury	22
3.3.7	Exudáty, výrony	23
4	Metodika sběru dat	24
4.1	Metodika postupu sběru dat	24
4.1.1	Metodika prezentace zjištěných dat	25
4.1.2	Finální příprava bakalářské práce	25
5	Výsledky měření	26
5.1.1	Rozmanitost a distribuce mikrostanovišť	27
5.1.2	Druhová rozmanitost stromů	32
5.1.3	Výsledky měření nejčastěji vyskytující se dřeviny	33
5.1.4	Průměrná tloušťka stromů.....	33
5.1.5	Stav stromu a jeho vliv na výskyt mikrostanovišť	34
5.1.5.1	Vliv stavu na tloušťku.....	35
6	Diskuze	36
6.1	Vliv lesního hospodářství na výskyt stromových mikrostanovišť	36
6.1.1	Vliv DBH na výskyt mikrostanovišť	37
6.1.2	Vliv druhu dřeviny na výskyt mikrostanovišť	38
6.1.3	Doporučení.....	39
6.1.3.1	Doporučení pro praxi	39
6.1.3.2	Návrhy pro budoucí výzkum	40
7	Závěr	41
8	Literatura	42

Seznam použitých zkratek a symbolů

ČR- Česká republika

Např. – například

Č. – číslo

Resp. – respektive

DBH- průměr ve výšce prsou

Seznam Tabulek

TABULKA 1	28
-----------------	----

Seznam grafů

GRAF 1.....	26
GRAF 2.....	29
GRAF 3.....	29
GRAF 4.....	30
GRAF 5.....	31
GRAF 6.....	32
GRAF 7.....	33
GRAF 8.....	34
GRAF 9.....	35

1 Úvod

Lesní ekosystémy představují komplexní a dynamické prostředí, které slouží jako základ pro udržení globální biodiverzity. Stromová mikrostanoviště, specifické prvky a struktury na stromech, hrají klíčovou roli v podpoře biologické rozmanitosti, neboť slouží jako biotop pro mnoho organismů, včetně řady specializovaných a ohrožených druhů. V posledních letech vědecký výzkum zdůrazňuje význam těchto mikrostanovišť pro udržení zdravých a funkčních lesních ekosystémů. Přestože jejich přítomnost a rozmanitost mohou být ovlivněny řadou faktorů, druh dřeviny a její tloušťka jsou považovány za zásadní determinanty, které mohou ovlivnit typ a množství dostupných mikrostanovišť.

Lesní závod Konopiště, který je předmětem této bakalářské práce, je rozsáhlým územím obhospodařovaným v rámci podniku Lesy České republiky, s.p., a nachází se na pomezí Středočeského kraje a hlavního města Prahy. S plochou přesahující 300 tisíc ha a roční těžbou okolo 130 tisíc m³, je tato oblast významná nejen svou velikostí, ale také svým druhovým složením stromů a funkčním využitím. S úctou k přirozené diverzitě a ekologickému významu je lesní oblast rozdělena na 12 polesí, kde každé plní specifické funkce, od produkční po rekreační.

Zastoupení dřevin v oblasti Konopiště je dominováno smrkem (46 %), následovaný borovicí (20 %), zatímco listnaté stromy jako dub (10 %) a buk (7 %) představují menší část lesního fondu. Další dřeviny a jejich kříženci tvoří zbylých 11 % lesního porostu. Tato variabilita ve skladbě lesních dřevin je důležitým aspektem studie, protože rozdílné druhy stromů poskytují různorodé mikrostanoviště, které jsou klíčové pro udržení biodiverzity.

Klimatické podmínky oblasti, charakterizované průměrnou roční teplotou mezi 7,0 a 7,5 °C a srážkovým úhrnem mezi 600 a 650 mm ročně, rovněž významně přispívají k ekologickým procesům, které formují strukturu a distribuci mikrostanovišť. Vegetační období trvá průměrně 153 dní, během kterých mohou tyto mikrostanoviště sloužit jako důležitý zdroj úkrytu a potravy pro široké spektrum lesní fauny (Lesy ČR, 2023).

Tato bakalářská práce si klade za cíl prozkoumat široké spektrum vztahů mezi druhy dřevin, jejich tloušťkou a výskytem různých typů stromových mikrostanovišť v rámci hospodářských lesů Lesního závodu Konopiště. Zvláštní pozornost je věnována stromům, které

byly ve spolupráci se správou lesa vybrány k trvalému ponechání na stanovišti jako biotopové stromy, s cílem podpořit a zachovat biodiverzitu v lesním ekosystému. Data o mikrostanovištích budou shromažďována prostřednictvím mobilní aplikace Lesodiverzita, což umožní jejich důkladný sběr přímo v terénu a v reálném čase.

Cílem je nejen identifikovat klíčové faktory, které mají vliv na výskyt a rozmanitost mikrostanovišť, ale také poskytnout komplexní přehled o typologii mikrostanovišť, která jsou na různých stromech a v různých četnostech zastoupena. Tato práce tedy přesahuje úzký pohled na izolované proměnné a místo toho se snaží o komplexní přístup k porozumění dynamice lesního ekosystému. Zahrne podrobnou analýzu frekvence a distribuce mikrostanovišť s ohledem na druh stromu, což může například zahrnovat srovnání četnosti výskytu mikrostanovišť mezi jednotlivými dominantními stromovými druhy, jako jsou smrk, borovice, modřín, dub a buk.

Výsledky této práce by měly přispět k lepšímu pochopení významu druhové rozmanitosti a strukturálních charakteristik stromů pro udržení biodiverzity v lesních ekosystémech. Dále by měly poskytnout praktické doporučení pro lesní hospodářství, jak efektivně integrovat ochranu biodiverzity do běžných lesnických praxí, zejména při výběru a zachování biotopových stromů.

2 Cíl práce

Mikrostanoviště na stromech jsou specifické prvky a struktury, sloužící jako biotop pro další organismy. Vědecký výzkum v posledních letech prokázal jejich význam pro biologickou rozmanitost chráněných i hospodářských lesů. Cílem práce bude objasnit roli druhu dřeviny a její tloušťky ve výskytu jednotlivých mikrostanovišť v hospodářských lesích LZ Konopiště.

3 Literární rešerše

3.1 Co je to biotopový strom

Strom se stává biotopovým, když dospěje do takového věku a rozměrů, které umožňují vznik jedinečných mikrostanovišť, jež přitahují druhy organismů netypické pro standardně obhospodařované lesní plochy (Hofmeister, 2022). Termín mikrohabitat označuje velmi malá nebo speciálně ohraničená stanoviště. Mikrostanoviště vázaná na stromy jsou struktury, na nichž se vyskytuje mnoho druhů živočichů, rostlin, lišejníků a hub, alespoň částečně během svého životního cyklu. Tyto mikrostanoviště mohou vzniknout v důsledku různých událostí, jako je pád kamene, úder blesku nebo činnost dřevokazných ptáků. Mikrostanoviště vázaná na stromy mohou také zahrnovat prvky, které využívají strom pouze jako oporu, kdy příkladem mohou být hnízda, břečťan nebo liány. (Bütler, 2021)

3.2 Stromová mikrostanoviště

Mikrostanoviště stromů, jako jsou mrtvé dřevo v koruně, polámané vršky stromů, plodnice hub, dutiny datlovitých ptáků, praskliny, různý charakter kůry, obrosty, epifytické rostliny, dutiny od tesaříkovitých brouků, odloupení kůry nebo výskyt břečťanu, představují klíčové prvky prostředí, které jsou zvláště významné pro ptáky, netopýry a xylofágický hmyz. Tyto prvky hrají klíčovou roli při podpoře biodiverzity v lesních ekosystémech. Výskyt mikrostanovišť v lesních porostech úzce souvisí s lesním hospodářstvím. Jedním z hlavních měřítek je také kruhová základna porostu, která jednak představuje kvantitativní ukazatel produkční kapacity, ale je také důležitým kvalitativním měřítkem pro posuzování ekologického zdraví a biodiverzity lesa. Pro udržení biodiverzity a ekologické stability je i významný zdravotní stav stromu, jehož monitoring a řízení hraje klíčovou roli v každém plánu na správu a ochranu lesů. Mikrostanoviště stromů zastávají v lesích významnou úlohu při celkové lesní biodiverzitě. Správa lesů by měla podporovat zvýšenou hustotu a rozmanitost stromových mikrostanovišť, aby dosahovala přírodě blízkých způsobů hospodaření (Johann, 2016)

Stromy mají nenahraditelnou roli jako útočiště, hnízdiště, zimoviště a místo pro hledání potravy pro širokou škálu druhů. Každý druh stromu má své preference ohledně konkrétního mikrostanoviště. Diverzita mikrostanovišť vázaných na stromy v lesním prostředí vyhovuje

specifickým potřebám mnoha druhů. Čím více různorodých mikrostanovišť je k dispozici, tím širší spektrum ekologických funkcí může být vykonáváno, včetně opylování, rozkladu dřeva a regulace populací druhů s vysokou dynamikou. Když více druhů plní podobné funkce, může jeden druh dočasně selhat a být nahrazen jiným, který převezme jeho úlohu (Yachi, 1999). Pro zachování funkčnosti lesního ekosystému je tedy výhodné, aby v něm bylo co nejvíce druhů, včetně těch, které mohou být na první pohled nenápadné (Bütler, 2021)

Mimořádně staré velké stromy (známé v minulosti také jako stromy doupné nebo stromy veteránské) jsou důležitou strukturou pro biodiverzitu v různých prostředích po celém světě. Obvykle se jedná o velmi staré živé nebo mrtvé stromy (Lindenmayer, 2017). Tyto staré lesní prvky jsou běžné v bezzásahových lesích, ale v hospodářských lesích se vyskytují jen velmi málo (Nilsson et al., 2003). Přesněji mohou mít tyto stromy v bezzásahových porostech až 10x četnější výskyt (dvacet stromů na hektar) oproti lesům hospodářským. Kromě toho se bezzásahové lesy často vyznačují větším množstvím mrtvého dřeva a větší heterogenitou korun (vertikálně i horizontálně). Proto mohou hrát stanovištní dřeviny důležitou roli, zejména na hospodářských porostech, kde je mrtvého dřeva málo. Počet stanovištních dřevin potřebných ke zmírnění negativních dopadů lesního hospodaření na biodiverzitu se pohybuje okolo pěti až deseti jedinců na hektar. Momentálně se ale v průměrném hospodářském lese na území České republiky vyskytuje pouze 0,5 až 2 stromy v jednom hektaru (Horák, 2017).

