

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta lesnická a dřevařská**

**Katedra ekologie lesa**



**Fakulta lesnická  
a dřevařská**

**Význam zonace CHKO Lužické hory pro přítomnost  
doupných stromů v lesních porostech**

**Bakalářská práce**

**David Major**

**RNDr. Jan Hofmeister, Ph.D.**

2023

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

David Major

Lesnictví

Ochrana a pěstování lesních ekosystémů

Název práce

**Význam zonace CHKO Lužické hory pro přítomnost doupných stromů v lesních porostech**

Název anglicky

**Importance of the zonation in Protected Landscape Area Lužické hory for presence of cavity trees in forest stands**

### Cíle práce

Cílem práce je zhodnotit vliv zonace v CHKO Lužické hory na management lesních porostů a jejich strukturní bohatost projevující se v přítomnosti a vlastnostech dutinových stromů. Na základě sebraných dat bude popsány kvalitativní a kvantitativní parametry dutinových stromů v jednotlivých typech porostů ve vztahu k zonaci daného chráněného území. Na základě těchto výsledků budou formulována doporučení pro podporu dutinových druhů ptáků v jednotlivých porostech.

### Metodika

1. V úvodu práce bude provedeno shrnutí současných teoretických poznatků o vlivu lesnického hospodaření na přítomnost doupných stromů v lesních porostech a významu dutinových stromů pro ornitofaunu a navazující biodiverzitu temperátních lesů střední Evropy.

2. Terénní sběr dat bude založen na inventarizaci a popisu doupných stromů na srovnatelných typech stanovišť v 1. a 2. zóně Chráněné krajinné oblasti Lužické hory o celkové rozloze alespoň 150 ha. Inventarizovány budou všechny živé i odumřelé stromy s dutinami potenciálně využitelnými pro hnízdění ptáků. Souřadnice každého inventarizovaného objektu bude zanesena do mapových podkladů.

3. Sebraná data budou analyzována s cílem určit prostorovou distribuci doupných stromů v jednotlivých zónách CHKO Lužické hory ve vztahu k dalším vlastnostem těchto porostů (druhová skladba, stáří apod.). Výsledky získané analýzou vlastních terénních dat budou dále diskutovány s dříve publikovanými pracemi a uvedeny do širšího středoevropského kontextu. Na základě toho bude vyhodnocen význam zonace CHKO Lužické hory pro přítomnost doupných stromů a případně navržena doporučení pro další management.

Harmonogram vypracování:

Práce bude vypracována v průběhu roku 2022 a 2023.

duben-září 2022: sběr terénních dat, studium doporučené literatury,

říjen-prosinec 2022: digitalizace a základní zpracování terénních dat, rešerše literatury,

prosinec 2022: odevzdání první verze textu/osnovy BP a seznamu nastudované literatury vedoucímu práce, prezentace výsledků BP,

únor/březen 2023 – předložení textu rozpracované BP a konzultace závěrečné fáze přípravy a podoby BP s vedoucím práce.

duben 2023 – odevzdání BP vedoucímu práce.



**Doporučený rozsah práce**

min. 40 stran

**Klíčová slova**

biologické dědictví, dutinové stromy, ptáci

---

**Doporučené zdroje informací**

1. Basile M., Mikusinski G., Storch I., 2019. Bird guilds show different responses to tree retention levels: a meta-analysis. *Global Ecology and Conservation* 18, e00615.
  2. Bauhus J., et al., 2009. Silviculture for old-growth attributes. *Forest Ecology and Management* 258, 525-537.
  3. Gutzat F., Dormann C.F., 2018. Decaying trees improve nesting opportunities for cavity-nesting birds in temperate and boreal forests: A meta-analysis and implications for retention forestry. *Ecology and Evolution* 8, 8616-8626.
  4. Lindenmayer D.B., 2017. Conserving large old trees as small natural features. *Biological Conservation* 211, 51-59.
  5. Paclík M., 2011. Biologie hnízdění a zimního nocování ptáků ve stromových dutinách – význam hnízdní predace, konkurence o dutiny a mikroklimatu. *Doktorská práce, PŘF UP Olomouc*, 107 str.
  6. Van der Hoek Y., Gaona G.V., Ciach M., Martin K., 2020. Global relationships between tree-cavity excavators and forest bird richness. *Royal Society Open Science* 7, 192177.
  7. Wesolowski T., 2011. „Lifespan“ of woodpecker-made holes in a primeval temperate forest: A thirty year study. *Forest Ecology and Management* 262, 1846-1852.
- 

**Předběžný termín obhajoby**

2022/23 LS – FLD

**Vedoucí práce**

RNDr. Jan Hofmeister, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra ekologie lesa

Elektronicky schváleno dne 14. 2. 2023

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

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 14. 2. 2023

**prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.**

Děkan

V Praze dne 04. 04. 2023

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Význam zonace CHKO Lužické hory pro přítomnost doupných stromů v lesních porostech" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne \_\_\_\_\_

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce RNDr. Janu Hofmeisterovi, Ph.D. za cenné rady pro metodiku sběru a zpracování dat, za povzbuzující přístup během celé doby zhotovování bakalářské práce a za pomoc při získávání údajů lesní hospodářské evidence. Děkuji pracovníkům Správy CHKO Lužické hory Ing. Tomáši Bestovi a Ing. Alexandru Hrozkovi za jejich čas, který mi věnovali na konzultacích, za poskytnutí důležitých podkladů a doporučení pro zpracování práce a hlavně za povolení provádět na území CHKO Lužické hory sběr dat.

# Význam zonace CHKO Lužické hory pro přítomnost doupných stromů v lesních porostech

## Abstrakt

V souvislosti s úbytkem biodiverzity si stále více uvědomujeme význam lesů málo pozměněných lesním hospodařením. Učíme se z nich o dynamice vývoje lesa, o jeho struktuře měnící se v čase a o mikrostanovištích, které zde přirozeně vznikají i zanikají. Kvůli nedostatečnému zájmu o výzkum a monitoring v chráněné krajinné oblasti Lužické hory, zde chybí podklady pro plánování a realizaci opatření na ochranu mikrostanovišť a biodiverzity.

Bakalářská práce si dává za úkol zhodnotit vhodnost vymezení zón ochrany lesních porostů v Chráněné krajinné oblasti Lužické hory, a to na základě početnosti a kvalitativní proměnlivosti doupných stromů, vycházející z podmínek pro jejich vznik. Tyto podmínky jsou zpravidla ovlivněny lesním hospodařením a zájmy ochrany přírody v opadavých lesích mírného pásma střední Evropy. Problematika se zabývá vývojem temperátních opadavých lesů střední Evropy pod správou člověka a potřebou vést lesy k multifunkčnosti, a to v kontextu s přítomností stromových dutin, a na ně vázané biodiverzity.

Provedl jsem v chráněné krajinné oblasti Lužické hory inventarizaci doupných stromů na 6 zájmových plochách, které reprezentují tři zóny ochrany lesních porostů. Ochrana porostů v různých zónách má reflektovat původnost druhového složení a schopnost porostů vykonávat samořídící a ekologické funkce. Rozloha ploch je v rozmezí od 32,7 do 53,5 ha. Celková velikost zájmových ploch je téměř 265 ha.

Největší množství doupných stromů (60%) je vázáno na rozlehlé staré bukové porosty v 1. zóně. Na těchto plochách se stromové dutiny vyznačují největší proměnlivostí ve velikosti vstupního otvoru, výšce nad zemí a výčetní tloušťce doupného stromu. V 1. zóně jsou doupné stromy roztroušené rovnoměrně až hloučkovitě, jejich hustota zde přesahuje 5 doupných stromů na hektar. Přístup ochrany, respektive způsob lesního hospodaření, se ve 2. a 3. zóně neprojevuje výraznými rozdíly v přítomnosti a proměnlivosti doupných stromů. Hustota doupných stromů se u obou zón pohybuje okolo 2 stromů na hektar. V těchto zónách jsou hlavními nositeli doupných stromů nepříliš zastoupené přestárlé stromy hlavních dřevin, mrtvé stromy a měkké listnaté dřeviny. Tyto strukturní prvky jsou v hospodářských lesích často rozesety na velké vzdálenosti, narušující konektivitu a ekologickou stabilitu prostředí. Na základě výsledků a související odborné literatury jsou v závěru práce předložena doporučení pro podporu přítomnosti doupných stromů v porostech a zvýšení navazující biodiverzity.

**Klíčová slova:** biologické dědictví, dutinové stromy, ptáci, lesní management, ekosystémové služby lesa

# Importance of the zonation in Protected Landscape Area Lužické hory for presence of cavity trees in forest stands

## Abstract

In the context of biodiversity loss, our awareness towards the importance of unmanaged forests increases. We are learning about its evolution dynamics, its structure changing over time and microhabitats. Because of the lack of interest in research and monitoring in The Lusatian Mountains Protected Landscape Area, there is not enough supporting materials for planning and implementing measures to protect microhabitats and biodiversity. This Bachelor thesis aims to evaluate the suitability of zone delineation in The Lusatian Mountains Protected Landscape Area. Assessment is based on the quantitative and qualitative variability of cavity trees, resulting from conditions that promote their formation in forest stands. These conditions are generally influenced by forest management and conservation interests. The problematics is touching on the development of deciduous forests of Central Europe under human management and the need to lead forests towards multifunctionality, in the context of the presence of tree cavities and associated biodiversity.

I carried out an inventory of cavity trees on 6 plots of interest, representing three forest protection zones. The protection of the stands in different zones is intended to reflect the naturalness of the tree species composition and the ability of the stands to be self-driving and to provide ecological functions. The area of plots ranges from 32.7 to 53.5 hectares, with the total size of the research area being almost 265 hectares.

The largest number of cavity trees (60%) is present in the immense stands of old beech in the 1. zone. At these areas, tree cavities are characterised by significant variability in size of entrance, height above the ground and diameter of cavity trees. In the 1. zone, cavity trees are scattered evenly or they are arranged to huddles, their density exceeds 5 cavity trees per hectare. The conservation approaches, respectively forest management methods, do not show significant differences in the presence and variability of cavity trees in the 2. and 3. zone. The density of cavity trees for both zones is around 2 trees per hectare.

In these zones, the major cavity bearing trees are underrepresented old trees, dead trees and softwood deciduous trees. These structural elements are often scattered over long distances in managed forests, disrupting connectivity and ecological stability of the environment. Recommendations for promoting the presence of cavity trees and increase in related biodiversity in forest stands, based on the results and related peer-reviewed literature, are made at the end of the work.

**Key words:** biological legacy, cavity trees, birds, forest management, forest ecosystem services



## Obsah

<b>1</b>	<b>Přehled používaných pojmů, zkratk a symbolů .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Cíle práce .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Teoretické podklady .....</b>	<b>7</b>
4.1	Temperátní lesy střední Evropy.....	7
4.2	Hospodaření a stav lesa .....	8
4.3	Význam doupných stromů pro biodiverzitu.....	9
4.4	Lužické hory pod správou člověka .....	12
4.5	Obratlovci stromových dutin v ČR.....	12
<b>5</b>	<b>Metodika.....</b>	<b>14</b>
5.1	Chráněná krajinná oblast Lužické hory .....	14
5.1.1	Vymezení zón.....	14
5.1.2	Studovaná oblast a lokality.....	15
5.2	Sběr a zpracování dat.....	17
<b>6</b>	<b>Výsledky.....</b>	<b>20</b>
6.1	Přehled výsledků.....	20
6.2	Statistické vyhodnocení .....	34
<b>7</b>	<b>Diskuse.....</b>	<b>36</b>
<b>8</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>41</b>
8.1	Hlavní výsledky práce .....	41
8.2	Doporučení pro zvýšení výskytu doupných stromů.....	41
<b>9</b>	<b>Použitá literatura.....</b>	<b>44</b>
<b>10</b>	<b>Přílohy .....</b>	<b>51</b>

# 1 Přehled používaných pojmů, zkratk a symbolů

**Zonální biom** či **zonobiom** je soubor forem života a jeho prostředí, které odpovídá rámcovému makroklimatu určité zeměpisné a klimatické zóny, je tedy klimatickým klimaxem a pro jeho vnik je rozhodující klima.

**Retenční lesnictví (*Retention forestry*)** je forma ekologického lesnictví, která přistupuje k lesnímu hospodaření tak, aby byly během těžby zachovávány strukturní prvky, organismy a další entity, obecně označované jako biologické dědictví (Gustafsson et al., 2012).

**Disturbance** je jakákoliv relativně samostatná událost v čase, která poruší strukturu ekosystému, společenstva nebo populace a změní zdroje, dostupnost substrátu nebo fyzikální prostředí. Příčiny disturbancí mohou být přirozené, charakteristické svým druhem a rozsahem pro daný ekosystém, anebo lidské, které o zdroje ochuzují.

**Biologické dědictví** jsou zdroje živin a organismy, které jsou přítomné a dostupné v následujícím vývoji společenstev. Patří sem tlející dřevo a souše, odkrytá minerální půda po vývratech, banka semen, zmlazení, bakterie v půdě. Může mít funkci „záchranného člunu“ (Rudolphi et al., 2014).

„**Záchranný člun**“ („**Lifeboating**“) je schopnost strukturních elementů porostu zajistit podmínky a zdroje pro přežití organismů po disturbanci (Baker et al., 2015).

**Doupný strom** je strom s dobře vyvinutými dutinami, které po čas své existence nabízí vhodné podmínky pro osídlení určitou skupinou živočichů.

**Biodiverzita** je rozmanitost života, která může být zkoumána na několika úrovních. Na nejužší úrovni lze biologickou rozmanitost chápat jako rozmanitost genů u jedinců v populaci. Na druhovou rozmanitost je pohlíženo z hlediska počtu druhů tvořící společenstvo na určitém území. Na vyšší úrovni je zkoumána rozmanitost interakcí a funkcí jednotlivých článků biodiverzity v ekosystému. V závislosti na sledovaném geografickém měřítku, je možno rozlišovat tři úrovně náhledu na biodiverzitu: globální, regionální a lokální.

**Teorie úplavu (závěsu)** stojí na předpokladu, že mimoprodukční funkce jsou zabezpečovány automaticky jako vedlejší produkt produkce dříví (Fanta et al., 2021).

**Ekologická konektivita** vyjadřuje míru, do jaké se mohou rostliny a zvířata pohybovat či přemísťovat mezi jednotlivými stanovišti, a také míru, do jaké jsou udržovány ekosystémové funkce s větším než lokálním dopadem, spojené například s půdními a vodními procesy (Worboys et al., 2010).

**Nášlapné kameny biodiverzity („Stepping stones“)** jsou rezervace nebo jednotlivá mikrostanoviště umožňující přežívání a migraci organismů (Saura et al., 2014).

**Hrubý filtr „coarse filter“** je síť chráněných území, rezervací nebo mikrostanovišť („nášlapných kamenů“), které formují základní kostru zajišťující přežití populací ohrožených druhů organismů (Tingley et al., 2014).

**Gildy (cechy)** jsou skupiny organismů, které nemusí patřit do stejného taxonu, ale vyvinuly si podobné strategie získávání a využívání zdrojů, například ptáci hnízdící ve stromových dutinách, organismy vázané pouze na jehličnaté lesy, apod. (Koran, Kropil, 2014).

**Primární dutinová hnízdička** jsou skupinou ptáků zahrnující téměř všechny šplhavce, kteří si vytesávají své vlastní stromové dutiny (Walters, 2022).

**Sekundární dutinová hnízdička** jsou skupinou živočichů využívající opuštěné stromové dutiny primárních dutinových hnízdičů nebo dutiny vzniklé jiným způsobem. Nejsou schopni je sami vytvářet (Walters, 2022).

**Deštníkový (vlajkový)** je druh vybraný k ochraně a k vytvoření různých ochranných opatření, díky kterým prosperují i další organismy. Může to být druh, který je zároveň klíčovým druhem v daném ekosystému (Roberge, Angelstam, 2004).

<b>NP</b>	Národní park
<b>CHKO</b>	Chráněná krajinná oblast
<b>NPR</b>	Národní přírodní rezervace
<b>MZCHÚ</b>	Maloplošné zvláště chráněné území
<b>EVL</b>	Evropsky významná lokalita
<b>AOPK ČR</b>	Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky
<b>ČÚZK</b>	Český úřad zeměměřický a katastrální
<b>LČR</b>	Lesy České republiky s. p.
<b>ČSO</b>	Česká společnost ornitologická
<b>CHS</b>	Cílový hospodářský soubor
<b>I.</b>	1. zóna
<b>II.</b>	2. zóna
<b>III.</b>	3. zóna

## 2 Úvod

Krise biologické rozmanitosti v našich lesích je připisována lesnickému hospodaření, jehož základem je produkce dříví v takové kvalitě, kterou požaduje zákazník (Schulze et al., 2016). Lesní hospodáři jsou však často nuceni dělat protichůdná rozhodnutí uspokojující buď veřejnost, nebo ochranu přírody, a to vše při současné snaze o výdělek z prodeje dříví. Z výdělku následně financují náklady na zalesnění a ochranu kultur, ale i náklady na podporu mimoprodukčních funkcí lesů (Cílek et al., 2022). S problémem nízké biodiverzity se potýká nejen takový způsob hospodaření, při kterém vznikají paseky, ale i nepasečný způsob hospodaření, při kterém se sice postupuje šetrněji k půdě, ale stromy nesoucí mikrostanoviště jsou dále odstraňovány v rámci sanitárních opatření (Fanta et al., 2021). Lesní hospodaření navíc zvýhodňuje jen několik vybraných druhů dřevin. První tři příčky nejvíce zastoupených dřevin v České republice obsazují smrk ztepilý (48,1%), borovice lesní (16%) a buk lesní (9,3%), v přirozeném druhovém složení by ale dominoval buk lesní (40,2%), smrk a borovice by následovaly až za jedlí a duby (Ministerstvo zemědělství ČR, ©2022). Rizika spojená se stejnověkými monokulturami vychází ze zranitelnosti všech stromů v porostu vůči konkrétnímu škodlivému činiteli. Různorodé a různověké porosty jsou potenciálně schopnější vstřebat škody a zotavit se z nich bez přerušení poskytovaných ekologických služeb (O'Hara et al., 2013).

Velkoplošná chráněná území sdružují místa s podobnými přírodními podmínkami, podobným historickým vývojem a jasně stanoveným konceptem využívání a ochrany jedinečné krajiny (Zákon 114/1992 Sb., §14, odst. 1). Takto rozlehlá území bývají dále rozdělena do zón, které zohledňují stupeň přirozenosti, výskyt vzácných biotopů, geologických útvarů nebo vzácných druhů organismů (AOPK ČR, ©2015). Území s podobnými půdními a klimatickými podmínkami, kde se vedle sebe rozkládají lesy s různým způsobem hospodaření, respektive mírou ochrany jsou důležité pro výzkum přirozeného vývoje lesů, strukturních prvků a navazující biodiverzity. Díky těmto znalostem je možné předejít nestabilitě současných hospodářských lesů, ze kterých jsou některé prvky úplně odstraňovány, ať už jako riziko pro veřejnost, či pro nízkou ekonomickou hodnotu (Długoński et al., 2023; Fanta et al., 2021; Remm, Löhmus, 2011; Branquart et al., 2008).

Přirozený vývoj lesa je doprovázen disturbancemi o různé intenzitě, ke kterým dochází v intervalech pravidelných pro daný biom nebo konkrétní lesní porost. Disturbance přírodního charakteru po sobě zanechává biologické dědictví, které ve svých mnoha formách funguje jako „záchranný člun“ mnoha druhů organismů (Zemlerová et al., 2023; Kozák et al., 2018; Lindenmayer et al., 2006).

Na „záchranu“ biologického dědictví se zaměřují nově vznikající koncepty ekologického lesnictví, které imitují přirozený charakter disturbancí i s ponecháním určitého množství biologického dědictví. Právě ponecháváním mrtvého dřeva, stromů se zlomenou korunou, skupin přestárlých stromů nebo doupných stromů je charakteristický koncept retenčního lesnictví (Gustafsson et al., 2020). V praxi to znamená, že ponechávání těchto prvků v hospodářských lesích vytvoří společně s rezervacemi „hrubou síť“ lokalit s mikrostanovišti. Mikrostanoviště by svým postupným zánikem splnila svůj účel a nová by dále přirozeně vznikala, například činností datlovitých ptáků (Lindbladh et al., 2022).

Zejména ptačí biodiverzita se ukazuje být jednou z klíčových složek lesního prostředí. Nejenže je většina ptačí biodiverzity vázána na lesní prostředí, ale některé druhy ptáků svou činností dokonce vytváří podmínky pro výskyt dalších obratlovců, bezobratlých i hub (Mikusiński, 2001). Ptáci patřící do čeledi datlovitých jsou indikátory biodiverzity, protože si při hnízdění každoročně vytváří nové stromové dutiny a staré dutiny už často dále nevyužívají, takže se v nich mohou usídlit jiní živočichové. Primární dutinová hnízdiči jsou omezovali dostupností vhodného substrátu, kdy jsou nejatraktivnější stromy mrtvé, mohutné nebo s poškozenou korunou (Gutzat, Dormann, 2018). Sekundární uživatelé jsou omezovali o to více, protože si své dutiny nedokáží vytvářet, ale mohou využívat dutiny vzniklé hnilobou v místě poškození kmene či větve (Wiebe et al., 2020). Takové stromy ale mají z ekonomického pohledu nižší jakost, a proto jsou z hospodářských lesů odstraňovány již během výchovných zásahů (Sandström et al., 2019; Remm, Löhmus, 2011). Strategie ochrany přírody je řádně zpracována v dokumentu Plán péče o CHKO Lužické hory. Bohužel, pro uplatnění navrhovaných opatření často chybí podklady. V severní části České republiky není mnoho informací o inventarizaci doupných stromů nebo monitoringu datlovitých ptáků, jejichž význam může do budoucna ještě nabýt v souvislosti s přetvářením současných nestabilních hospodářských porostů (AOPK ČR, ©2015). Problematice doupných stromů se třeba nevěnuje ani severočeská pobočka ČSO, na rozdíl od pobočky na Vysočině.

### 3 Cíle práce

Cílem práce je porovnat způsob a míru řízení lesních porostů v jednotlivých zónách CHKO Lužické hory projevující se strukturální bohatostí porostů a schopností vytvářet vhodné podmínky pro produkci stromových dutin. Plošným monitoringem jsou sbírána data kvantitativních a kvalitativních parametrů doupných stromů v jednotlivých typech porostů vztahených k zonaci CHKO Lužické hory. Předpokládané rozdíly v početnosti doupných stromů a jejich vlastnostech vychází z vymezené zonace CHKO Lužické hory, která sdružuje lesní porosty s podobnou úrovní managementu ochrany a hospodaření.

Minimální celková výměra zájmových ploch 150 ha umožní poměrně objektivně zobrazit důsledky lesního managementu ve třech zónách, projevující se především ve strukturální a druhové bohatosti porostů, variabilitě a množství stromových dutin. Jednotlivé zájmové plochy zabírají velké rozlohy, aby byly zahrnuty porosty různého stáří, druhového složení a stanovištních podmínek. V 1. zóně jsou tak zahrnuty i bývalé hospodářsky využívané porosty, na druhou stranu nejsou z 2. a 3. zóny vyjmuty občasné pralesní struktury a prvky biologického dědictví.

Součástí práce je i analýza a shrnutí literárních poznatků zabývajících se popisem zájmové oblasti nejen ve velkém, středoevropském měřítku, ale i v malém měřítku, na úrovni jednotlivých porostů; vnímáním problematiky zvyšování přítomnosti mrtvého dřeva a dalších pralesních prvků v hospodářských lesích mezi různými skupinami lidí; významem doupných stromů jak pro biodiverzitu ptačí, tak pro biodiverzitu dalších obratlovců ve středoevropských opadavých lesích.

Výběr zájmových ploch pro výzkum má zaujímat širokou oblast CHKO Lužické hory, ale zároveň zachovat srovnatelný typ stanovišť do takové míry, aby bylo možné rozdíly přisuzovat antropogenním vlivům. Dvě plochy se zachovalými bučinami a šetrným nebo žádným hospodařením, reprezentují nejvyšší stupeň ochrany (1. zónu). Nejvíce zastoupenou 2. zónu souvislých lesních porostů, s těžišťem hospodářského tlaku na ekosystém, reprezentují tři plochy. Doplnková 3. zóna je lesními porosty málo zastoupená, tyto malé a izolované útržky lesů reprezentuje jedna plocha.

U doupných stromů, jako ukazatelů pro zhodnocení vlivu zonace na ochranu biotopů, je cílem zaznamenat stromové a dutinové parametry. Inventarizovat všechny živé i odumřelé stromy s dutinami potenciálně využitelnými pro hnízdění ptáků a pobyt dalších obratlovců. Parametry doupných stromů a dutin, byly při terénním průzkumu zapisovány do terénního záznamníku, tato data jsou v práci dále hodnocena a je mezi nimi vyhledávána souvztažnost. Souvztažnost je vyjadřována formou grafů a tabulek doplněných slovním

popisem. Souřadnice každého inventarizovaného objektu jsou zanesené do mapových podkladů. Data prostorové distribuce doupných stromů v jednotlivých zónách je dále analyzována ve vztahu s vlastnostmi konkrétních porostů. Vlastnostmi jsou údaje o jednotlivých porostech, které jsou uvedené v lesní hospodářské evidenci. Mezi údaje použité pro tuto práci patří zejména porostní plocha, věk, druhové složení a zastoupení dřevin, hospodářský soubor nebo také popis porostní skupiny. Výsledky inventarizace a vyhodnocení vztahů mezi daty jsou předloženy jako podklad pro formulaci doporučení na podporu dutinových druhů ptáků a navazující biodiverzitu v jednotlivých zónách.

