

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ekologie lesa



**Fakulta lesnická
a dřevařská**

**Mikrostanoviště na stromech v přírodní rezervaci Travný
potok a v blízkém okolí**

Diplomová práce

Autor: Bc. Matěj Glos

Vedoucí práce: Ing. Radek Bače, Ph.D.

2024

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Matěj Glos

Lesní inženýrství

Název práce

Mikrostanoviště na stromech v přírodní rezervaci Travný potok a v blízkém okolí

Název anglicky

Tree related microhabitats in the Travný potok Nature Reserve and in the surrounding area

Cíle práce

Mikrostanoviště na stromech jsou specifické prvky a struktury, sloužící jako biotop pro další organismy. Vědecký výzkum v posledních letech prokázal jejich význam pro biologickou rozmanitost chráněných i hospodářských lesů. Postupně se tak dostávají do pozornosti správců lesa, ochrany přírody a dalšího vědeckého výzkumu.

Práce si klade za cíl inventarizaci stromových mikrostanovišť v Přírodní rezervaci Travný potok a v přilehlé oblasti hospodářského lesa s podobným druhovým složením. Cílem je porovnat rozdíly ve výskytu jednotlivých typů mikrostanovišť a jejich četnosti v oblasti přírodní rezervace a v sousedním hospodářském lese. Dalším cílem bude objasnit roli druhu stromu a jeho tloušťky ve výskytu jednotlivých mikrostanovišť.

Metodika

1. Sběr dat o stromových mikrostanovištích prostřednictvím mobilní aplikace Lesodiverzita v bezzásahové oblasti Přírodní rezervace Travný potok v Moravskoslezských Beskydách, CHKO Beskydy, okres Frýdek – Místek a v navazující oblasti obhospodařovaného lesa sloužící jako srovnávací plocha.
2. Sběr dat bude uskutečněn na celém území rezervace a na obdobně velké sousedící ploše s hospodářským lesem. Zaznamenávají budou všechny stromy a souše s DBH ≥ 50 cm a zároveň s výškou ≥ 2 m.
3. Statistické zhodnocení vlivu lokality, druhu stromu, statusu stromy (živý/mrtvý) a jeho tloušťky na výskyt jednotlivých mikrostanovišť.
4. Finální příprava diplomové práce.

Harmonogram zpracování:

červenec–srpen 2023: terénní sběr dat, přepis dat

březen–listopad 2023: studium literatury a příprava literární rešerše

prosinec 2023: odeslání rešerše ke konzultaci školiteli

říjen 2023–únor 2024: statistické zpracování dat

únor 2024: interpretace výsledků a jejich srovnání s dostupnou literaturou

březen 2024: odeslání práce ke kontrole školiteli

duben 2024: odevzdání závěrečné práce



Doporučený rozsah práce

40-60 stran

Klíčová slova

Mikrostanoviště na stromech, biodiverzita, přírodní rezervace, lesní hospodaření

Doporučené zdroje informací

- Asbeck, T., Großmann, J., Paillet, Y., Winiger, N., & Bauhus, J. (2021). The use of tree-related microhabitats as forest biodiversity indicators and to guide integrated forest management. *Current Forestry Reports*, 7, 59-68.
- Asbeck, T., Kozák, D., Spinu, A. P., Mikoláš, M., Zemlerová, V., & Svoboda, M. (2021). Tree-related microhabitats follow similar patterns but are more diverse in primary compared to managed temperate mountain forests. *Ecosystems*, 1-15.
- Asbeck, T., Messier, C., & Bauhus, J. (2020). Retention of tree-related microhabitats is more dependent on selection of habitat trees than their spatial distribution. *European Journal of Forest Research*, 139(6), 1015-1028.
- Courbaud, B., Larrieu, L., Kozak, D., Kraus, D., Lachat, T., Ladet, S., ... & Zudin, S. (2022). Factors influencing the rate of formation of tree-related microhabitats and implications for biodiversity conservation and forest management. *Journal of Applied Ecology*, 59(2), 492-503.
- Kozák, D., Mikoláš, M., Svitok, M., Bače, R., Paillet, Y., Larrieu, L., ... & Svoboda, M. (2018). Profile of tree-related microhabitats in European primary beech-dominated forests. *Forest Ecology and Management*, 429, 363-374.
- Kozák, D., Svitok, M., Zemlerová, V., Mikoláš, M., Lachat, T., Larrieu, L., ... & Svoboda, M. (2021). Importance of conserving large and old trees to continuity of tree-related microhabitats. *Conservation Biology*, e14066.
- Larrieu, L., Courbaud, B., Drénou, C., Goulard, M., Büttler, R., Kozák, D., ... & Vandekerckhove, K. (2022). Key factors determining the presence of Tree-related Microhabitats: A synthesis of potential factors at site, stand and tree scales, with perspectives for further research. *Forest Ecology and Management*, 515, 120235.
- Martin, M., Paillet, Y., Larrieu, L., Kern, C. C., Raymond, P., Drapeau, P., & Fenton, N. J. (2022). Tree-Related Microhabitats Are Promising Yet Underused Tools for Biodiversity and Nature Conservation: A Systematic Review for International Perspectives. *Frontiers in Forests and Global Change*, 5, 136.
- Paillet, Y., Debaive, N., Archaux, F., Cateau, E., Gilg, O., & Guilbert, E. (2019). Nothing else matters? Tree diameter and living status have more effects than biogeoclimatic context on microhabitat number and occurrence: An analysis in French forest reserves. *PLoS One*, 14(5), e0216500.
- Vítková, L., Bače, R., Kjučukov, P., & Svoboda, M. (2018). Deadwood management in Central European forests: Key considerations for practical implementation. *Forest ecology and management*, 429, 394-405.

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Radek Bače, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie lesa

Elektronicky schváleno dne 4. 3. 2024

prof. Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 3. 2024

prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 29. 03. 2024



Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Mikrostanoviště na stromech v přírodní rezervaci Travný potok a v blízkém okolí vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil, a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

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

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

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

V Praze dne 3.4. 2024

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval svému vedoucímu Ing. Radkovi Bačemu, Ph.D. za odborné vedení, za trpělivost, vstřícný přístup a cenné rady. Dále bych chtěl poděkovat Mgr. Tomáši Myslikovjanovi ze Správy CHKO Beskydy za umožnění provádění výzkumu na území přírodní rezervace a za poskytnuté informace a podklady, dále pak Ing. Tomáši Pekovi z Lesní správy Frýdek-Místek za umožnění přístupu do výzkumné oblasti. V neposlední řadě patří poděkování také mé rodině za podporu.

Mikrostanoviště na stromech v přírodní rezervaci Travný potok a v blízkém okolí

Abstrakt

Tato práce se zabývá zhodnocením vlivu výskytu mikrostanovišť na stromech v závislosti na stupni ochrany lokality, druhu dřeviny, tloušťky stromu DBH a statusu stromu. Cílem práce bylo provést inventarizaci stromových mikrostanovišť na celém území Přírodní rezervace Travný potok v Moravskoslezských Beskydech a v přilehlé oblasti hospodářského lesa s podobným druhovým složením, která sloužila jako srovnávací plocha a ze získaných dat následně porovnat rozdíly ve výskytu jednotlivých typů mikrostanovišť v oblasti přírodní rezervace a v sousedním hospodářském lese. Dalším cílem bylo objasnit roli druhu stromu, jeho tloušťky a statusu stromu ve výskytu jednotlivých mikrostanovišť. Sběr dat o stromových mikrostanovištích byl prováděn na celém území přírodní rezervace a na obdobně velké ploše hospodářského lesa, a to na všech stromech s tloušťkou DBH ≥ 50 cm a zároveň s výškou ≥ 2 metry. Hospodářské porosty byly vybírány tak, aby měly zhruba podobnou dřevinnou skladbu, podobný věk a tloušťkovou strukturu jako na území PR Travný potok. Ze získaných dat bylo následně pomocí Chí-kvadrát testu ověřováno, zda existuje statisticky významný rozdíl v počtech zaznamenaných kategorií mikrostanovišť mezi přírodní rezervací Travný potok a srovnávací plochou, mezi mrtvými a živými stromy a mezi pozorovanými druhy dřevin (buk, smrk, javor). Vliv tloušťky stromu DBH na výskyt mikrostanovišť byl vyjadřován prostřednictvím logistické regrese, pomocí které bylo vyjadřováno, jestli má tloušťka stromu statisticky významný vliv na pravděpodobnost výskytu mikrostanovišť. Z výsledků práce vyplývá, že porosty v přírodní rezervaci poskytovaly mnohem větší množství a také rozmanitější řadu mikrostanovišť ve srovnání s hospodářskými lesy. Dále bylo zjištěno, že se zvyšující se tloušťkou roste pravděpodobnost výskytu mikrostanovišť. Prokázán byl také vliv druhu dřeviny. Buk prokazoval vyšší diverzitu mikrostanovišť a také vyrovnanější zastoupení jednotlivých mikrostanovišť oproti smrku. Rovněž byl také objasněn vliv statusu stromu. Mrtvé stromy poskytovaly výrazně vyšší podíl stromů s větším počtem mikrostanovišť. Výsledky této práce ukazují na význam mikrostanovišť jako specifických biotopů pro další organismy a podporují zahrnutí jejich ochrany a podpory do strategií péče o lesní ekosystémy.

Klíčová slova: Mikrostanoviště na stromech, biodiverzita, přírodní rezervace, lesní hospodaření

Tree related microhabitats in the Travný potok Nature Reserve and in the surrounding area

Abstract

This thesis focuses on evaluating the influence of tree related microhabitats, depending on the level of nature protection, tree species, diameter at breast height (DBH), and tree status. The aim of the study was to do inventory of tree microhabitats throughout the Travný Potok Nature Reserve in Moravskoslezské Beskydy in Czech republic and in the adjacent area of managed forest with similar species composition, which served as a comparative area. Subsequently, the differences in the occurrence of various types of microhabitats in the nature reserve area and in the neighboring managed forest were compared based on the acquired data. Another objective was to elucidate the role of tree species, their diameter at breast height, and tree status in the occurrence of individual microhabitats. Data collection on tree microhabitats was conducted throughout the nature reserve area and on a similarly sized area of managed forest, focusing on all trees with a DBH ≥ 50 cm and with a height ≥ 2 meters. The managed forests were selected to have a roughly similar tree species composition, age, and diameter structure as the Travný Potok Nature Reserve. Using Chi-square tests, the acquired data were then used to verify if there is a statistically significant difference in the numbers of recorded microhabitat categories between the Travný Potok Nature Reserve and the comparative area, between dead and live trees, and among the observed tree species (beech, spruce, maple). The influence of DBH on microhabitat occurrence was expressed through logistic regression, indicating whether tree diameter at breast height has a statistically significant effect on the probability of microhabitat occurrence. The results show that the nature reserve provided a much greater quantity and more diverse range of microhabitats compared to managed forests. It was also found that with increasing diameter at breast height, the probability of microhabitat occurrence increases. The influence of tree species was also demonstrated, with beech exhibiting higher microhabitat diversity and more balanced representation of individual microhabitat categories compared to spruce. The influence of tree status was also clarified, with dead trees providing a significantly higher proportion of trees with a greater number of microhabitats. The findings of this study highlight the importance of microhabitats as specific biotopes for other organisms and support the inclusion of their protection and support in forest ecosystem management strategies.

Keywords: Tree microhabitats, biodiversity, nature reserve, forest management

Obsah

1 Úvod.....	11
2 Cíl práce	13
3 Literární rešerše	14
3.1 Význam mikrostanovišť	14
3.2 Vliv stupně ochrany lokality na výskyt mikrostanovišť	16
3.3 Vliv druhu dřeviny na výskyt mikrostanovišť	17
3.4 Vliv statusu stromu na výskyt jednotlivých mikrostanovišť	17
3.5 Vliv tloušťky stromu na výskyt jednotlivých mikrostanovišť	18
4 Charakteristika výzkumné lokality	20
4.1 Základní informace o výzkumné lokalitě.....	20
4.2 Historie využívání území Travný potok.....	21
4.3 Charakteristika Přírodní rezervace Travný potok.....	21
4.4 Charakteristika srovnávací plochy	23
5 Metodika	25
5.1 Metody sběru dat.....	25
5.2 Metody zpracování dat	26
5.3 Charakteristika jednotlivých mikrostanovišť	27
6 Výsledky	30
6.1 Druhové složení dřevin	30
6.2 Vliv stupně ochrany lokality na výskyt mikrostanovišť	32
6.3 Vliv druhu dřeviny na výskyt mikrostanovišť	41
6.4 Vliv statusu stromu na výskyt mikrostanovišť	46
6.5 Vliv tloušťky stromu na výskyt mikrostanovišť	54
7 Diskuze.....	57
7.1 Vliv stupně ochrany lokality na výskyt mikrostanovišť	57
7.2 Vliv druhu dřeviny na výskyt mikrostanovišť	58
7.3 Vliv statusu stromu na výskyt mikrostanovišť	59
7.4 Vliv tloušťky stromu na výskyt mikrostanovišť	61
8 Závěr	63
9 Literatura	65
10 Seznam použitých obrázků, grafů a tabulek	69
11 Samostatné přílohy	72

1 Úvod

Mikrostanoviště na stromech jsou důležitým avšak často opomíjeným prvkem, který může mít velký význam pro řadu organismů, jak živočišných, tak rostlinných, nebo houbových. Vědecký výzkum v posledních letech prokázal jejich význam pro biologickou rozmanitost chráněných i hospodářských lesů. Deformace a dutiny na stromech, které se z pohledu tradičního lesního hospodářství zaměřeného na produkci budou jevit jako nežádoucí, mohou však sloužit jako útočiště nebo domov pro různou flóru a faunu. V současnosti je nejrozšířenější definice mikrostanoviště na stromech „výrazná struktura vyskytující se na živých nebo stojících mrtvých stromech, která představuje zásadní substrát nebo místo pro život druhů, nebo společenstev druhů během alespoň části jejich životního cyklu pro jejich vývoj, nebo jako zdroj potravy, úkryty nebo rozmnožování“ (Larrieu, Paillet, et al., 2018). Vznik a udržování mikrostanovišť je klíčové pro podporu biodiverzity v lesních ekosystémech. Každý druh má své specifické potřeby a mikrostanoviště mohou poskytovat různé typy podmínek, které odpovídají těmto potřebám. To vede k většímu bohatství druhů a komplexnějším ekosystémům.

Mezi často se vyskytující mikrostanoviště lze zařadit například dutiny, ať už vzniklé přirozeně, nebo vytvořené činností živočichů, hniloba a vykotlané stromy, různé druhy otvorů, které často poskytují úkryt, mrtvé dřevo v koruně, rakovinné útvary, plodnice hub, dále také epifytické a epyxylické struktury, pod kterými si můžeme představit například mechorosty, lišejníky, nebo kaprad'orosty.

V tradičním lesním hospodářství, které je primárně zaměřeno na produkci dřeva, je vliv mikrostanovišť na biodiverzitu a zdraví lesních ekosystémů často opomíjen. Navíc při upřednostňování maximálního výnosu ze dřeva v lesním hospodářství může často docházet k tomu, že se nedostatečně věnuje pozornost podpoře a zachování biodiverzity, která by měla být do hospodaření zahrnuta. V praxi může mít taková podpora například podobu ochrany a ponechávání biotopových stromů, které jsou bohatým zdrojem mikrostanovišť a rovněž tedy představují velkou míru biodiverzity. Mohou poskytovat místo pro úkryt, nebo rozmnožování různých druhů ptáků, savců nebo bezobratlých živočichů. Takový způsob podpory může představovat částečné přiblížení se k strukturám vyskytujících se v přirozených lesích.

Jedním ze způsobů jak zjistit zda existuje zásadní vliv způsobu hospodaření na navýšení, nebo pokles biodiverzity je porovnání výskytu struktur a prvků mající význam pro biologickou rozmanitost mezi dvěma odlišnými způsoby hospodaření. Může se jednat například o porovnání výskytu mikrostanovišť na stromech v bezzásahové oblasti s hospodářským lesem.

Právě takový způsob porovnání rozdílů mikrostanovišť mezi hospodářským lesem a přírodní rezervací si klade za primární cíl tato práce. Konkrétně se zaměří na Přírodní rezervaci Travný potok v Moravskoslezských Beskydech, CHKO Beskydy, okres Frýdek – Místek a na oblast hospodářského lesa, která na přírodní rezervaci navazuje. Tato oblast představuje smíšený lesní porost s přirozenou dřevinnou skladbou a strukturou na prudkém svahu. Důvodem ochrany PR Travný potok jsou například druhově bohaté a hodnotné květnaté bučiny, nebo kyselé bučiny. Co se týče živočišných druhů, předmětem ochrany zde může být například kriticky ohrožený tetřev hlušec, kulíšek nejmenší, nebo jeřábek lesní.

Dalším cílem práce bude objasnit roli druhu stromu, statusu stromu (živý/mrtvý) a jeho tloušťky ve výskytu jednotlivých mikrostanovišť.

2 Cíl práce

Cílem výzkumu je provedení inventarizace stromových mikrostanovišť v Přírodní rezervaci Travný potok a v přilehlé oblasti hospodářského lesa s podobným druhovým složením. Hlavním cílem diplomové práce je porovnat rozdíly ve výskytu jednotlivých typů mikrostanovišť a jejich četností v oblasti přírodní rezervace a v sousedním hospodářském lese, provést statistické zhodnocení vlivu lokality, druhu stromu, statusu stromy (živý/mrtvý) a jeho tloušťky na výskyt jednotlivých mikrostanovišť.

3 Literární rešerše

3.1 Význam mikrostanovišť

Nejčastěji uváděnou definicí mikrostanoviště na stromech je „výrazná struktura vyskytující se na živých nebo stojících mrtvých stromech, která představuje zásadní substrát nebo místo pro život druhů, nebo společenstev druhů během alespoň části jejich životního cyklu pro jejich vývoj, nebo jako zdroj potravy, úkryty nebo rozmnožování“ (Larrieu, et al., 2018). Jejich klasifikaci lze provést na základě morfologie. Na tomto základě byla sestavena standardní typologie definující 47 typů mikrostanovišť. Ta jsou sestavena do sedmi základních skupin (Larrieu et al., 2018).

(1) Dutiny. Jsou v podstatě díry nebo úkryty vytvořené ve dřevě buď živými organismy (např. datli, saproxylický hmyz), hnilobnými procesy, nebo morfologickými anomáliemi (např. dendrotelmy). Poskytují vhodné klimatické podmínky, úkryt pro hnízdící ptáky, netopýry, menší savce a bezobratlé, (Fritz, Heilmann-Clausen, 2010, Lučan et al., 2009, Larrieu et al., 2018; Paillet et al., 2018; Basile et al., 2020). Mohou mít různé rozměry. V této skupině je zahrnuto celkem 15 mikrostanovišť.

(2) Zranění a obnažené dřevo. Může jít o obnažené bělové nebo jádrové dřevo. Vznikají především mechanickými nárazy, jako je zlomení kmene nebo koruny větrem, nebo sněhem, ale mohou být způsobeny také údery blesku a mrazem a příležitostně lesními požáry. Zahrnují celkem 9 mikrostanovišť. Odkryté dřevo a zranění se mohou časem vyvinout v hnilobné díry, pokud strom není schopen ránu utěsnit.

(3) Mrtvé dřevo v koruně. Zahrnuje pouze 3 mikrostanoviště a to mrtvé větve, mrtvý vrchol a zbytky zlomené větve. Mrtvé větve mohou být zdrojem potravy pro saproxylický hmyz a houby (Jonsell, Nordlander, 2002).

(4) Výrůstky. Jsou způsobeny především reaktivním růstem ke zvýšení dostupnosti světla, nebo parazitárním či mikrobiálním pronikáním, kdy strom vytváří specifické struktury k izolaci patogenu (např. rakovina). V této skupině jsou zahrnuty 4 mikrostanoviště.