Moderní lesnické praktiky, které se v současnosti používají, jsou pro stromy bohaté na stromová mikrostanoviště nevhodné. Moderní praktiky na tyto stromy nahlízejí jako na stromy s vysokým poškozením a stromy s nízkou ekonomickou hodnotou. Biotopové stromy a mikrostanoviště které jsou jejich součástí mohou být domovem pro velké množství ohrožených či chráněných živočichů a rostlin. Odstranění těchto stromů má tedy negativní vliv na celkovou biodiverzitu lesa samotného (Kebrkle, 20.1. 2024n. l.). To avšak neznamená, že by se v hospodářských lesích žádná stanoviště nevyskytovala. Můžeme ale říci, že jsou tyto porosty chudší a většinou zde chybí saproxylické druhy z důvodu nedostatku mrtvého dřeva, které je z nich vyklíženo i přesto že je klíčem k biodiverzitě lese (Bače, 2016)

Studie navíc potvrdily, že výskyt mikrostanovišť je ovlivněn nejen činností lesního hospodáře, ale také druhovou skladbou. Zdá se, že jehličnaté dřeviny mají z hlediska mikrostanovišť a druhové rozmanitosti poněkud horší postavení. Bylo také zjištěno, že určitá mikrostanoviště se vyskytují pouze u velikosti stromů určitého průměru ve výšce prsou neboli

„DBH“ (z angličtiny „diameter at breast height“). Odstranění velkých stromů o průměru padesát centimetrů a více snižuje výskyt mikrostanovišť až o 48 %. Proto by se v porostu měly vyskytovat minimálně velmi velké stromy o DBH kolem 70 cm. Velké stromy o průměru devadesát centimetrů a více u listnatých druhů a sto centimetrů a více u jehličnatých druhů se jeví jako optimální pro výskyt mikrostanovišť.

3.3 Popis vybraných kategorií mikrostanovišť

3.3.1 Dutiny

Dutiny se dělí do čtyř základních skupin v závislosti na jejich původ, velikost a tvar:

1) Dutiny od datlovitých

Do skupiny datlovitých řadíme druhy jako je datlík tříprstý, datel černý, strakapoud velký a strakapoud malý. Tito jedinci se charakterizují odlišnými biotopovými nároky, a i když mohou stromy poškodit způsobem, jako je tesání dutin nebo lov potravy, tyto újmy jsou marginální ve srovnání s pozitivním dopadem stromů na ochranu lesa a jeho celkovou biodiverzitu (Vélová, 2019)

- a) Malé dutiny jsou dutiny, které mají vstupní otvor menší než 4 centimetry. Zde hnízní například Strakapoud malý (*Dendrocopos minor*). Vyskytují se většinou na mrtvé větvi stromu.
- b) Středně velké dutiny jsou dutiny, které mají vstupní otvor 3-7 centimetrů. Jsou ideální pro větší datlovité ptáky, nejčastěji jsou tvořeny v rozkládajícím se dřevě tedy v mrtvé větvi, pahýlu nebo ulomené větvi.
- c) Velké dutiny jsou dutiny, které mají vstupní otvor okolo 10 centimetrů. Tyto dutiny využívá datel černý (*Dryocopus martinus*) k hnízdění, většinou se nacházejí v hlavní části kmene.
- d) Sloupce Dutin jsou minimálně tři dutiny od datlovitých v maximální vzdálenosti 2 metry od sebe, takové dutiny hrajou velkou roli při tvorbě hlubokých dutin a rozkladu kmene.

2) Hniloba a vykotlané stromy

Hnilobné dutiny slouží různým živočichům jako místo pro rozmnožování nebo odpočinek, v závislosti na jejich poloze od blízkosti země až po výšku na kmeni stromu. Tyto dutiny mohou být využívány netopýry, ptáky, obojživelníky, ještěry a savci, jako je například kočka divoká. S rozvojem plísní se hnilobné dutiny stávají domovem pro stále specializovanější druhy. Pro některé vzácné živočichy, jako je brouk poustevník, jsou vysoce vyvinuté hnilobné dutiny životně důležité. Tento vzácný brouk je schopen přežít pouze v takovém prostředí a téměř se ho během svého života nevzdálí (Bütler, 2021)

- a) Kmenová dutina dotýkající se země je dutina, která má vstupní otvor větší než 10 centimetrů, je to uzavřená dutina, která je cháněna před přímým deštěm, obsahuje plísně jejichž rozšíření je ovlivněno stádiem rozkladu, alespoň částečně se dotýká země, vstupní otvor může být na kmeni i ve vyšším místě.
- b) Kmenová dutina bez kontaktu se zemí má vstupní otvor větší než 10 centimetrů, je to uzavřená dutina obsahující plíseň, není v kontaktu se zemí.
- c) Polouzavřená kmenová dutina je velká dutina, která má vstupní otvor větší než 30 centimetrů, polouzavřená dutina není zcela chráněna od okolí a deště.
- d) Komínová kmenová dutina dotýkající se země je dutina, která má vstupní otvor větší než 30 centimetrů stejně jako polouzavřená kmenová dutina ale je zcela otevřená svrchu proto se jí taky říká dutina komínová. Většinou bývá způsobena zlomením kmene, částečně se dotýká země.
- e) Komínová dutina bez kontaktu se zemí je dutina, která má vstupní otvor větší než 30 centimetrů stejně jako komínová dutina dotýkající se země. Je způsobena zlomením kmene, ale nedotýká se země.
- f) Dutá větev má vstupní otvor větší než 10 centimetrů, tvoří se ve velkých větvích, připomíná tvar trubky a je horizontálně orientovaná.

3) Chodbičky od hmyzu

V České republice je momentálně zaznamenáno více než 25 000 druhů hmyzu, což tvoří dominantní skupinu bezobratlých. Zhruba polovina tohoto počtu, tj. přibližně 12 000 druhů, je spojena s lesním prostředím (Modlinger, 2015). Chodbičky od hmyzu na stromě jsou důležitým prvkem biodiverzity lesa, který poskytuje životní prostředí pro mnoho druhů organismů. Jsou vytvářeny rozličnými hmyzími druhy, jako jsou brouci, larvy, housenky

či termity, jako projev jejich životní aktivity. Tyto struktury se projevují jako malé tunely, díry nebo kanálky, vytesané do dřeva stromů.

a) Vývrty od hmyzu jsou otvory vytvořené různými druhy hmyzu ve dřevě stromu. Tyto otvory mohou mít různé tvary, velikosti a hloubky a jsou vytvořeny jako důsledek životních aktivit hmyzu. Hmyz vytváří vývrty buď pro vytvoření hnízdišť, úkrytů, prostorem pro rozmnožování, nebo jako prostředek k získání potravy. Vývrty od hmyzu mohou být pozorovány na povrchu kmene stromu, větví nebo i v nitru dřeva. Často jsou spojeny s různými druhy brouků, které vyhlodávají dřevo, a mohou být doprovázeny odpadním materiálem, jako jsou hmyzí exkrementy nebo dřevěný pilin. Vývrty jsou větší než 2 centimetry nebo je jejich plocha větší než 300 centimetrů krychlových. Nepočítatelné.

b) Otvory

Na biotopovém stromě se nachází rozmanité druhy otvorů, které mohou být vytvořeny různými organismy a plní důležitou roli jako mikrostanoviště pro mnoho živočišných druhů. Každý typ otvoru na biotopovém stromě poskytuje specifické mikrostanoviště s unikátními ekologickými podmínkami, které jsou využívány různými druhy živočichů pro život, rozmnožování a přežití. Tyto otvory jsou důležitou součástí biodiverzity lesního ekosystému a přispívají k rozmanitosti životního prostředí ve stromových porostech.

a) Dendrotelmy jsou rozděleny do dvou základních typů: „pans“ a „rot-holes“ (Kitching, 1971). První typ vzniká na neporušeném dřevě pokrytém kůrou, jako je třeba náhodné dotýkání stromů při jejich růstu, srůst částí stromů, místa větvení kmene nebo paždí větví. Druhý typ se nachází na poškozené kůře a vzniká kontaktem s obnaženým dřevem. „Rot-holes“ jsou výsledkem vnější činnosti, jako jsou zvířata, fyzikální faktory (například vítr, blesk) nebo lidská činnost, jako jsou pařezy. Nejprve dochází k poškození kůry, poté k proniknutí hub do rány, což způsobuje hnilobu dřeva a rozšíření rány. Dutina se pak vyvíjí různými směry. Pokud je dutina vodotěsná, zachycená voda se v ní udržuje a vytváří se vodní biotop. Pokud není vodotěsná, dutina se zaplňuje a vodní biotop nevzniká. Na tvrdém dřevě se na našem území vyskytují stálé dendrotelmy (dub a buk), dočasné dendrotelmy se často vytváří na všech typech stromů (Chemismus a fototrofní mikroflora v dendrotelmách Blanského lesa, 1999). Vyskyt

dendrotelmu je častější u stromů větších průměrů. Tyto stromy mají přepoklady k většímu výskytu dutin kde se mohou dendrotelmy vytvořit.

- b) Otvory vytvořené datlovitými jsou především místa využívaná jako prostředí pro výstavbu hnízd a reprodukci. Datlovití vytvářejí díry v mekkém dřevě, kde následně kladou vejce a pečují o svá mláďata. Tyto dutiny mohou sloužit i jako úkryt před dravci nebo jako úkryt před nepříznivým počasím. Navíc mohou datlovití ptáci vytvořit otvory, které pak mohou sloužit jako zdroje potravy pro jiné živé organismy. Do otvorů může vniknout hmyz nebo larvy a ty se pak stávají potravou pro datlovité ptáky, ale také pro ostatní ptáky, drobné savce nebo hmyz (Paclík, 2005) Tím se vytváří potravní řetězce a zvyšuje se tak biodiverzita lesního prostředí. V otvorech se časem rozšiřuje hniloba, kterou využijí další lesní organismy (Vélová, 2019) Stromy jako například dub nebo buk se zraněným a obnaženým dřevem jsou pak pro datlovité ideálním zdrojem potravy. Velikost otvorů je hlubší než 10 centimetrů nebo je její průměr větší než 10 centimetrů, vznikají klováním datlovitých ptáků, vstup je větší než vnitřek.
- c) Otvory lemované kůrou poskytují úkryt a stanoviště pro různé organismy, včetně hmyzu, pavouků, plžů, bakterií a hub. Tato mikroprostředí pod kůrou stromů mohou být domovem mnoha druhů, které jsou k životu v tomto prostředí specificky přizpůsobeny. Tyto otvory bývají specifické pro určité druhy stromů. Každá dřevina poskytuje odlišná mikroprostředí pod kůrou, která jsou buď méně nebo více vhodná pro daný druh organismu. Například bukové lesy, které jsou známe svojí vysokou biodiverzitou vytvářejí ideální stabilní mikroklimatické podmínky a díky vlhkosti se v dutinách vytvářejí podporné procesy pro růst hub (Peters, 1997)
- d) Kořenové otvory, vznikající v místě, kde kořeny stromů přecházejí do země, jsou významným typem mikrostanoviště. Tato unikátní místa poskytují životní prostor pro široké spektrum organismů, od hmyzu a pavouků až po malé savce. Kořenové otvory mohou vznikat přirozeným odumíráním kořenů, jejich poškozením způsobeným faunou nebo mechanickým narušením způsobeným člověkem. V těchto mikrostanovištích se může hromadit organický materiál, který slouží jako zdroj potravy pro rozkladače a podporuje cyklus živin v lesním ekosystému (BÜTLER, 2013)

3.3.2 Zranění a obnažené dřevo

1) Obnažené bělové dřevo

Obnažení bělového dřeva na stromech nastává typicky po mechanickém poškození kůry. Toto mikrostanoviště je důležité pro některé druhy hmyzu a hub, které se specializují

na rozklad bělového dřeva. Navíc, obnažená bělová dřeva mohou sloužit jako vstupní brána pro další patogeny, což zvyšuje komplexnost interakcí v lesních ekosystémech. Mezi obnažené bělové dřeva řadíme mikrostanoviště jako je ztráta kůry, jizva od ohně nebo kapsy kůry (Bütler, 2021)

2) Obnažené bělové a jádrové dřev

Kombinace obnaženého bělového a jádrového dřeva vzniká, když je poškození hlubší a sahá až k jádru stromu. To představuje ještě větší diverzitu mikrostanovišť pro rozkládající se organismy, které mohou v jádrovém dřevě nalézt odlišné podmínky od bělového dřeva. Mezi tyto typy mikrostanovišť řadíme kmenový zlom, zlomenou větev, Jizvy nebo rozdvojení (Bütler, 2021)

3.3.3 Mrtvé dřev v koruně

Mrtvé dřev v koruně stromů je důležité pro řadu druhů organismů, včetně saproxylického hmyzu a hnízdících ptáků. Poskytuje unikátní mikrostanoviště výše nad zemí, které může mít odlišné mikroklimatické podmínky od těch na zemi.