## 4 Teoretické podklady

### 4.1 Temperátní lesy střední Evropy

Biom opadavých listnatých a smíšených lesů je potenciálně převládajícím zonobiomem východní a střední Evropy. Jeho výškové rozložení v Evropě je v přirozených podmínkách od nížin do podhůří k nadmořské výšce 1 000 m n. m. Na severu částečně zasahuje do Skandinávie a přechází v boreální jehličnaté lesy (tajgu). Na východ hraničí se stepí a na jihu přechází ve středozevní tvrdolisté lesy. Mimoto se rozkládají i ve velkém výškovém rozpětí od kolinního po montánní stupeň. V České republice pokrývá téměř celé území mimo vysoko položená pohoří s kratší vegetační dobou, teplé a suché lesostepi a nížinné tajgy s borovicí lesní jako dominantní dřevinou. Typická je mozaikovitost, která je způsobena civilizačními i stanovištními faktory (Chytrý et al., 2012; Ulbrichová, 2010).

Vertikálním členěním u nás lze temperátní lesy zařadit do dubového, bukodubového, dubobukového, bukového, jedlobukového a smrkobukového lesního vegetačního stupně (Zlatník, 1976). Přirozenému druhovému složení lesů tohoto biomu dominuje buk lesní (*Fagus sylvatica*), s příměsí smrku ztepilého (*Picea abies*) ve vyšších polohách, a s jedlí bělokorou (*Abies alba*) i ve středních polohách. V nižších polohách, na hranici s lesostepí, jsou potenciálně převažujícími dřevinami dub zimní (*Quercus petraea*), dub letní (*Quercus robur*) a habr obecný (*Carpinus betulus*) (Chytrý et al., 2020). Porosty jsou nejčastěji tvořeny 1 až 2 dominantami, které mohou být doplňovány některými z desítek dalších dřevin, například javorem klenem (*Acer pseudoplatanus*), jilmem horským (*Ulmus glabra*), jasanem ztepilým (*Fraxinus excelsior*) a olší lepkavou (*Alnus glutinosa*). Přimíšeným dřevinám může vyhovovat lokální zvláštnost v reliéfu, která se může projevat různými půdními, vlhkostními a teplotními poměry. Druhová směs dřevin a její poměr může odkazovat na historii lidských zásahů nebo dobu uplynulou od poslední přirozené disturbance (Podrázský et al., 2014 a; Chytrý et al., 2012). Monokulturní druhová struktura, s maximální příměsí jiné dřeviny do 10%, je v našich podmínkách poměrně vzácná. Výjimkou mohou být některé bučiny, ale jinak je výskyt nesmíšených porostů důsledkem usměrňování vnějšími zásahy. V opačném případě, kdy je porost složený z více než pěti dřevin, se ve střední Evropě také jedná o vzácnost (Dieler et al., 2017).

Typickým rysem je růst a vývoj lesních porostů daný periodickým kolísáním teploty a délky dnů během roku. Fyziologickou reakcí na tento cyklus je opad listů na konci vegetačního období. Charakteristická je vysoká variabilita struktury porostů na malém území v přírodních podmínkách, díky tomuto rysu dosahují příznačné stability (Podrázský, 2014 b).



Od neolitu je pásmo opadavých lesů v Evropě vystaveno velmi silným civilizačním vlivům (Kočár et al., 2022). Na lesy mírného pásma střední Evropy se vztahuje vznik moderního lesnictví, rozsah a intenzita hospodaření zde pozměnila téměř celou krajinu (McGrath et al., 2015). V dnešní době, jsou zejména zbytky původních nebo přirozeně se vyvíjejících lesů tohoto pásma intenzivně studovány (Podrázský, 2014 b). Přirozené lesy tvoří pouze 0,7% evropské lesní půdy, z nichž se většina rozkládá v horských a boreálních oblastech (Sabatini, 2018).

## 4.2 Hospodaření a stav lesa

Multifunkčnost lesa se v poslední době stala předmětem zájmu odborné i široké veřejnosti (Thorn et al., 2020). Lesnický sektor se pokusil obhájit dosavadní ekonomicky motivované hospodaření v lesích tzv. „teorií úplavu“, která však v některých svých předpokladech neodpovídá skutečnosti. Především stojíme tváří v tvář nejen tuzemskému, ale i globálnímu úpadku biologické rozmanitosti, zapříčiněného přeměnou a degradací biotopů. Rozmanitost lesních ekosystémů je výsledkem milionů let vývoje přirozených a dlouhodobě neobhospodařovaných lesů, ve kterých se utvářela jednotlivá stanoviště, strukturní prvky a společenstva organismů. Nepochopením této zákonitosti, bývá vnímání biodiverzity omezováno pouze na rozmanitost dřevinné skladby (Fanta et al., 2021).

Představy o využívání lesů se různí napříč zájmovými skupinami. Vlastníci lesů, myslivečtí hospodáři, zemědělci, veřejnost a ochránci přírody mají někdy rozdílné požadavky na to, které funkce mají lesy v první řadě zajišťovat (Cílek et al., 2022). Ke sporům dochází v případech, kdy jsou zájmy zúčastněných skupin vzájemně neslučitelné (Fanta et al., 2021). Vlastníci lesů navíc nejsou semknutou skupinou, schopnou mluvit s veřejností o své práci (Stachová, 2018), přitom zabezpečování mimoprodukčních služeb pro veřejnost, často sami financují právě z prodeje dříví (Cílek et al., 2022).

Ponechané mrtvé dřevo nebo silně poškozené stromy může laická veřejnost vnímat jako selhání a nezájem lesního hospodáře, ale odmítavé názory někdy vychází z mylných přesvědčení. Z pohledu veřejnosti jsou neestetická torza odumřelých stromů zdrojem chorob a škodlivých organismů, které ohrožují lesní ekosystém (Thorn et al., 2020; Koleček, 2011). Mnohotvárnost a divoká nespoutanost lesa je však někdy právě tím, co lidé od lesa očekávají a co vyhledávají (Fähser, 2022). Ponechávání odumírajících a mrtvých stromů v porostech může být problém v turisticky frekventovaných oblastech (Cílek et al., 2022). Návštěvníci a lesní pracovníci, kteří se v lese zdržují, mají obavy, že zvýšené zastoupení mrtvých stojících nebo poškozených živých stromů pro ně bude nebezpečné. Je nutné si uvědomit, že při pohybu v lese lze narazit na mnoho jiných život ohrožujících faktorů (Koleček, 2011). Les je spojen s vyšší mírou rizika, proto by měli být návštěvníci ostražití při

vstupu do lesa a to i na účelových komunikacích v lese, vyznačených stezkách, pěšinách a trasách, odpočinkových místech a tábořištích. Vlastník lesa je zproštěn odpovědnosti za škody na majetku, zdraví nebo životě, ledaže by škodu způsobil úmyslně (Zákon č. 289/1995 Sb., §19, odst. 2). Nicméně je nezbytné některé potenciálně nebezpečné stromy, zejména u turistických stezek nebo komunikací, upravit odborným zásahem či je odstranit (Długoński et al., 2023; Vítková et al., 2018).

Zakládání národních parků a přírodních rezervací v oblastech, ve kterých jsou zahrnuté obzvláště cenné přírodní památky a málo pozměněné biotopy, se jeví jako nejracionálnější způsob ochrany biodiverzity (Watson et al., 2016; Gustafsson, 2010). V roce 2021 se v České republice rozkládalo třicet velkoplošných chráněných území, z toho čtyři národní parky. Tyto z velké části zalesněné oblasti tvoří 15,93% z celkové rozlohy ČR (Ministerstvo zemědělství ČR, ©2022). V této době už pozorujeme, že péče o biodiverzitu spojená se strukturální a funkční komplexitou klimaxových lesních společenstev, se nemůže opírat pouze o staré porosty v rezervacích. Poslední roky poukazují na potřebu změn v hospodářských lesích, a tak se jeví jako ideální řešení, zavést tyto atributy v těchto lesích. Jednotlivé mohutné staré stromy nebo malé skupiny takových stromů mohou působit jako živoucí „nášlapné kameny biodiverzity“ s různou úrovní druhové rozmanitosti a abundance populací, které jsou vyšší, než v přilehlém prostředí (Fanta et al., 2021). Někteří živočichové se na určitém území prokazatelně zdržují jen tehdy, když se zde vyskytují i mohutné stromy. Mohutné stromy zároveň nelze plně nahradit velkou skupinou slabších stromů (Le Roux et al., 2015). Retence jednotlivých stromů nebo skupin stromů slouží organismům jako „záchranný člun“ v lesním ekosystému, variabilita v nově se obnovujícím lese a podpora prostorové konektivity (Rosenthal, Löhmus, 2008; Franklin et al., 1997). Nespornými užitky jsou podpora druhů vázaných na mrtvé dřevo a živé stromy v raně sukcesních prostředích nebo udržování ekosystémových funkcí prostředí (Gustafsson, 2010).

Fragmentace zapříčiněná disturbancemi způsobených lesním hospodářstvím a přírodními procesy se výrazně liší (Wade et al., 2003). Ve skutečnosti se modely lesního hospodářství podobají modelům v zemědělství, kde je klíčem jednoduchost (Smith et al. 1997). Výsledný nedostatek komplexnosti lesních porostů se odráží v omezené funkčnosti ekosystémových procesů a služeb (Thompson et al., 2011).

### **4.3 Význam doupných stromů pro biodiverzitu**

Pro lesní ekosystém je esenciální ptačí diverzita. Ptáci totiž zajišťují některé nenahraditelné funkce: redukují škůdce, roznášejí semena, dotváří rekreační hodnotu lesa a mohou být opylovači (Heleno et al., 2011; Sekercioglu, 2006). Mimořádnou hodnotu mají datlovití ptáci, protože indikují přítomnost jiných živočišných druhů skrze přítomnost porostních prvků

(Mikusiński, 2001). Z dutin datlovitých benefituje množství druhů ptáků nevytvářejících vlastní dutiny (van der Hoek et al., 2020; Aitken, Martin 2007). Skrze ochranu datlovitých ptáků je zajišťována ochrana dalších dutinových organismů (Basile, 2019). V souvislosti s požadavky na určitou míru přirozenosti prostředí jsou datloví považováni za nejnáročnější skupinu ze všech evropských lesních ptáků (Angelstam, Mikuski 1994). Většina datlovitých ve stromech hnízdí, hledá potravu nebo nocuje, vhodné stromy obvykle hledají v lesních porostech, ale v hospodářských lesích je jejich počet nižší, oproti porostům, které se vyvíjejí přirozeně (Löhmus, 2005).

Vlivem lesního hospodaření jsou v první řadě odstraňováni jedinci neodpovídající ekonomickým požadavkům. Různými formami výchovných zásahů jsou lesní porosty zbaveny nechtěných druhů dřevin, špatně rostoucích, poraněných nebo mrtvých stromů. Poranění stromu odkrývající dřevo, je pro vytvoření dutiny stěžejní. Protože zdravé stromy disponují účinnými obrannými prostředky, nedokážou se rozšířit dřevokazné houby, které jsou jedním z nejdůležitějších faktorů urychlujících rozklad jádrového dřeva a vznik dutin. Hniloba postupně snižuje mechanické vlastnosti dřeva, tím se stává snadněji oddělitelné od zdravého dřeva pro primární dutinové hnízdiče (Zahner et al., 2012; Remm, Löhmus, 2011; Steeger, Hitchcock, 1998). Mnohostranně prospěšné jsou korunové zlomy mohutných starých stromů (Zahner et al., 2012), protože nabízí hned několik typů biologického dědictví. U některých ptačích druhů vázaných na stromové dutiny je vidět upřednostňování mrtvých stromů pro své hnízdiště, např. strakapoud prostřední (*Dendrocopos medius*), sýkora lužní (*Poecile montanus*) nebo sýkora parukářka (*Parus cristatus*) (Šťastný, Krištín, 2021).

Odezva ptáků na lesnické hospodaření se různí mezi gildami, ve způsobu hospodaření, mírou retence nebo dobou od posledního těžebního zásahu (Basile, 2019). Negativní dopady těžby dříví na lesní ptactvo jsou však široce zdokumentované (LaManna, Martin, 2016). Díky spolupráci státního podniku LČR a ČSO, je v kraji Vysočina podporována ochrana dutinových hnízdičů ponecháváním doupných stromů v počtu 5 kusů na hektar porostní půdy (Kodet et al., 2012). Není to ale jen omezená nabídka dutin, která ovlivňuje dutinové hnízdiče, je to také jejich kvalita, distribuce v prostoru, mezidruhová konkurence o dutiny, hnízdní predace, zamoření hnízd ektoparazity, dostupnost potravy v okolí a fyzikální faktory prostředí (Paclík, 2011; Loyn, Kennedy, 2009). Zánik dutin dokáží primární dutinové hnízdiči vyřešit dlabáním nových dutin, ale mohou být limitováni prostředím, kde není vhodný substrát. Nedostatečně rozvinutá síť hnízdních dutin nejvíce znevýhodňuje sekundární dutinové hnízdiče (Walters, 2022). Nízká nabídka dutin je nejčastěji pozorována v mladších porostech, které v hospodářských lesích dosahují nepřirozeně rozsáhlých ploch, a ze kterých byly navíc odstraněny všechny mohutné a staré stromy (Lindenmayer, Laurance, 2017; Edworthy, Martin, 2013). Zakládání stejnorodých lesů, je v budoucnosti limitující

charakteristikou pro některé obratlovce. Pestrost druhového složení dřevin, je některými druhy živočichů vnímána pozitivně, či alespoň neutrálně (Cepáková, 2013; Drever, Martin 2010). Skupina sekundárních dutinových hnízdičů zahrnuje velikostně proměnlivé druhy (Trzcinski et al., 2022), proto je pro ně variabilita dutin nesmírně důležitá. Menší druhy si zpravidla vybírají menší průměr vstupního otvoru jako ochranu před konkurenty a predací (Dobkin et al., 1995), například plch velký (*Glis glis*) (Kryštufek, 2010).

Síť mikrostanovišť musí být každoročně doplňována o dutiny, které zaniknou. Životnost dutin je proměnlivá, může ji ovlivňovat druh primárního dutinového hnízdiče, druh dřeviny, zdravotní stav dřeviny a způsob hospodaření. K zániku dutiny nejčastěji dochází při zlomu části stromu s dutinou, kolapsu dutiny vlivem postupující hniloby nebo zarůstáním vletového otvoru na průměr menší než 18 mm (Wesołowski, 1995). Ve výjimečných případech mohou být dutiny přítomny více než 31 let, ale většina dutin zanikne v rozmezí od 3 do 12 let. Nejdéle přežívají dutiny dvou nejběžnějších evropských druhů datlovitých, strakapouda velkého (*Dendrocopos major*) a datla černého (*Dryocopus martius*). Obecně jsou méně životné dutiny v listnatých dřevinách, než v jehličnatých, ale záleží i na konkrétních druzích dřevin (Wesołowski, 2011).

Ptáci, využívající dutiny k nocování, potřebují ochranu před nepřízní počasí v energeticky náročném zimním období (Velký et al., 2010). Výběrem vhodně orientovaných dutin vzhledem ke světovým stranám se ptáci přizpůsobují nepřízni počasí (Wiebe, 2001), anebo teplotě uvnitř dutiny, kdy vstup nejčastěji směřuje na jih (Wesołowski, 1989).

Umělé hnízdní budky jsou oblíbenou náhradou přírodních dutin v hospodářských lesích. Díky dostupnosti a snadné instalaci, je časté jejich vyvěšování v zahradách. Umělé dutiny jsou obvykle objemnější, proto v nich ptáci častěji produkují větší snůšky (Møller et al., 2014), čímž se podporuje početnost pouze některých druhů sekundárních dutinových hnízdičů, například sýkory koňadry (*Parus major*) (Minot, Perrins, 1986). Příliš hustá síť umělých budek na nevhodných místech může vyústit v to, že více než polovina hnízdních budek zůstane nevyužita. Jejich účinnost bývá vyšší v mladých porostech, ale často je doprovází nižší životnost. Z hlediska ochrany dutinových hnízdičů mají stále vyšší význam velké a staré stromy s dutinami (Le Roux et al., 2016; Lindenmayer et al., 2009).

U některých dřevin byla zpozorována produkce dutin v mladším věku než v okolním starším porostu. Často to bývají právě vtroušené měkké dřeviny, které dříve podléhají hnilobě. Navíc, tyto dřeviny zvyšují druhovou pestrost porostu a mají i meliorační a zpevňující funkci. Mezi dřeviny, které v našich podmínkách dobře produkují dutiny, patří topol osika (*Populus tremula*), bříza bělokorá (*Betula pendula*), jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*), olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), a další (Paclík, 2011).

#### 4.4 Lužické hory pod správou člověka

Chráněná krajinná oblast Lužické hory se rozkládá na území, kterému je podle historických zdrojů připisována podoba rozlehlých neprostupných lesů. Lesy, označované jako Hvozď, byly do 11. století zachovávány, protože lidé je vnímali jako přirozenou překážku, chránící před vojenskými vpády ze zahraničí (Nožička, 1957).

Možná právě dojem nevyčerpatelnosti vedl k tak razantnímu čerpání přírodních zdrojů, které se zintenzivňovalo až do 18. století. První zásahy byly omezeny nástroji dostupnými v té době, takže se postupovalo výběrem jednotlivých stromů nebo toulavou sečí. Dříví sloužilo ke stavbě domů a k topení. Dřeviny s výjimečnými vlastnostmi sloužily k výrobě předmětů každodenní potřeby. Kromě toho byly odlesněné části přeměněny na zemědělské pozemky a zatravněné plochy s remízky (Besta et al., 2016). Stále ještě velmi bohaté zásoby dřeva přilákaly už ve 13. století skláře, ti těžili dřevo jako palivo pro sklářské hutě, na jejichž místě dnes často leží obec. Na uhlí se přešlo až v 2. polovině 19. století, ale těžby pro výrobu železničních pražců a vagónů pokračovaly (Rež, Gelnar, 1999).

Začátkem 18. stol. bylo započato s mýtními těžbami, koncem téhož století už se začaly projevovat snahy o ochranu lesů. Pastva dobytka v lese, hrabání steliva a podobné škodlivé činnosti byly zakázány. Byla zavedena maximální výše těžeb a lesy začaly být uměle obnovovány. Umělé výsadby zvýhodňovaly smrk, borovici a přibyl k nim modřín. Bukové porosty zůstaly zachovány na nedostupných svazích a vrcholech kopců (Besta et al., 2016). V 19. století se začalo experimentovat s introdukovanými dřevinami smrkem pichlavým (*Picea pungens*), borovicí černou (*Pinus nigra*), borovicí Jeffreyovou (*Pinus jeffreyi*), borovicí Banksovou (*Pinus banksiana*), borovicí vejmutovkou (*Pinus strobus*), dubem červeným (*Quercus rubra*), douglaskou tisolistou (*Pseudotsuga menziesii*) aj. (AOPK ČR, ©2000).

Zvětšení výměry porostní půdy se dosáhlo ponecháním ploch přirozené sukcese a zalesněním zemědělské půdy. Na lesních prameništích a zamokřené lesní půdě byly aplikovány lesnickotechnické meliorace, které umožnily pěstování smrku (Besta et al., 2016). Nestabilita nových porostů se začala projevovat od 20. století několika gradacemi bekyně mnišky (*Lymantria monacha*), žírem lýkožrouta smrkového a menšího (*Ips typographus*, *I. amitinus*), ploskohřbetky smrkové (*Cephalcia abietis*) a klikoroha borového (*Hylobius abietis*). Výrazné škody způsobil exponenciální růst populací jelení zvěře, která v některých oblastech prakticky znemožňuje snahy o obnovu jedle a buku (AOPK ČR, ©2000).

#### 4.5 Obratlovci stromových dutin v ČR

Mezi ptáky hnízdící ve stromových dutinách v České republice patří: holub doupňák (*Columba oenas*), puštík obecný (*Strix aluco*), puštík bělavý (*Strix uralensis*), sýc rousný

(*Aegolius funereus*), kulíšek nejmenší (*Glaucidium passerinum*), datel černý (*Dryocopus martius*), datlík tříprstý (*Picoides tridactylus*), strakapoud velký (*Dendrocopos major*), strakapoud jižní (*Dendrocopos syriacus*), strakapoud bělohřbetý (*Dendrocopos leucotos*), strakapoud prostřední (*Dendrocopos medius*), strakapoud malý (*Dendrocopos minor*), žluna šedá (*Picus canus*), žluna zelená (*Picus viridis*), krutihlav obecný (*Jynx torquilla*), rehek zahradní (*Phoenicurus phoenicurus*), lejsek bělokrký (*Ficedula albicollis*), lejsek černohlavý (*Ficedula hypoleuca*), sýkora koňadra (*Parus major*), sýkora modřínka (*Parus caeruleus*), sýkora uhelníček (*Parus ater*), sýkora parukářka (*Parus cristatus*), sýkora babka (*Parus palustris*), sýkora lužní (*Parus montanus*), brhlík lesní (*Sitta europaea*), kavka obecná (*Corvus monedula*) (Kodet et al., 2007).

Les poskytuje útočiště a zdroj potravy zejména těmto druhům netopýrů: netopýr velkouchý (*Myotis bechsteini*), netopýr řasnatý (*Myotis nattereri*), netopýr Brandtův (*Myotis brandtii*), netopýr Alkathoe (*Myotis alcathoe*), netopýr vodní (*Myotis daubentonii*), netopýr parkový (*Pipistrellus nathusii*), netopýr hvízdavý (*Pipistrellus pipistrellus*), netopýr nejmenší (*Pipistrellus pygmaeus*), netopýr rezavý (*Nyctalus noctula*), netopýr stromový (*Nyctalus leisleri*), netopýr černý (*Barbastella barbastellus*), netopýr ušatý (*Plecotus auritus*) (Cepáková, 2013).

Dutiny obývají kromě netopýrů i další savci, například plch velký (*Glis glis*), plch zahradní (*Eliomys quercinus*), plšík lískový (*Muscardinus avellanarius*), veverka obecná (*Sciurus vulgaris*), kuna lesní (*Martes martes*), kuna skalní (*Martes foina*), myšice lesní (*Apodemus flavicollis*) (Bertolino, 2017; Kryštufek, 2010; Reichholf, 1996; Bright, Morris, 1991).

## 5 Metodika

### 5.1 Chráněná krajinná oblast Lužické hory

#### 5.1.1 Vymezení zón

##### 5.1.1.1 1. zóna

Zahrnuje některé roztroušené vulkanické kupy se zbytky původních hospodářsky málo pozměněných listnatých a smíšených porostů. Ve vrcholových partiích se vlivem větrných a sněhových disturbancí vytváří malé prosvětlené mezery, které hrají důležitou roli v přirozeném vývoji bučin a jedlin (Nagel, et al., 2006). Listnaté porosty jsou tvořeny většinou bukem lesním (*Fagus sylvatica*), javorem klenem (*Acer pseudoplatanus*), které jsou součástí genofondové rezervy. V nepatrné míře je zastoupen jilm horský (*Ulmus glabra*), javor mléč (*Acer platanooides*), lípa srdčitá (*Tilia cordata*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*) a další. Z jehličnanů je místy v malém množství zastoupen ve vyšších polohách smrk ztepilý (*Picea abies*) a vtroušen modřín evropský (*Larix decidua*), v nižších polohách borovice lesní (*Pinus sylvestris*). Jsou snahy do porostů navrátit jedli bělokorou (*Abies alba*). Zásahy jsou prováděny výběrným způsobem, clonnou nebo maloplošnou sečí s ponechanými výstavky. Samovolnému vývoji jsou ponechána určitá MZCHÚ, některá patří do soustavy EVL Natura 2000. (AOPK ČR, ©2015; AOPK ČR, ©2000).

##### 5.1.1.2 2. zóna

Sdružuje nejrozsáhlejší ucelené lesní porosty tvořené ve velké míře jehličnatými monokulturami, ale i se zastoupením listnatých, věkově nerozrůzněných porostů. Převažuje zde smrk ztepilý, borovice lesní a modřín, ale stále je výrazné zastoupení buku, klenu a břízy. V současné době jsou lesy 2. zóny vystaveny rozsáhlým nahodilým těžbám, na plochách jsou v určité míře ponechávány výstavky. Smrkové souše se neodstraňují, pokud zde hrozí poškození přirozené obnovy. Zahrnuje i zbytkové vrcholové partie a přechodové zóny mezi 1. zónou, které se mají postupně blížit přirozenému složení a rozvrstvení. Při obnovách porostů je postupováno způsobem maloplošně holosečným, s uvolňováním přirozeného zmlazení (AOPK ČR, ©2015; AOPK ČR, ©2000).

##### 5.1.1.3 3. zóna

Patří sem zbytky lesů, které nejsou v 2. zóně. Od těch se liší svou izolovaností. Lesní porosty ve 3. zóně mají druhovou a věkovou skladbu značně pozměněnou hospodařením. Často vznikaly na zemědělských plochách, takže bývají ohrožovány václavkou a větrem. V menší míře jsou zde rovněž zastoupeny kvalitní smíšené lesy se zastoupením smrku, borovice, buku, dubu, lípy, javoru, jasanu, břízy nebo jeřábu. Těžební zásahy jsou zde

prostředkem ke zvýšení odolnosti a dosažení druhové skladby, odpovídající stanovištním podmínkám (AOPK ČR, ©2015; AOPK ČR, ©2000).

### **5.1.2 Studovaná oblast a lokality**

CHKO Lužické hory byla zřízena v roce 1976 za účelem ochrany vzácných prvků flóry, fauny a geomorfologických útvarů. Oblast se nachází v severní části České republiky mezi NP České Švýcarsko a CHKO Jizerské hory. Lužické hory jsou malým pohořím, ale mají výrazný vliv na projevy počasí a doznívání oceanického klimatu. Mimoto, tvoří rozvodí Severního a Baltského moře. Převážná část Lužických hor se nachází v přírodní lesní oblasti Lužická pískovcová vrchovina (č. 19). Méně výrazně sem zasahuje přírodní lesní oblast Severočeská pískovcová plošina a Český ráj (č. 18) a Lužická pahorkatina (č. 20). Největší rozloha lesů patří do kategorie lesů zvláštního určení (74,55%), hospodářské lesy jsou zastoupeny v míře 25,15% a lesy ochranné, z nichž některé jsou zahrnuty v mých zájmových plochách, zabírají 0,30%. Zájmové plochy jsou vertikálně rozčleněny do lesních vegetačních stupňů dubobukový (č. 3), bukový (č. 4), jedlobukový (č. 5) a smrkobukový (č. 6).