(5) Plodnice saproxylických hub a hlenky. Jsou viditelnou součástí saproxylických hub (nebo houbám podobných organismů, jako jsou Myxomycetes) a jsou klasifikovány jako trvalé nebo efemérní (trvajících méně než rok) struktury. V této skupině je zahrnuto 5 mikrostanovišť.

(6) Epifytické a epixylické struktury. Tyto struktury zahrnují různé organismy rostoucí na stromech (kryptofyty a fanerofyty), hnízda obratlovců nebo bezobratlých a také mikropůdu (vzniklou z organického materiálu, jako je listí, kůra, rozkládající se mechorosty atd.) buď na kůře kmene, v rozdvojení, nebo v koruně. V této skupině je zahrnuto 9 mikrostanovišť.

(7) Exudáty. Jsou to výměšky stromu, jako jsou pryskyřice, nebo mízotok, které mohou vzniknout při poranění kůry, nebo dřeva.

Zachování stromů s mikrohabitaty se stalo jedním z důležitých prostředků k podpoře a navyšování biologické rozmanitosti v hospodářských lesích. Přibližně dvě třetiny světových lesů byly ovlivněny lidskou činností (Courbaud, 2021), to vedlo k zásadnímu snížení důležitých prvků a struktur starých lesů, jako jsou biotopové stromy, mrtvé dřevo ve všech jeho variantách, z nichž všechny jsou důležitými zdroji mnoha lesních druhů (Stokland et al., 2012). Zachování těchto struktur se proto stalo hlavní strategií, která pomáhá zakomponovat ochranu biodiverzity do lesního hospodářství (Fedrowitz et al., 2014). Z tohoto důvodu v poslední době vzbudily zájem vědců i lesních hospodářů.

Za účelem poskytnout správcům lesů vhodná praktická doporučení pro ochranu druhů, které obývají různá mikrostanoviště se mnoho studií pokusilo zjistit klíčové charakteristiky stromů, které jsou úzce spojeny s tvorbou mikrostanovišť. Nejčastěji autoři zdůrazňují klíčové role stupně ochrany lokality, druhu stromu, statusu stromu a průměru stromu v prsní výšce. (Asbeck et al., 2021, Courbaud et al., 2021, Vuidot et al., 2011, Paillet et al. 2019, Großmann et al., 2018).

3.2 Vliv stupně ochrany lokality na výskyt mikrostanovišť

Jedním ze způsobů jak zjistit zda existuje zásadní vliv hospodaření na navýšení, nebo pokles biodiverzity je porovnání výskytu struktur a prvků mající význam pro biologickou rozmanitost mezi dvěma odlišnými způsoby hospodaření. Tedy například porovnání výskytu mikrostanovišť mezi dvěma lokalitami s rozdílnými stupni ochrany. Tímto tématem se zabývají studie na území přirozených lesů Západních (Slovensko) a Jižních Karpat (Rumunsko) a hospodářských lesů v Německu, dále také v Iránu a Francii (Asbeck et al., 2021, Courbaud et al., 2021, Vuidot et al., 2011).

Obecný předpoklad je takový, že mikrostanoviště jsou hojnější v neobhospodařovaných lesích s vysokým stupněm ochrany než v lesích hospodářských. Tradiční lesní hospodářství zaměřené na produkci dřeva má prostřednictvím výchovných zásahů tendenci eliminovat stromy, které mají sklon ke vzniku různých nežádoucích vad a jsou náchylné ke vzniku mikrostanovišť. Tento předpoklad potvrzuje například Asbeck (2021), který uvádí, že stromy v lesích s vysokým stupněm ochrany hostí rozmanitější řadu mikrostanovišť než stromy v hospodářských lesích, a to téměř u všech sledovaných kategorií mikrostanovišť zahrnujících dutiny, zranění a obnažené dřevo, mrtvé dřevo v koruně, výrůstky, plodnice saproxylických hub, epifytické struktury, exudáty podle standardní typologie (Larrieu et al., 2018). Jediným případem, kdy hospodářský les poskytl větší množství určitého mikrostanoviště bylo mrtvé dřevo v koruně, a to převážně na buku (Asbeck et al., 2021). Předpoklad vyššího počtu záznamů mikrostanovišť na porostech bez zásahů potvrzuje také Winter (2008).

Zásadní roli v popsání vlivu stupně ochrany lokality na výskyt mikrostanovišť má také doba absence hospodaření. V případě, že chráněná lokalita byla samovolnému vývoji ponechána teprve nedávno, k nalezení významných rozdílů ve výskytu mikrostanovišť oproti hospodářským lesům nemusí dojít. Časové rozmezí 10 až 150 let, během kterých v přírodní rezervaci neprobíhá hospodaření, může být příliš omezené k objevení výrazného rozdílu v počtu mikrostanovišť (Vuidot et al., 2011). Počet mikrostanovišť v obhospodařovaných porostech a v těch, které byly ponechány samovolnému vývoji nedávno, v rozmezí 12 – 50 let, může dosáhnout méně než polovinu oproti počtu zaznamenanému v porostech, kde hospodaření neprobíhá již více než 100 let. (Winter, Möller, 2008).

3.3 Vliv druhu dřeviny na výskyt mikrostanovišť

Ačkoliv se druh dřeviny zdá jako faktor, který nemůže zásadně ovlivnit výskyt určitých mikrostanovišť, mnoho studií z posledních let poukazuje na to, že listnaté stromy jsou významnějšími nositeli mikrostanovišť oproti jehličnanům. (Asbeck et al., 2020, Larrieu, Cabanettes 2012, Paillet et al. 2019, Vuidot et al. 2011). Některé studie poukazují převážně na význam buku. Například dutiny od datlovitých, nebo hnilobné otvory jsou mnohem hojnější u buku a jiných listnatých dřevin než u jehličnanů. (Asbeck et al., 2020, Asbeck et al., 2022, Larrieu, Cabanettes 2012). Další často uváděná dřevina, která má pozitivní vliv na výskyt mikrostanovišť je dub. Například Vuidot (2011) zjistil, že duby mají výrazně větší počet mikrostanovišť na strom, než je tomu u jedle, smrku a buku. U dubu je také větší pravděpodobnost výskytu mrtvého vrcholu stromu a také vyšší pokryv mechorostů než u jedle a smrku (Vuidot et al. 2011).

Počet mikrostanovišť roste se zvyšujícím se průměrem, ale u buku se tento jev projevuje ve větší míře, než u jiných hlavních hospodářských dřevin. (Vuidot, 2011)

3.4 Vliv statusu stromu na výskyt mikrostanovišť

Jedním ze zásadních charakteristik stromu, která může ovlivnit výskyt mikrostanovišť se v posledních letech podle několika studií jeví status stromu. (Paillet et al., 2019, Großmann et al., 2018, Regnery et al., 2013, Spinu et al., 2022). Toto téma se již řešilo v rámci středomořských lesů (Regnery et al., 2013). Dále také ve Francii (Vuidot et al., 2011, Paillet et al., 2019) a v jihozápadním Německu (Johann, Schaich., 2016). Výzkum vlivu statusu stromu naopak chybí například v rámci lesů na území České republiky, Slovenska, nebo Polska.

Téměř všechny výše zmíněné studie porovnávající počty mikrostanovišť na živých a mrtvých stromech došly ve výsledcích k vyšším počtům mikrostanovišť na mrtvých stromech (Großmann et al., 2018). To konstatuje ve své studii například Paillet (2019) při analýze jednotlivých typů mikrostanovišť (např. otvory datlovitých, nebo poškození kůry). Největší rozdíly byly pozorovány u otvorů vytvořených datlovitými. Bez ohledu na druh stromu se prakticky vyskytovaly pouze na stojících mrtvých stromech, téměř chyběly na živých. Naopak poškození kůry, nebo mrtvé větve bez ohledu na jejich velikost se vyskytovaly častěji

na živých stromech (Paillet et al., 2019). Některé studie naproti tomu došly k závěru, že na mrtvých stromech pozorovali podobné množství mikrostanovišť jako na živých stromech velkých dimenzí, zejména se jednalo o smrky a jedle. Složení mikrostanovišť mezi živými a mrtvými stromy bylo však odlišné (Spinu et al., 2022).

3.5 Vliv tloušťky stromu na výskyt mikrostanovišť

V rámci všech charakteristik stromu se jeho průměr v DBH jeví jako téměř nejvýznamnější pro diverzitu mikrostanovišť. Podle obecného předpokladu budou na stromech o velkých dimenzích mikrostanoviště s větší početností a rozmanitější než na menších stromech. Větší stromy zažily více škod jako například poškození kůry způsobené pádem stromu, různá zranění a situace jako jsou silné poryvy větru, při kterých se mikrostanoviště často vytvářejí (Paillet et al., 2019). Tento obecný předpoklad potvrzují četné studie, které v různých kontextech ukázaly, že počet mikrostanovišť na strom i výskyt některých typů mikrostanovišť roste s průměrem stromu (Paillet et al., 2019, Regnery et al., 2013, Winter et al., 2015). Například Paillet (2019) uvádí, že téměř všechny kategorie mikrostanovišť podle standardní typologie (Larrieu, Paillet, et al., 2018) vykazují stejné rostoucí trendy se zvyšujícím se průměrem DBH. Výrazně vyšší výskyt na větších stromech lze pozorovat hlavně u dutin od datlovitých, hniloba, vykotlané stromy a plodnice hub (Courbaud et al., 2021, Paillet et al., 2019). Dutinní ptáci a netopyři dávají k hnízdění přednost větším stromům (Remm, Löhmus, 2011, Tillon et al., 2016), protože silnější vrstva dřeva poskytuje lépe tlumené a stabilnější podmínky (Scheffers et al., 2013), avšak některé druhy datlovitých ptáků jako je strakapoud velký hloubí dutiny do stromů s tloušťkou již od 15 cm (Zahner et al., 2012). Mrtvé větve se rovněž vyskytují častěji na stromech o velkých dimenzích. (Paillet et al., 2019). Větší stromy mají větší množství větví a také o větších tloušťkách, které pravděpodobně odumírají kvůli konkurenci se sousedy, zejména u listnatých stromů (Bouget et al., 2011).

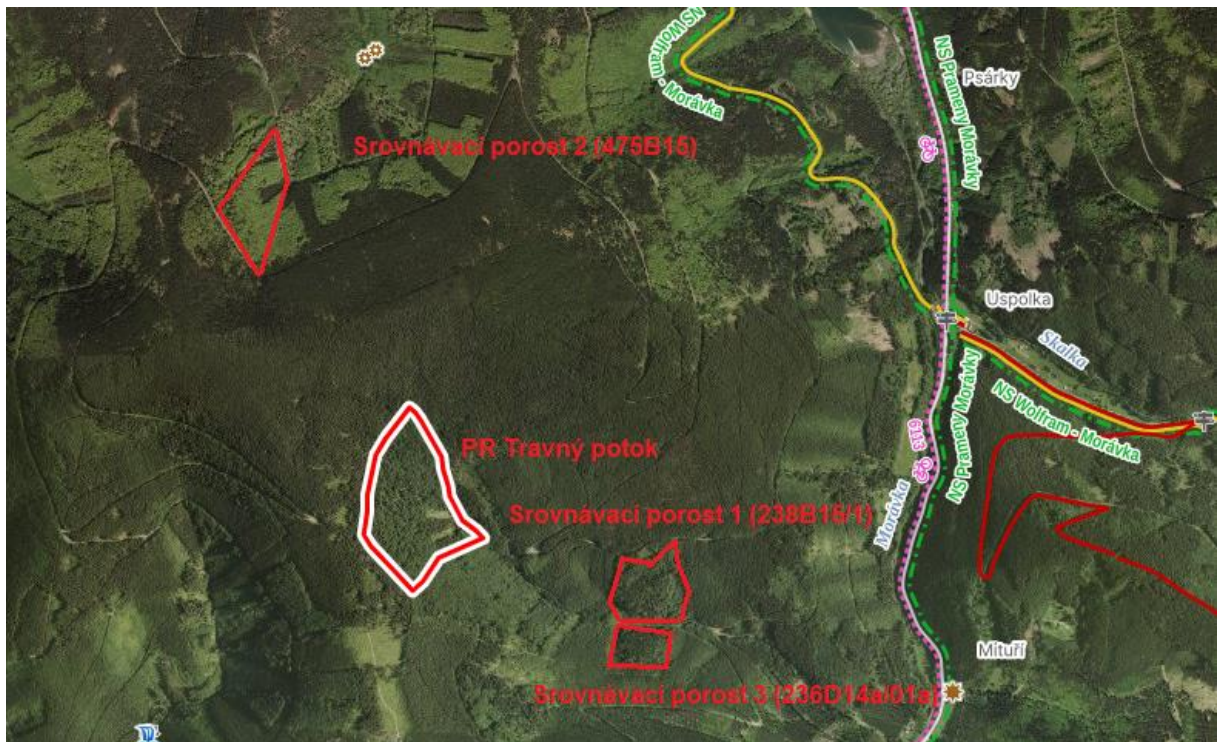
Některé studie uvádějí, že při dvojnásobném průměru stromu se zhruba zdvojnásobí počet mikrostanovišť na stromě (Vuidot et al., 2011, Winter et al., 2008), další uvádějí u konkrétních mikrostanovišť čtyř až pětinašobek (Johann et al., 2016, Larrieu, Cabanettes, 2012)

Naproti tomu bylo v určitých studiích zjištěno, že na výskyt určitých mikrostanovišť tloušťka nemá vliv. Například Courbaud (2011) zjistil, že dendrotelmy, ztráta kůry, trhliny, a další mohou vznikat bez ohledu tloušťku a věk. Tyto mikrostanoviště jsou obvykle způsobeny stresem například ve formě sucha, také vyšší citlivostí menších stromů na narušení. Trhliny se můžou vyskytovat častěji na menších stromech kvůli vyšší citlivosti na sucho (Cameron, 2019).

4 Charakteristika výzkumné lokality

4.1 Základní informace o výzkumné lokalitě

Výzkum byl prováděn na území Přírodní rezervace Travný potok a na přilehlých porostech hospodářského lesa sloužících jako srovnávací plocha. Tyto lokality se nachází v katastrálním území Morávka, okres Frýdek-Místek, Chráněná krajinná oblast Beskydy v Moravskoslezském kraji. Přírodní rezervace představuje zachovalé smíšené porosty v podhřebenové části masivu hory Travný (1203 m n. m.) v Moravskoslezských Beskydách. Nachází se v Lysohorské hornatině, v jižní části prameniště Travného potoka, v nadmořské výšce 810 až 1055 m n. m., asi 1 km JV od vrcholu Travného a 4 km jižně od středu obce Morávka. Rezervace byla vyhlášena v roce 1955 výnosem Ministerstva kultury ČSR. Její celková rozloha činí 18,6 ha. Srovnávací plocha má rozlohu 17,7 ha.



Obrázek č.1 Mapa zájmové oblasti s vyznačením jednotlivých zkoumaných ploch. (Mapy.cz, 2024)

4.2 Historie využívání území Přírodní rezervace Travný potok

Území bylo podle Plánu péče (2020) pravděpodobně dlouhou dobu nedotčeny těžbou a jinými negativními vlivy člověka až do 15-17. století, kdy byla oblast negativně ovlivněna klučením a vypalováním původních pralesů v souvislosti s valašskou kolonizací, vznikaly pastviny pro chov ovcí a koz. V reakci na destruktivní vlivy na lesy byla pastva v lesích od roku 1813 zakázána. Od 19. století se v souvislosti s průmyslovou revolucí zásadně zvýšila poptávka po jehličnatém dříví a začalo docházet k přeměně původních jedlobukových porostů na smrkové monokultury. V roce 1938 byla v jádrové oblasti založena smrková porostní skupina, která sloužila jako pokusná plocha pro zkoumání růstu smrku různých proveniencí. Prostředí přírodní rezervace bylo také negativně ovlivněno průmyslovými zplodinami ve druhé polovině 20. století z ostravsko-karvinské průmyslové aglomerace, což se projevilo poškozením asimilačních aparátů smrků v severní části rezervace (Plán péče, 2020).

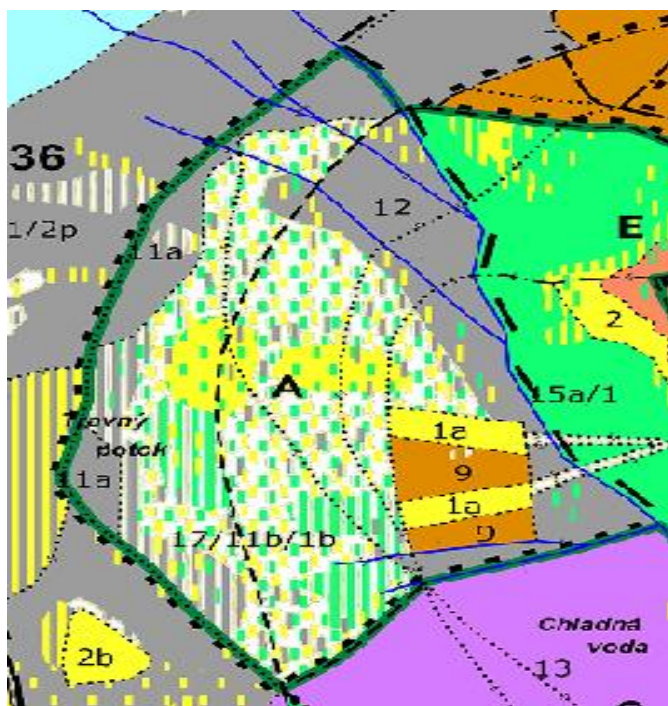
4.3 Charakteristika Přírodní rezervace Travný potok

Nachází se v rozmezí nadmořských výšek 800 – 1 040 m. Je situována jihovýchodně od vrcholu hory Travný. Na jejím území se vyskytuje část prameniště Travného potoka, podle kterého nese chráněné území název. Spadá do 1. zóny ochrany CHKO Beskydy, do které jsou zahrnuty přírodě blízké, nebo člověkem málo pozměněné ekosystémy udržované v žádoucím stavu vhodnou péčí managementem, nebo ponechané samovolnému vývoji (CHKO Beskydy, 2024). Rezervaci tvoří celkem 5 porostních skupin. Jádro rezervace (236 A 17/11b/1b) lze popsat jako smíšený vertikálně i horizontálně diferencovaný pralesovitý porost, se třemi etážemi. Je to rozlohou největší část rezervace. Z dřevin se zde vykytují především buk lesním (*Fagus sylvatica*), který dominuje ve spodním patře. V horní severozápadní části jádra je více zastoupen smrk ztepilý (*Picea abies*), v západní části rezervace je přimíšena jedle bělokorá (*Abies alba*), ta však nedosahuje příliš velkých tloušťek, většinou od 50 cm DBH. U prameniště potoka se často vyskytuje javor klen (*Acer pseudoplatanus*), který zde v některých případech dosahuje mimořádných dimenzí. Všudypřítomné je v jádru rezervace mrtvé dřevo, ležící, nebo stojící v různých dimenzích a také doupné stromy. Jádrový porost PR Travný potok má bezesporu mimořádný význam pro zachování biodiverzity. Podle Plánu péče (2020) se má porost ponechat samovolnému vývoji bez úmyslné i nahodilé těžby a přibližování a odvozu dřeva a chránit jedli proti okusu zvěří. Porost byl ponechán samovolnému vývoji k roku 2004.

Na východním okraji rezervace se vyskytuje porostní skupina 236 A 12. Jde o přírodě blízký porost. V druhové skladbě je zastoupen smrk a buk, téměř ve stejném poměru. Smrk se vyskytuje ve větších tloušťkách oproti buku a v horních částech porostu je více dominantní. Rovněž je zde vtroušená jedle v menších tloušťkách. Ve spodnějších částech porostu se vyskytuje poměrně hodně smrků napadených kůrovcem a také zde lze sledovat spíše nižší přirozené zmlazení. Nachází se zde menší množství tlejícího dřeva oproti jádru rezervace. Podle doporučení Plánu péče (2020) se má porost ponechat samovolnému vývoji bez úmyslné i nahodilé těžby a přibližování a odvozu dřeva podobně jako u jádra rezervace. Ponecháno samovolnému vývoji k roku 2004.