- a) Mrtvé větve jsou běžnou součástí stromových struktur, které hrají klíčovou roli v biodiverzitě lesního ekosystému. Představují důležitá mikrostanoviště pro řadu organismů, včetně hmyzu, hub, lišejníků a mečů. Mrtvé větve poskytují také místa pro hnízdění ptáků a úkryty pro malé savce. Jsou zásadní pro cyklus živin, neboť postupně rozkládají a vrací organickou hmotu zpět do půdy. Mrtvé větve mohou být umístěny jak v nižších, tak ve vyšších partiích korun stromů, což vytváří různorodé podmínky pro život různých druhů organismů.
- b) Mrtvý vrchol stromu, někdy označovaný jako „suchý vrchol“, se vyskytuje, když vrcholová část stromu odumře, ale zbytek stromu zůstává živý. Tento jev může být způsoben různými faktory, včetně poškození bleskem, chorobami, nedostatkem vody nebo výživy. Mrtvý vrchol slouží jako důležité mikrostanoviště pro mnoho druhů organismů, především pro hmyz a saproxylické druhy hub. Kromě toho může být místo pro hnízdění některých druhů ptáků, kteří preferují otevřené prostředí bez hustého listí pro lepší přístup k hnízdu a větší bezpečnost.
- c) Zbytek zlomené větve, ponechaný na stromě po přírodním odumření nebo fyzickém poškození (např. větrem nebo sněhem), poskytuje unikátní mikrostanoviště. Tento prvek je významným zdrojem biodiverzity, protože slouží jako habitat pro specifické druhy saproxylického hmyzu, které se specializují na dřev v určité

fázi rozkladu. Také představuje vhodné místo pro vývoj některých druhů hub a lišejníků. Zlomené větve, zejména ty, které jsou částečně připevněny ke stromu, mohou tvořit přirozené dutiny a štěrby, které poskytují úkryty pro drobné živočichy a podporují složitější struktury v lesním ekosystému (Aldous, 2003)

3.3.4 Výrustky

- 1) Větvičkové výrustky jsou neobvyklé struktury, které mohou vzniknout v důsledku genetických mutací nebo jako reakce na vnější vlivy, jako například je poškození. Poskytují specifické mikrostanoviště pro některé organismy. Patří sem čarovník nebo také epikromické výhony (2000, n.d.)
- 2) Rakovinné útvary na stromech, které vznikají jako reakce na infekci nebo poškození, tvoří složité struktury, které mohou hostit specifické druhy organismů, včetně některých, které se na jiných typech mikrostanovišť nevyskytují (Wilson, 1989)

3.3.5 Plodnice saproxylických hub a hlenky

- 1) Pereniální plodnice hub představují trvalé struktury, které mohou hostit specifické druhy organismů po mnoho let a jsou klíčové pro dekompozici dřeva.
- 2) Efemerní plodnice jsou kratšího trvání, ale mohou se objevovat v hojném množství, přičemž poskytují důležité zdroje pro mnoho lesních organismů.

3.3.6 Epifytycké a epixilické struktury

- 1) Epifyty, Parazitické kryptofyty a fanerofyty, Epifytické rostliny, včetně některých kryptofytů a fanerofytů, žijí na povrchu stromů, kde těží z lepšího přístupu ke světlu a často i vyšší vlhkosti vzduchu. Tyto rostliny neberou živiny přímo ze stromů, na kterých rostou, ale mohou vytvářet unikátní mikrostanoviště pro další organismy, jako jsou hmyz, pavouci a drobní savci, poskytující jim úkryt nebo zdroj potravy. Zde se může vyskytovat například Mechorost, Lišejník, Břečťan, liány anebo také kaprad'.
- 2) Hnízda – Stromy poskytují ideální místa pro hnízda řady živočichů. Ptáci, včely, vosy, a dokonce některé savce, jako jsou veverka, využívají epifytické a epixilické struktury stromů k založení svých hnízd. Tyto hnízdní aktivity mohou dále ovlivňovat strukturu a zdraví hostitelských stromů, a tím i celkovou dynamiku lesního ekosystému.

- 3) Mikropůda se tvoří v akumulacích organického materiálu v dutinách stromů, na zlomených větvích nebo v jiných epixylických strukturách. Tento bohatý organický substrát poskytuje živnou půdu pro mnoho drobných rostlin, hub, mechů a lišejníků, a slouží tak jako mikrostanoviště pro rozmanité mikroorganismy a bezobratlé.

3.3.7 Exudáty, výrony

- a) Mízotok výron mízy z poškozených nebo řezaných míst stromu, představuje důležitý zdroj potravy pro mnoho druhů hmyzu, včetně včel, vos a motýlů. Míza, která teče z těchto míst, může také přitahovat drobné savce a ptáky.
- b) Silný výron Pryskeřice, který vytéká z poškozených míst na jehličnanech, slouží jako obranný mechanismus proti škůdcům a patogenům. Pryskeřičné výrony jsou klíčové pro některé druhy hmyzu specializovaného na život v pryskeřici a nabízí také antimikrobiální vlastnosti, které pomáhají chránit strom před infekcemi.

Každá z těchto kategorií mikrostanovišť má své jedinečné významy a funkce v rámci lesních ekosystémů, podporuje biodiverzitu. Tyto struktury jsou důkazem složitého vzájemného působení mezi živými organismy v lese a ukazují, jak důležité je zachování přirozené struktury a rozmanitosti lesních ekosystémů pro udržení jejich funkčnosti a biodiverzity.

4 Metodika sběru dat

Sběr dat byl realizován v lesním areálu LZ Konopiště, kde jsem strávil intenzivní dvoutýdenní období terénního průzkumu za pomoci kolegů. Každodenní práce v terénu trvala přibližně 8 hodin a zahrnovala systematické procházení území za pomoci mapy a navigace pomocí družic, vyhledávání, identifikaci a zaznamenávání stromů s potenciálními nebo existujícími mikrostanovišti.

Pro efektivní práci v terénu byl použit následující vybavení: průměrka pro měření průměru stromů, metr pro přesné určení vzdáleností a rozměrů mikrostanovišť, dalekohled pro identifikaci mikrostanovišť ve vyšších partiích stromů a sprej pro označení stromů. Stromy, které byly označeny jako biotopové, byly pečlivě označeny modrým trojúhelníkem a zaznamenány do mobilní aplikace Lesodiverzita. Další stromy, které nesplňovaly kritéria pro fyzické označení, ale byly stále relevantní pro studii, byly zaznamenány do mobilní aplikace Lesodiverzita bez použití spreje.

4.1 Metodika postupu sběru dat

Práce započala důkladným plánováním a rozdělením lesního území LZ Konopiště do menších segmentů, aby bylo možné systematicky prozkoumat celou oblast. Tento přístup umožnil efektivní pokrytí velkého území a zajištění, že žádné potenciální mikrostanoviště nezůstane přehlédnuto. Při identifikaci stromů byl kladen důraz na různorodost druhů a velikostních kategorií, aby byly získány reprezentativní data. Speciální pozornost byla věnována stromům s viditelnými mikrostanovišti, jako jsou dutiny, mrtvé větve, plodnice hub a další.

Po identifikaci a označení relevantních stromů byly shromažďovány podrobné informace o každém stromu, včetně druhu, obvodu kmene, statusu (živý/mrtvý) a specifikace přítomných mikrostanovišť. Všechny tyto údaje byly zaznamenány do mobilní aplikace Lesodiverzita společně s fotodokumentací pro budoucí analýzu.

4.1.1 Metodika prezentace zjištěných dat

Získaná data byla podrobena statistické analýze s cílem odhalit možné vzorce a korelace mezi tloušťkou, druhem stromu a výskytem mikrostanovišť. Výsledky analýzy byly prezentovány formou grafů a tabulek, které ilustrují distribuci mikrostanovišť v závislosti na zkoumaných faktorech. Kromě kvantitativních dat byla vypracována i kvalitativní analýza, včetně fotografií a popisů jednotlivých mikrostanovišť, aby byl poskytnut ucelenější pohled na biodiverzitu lesních ekosystémů LZ Konopiště

4.1.2 Finální příprava bakalářské práce

Po dokončení terénního sběru dat a jejich následné analýzy jsem přistoupil k finální přípravě bakalářské práce. Tento proces zahrnoval několik klíčových kroků, které byly nezbytné pro zajištění kvality a srozumitelnosti předložené práce.

Nejprve jsem provedl důkladnou revizi všech shromážděných dat a výsledků jejich analýzy. Zaměřil jsem se na ověření správnosti a úplnosti zaznamenaných informací. Současně jsem zhodnotil, zda data odpovídají stanoveným cílům práce a zda jsou dostatečně reprezentativní pro závěry, k nimž práce směřuje.

Následně jsem se věnoval strukturování práce do logických celků. Základní struktura obsahovala úvod, kde jsem představil význam tématu a cíle práce, metodiku, výsledky, diskuzi, kde jsem interpretovat zjištěné výsledky v kontextu stávajících poznatků a literatury, a závěr s shrnutím hlavních poznatků a doporučení pro praxi nebo další výzkum.

Věnoval jsem zvláštní pozornost jasnosti vyjádření, přesnosti formulací a dodržení odborné terminologie. Zvláštní pozornost byla věnována metodice práce, kde jsem podrobně popsal postupy sběru dat a analýzy, a diskuzi, kde jsem reflektoval výsledky práce v širším kontextu.