Plochy byly vybrány a vytyčeny na základě konzultací s vedoucím práce a pracovníky Správy CHKO Lužické hory. Mezi kritéria patřil typ zonace, zastoupení starých porostů, velikost a celistvost plochy lesa. Hranice jsem vytyčil tak, aby je bylo možné v terénu jasně poznat, takže se shodují s cestami, technologickými linkami, odděleními, dílci, potoky a turistickými stezkami.

#### **5.1.2.1 NPR Jezevčí vrch**

Tato rezervace, vyhlášena roku 1967, leží severovýchodně od Cvikova a severozápadně od Jablonného v Podještědí. Celková plocha maloplošného zvláště chráněného území je 66,768 ha (AOPK ČR, ©2017). Výzkumná plocha ale zabírá hlavně vrcholové partie Jezevčího vrchu, kde se nachází původní květnaté bučiny a suťové lesy. Blíže k hranicím rezervace se častěji vyskytují odumírající smrkové kultury a porosty s vyšším zastoupením borovice lesní. V nich je opatrně uvolňováno přirozené zmlazení, v některých případech je využíváno umělé obnovy (např. pro podporu jedle, jilmu, buku a klenu) s cílem zajištění schopnosti samovolného vývoje. Inventarizace probíhala na ploše v nadmořské výšce od 485 do 665 m n. m.

#### **5.1.2.2 Pěnkavčí vrch**

Lokalita ležící severovýchodně od Stožeckého sedla a jihovýchodně od Spolkové republiky Německo. Výzkum probíhal v nadmořské výšce od 620 do 750 m n. m. Nejčastěji vysokokmenné bukové porosty na exponovaných, živných i extrémně nepříznivých stanovištích. Občasné suťové lesy jsou doplněné o jilm horský a javor klen. Keřové patro se



nevyskytuje, pro bylinné patro je nejtýpčtější strdivka jednokvětá (*Melica uniflora*). Přítomnost pramenišť je doprovázena příměsí dalších listnáčů. Smrk a modřín je ve starších porostech zastoupen jednotlivě, jinde jsou několik desítek let staré kultury. Odumírající a značně poškozené smrkové kultury jsou postupně převáděny na porosty s přirozenou druhovou skladbou.

#### **5.1.2.3 Jezevčí kámen**

Plocha se rozkládá na hřbetu z křemenného pískovce a granitu, který na jihovýchodě přechází v Pěnkavčí vrch. Výzkum probíhal v nadmořské výšce od 465 do 650 m n. m. Porosty s výrazně pozměněnou druhovou skladbou jsou v současnosti nejvíce postiženy nahodilou těžbou, takže na mnoha místech byly pouze holiny s jednotlivě ponechanými jeřáby a břízami. Odstraněné smrkové a borové porosty s příměsí modřínu opadavého jsou během několika let pokryty hasivkou orličí (*Pteridium aquilinum*), což obnovu značně ztěžuje. Čisté bukové porosty zde jsou v minimální míře (0,51 ha), častěji jsou smíšené se smrkem. Na prameništích a březích potoka je zastoupena olše lepkavá a olše šedá.

#### **5.1.2.4 Bukový vrch**

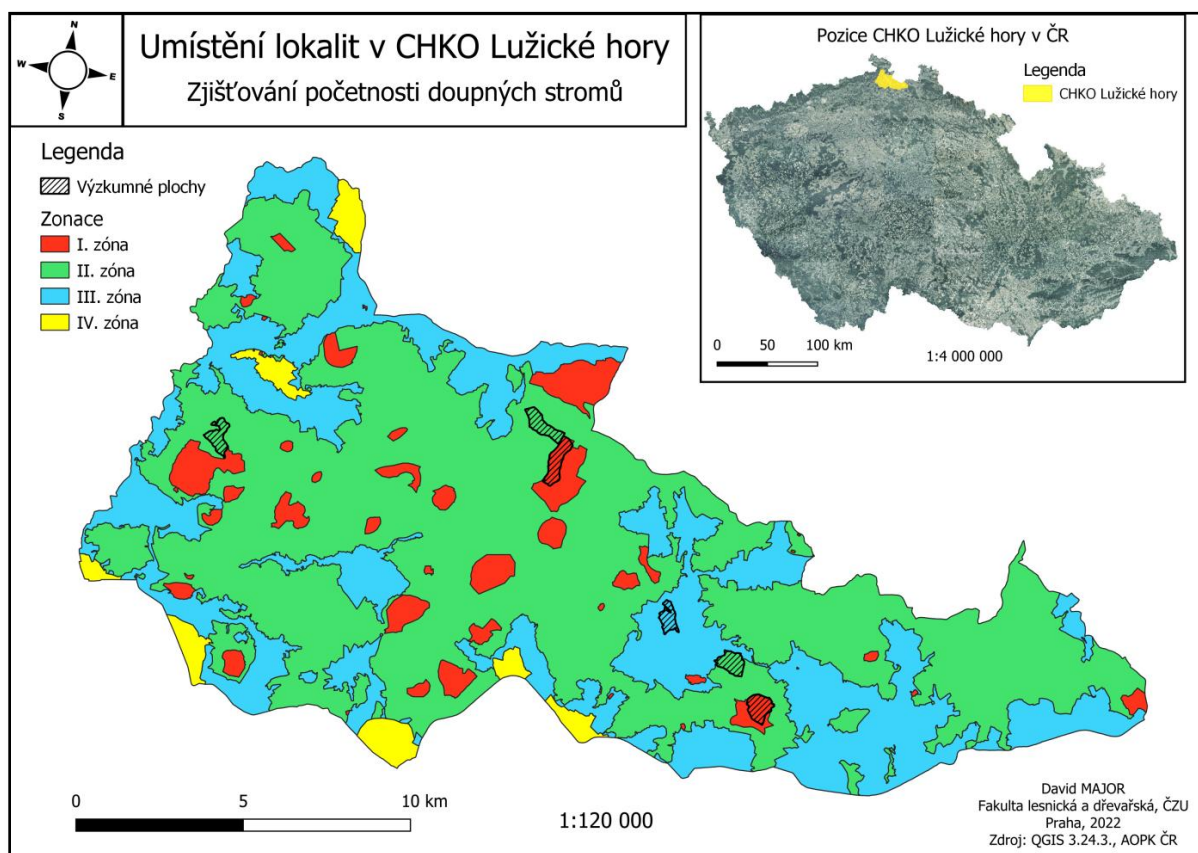
Lokalita ležící v blízkosti Studence u obce Líska. Výzkum probíhal v nadmořské výšce od 405 do 557 m n. m. Vrcholovou partii s limburgitovou skalkou pokrývá rozvolněný vysokokmenný bukový porost s javorem klenem a jasanem ztepilým. Jde o sušší svah téměř bez přirozeného zmlazení, příčinou může být výskyt jelení a kamzičí zvěře v oblasti. Mnoho okolních kultur s dominancí smrku bylo odstraněno nahodilou těžbou, z těch zde byly ponechány jednotlivě nebo hloučkovitě rozmístěné buky, kleny a modříny. Porosty v oddělení 243 a dílci C, patřící do kategorie lesa ochranných, jsou tvořeny převážně borovicí lesní, smrkem ztepilým a modřínem opadavým. Reliéf tvoří výchozy z křemenného pískovce a rokliny.

#### **5.1.2.5 Mařenice**

Výzkumná plocha se nachází jihovýchodně od obce Mařenice. Výzkum probíhal v odděleních 208 a 209 v nadmořské výšce od 390 do 479 m n. m. Lesní vegetační stupeň je dubobukový. Na ploše se rozkládají stejnověké borové monokultury na přirozených borových stanovištích. Ve zbytku dominují smrkové stejnověké monokultury na chudých a kyselých stanovištích. Okrajová část sousedí s pastvinami a travními pozemky. Tyto pláště jsou někde více druhově bohaté a vyskytují se zde osiky, břízy, olše, duby a vrby. Nejvíce zastoupené dřeviny jsou borovice lesní, smrk ztepilý a bříza bělokorá. Dále buk lesní, olše lepkavá, jeřáb ptačí, dub letní, dub cer, modřín opadavý, borovice vejmutovka a Banksova. Způsob hospodaření je pasečný s využitím mechanické přípravy půdy před zalesněním.

### 5.1.2.6 Naděje

Výzkumná plocha se nachází mezi vesnicí Naděje a obcí Mařenice. Výzkum probíhal v oddělení 118 a 119 v nadmořské výšce od 385 do 430 m n. m. V reliéfu plochy se odráží údolí vytvořené Hamerským potokem a okolní kopce z křemenného pískovce. Na přirozených borových stanovištích převládá borovice lesní a smrk ztepilý. Na malé ploše je zde ponechán bukový vysokokmenný porost. V potočném úžlabí je více zastoupena olše lepkavá, javor klen a jasan ztepilý. Způsob hospodaření je pasečný s využitím mechanické přípravy půdy před zalesněním.



**Obr. 1:** Výstup z programu QGIS zobrazující umístění všech 6 výzkumných ploch v CHKO Lužické hory. Červeně jsou znázorněny hlavně vulkanické kupy a kužely se zachovalými přírodními hodnotami (1. zóna). Zelenou barvou je vylíšena většina ucelených lesních porostů v běžném režimu hospodaření (2. zóna). Pod modrou barvou je kulturní krajina, některé lesní okraje a osamocené lesíky (3. zóna). Žlutá barva sdružuje urbanistické struktury a přilehlá rumišť (IV. zóna).

## 5.2 Sběr a zpracování dat

Sběr dat probíhal metodou celoplošného terénního mapování 6 zájmových ploch od července do října 2022. Čas strávený sběrem dat jednotlivcem je necelých 6 týdnů. Na práci

a přepravu jsem si vyčlenil 6 – 10 hodin denně, v závislosti na počtu jednotlivých porostů, které jsem chtěl ten daný den projít. Hledání doupných stromů ztěžovalo a zdržovalo počasí. Mlha omezovala viditelnost vyšších partií stromů. Déšť znemožňoval používání dalekohledu a zapisování do terénního zápisníku. Problémy způsobovaly i světelné podmínky v některých porostech. Kontrast mezi korunovým zastíněním a pronikajícím světlem způsobil tmavý vzhled kmenů. Jsem si také vědom vlivu olistění na viditelnost do korun stromů, ale důsledek je ve vztahu k výsledkům zanedbatelný. Odhaduji tak na základě mnoha nalezených neolistěných odumřelých stromů, které žádné dutiny ve větvích neobsahovaly. Mimoto, mají dutiny ve větvích nejmenší životnost (Wesołowski, 2011).

Ke každému nalezenému stromu jsem přiřadil pořadové číslo pro danou výzkumnou plochu, a také číslo porostu, ve kterém se strom nacházel. Po zaznamenání statusu živý či mrtvý, jsem na základě dostupných znaků určil druh dřeviny. Výčetní tloušťku stromu (tloušťka ve výšce 1,3 m nad zemí) jsem měřil lesnickou taxační průměrkou, se stupnicí o délce 100 cm. Zaznamenal jsem počet dutin v každém stromě a jejich kvalitativní znaky. Výšku dutin nad zemí jsem určil odhadem a dále jsem tato data zpracovával jako rozmezí výšek, abych vyrovnal nepřesnosti (např. častější volbu sudého čísla nad lichým). Okulárním odhadem jsem určil i průměr vstupních otvorů dutin, pak jsem je sdružil do tříd po 2 cm. Orientaci dutin vzhledem ke světovým stranám jsem určil pomocí kompasu v telefonu. Do poznámek jsem v ojedinělých případech zapsal druh živočicha, který se pohyboval v okolí dutiny nebo přímo v ní. Tuto poslední část jsem žádným způsobem nevyhodnocoval.

Polohu stromů jsem zanesl do aplikace ProPla Mobile jako bod, který jsem označil stejným pořadovým číslem jako v zápisníku. Za předpokladu, že byl systém dostupný, byla poloha určována zaměřením polohy GPS, v častých případech jsem ale polohu stromů určoval na základě orientace v porostní mapě.

Záznamy z terénního zápisníku jsem v první řadě přepsal do programu Microsoft Excel. Vytvořil jsem tabulku ve formátu terénního zápisníku, který obsahuje sloupce: Lokalita, Zóna, Pořadové číslo, Číslo porostu, Dřevina, Tloušťka stromu, Počet dutin, Průměr dutin, Orientace, Výška dutin nad zemí, Status, Poznámka. Tato data jsem dále kombinoval a uspořádal pomocí kontingenčních tabulek. Výsledkem jsou grafy a tabulky, které dále popisují.

Pro vypracování mapových výstupů v programu QGIS jsem použil vrstvu Ortofoto od ČÚZK, Porostní mapu od LČR a Zonace velkoplošných zvláště chráněných území od AOPK ČR. Následně jsem vytvořil polygony výzkumných ploch. V atributové tabulce této vrstvy jsem pomocí kalkulátoru polí vypočítal plochu (použil jsem výraz  $\$area/10000$ ). Extrakce vrstvy bodů z aplikace ProPla Mobile nebyla možná, proto jsem je ručně přepsal a vytvořil bodovou

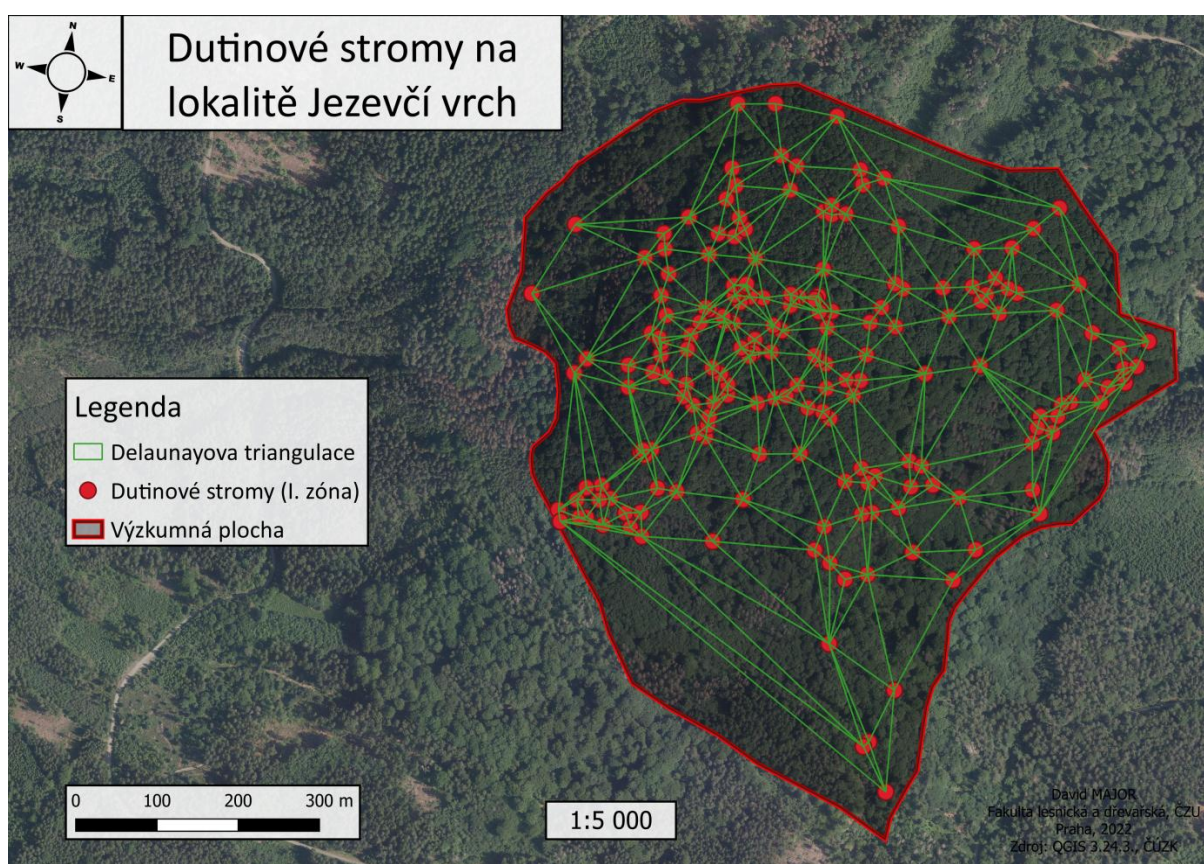
vrstvu překrývající výzkumné plochy. Bodové vrstvy se staly podkladem pro provedení analýzy geometrickým nástrojem Delaunayova triangulace, který propojí vždy tři nejbližší body a tím vytvoří síť trojúhelníků. Plocha trojúhelníků se rovná ploše bez přítomnosti doupného stromu v porostu. V atributové tabulce vrstvy Delaunayova triangulace jsem pomocí kalkulátoru polí vypočítal plochu trojúhelníků, data z atributové tabulky jsem překopíroval do excelové tabulky a vypočítal průměrnou plochu. Vzdálenosti mezi body v bodové množině jsem zpracovával analytickým nástrojem Vzdálenostní matice v programu QGIS. Pro parametr „Typ výstupní matice“ jsem zvolil souhrnnou vzdálenostní matici (průměr, směrodat. odch., min, max) a použití pro pět nejbližších bodů. Data z atributové tabulky výstupní vrstvy jsem zkopíroval do excelové tabulky. V programu Microsoft Excel jsem s pomocí nástroje Analýza dat provedl analýzu rozptylu (Anova: jeden faktor). Statistickou významnost jsem znázornil krabicovým grafem, který znázorňuje rozptyl velikostí ploch bez doupného stromu na jednotlivých lokalitách.

U vybraných porostů jsem si na Správě CHKO Lužické hory vyžádal přístup k hospodářským knihám. Informace o porostech z hospodářských knih jsem přepsal do excelové tabulky. Tato data jsem použil k popisu druhového složení a struktury porostů zájmových lokalit. Plochu jednotlivých porostních skupin jsem dále vyhodnocoval ve vztahu k počtu nalezených doupných stromů. Relativní četnost doupných stromů jsem vypočítal jako podíl celkové výměry a počtu stromů. Ze zvědavosti jsem vypočítal i relativní četnost vztaženou pouze na plochu porostů s podmínkami pro vznik dutin, takže jsem provedl součet výměr porostních skupin a vydělil počtem nalezených doupných stromů na zájmové ploše.

## 6 Výsledky

### 6.1 Přehled výsledků

Mezi zónami lze pozorovat rozdíly v rozmístění doupných stromů po výzkumné ploše. Nejvýraznější rozdíl je mezi 1. zónou a zbylými dvěma zónami (2. a 3.). U rezervace Jezevčí vrch se rozmístění střídá z hloučkovitého k rovnoměrnému. Okraje jsou na doupné stromy chudší z důvodu nízkého stáří porostů nebo nepůvodního druhového složení, to je způsobeno tím, že se rezervace částečně rozkládá v bývalých, hospodařením pozměněných porostech. Největší koncentrace doupných stromů je na vrcholu kopce v nejstarších porostech (Obr. 2).

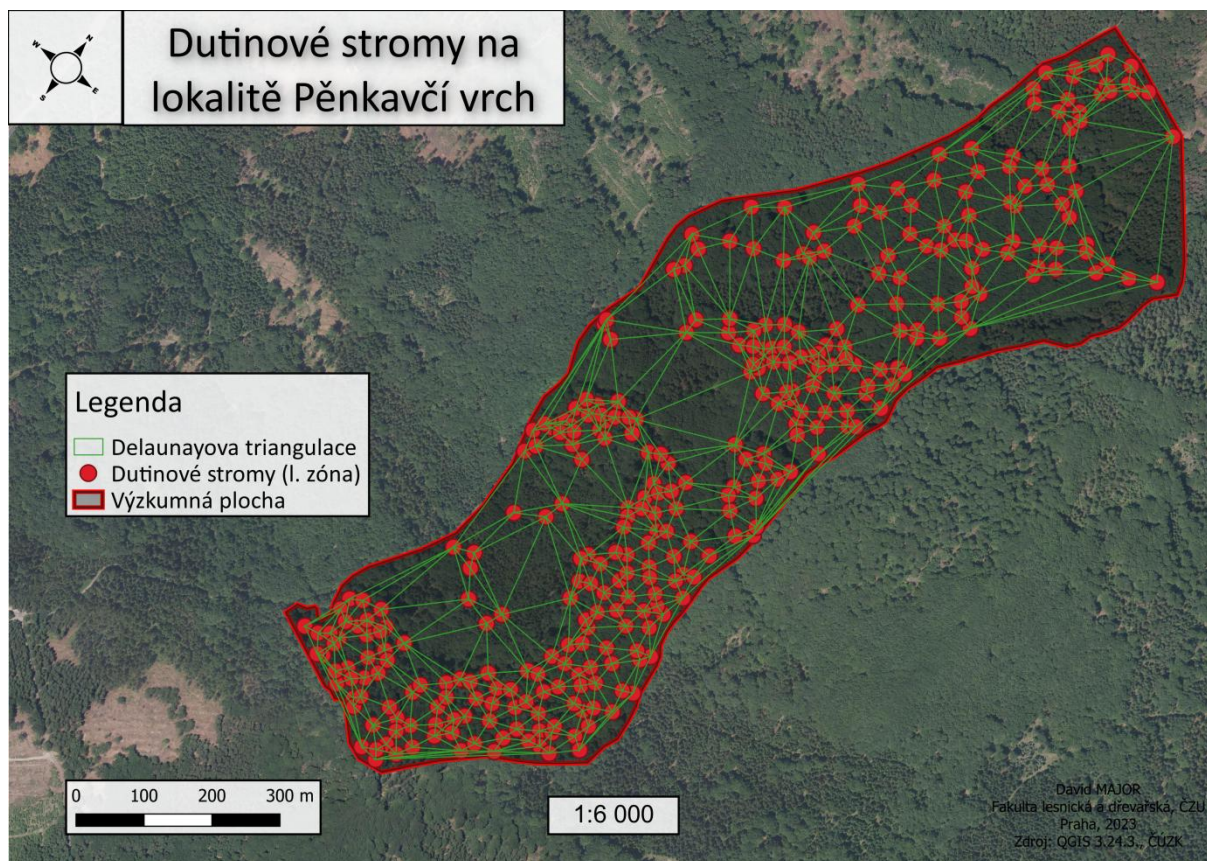


**Obr. 2:** Výstup z programu QGIS zobrazující plochu Jezevčí vrch v 1. zóně. Bodová vrstva se sestává z jednotlivých doupných stromů nalezených na ploše s jejich skutečnou lokací. Zvolená barva bodů odkazuje na typ zóny (Obr 1).

Výzkumná plocha Pěnkavčí vrch má podobný charakter rozmístění doupných stromů. Koncentrace doupných stromů je opět v nejstarších bukových porostech, a rozmístění je rovnoměrné téměř na celé ploše těchto porostů. Občasné jednotlivě stojící doupné stromy jsou vázané na mladší porosty s převahou jehličnatých dřevin, samotné doupné stromy jsou



ale často vtroušené břízy. Nižší věk porostů je zde často doprovázen pozměněnou druhovou skladbou, zejména výskytem smrku ztepilého, smrku pichlavého a modřínu opadavého. Koncentrace doupných stromů roste od mladších (121+) po starší (141+) porosty (Obr. 3). Ovšem i v mladších bukových porostech (61+) se doupné stromy mohou objevovat ve velkém množství (Příloha 2).

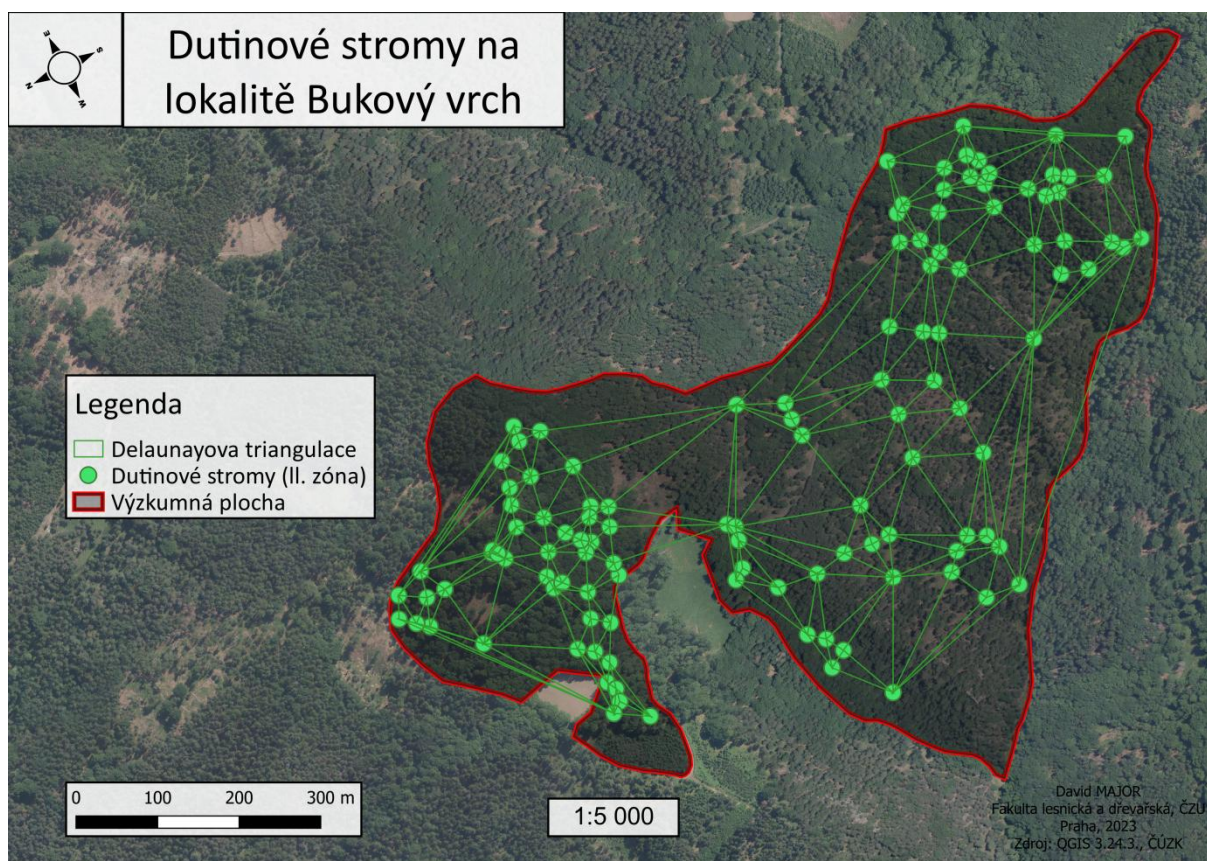


**Obr. 3:** Výstup z programu QGIS zobrazující plochu Pěnkavčí vrch v 1. zóně. Bodová vrstva se sestává z jednotlivých doupných stromů nalezených na ploše s jejich skutečnou lokací. Zvolená barva bodů odkazuje na typ zóny (Obr. 1).