Severozápadní část PR Travný potok pod hřebenem hory Travný zaujímá porostní skupina 236 A 11a. Jde o přírodě blízký buk-smrkový porost v nejvyšší nadmořské výšce v rámci celé rezervace (zhruba 1040 m.n.m). Z dřevin zde převažuje smrk, buk se vyskytuje v menší míře. Dále je vtroušená jedle a javor klen. Ten již zde nedosahuje takových tlouštěk jako u předchozích popisovaných porostních skupin. Na severní hranici rezervace je porost více prosvětlený a nastupuje zde silná přirozená obnova smrku. Hojně se vyskytuje také borůvčí. Podle plánu péče (2020) se má porost ponechat samovolnému vývoji bez úmyslné i nahodilé těžby, přibližování a odvozu dřeva.

V jihovýchodním cípu rezervace se vyskytují porostní skupiny 236 A 9 a 236 A 1a. Ty dohromady představují plochu pouze 1,5 ha. Obě porostní skupiny byly vytěženy ve dvou pruzích a částečně na jejich zalesnění byla využita přirozená obnova a částečně podsadba jedle, buku a smrku, jak uvádí Plán péče (2020). První zmiňovaná porostní skupina 236 A 9 je převážně smrkovým porostem s příměsí buku. Většinou jde o geneticky nepůvodní smrk, původně výzkumná provenienční plocha smrku (Plán péče, 2020). Na hranici s porostní skupinou 236 A 1a se vyskytuje větší množství stromů napadených kůrovcem. Podle doporučení Plánu péče (2020) se zde má těžba omezit pouze na účelový jednotlivý výběr smrku, aby došlo k uvolnění vtroušených listnáčů a jedle a na nahodilou těžbu. Doporučená je podsadba buku a jedle. Je doporučeno podsadby chránit proti zvěři nátěry repelenty nebo ovčí vlnou. Co se týče porostní skupiny 236 A 1a, jedná se o mlazinu buku, jedle a smrku. Podle Plánu péče (2020) se jedná o původně výzkumné provenienční plochy smrku v PR Travný potok. Většina porostní skupiny je oplocena.



Obrázek č. 2 Detailní Porostní mapa Přírodní rezervace Travný potok. (Geoportál LČR, 2024).

4.4 Charakteristika srovnávací plochy

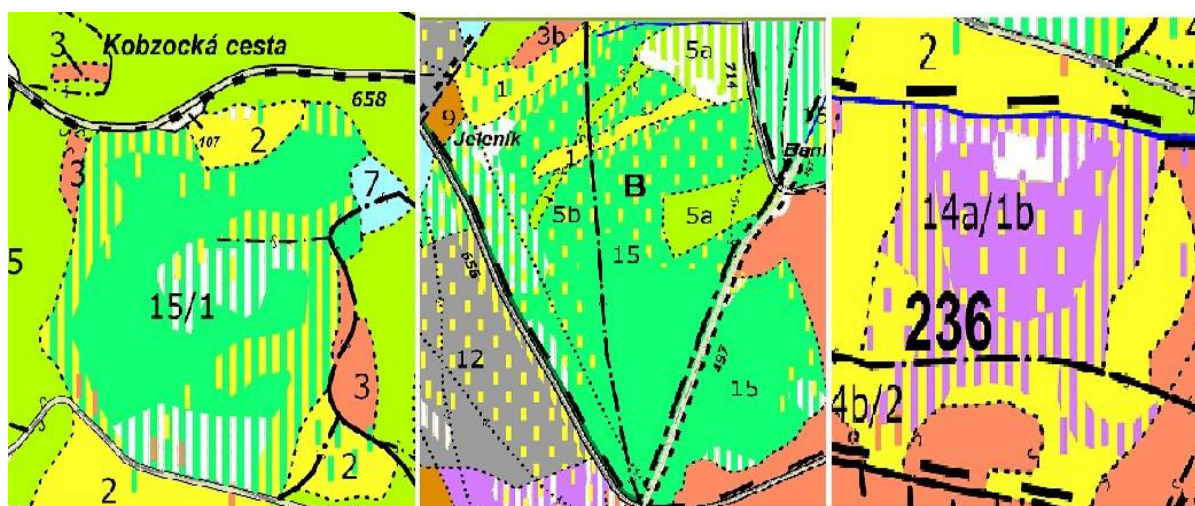
Aby srovnávací plocha dosáhla podobné rozlohy jako má Přírodní rezervace, byla složena dohromady ze tří přilehlých porostů. Jejich plochy dohromady tvoří 17,7 ha.

První porost (238B15/1) se nachází východně od PR Travný potok na jihovýchodním úbočí hory Travný ve 3. zóně ochrany CHKO Beskydy. Jeho rozloha je 5,6 ha. Vzdálenost od kraje porostu ke kraji rezervace je vzdušnou čarou zhruba 570 m a je nejbližší k rezervaci ze všech tří porostů. Nachází se v nadmořské výšce 700 až 800 m.n.m. Rozkládá se z části na prudkém jižním svahu a jeho severní část je na mírnějším svahu až rovině. Jedná se o přírodě blízký porost s převahou smrku, který je hojně zastoupený v rovinnaté části. Na svahu má větší zastoupení buk. Je zde vtroušený javor klen. Zejména v rozsáhlejší východní části má porost bohatou strukturu, diferencovanou spodní etáž buku se smrkem. Rovněž se zde vyskytuje smrk s chůdovitými kořeny. Nachází se zde mnoho tlejícího dřeva a místy taky několik doupných stromů. Cílový hospodářský soubor 55 (živná stanoviště vyšších poloh).

Druhý porost (475B15) se vyskytuje severně od PR Travný potok. Nachází se ve 2. zóně ochrany CHKO Beskydy. Na rozdíl od rezervace a prvního a třetího porostu se nachází na severním úbočí hory Travný. Jeho rozloha je 9,2 ha. Vzdálenost od kraje porostu ke kraji

rezervace činí vzdušnou čarou zhruba 850 m. Nachází se v nadmořské výšce 840 až 1000 m.n.m. Je situován na dlouhém severovýchodním svahu. Lze jej popsat jako rozsáhlý přírodě blízký bukový porost s příměsí smrku a s vtroušeným javorem klenem. Ve spodní (východní) části svahu je hojně zastoupen buk, který dosahuje spíše středních dimenzí. V horní části svahu má vyšší zastoupení smrk, ten zde již dosahuje vyšší tloušťek, vtroušeně se zde vyskytuje také javor klen. Severní část porostu je více prosvětlená. V těchto místech pramení potok Vlaský, dominuje zde buk o větších dimenzích a přimíšeně se zde vyskytuje javor klen. Cílový hospodářský soubor 51 (exponovaná stanoviště vyšších poloh).

Třetí porost (236D14a/01a) se nachází jihovýchodně od PR Travný potok na jihovýchodním úbočí hory Travný ve 2. zóně ochrany CHKO Beskydy. Rozloha porostu činí 2,8 ha. Jeho vzdálenost od kraje porostu ke kraji rezervace je vzdušnou čarou zhruba 680 m. Nachází se v nadmořské výšce 700 až 800 m.n.m. Je situován na velice prudkém severním svahu. Jde o proředený přírodě blízký bukový porost s příměsí smrku a javoru kleny a vtroušenou jedlí. Porost je velmi diferencovaný s celoplošnou spodní etáží. Severní hranici porostu lemuje potok Travný. Tato část má menší sklon a nachází se zde více smrků a javorů klenů. V prudším suťovém svahu je více dominantní buk. Nachází se zde mnoho tlejícího dřeva a místy taky několik doupných stromů. Zejména v západní části tvoří jeden komplex s přirozenými porosty PR Travný potok včetně ochranného pásma. Cílový hospodářský soubor 51 (exponovaná stanoviště vyšších poloh).



Obrázek č. 3 Detailní porostní mapa všech tří srovnávacích porostů. Zleva je 1. srovnávací porost (238B15/1), uprostřed druhý (475B15) a vpravo třetí (236D14a/01a) (Geoportál LČR, 2024)

5 Metodika

5.1 Metody sběru dat

Aby srovnávací plocha dosáhla podobné rozlohy jako má přírodní rezervace, byla složena dohromady ze tři přilehlých porostů hospodářských lesů. Jejich plochy dohromady tvoří 17,7 ha. Hospodářské porosty byly vybírány tak, aby měly zhruba podobnou dřevinnou skladbu a podobný věk jako u porostů na území PR Travný potok, a také aby se na nich vyskytoval dostatečný počet silných stromů s tloušťkou DBH nad 50 cm pro získání srovnatelného počtu vzorků. Dalším kritériem pro výběr srovnávacích porostů bylo, aby se nacházely ideálně ve 3. zóně CHKO, která zahrnuje člověkem pozmeněné ekosystémy, které jsou běžně hospodářsky využívány, nebo ve 2. zóně CHKO, která zahrnuje méně pozmeněné lesní porosty (CHKO Beskydy, 2024), a to z důvodu dosažení dostatečně objektivního srovnání. Tedy aby nedošlo ke srovnávání dvou celků se stejným stupněm ochrany a stejnými principy managementu.

Sběr dat na všech lokalitách probíhal během srpna 2023. Byla provedena inventarizace mikrostanovišť na všech stojících stromech, a to jak živých, tak mrtvých s tloušťkou ≥ 50 cm DBH a zároveň výškou nad ≥ 2 m. Sběr dat o stromových mikrostanovištích byl zaznamenáván do mobilní aplikace Lesodiverzita. Prostřednictvím aplikace byl na místě zaznamenáván druh stromu, zeměpisná šířka a délka, fotografie stromu, obvod v mm, tloušťka DBH v mm, odhad výšky v metrech, status stromu a druh mikrostanoviště. Pro identifikaci a zaznamenávání mikrostanovišť do aplikace byla použita francouzská klasifikace (Larrieu et al., 2018). Stromy, na kterých se nevyskytovala žádná mikrostanoviště byly zaznamenávány mimo aplikaci Lesodiverzita (2024) do předem připraveného písemného formuláře. U těchto stromů byly mimo fotografií a zeměpisných souřadnic zapsány stejné charakteristiky jako v případě stromů s mikrostanovišti. K měření tloušťky DBH a obvodu kmene bylo použito měřicí pásmo pro měření průměrů a délky s oboustrannou stupnicí. Průměr kmene byl měřen ve výšce 1,3 m a odpovídal tedy metodě DBH. Aby nedocházelo k opakovanému zápisu již zaznamenaných dřevin, bylo použito označení stromů lesnickou křídou.

5.2 Metody zpracování dat

Aplikace Lesodiverzita (2024) umožňuje zaznamenaná data uložit do databáze, která je poté stažitelná do souboru xlsx (excel). Stromy, které nebyly zadány do aplikace, byly s veškerými charakteristikami manuálně připsány k datům staženým z aplikace.

Pro vyjádření vlivu stupně ochrany lokality, druhu dřeviny a statusu stromu na výskyt mikrostanovišť byl použit Chí-kvadrát test v programu R, jehož prostřednictvím bylo vyjadřováno, zda existuje statisticky významný rozdíl v počtu mikrostanovišť mezi lokalitou s vyšším stupněm ochrany (PR Travný potok) a srovnávací plochou hospodářského lesa, dále také zda existuje statisticky významný rozdíl v počtu mikrostanovišť mezi mrtvými a živými stromy, a jestli existuje statisticky významný rozdíl v počtu mikrostanovišť mezi různými druhy dřevin. Do testování byly zahrnuty pouze smrk a buk, javor a jedle byly vyřazeny. Při jejich nízkém zastoupení by mohlo docházet ke zkreslování výsledků. Pro vyjádření vlivu tloušťky DBH na výskyt mikrostanovišť byla použita logistická regrese v programu R, pomocí které bylo vyjadřováno, jestli má tloušťka stromu statisticky významný vliv na pravděpodobnost výskytu mikrostanovišť.

Pro grafické vyjádření vlivu stupně ochrany lokality na výskyt mikrostanovišť byl použit spojnicový graf (Graf č. 5), který zobrazuje, jaké je procentuální rozdělení stromů na PR Travný potok a stromů na srovnávací lokalitě podle toho, kolik mikrostanovišť na sobě obsahují a vyjadřuje, kolik procent stromů má zaznamenáno určitý počet mikrostanovišť. Dále byl použit pruhový graf (Graf č. 6), který zobrazuje, jak je výskyt jednotlivých zkoumaných mikrostanovišť rozložen v rámci obou výzkumných ploch. U každé kategorie je základem pro výpočet procentuálního podílu součet kusů určitého mikrostanoviště na PR Travný potok a na srovnávací ploše. Podrobné vyjádření četnosti v kusech a procentuálního podílu jednotlivých mikrostanovišť v rámci obou ploch je uvedeno v tabulce (Tabulka č. 3).

Vliv druhu dřeviny byl graficky vyjádřen pomocí pruhového grafu (Graf č. 7), který vyjadřuje jak je výskyt jednotlivých zkoumaných mikrostanovišť rozložen v rámci jednotlivých druhů dřevin (smrk, buk, javor). U každé kategorie je základem pro výpočet procentuálního podílu součet kusů určitého mikrostanoviště na jednotlivém druhu dřeviny. Data vycházejí ze všech zaznamenaných stromů na obou lokalitách dohromady (PR Travný potok + srovnávací plocha). Pro podrobné vyjádření četnosti v kusech a procentuálního podílu jednotlivých mikrostanovišť v rámci všech druhů dřevin byla vytvořena tabulka (Tabulka č. 5).

Vliv statusu stromu byl vyjádřen pomocí spojnicového grafu (Graf č. 8), ve kterém je znázorněno, jaké je procentuální rozdělení živých a mrtvých stromů podle toho, kolik mikrostanovišť na sobě obsahují. Dále byl použit pruhový graf (Graf č. 9), který zobrazuje, jak je výskyt jednotlivých zkoumaných mikrostanovišť procentuálně rozložen na živých a na mrtvých stromech. U každé kategorie je základem pro výpočet procentuálního podílu součet kusů určitého mikrostanoviště na mrtvých a živých stromech. Data vycházejí ze všech zaznamenaných stromů na obou lokalitách dohromady (PR Travný potok + srovnávací plocha). Také byl zpracován graf, který vyjadřuje srovnání relativního zastoupení jednotlivých mikrostanovišť mezi živými a mrtvými stromy vzhledem k celkovému počtu stromů v daném statusu (Graf č. 10) vycházející z podílu celkového počtu kusů v určité kategorii mikrostanovišť za daný status (živý/mrtvý) a celkového počtu stromů za daný status (živý/mrtvý). Podrobné vyjádření četnosti v kusech a procentuálního podílu jednotlivých mikrostanovišť v rámci statusu stromu je uvedeno v tabulce (Tabulka č. 7).

Vliv tloušťky byl graficky vyjadřován pomocí Grafů pravděpodobnostních křivek (Grafy č. 11 a 12). Znázorňuje vztah mezi tloušťkou stromu a pravděpodobností výskytu mikrostanovišť.

5.3 Charakteristika jednotlivých mikrostanovišť

Ke klasifikaci mikrostanovišť existují dvě možné metodiky, francouzská (Larrieu et al., 2018) a německá (Kraus et al., 2016). Při výzkumu byla použita francouzská klasifikace mikrostanovišť (Larrieu et al., 2018). Ta je rozdělena do 7 hlavních skupin (dutiny, zranění a obnažené dřevo, mrtvé dřevo v koruně, výrůstky, plodnice saproxylických hub a hlenky, epifytické a epixilické struktury, exudáty a výrony) pod které spadá celkem 47 kategorií mikrostanovišť. Během sběru dat ale nebyly nalezeny všechny, tím pádem byla původní klasifikace pro účely této práce upravena a byly do ní zařazeny pouze zaznamenané mikrostanoviště, konkrétně tedy 39 kategorií místo původních 47.

Dutiny od datlovitých	
Malé dutiny	Vstupní otvor < 4 cm. Hnízdní dutiny Strakapouda malého (<i>Dendrocopos minor</i>) většinou na mrtvé větvi stromu.
Středně velké dutiny	Vstupní otvor 3-7 cm. Pro větší datlovitě, většinou v rozkládajícím se dřevě (mrtvé větve, pahýly, ulomené větve).
Sloupce dutin	Alespoň tři dutiny od datlovitých maximálně 2 metry od sebe (soubor takovýchto dutin má význam při tvorbě hlubokých dutin a rozkladu kmene).
Hniloba a vykotlané stromy	
Kmenová dutina dotýkající se země	Vstupní otvor > 10 cm, uzavřená dutina chráněna před deštěm, obsahující různé množství plísně, dotýká se země, vstupní otvor může být i výše na kmeni.
Kmenová dutina bez kontaktu se zemí	Vstupní otvor > 10 cm, zavřená dutina obsahující plíseň, která není v kontaktu se zemí.
Polouzavřená kmenová dutina	Vstupní otvor > 30 cm, dutina není úplně chráněna před okolním mikroklimatem a před deštěm.
Komínová kmenová dutina dotýkající se země	Vstupní otvor > 30 cm, dutina otevřená svrchu, často způsobená zlomením kmene, dosahuje k zemi.
Komínová kmenová dutina bez kontaktu se zemí	Vstupní otvor > 30 cm, dutina otevřená svrchu, často způsobená zlomením kmene, nedosahuje až k zemi.
Dutá větev	Vstupní otvor > 10 cm, dutina ve velkých větvích, horizontálně orientovaná, trubkovitá dutina.
Chodbičky od hmyzu	
Vývrty	Vývrty větší než 2 cm nebo plocha větší než 300 cm ²
Otvory	
Dendrotelmy	Průměr > 15 cm, dutiny, které díky svému tvaru v sobě zadržují vodu.
Otvory vytvářené datlovitými	Otvor hlubší než 10 cm nebo průměr větší než 10 cm, vznikající klováním datlovitých, vstup větší než vnitřek.
Otvory lemované kůrou	Hloubka > 10 cm nebo průměr > 10cm, přírodní kůrou lemované otvory bez plísně.
Kořenové otvory	Vstup > 10 cm, přírodní otvory lemované kůrou na bázi stromu, formované kořeny, bez plísně.
Obnažené bělové dřevo	
Ztráta kůry	Plocha > 300 cm ² , způsobeno pádem stromu, balvanu nebo hlodavci.
Kapsa kůry I	Odchlípení > 1cm, hloubka > 10cm, výška > 10 cm, prostor mezi kůrou a bělí tvořící stříšku, bez trouchu, otevřená zespod.
Kapsa kůry II	Odchlípení > 1cm, hloubka > 10cm, výška > 10 cm, prostor mezi kůrou a bělí tvořící kapsu, otevřená svrchu, s trouchem.