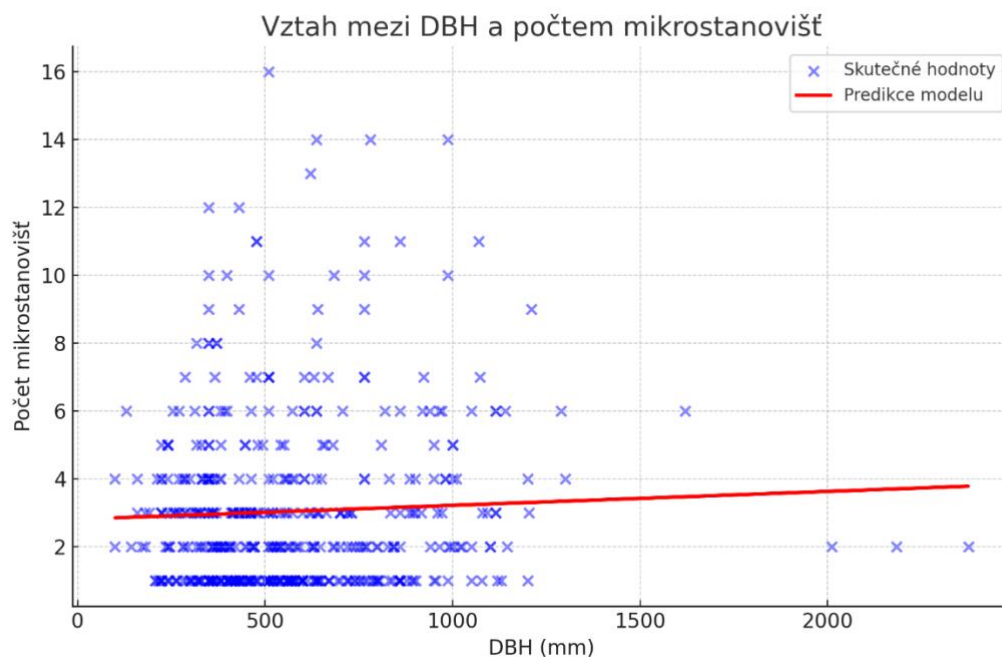
Důsledně jsem dbal na správné citování použité literatury a zdrojů, aby byla práce v souladu s akademickými standardy a etikou. Použil jsem předepsaný citační styl a zkontroloval všechny odkazy, aby byly aktuální a přesné.

5 Výsledky měření

V rámci provedeného výzkumu byla použita lineární regresní analýza (graf 1) k prozkoumání vztahu mezi průměrem kmene na výšce prsou (DBH) a počtem mikrostanovišť na stromech. Analýza odhalila, že koeficient sklonu regresní přímky je 0.0021, což indikuje, že za předpokladu zvýšení tloušťky stromu o jeden milimetr lze očekávat nárůst počtu mikrostanovišť o 0.0021.

Důležitým zjištěním je hodnota koeficientu determinace (R^2), která dosahuje pouze 0.0167. Tento výsledek ukazuje, že DBH je schopno vysvětlit pouze 1.67 % variability v počtu mikrostanovišť mezi stromy, což naznačuje extrémně nízkou prediktivní schopnost modelu. Tento nálezn upozorňuje na fakt, že i když mezi tloušťkou kmenů a počtem mikrostanovišť existuje statisticky významná korelace, DBH představuje pouze jeden z mnoha faktorů, které ovlivňují rozmanitost mikrostanovišť na stromech.

Vzhledem k nízké prediktivní hodnotě modelu je zřejmé, že pro komplexní pochopení faktorů ovlivňujících rozmanitost mikrostanovišť je nutné rozšířit výzkum o další proměnné, jako jsou specifika druhů stromů, jejich věk, zdravotní stav a environmentální podmínky. Spodní hranice DBH byla 100mm.



graf 1

5.1.1 Rozmanitost a distribuce mikrostanovišť

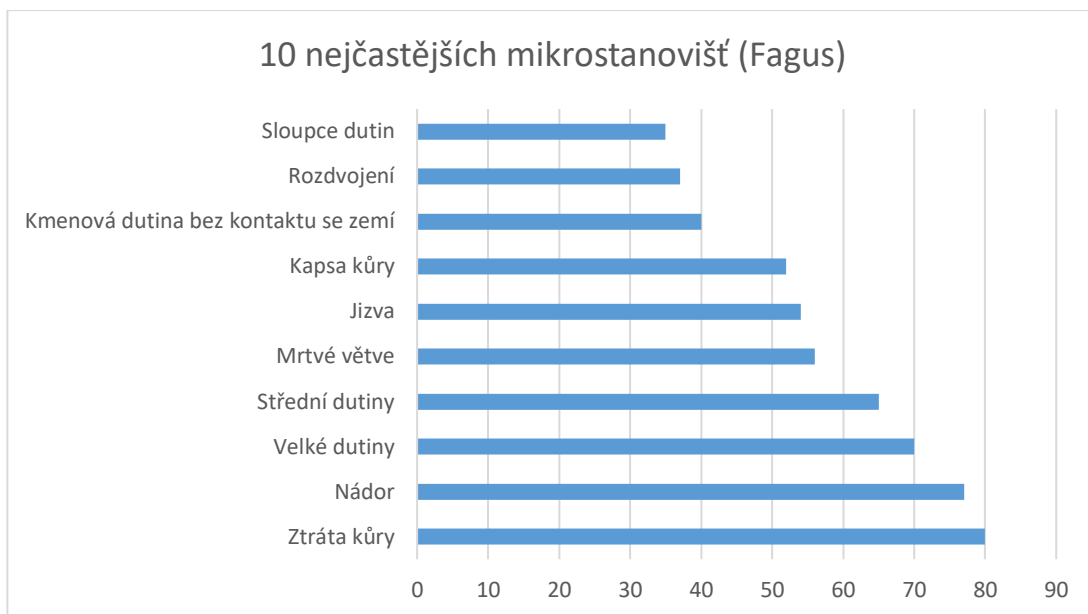
Během terénního výzkumu byla identifikována a zaznamenána široká škála mikrostanovišť na stromech v hospodářských lesích LZ Konopiště. Celkově bylo rozlišeno mnoho typů mikrostanovišť (Tabulka 1), mezi nejvíce zastoupené patřily střední dutiny zaznamenávající nejvyšší počet výskytů, dosahujícího hodnoty 261. Dále jizvy a zbytek zlomené větve byly zaznamenány v počtu 110, což podtrhuje významnou přítomnost těchto specifických habitatů.

Název mikrostanoviště	počet
Dutiny od datlovitých - Malé dutiny	125
Dutiny od datlovitých - Střední dutiny	261
Dutiny od datlovitých - Velké dutiny	126
Dutiny od datlovitých - Sloupce dutin	100
Hniloba a vykotlané stromy - Kmenová dutina dotýkající se země	31
Hniloba a vykotlané stromy - Kmenová dutina bez kontaktu se zemí	84
Hniloba a vykotlané stromy - Polouzavřená kmenová dutina	14
Hniloba a vykotlané stromy - Komínová kmenová dutina dotýkající se země	3
Hniloba a vykotlané stromy - Komínová kmenová dutina bez kontaktu se zemí	13
Hniloba a vykotlané stromy - Dutá větev	34
chodbičky od hmyzu - Vývrty	93
otvory - Dendrotelmy	52
otvory - Otvory vytvořené datlovitými	60
otvory - Otvory lemované kůrou	32
otvory - Kořenové otvory	64
Zranění a obnažené dřevo - Kořenové otvory	64
Obnažené bělové dřevo - Ztráta kůry	168
Obnažené bělové dřevo - Jizva od ohně	4
Obnažené bělové dřevo - Kapsa kůry 1	103
Obnažené bělové dřevo - Kapsa kůry 2	30
Obnažené bělové a jádrové dřevo - Kmenový zlom	50
Obnažené bělové a jádrové dřevo - Zlomená větev	50
Obnažené bělové a jádrové dřevo - Jizva	110
Obnažené bělové a jádrové dřevo - Jizva po zásahu bleskem	7

Obnažené bělové a jádrové dřevo - Rozdvojení	58
Mrtvé dřevo v koruně - Mrtvé větve	172
Mrtvé dřevo v koruně - Mrtvý vrchol	81
Mrtvé dřevo v koruně - Zbytek zlomené větve	106
Větvičkové - Čarověník	3
Větvičkové - Epikormické výhony	16
Rakovinové útvary - Nádor 1	85
Rakovinové útvary - Nádor 2	83
Pereniální - Tvrdé	77
Efemerní - Annual polypore	10
Efemerní - Puply Agaric	1
Efemerní - Pyrenomycetes	5
Efemerní - Pravé Hlenky	3
Epifyty, parazitické kryptofyty a fanerofyty - Mechorosty	54
Epifyty, parazitické kryptofyty a fanerofyty - Lišejníky	4
Epifyty, parazitické kryptofyty a fanerofyty - Břečťan a liány	4
Hnízda - Hnízda obratlovců	8
Hnízda - Hnízda bezobratlých	7
Mikropůda - Na kůře	4
Mikropůda - V koruně	2
Exudáty a Výrony - Mízotok	26
Exudáty a Výrony - Silný výron pryskyřice	11

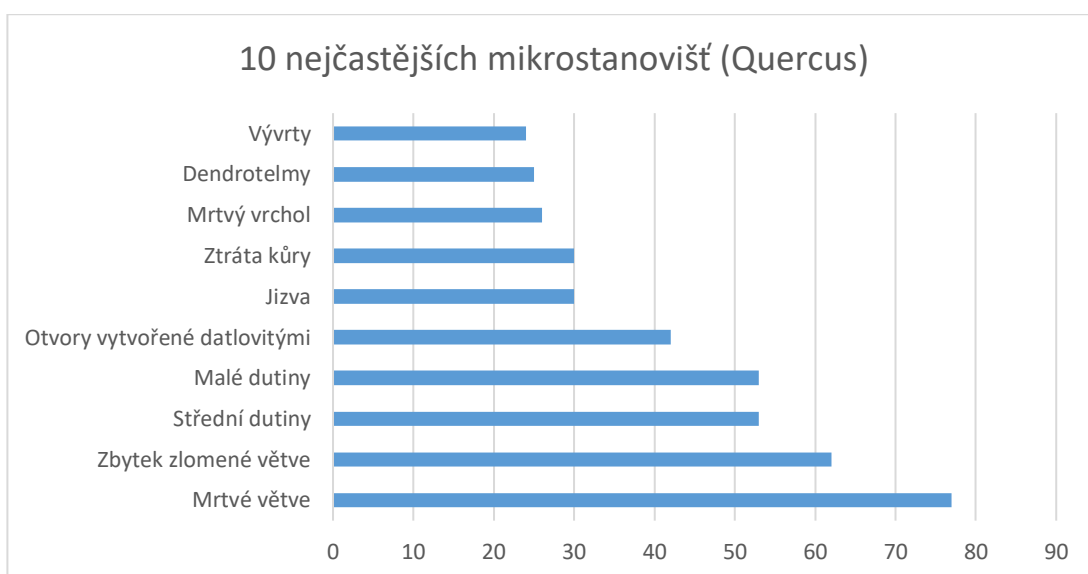
Tabulka 1

Analýza výskytu stromových mikrostanovišť v hospodářských lesích LZ Konopiště odhalila širokou škálu mikrostanovišť, což je svědectvím o biologické rozmanitosti v oblasti. Mikrostanoviště jako dutiny od datlovitých, které se vyskytovaly ve velkém počtu, od malých po velké dutiny, zdůrazňují potřebu ochrany různých struktur, které mohou sloužit jako útočiště pro různé druhy organismů. Zvýšený výskyt mikrostanovišť jako hniloba a vykotlané stromy naznačuje přirozené procesy rozkladu a regenerace, které jsou klíčové pro udržení lesního ekosystému. Výsledky ukázaly, že tloušťka stromu a druh dřeviny mají zásadní vliv na distribuci a rozmanitost mikrostanovišť, což podtrhuje význam starých a velkých stromů pro biodiverzitu. Obzvláště významné byly nálezy mrtvého dřeva v korunách a zbytků zlomených větví, což poukazuje na význam mrtvého dřeva pro ekosystémové procesy a jako habitat pro řadu druhů bezobratlých, houbových organismů a mechů.