U ostatních zón jsou mezi doupnými stromy znatelně větší vzdálenosti, přesto lze i zde nalézt porosty, kde jsou doupné stromy mnohem více koncentrované. Je to viditelné u plochy Bukový vrch a Jezevčí kámen (Obr. 4 a 5) a vyplývá to ze stáří (Příloha 3 a 4) a druhového složení těchto porostů. Koncentrace doupných stromů v severní části plochy Bukový vrch je vázána na staré bukové porosty, některé prázdné plošky naznačují, že zde došlo k proředění v souvislosti s nahodilou těžbou. V prostřední části plochy a směrem na západ jsou doupné stromy rozmístěny náhodně, v delších i kratších vzdálenostech od sebe, mezi druhy dřevin nalezneme smrk ztepilý, borovici lesní a břízu bělokorou. Zároveň jsou tyto lesy na pískovcových skalách a v jejich údolích sdruženy v kategorii lesů ochranných. V jižní části



plochy převažuje mezi doupnými stromy smrk ztepilý a bříza bělokorá (Obr. 4; Příloha 3). I na ploše Jezevčí kámen jsou místa bez přítomnosti doupných stromů důkazem čerstvě vytěžených porostů. Na těchto plochách nejsou ponechávány žádné souše či výstavky, které by mohli nést dutiny, což značně zkresluje finální relativní četnost a výsledky Delaunayovy triangulace (Tab. 4). Skupiny doupných stromů v severozápadní části jsou vázány na starý bukový porost, který relativní četností doupných stromů převyšuje všechny ostatní zkoumané porosty (41 doupných stromů/ha) (Příloha 4). Zdá se, že velké shluky odpovídají přítomnosti měkkých listnatých druhů dřevin v porostech, hlavně jeřábu ptačího a břízy bělokoré (Obr. 5).

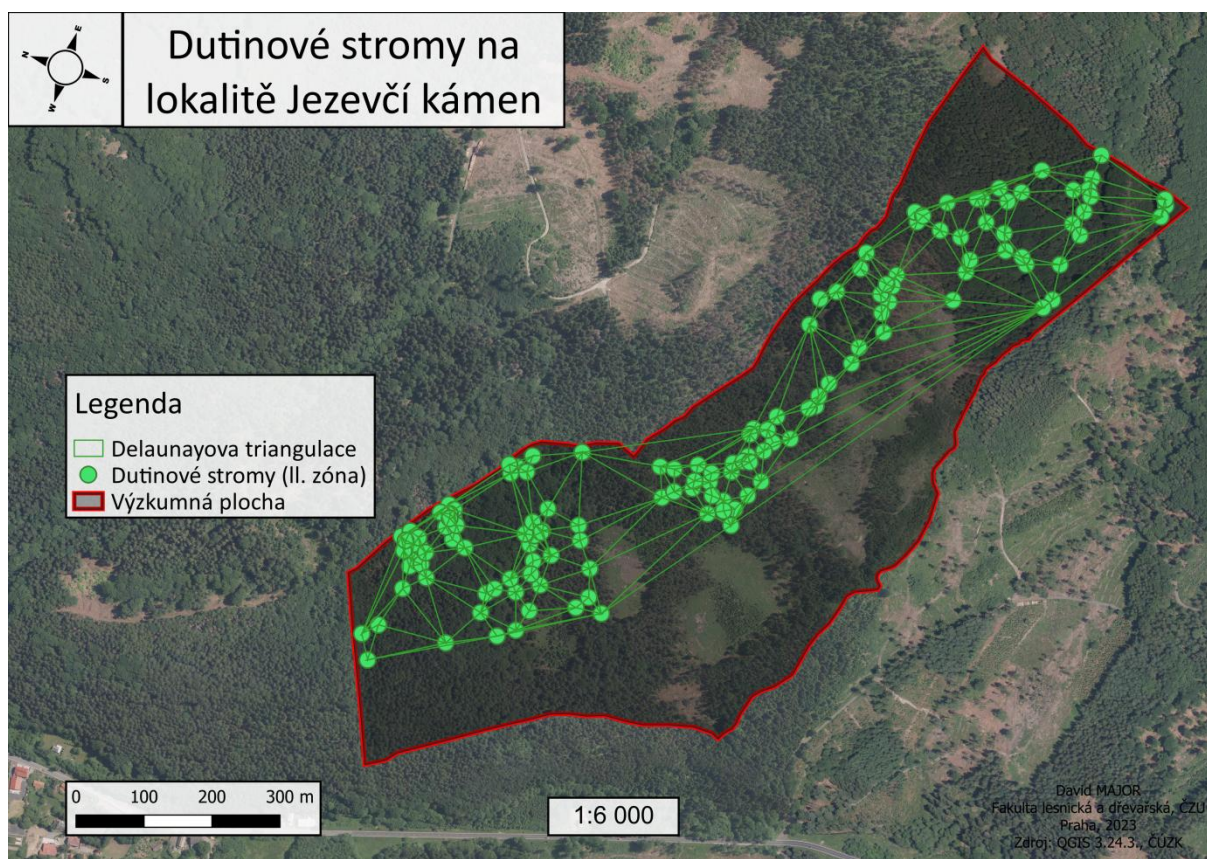


**Obr. 4:** Výstup z programu QGIS zobrazující plochu Bukový vrch ve 2. zóně. Bodová vrstva se sestává z jednotlivých doupných stromů nalezených na ploše s jejich skutečnou lokací. Zvolená barva bodů odkazuje na typ zóny (Obr. 1).

Poněkud rozvolněné uspořádání doupných stromů, v porovnání s 1. zónou, je znatelné na ploše Naděje ve 3. zóně. Prostorové rozmístění doupných stromů je buď shlukovité, liniové nebo jednotlivé. Shluk v severní části je vázán na starý bukový porost, osiky a břízy. Liniové uspořádání doupných stromů se váže na břeh vodního toku a byla zde nalezena olše a jasan. Jednotlivě se vyskytují hlavně doupné břízy, ale také borovice a smrky. Části plochy bez doupných stromů jsou mladé, nejčastěji jehličnaté porosty (Obr. 7). Plocha Mařenice je



extrémním případem nedostatku hnízdních příležitostí pro dutinové živočichy. Tři části s vyšším výskytem doupných stromů jsou buď ve starších jehličnatých porostech (západní a jihovýchodní část), nebo také v mladších jehličnatých porostech s vyšší příměsí listnatých druhů dřevin. Doupnými stromy jsou nejčastěji již zmíněné vtroušené listnaté a krátkověké dřeviny, hlavně bříza a osika. Plochy bez doupných stromů spojuje to, že jde nejčastěji o mladé kultury a tyčkoviny. Na většině plochy převažují jehličnaté druhy dřevin, zejména borovice lesní, což je dáno tím, že velká část území spadá pod CHS 13 (přirozená borová stanoviště a stanoviště borových doubrav) (Obr. 6).

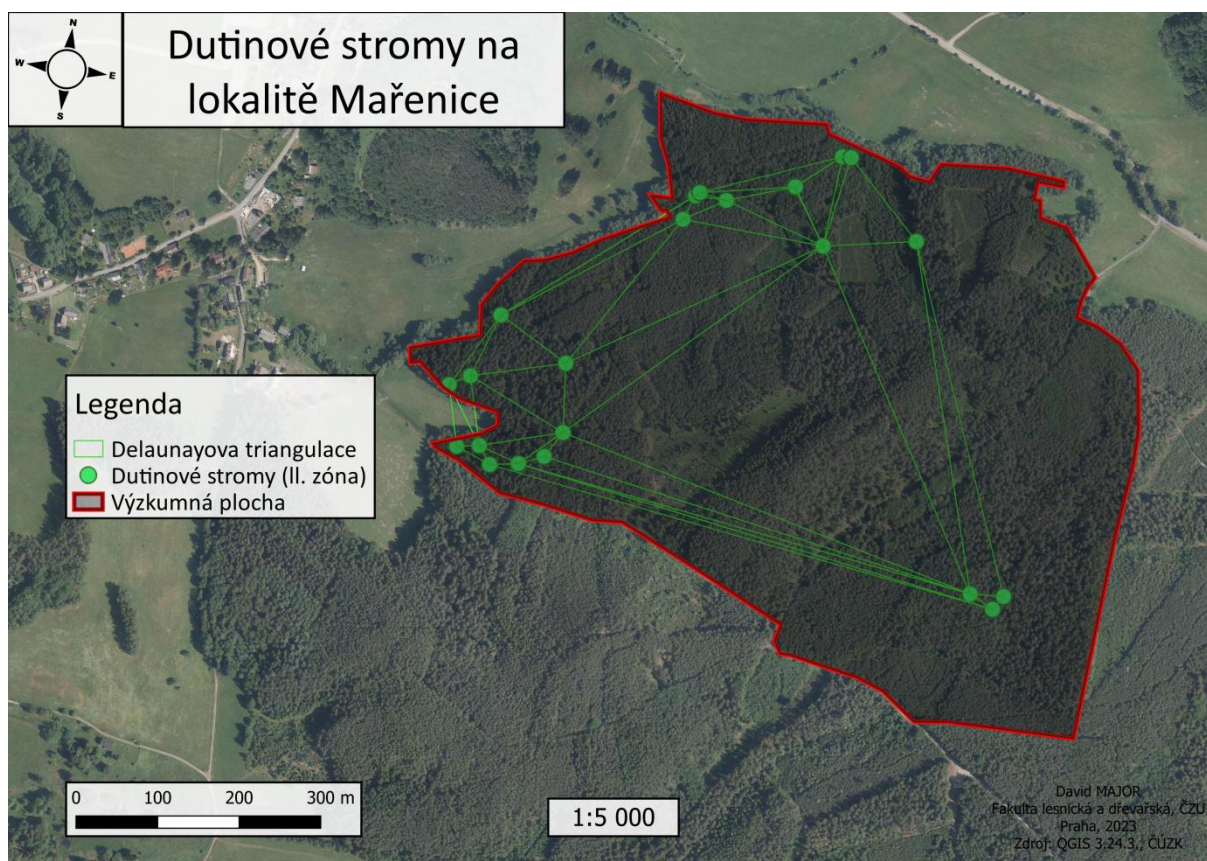


**Obr. 5:** Výstup z programu QGIS zobrazující plochu Jezevčí kámen ve 2. zóně. Bodová vrstva se sestává z jednotlivých doupných stromů nalezených na ploše s jejich skutečnou lokací. Zvolená barva bodů odkazuje na typ zóny (Obr. 1).

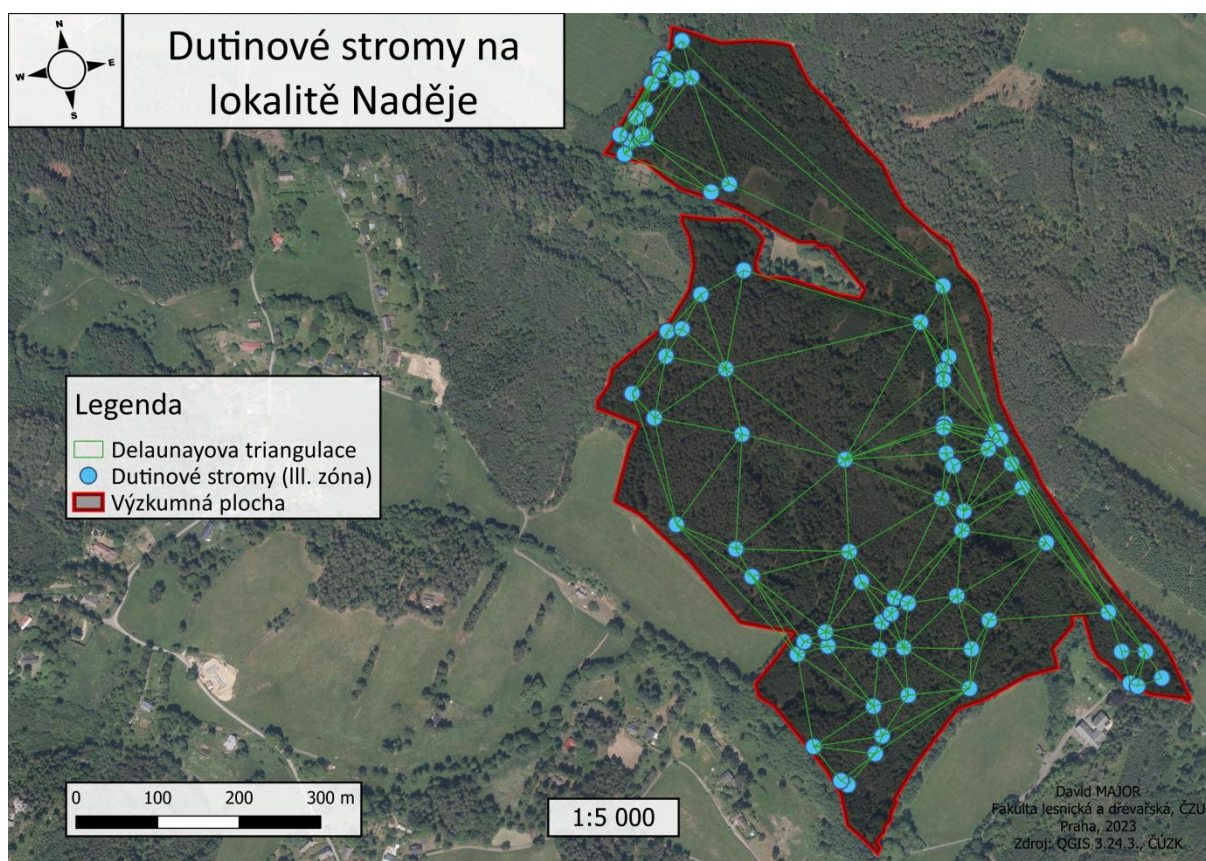
Nejvyšší počet stromů jsem našel v 1. zónách, kde na Pěnkavčím vrchu bylo 346 stromů na 53,5 ha plochy. To je hustota téměř 6,5 stromu na ha. V NPR Jezevčí vrch potom 193 stromů na necelých 47 ha plochy, s hustotou 4 stromy na ha. Počet stromů vztažený pouze k ploše porostů, ve kterých se nějaké stromy vyskytovaly, dává hustotu pro Pěnkavčí vrch necelých 7,5 stromů a pro NPR Jezevčí vrch necelých 6 stromů. Lokality Bukový vrch a Jezevčí kámen jsou srovnatelné, ale hustota, vztažená na plochu porostů s výskytem stromů, je 6,8 stromů pro Bukový vrch a 7,7 pro Jezevčí kámen. Lokalita Mařenice ve 2.



zóně je výrazně nejchudší na doupné stromy. Pouze 23 stromů na 42,5 ha a s hustotou 0,5 stromů na ha. Hustota vztažená na plochy s výskytem stromů jsou 3 stromy na ha. Přítomnost doupných stromů na lokalitě Naděje ve 3. zóně také není výrazná. 78 stromů na necelých 33 ha plochy dává hustotu 2,4 stromů na ha. Na plochu porostů s výskytem stromů to je 4,8 stromů na ha. Z hlediska druhové bohatosti jsou na tom všechny plochy v podstatě stejně, počet nalezených druhů dřevin s dutinou se liší maximálně o 2 druhy (Bukový vrch – 10, Jezevčí vrch – 8) (Tab. 1). Odlišnosti přichází až s jejich zastoupením na jednotlivých plochách (Obr. 9).



**Obr. 6:** Výstup z programu QGIS zobrazující plochu Mařenice ve 2. zóně. Bodová vrstva se sestává z jednotlivých doupných stromů nalezených na ploše s jejich skutečnou lokací. Zvolená barva bodů odkazuje na typ zóny (Obr. 1).



**Obr. 7:** Výstup z programu QGIS zobrazující plochu Naděje ve 3. zóně. Bodová vrstva se sestává z jednotlivých doupných stromů nalezených na ploše s jejich skutečnou lokací. Zvolená barva bodů odkazuje na typ zóny (Obr. 1).

Lokalita	Zóna	Výměra (ha)	Počet stromů	Počet stromů na ha	Počet druhů dřevin
Jezevčí vrch	I.	46,872	193	4,12	8
Pěnkavčí vrch	I.	53,529	346	6,46	9
Bukový vrch	II.	41,259	118	2,86	10
Jezevčí kámen	II.	48,043	140	2,91	9
Mařenice	II.	42,531	23	0,54	9
Naděje	III.	32,659	78	2,39	9

**Tab. 1:** Základní přehled lokalit s uvedením jejich pracovního názvu a čísla zóny, které je doprovázeno odpovídajícím barevným vylíčením (Obr. 1). Shrnutí informací o rozloze ploch, celkovém počtu nalezených doupných stromů, relativním počtu stromů na ha a počtu druhů dřevin s dutinou.



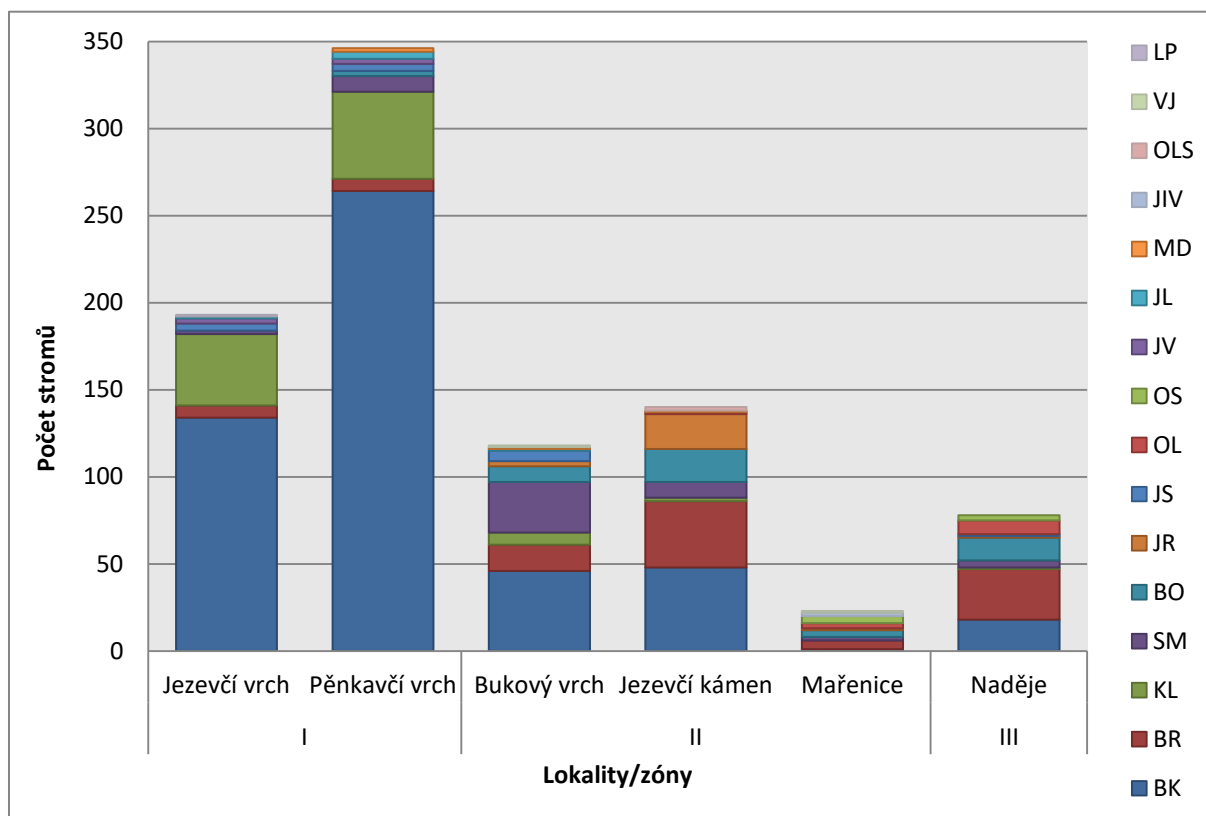
Dřevina (český název)	Dřevina (latinský název)	Zkratka dřeviny	Status		Počet celkem
			Mrtvý	Živý	
buk lesní	<i>Fagus sylvatica</i>	BK	58	453	511
borovice lesní	<i>Pinus sylvestris</i>	BO	8	40	48
bříza bělokorá	<i>Betula pendula</i>	BR	30	71	101
vrba jíva	<i>Salix caprea</i>	JIV		2	2
jilm horský	<i>Ulmus glabra</i>	JL	1	5	6
jeřáb ptačí	<i>Sorbus aucuparia</i>	JR	7	18	25
jasan ztepilý	<i>Fraxinus excelsior</i>	JS	3	12	15
javor mléč	<i>Acer platanoides</i>	JV		6	6
javor klen	<i>Acer pseudoplatanus</i>	KL	13	88	101
lípa malolistá	<i>Tilia cordata</i>	LP		1	1
modřín opadavý	<i>Larix decidua</i>	MD		4	4
olše lepkavá	<i>Alnus glutinosa</i>	OL	6	6	12
olše šedá	<i>Alnus incana</i>	OLS		2	2
topol osika	<i>Populus tremula</i>	OS		7	7
smrk ztepilý	<i>Picea abies</i>	SM	20	35	55
borovice vejmutovka	<i>Pinus strobus</i>	VJ	1	1	2

**Tab. 2:** Přehled druhů dřevin, ve kterých byly přítomny dutiny. Tabulka dále uvádí celkový počet nalezených stromů daného druhu dřeviny a jejich rozdělení podle zdravotního stavu.

Celkově je mezi doupnými stromy zastoupeno 16 druhů dřevin, z nichž je 12 listnatých. Četnost doupných stromů v listnatých dřevinách představuje 87,86% (789) všech nalezených doupných stromů (898). Mrtvé stromy z toho tvoří pouze 16,37% (Tab. 2).

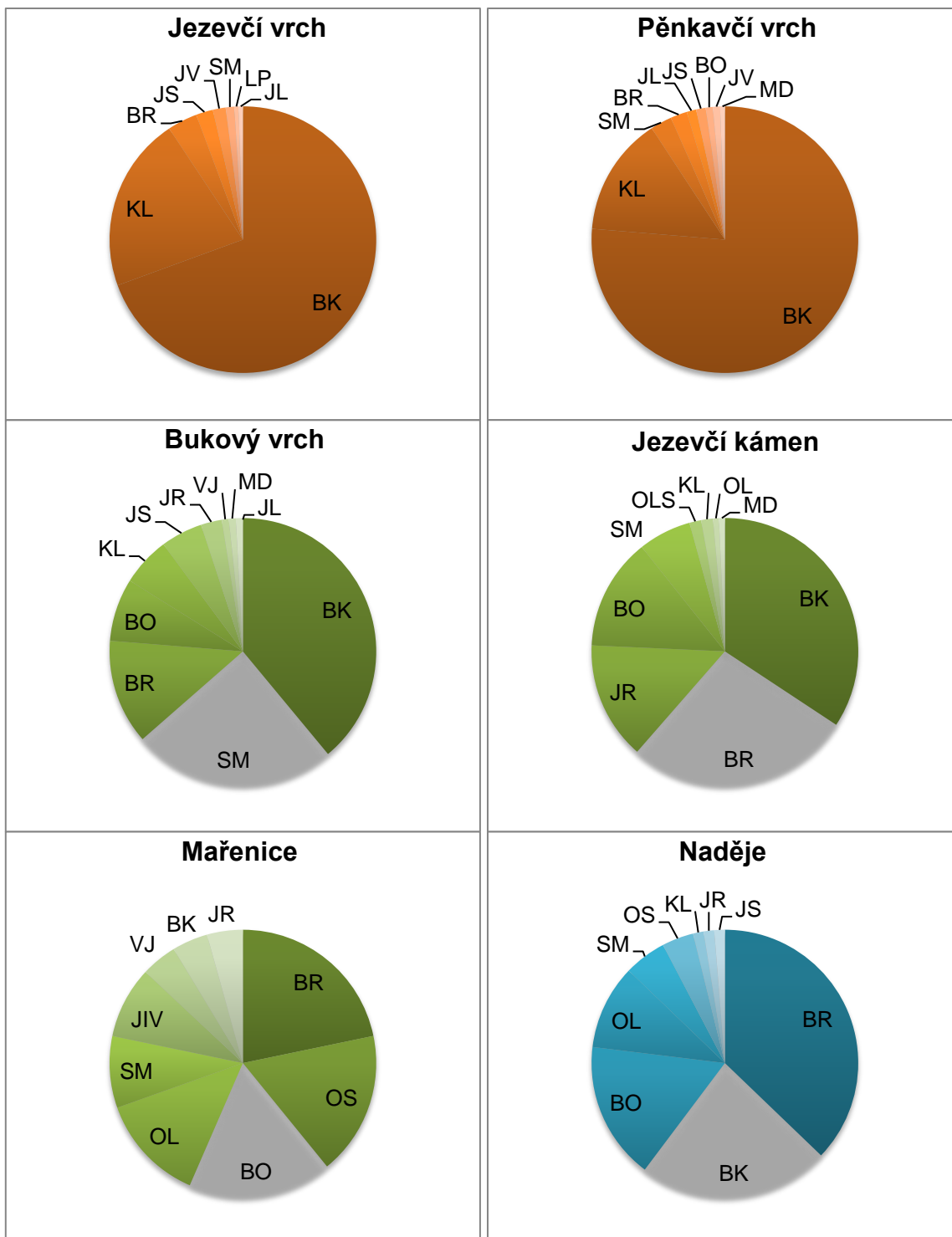
V 1. zóně je naprostá většina dutin vázána na buk lesní, který je zde přirozeně dominantní dřevinou, na obou plochách představuje 3/4 všech doupných stromů. Počet buků na ploše Pěnkavčí vrch je dokonce vyšší, než celkový počet všech stromů na ostatních plochách. Výrazné je i zastoupení javoru kleny a břízy bělokoré (Tab. 2). Každá z těchto dvou dřevin je však vázaná na jiné plochy. Klen tvoří významnou složku v 1. zóně, ale nízkou ve všech ostatních zónách, zatímco bříza je v 1. zóně zastoupena málo a na ostatních plochách svým zastoupením javor klen vždy převyšuje (Obr. 9). Pro všechny plochy platí častější výskyt dutin v listnatých dřevinách než v jehličnatých, přestože jsou v 2. a 3. zóně zvýhodňovány smrky, borovice a modříny. V 2. zóně, na plochách v bezprostřední blízkosti 1. zóny (Jezevčí kámen a Bukový vrch) jsou zastoupeny staré bukové porosty, hospodářské jehličnaté porosty a přimíšené listnaté dřeviny, což se následně odráží v celkovém zastoupení dřevin. Buk je zde zastoupen z 1/3, ale javor klen už téměř vůbec. Projevují se porosty přeměněné hospodařením, výrazněji zastoupené jehličnany a měkké listnaté dřeviny, které dříve produkují dutiny. Jediným dostupným substrátem na ploše Mařenice jsou měkké listnaté

dřeviny a jehličnaté dřeviny, které jsou zde hlavními produkčními dřevinami. Na ploše Naděje tvoří hlavní druhové složení doupných stromů měkké listnaté dřeviny, olše na březích potoka a borovice (hlavní produkční dřevina), buk je zde zastoupen díky ponechanému starému porostu (Obr. 9).