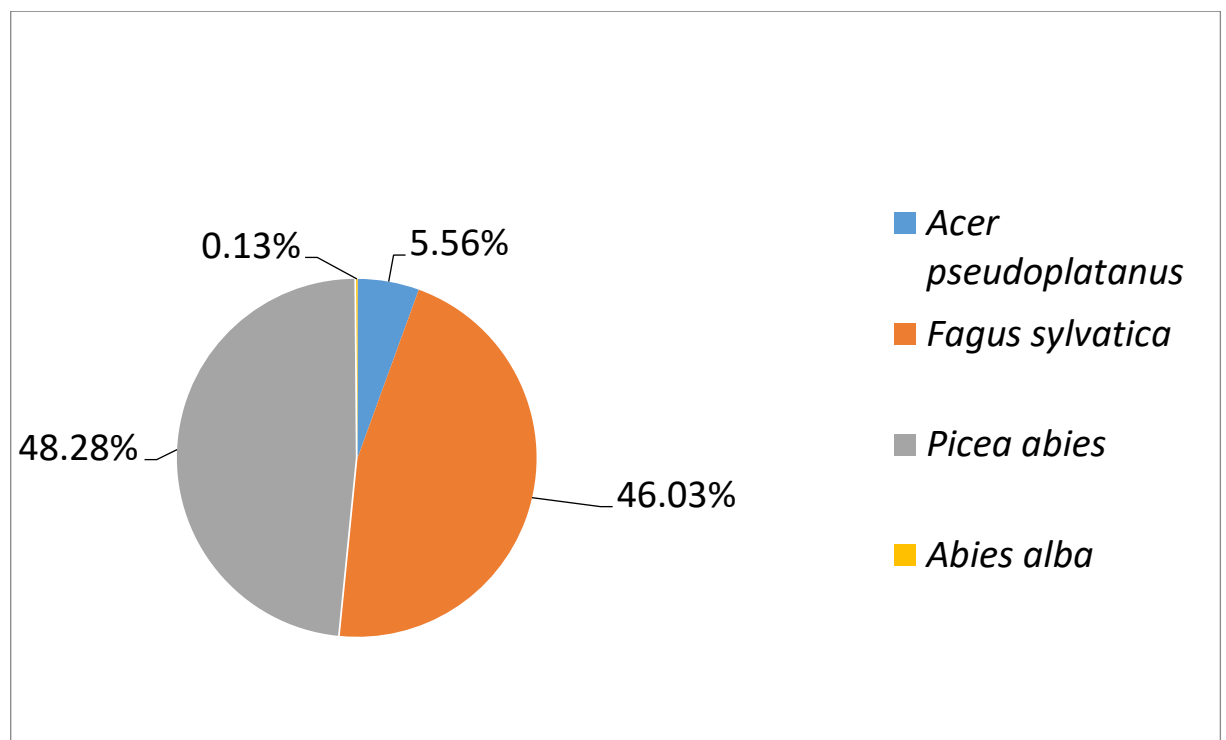
Obnažené bělové a jádrové dřevo	
Kmenový zlom	Průměr ve zlomovém bodě > 10 cm, zlomený strom (mrtvý, nebo stále živý).
Zlomená větev	Plocha obnaženého jádrového dřeva > 300 cm ² , ulomená větev nebo rozlomený „dvoják“.
Jizva	Délka > 30 cm, tloušťka > 1 cm, hloubka > 10 cm, jizva v kůře i dřevě.
Jizva po zásahu bleskem	Délka > 30 cm, tloušťka > 1 cm, hloubka > 10 cm, jizva způsobena bleskem, většinou ve má spirálovitý tvar s roztržštěným dřevem.
Rozdvojení	Délka > 30 cm, jde o jizvu v rozdvojení.
Mrtvé dřevo v koruně	
Mrtvé větve	Větve o průměru > než 10cm, nebo větve s průměrem > 3 cm a 10% mrtvé koruny.
Mrtvý vrchol	Průměr > 10 cm na bázi mrtvé části, mrtvý celý vrchol korun, dřevo je vystaveno slunečnímu svitu
Zbýtky zlomené větve	Zbývající část větve o průměru > 20 cm a délce > 0,5 m, odlomená větev, může být roztržštěná, zranění neovlivňuje kmen.
Rakovinné útvary	
Nádor I	Průměr > 20 cm, vznik nadbytečným růstem buněk na kmeni či větvích vlivem různých podráždění.
Nádor II	Průměr > 20 cm, rozkládající se útvar, obnažení bělové dřevo, působí např. rez jedlová (<i>Melampsorella caryophyllacaerum</i>), rážovka (<i>Nectria</i>).
Plodnice saproxylických hub (Efemerní)	
Annual polypore	Průměr > 5 cm nebo shluk > 10 plodnic, vyskytující se po několik týdnů, jsou elastické a měkké.
Pulpy agaric	Průměr > 5 cm nebo shluk > 10 plodnic, velké masité plodnice, lupenotvaré (<i>Agaricales</i>), př.: václavka obecná (<i>Armillaria mellea</i>), hlíva ústříčná (<i>Pleurotus ostreatus</i>), vyskytují se několik týdnů.
Pravé hlenky	Průměr > 5 cm, tvoří plazmodium.
Epifyty, parazitické kryptoifyty a fanerofyty	
Mechorosty	Plocha kmene pokryta mechorosty více než z 10%.
Lišejníky	Plocha kmene pokryta lišejníky více než z 10%.
Kaprad'orosty	Plocha kmene pokryta kaprad'orosty více než z 10%.
Mikropůda	
Mikropůda na kůře	Vznik mikropedogenezí
Exudáty a výrony	
Mízotok	Délka zranění > 10 cm, čerstvé poranění.
Silný výron pryskyřice	Délka zranění > 10 cm, čerstvé poranění
Hnízda	
Hnízda obratlovců	Průměr > 10 cm, hnízda ptáků, veverek, nebo malých hlodavců.
Hnízda bezobratlých	Např.: Bourovčík jižní (<i>Thaumetopoea pityocampa</i>), mravenec černošklý (<i>Lasius fuliginosus</i>), včela medonosná (<i>Apis mellifera</i>),

Tabulka č. 1 – Klíč k určování jednotlivých kategorií mikrostanovišť a jejich hlavních skupin. Upraveno podle (Larrieu et al., 2018) a Lesodiverzita (2024).

6 Výsledky

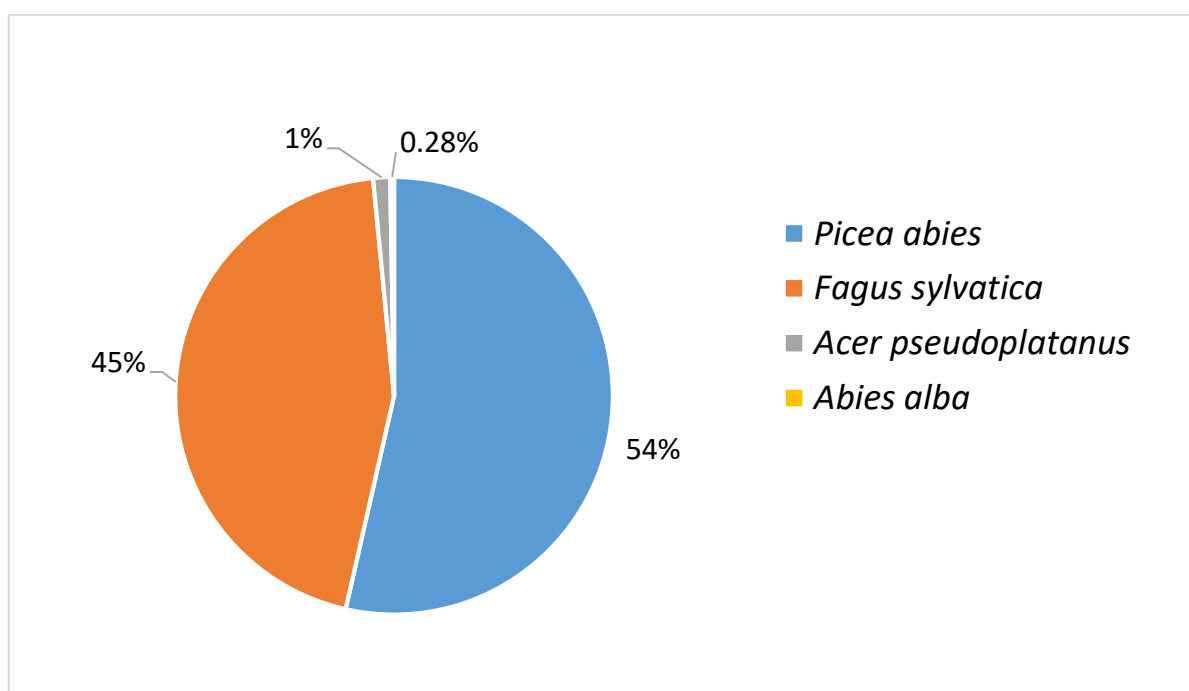
Tato kapitola se zaměřuje na prezentaci výsledků vlastního výzkumného šetření prostřednictvím grafů, slovního popisu a statistického testování. Výsledky jsou vedeny převážně formou srovnávání grafů a získaných dat z PR Travný Potok a přilehlých hospodářských lesů a statistického zhodnocení vlivu vybraných charakteristik na výskyt mikrostanovišť. Celkově bylo během výzkumného šetření zaznamenáno 1473 stromů. Z toho 756 v Přírodní rezervaci Travný potok a 717 na srovnávací lokalitě. S ohledem na to, že počet stromů na obou lokalitách není stejný, bylo provedeno testování pomocí chí – kvadrát testu, zda existuje významný statistický rozdíl v počtu stromů mezi lokalitami a zda je možno je srovnávat. P – hodnota vyšla 0,273, což je větší než zvolená hladina významnosti (0,05) a tudíž lze potvrdit nulovou hypotézu o neexistenci významného rozdílu v počtu stromů mezi oběma lokalitami.

6.1 Druhové složení dřevin



Graf č. 1 – Druhové složení v PR Travný Potok. Zastoupení *Picea abies* – 48,28%, *Fagus Sylvatica* – 46,03%, *Acer pseudoplatanus* – 5,56%, *Abies alba* – 0,13%.

V přírodní rezervaci Travný Potok bylo zaznamenáno dohromady 756 jedinců a nacházely se zde 4 druhy dřevin. Z grafu je zřejmé, že nejčastěji se vyskytující dřevinou byl smrk (*Picea abies*) se zastoupením 48,28% při celkovém počtu 365 jedinců. Druhou nejrozšířenější dřevinou byl buk (*Fagus sylvatica*) se zastoupením (46,03 %) a počtem 348 jedinců. Třetí nejrozšířenější byl javor klen (*Acer pseudoplatanus*) se zastoupením 5,56% a počtem 42 jedinců. Pouze 1 jedinec se vyskytoval u jedle (*Abies alba*) se zastoupením 0,13 %. Jedná se tedy spíše o doplňkovou dřevinu.

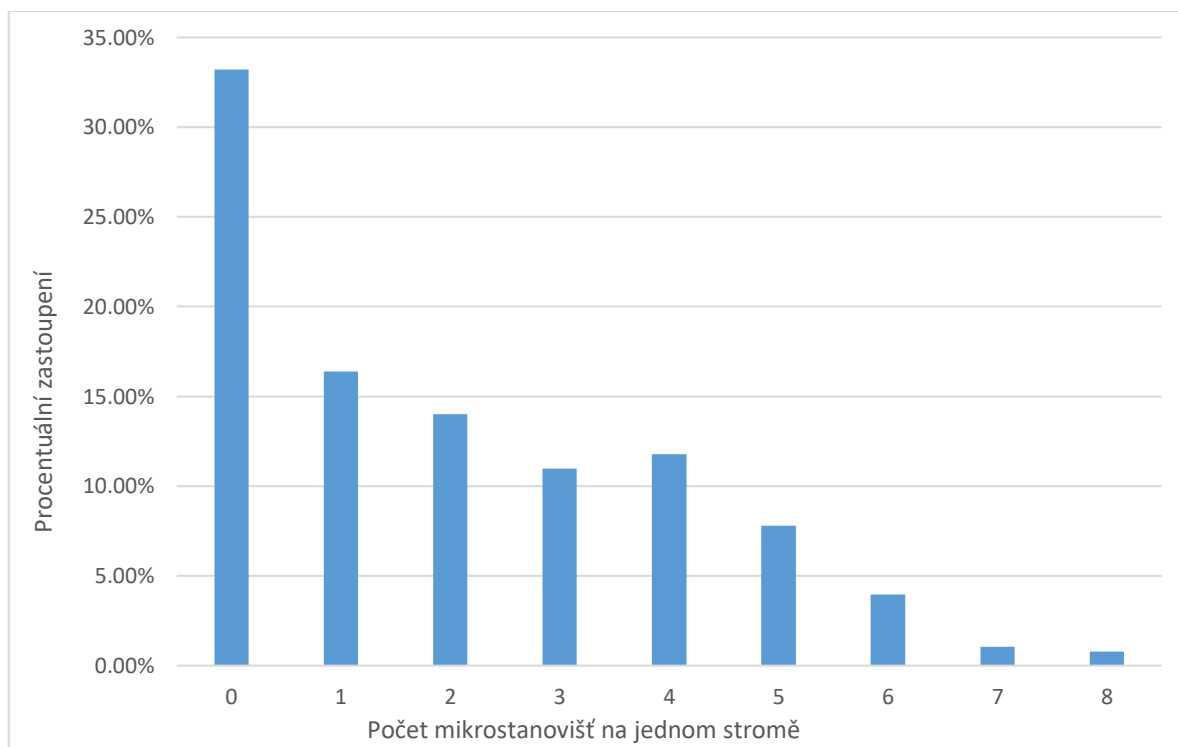


Graf č. 2 – Druhové složení na srovnávací ploše Hospodářského lesa. *Picea abies* – 54 %, *Fagus Sylvatica* - 45%, *Acer Pseudoplatnus* - 1%, *Abies alba* – 0,28%.

Na všech třech porostech hospodářského lesa (srovnávací plocha) bylo dohromady zaznamenáno 717 stromů. Druhové složení zde představovaly čtyři druhy dřevin obdobně jako u PR Travný potok. Nejvíce zastoupenou dřevinou byl smrk (*Picea abies*) při celkovém počtu 384 jedinců (54%). Smrk je stejně jako u PR Travný potok nejčastější dřevinou. Zde u srovnávací plochy je však dominantnější ve srovnání s přírodní rezervací. Druhou nejrozšířenější dřevinou byl buk (*Fagus sylvatica*) se zastoupením 45 % a při celkovém počtu 322 jedinců. Třetí nejčastější dřevinou byl javor klen (*Acer pseudoplatanus*) se zastoupením 1 % a při počtu pouze 9 jedinců. Zde u srovnávací plochy je javor klen výrazně méně častý oproti PR Travný potok, kde se vyskytoval v zastoupení 5,56 %. Dřevina s nejmenším zastoupením stejně jako u PR Travný potok byla jedle (*Abies alba*) s počtem pouze 2 jedinců. (0,28%)

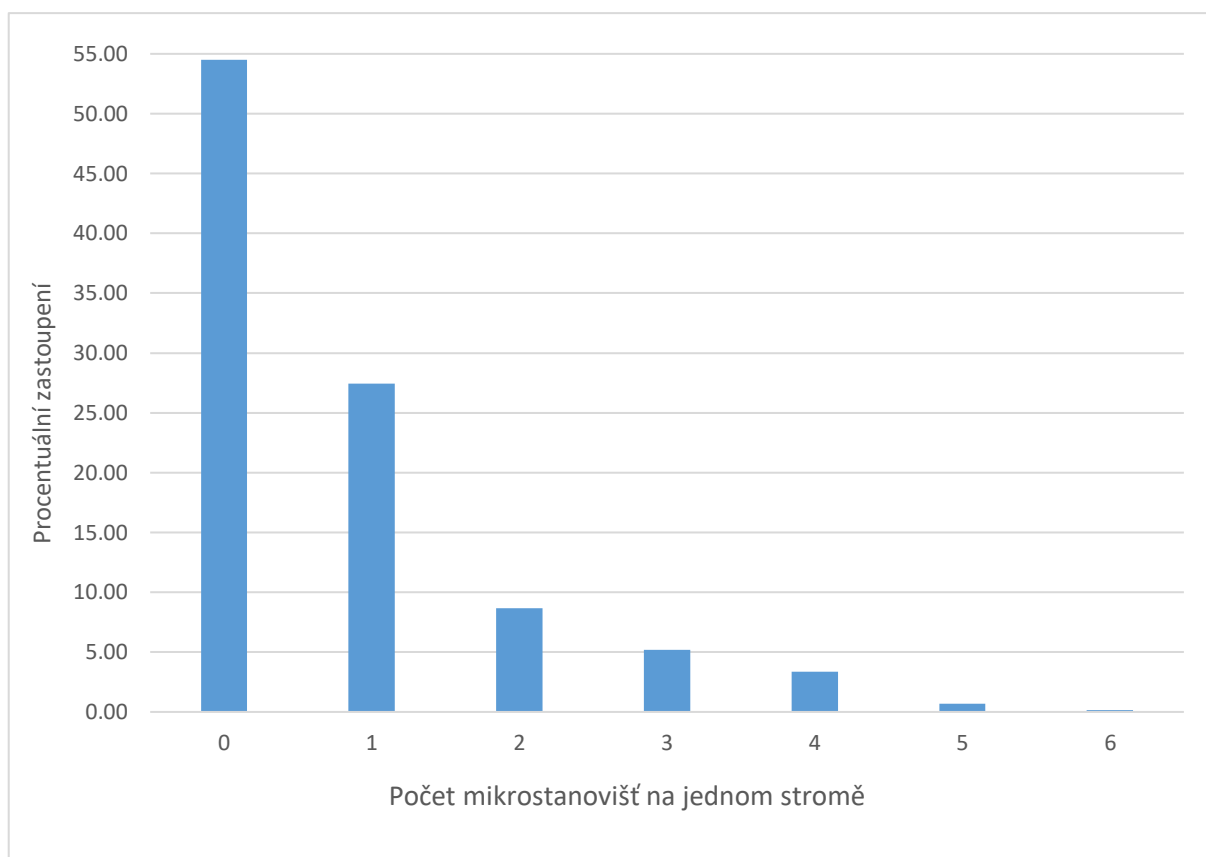
6.2 Vliv stupně ochrany lokality na výskyt mikrostanovišť

Tato podkapitola zkoumá, zda existují významné rozdíly ve výskytu mikrostanovišť na PR Travný potok na srovnávací ploše.



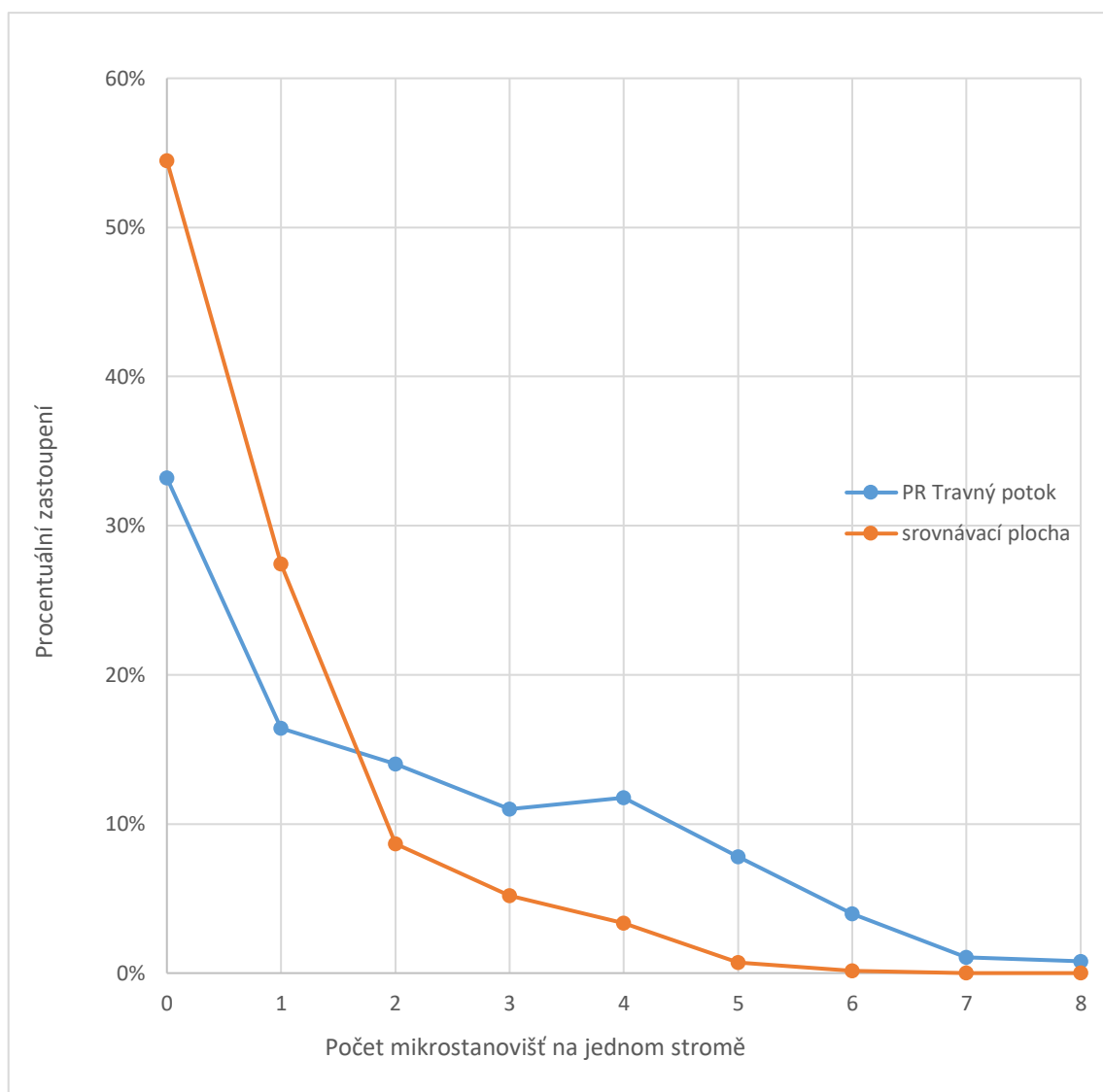
Graf č. 3 Procentuální rozdělení stromů na PR Travný potok podle toho, kolik mikrostanovišť na sobě obsahují. Vyjadřuje kolik procent stromů má zaznamenáno určitý počet mikrostanovišť. Maximální počet mikrostanovišť zaznamenaných na jednom stromě je 8. Stromy s žádným mikrostanovištěm – 33,20%, s jedním – 16,40 % stromů, se dvěma – 14,02 % stromů, se třemi – 10,98% stromů, se čtyřmi – 11,77% stromů, s pěti – 7,8% stromů, s šesti – 3,97% stromů, se sedmi – 1,06% stromů, s osmi – 0,79 % stromů.