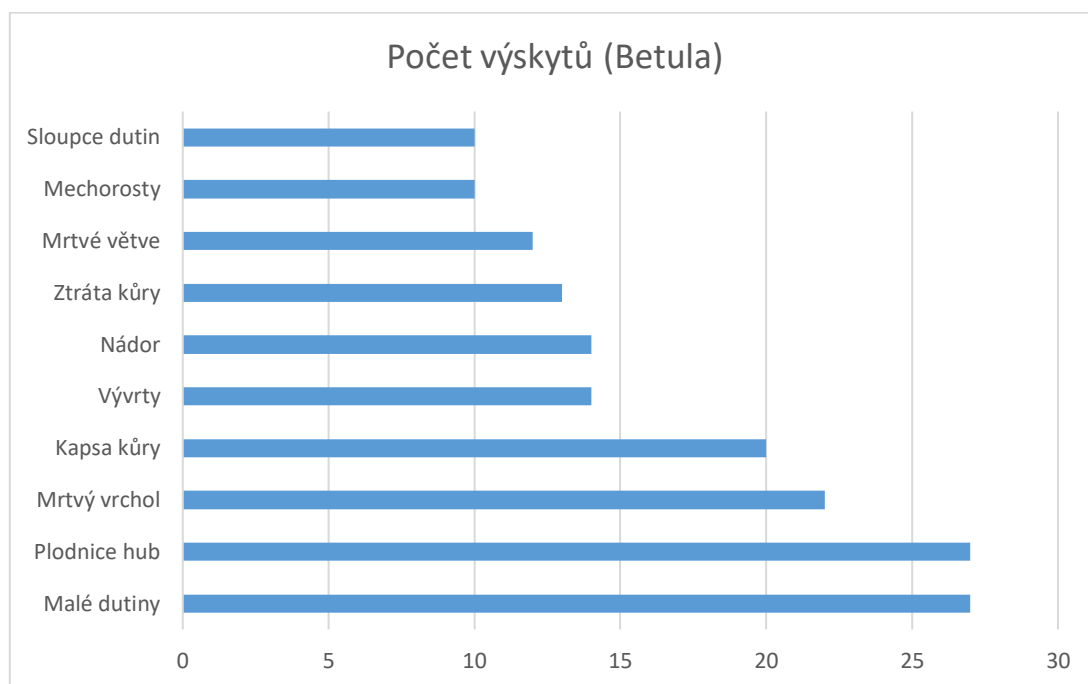
graf 2

Graf 2 ukazuje deset nejčastějších mikrostanovišť identifikovaných na bukových stromech (*Fagus*), kde „Ztráta kůry“ vede s téměř 90 výskyty. „Nádory“ a „Velké dutiny“ jsou také časté, s přibližně 80 a 70 případy. Střední frekvenci mají „Mrtvé větve“ a „Střední dutiny“, zaznamenané v rozmezí 40 až 50 výskytů. Na opačném konci spektra se „Kmenová dutina bez kontaktu se zemí“, „Rozdvojení“ a „Sloupce dutin“ objevují s menším počtem případů, pod 20. Tyto údaje zdůrazňují významnou roli bukových stromů v poskytování různorodých mikrostanovišť pro ekosystémy.



graf 3

Graf 3 prezentuje deset nejběžnějších typů mikrostanovišť u dubů (*Quercus*), přičemž „Mrtvé větve“ dominují s počtem přibližně 90 případy. „Zbytky zlomených větví“ a „Střední dutiny“ následují s počty okolo 70 a 60. Méně častá mikrostanoviště jako „Jizvy“ a „Ztráta kůry“ se vyskytují méně než 30krát. Nejméně časté jsou „Mrtvý vrchol“, „Dendrotelmy“ a „Vývrty“, každé s počtem případů 10 a méně. Výsledky naznačují, že mrtvé dřevní struktury jsou klíčové pro biodiverzitu mikrostanovišť dubových lesů.



graf 4

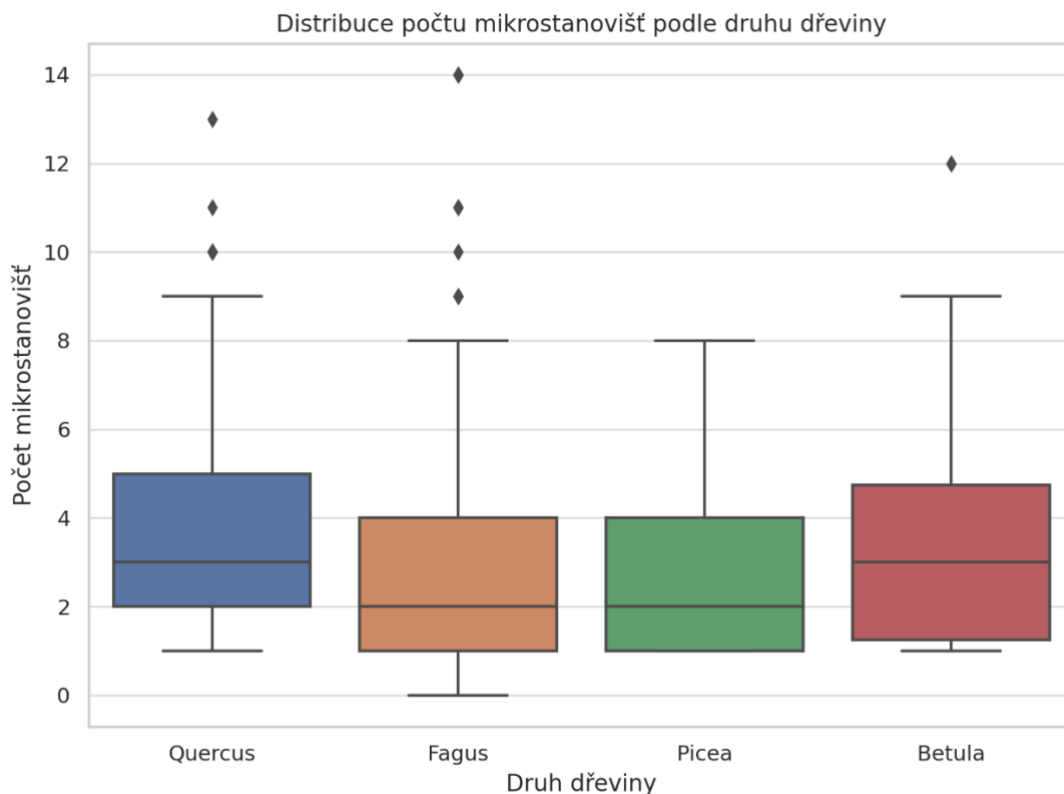
Graf 4 prezentuje různé typy mikrostanovišť nalezených na břízách (*Betula*), přičemž „Malé dutiny“ se vyskytují nejčastěji s počtem přesahujícím 25 případů. „Plodnice hub“ a „Mrtvý vrchol“ jsou také často zastoupené, každý s přibližně 20 výskyty. Menší počet případů, okolo 15, představují „Kapsa kůry“ a „Vývrty“, zatímco „Nádor“ a „Ztráta kůry“ jsou zaznamenány ještě méně často. Na spodním konci spektra jsou „Mrtvé větve“ a „Mechorosty“, ukazující na nižší biodiverzitu mikrostanovišť na břízách ve srovnání s ostatními druhy stromů.



graf 5

Graf 5 ukazuje počet výskytů různých mikrostanovišť na smrcích (*Picea*). Nejčastěji se vyskytují „Střední dutiny“, s více než 20 případy. „Mízotok“ a „Kořenové otvory“ následují s přibližně 15 a 10 případy. „Silný výron pryskyřice“, „Malé dutiny“ a „Velké dutiny“ jsou méně běžné, každý typ se vyskytuje zhruba 5krát. Na nižším konci spektra, s jedním až dvěma výskyty, se objevují „Jizva“, „Vývrty“ a „Kmenová dutina bez kontaktu se zemí“. Tyto údaje ukazují, že střední a menší strukturální poškození na smrcích jsou běžnější než velké poškození.

Data odráží rozmanitost mikrohabitatů a jejich význam z hlediska fungování ekosystémů a biologické rozmanitosti. Velké množství „mrtvých větví“ může naznačovat přirozené procesy v lesním ekosystému, zatímco přítomnost dutin ukazuje na důležitý biotop pro různé druhy zvířat. Tyto výsledky potvrzují důležitost zachování biotopových stromů z hlediska lesního hospodářství a ochrany biodiverzity.



graf 6

Graf 6 zobrazuje distribuci počtu mikrostanovišť napříč čtyřmi druhy dřevin. Duby (Quercus) a buky (Fagus) mají podobnou mediánovou hodnotu a rozsah, s mírně vyšším počtem mikrostanovišť u dubů. Smrky (Picea) vykazují nižší medián a menší variabilitu ve srovnání s dubem a bukem. Břízy (Betula) se od ostatních druhů odlišují nejvyšším mediánem a velkým rozptylem, což naznačuje větší variabilitu v počtu mikrostanovišť. Odlehlé hodnoty, zobrazené diamantovými symboly, ukazují na existenci stromů s výrazně vyšším počtem mikrostanovišť ve srovnání s průměrem, což může poukazovat na větší strukturální diverzitu nebo specifické ekologické podmínky v rámci druhu.