**Obr. 8:** Grafické zobrazení celkového počtu stromů na jednotlivých plochách s rozdělením podle četnosti zastoupených dřevin. Mezi doupnými stromy je zastoupeno 16 druhů dřevin, z toho 4 jehličnaté (SM, BO, MD a VJ). Vysvětlení použitých zkratk dřevin lze nalézt výše (tabulka 2).

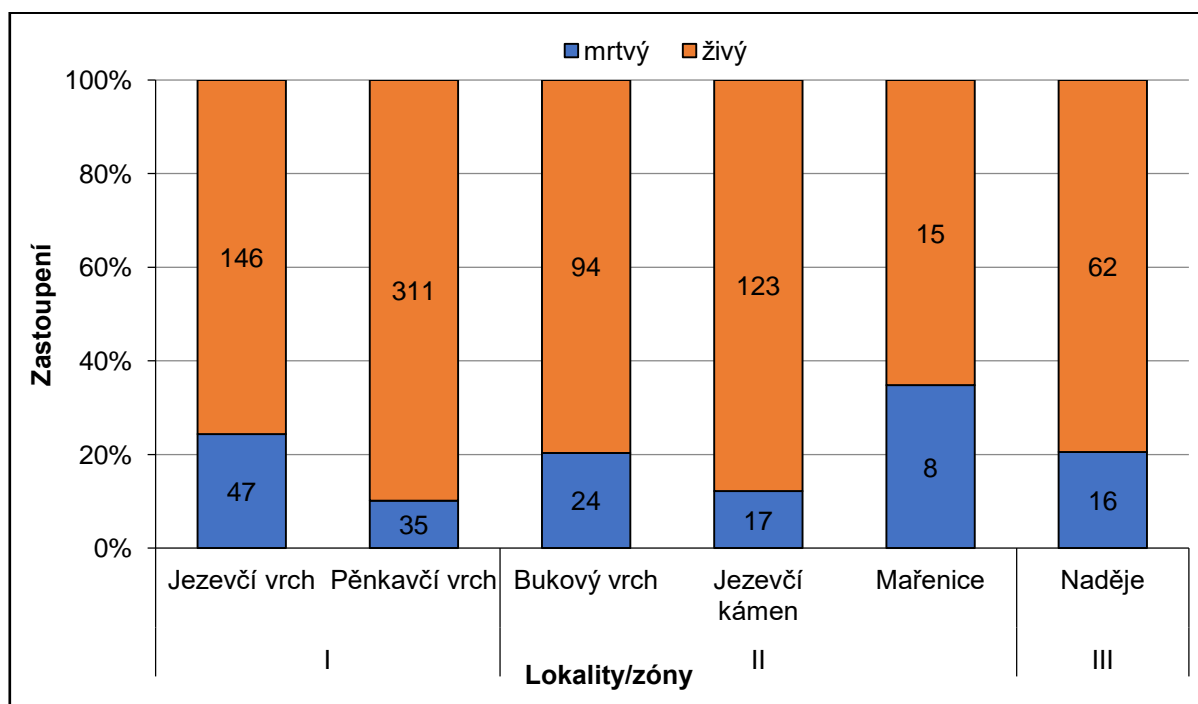
Na první pohled mají mrtvé doupné stromy nízký podíl na celkovém množství doupných stromů, a to i na obou plochách v 1. zóně. Buk lesní a javor klen jsou poměrně houževnaté dřeviny, které dokážou přežít velmi dlouho i s hnilobou, dokud na ně nezapůsobí silný vítr. To může být případ Jezevčího vrchu, kde se na několika místech objevují náznaky rozpadu starých bukových porostů.



**Obr. 9:** Kruhové diagramy znázorňující dominující druhy dřevin s dutinami na jednotlivých plochách. Oranžové diagramy reprezentují 1. zónu, zelené diagramy reprezentují 2. zónu a modrý diagram reprezentuje 3. zónu. Vysvětlení zkratk dřevin se nachází výše (tabulka 2).

Data naznačují, že mrtvé doupné stromy jsou nejvíce zastoupené na ploše Mařenice. Je nutné brát v úvahu i celkový počet stromů na ploše, protože změna zastoupení v řádu jedinců dělá velký rozdíl na ploše, kde je pouze 23 doupných stromů (Tab. 1). Může to být

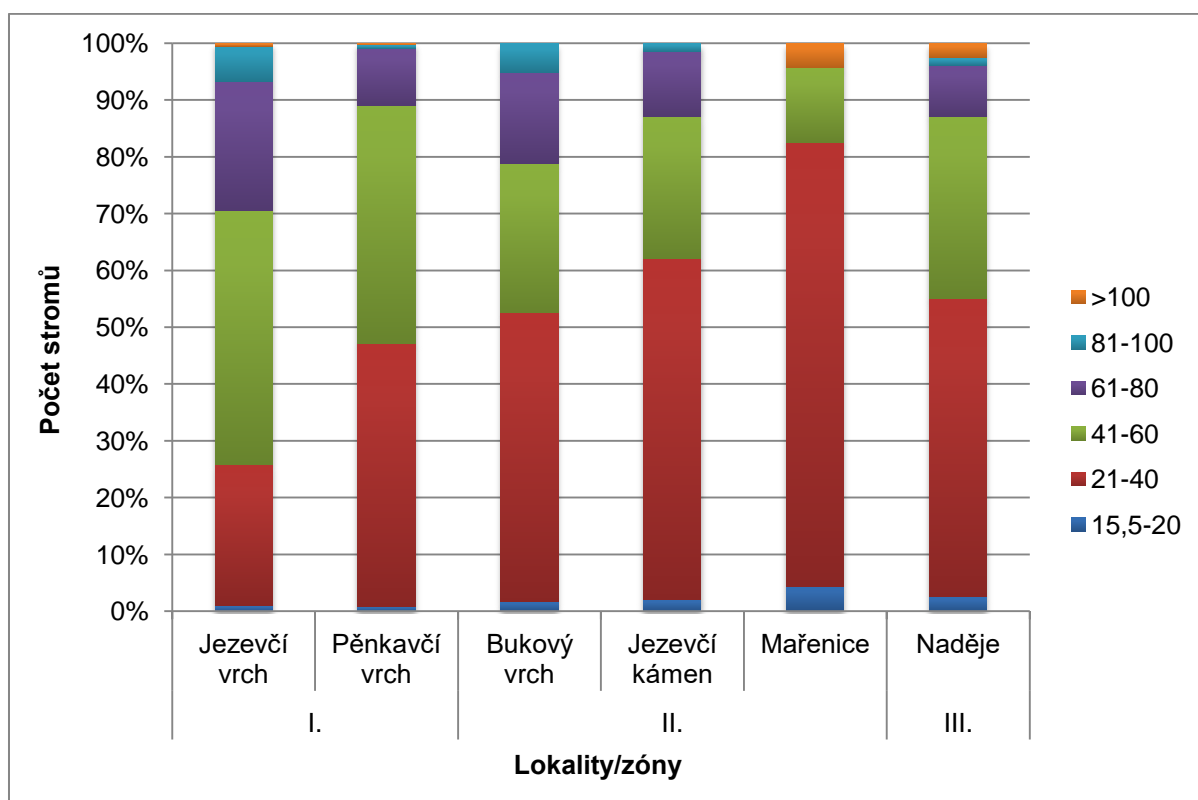
způsobeno i vyšší přítomností krátkověkých dřevin. I mrtvé borovice mohou být oblíbeným substrátem, pokud mají dostatečné rozměry. Odumřelé borovice mají výraznou životnost, takže pokud jde o jedince bez ekonomického nebo prostorového významu, budou ponechané v porostu dutinovými ptáky téměř vždy využity. Na ploše Jezevčí kámen je v současnosti odstraňováno velké množství kůrovcového dříví, tím může být odstraňován veškerý atraktivní substrát, až na vtroušené odumřelé břízy a jeřáby (Obr. 10).



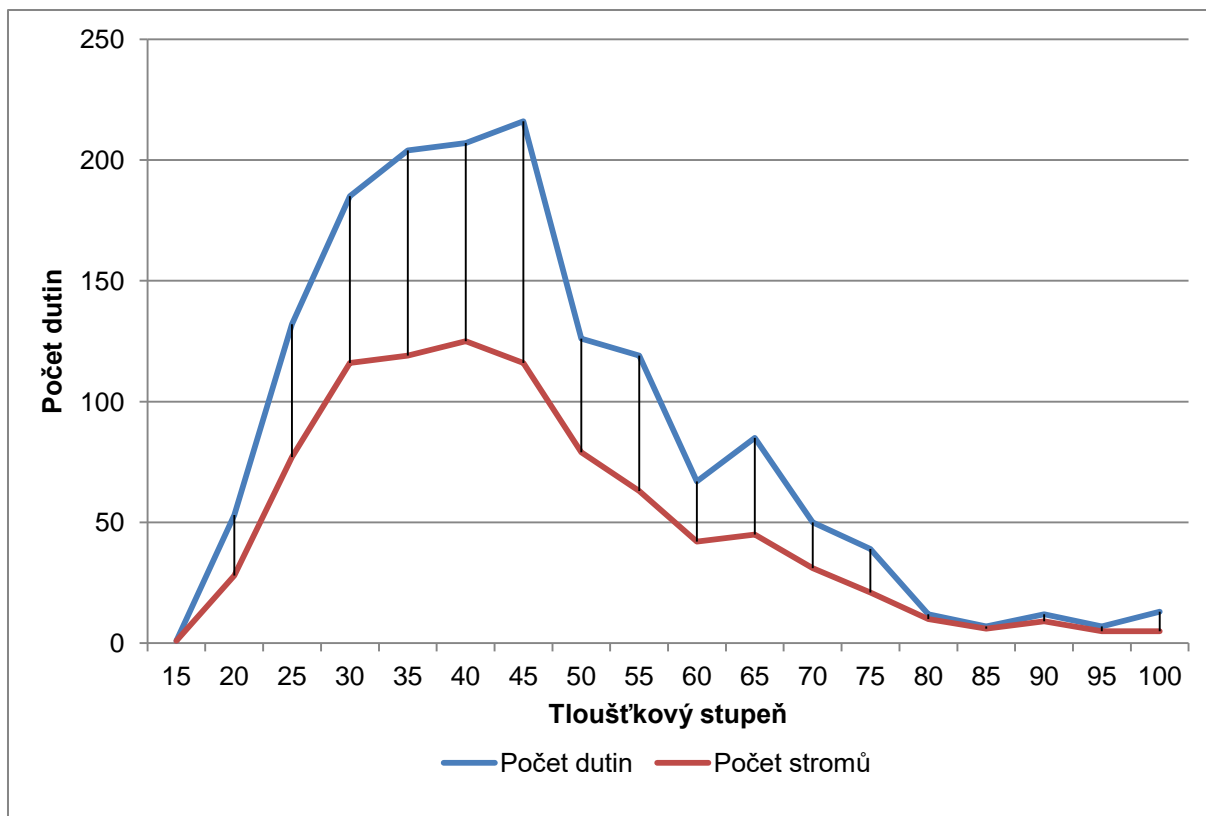
**Obr. 10:** Zastoupení mrtvých a živých doupných stromů podle lokalit a zón. Zobrazené zastoupení nabývá 100%, kdy modře vybarvená část sloupců je podíl mrtvých stromů a oranžově podíl živých stromů. Uvnitř sloupců je absolutní četnost mrtvých a živých doupných stromů.

Nejmenší změřenou tloušťkou je 15,5 cm u buku lesního na ploše Pěnkavčí vrch. Stromy s tloušťkou větší než 1 metr jsou výjimkou, často se vyskytují na okrajích porostů nebo u cest (jsou mezi nimi 3 buky a 2 jasany). Nejvíce zastoupenou je třída tlouštěk od 21-40 cm. Výrazný je také počet stromů ve třídě 41-60 cm. V 1. zóně je vyšší nabídka větších tloušťkových stupňů (Jezevčí vrch), pokud pomíneme nízké celkové množství doupných stromů, tak jsou i ve 3. zóně všechny tloušťkové stupně zajímavým výsledkem (různé druhy porostů, ponechané pralesní prvky). V 2. potom Bukový vrch má vyšší zastoupení tloušťkové třídy 61-80 a 81-100 (Obr. 11). Průměrný počet dutin na strom má tendenci se zvyšovat směrem k nižším stupňům ochrany. Menší dostupnost substrátu zřejmě nutí primární dutinové ptáky k opakovanému hloubení dutin do již přítomného substrátu. Velké množství

dutin v jednom stromě indikuje působení ptáků při hnízdění nebo hledání potravy. Na druhou stranu, dutiny vzniklé vyhníváním v místě poškození nebo odlomení větve, bývají na stromě v malém počtu a jsou častější v listnatých porostech 1. zóny. Také to může být ovlivněno malým počtem vzorků na plochách Mařenice a Naděje (Tab. 3). Nejvíce dutin připadá na tloušťkové třídy 30, 35, 40 a 45, kde je také největší počet doupných stromů. Počet dutin koreluje, až na pár výjimek (tloušťkový stupeň 45 a 100), s počtem doupných stromů v tloušťkových stupních. Klesající počty doupných stromů ukazují na prudký pokles v zastoupení od tloušťkového stupně 45 (Obr. 12). U větších tloušťkových tříd je počet dutin na strom nižší, ale u stromů s tloušťkou okolo 1 metru počet dutin výrazně stoupá. Příčinou může být malý počet vzorků stromů s výčetní tloušťkou nad 80 cm (Obr. 11). Takto mohutné stromy již často dosahují limitů svého fyziologického stáří. Více dutin také zvyšuje pravděpodobnost, že se strom zhroutí a spolu s ním zaniknou i dutiny. U stromů s výčetní tloušťkou nad 1 metr jde zřejmě o jedince chráněné okolním porostem před vývratem nebo o jedince se zlomenou korunou a sníženým těžištěm. Tyto stromy jsou vždy výrazně silnější než okolní stromy, což může být také jednou z příčin vyššího počtu dutin (Obr. 13).



**Obr. 11:** Četnost doupných stromů v tloušťkových třídách na jednotlivých lokalitách a v jednotlivých zónách. Zastoupení nabývá 100% a poměr tloušťkových tříd je vyobrazen přidělenými barvami. Tloušťkové třídy sdružují tloušťky po 20 cm.



**Obr. 12:** Vztah mezi celkovým počtem stromů a celkovým počtem dutin v jednotlivých tloušťkových stupních po 5 cm. Mezi oběma řadami jsou spojnice extrémů.

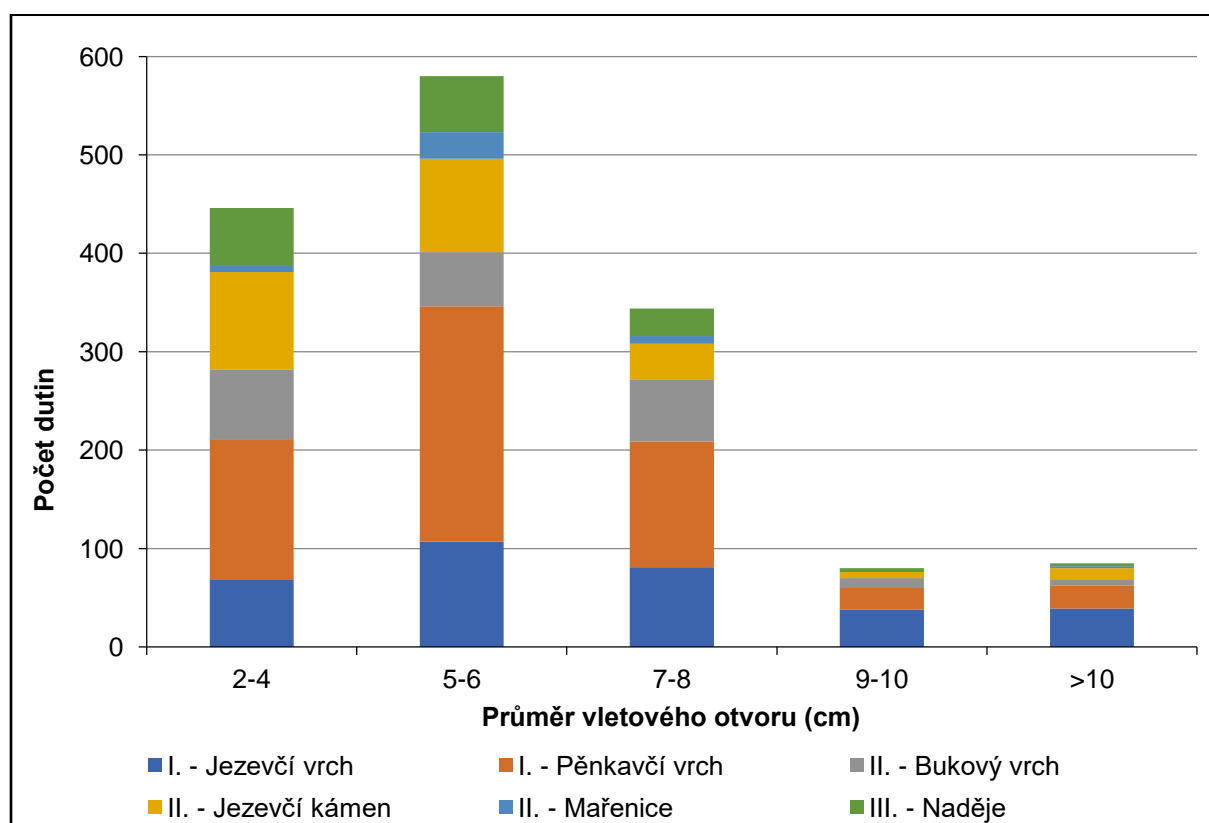




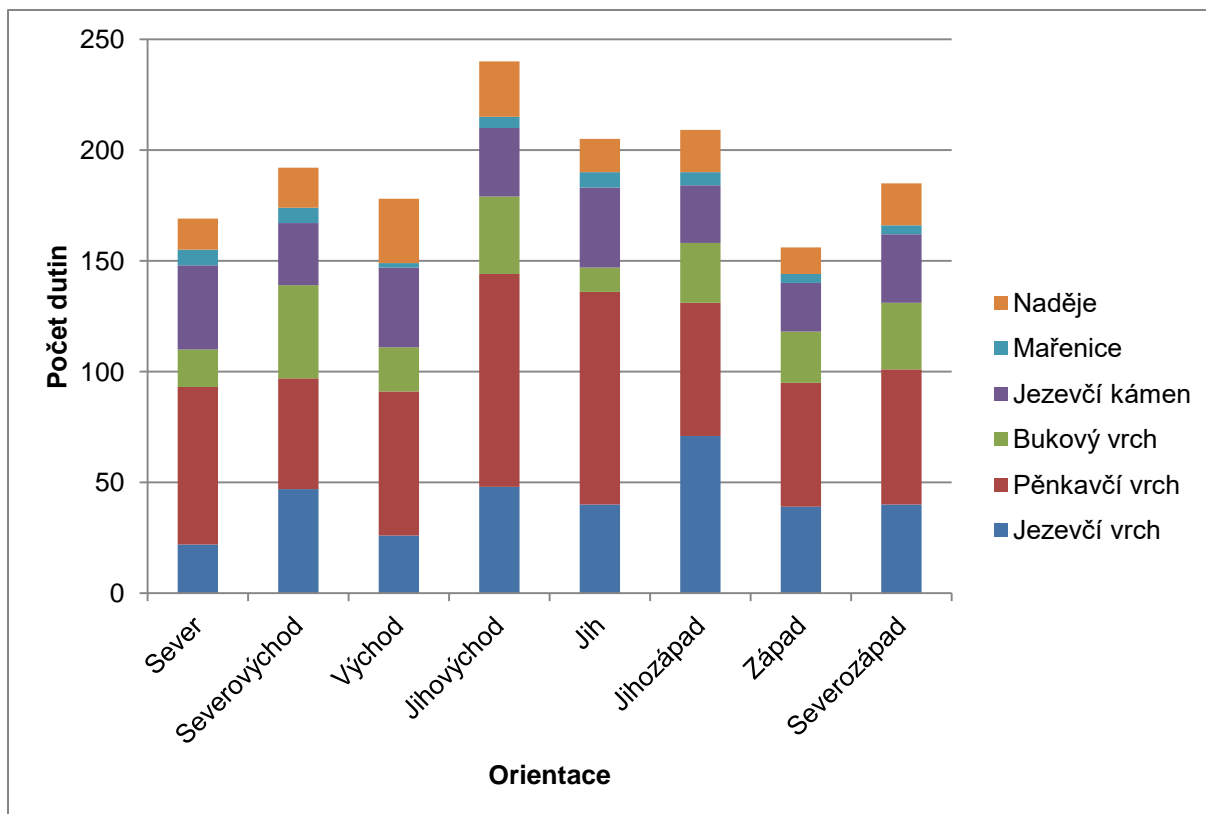
**Obr. 13:** Poměr mezi počtem dutin a celkovým počtem doupných stromů v jednotlivých tloušťkových stupních po 5 cm.

Lokality	Jezevčí vrch	Pěnkavčí vrch	Bukový vrch	Jezevčí kámen	Mařenice	Naděje	Celkem
Počet stromů	193	346	118	140	23	78	898
Počet dutin	333	555	205	248	43	151	1535
Počet dutin na strom	1,73	1,60	1,73	1,77	1,87	1,94	1,71

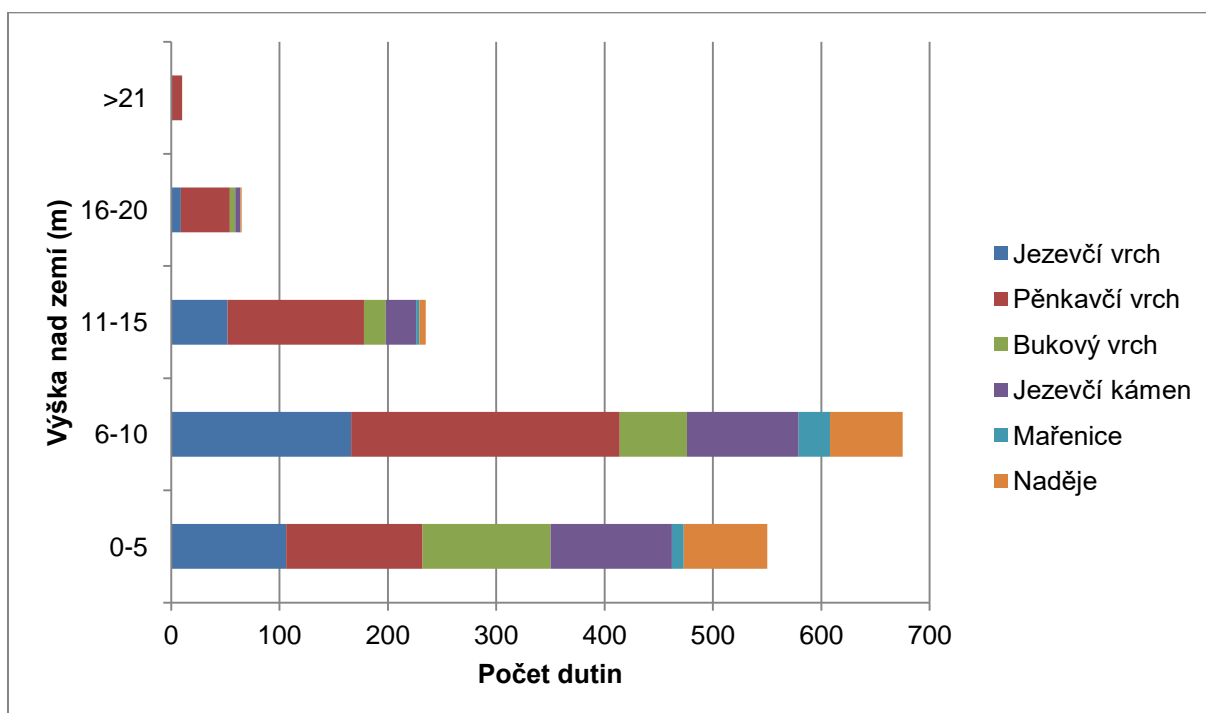
**Tab. 3:** Přehled počtu dutin v poměru k počtu doupných stromů na jednotlivých plochách. Rozmezí 1 – 12 dutin.