Tento graf zobrazuje, jaký počet mikrostanovišť se procentuálně na jednotlivých stromech vyskytoval. Z celkového počtu 756 zaznamenaných jedinců v rámci PR Travný potok se vyskytovalo 505 stromů s alespoň jedním, nebo více mikrostanovišti (66,79 %). U 251 stromů (33,2 %) se nevyskytovalo žádné mikrostanoviště. Jedná se tedy o stromy nezadané do aplikace Lesodiverzita. Pouze 1 mikrostanoviště se vyskytovalo u 124 případů (16,4 %). Mezi stromy s právě jedním mikrostanovištěm je poměrně malý rozdíl v druhovém zastoupení buků (50,8%) a smrků (46%). U 106 stromů (14,02%) byly zaznamenány dvě mikrostanoviště. Právě tři mikrostanoviště se vyskytovala na 83 stromech (10,98 %). Největší zaznamenaný počet mikrostanoviště na jednom stromě byl 8. Takový počet se vyskytoval pouze u 6 jedinců. (0,79%).



Graf č. 4 Procentuální rozdělení stromů na srovnávací lokalitě podle toho, kolik mikrostanovišť na sobě obsahují. Vyjadřuje kolik procent stromů má zaznamenáno určitý počet mikrostanovišť. Maximální počet mikrostanovišť zaznamenaných na jednom stromě je 6. Stromy s žádným mikrostanovištěm – 54,67%, s jedním – 27,33 % stromů, se dvěma – 8,64 % stromů, se třemi – 5,16 % stromů, se čtyřmi – 3,34% stromů, s pěti – 0,70 % stromů, s šesti – 0,14% stromů.

Graf č. 4 vyjadřuje jaký je počet mikrostanovišť na jednotlivých stromech v rámci srovnávacího porostu. Jedná se tedy o období předchozího grafu. Z celkového počtu 717 stromů zaznamenaných na všech 3 srovnávacích porostech se vyskytovalo 325 jedinců s alespoň jedním, nebo více mikrostanovišti (45,32 %). U 392 stromů (54,67 %) se nevyskytovalo žádné. Právě jedno mikrostanoviště se vyskytovalo s podílem 27,33%. Dvě mikrostanoviště se vyskytovala se zastoupením (8,64%). Právě tři se vyskytovala na 37 stromech (5,16 %), čtyři u 24 stromů (3,34 %), pět pouze u 5 stromů (0,70%). Největší zaznamenaný počet mikrostanovišť bylo 6 a to pouze u jednoho stromu (0,14%).



Graf č. 5 Procentuální rozdělení stromů na PR Travný potok a stromů na srovnávací lokalitě podle toho, kolik mikrostanovišť na sobě obsahují. Vyjadřuje kolik procent stromů má zaznamenáno určitý počet mikrostanovišť. Maximální počet mikrostanovišť zaznamenaných na jednom stromě je 8. Srovnání zastoupení počtu mikrostanovišť na jednotlivých stromech v rámci PR Travný potok a srovnávací plochy hospodářských lesů.

S výsledného grafu je patrné, že na PR Travný potok je výrazně vyšší podíl stromů s větším počtem mikrostanovišť oproti srovnávací ploše. Na PR Travný potok se stromy s 5 a více mikrostanovišti vyskytovaly ve 13 % (celkem 103) s celkového počtu stromů. U srovnávací plochy měli jedinci s 5 a více mikrostanovišti zastoupení 0,84% při počtu pouze 6 stromů. Rovněž byla podle chí-kvadrát testu ověřována statistická významnost rozdílu v zastoupení stromů s 5 a více mikrostanovišti mezi PR Travný potok a srovnávací plochou. Byla zamítnuta nulová hypotéza, že neexistuje žádný statisticky významný rozdíl v zastoupení stromů s 5 a více mikrostanovišti mezi oběma zájmovými lokalitami. P – hodnota ($2.2e-16$) je menší než zvolená hladina významnosti (0.05).

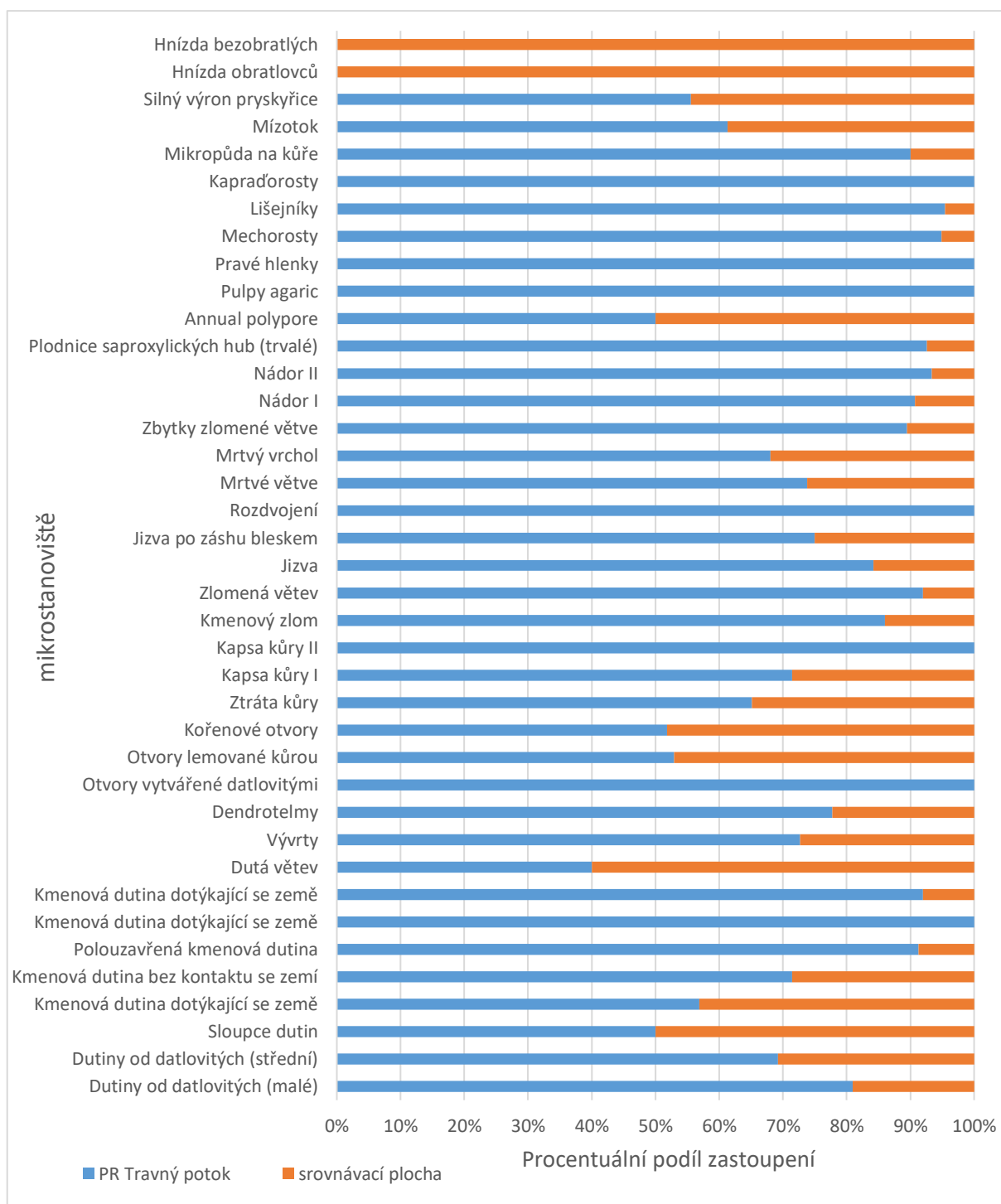
Výrazný je také rozdíl v zastoupení stromů, které mají alespoň jedno mikrostanoviště a stromů, které nemají žádné. Zatímco u PR Travný potok jsou stromy s mikrostanovištěm proti stromům bez v poměru 505 (66,79 %) ku 251 (33,2 %), u srovnávací plochy je tento trend spíše opačný. Tedy počet stromů bez mikrostanoviště je zde větší. Konkrétně je to v poměru 325 stromů s alespoň jedním (45,52%) ku 389 stromů bez (54,48%). Vliv lokality na výskyt mikrostanovišť byl ověřován prostřednictvím Chí kvadrát testu. Stanovená nulová hypotéza (H_0): „Neexistuje žádný významný rozdíl v zastoupení stromů s alespoň jedním mikrostanovištěm a stromů bez mikrostanoviště mezi PR Travný potok a srovnávací plochou“. P-hodnota ($3,028e-16$) je však nižší než zvolená hladina významnosti (0,05), můžete tedy zamítnout nulovou hypotézu (H_0) a tvrdit, že existuje statisticky významný rozdíl v zastoupení stromů s alespoň jedním mikrostanovištěm a stromů bez mikrostanoviště mezi srovnávací plochou a přírodní rezervací. Na srovnávací ploše dominují stromy, které jsou bez mikrostanoviště, nebo pouze s jedním. U rezervace je zastoupení stromů s jednotlivými počty mikrostanovišť vyrovnanější. U obou lokalit má výskyt stromů se zvyšujícím se počtem mikrostanovišť klesající tendenci.

kód mikrostanoviště	název mikrostanoviště	Hlavní skupiny
1	Malé dutiny	Dutiny od datlovitých
2	Středně velké dutiny	
3	Sloupce dutin	
4	Kmenová dutina dotýkající se země	Hniloba a vykotlané stromy
5	Kmenová dutina bez kontaktu se zemí	
6	Polouzavřená kmenová dutina	
7	Komínová kmenová dutina dotýkající se země	
8	Komínová kmenová dutina bez kontaktu se zemí	
9	Dutá větev	
10	Vývrty	Chodbičky od hmyzu
11	Dendrotelmy	Otvory
12	Otvory vytvářené datlovitými	
13	Otvory lemované kůrou	
14	Kořenové otvory	
15	Ztráta kůry	Obnažené bělové dřevo
16	Kapsa kůry I	
17	Kapsa kůry II	
18	Kmenový zlom	Obnažené bělové a jádrové dřevo
19	Zlomená větev	
20	Jizva	
21	jizva po zásahu bleskem	
22	Rozdvojení	
23	Mrtvé větve	Mrtvé dřevo v koruně
24	Mrtvý vrchol	
25	Zbytky zlomené větve	
26	Nádor I	Rakovinné útvary
27	Nádor II	
28	Trvalé	Plodnice saproxylických hub (Pereniální)
29	Annual polypore	Plodnice saproxylických hub (Efemerní)
30	Pulpy agaric	
31	Pravé hlenky	
32	Mechorosty	Epifyty, parazitické kryptofty a fanerofyty
33	Lišejníky	
34	Kaprad'orosty	
35	Mikropůda na kůře	Mikropůda
36	Mízotok	Exudáty a výrony
37	Silný výron pryskyřice	
38	Hnízda obratlovců	Hnízda
39	Hnízda bezobratlých	

Tabulka č. 2 Podrobnější názvy jednotlivých mikrostanovišť sloužící pro dovysvětlení popisků a kódy pro usnadnění orientace v textu pro grafy č. 6, 7 a 9 a tabulky č. 2, 4 a 6 (Larrieu et al., 2018).

Kód mikrostanoviště	název mikrostanoviště	PR Travný potok (ks)	PR Travný potok (%)	srovnávací plocha (ks)	srovnávací plocha (%)	suma (ks)
1	Dutiny od datlovitých (malé)	17	81%	4	19%	21
2	Dutiny od datlovitých (střední)	9	69%	4	31%	13
3	Sloupce dutin	1	50%	1	50%	2
4	Kmenová dutina dotýkající se země	33	57%	25	43%	58
5	Kmenová dutina bez kontaktu se zemí	65	71%	26	29%	91
6	Polouzavřená kmenová dutina	21	91%	2	9%	23
7	Kmenová dutina dotýkající se země	4	100%	0	0%	4
8	Kmenová dutina dotýkající se země	23	92%	2	8%	25
9	Dutá větev	2	40%	3	60%	5
10	Vývrty	165	73%	62	27%	227
11	Dendrotelmy	14	78%	4	22%	18
12	Otvory vytvářené datlovitými	1	100%	0	0%	1
13	Otvory lemované kůrou	36	53%	32	47%	68
14	Kořenové otvory	101	52%	94	48%	195
15	Ztráta kůry	71	65%	38	35%	109
16	Kapsa kůry I	40	71%	16	29%	56
17	Kapsa kůry II	2	100%	0	0%	2
18	Kmenový zlom	86	86%	14	14%	100
19	Zlomená větev	46	92%	4	8%	50
20	Jizva	64	84%	12	16%	76
21	Jizva po zášhu bleskem	3	75%	1	25%	4
22	Rozdvojení	6	100%	0	0%	6
23	Mrtvé větve	169	74%	60	26%	229
24	Mrtvý vrchol	66	68%	31	32%	97
25	Zbytky zlomené větve	17	89%	2	11%	19
26	Nádor I	88	91%	9	9%	97
27	Nádor II	14	93%	1	7%	15
28	Plodnice saproxylických hub (trvalé)	75	93%	6	7%	81
29	Annual polypore	1	50%	1	50%	2
30	Pulpy agaric	2	100%	0	0%	2
31	Pravé hlenky	14	100%	0	0%	14
32	Mechorosty	74	95%	4	5%	78
33	Lišejníky	63	95%	3	5%	66
34	Kaprad'orosty	1	100%	0	0%	1
35	Mikropůda na kůře	9	90%	1	10%	10
36	Mízotok	19	61%	12	39%	31
37	Silný výron pryskyřice	5	56%	4	44%	9
38	Hnízda obratlovců	0	0%	1	100%	1
39	Hnízda bezobratlých	0	0%	1	100%	1

Tabulka č. 3 Procentuální podíl a četnost v kusech jednotlivých mikrostanovišť v rámci jednotlivých ploch. Zobrazuje, jak je výskyt jednotlivých zkoumaných mikrostanovišť procentuálně a v kusech rozložen na PR Travný potok a jak na srovnávací ploše.



Graf č. 6 Výskyt jednotlivých mikrostanovišť v rámci jednotlivých ploch. Zobrazuje, jak je výskyt jednotlivých zkoumaných mikrostanovišť procentuálně rozložen na PR Travný potok a jak na srovnávací ploše. U každé kategorie je základem pro výpočet procentuálního podílu součet kusů určitého mikrostanoviště na PR Travný potok a na srovnávací ploše. V grafu jsou názvy některých mikrostanovišť zkráceny. Jejich podrobnější názvy jsou uvedeny v legendě (Viz. Tabulka č. 1). Data v grafu vycházejí z tabulky č. 2.

Celkový počet zaznamenaných mikrostanovišť na PR Travný potok byl 1427 na 756 stromech. Zatímco na srovnávací ploše byl pouze 480 na 717 stromech. V rezervaci vychází průměrně 1,89 mikrostanovišť na jeden strom a na srovnávací ploše vychází průměr 0.67 mikrostanovišť na jeden strom. Význam lokality na výskyt mikrostanovišť byl ověřován pomocí χ^2 - kvadrát testu a bylo testováno, zde existuje statistický významný rozdíl v počtu mikrostanovišť mezi zkoumanými lokalitami. Nulová hypotéza (H_0), o tom, že neexistuje žádný významný rozdíl v počtu mikrostanovišť mezi PR Travný potok a srovnávací plochou byla zamítnuta. P – hodnota = 0.01502 < zvolená hladina významnosti (0,05).

Z grafu je patrné, že téměř u všech kategorií mikrostanovišť vychází větší podíl u přírodní rezervace. Větší výskyt určitého mikrostanoviště na srovnávací ploše byl zaznamenán v případě duté větve (kód 9), kde na srovnávací ploše se vyskytovala ve 3 případech (60%) a na PR Travný potok ve 2 případech (40%). Dále byl vyšší počet mikrostanovišť na srovnávací ploše zaznamenán u skupiny hnízda. Na srovnávací ploše bylo nalezeno jedno hnízdo obratlovců (kód 38), konkrétně se jednalo o hnízdo blíže nespecifikovatelného druhu ptáků. Pro bližší upřesnění bylo hnízdo zaznamenáno v 1. srovnávacím porostu (238 B 15/1). Dalším zaznamenaným mikrostanovištěm na srovnávací ploše v rámci skupiny hnízda bylo hnízdo bezobratlých (kód 39), konkrétně šlo o mraveniště v dutině smrku na 3. srovnávací ploše (236 D 14/1b). Na PR Travný potok se nevyskytovala žádná mikrostanoviště ve skupině hnízda. U všech tří kategorií, kde se na srovnávací ploše vyskytuje větší počet kusů než u rezervace, jde o velice zanedbatelný rozdíl a zejména u hnízd na srovnávací ploše jde navíc pouze o ojedinělý výskyt. Bylo také pomocí χ^2 – kvadrát testu ověřováno, zda existuje významný statistický rozdíl ve výskytu dutých větví mezi PR Travný potok a srovnávací plochou. P -hodnota = 0,65. Obdobně byl testován také rozdíl ve výskytu hnízd. Zde vyšla p – hodnota 0,317. V obou případech vychází p – hodnota větší než zvolená hladina významnosti (0,05). Lze tedy potvrdit nulovou hypotézu o tom, že v tomto případě neexistuje významný rozdíl.

Velmi malý rozdíl ve výskytu v rámci obou ploch byl zaznamenán u mikrostanoviště otvory lemované kůrou (kód 13) a kořenové otvory (kód 14). Na PR Travný byly otvory lemované kůrou zaznamenány ve 36 případech (53%) a na srovnávací ploše ve 32 případech (47%). Kořenové otvory se vyskytovaly na PR Travný potok ve 101 případech (52%) a na srovnávací ploše v 94 případech (48 %). V obou těchto uvedených případech bylo provedeno ověření χ^2 – kvadrát testem, jestli existuje významný rozdíl mezi lokalitami (otvory lemované kůrou – p -hodnota = 0,627, kořenové otvory – p -hodnota = 0,616,). P – hodnota vyšla v obou případech

vyšší než zvolená hladina významnosti 0,05. Z toho vyplývá, že na výskyt těchto mikrostanovišť nemá lokalita vliv.