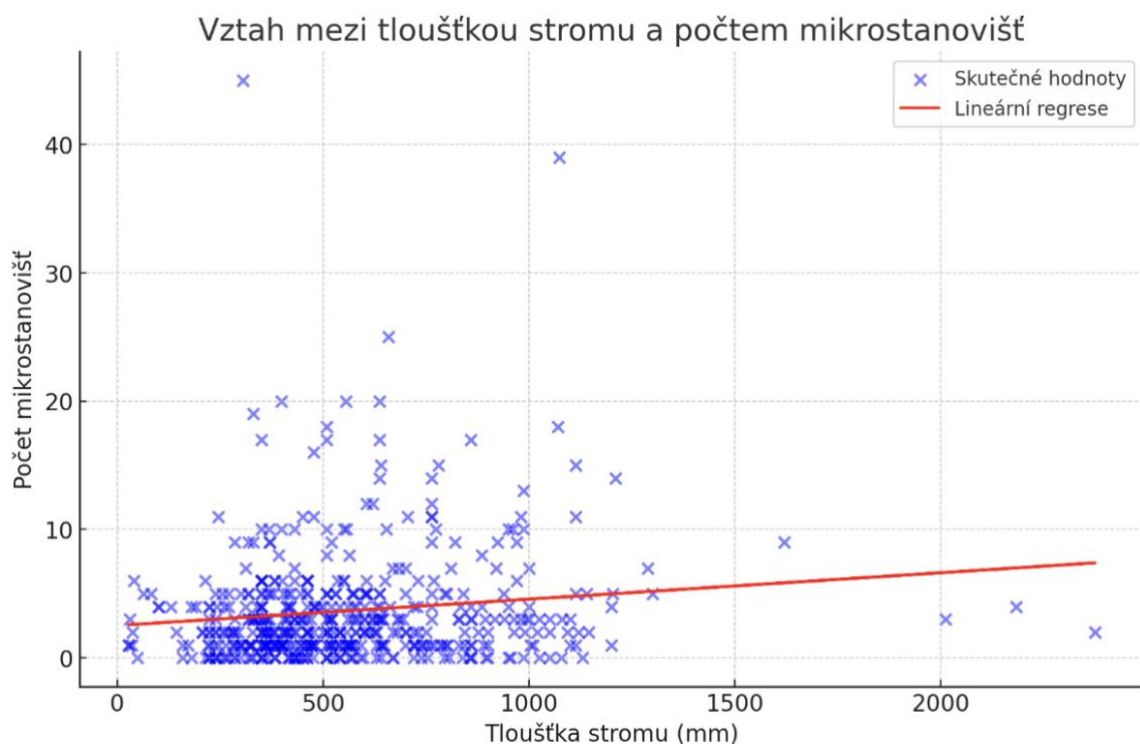
5.1.2 Druhov^á rozmanitost stromů

Analýza dat odhalila výraznou druhovou rozmanitost stromů na zkoumaném území. Buk s 181 jedinci a dub s celkovým počtem 121 stromů (při sčítání obou variant druhových jmen) představovaly nejčetnější druhy. Smrk a bříza následovaly s 32 a 18 jedinci, což naznačuje menší, ale stále významnou přítomnost těchto druhů v lesním ekosystému.

5.1.3 Výsledky měření nejčastěji vyskytující se dřeviny

U nejpočetněji zastoupené dřeviny, kterou je Buk lesní (*Fagus sylvatica*) Koeficient determinace R^2 byl vypočten na 0.0454, což naznačuje, že tloušťka stromu buku vysvětluje pouze 4.54% variability počtu mikrostanovišť.

Výsledky jsou prezentovány ve formě bodového grafu (graf 7), který zobrazuje rozptýlení dat a regresní linii, jež představuje predikovaný lineární vztah mezi analyzovanými proměnnými.

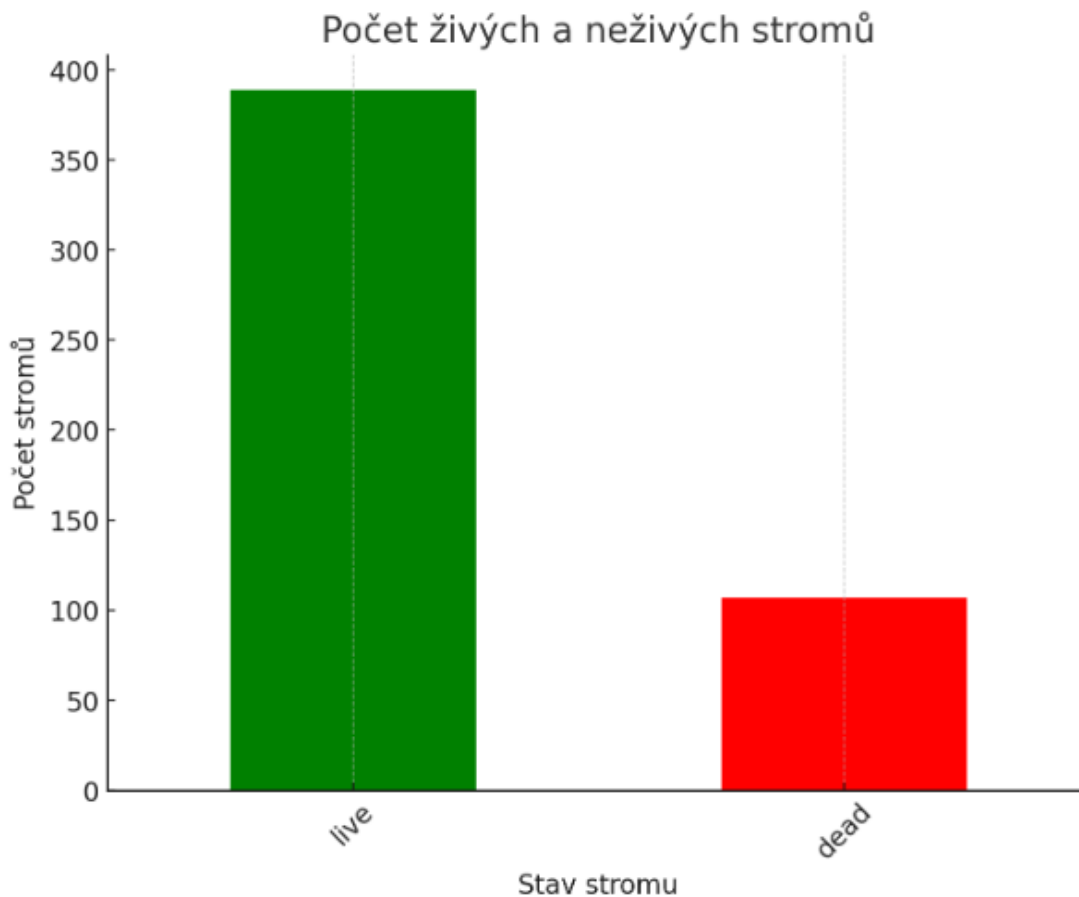


graf 7

5.1.4 Průměrná tloušťka stromů

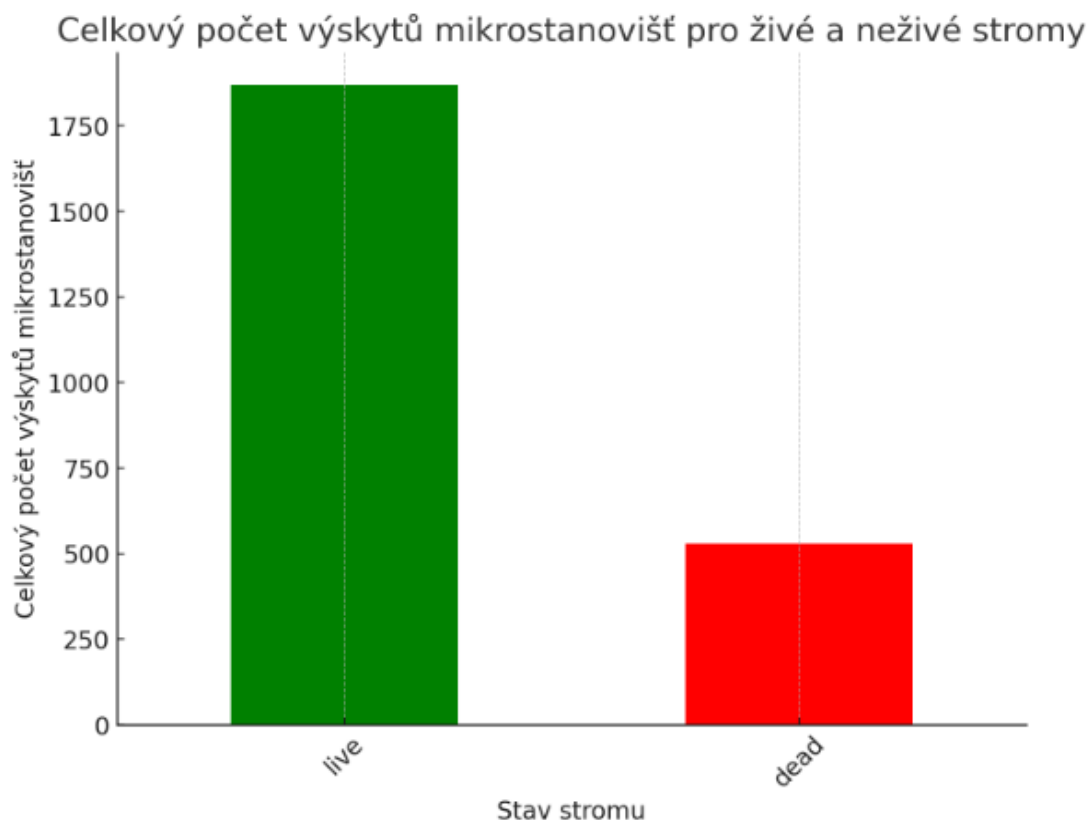
V kontextu tloušťky stromů se ukázalo že průměrná tloušťka buku (*Fagus*) byla 672 cm, což potvrzuje význam tohoto druhu pro biodiverzitu lesa. Dub (*Quercus*) vykázal průměrnou tloušťku v rozmezí 534-595 cm, což zdůrazňuje jeho roli jako klíčového druhu pro podporu různých mikrostanovišť.

5.1.5 Stav stromu a jeho vliv na výskyt mikrostanovišť



graf 8

Graf Počet živých a neživých stromů (graf 8) ilustruje rozdělení živých a mrtvých stromů v rámci sledovaného území. Z grafu je patrné, že počet živých stromů výrazně převažuje nad počtem mrtvých stromů. S více než 350 živými stromy oproti přibližně 100 mrtvým stromům, tento poměr podtrhuje významné zastoupení živých stromů v lesním ekosystému LZ Konopiště.



graf 9

Graf Celkový počet výskytů mikrostanovišť pro živé a neživé stromy (graf 9) představuje celkový počet výskytů mikrostanovišť rozdělený mezi živé a mrtvé stromy. Z grafu je zřejmé, že živé stromy hostí větší množství mikrostanovišť, s celkovým počtem přesahujícím 1500 výskytů, zatímco mrtvé stromy představují menší část s méně než 500 výskyty. Tato data poukazují na klíčovou roli živých stromů jako mikrostanovišť pro biodiverzitu, ale také zdůrazňují význam mrtvých stromů, které přispívají k celkovému množství mikrohabitatů. Při interpretaci těchto grafů je třeba vzít v úvahu, že i přes menší počet mrtvých stromů může mít každý z nich vysokou hodnotu z hlediska biodiverzity, což může být důvodem pro jejich ochranu a zachování.

5.1.5.1 Vliv stavu na tloušťku

Porovnání živých a mrtvých stromů z hlediska jejich tloušťky odhalilo, že živé stromy mají průměrnou tloušťku 570 cm, zatímco mrtvé stromy 505 cm. Tento rozdíl poukazuje na význam ochrany obou kategorií stromů pro zachování struktury lesního ekosystému a jeho mikrostanovišť.