**Obr. 14:** Zastoupení dutin podle průměru vletového otvoru na jednotlivých výzkumných plochách.



**Obr. 15:** Počet dutin směřujících svým vstupním otvorem k určité světové straně. Řady jsou dále rozděleny podle počtu dutin s danou orientací na jednotlivých výzkumných plochách.



**Obr. 16:** Četnost dutin ve výškových třídách podle výzkumné plochy. Výšky jsou sloučeny do výškových tříd po 5 metrech.

Nejvíce dutin má průměr 5-6 cm. Patří sem nejčastěji hnilobné dutiny po odlomených větvích a dutiny některých středně velkých dutinových hnízdičů. Dutiny menších rozměrů od 2 do 4 cm jsou také často zastoupené, nejčastěji jsou to dutiny zarůstající, ale mohou patřit i menším primárním dutinovým hnízdičům. Průměr vletového otvoru od 7 do 8 cm obsahuje téměř všechny dutiny datla černého a větší hnilobné dutiny. Větší průměr otvorů je způsoben rozsáhlou hnilobou nebo živočichy hledajícími potravu. V 1. zóně jsou ve velké míře zastoupeny všechny rozměry. Nejvíce velkých hnilobných dutin (9-10 cm a >10 cm) se nachází na Jezevčím vrchu. Na ploše Mařenice byly takové dutiny pouze 2, obě v mohutném buku (Obr. 14). Rozdíly mezi dutinami směřujícími svým vletovým otvorem k určité světové straně, nejsou výrazné, protože se míchají dutiny hnilobné a ptačí. Nicméně, dutiny směřující na jihovýchod, jih a jihozápad mají zastoupení o něco větší, a u všech přesahuje počet 200 dutin (Obr. 15). Největší počet dutin je ve výšce od 6 do 10 metrů, následují dutiny ve výšce do 5 metrů od země. Na plochách Mařenice a Naděje se výskyt dutin zastavuje, až na pár výjimek, ve výšce 10 metrů. Všechny dutiny nalezené ve výšce 21 metrů a více se nacházely v porostech na ploše Pěnkavčí vrch (Obr. 16).

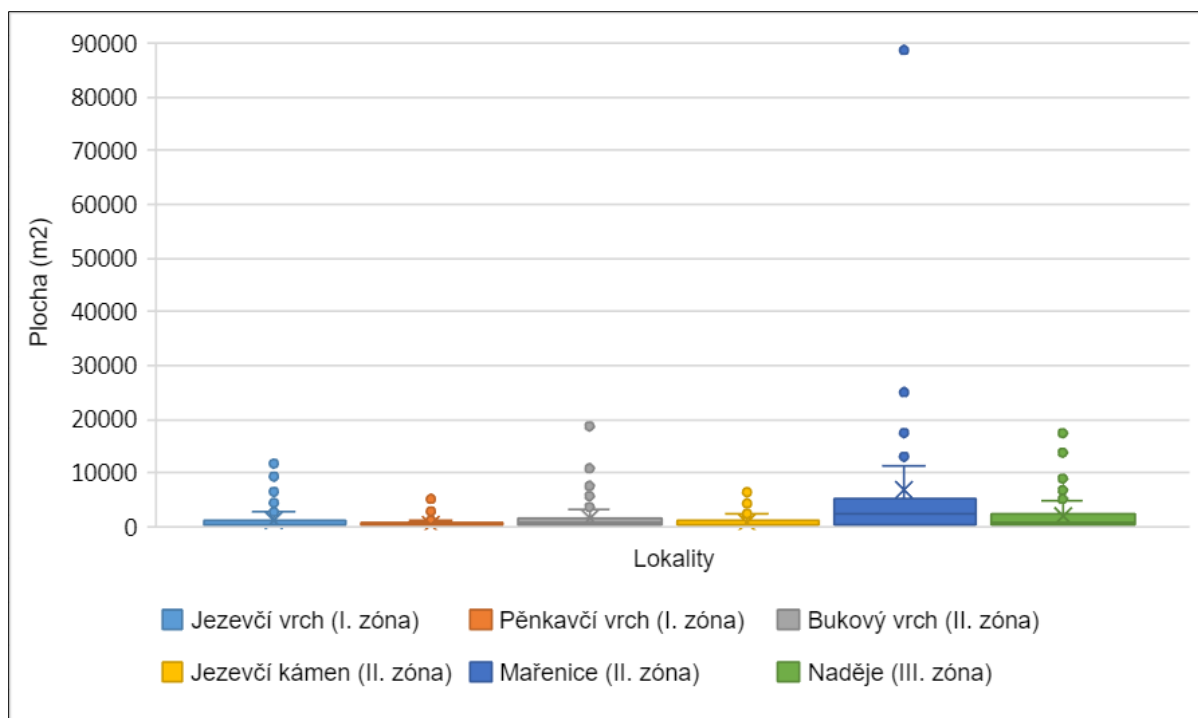
## 6.2 Statistické vyhodnocení

Lokalita	Maximální plocha (ha)	Průměrná plocha (ha)	Maximální vzdálenost (m)	Průměrná vzdálenost (m)
Jezevčí vrch	1,18	0,1	265	38
Pěnkavčí vrch	0,95	0,07	150	37
Bukový vrch	1,88	0,15	149	48
Jezevčí kámen	0,77	0,09	149	37
Mařenice	8,86	0,66	570	108
Naděje	1,74	0,19	170	55

**Tab. 4:** Přehled výstupů z Delaunayovy triangulace a vzdálenostní matice. Maximální a průměrná plocha bez přítomnosti doupného stromu v hektarech. Maximální a průměrná vzdálenost mezi skupinou pěti nejbližších doupných stromů v metrech.

Mezi plochami jsou určité statisticky významné rozdíly, avšak ne vždy souvisí se zónou, ve které se plocha nachází. Plochy v 1. zóně vykazují stabilní, nepatrně kolísající hodnoty rozmístění a vzdálenosti mezi doupnými stromy. Tyto hodnoty jsou téměř shodné u obou ploch (Tab. 4, Obr. 17). Z vyhodnocení analýzou variance vyplývá, že mimo 1. zónu, už zóna nemá na rozmístění a vzdálenost doupných stromů statisticky signifikantní vliv (Obr. 17). Třeba plocha Jezevčí kámen ve 2. zóně se blíží svými hodnotami 1. zóně (Obr. 17). Může to ale být způsobeno tím, že se žádné doupné stromy nenacházely v okolních vytěžených

porostech, takže lze tento výsledek považovat za značně zkreslený (Obr. 5). Při srovnání ploch v 1. zóně a plochy Jezevčí kámen na základě kvality dutin, vykristalizují skutečné rozdíly (například Obr. 14 a 16). Statisticky se příliš neliší plochy Bukový vrch (2. zóna) a Naděje (3. zóna), které mají podobné průměrné hodnoty maximální plochy bez doupného stromu a průměrné vzdálenosti mezi nimi (Tab. 4, Obr. 17). Je ale nutné podívat se na tento výsledek z širšího pohledu a opět upozornit na kvalitativní znaky hodnocené dřívě, které ukazují třeba na zcela jiné druhové složení doupných stromů (Obr. 9). Poměrně extrémním případem je plocha Mařenice, kde je statisticky signifikantní odlišení od všech ostatních ploch (Tab. 4, Obr. 17), a to nejen při statistickém hodnocení, ale odlišné hodnoty tuto plochu doprovází v celé práci (například Obr. 9, 11, 16). Na základě tohoto statistického vyhodnocení lze vyloučit vliv a vhodnost vymezení zonace u některých lesních porostů, zejména u 2. a 3. zóny.



**Obr. 17:** Plocha mezi třemi nejbližše postavenými doupnými stromy na jednotlivých výzkumných plochách. Velikost vzorku je 1656 trojúhelníkových ploch - Jezevčí vrch (368), Pěnkavčí vrch (661), Bukový vrch (211), Jezevčí kámen (256), Mařenice (34), Naděje (126).

## 7 Diskuse

Výsledky ukázaly předvídatelný pozitivní vliv 1. zóny pro přítomnost a rozmanitost doupných stromů. V 1. zóně CHKO Lužické hory jsou lesní porosty tvořené převážně vzácnými biotopy květnatých bučin a suťových lesů (AOPK ČR, ©2015), kde díky přírodním disturbancím vzniká velké množství stromových mikrostanovišť, včetně dutin (Zemlerová et al., 2023). Takto ponechané a chráněné rozlehlé lesní porosty, téměř bez lesnického hospodaření a s přírodě blízkou druhovou skladbou, jsou spádovou oblastí, která nabízí rozmanité příležitosti pro hnízdění dutinových živočichů (Bouvet et al., 2016).

Ve 2. zóně jsou ponechané zbytky starších bučin, ale většina lesů je druhově přeměněná, kde po těžbě nezůstává dostatečné množství stromů s mikrostanovišti. V tomto kontextu má na výsledek vliv výběr plochy, ten by měl být reprezentativní pro charakter celé zóny (Watson et al., 2016). Výrazný rozdíl lze pozorovat mezi plochou Mařenice a ostatními plochami 2. zóny (Obr. 4, 5 a 6). Jde o rozlehlé části lesních porostů bez přítomnosti struktur podporujících biodiverzitu (Tab. 1). Kroky k podpoře této sítě starých porostů, zejména těch bukových, by měly mířit právě na tato území. Pozitivně se projevuje přítomnost poškozených a mrtvých hospodářských dřevin, ale v mladších porostech nabývají významu především měkké listnaté druhy dřevin, bříza a osika (Obr. 9) (Zawadzka et al., 2016).

Počet druhů dřevin, nebo také druhová pestrost, zřejmě není důležitým kritériem, protože v 1. zóně není druhové spektrum dřevin bohatší než ve 2. a 3. zóně (tab. 1). Důležitější je zastoupení vhodných druhů dřevin v porostech (Remm et al., 2006), které s klesající zónací více zvyhodňuje jehličnaté dřeviny. Většinu doupných stromů (69,4% Jezevčí vrch a 76,3% Pěnkavčí vrch) v 1. zóně tvoří buk lesní, za ním potom javor klen (21,2% a 14,5%) a dutiny v dalších druzích dřevin se vyskytují jen sporadicky (Obr. 9). Se zvyšujícím se zastoupením jehličnatých dřevin na úkor buku lesního a javoru kleny, klesá i celkový počet doupných stromů (Tab. 1) (Piechnik et al., 2022). Na některých stanovištích se předpokládá vyšší zastoupení jehličnatých druhů dřevin (přirozená borová stanoviště), ale zde je důležité zvyšovat množství mrtvého dřeva a věk některých jedinců (Zawadzka et al., 2016).

Nejvyšší tvorbou dutin se vyznačují jednoetážové vysokokmenné bučiny ve fázi optima. V přírodních podmínkách tato fáze trvá pouhých 40 let na souvislých plochách maximálně 0,5 ha (Cílek et al., 2022). Podoba bukových porostů v 1. zóně je tedy produktem lidského hospodaření v minulosti. Bukové porosty se zde rozkládají na velkých plochách, a proto lze očekávat, že bude počet doupných buků tak vysoký. Nicméně, výsledky z jiných ploch neposilují předpoklad, že dominance určitého druhu dřeviny na vybraném území bude nést největší množství dutin. Neplatí to například pro porosty tvořené jehličnatými dřevinami, kde

jsou mezi doupnými stromy nejvíce zastoupené listnaté dřeviny (Obr. 9). Někdy dokonce takové, které jsou pouze vtroušené (bříza, jeřáb, osika).

Shlukovité rozmístění doupných stromů na mapách napovídá, kde a v jaké vzdálenosti se od sebe nachází vhodné podmínky pro vznik dutin. V 1. zóně jsou tyto vzdálenosti mnohem kratší, někdy doupné stromy pokrývají plochu téměř souvisle (Obr. 2 a 3). U ostatních zón jsou vidět občasné shluky v místech starých bukových porostů a koncentrace jiných atraktivních substrátů. Další doupné stromy jsou rozmístěny roztroušeně (Obr. 4, 5, 6 a 7). U plochy Jezevčí kámen je vidět, jak snadno lze síť doupných stromů narušit (Thompson et al., 2011), v místech provedených nahodilých těžeb prakticky nelze v delším časovém horizontu očekávat vznik dutinových stromů. O to cennější je pás doupných stromů táhnoucí se po hřebenu kopce (Obr. 5).

Zastoupení mrtvých stromů mezi doupnými stromy je poměrně nízké pro všechny plochy (Obr. 10), ale nejsou do toho započítány živé stromy se zlomy v koruně, které také hrají důležitou roli pro primární dutinové hnízdiče. Neexistují data o množství mrtvého stojícího dřeva na hektar porostní půdy pro jednotlivé zóny, takže nelze posoudit, zda je příčinou nedostatku nebo nezájmu primárních dutinových hnízdičů o mrtvé dřevo. Význam mrtvých stromů pro primární dutinové hnízdiče lze jen převzít z jiných studií, které význam mrtvého dřeva podporují (Gutzat, Dormann, 2018). Lesní porosty ochuzené o mrtvé dřevo v dostatečné kvalitě jsem nejvíce pozoroval v hospodářských lesích. Velké množství pozorovaných dutin, převážně v buku lesním a javoru klenu, vzniká vyháněním v místě poškození živého stromu. Toto místo se strom snaží zacelit, čímž vzniká uzavřený prostor se zmenšujícím se vletovým otvorem (Příloha 8 a 13).

V 1. zóně se vyskytovalo celé spektrum kvalitativních znaků doupných stromů a dutin. Porosty v 2. zóně, které tvoří obal 1. zóny, tzv. „přechodnou část“, stále ještě poskytují podmínky a substrát pro tvorbu dutin. Ty jsou částečně vázané na zbylé staré bukové porosty a částečně na roztroušené dřeviny brzy produkující dutiny (Paclík, 2011). O řád níže jsou lokality, které jsou druhově výrazně pozměněné, a kde hlavní dutiny produkující dřeviny jsou měkké listnáče a roztroušené poškozené nebo mrtvé stromy. Nejvíce velkých hnilobných dutin (9-10 cm a >10 cm) se nachází na stromech v rezervaci na Jezevčím vrchu (Obr. 14). Jedinci s takto vyvinutými dutinami jsou pralesními strukturami.

Součástí přirozených bukových porostů ve vyšších polohách je bezesporu javor klen (Chytrý et al., 2012), který i přes své nízké zastoupení produkuje velké množství dutin při malé tloušťce (min. 19,5 cm). Dřevina podobného významu, ale v hospodaření pozměněných porostech, je bříza bělokorá. Ta má ovšem nižší životnost, po odumření rychle trouchnívá a

rozpadá se (Dubois et al., 2020). Bukové porosty s javorem klenem začínají produkovat dutiny už v 70 letech (Obr. 3), ale takové stromy často spojuje špatný růst a poškození.

Na přirozených borových stanovištích je doupných stromů velmi málo. To neznamená, že zde přirozeně nevznikají dutiny, nebo že borovice nemohou být atraktivní pro dutinové hnízdiče. Problémem je zřejmě především nízký věk a velkoplošné pasečné hospodaření bez ponechávání stromů k zestárnutí (Piechnik et al., 2022; Zawadzka et al., 2016). Nepřekvapivě, zde téměř úplně chybí biologické dědictví v jakékoliv podobě, kromě jednotlivě přimíšeného nízko rozvětveného buku lesního, několika odumírajících starých borovic vejmutovek a odumřelých tenkých borovic lesních. I přes tak malý počet záznamů se zdá, že doupné stromy na této ploše jsou více vázány na druhově bohatší porosty (alespoň 2) na okrajích porostů. Okraje jsou charakteristické hlavně druhovou skladbou (je zde více listnáčů – dub, bříza, jeřáb, osika, olše, buk, jasan) a přítomností nepravidelných, poškozených i mrtvých stromů. Nejstarší borový porost byl ve věku více než 155 let, který se původně rozkládal na 2,22 ha, nyní jeho zbytek zaujímá asi 80 arů. Počet mrtvých stromů, a to ještě malých rozměrů, se zde pohybuje v řádu jedinců.

Dostatečná tloušťka stromů je pro vznik dutin velmi důležitá (Bevis, Martin, 2002). U buku lesního, jehož zastoupení je nejvyšší v 1. zóně, je výčetní tloušťka faktorem, který má potenciál ovlivnit maximální velikost dutiny (Obr. 14) a jejich počet ve stromě (Obr. 12) (Kozák et al., 2023). Největšími dutinami jsou ty hnilobné, které se mohou formovat právě ve stromech s větší výčetní tloušťkou a v krátkém čase nezaniknout (Edworthy, Martin, 2014). Nicméně, i primární dutinová ptáci vyžadují určité rozměry kmene, například datel černý, který si podle některých studií vytváří dutiny v buku lesním o průměrné výčetní tloušťce nad 60 cm (Zahner et al., 2012). Nejvíce zastoupenou tloušťkovou třídou je od 21-40 cm. Výrazný je také počet stromů v tloušťkové třídě 41-60 cm, ale převaha doupných stromů těchto rozměrů se projevuje až v 1. zóně (Obr. 11) (Paillet et al., 2017).

Zatímco ve většině tloušťkových stupních je průměrná hodnota počtu dutin na strom mezi 1,5 a 2, u stromů o výčetní tloušťce větší než 1 metr dosahuje průměrná hodnota 2,5 dutin na strom (Obr. 13). Počet dutin na strom, ve vztahu k lokalitám, je celkově nižší v 1. zóně. Na druhou stranu, nejvyšší průměrný počet dutin na strom vykazuje lokalita Naděje s hodnotou 1,94 (Tab. 3). Může to být následek opakovaného využívání dostupného substrátu primárními dutinovými hnízdiči, mezi takové substráty patří stromy v pokročilejším stádiu rozkladu (Příloha 12), po jejich rozpadu dojde k výraznému poklesu počtu dutin na celé lokalitě (Ibarra et al., 2020).

Volba orientace vletového otvoru vůči světové straně se odráží v zeměpisné šířce. Pravděpodobně jsou to právě teplotní podmínky vázané na vyšší zeměpisnou šířku, které

nutí dutinové živočichy vybírat si dutiny s vletovým otvorem orientovaným jižním směrem (Landler et al., 2014; Losin et al., 2006). U dutin vznikajících postupováním hniloby z místa poškození je orientace ovlivněna faktorem, který způsobil zranění. Odlomení suché větve nebo odřeni velké plochy kůry, nemá s orientací ke světové straně odvoditelný vztah. Ze vzorku 1535 dutin, bez rozlišení příčiny vzniku, bylo nejvíce dutin (654) směřujících jižně (Obr. 15).

V našich podmínkách jsou bukové porosty schopné dosáhnout velkých výšek, čímž primárním dutinovým hnízdičům umožňují vytvářet dobře chráněná hnízda. Konkrétně datel černý vytváří svá hnízda v průměrné výšce 12 metrů (Zahner et al., 2012), se stoupající výškou hraje stále důležitější úlohu také výčetní tloušťka (Hebda et al., 2017). Dutiny nacházející se ve výšce více než 20 metrů, jsou v této práci vázané na dřeviny buk lesní, jasan ztepilý a smrk ztepilý. Takových dutin bylo pouze 10 a všechny se nacházely na lokalitě Pěnkavčí vrch (Obr. 16). Největší počet dutin je ve výšce od 6 do 10 metrů, méně potom ve výšce do 5 metrů nad zemí. Zdůvodněním může být to, že strom v této výšce více ohrožují různé druhy poškození, kupříkladu poranění kmene padajícím sousedním stromem, či odumření zastíněné větve (Svensson et al., 2014). Do těchto výškových tříd patří také velké množství dutin vytvořených druhy primárních dutinových ptáků, mezi které patří zástupci rodu strakapoudů, žlun a sýkor (Gorman, 2020; Maziarz et al., 2015). Jistý vliv má i druh dřeviny a případná výchova porostu (Hebda et al., 2017).

Na lokalitě Pěnkavčí vrch je průměrná plocha bez doupných stromů nejmenší, dosahuje 7 arů. Překvapivé je, že průměrná plocha bez doupných stromů na ploše Jezevčí kámen (2. zóna) byla nižší než v rezervaci Jezevčí vrch (Tab. 4). Doupných stromů je na ploše Jezevčí kámen (2. zóna) stále nižší než v rezervaci (Tab. 1), avšak poznatek o průměrné ploše mezi doupnými stromy může poukazovat na význam vtroušených listnatých dřevin, jejich vhodné rozmístění nebo na dostupnost potravy v odumřelých stromech po kůrovcové kalamitě (Edworthy et al., 2011). Lokalita Mařenice má naopak největší průměrnou plochu bez doupných stromů (0,66 ha), oproti ostatním lokalitám je to téměř nesrovnatelný rozdíl (Tab. 4). Porosty ve středu výzkumné plochy Mařenice jsou vedené jako CHS 13 (přirozené borová stanoviště), z toho ovšem nemusí vyplývat absence doupných stromů. Borovice lesní je za určitých podmínek atraktivní dřevina pro dutinové hnízdiče (Basile et al., 2020), kupříkladu přítomnost plodnic ohňovce borového (*Phellinus pini*) prozrazuje pokročilou fázi trouchnivění jádrového dřeva (Löhmus, 2016; Jackson, Jackson, 2004), která má také vazbu na věk stromu a deformaci na kmeni (Zawadzka et al., 2016). Množství doupných stromů na borových stanovištích lze podpořit melioračními a zpevňujícími dřevinami uvedenými ve vyhlášce, například dubem zimním (*Quercus petraea*), břízou bělokorou (*Betula pendula*), jeřábem ptačím (*Sorbus aucuparia*) nebo topolem osikou (*Populus tremula*) (Zawadzka,



Zawadzki, 2022; Vyhláška č. 298/2018 Sb., příloha č. 2). Prostorové hodnocení podle Delaunayovy triangulace ukazuje statisticky významnou podobnost mezi lokalitami v 1. zóně a lokalitou Jezevčí kámen v 2. zóně (Obr. 17). Opět ale uvádím, že tato podobnost platí pouze pro část porostů, které nebyly vytěženy (Obr. 5). Podobnost se statistickým významem lze pozorovat také u lokalit Bukový vrch (2. zóna) a Naděje (3. zóna). Lokalita Mařenice (2. zóna) se i statisticky liší od všech ostatních lokalit, byla u ní dokonce zaznamenána extrémně velká plocha bez přítomnosti doupného stromu, dosahující 8,86 ha (Tab. 4; Obr. 17). Průměrná vzdálenost mezi doupnými stromy se vyvíjí obdobně jako průměrná plocha mezi doupnými stromy (Tab. 4).

## 8 Závěr

### 8.1 Hlavní výsledky práce

Nejdůležitějšími stromovými veličinami, které ovlivňují vznik a rozmanitost dutin, jsou věk, výčetní tloušťka a druh dřeviny.

Četnost a rozmanitost hnízdních příležitostí v 1. zóně vypovídá o pozitivním vlivu ochrany vzácných a původních lesních biotopů.

Mezi 2. a 3. zónou se neprojevují žádné rozdíly v četnosti a rozmanitosti doupných stromů. Způsob lesnického hospodaření, respektive ochrany lesních biotopů, je v těchto zónách shodný.

Četnost a rozmanitost doupných stromů v 2. a 3. zóně je pozitivně ovlivněna přítomností drobných starých bukových porostů, výskyt těchto porostů se zvyšuje v blízkosti 1. zóny. Hustota a rozmanitost doupných stromů v těchto porostech se mezi zónami neliší, staré bukové porosty v 1. zóně jsou však na rozdíl od těch v 2. a 3. zóně, několikanásobně rozsáhlejší a jsou ucelené.

Dřeviny bříza bělokorá, jeřáb ptačí, topol osika a olše lepkavá mají v 2. a 3. zóně potenciál krátkodobě doplnit nedostatek hnízdních příležitostí pro dutinové hnízdiče.