U 7 kategorií mikrostanovišť byl výskyt zaznamenán pouze na PR Travný potok. Jedná se o komínovou kmenovou dutinu (kód 7), otvory vytvářené datlovitými (kód 12), kapsa kůry II (kód 17), rozdvojení (kód 22), *pulpy agaric* (kód 30), pravé hlenky (kód 31) a kaprad'orosty (kód 34). Výrazně velký rozdíl ve výskytu mezi lokalitami se vyskytoval u mikrostanovišť lišejníků (kód 33) a mechorostů (kód 32). V rezervaci se mechorosty vyskytovaly se zastoupením 95 % při celkovém počtu 74 záznamů. Na srovnávací ploše byly mechorosty pouze ve 4 případech (5%). Lišejníky byly v rezervaci zaznamenány v 63 případech (95 %) a na srovnávací ploše pouze ve 3 případech (5%).

název mikrostanoviště	PR Travný potok počty záznamů	srovnávací plocha počty záznamů	p - hodnota
Kmenová dutina dotýkající se země	33	25	0.2935
Kmenová dutina bez kontaktu se zemí	65	26	4.345e-05
Vývrty	165	62	8.124e-12
Otvory lemované kůrou	36	32	0.6276
Kořenové otvory	101	94	0.6162
Ztráta kůry	71	38	0.001573
Kapsa kůry I	40	16	0.001341
Kmenový zlom	86	14	6.021e-13
Zlomená větev	46	4	2.855e-09
Jizva	64	12	2.449e-09
Mrtvé větve	169	60	5.894e-13
Mrtvý vrchol	66	31	0.0003798
Nádor I	88	9	1.047e-15
Plodnice saproxylických hub (trvalé)	75	6	1.765e-14
Mechorosty	74	4	2.264e-15
Lišejníky	63	3	1.519e-13

Tabulka č. 4 vyjadřující statistické zhodnocení vlivu stupně ochrany lokality na výskyt mikrostanovišť (Chí – kvadrát). Stanovená nulová hypotéza (H₀): „Neexistuje žádný významný rozdíl v počtu mikrostanovišť mezi PR Travný potok a srovnávací plochou a zamítá se v případě, že p-hodnota < zvolená hladina významnosti 0,05. Mikrostanoviště u kterých byl potvrzen vliv stupně ochrany lokality jsou označeny červeně. Do testování byly zahrnuty pouze mikrostanoviště, u kterých bylo zaznamenáno alespoň 50 kusů.

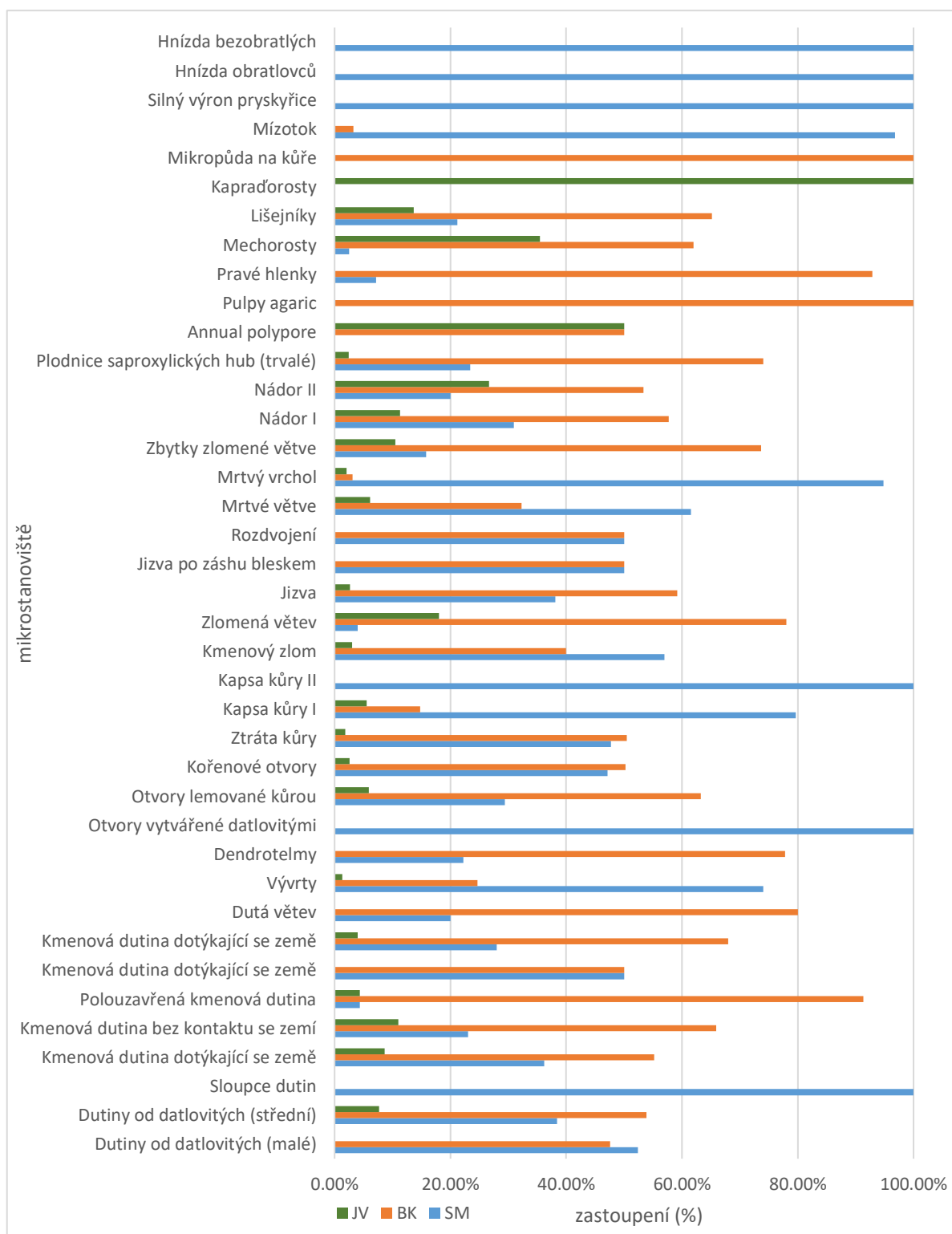
Z provedeného testování vyplývá, že u téměř všech mikrostanovišť byl potvrzen pozitivní vliv vyššího stupně ochrany lokality (PR Travný potok) na jejich výskyt, s výjimkou kmenové dutiny dotýkající se země, otvorů lemovaných kůrou a kořenových otvorů, u kterých nebyl pozorován významný rozdíl v počtu mikrostanovišť mezi PR Travný potok a srovnávací plochou. Do testování byly zahrnuty pouze významnější mikrostanoviště s většími počty záznamů alespoň 50 kusů.

6.3 Vliv druhu dřeviny na výskyt mikrostanovišť

Tato podkapitola se zabývá otázkou, zda existují významné rozdíly ve výskytu mikrostanovišť na různých druzích dřevin. Data v podkapitole vycházejí z celkového počtu stromů z obou lokalit dohromady. Z celkového počtu 1473 stromů činilo 749 smrků (50,85%), 670 buků (45,49%), 51 javorů (3,46%) a 3 jedle (0,20%).

Kód mikrosta novičě	název mikrostanoviřtě	smrk		buk		Javor	
		SM (ks)	SM (%)	BK (ks)	BK (%)	JV (ks)	JV (%)
1	Dutiny od datlovitých (malé)	11	52%	10	48%	0	0.00%
2	Dutiny od datlovitých (střední)	5	38%	7	54%	1	7.70%
3	Sloupce dutin	2	100%	0	0%	0	0.00%
4	Kmenová dutina dotýkající se země	21	36%	32	55%	5	8.60%
5	Kmenová dutina bez kontaktu se zemí	21	23%	60	66%	10	11.00%
6	Polouzavřená kmenová dutina	1	4%	21	91%	1	4.30%
7	Kmenová dutina dotýkající se země	2	50%	2	50%	0	0.00%
8	Kmenová dutina dotýkající se země	7	28%	17	68%	1	4.00%
9	Dutá větev	1	20%	4	80%	0	0.00%
10	Vývrty	168	74%	56	25%	3	1.30%
11	Dendrotelmy	4	22%	14	78%	0	0.00%
12	Otvory vytvářené datlovitými	1	100%	0	0%	0	0.00%
13	Otvory lemované kůrou	20	29%	43	63%	4	5.90%
14	Kořenové otvory	92	47%	98	50%	5	2.60%
15	Ztráta kůry	52	48%	55	50%	2	1.80%
16	Kapsa kůry I	43	80%	8	15%	3	5.60%
17	Kapsa kůry II	2	100%	0	0%	0	0.00%
18	Kmenový zlom	57	57%	40	40%	3	3.00%
19	Zlomená větev	2	4%	39	78%	9	18.00%
20	Jizva	29	38%	45	59%	2	2.60%
21	Jizva po zášhu bleskem	2	50%	2	50%	0	0.00%
22	Rozdvojení	3	50%	3	50%	0	0.00%
23	Mrtvé větve	141	62%	74	32%	14	6.10%
24	Mrtvý vrchol	92	95%	3	3%	2	2.10%
25	Zbytky zlomené větve	3	16%	14	74%	2	10.50%
26	Nádor I	30	31%	56	58%	11	11.30%
27	Nádor II	3	20%	8	53%	4	26.70%
28	Plodnice saproxylických hub (trvalé)	19	23%	60	74%	2	2.50%
29	Annual polypore	0	0%	1	50%	1	50.00%
30	Pulpy agaric	0	0%	2	100%	0	0.00%
31	Pravé hlenky	1	7%	13	93%	0	0.00%
32	Mechorosty	2	3%	49	62%	28	35.40%
33	Lišejníky	14	21%	43	65%	9	13.60%
34	Kaprad'orosty	0	0%	0	0%	1	100.00%
35	Mikropůda na kůře	0	0%	10	100%	0	0.00%
36	Mízotok	30	97%	1	3%	0	0.00%
37	Silný výron pryskyřice	9	100%	0	0%	0	0.00%
38	Hnízda obratlovců	1	100%	0	0%	0	0.00%
39	Hnízda bezobratlých	1	100%	0	0%	0	0.00%
		892		890		123	

Tabulka č. 5 Procentuální podíl a četnost v kusech jednotlivých mikrostanoviřť v rámci zaznamenaných dřevin. Znázorňuje, jak je výskyt jednotlivých zkoumaných mikrostanoviřť procentuálně a v kusech rozložen na jednotlivých druzích dřevin. Data vycházejí ze všech zaznamenaných stromů na obou lokalitách dohromady. V tabulce není zobrazena jedle, její podíl je zanedbatelný a snížila by se tím přehlednost tabulky.



Graf č. 7 Procentuální zastoupení jednotlivých mikrostanovišť v rámci jednotlivých druhů dřevin zaznamenaných na obou lokalitách dohromady. Graf znázorňuje, jak je výskyt jednotlivých zkoumaných mikrostanovišť procentuálně rozložen na jednotlivých druzích dřevin (smrk, buk, javor). U každé kategorie je základem pro výpočet procentuálního podílu součet kusů určitého mikrostanoviště na jednotlivém druhu dřeviny. Data vycházejí ze všech zaznamenaných stromů na obou lokalitách dohromady (PR Travný potok + srovnávací plocha). Data v grafu vycházejí z tabulky č. 4. V grafu není zobrazena jedle, její podíl je zanedbatelný a snížila by se tím přehlednost grafu.

Na buku a smrku byl zaznamenán téměř identický počet, 892 mikrostanovišť na smrku a 890 na buku. Výrazně nižší počet mikrostanovišť byl sledován na javoru klenu, a to 123. To je možno přisuzovat hlavně jeho nízkému zastoupení jak v rezervaci, tak na srovnávací ploše.

Z grafu lze vyčíst, že dřevina, na které mají určitá mikrostanoviště 100 % zastoupení je nejčastěji smrk. Tuto skutečnost můžeme pozorovat u 6 kategorií, a to jsou sloupce dutin od datlovitých (kód 3), otvory vytvořené datlovitými (kód 12), kapsa kůry II (kód 17), silný výron pryskyřice (kód 37), hnízda obratlovců (kód 38) a hnízda bezobratlých (kód 39). U obou kategorií hnízd se jedná pouze o ojedinělý výskyt. U těchto mikrostanovišť chybí dostatečný počet vzorků a nelze tedy s jistotou určit, že by se vyskytovalo převážně na smrku. Stejná situace nastává i u kapsy kůry II, kde jsou dohromady pouze 2 záznamy. U sloupců dutin a otvorů vytvořených datlovitými je rovněž malý počet záznamů, dohromady 3 za obě kategorie. Při širším zaměření se na skupinu dutiny od datlovitých, do kterých spadají malé dutiny, střední dutiny a sloupce dutin, nelze pozorovat příliš vysoké rozdíly mezi smrkem (18 záznamů dohromady za tyto 3 kategorie) a bukem (17 záznamů za tyto 3 kategorie). To bylo potvrzeno rovněž statistickým testováním. (p -hodnota = 0,865 > zvolená hladina významnosti (0,05), chí – kvadrát test). Silný výron pryskyřice (kód 37) byl na smrku zaznamenán v 9 případech. U buku žádný záznam. U této kategorie již můžeme tvrdit, že její výskyt je na druhu dřeviny závislý. Potvrzeno statistickým testováním (p -hodnota = 0,00012 < zvolená hladina významnosti (0,05), chí – kvadrát test).

Mikrostanoviště zaznamenány pouze na buku jsou *pulpy agaric* (kód 30) patřící do skupiny saproxylických hub a mikropůda na kůře (kód 35). *Pulpy agaric* (toto mikrostanoviště bylo zaznamenáno hlavně jako václavka obecná) byla zaznamenána v počtu 2 kusů. Mikropůda na kůře (kód 35) se vyskytovala na buku v 10 případech.

Mikrostanoviště vyskytující se pouze na javoru jsou kaprad'orostry (kód 34). Zde se jedná pouze o jediný záznam. Počet vzorků je tudíž minimální a nelze zcela jistě určit závislost na této dřevině. Výrazné mikrostanoviště u javoru jsou mechorosty (kód 32), které jsou u něj nejčastější při počtu 28 kusů a představuje 35,44 % z celkového počtu mechorostů. U buku se mechorosty vyskytují ve 49 kusech (62,15% s celkového počtu mechorostů). U smrku se mechorosty téměř nevyskytují (2 kusy, 2,53%).

V některých případech dochází ke shodnému počtu mikrostanovišť mezi dvěma dřevinami. To nastává například u komínové kmenové dutiny dotýkající se země (kód 7). Její podíl je u buku a smrku stejný (2 kusy). Další takovéto případy, kde je shodný počet u buku a smrku jsou jizvy po zásahu bleskem (kód 21, počet 2), a rozdvojení (kód 22, počet 3). Mikrostanoviště *Annual*

polypore, které patří do skupiny saproxylických hub, má stejné zastoupení u buku a javoru. Na obou dřevinách jde o jeden záznam.

Nejvíce se vyskytujícími mikrostanovištěm obecně jsou mrtvé větve (kód 23, počet 229) a dále také vývrty hmyzu (kód 10, počet 227 kusů). Vývrty jsou významné hlavně na smrku při počtu 168 záznamů (tvoří 74,01% s celkového počtu vývrtů). Jde hlavně o napadení stromu kůrovcem. U buku se vývrty hmyzu vyskytují v 56 případech a tvoří 24,67 % z celkového počtu vývrtů a jde o 5. nejčastější mikrostanoviště u této dřeviny. Z toho vyplývá, že výskyt vývrtů je druhem stromu ovlivňován. Což bylo rovněž potvrzeno statistickým testováním. (p-hodnota = $7.247e-14 < z$ zvolená hladina významnosti (0,05), chí – kvadrát test). Na javoru se vývrty vyskytují pouze ve 3 případech.

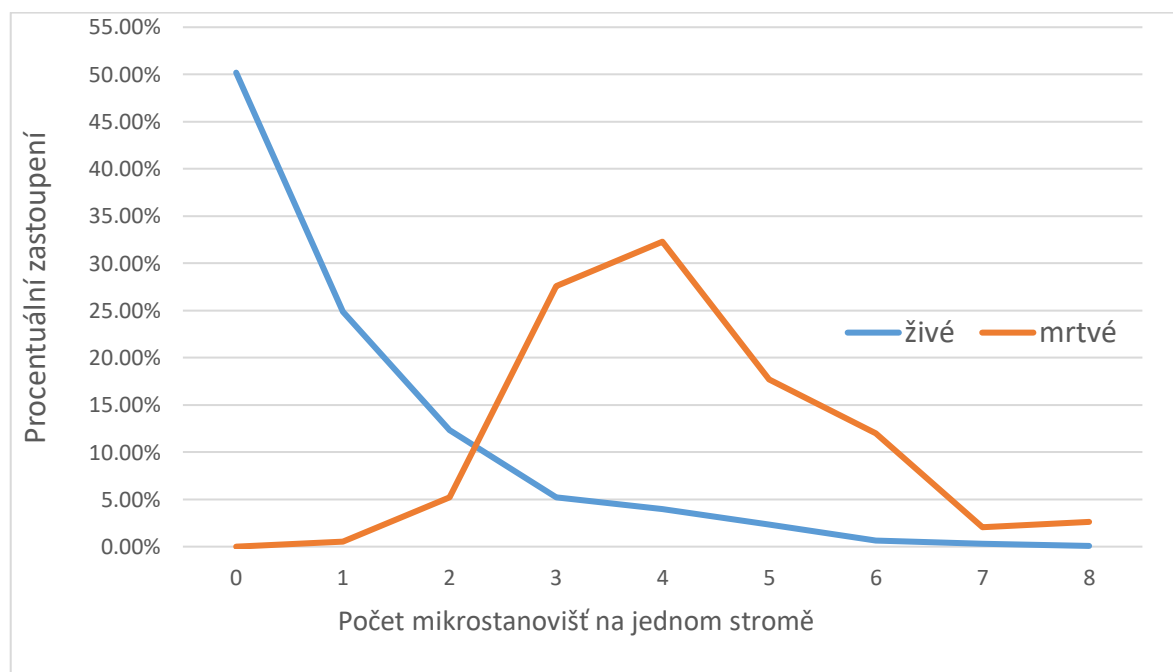
název mikrostanoviště	smrk počty záznamů	buk počty záznamů	p - hodnota
Kmenová dutina dotýkající se země	21	32	0.1308
Kmenová dutina bez kontaktu se zemí	21	60	1.469e-05
Vývrty	168	56	7.247e-14
Otvory lemované kůrou	20	43	0.003759
Kořenové otvory	92	98	0.6634
Ztráta kůry	52	55	0.7718
Kapsa kůry I	43	8	9.536e-07
Kmenový zlom	57	40	0.08433
Zlomená větev	2	39	7.54e-09
Jizva	29	45	0.06289
Mrtvé větve	141	74	4.892e-06
Mrtvý vrchol	92	3	< 2.2e-16
Nádor I	30	56	0.005053
Plodnice saproxylických hub (trvalé)	19	60	3.972e-06
Mechorosty	2	49	4.663e-11
Lišejníky	14	43	0.0001225

Tabulka č. 6 Statistické zhodnocení vlivu druhu dřeviny na výskyt mikrostanovišť (Chí – kvadrát). Do testování nebyl zahrnut javor a jedle. Při jejich nízkém zastoupení by mohlo docházet ke zkreslování výsledků. Stanovená nulová hypotéza (H0): „Neexistuje žádný významný rozdíl v počtu mikrostanovišť mezi smrkem a bukem a zamítá se v případě, že p-hodnota < zvolená hladina významnosti 0,05. Mikrostanoviště u kterých byla potvrzena závislost na smrku jsou označeny červeně, a u kterých byla potvrzena závislost na buku jsou označeny modře. Do testování byly zahrnuty pouze mikrostanoviště, u kterých bylo zaznamenáno alespoň 50 kusů.