6 Diskuze

V této části bakalářské práce se zaměříme na diskuzi klíčových nálezů získaných během našeho výzkumu vlivu různých faktorů na výskyt stromových mikrostanovišť v lesních ekosystémech LZ Konopiště. Stromová mikrostanoviště jsou zásadní pro podporu biologické rozmanitosti, poskytují útočiště, živiny a reprodukční prostředí pro mnoho druhů organismů. Proto je pochopení faktorů, které ovlivňují jejich výskyt, klíčové pro formulaci efektivních strategií ochrany a managementu lesa (Bütler, 2021). Tato diskuse se bude věnovat třem hlavním tématům: vlivu průměru stromu na výšce prsou (DBH) na výskyt mikrostanovišť, vlivu druhu dřeviny na výskyt mikrostanovišť a celkovému vlivu lesního hospodářství na výskyt stromových mikrostanovišť. Tyto tři faktory jsou zásadní pro porozumění dynamice a zachování stromových mikrostanovišť, která jsou nezbytná pro udržení zdravých a biodiverzitně bohatých lesních ekosystémů.

6.1 Vliv lesního hospodářství na výskyt stromových mikrostanovišť

Jedním z aspektů, které byly zkoumány v této bakalářské práci, je vliv lesního hospodářství na výskyt stromových mikrostanovišť. Lesní hospodářství a jeho praxe mají zásadní vliv na strukturu a dynamiku lesních ekosystémů, což má přímý dopad na biodiverzitu a přítomnost stromových mikrostanovišť (Kjučukov, 2022). Zkoumané údaje z území LZ Konopiště naznačují, že managementové postupy, jako je selektivní těžba, vytváření a udržování starých a veteránních stromů a zachování mrtvého dřeva, hrají významnou roli ve zvyšování počtu a rozmanitosti těchto mikrostanovišť.

Lesní hospodářství s vysokým podílem intenzivní těžby a minimalizace zanechávání starých stromů a mrtvého dřeva má tendenci snižovat výskyt a diverzitu stromových mikrostanovišť. Intenzivní lesní hospodářství často směřuje k vytváření monokultur a snižuje strukturální rozmanitost lesa, což může negativně ovlivnit výskyt specifických mikrostanovišť potřebných pro mnoho lesních organismů.

Na druhou stranu, udržitelné lesní hospodářství, které zahrnuje praxe jako je prodloužení obmýtí, zanechávání starých a mrtvých stromů a zachování nebo obnova přirozeného složení lesa, může podstatně přispět k ochraně a podpoře stromových mikrostanovišť. Tyto postupy nejenže podporují výskyt stromových mikrostanovišť, ale také zvyšují celkovou biodiverzitu a odolnost lesního ekosystému vůči změnám (Kjučukov, 2022).

Analýza dat získaných z území LZ Konopiště potvrzuje význam lesního managementu pro udržení stromových mikrostanovišť. V oblastech, kde byly aplikovány udržitelné lesnické postupy, byl zaznamenán vyšší počet a větší diverzita mikrostanovišť ve srovnání s intenzivně hospodařenými částmi. Tento náález podtrhuje důležitost udržitelných hospodářských přístupů v lesním hospodářství pro ochranu a podporu stromových mikrostanovišť a související biodiverzity.

Diskuze o vlivu lesního hospodářství na výskyt stromových mikrostanovišť ukazuje, že způsob, jakým spravujeme lesy, má bezprostřední dopad na jejich ekologickou funkci a biodiverzitu. Výsledky této práce poukazují na nutnost začlenění ekologických principů do lesního managementu, s důrazem na zachování a podporu stromových mikrostanovišť jako klíčové složky lesních ekosystémů. Podpora udržitelného lesního hospodářství a většího uznání hodnoty stromových mikrostanovišť může vést k lepší ochraně lesní biodiverzity a zajištění dlouhodobé vitality lesních ekosystémů.

6.1.1 Vliv DBH na výskyt mikrostanovišť

Průměr stromu na výšce prsou (DBH, Diameter at Breast Height) je základním parametrem používaným v lesnictví pro určení věku, zdravotního stavu a biomasy stromů. Tento parametr hraje klíčovou roli také při posuzování vlivu fyzických charakteristik stromů na biodiverzitu lesních ekosystémů, zejména na výskyt stromových mikrostanovišť. Mikrostanoviště, specifické prvky a struktury na stromech, jsou nepostradatelné pro udržení biologické rozmanitosti, neboť poskytují životní prostor pro mnohé druhy organismů, včetně hmyzu, ptáků, lišejníků a hub.

Vědecké studie ukázaly, že s rostoucím průměrem stromu na výšce prsou se zvyšuje i pravděpodobnost výskytu a diverzita mikrostanovišť. Větší stromy mají obvykle delší životní historii, během které mohou vznikat a rozvíjet se různá mikrostanoviště, jako jsou dutiny, praskliny v kůře, hnízdní místa, mrtvé větve a epifytické rostliny. Tyto struktury vznikají v důsledku přirozených procesů, jako jsou stárnutí stromů, poškození větrem, hmyzem, nebo jinými biotickými a abiotickými faktory (BÜTLER, 2013).

K posouzení vlivu DBH na výskyt mikrostanovišť je zapotřebí komplexní terénní průzkum, který zahrnuje měření DBH u vybraného vzorku stromů a současný záznam

přítomných mikrostanovišť. Pro získání reprezentativních dat je nutné vybrat stromy různých druhů a v různých stádiích vývoje, od mladých až po staré exempláře. Statistické zpracování získaných dat umožňuje analyzovat vztah mezi velikostí stromů a diverzitou či počtem mikrostanovišť.

Analýza dat zpravidla ukazuje, že s rostoucím DBH stromu narůstá i počet a typy mikrostanovišť, což podporuje teorii o významu starých a velkých stromů pro biodiverzitu lesa. Zvláště významné jsou tyto výsledky pro management a ochranu lesů, neboť poukazují na nutnost zachovávání starých a veteránních stromů jako klíčové složky lesních ekosystémů. V kontextu lesního hospodaření je tedy nezbytné přehodnotit praxi vyřezávání starých a velkých stromů, jelikož tyto stromy hrají zásadní roli v zachování lesní biodiverzity.

Výzkum vlivu DBH na výskyt stromových mikrostanovišť poskytuje důležité poznatky pro pochopení dynamiky lesních ekosystémů a pro formulaci zásad udržitelného lesního hospodaření. Ochrana a podpora biodiverzity vyžaduje uznání hodnoty starých a velkých stromů.

Výsledek této práce poukazuje na to, že i přes identifikovanou pozitivní korelaci, tloušťka není silným prediktorem počtu mikrostanovišť. Nízká hodnota R^2 může naznačovat, že další nezahrnuté proměnné mohou hrát významnou roli v určování počtu mikrostanovišť a měly by být zváženy v dalších studiích.

6.1.2 Vliv druhu dřeviny na výskyt mikrostanovišť

Analýza dat získaných z území LZ Konopiště potvrdila významný vliv druhu dřeviny na výskyt a rozmanitost mikrostanovišť. Dub (*Quercus*) a buk (*Fagus*), jakožto dominantní a často se vyskytující druhy na počty zaznamenaných jedinců v těchto lesích, se ukázaly být klíčové pro podporu rozmanitých mikrostanovišť. Data ukazují, že buk má nejvyšší celkový počet mikrostanovišť (913), následovaný dubem (689) a břízou (*Betula*) s celkovým počtem 240 mikrostanovišť. Tento rozdíl může být přičítán různým životním strategiím a fyzickým charakteristikám jednotlivých druhů. Dub a buk, díky svým rozsáhlým korunám a robustním kmenům, poskytují širokou škálu mikrohabitátů, včetně dutin, prasklin v kůře a mrtvého dřeva, které jsou životně důležité pro mnohé druhy organismů. Tyto charakteristiky z nich činí významné nositele biodiverzity v lesních ekosystémech. Naopak, bříza s menším počtem

mikrostanovišť může reflektovat její kratší životní cyklus a rychlejší dynamiku rozkladu, což omezuje časové období, během kterého mohou sloužit jako hostitel pro různé druhy.

Naším dalším zajímavým zjištěním je, že i přes menší počet mikrostanovišť u břízy, tento druh dřeviny podporuje specifické skupiny organismů, které vyhledávají její unikátní vlastnosti, například rychlejší rozklad a specifický druh dřeva. Toto poukazuje na to, že biodiverzita lesa není závislá pouze na množství mikrostanovišť, ale také na jejich kvalitě a specifických vlastnostech, které mohou jednotlivé druhy dřevin nabízet.

Vzhledem k tomto zjištění, je zřejmé, že diverzita druhů dřevin ve lesních ekosystémech hraje klíčovou roli v podpoře a zachování celkové biodiverzity. Udržení a ochrana různorodosti druhů dřevin, zejména starých a veteránních stromů, by měla být prioritou pro lesní management a ochranu přírody, aby bylo možné zachovat širokou paletu mikrostanovišť a podporovat bohatý ekosystém. Výzkum tedy zdůrazňuje, že zachování různorodosti druhů dřevin je zásadní pro zachování a zlepšování biodiverzity v lesních ekosystémech. Specifické vlastnosti jednotlivých druhů dřevin, jako jsou dub, buk a bříza, ovlivňují typy a množství dostupných mikrostanovišť, což má přímý dopad na podporu rozličných druhů fauny a flóry.

6.1.3 Doporučení

6.1.3.1 Doporučení pro praxi

Zjištění této práce podtrhují význam rozmanitosti a strukturálních vlastností stromů pro podporu biodiverzity mikrostanovišť v lesních ekosystémech. V praxi to znamená, že lesní hospodářství by mělo prioritně zachovávat a chránit staré a tlusté stromy, neboť tyto stromy představují klíčové zdroje pro širokou škálu organismů. Je doporučeno, aby management lesa zahrnoval opatření pro podporu druhové rozmanitosti stromů a zachování stromů s vysokou tloušťkou kmene, což může přispět k zvýšení celkového počtu a rozmanitosti mikrostanovišť. Dalším klíčovým doporučením je integrace ochrany mikrostanovišť do plánování těžebních a obnovitelných zásahů. To vyžaduje pečlivé plánování a provádění lesnických činností tak, aby byly minimalizovány negativní dopady na existující mikrostanoviště a podporována jejich obnova či nová tvorba.

6.1.3.2 Návrhy pro budoucí výzkum

Tato práce představuje výchozí bod pro hlubší porozumění vztahu mezi strukturálními charakteristikami stromů a rozmanitostí mikrostanovišť. Budoucí výzkum by se měl zaměřit na rozšíření spektra zkoumaných mikrostanovišť a zahrnutí dalších faktorů, které mohou ovlivňovat jejich rozmanitost a distribuci, jako jsou výška stromu, expozice a vlhkost prostředí. Kromě toho by bylo užitečné provést studie sledující vývoj mikrostanovišť v čase, aby bylo možné lépe porozumět dynamice jejich výskytu a změnám v důsledku přirozeného vývoje lesních ekosystémů nebo antropogenních zásahů. Tyto dlouhodobé studie by mohly poskytnout cenné informace potřebné pro vývoj efektivních strategií ochrany a managementu mikrostanovišť.