### 8.2 Doporučení pro zvýšení výskytu doupných stromů

Přítomnost doupných stromů není jediným faktorem, který je důležitý pro dutinové ptáky, netopýry a další savce. Tito živočichové často vyžadují určitou kvalitu dutin i lesního prostředí. Bezzásahové lesní oblasti a lesy vedené k přirozenému vývoji v 1. zóně, nesporně nejlépe řeší tento problém. Ochrana doupných stromů však nemusí být spojena s tak zásadními kroky, jako je například zakládání rozsáhlých rezervací. Jak se ukázalo v této práci, doupné stromy jsou v hospodářských lesích soustředěny v bukových porostech nad 121 let. Tyto porosty mají charakter vysokokmenných bučin, s případnou příměsí javoru klenu, jasanu ztepilého nebo jilmu horského. Význam velmi starých porostů, dalece přesahujících mytní věk (třeba více než 170 let), je světově známý a intenzivně zkoumaný. CHKO Lužické hory je jednou z mála oblastí, která velmi staré bukové porosty na svém území chrání. V roce 2021 v České republice činilo zastoupení věkové třídy nad 121 let 9% (Ministerstvo zemědělství ČR, ©2022). Pro podporu biodiverzity a celkové stability lesních porostů v celé chráněné oblasti Lužických hor však bude potřeba tuto ochranu rozšířit i za hranice 1. zóny. Reliéf této oblasti skrývá množství těžko dostupných stanovišť, roztroušených skalisek a vydatných pramenišť, které lze formou stálého pokryvu zabezpečit

před devastací a zároveň tím rozšířit síť mikrostanovišť, nejen doupných stromů. Věk stromů bývá limitující především u jehličnatých porostů. Některé borové porosty na CHS 13 dosahují věku více než 150 let, při jejich domýcení by vznikly souvislé plochy mladých borových kultur a tyčkovin, ve kterých nebudou dalších 100 let vznikat žádná mikrostanoviště. Proto by bylo vhodné takové porosty již ponechávat na dožití, popřípadě z nich ponechávat alespoň jednotlivé stromy nebo jejich skupinky. Na doplnění je zde dobré využívat melioračních a zpevňujících dřevin, mezi nejvhodnější legislativou povolené dřeviny patří topol osika, jeřáb ptačí, bříza bělokorá a dub zimní. Na lokalitách, které jsou na přírodní dutiny velmi chudé, podporovat přítomnost sekundárních dutinových hnízdičů vyvěšováním umělých budek. Nejsou to jen lokality, kde druhová skladba dřevin zvýhodňuje jehličnaté dřeviny, které zde mají 50%, ale i vyšší zastoupení. Jsou to také rozsáhlé porosty některých listnatých dřevin, které jsou mladší než 60 let (zde to vyplývá pro buk lesní). Také je příhodné zajistit udržování nebo nahrazení poškozených budek, které jsou již přítomné na některých lokalitách podél lesních cest.

Výskyt plodnic dřevokazných hub, mrtvého dřeva v koruně a trhliny jsou vynikajícím předpokladem pro vznik doupného stromu. Ponechávání takových stromů je však často závislé na subjektivním posouzení a tvořivém myšlení vlastníků. Proto by bylo vhodné v současnosti vybrat a označit některé význačné doupné stromy v hospodářských lesích, případně i stromy bez dutiny, které jsou netypické svou mohutností, stářím nebo druhem. Právě stromy přesahující výčetní tloušťku 45 cm v hospodářských lesích stále více chybí, protože do smýcení nejsou schopny tuto tloušťku překonat, jak lze vyvodit z výsledků (Obr. 12). Minimální počet vyznačených doupných stromů by neměl klesnout pod 5 stromů na ha. V porostech by ale měli být vytvářeny podmínky, díky kterým bude vznikat takové množství doupných stromů rovnající se alespoň dvojnásobku této hodnoty, tedy 10 doupných stromů na hektar. Z těchto doupných stromů optimálně vybrat 7 až 8 nejkvalitnějších jedinců, které budou označeny a ponechány. Vyhodnocení hustoty doupných stromů pro označení provádět na úrovni větších lesních celků, vhodné jsou dílce. V ideálním případě chránit i jejich nejbližší okolí a tím zvýšit jejich životnost. Vyznačení doupných stromů lze provádět v souvislosti s určením deštníkových druhů živočichů. Takové druhy, které jsou vázané na dutiny stromů (netopýr černý, sýc rousný, holub doupňák, strakapoud prostřední, apod.).

U lesních porostů v 2. zóně, hraničící s 1. zónou, je důležité zachovávat přirozenou skladbu dřevin s retencí většího množství stromů a mrtvého dřeva při obnově. Obnova by měla mít maloplošný charakter, toho lze využít pro zavádění jedle bělokoré do porostů. Množství mrtvého dřeva velkých rozměrů doplňovat ponecháním kůrovcových souší, jejichž těžba by způsobila výraznou újmu na přirozené obnově, poškození půdy nebo by měla nízkou

návratnost, samozřejmě je při tom nutné zohlednit bezpečnost návštěvníků na turistických trasách.

U izolovaných lesíků (3. zóna) a okrajových lesních porostů v 2. zóně pracovat odlišně s porostními stěnami, které hraničí se zemědělskou půdou. Lesní okraje jsou v současnosti mnohdy tvořeny mladými jehličnatými porosty, které jsou prokazatelně více náchylné k větrným polomům, a to zejména v případě, že jsou některé z těchto stromů doupné (Edworthy, Martin, 2013). Místo intenzivního hospodaření, jako ve zbytku těchto zón, se snažit o vytvoření přechodového pásu mezi lesními a zemědělskými pozemky, širokých od 10 do 50 m. V tomto pásu by se ponechávaly stromy do stádia rozpadu, následně by se zde ponechávalo i silné mrtvé dřevo. Zavádět smíšenou druhovou skladbu s výrazným zastoupením listnatých dřevin a podporovat vznik keřového patra. Porostní okraje mají vysoký potenciál pro konzervaci biodiverzity a zároveň často nízký ekonomický potenciál, proto je vhodné sem směřovat ochranu doupných stromů (Terraube et al., 2016).

## 9 Použitá literatura

- AITKEN, Kathryn EH; MARTIN, Kathy. The importance of excavators in hole-nesting communities: availability and use of natural tree holes in old mixed forests of western Canada. *Journal of ornithology*, 2007, 148: 425-434.
- ANGELSTAM, Per; MIKUSIŃSKI, Grzegorz. Woodpecker assemblages in natural and managed boreal and hemiboreal forest—a review. In: *Annales Zoologici Fennici*. Finnish Zoological Publishing Board, formed by the Finnish Academy of Sciences, Societas Biologica Fennica Vanamo, Societas pro Fauna et Flora Fennica, and Societas Scientiarum Fennica, 1994. p. 157-172.
- AOPK ČR, 2000. Plán péče o CHKO Lužické hory na období 2000 - 2014. [online] Ministerstvo životního prostředí. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. © Jiří Kühn 1997–2023 [cit. 2023-03-18] [Http://luzicke-hory.cz/chko/index.php](http://luzicke-hory.cz/chko/index.php)  
Dostupné z: <http://luzicke-hory.cz/chko/doc/planpece.pdf>
- AOPK ČR, 2015. Plán péče o CHKO Lužické hory na období 2015 - 2024. [online] Ministerstvo životního prostředí. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. © Jiří Kühn 1997–2023 [cit. 2023-03-18] <http://luzicke-hory.cz/chko/index.php>  
Dostupné z: [http://luzicke-hory.cz/chko/doc/pplh15\\_text.pdf](http://luzicke-hory.cz/chko/doc/pplh15_text.pdf)
- AOPK ČR, 2017. Otevřená data AOPK ČR: Maloplošná zvláště chráněná území [online]. [cit. 2023-04-02]. Dostupné z: [https://gis-aopkcr.opendata.arcgis.com/datasets/91b1bb5621ae40a58dfddcc4550e147a\\_2/explore](https://gis-aopkcr.opendata.arcgis.com/datasets/91b1bb5621ae40a58dfddcc4550e147a_2/explore)
- BAKER, Susan C., et al. Short-and long-term benefits for forest biodiversity of retaining unlogged patches in harvested areas. *Forest Ecology and Management*, 2015, 353: 187-195.
- BASILE, Marco, et al. Woodpecker cavity establishment in managed forests: relative rather than absolute tree size matters. *Wildlife Biology*, 2020, 2020.1: 1-9.
- BASILE, Marco; MIKUSIŃSKI, Grzegorz; STORCH, Ilse. Bird guilds show different responses to tree retention levels: A meta-analysis. *Global Ecology and Conservation*, 2019, 18: e00615.
- BERTOLINO, Sandro. Distribution and status of the declining garden dormouse *Eliomys quercinus*. *Mammal Review*, 2017, 47.2: 133-147.
- BESTA, Tomáš, 2016. *Chráněná krajinná oblast Lužické hory: čtyřicetiletá*. Dostupné také z: <https://www.casopis.ochranaprirody.cz/z-nasi-prirody/chranena-krajinna-oblast-luzicke-hory/>
- BEVIS, Kenneth R.; MARTIN, Sandra K. Habitat preferences of primary cavity excavators in Washington's East Cascades. In: *Proceedings of the Symposium on the Ecology and Management of Dead Wood in Western Forests*. US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station, Reno, NV. 2002. p. 207-221.
- BOUVET, Aurelie, et al. Effects of forest structure, management and landscape on bird and bat communities. *Environmental Conservation*, 2016, 43.2: 148-160.
- BRANQUART, Etienne; VERHEYEN, Kris; LATHAM, James. Selection criteria of protected forest areas in Europe: The theory and the real world. *Biological conservation*, 2008, 141.11: 2795-2806.
- BRIGHT, P. W.; MORRIS, P. A. Ranging and nesting behaviour of the dormouse, *Muscardinus avellanarius*, in diverse low-growing woodland. *Journal of Zoology*, 1991, 224.2: 177-190.

- CEPÁKOVÁ, Eva; HORT, Libor. Netopýři v lesích: doporučení pro lesnickou praxi. ČESON, Česká společnost pro ochranu netopýřů, 2013.
- CÍLEK, Václav, Martin POLÍVKA, Zdeněk VACEK, ed. 2022. *Český a moravský les: Jeho počátky, současný stav a výhled do budoucnosti*. Praha: Dokořán, 464 str. ISBN 978-80-7675-041-8.
- ČESKO. § 14 odst. 1 zákona č. 114/1992 Sb., České národní rady o ochraně přírody a krajiny - znění od 1. 2. 2022. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2023 [cit. 18. 3. 2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-114#p14-1>
- ČESKO. § 19 odst. 2 zákona č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně některých zákonů (lesní zákon) - znění od 1. 2. 2022. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2023 [cit. 18. 3. 2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1995-289#p19-2>
- ČESKO. fragment #f6339904 vyhlášky č. 298/2018 Sb., o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů - znění od 1. 1. 2019. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2023 [cit. 24. 3. 2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2018-298#f6339904>
- DIELER, Jochen, et al. Effect of forest stand management on species composition, structural diversity, and productivity in the temperate zone of Europe. *European Journal of Forest Research*, 2017, 136: 739-766.
- DŁUGOŃSKI, Andrzej; WELLMANN, Thilo; HAASE, Dagmar. Old-Growth Forests in Urban Nature Reserves: Balancing Risks for Visitors and Biodiversity Protection in Warsaw, Poland. *Land*, 2023, 12.2: 275.
- DOBKIN, David S., et al. Nest-site relationships among cavity-nesting birds of riparian and snowpocket aspen woodlands in the northwestern Great Basin. *The Condor*, 1995, 97.3: 694-707.
- DREVER, Mark C.; MARTIN, Kathy. Response of woodpeckers to changes in forest health and harvest: Implications for conservation of avian biodiversity. *Forest ecology and management*, 2010, 259.5: 958-966.
- DUBOIS, Héloïse; VERKASALO, Erkki; CLAESSENS, Hugues. Potential of birch (*Betula pendula* Roth and *B. pubescens* Ehrh.) for forestry and forest-based industry sector within the changing climatic and socio-economic context of Western Europe. *Forests*, 2020, 11.3: 336.
- EDWORTHY, Amanda B.; DREVER, Mark C.; MARTIN, Kathy. Woodpeckers increase in abundance but maintain fecundity in response to an outbreak of mountain pine bark beetles. *Forest Ecology and Management*, 2011, 261.2: 203-210.
- EDWORTHY, Amanda B.; MARTIN, Kathy. Long-term dynamics of the characteristics of tree cavities used for nesting by vertebrates. *Forest ecology and management*, 2014, 334: 122-128.
- EDWORTHY, Amanda B.; MARTIN, Kathy. Persistence of tree cavities used by cavity-nesting vertebrates declines in harvested forests. *The Journal of Wildlife Management*, 2013, 77.4: 770-776.
- FÄHSER, Lutz. Ekologie zajišťuje ekonomiku, jednoduchá rada zní: nechat přírodu co nejvíce pracovat. In: *Lesnická práce*, 2022. 101. ISSN 0322-9254.
- FANTA, Josef, Petr PETŘÍK, ed. 2021. *Jiné klima - jiný les*. Praha: Academia, 210 s. Průhledy, sv.19. ISBN 978-80-200-3300-0.
- GORMAN, Gerard. Attributes of Eurasian Green Woodpecker (*Picus viridis*) nest cavities in Hungary. *Ornis Hungarica*, 2020, 28.2: 204-211.

- GUSTAFSSON, Lena, et al. Research on retention forestry in Northern Europe. *Ecological Processes*, 2020, 9.1: 1-13.
- GUSTAFSSON, Lena, et al. Retention forestry to maintain multifunctional forests: a world perspective. *BioScience*, 2012, 62.7: 633-645.
- GUSTAFSSON, Lena; KOUKI, Jari; SVERDRUP-THYGESON, Anne. Tree retention as a conservation measure in clear-cut forests of northern Europe: a review of ecological consequences. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2010, 25.4: 295-308.
- GUTZAT, Fabian; DORMANN, Carsten F. Decaying trees improve nesting opportunities for cavity-nesting birds in temperate and boreal forests: A meta-analysis and implications for retention forestry. *Ecology and Evolution*, 2018, 8.16: 8616-8626.
- HEBDA, Grzegorz; WESOŁOWSKI, Tomasz; ROWIŃSKI, Patryk. Nest sites of a strong excavator, the Great Spotted Woodpecker *Dendrocopos major*, in a primeval forest. *Ardea*, 2017, 105.1: 61-71.
- HELENO, Ruben H., et al. The role of avian 'seed predators' as seed dispersers. *Ibis*, 2011, 153.1: 199-203.
- CHYTRÝ, Milan, et al. EUNIS Habitat Classification: Expert system, characteristic species combinations and distribution maps of European habitats. *Applied Vegetation Science*, 2020, 23.4: 648-675.
- CHYTRÝ, Milan, et al. Vegetation of the Czech Republic: diversity, ecology, history and dynamics. *Preslia*, 2012, 84.3: 427-504.
- IBARRA, José Tomás, et al. Large trees and decay: Suppliers of a keystone resource for cavity-using wildlife in old-growth and secondary Andean temperate forests. *Austral ecology*, 2020, 45.8: 1135-1144.
- JACKSON, Jerome A.; JACKSON, Bette JS. Ecological relationships between fungi and woodpecker cavity sites. *The Condor*, 2004, 106.1: 37-49.
- KOČÁR, Petr, et al. Rekonstrukce lesní vegetace České republiky v zemědělském pravěku a raném středověku na základě archeoantrakologických dat. *Památky Archeologické*, 2022, 113.
- KODET, Vojtěch, Pavel POKORNÝ, Daniel STEJSKAL a Ivan KUNSTMÜLLER, 2012. Ochrana ptáků v lesích. In: *Www.birdlife.cz* [online]. [cit. 2023-02-08]. Dostupné z: <https://www.birdlife.cz/co-delame/vyzkum-a-ochrana-ptaku/ochrana-lokalit-a-prostredi/ochrana-ptaku-v-lesich/>
- KODET, Vojtěch, Pavel POKORNÝ, Daniel STEJSKAL a Ivan KUNSTMÜLLER, 2007. Dutinová ptáci v lesích: Přehled lesních dutinových druhů ptáků hnízdících v ČR. *Oldcso.birdlife.cz* [online]. [cit. 2023-02-10]. Dostupné z: <http://oldcso.birdlife.cz/index.php?ID=1659>
- KOLEČEK, Jaroslav. Nebojte se mapovat doupné stromy!. In. *Krásy našeho domova: Ochrana doupných stromů*, 2011. 11. Praha: ČSOP. ISSN 1213-5488.
- KORAN, Martin; KROPIL, Rudolf. What are ecological guilds? Dilemma of guild concepts. *Russian Journal of Ecology*, 2014, 45.5: 445.
- KOZÁK, Daniel, et al. Importance of conserving large and old trees to continuity of tree-related microhabitats. Importancia de conservar los árboles viejos y grandes para la continuidad de los microhábitats relacionados. *Conservation Biology*, 2023.
- KOZÁK, Daniel, et al. Profile of tree-related microhabitats in European primary beech-dominated forests. *Forest Ecology and Management*, 2018, 429: 363-374.
- KRYŠTUFEK, Boris. Glis glis (Rodentia: Gliridae). *Mammalian species*, 2010, 42.865: 195-206.

- LAMANNA, Joseph A.; MARTIN, Thomas E. Logging impacts on avian species richness and composition differ across latitudes and foraging and breeding habitat preferences. *Biological Reviews*, 2017, 92.3: 1657-1674.
- LANDLER, Lukas, et al. Global trends in woodpecker cavity entrance orientation: latitudinal and continental effects suggest regional climate influence. *Acta Ornithologica*, 2014, 49.2: 257-266.
- LE ROUX, Darren S., et al. Enriching small trees with artificial nest boxes cannot mimic the value of large trees for hollow-nesting birds. *Restoration Ecology*, 2016, 24.2: 252-258.
- LE ROUX, Darren S., et al. Single large or several small? Applying biogeographic principles to tree-level conservation and biodiversity offsets. *Biological Conservation*, 2015, 191: 558-566.
- LINDBLADH, Matts, et al. Broadleaf retention benefits to bird diversity in mid-rotation conifer production stands. *Forest Ecology and Management*, 2022, 515: 120223.
- LINDENMAYER, D. B.; FRANKLIN, J. F.; FISCHER, J. General management principles and a checklist of strategies to guide forest biodiversity conservation. *Biological Conservation*, 2006, 131.3: 433-445.
- LINDENMAYER, David B., et al. Are nest boxes a viable alternative source of cavities for hollow-dependent animals? Long-term monitoring of nest box occupancy, pest use and attrition. *Biological Conservation*, 2009, 142.1: 33-42.
- LINDENMAYER, David B.; LAURANCE, William F. The ecology, distribution, conservation and management of large old trees. *Biological Reviews*, 2017, 92.3: 1434-1458.
- LÖHMUS, Asko. Habitat indicators for cavity-nesters: the polypore *Phellinus pini* in pine forests. *Ecological Indicators*, 2016, 66: 275-280.
- LÖHMUS, Asko; REMM, Jaanus. Nest quality limits the number of hole-nesting passerines in their natural cavity-rich habitat. *Acta Oecologica*, 2005, 27.2: 125-128.
- LOSIN, Neil, et al. Relationship between aspen heartwood rot and the location of cavity excavation by a primary cavity-nester, the Red-naped Sapsucker. *The Condor*, 2006, 108.3: 706-710.
- LOYN, Richard H.; KENNEDY, Simon J. Designing old forest for the future: old trees as habitat for birds in forests of Mountain Ash *Eucalyptus regnans*. *Forest Ecology and Management*, 2009, 258.4: 504-515.
- MAZIARZ, Marta, et al. Natural nest-sites of Great Tits (*Parus major*) in a primeval temperate forest (Białowieża National Park, Poland). *Journal of Ornithology*, 2015, 156: 613-623.
- MCGRATH, M. J., et al. Reconstructing European forest management from 1600 to 2010. *Biogeosciences*, 2015, 12.14: 4291-4316.
- MIKUSIŃSKI, Grzegorz; GROMADZKI, Maciej; CHYLARECKI, Przemyslaw. Woodpeckers as indicators of forest bird diversity. *Conservation biology*, 2001, 15.1: 208-217.
- MINOT, Edward O.; PERRINS, C. M. Interspecific interference competition--nest sites for blue and great tits. *The Journal of Animal Ecology*, 1986, 331-350.
- MØLLER, Anders P., et al. Variation in clutch size in relation to nest size in birds. *Ecology and evolution*, 2014, 4.18: 3583-3595.
- NAGEL, Thomas A.; SVOBODA, Miroslav; DIACI, Jurij. Regeneration patterns after intermediate wind disturbance in an old-growth *Fagus–Abies* forest in southeastern Slovenia. *Forest Ecology and management*, 2006, 226.1-3: 268-278.

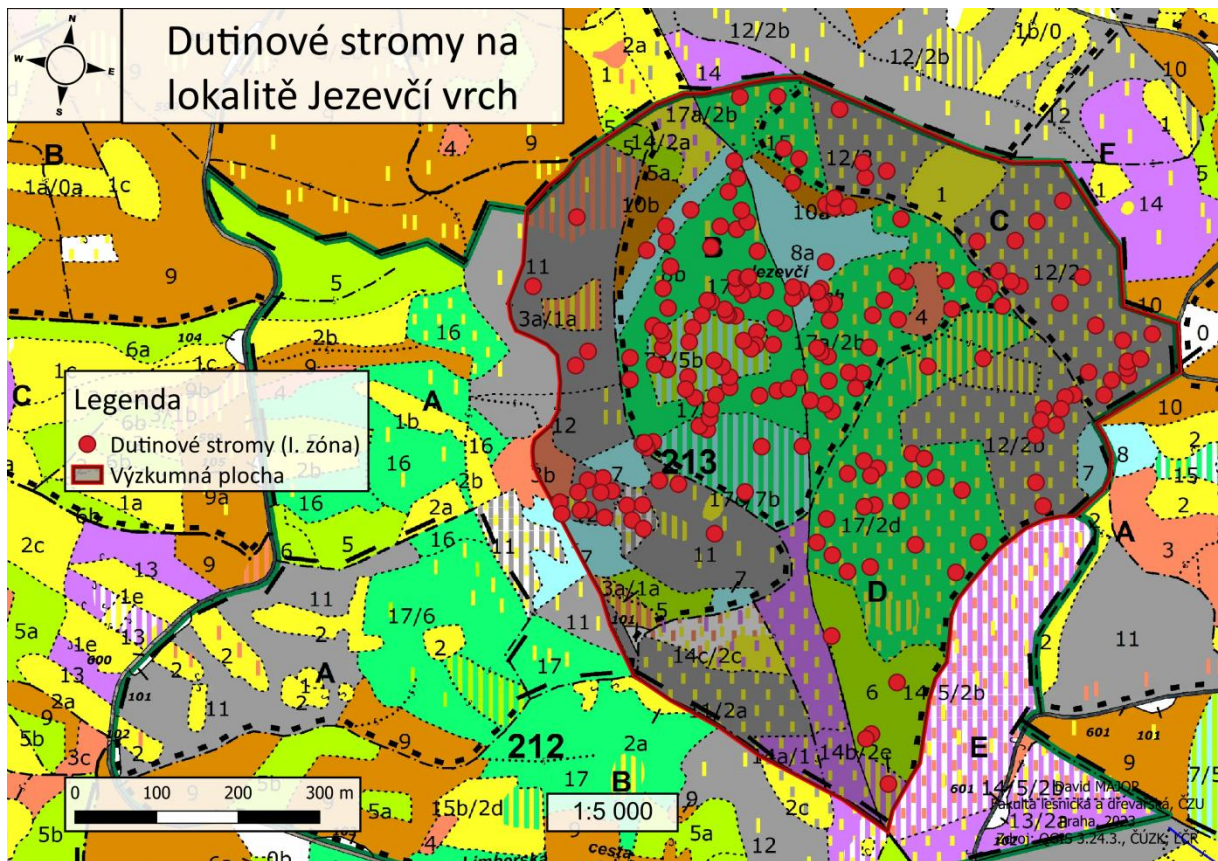


- NOŽIČKA, Josef. Přehled vývoje našich lesů. Svazek 23. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1957, 458 s.
- O'HARA, Kevin L.; RAMAGE, Benjamin S. Silviculture in an uncertain world: utilizing multi-aged management systems to integrate disturbance. *Forestry*, 2013, 86.4: 401-410.
- PACLÍK, Martin, 2011. *Biologie hnízdění a zimního nocování ptáků ve stromových dutinách – význam hnízdní predace, konkurence o dutiny a mikroklimatu*. Olomouc. DOKTORSKÁ DISERTAČNÍ PRÁCE. Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci. Vedoucí práce Karel Weidinger.
- PAILLET, Yoan, et al. Snags and large trees drive higher tree microhabitat densities in strict forest reserves. *Forest Ecology and Management*, 2017, 389: 176-186.
- PIECHNIK, Łukasz, et al. Stand Composition, Tree-Related Microhabitats and Birds—A Network of Relationships in a Managed Forest. *Forests*, 2022, 13.1: 103.
- PODRÁZSKÝ, Vilém, et al. Potential consequences of tree species and age structure changes of forests in the Czech Republic—review of forest inventory data. *Wood Research*, 2014 a, 59.3: 483-490.
- PODRÁZSKÝ, Vilém. Základy ekologie lesa. V Praze: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2014 b. ISBN 978-80-213-2515-9.
- REICHHOLF, Josef H., 1996. *Savci*. Praha: Ikar (ČR), 288 s. Průvodce přírodou. ISBN 80-7176-242-3.
- REMM, Jaanus; LÖHMUS, Asko. Tree cavities in forests—the broad distribution pattern of a keystone structure for biodiversity. *Forest Ecology and Management*, 2011, 262.4: 579-585.
- REMM, Jaanus; LOHMUS, Asko; REMM, Kalle. Tree cavities in riverine forests: what determines their occurrence and use by hole-nesting passerines?. *Forest Ecology and Management*, 2006, 221.1-3: 267-277.
- REŽ, Jaroslav a Michal GELNAR, 1999. *Sklářská minulost kraje Lužických hor* [online]. listopad 1999 [cit. 2023-02-10]. Dostupné z: <http://www.luzicke-hory.cz/historie/index.php?pg=clskloc#kontakt>
- ROBERGE, Jean-Michel; ANGELSTAM, P. E. R. Usefulness of the umbrella species concept as a conservation tool. *Conservation biology*, 2004, 18.1: 76-85.
- ROSENVALD, Raul; LÖHMUS, Asko. For what, when, and where is green-tree retention better than clear-cutting? A review of the biodiversity aspects. *Forest Ecology and Management*, 2008, 255.1: 1-15.
- RUDOLPHI, Jörgen; JÖNSSON, Mari T.; GUSTAFSSON, Lena. Biological legacies buffer local species extinction after logging. *Journal of Applied Ecology*, 2014, 51.1: 53-62.
- SABATINI, Francesco Maria, et al. Where are Europe's last primary forests?. *Diversity and distributions*, 2018, 24.10: 1426-1439.
- SANDSTRÖM, Jennie, et al. Impacts of dead wood manipulation on the biodiversity of temperate and boreal forests. A systematic review. *Journal of Applied Ecology*, 2019, 56.7: 1770-1781.
- SAURA, Santiago; BODIN, Örjan; FORTIN, Marie-Josée. EDITOR'S CHOICE: Stepping stones are crucial for species' long-distance dispersal and range expansion through habitat networks. *Journal of Applied Ecology*, 2014, 51.1: 171-182.
- SEKERCIOGLU, Cagan H. Increasing awareness of avian ecological function. *Trends in ecology & evolution*, 2006, 21.8: 464-471.