Z provedeného testování vyplývá, že u 10 mikrostanovišť byl prokázán vliv druhu dřeviny na jejich výskyt. U mikrostanovišť kmenová dutina bez kontaktu se zemí, otvory lemované kůrou, zlomená větev, plodnice saproxylických hub (trvalé), mechorosty, lišejníky byla prokázána závislost na buku. U vývrtů, kapsy kůry I (bez trouchu), mrtvých větví a mrtvého vrcholu byla prokázána závislost na smrku. Vliv druhu dřeviny nebyl prokázán u kmenové dutiny dotýkající se země, kořenových otvorů, ztráty kůry, kmenového zlomu, jizvy a nádoru I (nerozkládající se). Do testování byly zahrnuty pouze významnějších mikrostanovišť s většími počty záznamů alespoň 50 kusů.

6.4 Vliv statusu stromu na výskyt mikrostanovišť

Tato podkapitola zkoumá, zda existují významné rozdíly ve výskytu mikrostanovišť na mrtvých a živých stromech. Data v této podkapitole vycházejí z celkového počtu stromů z obou lokalit dohromady. Bylo zaznamenáno 1281 živých stromů (87%), na kterých se vyskytovalo 1122 mikrostanovišť a 192 mrtvých stromů (13%), na kterých se vyskytovalo 784 mikrostanovišť.



Graf č. 8 Procentuální rozdělení živých a mrtvých stromů podle toho, kolik mikrostanovišť na sobě obsahují. Vyjadřuje kolik procent stromů má zaznamenáno určitý počet mikrostanovišť. Maximální počet mikrostanovišť zaznamenaných na jednom stromě je 8. Data vycházejí ze všech zaznamenaných stromů na obou lokalitách dohromady (PR Travný potok + srovnávací plocha).

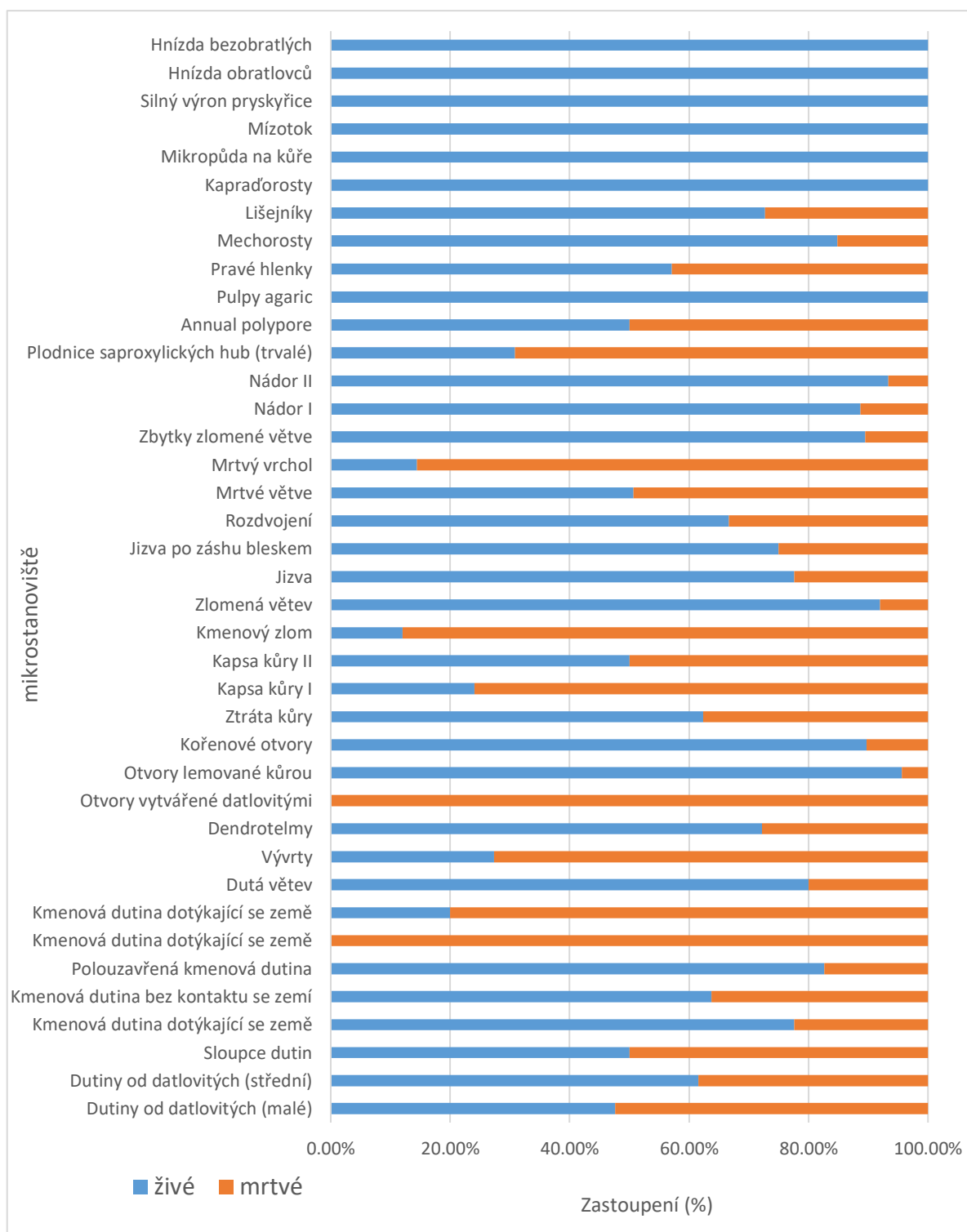
Z grafu vyplývá, že mrtvé stromy tvoří výrazně vyšší podíl stromů s větším počtem mikrostanovišť oproti stromům živým. Mrtvé stromy se čtyřmi a více mikrostanovišti tvoří 66,67% s celkového počtu mrtvých stromů a vyskytují se ve 128 případech. Živé stromy se 4 a více mikrostanovišti mají podíl 7,34 % z celkového počtu živých stromů a byly zaznamenány ve 94 případech. Významný rozdíl v procentuálním zastoupení stromů s 4 a více mikrostanovišti mezi mrtvými a živými stromy byl potvrzen statickým testováním (Chí-kvadrát test). $P - \text{hodnota } (5,33e-12) < \text{zvolená hladina významnosti } (0.05)$. Na živých stromech vychází průměrně 0,87 mikrostanovišť na jeden strom a na mrtvých stromech vychází průměr 4.08 mikrostanovišť na jeden strom.

Nejvyšší podíl u mrtvých stromů tvoří stromy se 4 mikrostanovišti, při počtu 62 stromů a s podílem 32,29%. Naproti tomu živé stromy se 4 mikrostanovišti se vyskytují v 51 případech, ale tvoří jen 3,98 % s celkového počtu živých stromů. Nejvyšší podíl živých stromů tvoří stromy s 0 mikrostanovišti. Jejich počet je 643 (50,20%). Mrtvé stromy s 0 mikrostanovišti se nevyskytují.

U živých stromů lze sledovat se zvyšujícím se počtem mikrostanovišť výraznou klesající tendenci. Rozložení mrtvých stromů je v rámci počtu mikrostanovišť na jednom stromě více vyrovnané.

kód mikrostanoviště	název mikrostanoviště	živé		mrtvé		Celkem
		živé (ks)	živé (%)	mrtvé (ks)	mrtvé (%)	
1	Dutiny od datlovitých (malé)	10	48%	11	52%	21
2	Dutiny od datlovitých (střední)	8	62%	5	38%	13
3	Sloupce dutin	1	50%	1	50%	2
4	Kmenová dutina dotýkající se země	45	78%	13	22%	58
5	Kmenová dutina bez kontaktu se zemí	58	64%	33	36%	91
6	Polouzavřená kmenová dutina	19	83%	4	17%	23
7	Kmenová dutina dotýkající se země	0	0%	4	100%	4
8	Kmenová dutina dotýkající se země	5	20%	20	80%	25
9	Dutá větev	4	80%	1	20%	5
10	Vývrty	62	27%	165	73%	227
11	Dendrotelmy	13	72%	5	28%	18
12	Otvory vytvářené datlovitými	0	0%	1	100%	1
13	Otvory lemované kůrou	65	96%	3	4%	68
14	Kořenové otvory	175	90%	20	10%	195
15	Ztráta kůry	68	62%	41	38%	109
16	Kapsa kůry I	13	24%	41	76%	54
17	Kapsa kůry II	1	50%	1	50%	2
18	Kmenový zlom	12	12%	88	88%	100
19	Zlomená větev	46	92%	4	8%	50
20	Jizva	59	78%	17	22%	76
21	Jizva po záshu bleskem	3	75%	1	25%	4
22	Rozdvojení	4	67%	2	33%	6
23	Mrtvé větve	116	51%	113	49%	229
24	Mrtvý vrchol	14	14%	83	86%	97
25	Zbytky zlomené větve	17	89%	2	11%	19
26	Nádor I	86	89%	11	11%	97
27	Nádor II	14	93%	1	7%	15
28	Plodnice saproxylických hub (trvalé)	25	31%	56	69%	81
29	Annual polypore	1	50%	1	50%	2
30	Pulpy agaric	2	100%	0	0%	2
31	Pravé hlenky	8	57%	6	43%	14
32	Mechorosty	67	85%	12	15%	79
33	Lišejníky	48	73%	18	27%	66
34	Kaprad'orosty	1	100%	0	0%	1
35	Mikropůda na kůře	10	100%	0	0%	10
36	Mízotok	31	100%	0	0%	31
37	Silný výron pryskyřice	9	100%	0	0%	9
38	Hnízda obratlovců	1	100%	0	0%	1
39	Hnízda bezobratlých	1	100%	0	0%	1
celkem		1122		784		1906

Tabulka č. 7 Procentuální podíl a četnost v kusech jednotlivých mikrostanovišť v rámci statusu stromu (živý/mrtvý). Vyjadřuje jak je výskyt jednotlivých zkoumaných mikrostanovišť procentuálně a v kusech rozložen na živých a na mrtvých stromech. Data vycházejí ze všech stromů na obou lokalitách dohromady.



Graf č. 9 Výskyt jednotlivých mikrostanovišť v rámci statusu stromu (živý/mrtvý). Vyjadřuje jak je výskyt jednotlivých zkoumaných mikrostanovišť procentuálně rozložen na živých a na mrtvých stromech. U každé kategorie je základem pro výpočet procentuálního podílu součet kusů určitého mikrostanoviště na mrtvých a živých stromech. Data vycházejí ze všech zaznamenaných stromů na obou lokalitách dohromady (PR Travný potok + srovnávací plocha). Data v grafu vycházejí z tabulky č. 4.

Z grafu je zjevné, že většina mikrostanovišť má vyšší procentuální zastoupení na živých stromech, celkově u 26 kategorií. To vyplývá z výrazně většího podílu živých stromů a tím také vyššího celkového počtu mikrostanovišť na živých stromech. Mikrostanoviště vyskytující se pouze na živých stromech jsou *pulpy agaric* (kód 30) v počtu 2 záznamů, kaprad'orosty (kód 34) v počtu 2 záznamů, mikropůda na kůře (kód 35), hnízda obratlovců (kód 38) a hnízda bezobratlých (kód 39), v obou případech jde o 1 záznam. Zde u těchto mikrostanovišť tedy pro nedostatečný počet vzorků není možno prokázat jejich závislost ve výskytu na živých stromech. Další mikrostanoviště zaznamenané pouze na živých stromech jsou mízotok (kód 36) v počtu 31 záznamů a silný výron pryskyřice (kód 37), 9 záznamů. Závislost jejich výskytu na živých stromech jde již prokázat. Rovněž potvrzeno statistickým testováním (mízotok - p-hodnota = $2.58e-08 < \text{zvolená hladina významnosti (0,05)}$, silný výton pryskyřice – p-hodnota = $0.0027 < \text{zvolená hladina významnosti (0,05)}$, chí - kvadrát test). Další významné rozdíly v zastoupení mezi mrtvými a živými stromy můžeme sledovat u otvorů lemovaných kůrou (kód 13), ty se u živých stromů vyskytují s podílem 95,59 % při počtu 65 zaznamenaných kusů, u mrtvých stromů byly 3 záznamy (4,41%). Kořenové otvory (kód 14) se na živých stromech vyskytují s podílem 89,74 % a počtem 175 kusů, na mrtvých stromech se vyskytovaly ve 20 kusech (10,26%).

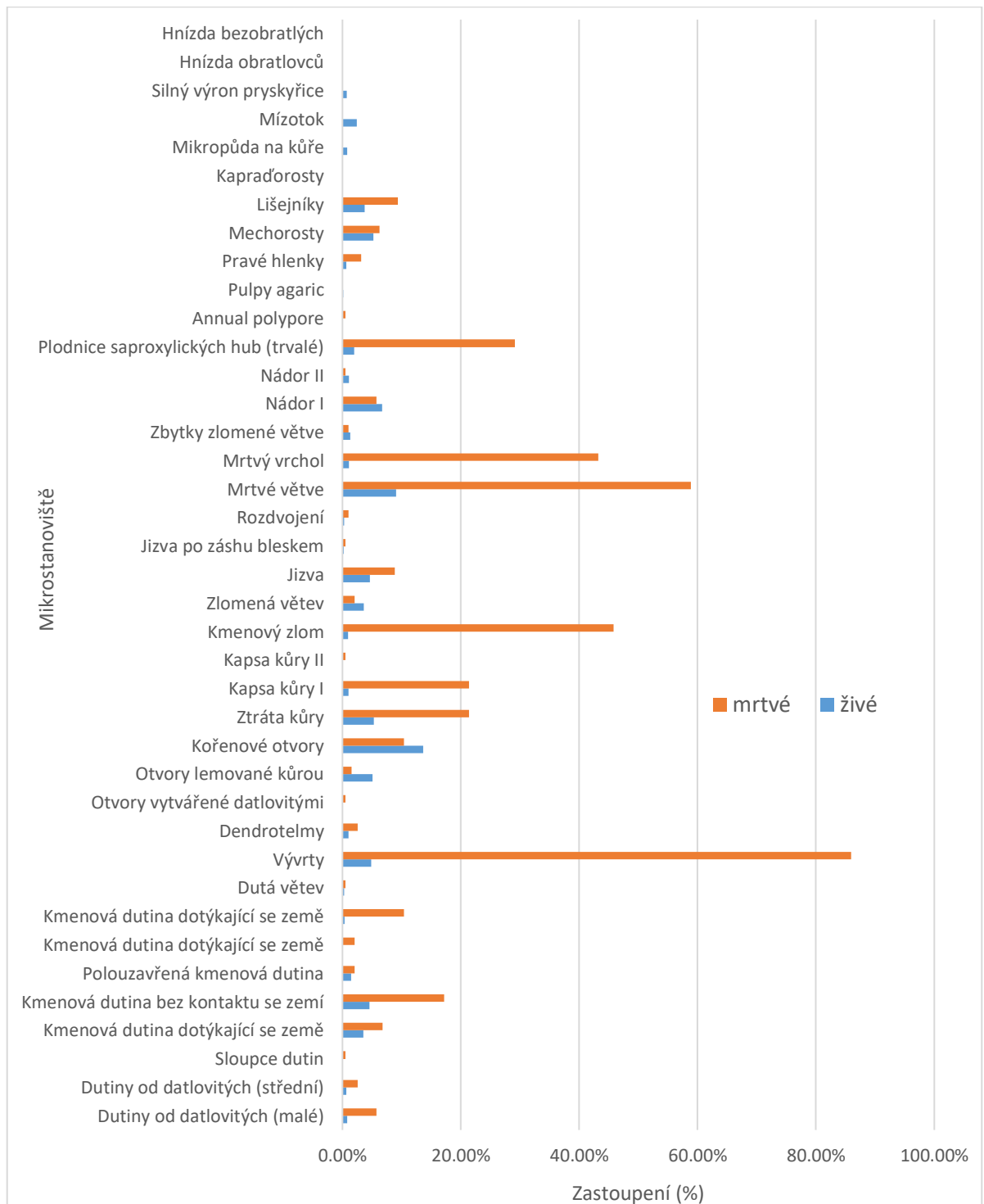
Mikrostanoviště vyskytující se pouze na mrtvých stromech jsou komínová kmenová dutina dotýkající se země (kód 7) při počtu 4 zaznamenaných kusů a otvory vytvořené datlovitými (kód 12) při 1 záznamu. Mikrostanoviště, které mají výrazně vyšší podíl na mrtvých stromech jsou komínová kmenová dutina bez kontaktu se zemí (kód 8) s 20 kusy na mrtvých (80%) a 5 kusy na živých (20%), vývrty hmyzu (kód 10) se 165 kusů na mrtvých (72,69%) a 62 na živých (27,31%), kapsa kůry I. (kód 16), 41 kusů na mrtvých - 75,93%, 13 kusů na živých – 24,07%, kmenový zlom (kód 18), 88 kusů na mrtvých – 88% a 12 kusů na živých – 12%., mrtvý vrchol (kód 24), 83 kusů na mrtvých – 85,57% a 14 kusů na živých – 14,43%, trvalé plodnice saproxylických hub (kód 28), 56 kusů na mrtvých (69,14%) a 25 kusů na živých (30,86%). Statisticky byl u všech těchto mikrostanovišť prokázán závislost výskytu na mrtvých stromech. (kód 8 – p-hodnota = 0.0027, kód 10 - p-hodnota = $8.124e-12$, kód 16 – p-hodnota = 0.0001388, kód 18 - p-hodnota = $2.961e-14$, kód 24 - p-hodnota = $2.454e-12$, kód 28 - p-hodnota = 0.0005722). Ve všech případech je p-hodnota nižší než zvolená hladina významnosti (0,05).

název mikrostanoviště	živé stromy počty záznamů	mrtvé stromy počty záznamů	p - hodnota
Kmenová dutina dotýkající se země	45	13	2.648e-05
Kmenová dutina bez kontaktu se zemí	58	33	0.008775
Vývrty	62	165	8.124e-12
Otvory lemované kůrou	65	3	5.536e-14
Kořenové otvory	175	20	< 2.2e-16
Ztráta kůry	68	41	0.009706
Kapsa kůry I	13	41	0.0001388
Kmenový zlom	12	88	2.961e-14
Zlomená větev	46	4	2.855e-09
Jizva	59	17	2.855e-09
Mrtvé větve	116	113	0.8429
Mrtvý vrchol	14	83	2.454e-12
Nádor I	86	11	2.635e-14
Plodnice saproxylických hub (trvalé)	25	56	0.0005722
Mechorosty	67	12	6.094e-10
Lišejníky	48	18	0.0002218

Tabulka č. 8 Statistické zhodnocení vlivu statusu stromu (živý/mrtvý) na výskyt mikrostanovišť (Chí – kvadrát). Stanovená nulová hypotéza (H0): „Neexistuje žádný významný rozdíl v počtu mikrostanovišť mezi živými a mrtvými stromy a zamítá se v případě, že p-hodnota < zvolená hladina významnosti 0,05. Mikrostanoviště u kterých byla potvrzena závislost na živých stromech jsou označeny červeně, a u kterých byla potvrzena závislost na mrtvých stromech jsou označeny modře. Do testování byly zahrnuty pouze mikrostanoviště, u kterých bylo zaznamenáno alespoň 50 kusů.

Z provedeného testování vyplývá, že u 15 mikrostanovišť byl prokázán vliv statusu stromu. U mikrostanovišť kmenová dutina dotýkající se země, kmenová dutina bez kontaktu se zemí, otvory lemované kůrou, kořenové otvory, ztráta kůry, jizva, nádor I, mechorosty a lišejníky byl prokázán významně vyšší počet na živých stromech ve srovnání s mrtvými. U vývrťů hmyzu, kapsy kůry I (bez trouchu), kmenového zlom, mrtvého vrcholu a plodnic saproxylických hub (trvalé) byl prokázán významně vyšší počet na mrtvých stromech. Mrtvé větve nevykazovaly statisticky významný rozdíl mezi mrtvými a živými stromy.