Závěrem je třeba zdůraznit, že ochrana mikrostanovišť představuje klíčový prvek pro zachování a podporu biodiverzity v lesních ekosystémech. Integrovaný přístup spojující praktické hospodaření s lesy a cílený výzkum může výrazně přispět k dosažení tohoto cíle.

7 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo prozkoumat vliv tloušťky a druhu stromu na výskyt stromových mikrostanovišť v hospodářských lesích Lesního závodu Konopiště. Na základě rozsáhlého sběru dat a následné statistické analýzy bylo možné identifikovat a kvantifikovat různé typy mikrostanovišť a zjistit, jakým způsobem tloušťka stromu a jeho druh ovlivňují jejich přítomnost a rozmanitost.

Výsledky ukázaly, že mezi tloušťkou stromů a počtem mikrostanovišť existuje statisticky významná korelace, avšak koeficient determinace naznačil, že tloušťka stromu samotná dokáže vysvětlit pouze malý podíl variability v počtu mikrostanovišť. Tento závěr poukazuje na složitost ekologických interakcí v lesním prostředí a zdůrazňuje potřebu dalšího výzkumu, který by zahrnoval širší spektrum proměnných, včetně specifických charakteristik jednotlivých druhů stromů, jejich zdravotního stavu, stáří, a také dalších environmentálních faktorů.

Práce rovněž poukázala na důležitost zachování biotopových stromů pro podporu biodiverzity v lesním ekosystému. Zjištění potvrzují, že ochrana a správný management těchto stromů může významně přispět k udržení a rozvoji bohatých lesních ekosystémů, které jsou klíčové pro zachování celkové biodiverzity.

Na základě získaných výsledků doporučuji v rámci lesního hospodářství přijmout strategie zaměřené na ochranu a podporu vzniku mikrostanovišť, zejména na stromech s vyšší tloušťkou, které jsou pro mnohé organismy nezbytné. Zároveň je důležité podporovat rozmanitost druhů stromů v lesních porostech, což může pozitivně ovlivnit diverzitu mikrostanovišť a tím i celkovou biodiverzitu.

Tato bakalářská práce představuje základ pro další výzkum v oblasti vztahu mezi strukturálními charakteristikami stromů a biodiverzitou lesních ekosystémů. Důraz na komplexní pochopení těchto vztahů je klíčový pro vytvoření udržitelných lesnických praxí, které budou respektovat a podporovat přirozenou rozmanitost života v lesích.

8 Literatura

- Nilsson, S.G., Niklasson, M., Hedin, J., Aronsson, G., Gutowski, J.M., Linder, P., Ljungberg, H., Mikusi ski, G., Ranius, T., 2003. Erratum to “Densities of large living and dead trees in old-growth temperate and boreal forests.” *For. Ecol. Manage.* 178, 355–370. [https://doi.org/10.1016/s0378-1127\(03\)00084-7](https://doi.org/10.1016/s0378-1127(03)00084-7)
- , Dilek Sanver, 2000. *Galls as habitats: the inquiline communities of insect galls.* **2000**(1), 3-11.
- ALDOUS, 2003. A critical branching process model for biodiversity. *Advances in Applied Probability.* **2004**(37), 4.
- BACE, Radek, 2016. *MRTVÉ DŘEVO KLÍČEM K BIODIVERZITĚ LESA: Přítomnost mrtvého dřeva je základním rysem lesního prostředí a odlišuje jej od prostředí nelesního.* 02/2016.
- BÜTLER, 2021. *Know, protect and promote habitat trees* [Brožura]. 64. Swiss Federal Institute WSL.
- BÜTLER, Rita, 2013. *Habitat trees: key elements for forest biodiversity. Integrative approaches as an opportunity for the conservation of forest biodiversity.* 84.
- HOFMEISTER, Jiří, 2022. Biotopový strom a jeho ochrana. *Edu, česká televize* [online]. [cit. 2024-04-04]. Dostupné z: <https://edu.ceskatelevize.cz/video/11196-biotopovy-strom-a-jeho-ochrana>
- HORÁK, Jakub, 2017. Insect ecology and veteran trees. *Journal of Insect Conservation.* **2017**(21), 1-5.
- Chemismus a fototrofní mikroflora v dendrotelmách Blanského lesa*, 1999. České Budějovice. Bakalářská práce. Jihočeská universita.
- JOHANN, franz, 2016. Land ownership affects diversity and abundance of tree microhabitats in deciduous temperate forests. *Forest Ecology and Management.* (380), 70-81.
- KEBRKLE, Dominik, 20.1. 2024n. 1. *Vliv disturbancí a struktury porostu na avifaunu lesních ekosystémů ve střední Evropě.* Praha. Disertační práce. Česká zemědělská univerzita.
- KITCHING, R.L., 1971. An Ecological Study of Water-Filled Tree-Holes and their Position in the Woodland Ecosystem. *Journal of Animal Ecology.* **1971**(40), 281-302.
- KJUČUKOV, Petr, 2022. *KLÍČOVÉ FAKTORY PRO OCHRANU LESNÍ BIODIVERZITY VE STŘEDNÍ EVROPĚ: REVIEW.* Praha – Suchdol, Czech Republic. Zprávy lesnického výzkumu. Česká zemědělská univerzita.
- Lesy ČR, 2023. *Lesy ČR* [online]. [cit. 2024-04-04]. Dostupné z: <https://lzkonopiste.lesy-cr.cz/charakteristika-lesniho-zavodu-konopiste/>
- LINDENMAYER, David, ed., 2017. The importance of scattered trees for biodiversity conservation: A global meta-analysis. *Journal of Applied Ecology.* **2018**(55), 205-214.
- MODLINGER, Roman, 2015. *Hmyzí škůdci našich lesů* [online]. [cit. 2024-02-12]. Dostupné z: https://www.vulhm.cz/files/uploads/2019/03/Brozura_Hmyzi_skudci.pdf
- PACLÍK, Martin a Jiří REIF, 2005. Hnízdění ptáků ve stromových dutinách. *Sylvia* [online]. **2005**(41), 1-15 [cit. 2024-02-20]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Jiri-Reif/publication/228795013_The_hole-nesting_behaviour_in_birds/links/54bc0a790cf253b50e2d14cb/The-hole-nesting-behaviour-in-birds.pdf
- PETERS, Rob, 1997. *BEECH Forests.* 24. Springer Dordrecht. ISBN 978-0-7923-4485-8.
- VĚLOVÁ, Lucie a Adam VĚLE, 2019. *VÝZNAM DATLOVITÝCH PTÁKŮ V OCHRANĚ LESA: REVIEW.* Praha. Zprávy Lesnického výzkumu. Česká zemědělská univerzita v Praze.

- WILSON, Edward O., 1989. Threats to Biodiversity. *Scientific American*. **261**(3), 108-117.
- YACHI, Shigeo a Michel LOREAU, 1999. Biodiversity and ecosystem productivity in a fluctuating environment: The insurance hypothesis. *PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES*. **1999**(96).
- , Dilek Sanver, 2000. *Galls as habitats: the inquiline communities of insect galls*. **2000**(1), 3-11.
- ALDOUS, 2003. A critical branching process model for biodiversity. *Advances in Applied Probability*. **2004**(37), 4.
- BAČE, Radek, 2016. *MRTVÉ DŘEVO KLÍČEM K BIODIVERZITĚ LESA: Přítomnost mrtvého dřeva je základním rysem lesního prostředí a odlišuje jej od prostředí nelesního*. 02/2016.
- BÜTLER, 2021. *Know, protect and promote habitat trees* [Brožura]. 64. Swiss Federal Institute WSL.
- BÜTLER, Rita, 2013. *Habitat trees: key elements for forest biodiversity. Integrative approaches as an opportunity for the conservation of forest biodiversity*. 84.
- HOFMEISTER, Jiří, 2022. Biotopový strom a jeho ochrana. *Edu, česká televize* [online]. [cit. 2024-04-04]. Dostupné z: <https://edu.ceskatelevize.cz/video/11196-biotopovy-strom-a-jeho-ochrana>
- HORÁK, Jakub, 2017. Insect ecology and veteran trees. *Journal of Insect Conservation*. **2017**(21), 1-5.
- Chemismus a fototrofní mikroflora v dendrotelmách Blanského lesa*, 1999. České Budějovice. Bakalářská práce. Jihočeská universita.
- JOHANN, franz, 2016. Land ownership affects diversity and abundance of tree microhabitats in deciduous temperate forests. *Forest Ecology and Management*. (380), 70-81.
- KEBRKLE, Dominik, 20.1. 2024n. 1. *Vliv disturbancí a struktury porostu na avifaunu lesních ekosystémů ve střední Evropě*. Praha. Disertační práce. Česká zemědělská univerzita.
- KITCHING, R.L., 1971. An Ecological Study of Water-Filled Tree-Holes and their Position in the Woodland Ecosystem. *Journal of Animal Ecology*. **1971**(40), 281-302.
- KJUČUKOV, Petr, 2022. *KLÍČOVÉ FAKTORY PRO OCHRANU LESNÍ BIODIVERZITY VE STŘEDNÍ EVROPĚ: REVIEW*. Praha – Suchdol, Czech Republic. Zprávy lesnického výzkumu. Česká zemědělská univerzita.
- Lesy ČR, 2023. *Lesy ČR* [online]. [cit. 2024-04-04]. Dostupné z: <https://lzkonopiste.lesy-cr.cz/charakteristika-lesniho-zavodu-konopiste/>
- LINDENMAYER, David, ed., 2017. The importance of scattered trees for biodiversity conservation: A global meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*. **2018**(55), 205-214.
- MODLINGER, Roman, 2015. *Hmyzí škůdci našich lesů* [online]. [cit. 2024-02-12]. Dostupné z: https://www.vulhm.cz/files/uploads/2019/03/Brozura_Hmyzi_skudci.pdf
- PACLÍK, Martin a Jiří REIF, 2005. Hnízdění ptáků ve stromových dutinách. *Sylvia* [online]. **2005**(41), 1-15 [cit. 2024-02-20]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Jiri-Reif/publication/228795013_The_hole-nesting_behaviour_in_birds/links/54bc0a790cf253b50e2d14cb/The-hole-nesting-behaviour-in-birds.pdf
- PETERS, Rob, 1997. *BEECH Forests*. 24. Springer Dordrecht. ISBN 978-0-7923-4485-8.
- VÉLOVÁ, Lucie a Adam VÉLE, 2019. *VÝZNAM DATLOVITÝCH PTÁKŮ V OCHRANĚ LESA: REVIEW*. Praha. Zprávy Lesnického výzkumu. Česká zemědělská univerzita v Praze.
- WILSON, Edward O., 1989. Threats to Biodiversity. *Scientific American*. **261**(3), 108-117.
- YACHI, Shigeo a Michel LOREAU, 1999. Biodiversity and ecosystem productivity in a fluctuating environment: The insurance hypothesis. *PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES*. **1999**(96).