- SCHULZE, Ernst-Detlef, et al. A review on plant diversity and forest management of European beech forests. *European Journal of Forest Research*, 2016, 135: 51-67.
- SMITH, David Martyn, et al. *The practice of silviculture: applied forest ecology*. John Wiley and Sons, Inc., 1997.
- STACHOVÁ, Jana. Lesníci nejsou semknutou skupinou, zásadní problémy neřeší společně. In. *Lesnická práce*, 2018. 97. ISSN 0322-9254.
- STEEGER, Christoph; HITCHCOCK, Christine L. Influence of forest structure and diseases on nest-site selection by red-breasted nuthatches. *The Journal of wildlife management*, 1998, 1349-1358.
- SVENSSON, Måns, et al. Dead branches on living trees constitute a large part of the dead wood in managed boreal forests, but are not important for wood-dependent lichens. *Journal of Vegetation Science*, 2014, 25.3: 819-828.
- ŠŤASTNÝ, Karel a Anton KRIŠTÍN, 2021. *Ptáci Česka a Slovenska - Ottův obrazový atlas*. Praha: J. Otto - Ottovo nakladatelství. ISBN 978-80-7451-866-9.
- TERRAUBE, Julien, et al. Forest edges have high conservation value for bird communities in mosaic landscapes. *Ecology and Evolution*, 2016, 6.15: 5178-5189.
- THOMPSON, Ian D., et al. Forest biodiversity and the delivery of ecosystem goods and services: translating science into policy. *BioScience*, 2011, 61.12: 972-981.
- THORN, Simon, et al. The living dead: acknowledging life after tree death to stop forest degradation. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2020, 18.9: 505-512.
- TINGLEY, Morgan W.; DARLING, Emily S.; WILCOVE, David S. Fine-and coarse-filter conservation strategies in a time of climate change. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 2014, 1322.1: 92-109.
- TRZCINSKI, M. Kurtis, et al. Woodpeckers and other excavators maintain the diversity of cavity-nesting vertebrates. *Journal of Animal Ecology*, 2022, 91.6: 1251-1265.
- ULBRICHOVÁ, Iva. *Nauka o lesním prostředí: projekt FRVŠ 2010: 962/2010* [online]. 2010 [cit. 2023-02-18]. Dostupné z: [http://r.fld.czu.cz/vyzkum/nauka\\_o\\_lp/biomy/biomy.html](http://r.fld.czu.cz/vyzkum/nauka_o_lp/biomy/biomy.html)
- VAN DER HOEK, Yntze, et al. Global relationships between tree-cavity excavators and forest bird richness. *Royal Society open science*, 2020, 7.7: 192177.
- VELKÝ, Marek; KAŇUCH, Peter; KRIŠTÍN, Anton. Selection of winter roosts in the Great Tit *Parus major*: influence of microclimate. *Journal of Ornithology*, 2010, 151: 147-153.
- VÍTKOVÁ, Lucie, et al. Deadwood management in Central European forests: Key considerations for practical implementation. *Forest ecology and management*, 2018, 429: 394-405.
- WADE, Timothy G., et al. Distribution and causes of global forest fragmentation. *Conservation Ecology*, 2003, 7.2.
- WALTERS, Jeffrey R. Cavities excavated by woodpeckers limit populations of other cavity-nesting birds. *Journal of Animal Ecology*, 2022, 91.6: 1052-1055.
- WATSON, James EM, et al. Bolder science needed now for protected areas. *Conservation Biology*, 2016, 30.2: 243-248.
- WESOŁOWSKI, Tomasz. "Lifespan" of woodpecker-made holes in a primeval temperate forest: A thirty year study. *Forest Ecology and Management*, 2011, 262.9: 1846-1852.
- WESOŁOWSKI, Tomasz. Nest-sites of hole-nesters in a primaeval temperate forest (Białowieża National Park, Poland). *Acta Ornithologica*, 1989, 25.3: 321-351.

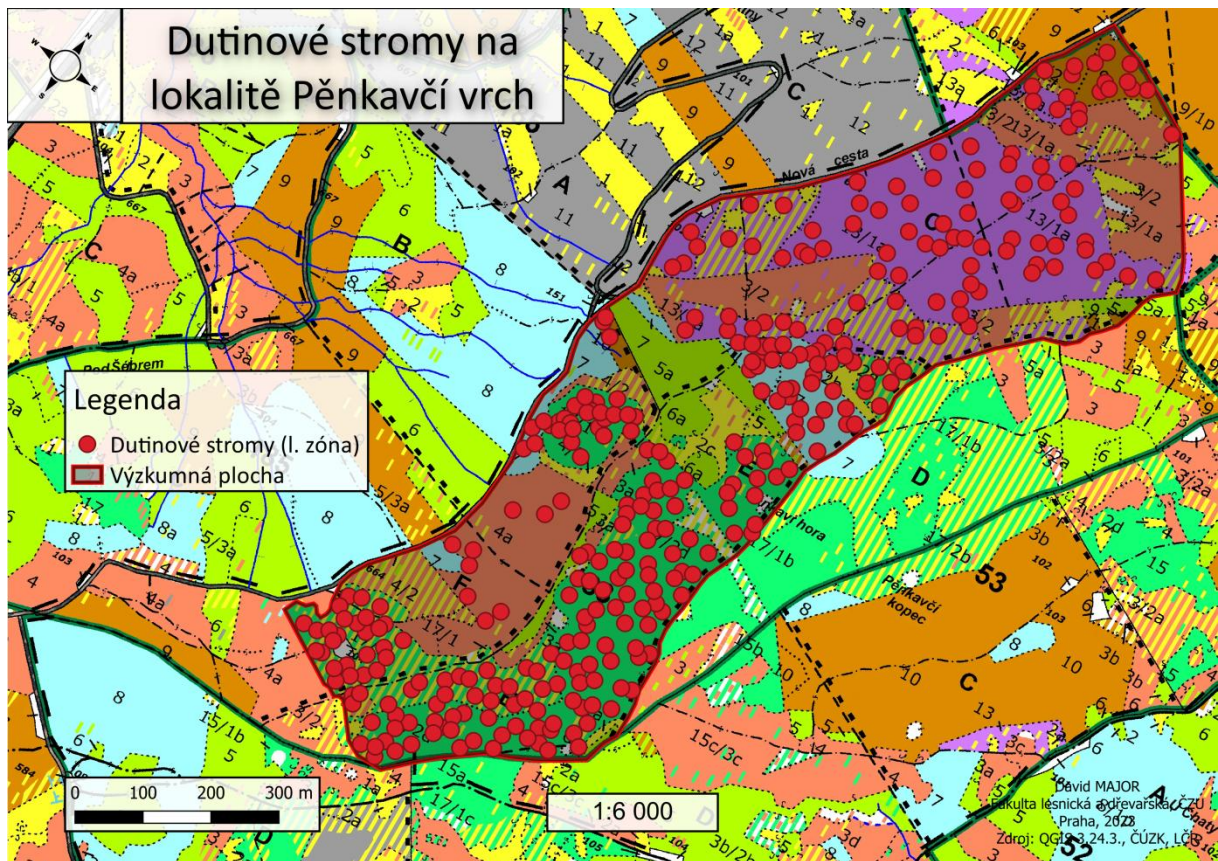
- WESOŁOWSKI, Tomasz. The loss of avian cavities by injury compartmentalization in a primeval European forest. *The Condor*, 1995, 97.1: 256-257.
- WIEBE, Karen L. Microclimate of tree cavity nests: is it important for reproductive success in Northern Flickers?. *The Auk*, 2001, 118.2: 412-421.
- WIEBE, Karen L., et al. Gaps and runs in nest cavity occupancy: cavity “destroyers” and “cleaners” affect reuse by secondary cavity nesting vertebrates. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 2020, 8: 205.
- WORBOYS, Graeme L. The connectivity conservation imperative. In: *Connectivity conservation management*. Routledge, 2010. p. 33-51.
- ZAHNER, Volker; SIKORA, Luis; PASINELLI, Gilberto. Heart rot as a key factor for cavity tree selection in the black woodpecker. *Forest Ecology and Management*, 2012, 271: 98-103.
- ZAWADZKA, Dorota, et al. The availability of cavity trees along an age gradient in fresh pine forests. *Silva Fennica*, 2016, 50.3.
- ZAWADZKA, Dorota; ZAWADZKI, Grzegorz. Nest trees selected by the grey-headed woodpecker in northeastern Poland. *sylvan*, 2022, 166.9: 566-578.
- ZEMLEROVÁ, Veronika, et al. Natural Disturbances are Essential Determinants of Tree-Related Microhabitat Availability in Temperate Forests. *Ecosystems*, 2023, 1-15.
- ZLATNÍK, A. Přehled skupin typů geobiocénů původně lesních a křovinných v ČSSR. *Zprávy geografického ústavu ČSAV*, 1976, 13: 55-64.
- Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2021, 2022. Praha: Ministerstvo zemědělství. ISSN 978-80-7434-669-9.

## 10 Přílohy

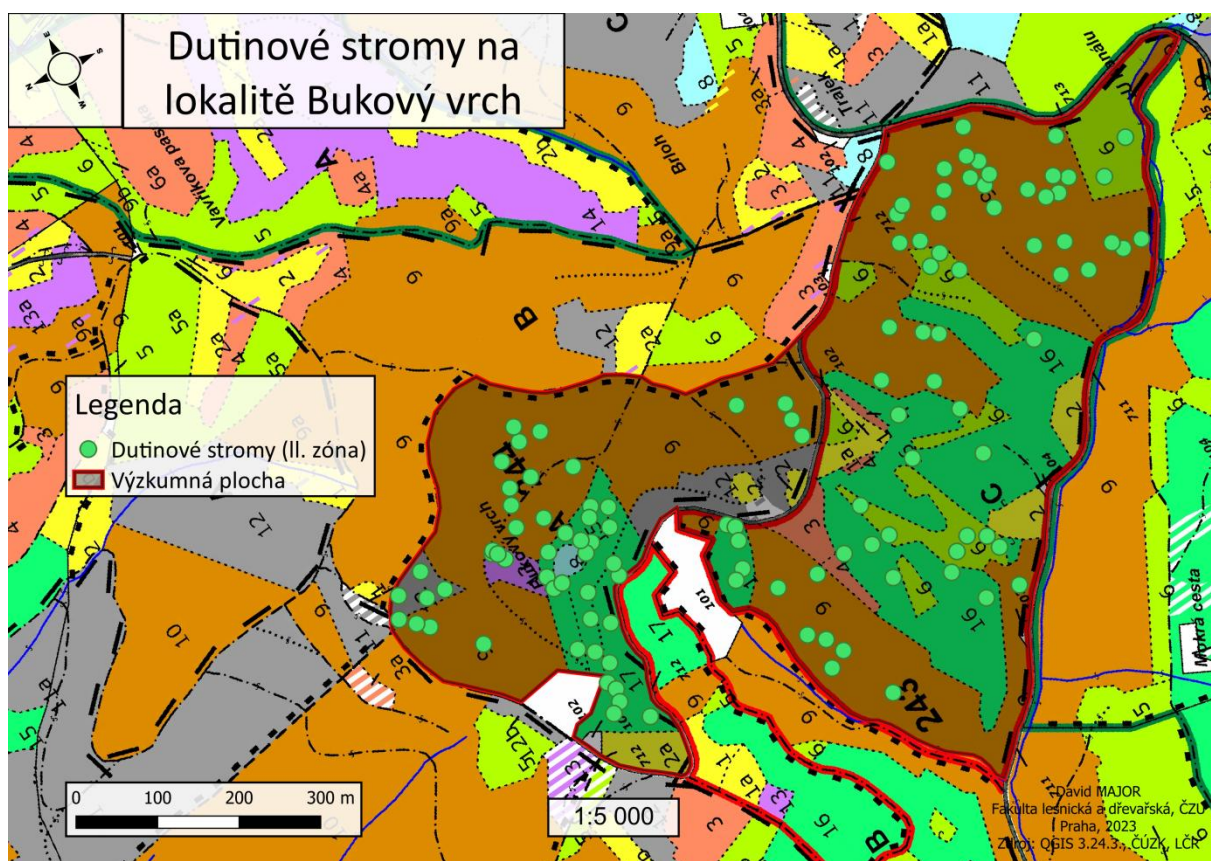


**Příloha 1:** Výstup z programu QGIS zobrazující plochu Jezevčí vrch v 1. zóně. Bodová vrstva se sestává z jednotlivých doupných stromů nalezených na ploše s jejich skutečnou lokací. Zvolená barva bodů odkazuje na typ zóny (Obr. 1). Základní vrstvou je porostní mapa znázorňující stáří a zakmenění porostů s doupnými stromy.



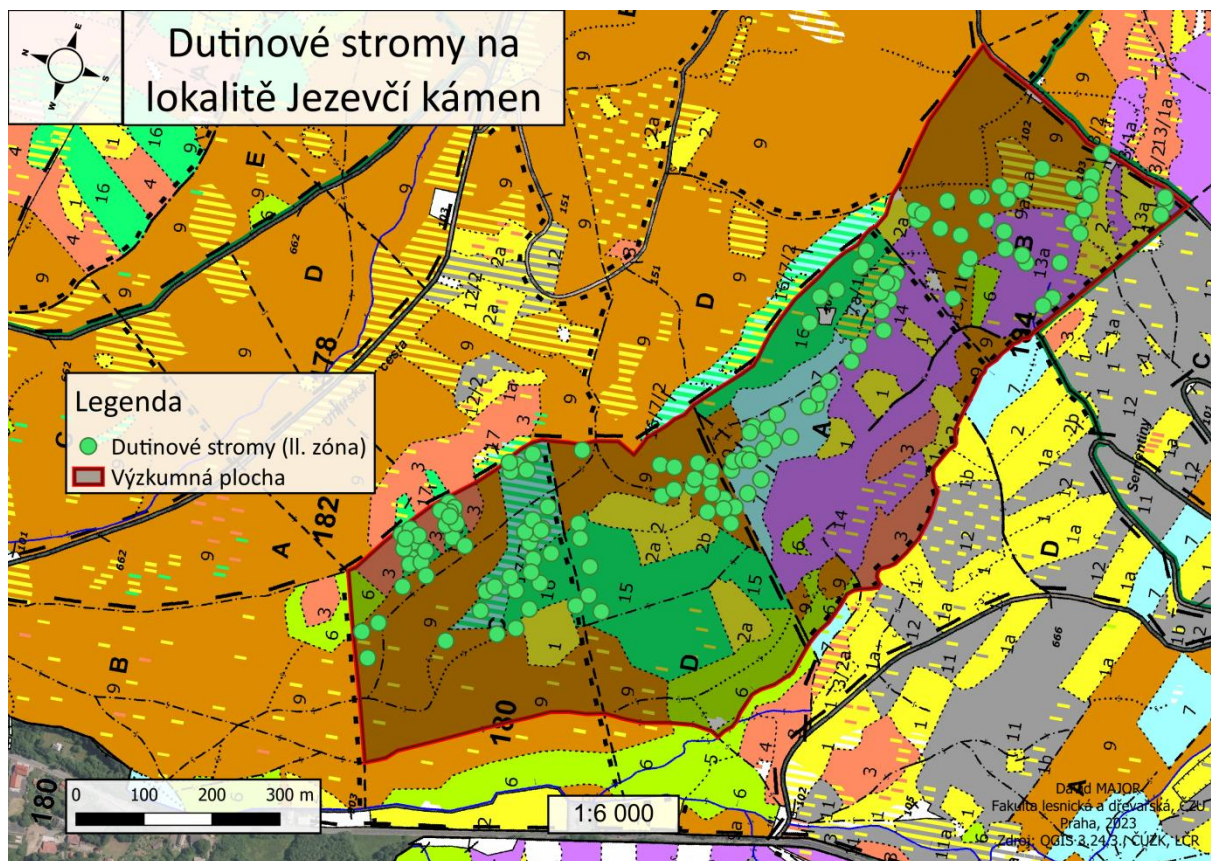


**Příloha 2:** Výstup z programu QGIS zobrazující plochu Pěnkavčí vrch v 1. zóně. Bodová vrstva se sestává z jednotlivých doupných stromů nalezených na ploše s jejich skutečnou lokací. Zvolená barva bodů odkazuje na typ zóny (Obr. 1). Základní vrstvou je porostní mapa znázorňující stáří a zakmenění porostů s doupnými stromy.



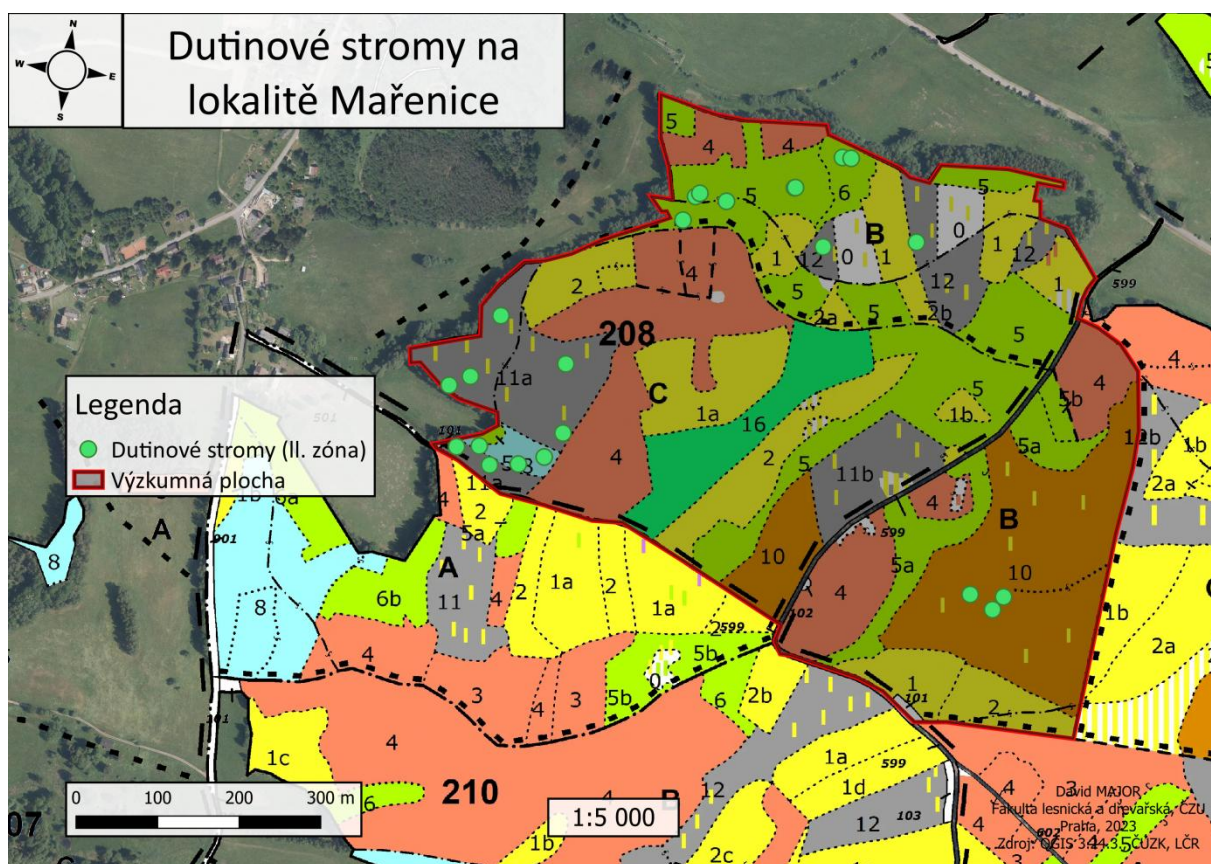
**Příloha 3:** Výstup z programu QGIS zobrazující plochu Bukový vrch ve 2. zóně. Bodová vrstva se sestává z jednotlivých doupných stromů nalezených na ploše s jejich skutečnou lokací. Zvolená barva bodů odkazuje na typ zóny (Obr. 1). Základní vrstvou je porostní mapa znázorňující stáří a zakmenění porostů s doupnými stromy.



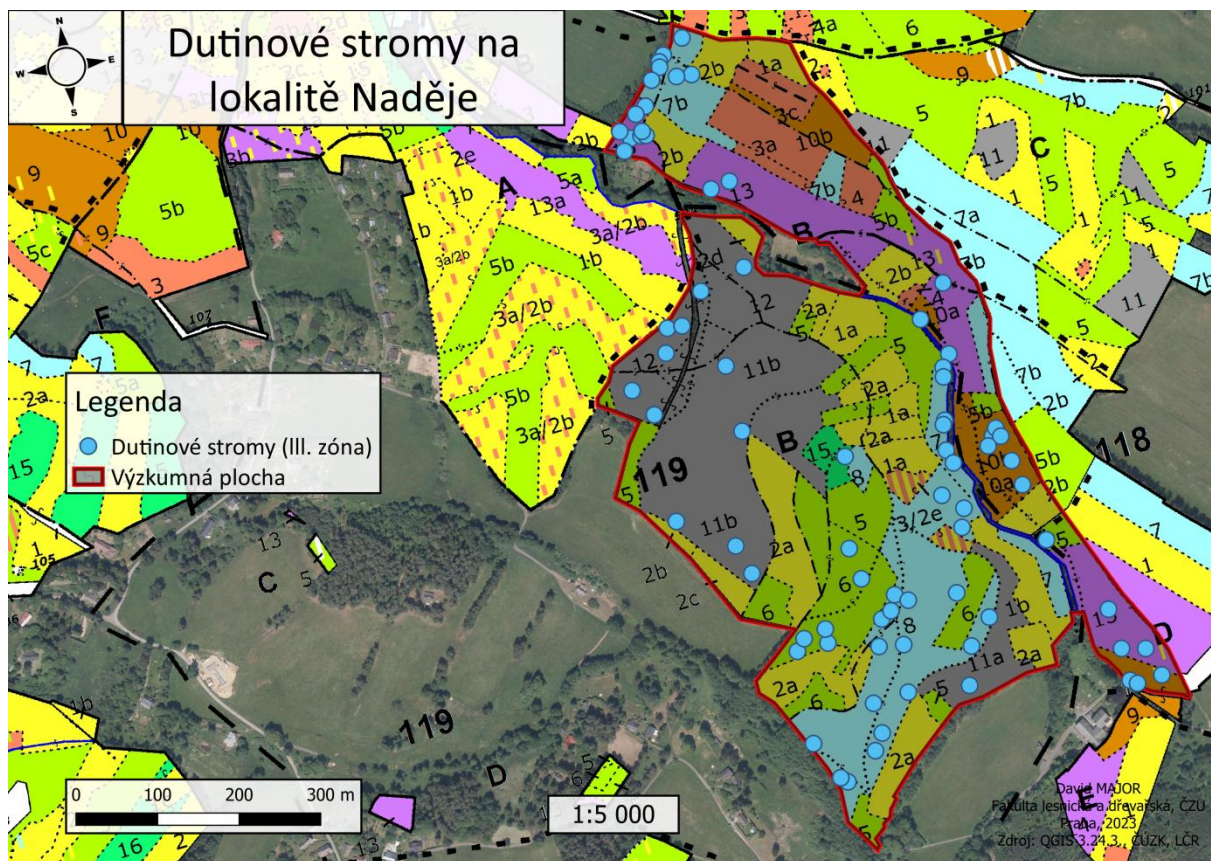


**Příloha 4:** Výstup z programu QGIS zobrazující plochu Jezevčí kámen ve 2. zóně. Bodová vrstva se sestává z jednotlivých doupných stromů nalezených na ploše s jejich skutečnou lokací. Zvolená barva bodů odkazuje na typ zóny (Obr. 1). Základní vrstvou je porostní mapa znázorňující stáří a zakmenění porostů s doupnými stromy.





**Příloha 5:** Výstup z programu QGIS zobrazující plochu Mařenice ve 2. zóně. Bodová vrstva se sestává z jednotlivých doupných stromů nalezených na ploše s jejich skutečnou lokací. Zvolená barva bodů odkazuje na typ zóny (Obr. 1). Základní vrstvou je porostní mapa znázorňující stáří a zakmenění porostů s doupnými stromy.



**Příloha 6:** Výstup z programu QGIS zobrazující plochu Naděje ve 3. zóně. Bodová vrstva se sestává z jednotlivých doupných stromů nalezených na ploše s jejich skutečnou lokací. Zvolená barva bodů odkazuje na typ zóny (Obr. 1). Základní vrstvou je porostní mapa znázorňující stáří a zakmenění porostů s doupnými stromy.





**Příloha 8:** Buk lesní s 12 dutinami datla černého, lokalita Pěnkavčí vrch.



**Příloha 7:** Velká hnilobná dutina v buku lesním, lokalita Jezevčí vrch.



**Příloha 10:** Dutina brhlíka lesního v mrtvém buku, lokalita Naděje.



**Příloha 9:** Dutina v bříze bělokoré, lokalita Naděje.





**Příloha 13:** Dutina v místě zarůstající větve u borovice lesní, lokalita Naděje.



**Příloha 14:** Mrtvý smrk ztepilý ponechaný po těžbě, lokalita Jezevčí kámen.



**Příloha 12:** Zarůstající hnilobná dutina v javoru klenu, obydlená plichem velkým, lokalita Bukový vrch.



**Příloha 11:** Opakované využívání jeřábu ptačího v jehličnatém porostu, lokalita Jezevčí kámen.