Zohlednění rozdílného výskytu živých a mrtvých stromů



Graf č. 10. Srovnání relativního zastoupení jednotlivých mikrostanovišť mezi živými a mrtvými stromy vzhledem k celkovému počtu stromů v daném statusu (živý/mrtvý). Vyjadřuje podíl celkového počtu kusů v určité kategorii mikrostanovišť za daný status (živý/mrtvý) a celkového počtu stromů za daný status (živý/mrtvý). Tímto způsobem nedojde ke zkreslení výsledků způsobenému nerovnoměrným počtem mrtvých a živých stromů. Data vycházejí ze všech zaznamenaných stromů na obou lokalitách dohromady (PR Travný potok + srovnávací plocha).

Na 1281 živých stromech bylo zaznamenáno 1122 mikrostanovišť a na 192 mrtvých stromech se vyskytovalo 784 mikrostanovišť. Na živých stromech vychází průměrně 0,87 mikrostanovišť na jeden strom a na mrtvých stromech vychází průměr 4.08 mikrostanovišť na jeden strom. Při zohlednění nepoměru v počtu mrtvých a živých stromů již z grafu vyplývá, že u většiny mikrostanovišť vychází větší zastoupení u mrtvých stromů, a to u 26 kategorií. U 13 vychází vyšší zastoupení na živých. Z 16 početně nejvýznamnějších mikrostanovišť s počty záznamů nad 50 kusů vychází vyšší zastoupení na mrtvých stromech u 12 kategorií, konkrétně u kmenové dutiny dotýkající se země, kmenové dutiny bez kontaktu se zemí, vývrtů, ztráty kůry, kapsy kůry I, kmenového zlomu, jizvy, mrtvých větví, mrtvého vrcholu, plodnic saproxylických hub, mechorostů a lišejníků. U 4 vychází vyšší zastoupení na živých stromech. Konkrétně jde o otvory lemované kůrou, kořenové otvory, zlomená větev, a nádor I.

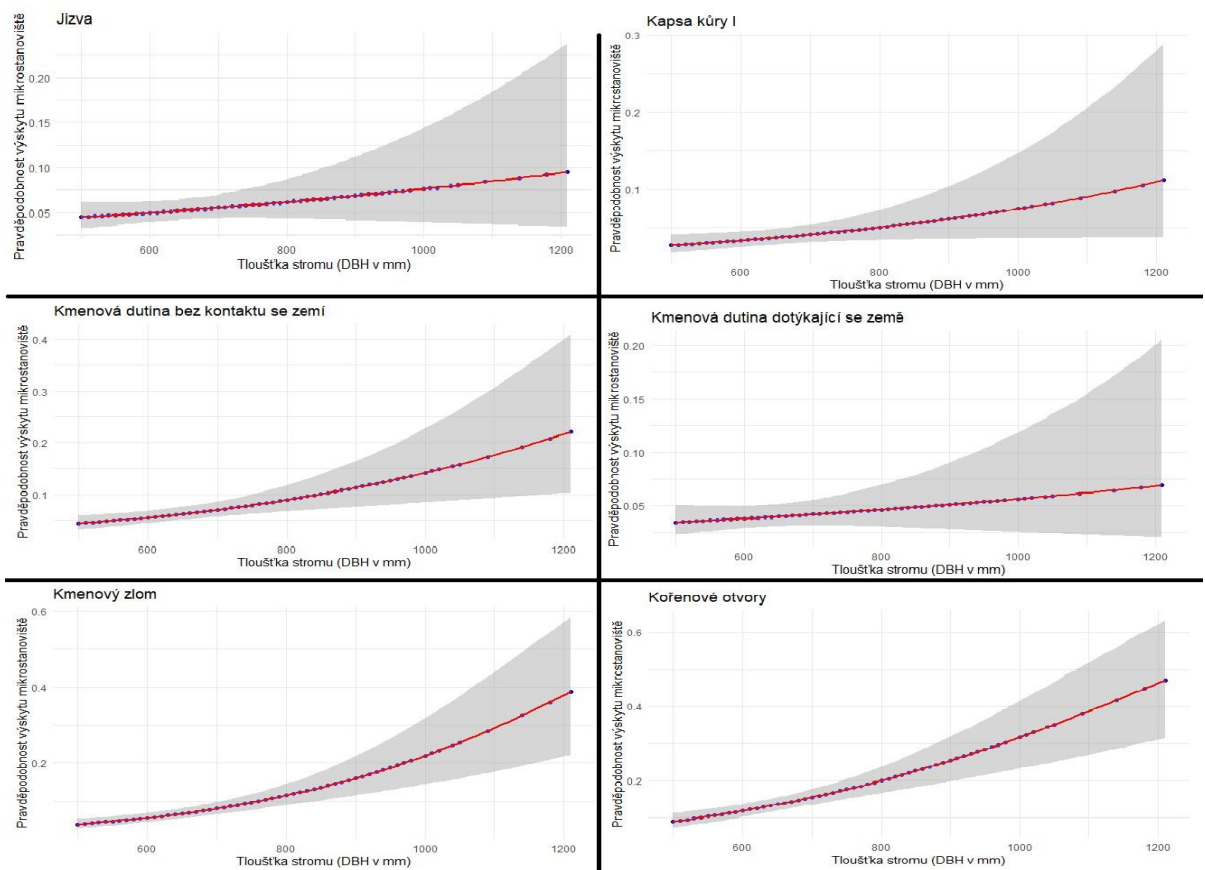
6.5 Vliv tloušťky stromu na výskyt mikrostanovišť

Tato podkapitola se zabývá analýzou vztahu mezi tloušťkou stromu v DBH a výskytem mikrostanovišť založenou na statistickém modelu. Na základě této analýzy je možno identifikovat, jestli tloušťka stromu ovlivňuje rozmanitost mikrostanovišť v lesních porostech. K analýze vztahu byla použita logistická regrese. Data v této podkapitole vycházejí z celkového počtu stromů z obou lokalit dohromady. Vliv tloušťky na výskyt byl testován pouze u významnějších mikrostanovišť u kterých bylo zaznamenáno alespoň 50 kusů. Jedná se o kmenovou dutinu dotýkající se země, kmenovou dutinu bez kontaktu se zemí, vývrty, otvory lemované kůrou, kořenové otvory, ztrátu kůry, kapsu kůry I, kmenový zlom, zlomenou větev, jizvu, mrtvé větve, mrtvý vrchol, nádor I, plodnice saproxylických hub (trvalé), mechorosty a lišejníky.

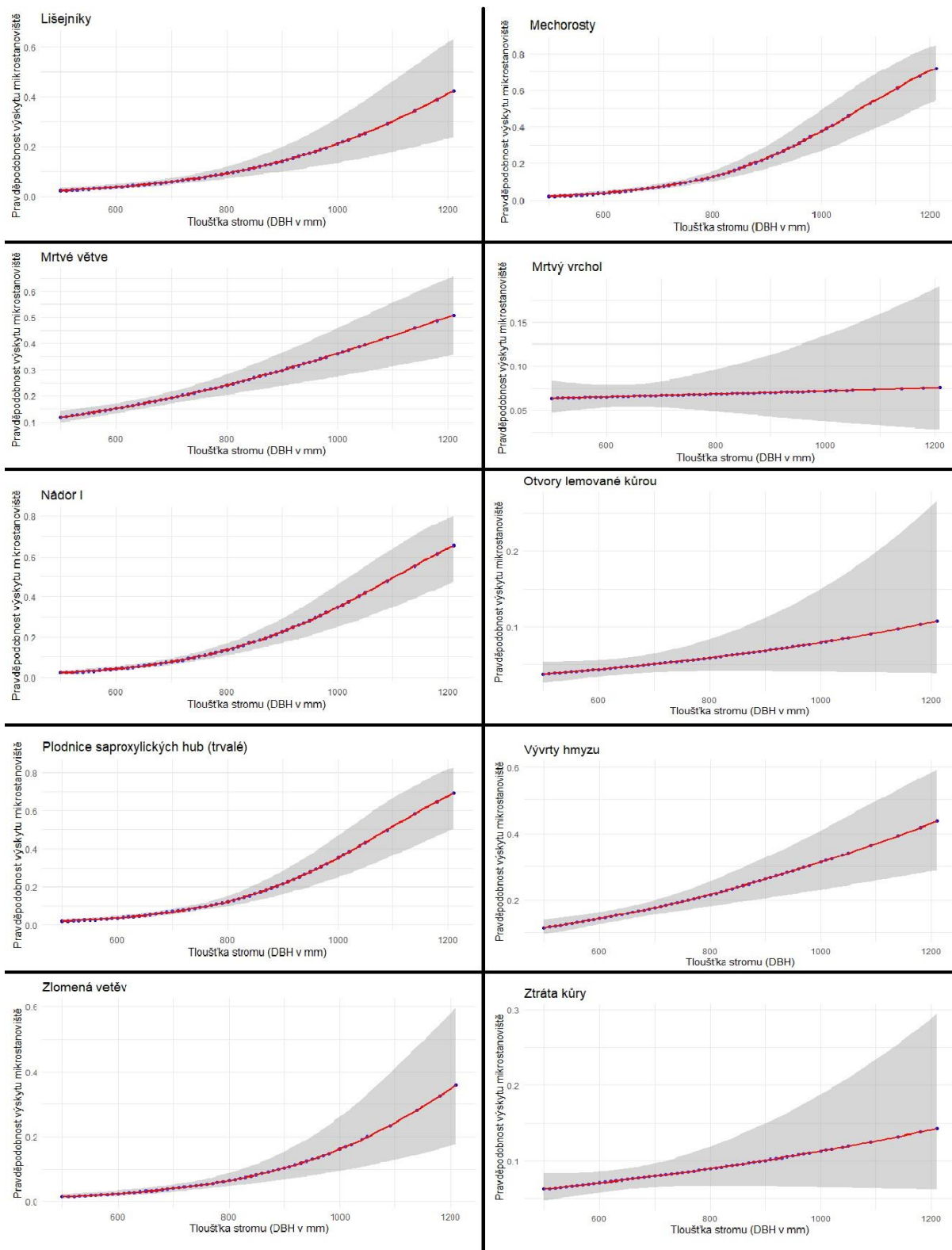
název mikrostanoviště	p - hodnota	odhad koeficientu tloušťky DBH
Kmenová dutina dotýkající se země	0.353	0.001020
Kmenová dutina bez kontaktu se zemí	0.00142	0.0025869
Vývrty	1.2e-05	0.0025053
Otvory lemované kůrou	0.104	0.0015941
Kořenové otvory	1.78e-07	0.003112
Ztráta kůry	0.114	0.0012779
Kapsa kůry I	0.0458	0.002102
Kmenový zlom	1.78e-07	0.0038558
Zlomená větev	5.85e-08	0.0050984
Jizva	0.233	0.001145
Mrtvé větve	2.26e-07	0.0028795
Mrtvý vrchol	0.764	0.000274
Nádor I	<2e-16	0.0060927
Plodnice saproxylických hub (trvalé)	<2e-16	0.0067414
Mechorosty	<2e-16	0.0069537
Lišejníky	3.49e-09	0.004820

Tabulka č. 9 Statistické zhodnocení vlivu tloušťky stromu DBH na výskyt mikrostanovišť. Použita logistická regrese. Stanovená nulová hypotéza (H₀): Koeficient tloušťky stromu (DBH) je roven nule (neexistuje žádný vliv). Zamítá se v případě, že p-hodnota < zvolená hladina významnosti 0,05. V případě, že hodnota odhadu koeficientu tloušťky DBH je kladná, vliv tloušťky na výskyt je pozitivní, záporná hodnota značí negativní vliv tloušťky. Mikrostanoviště, u kterých byl prokázán vliv tloušťky jsou označeny tučně. Červeně je označen pozitivní vliv tloušťky DBH.

Z provedeného testování vyplývá, že u 11 mikrostanovišť z 16 testovaných bylo prokázáno, že tloušťka stromu má statisticky významný vliv na pravděpodobnost jejich výskytu. Týká se to těchto: kmenová dutina bez kontaktu se zemí, vývrty, kořenové otvory, kapsa kůry I, kmenový zlom, zlomená větve, mrtvé větve, nádor I, plodnice saproxylických hub (trvalé), mechorosty a lišejníky. U všech mikrostanovišť vyšel v modelu odhad koeficientu tloušťky DBH kladný, což naznačuje, že se s rostoucí tloušťkou stromu zvyšuje pravděpodobnost výskytu. Nejvyšší hodnoty odhadu koeficientu tloušťky DBH byly zaznamenány u mechorostů (0.0069537). Tato hodnota znamená, že s každým jedním milimetrem zvětšení tloušťky stromu se očekává, že pravděpodobnost výskytu vzroste o 0,7 %. V případě mikrostanovišť kmenová dutina dotýkající se země, otvory lemované kůrou, ztráta kůry, jizva a mrtvý vrchol nebyl prokázán statisticky významný vliv tloušťky stromu na pravděpodobnost jejich výskytu.



Graf č. 11 – Grafy pravděpodobnostních křivek. Vztah mezi tloušťkou stromu a pravděpodobností výskytu mikrostanovišť (jizva, kapsa kůry I, kmenová dutina bez kontaktu se zemí, kmenová dutina dotýkající se země, kmenový zlom, kořenové otvory). Křivka reprezentuje odhadnutý vztah mezi tloušťkou stromu a pravděpodobností výskytu mikrostanovišť podle modelu logistické regrese. Šedá pásma označují 95% intervaly spolehlivosti. Osa y není v rámci všech zobrazených grafů jednotná.



Graf č. 12 – Grafy pravděpodobnostních křivek. Vztah mezi tloušťkou stromu a pravděpodobností výskytu mikrostanovišť (lišejníky, mechorosty, mrtvé větve, mrtvý vrchol, nádor I, otvory lemované kůrou, plodnice saproxylických hub, vývrty, zlomená větev, ztráta kůry). Křivka reprezentuje odhadnutý vztah mezi tloušťkou stromu a pravděpodobností výskytu mikrostanovišť podle modelu logistické regrese. Šedá pásma označují 95% intervaly spolehlivosti. Osa y není v rámci všech zobrazených grafů jednotná.

7 Diskuze

7.1 Vliv stupně ochrany lokality na výskyt mikrostanovišť

Bylo provedeno porovnání výskytu a bohatosti mikrostanovišť mezi dvěma lokalitami s odlišným stupněm ochrany za účelem zjištění, zda existuje zásadní vliv způsobu hospodaření na biodiverzitu. Bylo zjištěno, že stromy v přírodní rezervaci hostily větší množství a také rozmanitější řadu mikrostanovišť ve srovnání s hospodářskými lesy s nižším stupněm ochrany. Tyto výsledky jsou v souladu s mnoha předchozími publikacemi. (Asbeck et al., 2021, Winter et al., 2008, Courbaud et al., 2021, Larrieu et al., 2013).

Na PR Travný potok byl pozorován výrazně vyšší podíl stromů s větším počtem mikrostanovišť oproti srovnávací ploše hospodářského lesa a zároveň je výrazný také rozdíl v zastoupení stromů, které mají alespoň jedno mikrostanoviště a stromů, které nemají žádné. Na srovnávací ploše dominují stromy, které jsou bez mikrostanoviště, nebo pouze s jedním. U rezervace je zastoupení stromů s jednotlivými počty mikrostanovišť vyrovnanější (Graf č. 5).

V této práci byly u téměř všech pozorovaných mikrostanovišť zaznamenány vyšší počty v přírodní rezervaci. V případě, že se některé mikrostanoviště vyskytovalo častěji na stromech hospodářského lesa, jednalo se vždy o velmi nízký počet. Jsou to hnízda obratlovců, hnízda bezobratlých a dutá větve. V jiných studiích se uvádí výraznější zastoupení na hospodářských lesích například u dendrotelmu (Courbaud et al., 2021). Zaměříme-li se na významnější mikrostanoviště s většími počty záznamů, jako jsou například vývrty hmyzu, mrtvé větve, kořenové otvory, ztráta kůry, mrtvý vrchol, lišejníky, mechorosty, kmenový zlom, nebo kmenové dutiny byl u všech zaznamenán významně vyšší podíl na stromech v přírodní rezervaci Travný potok (Tabulka č. 4). Ke stejným výsledkům došli také jiní autoři, kteří rovněž prováděli výzkum na úrovni horských lesů mírného pásma, konkrétně na území Vysokých Tater na Slovensku a Jižních Karpat v Rumunsku, kde v naprosté většině poskytovaly stromy v lesích ponechaných samovolnému vývoji vyšší počty záznamů u téměř všech mikrostanovišť oproti hospodářským porostům s výjimkou mrtvých větví (Asbeck et al., 2021). V mé práci naproti tomu u mrtvých větví vychází výrazně vyšší podíl 74 % u stromů v přírodní rezervaci.

Zásadní roli v popsání vlivu stupně ochrany lokality na výskyt mikrostanovišť má také doba absence hospodaření. V případě, že chráněná lokalita byla samovolnému vývoji ponechána teprve nedávno, k nalezení významných rozdílů ve výskytu mikrostanovišť oproti hospodářským lesům nemusí dojít. Což potvrzuje například Vuidot (2011), který došel

k odlišným výsledkům oproti výše zmiňovaným studiím a nenašel tak rozdíl při srovnání obhospodařovaných a neobhospodařovaných lesů co se týče výskytu a bohatosti mikrostanovišť. V uvedené studii byly neobhospodařované porosty bez aktivního managementu ponechány v rozmezí 10 až 150 let, což může být příliš omezené k objevení výrazného rozdílu v počtu mikrostanovišť. Naproti tomu Přírodní rezervace Travný potok byla vyhlášena v roce 1955 a porosty, které představují jádro rezervace, byly ponechány samovolnému vývoji k roku 2004 (Plán péče, 2020), což bylo k prokázání pozitivního vlivu vyššího stupně ochrany lokality na výskyt mikrostanovišť dostatečné.

7.2 Vliv druhu dřeviny na výskyt mikrostanovišť

Mnoho studií z posledních let poukazuje na to, že listnaté stromy jsou významnějšími nositeli mikrostanovišť oproti jehličnanům. (Asbeck et al., 2020, Larrieu, Cabanettes 2012, Paillet et al. 2019, Vuidot et al. 2011, Winter, Moller, 2008). Z mého výzkumu však vyplývá, že na buku a smrku byl zaznamenán téměř identický počet mikrostanovišť, 892 na smrku a 890 na buku. Výrazně nižší počet mikrostanovišť byl sledován na javoru klenu, a to 123. To je možno přisuzovat hlavně jeho nízkému zastoupení. Z těchto výsledků by se na první pohled dalo usuzovat, že dřeviny smrk a buk mají téměř stejný vliv na celkový výskyt mikrostanovišť. Smrk však oproti buku má mírně vyšší zastoupení. V případě, že se zaměříme na 16 nejvýznamnějších mikrostanovišť s větším výskytem nad 50 záznamů, tak se jako výraznější jeví závislost na buku. U 10 z těchto mikrostanovišť byl prokázán vliv dřeviny na jejich výskyt. U 4 z nich byla prokázána závislost na smrku, konkrétně u vývrtů, kapsy kůry I (bez trouchu), mrtvých větví a mrtvého vrcholu. U 6 byla prokázána závislost na buku, konkrétně u kmenová dutina bez kontaktu se zemí, otvory lemované kůrou, zlomená větev, plodnice saproxylických hub (trvalé), mechorosty, lišejníky (Tabulka č. 6). Navíc v rámci všech 39 kategorií lze pozorovat u 22 větší počty na buku, zatímco na smrku pouze u 13 (Graf č. 7). U buku se jednotlivé mikrostanovišť vyskytují vyrovnaněji, zatímco na smrku lze sledovat nižší variabilitu. Buky mohou dle Asbecka (2022) poskytnout až osm různých mikrostanovišť ve srovnání s pěti u smrku ztepilého a jedle bělokoré podobných rozměrů. Velký podíl u smrku tvoří hlavně vývrty hmyzu v souvislosti s napadením kůrovcem a také mrtvé větve. Tyto dvě kategorie tvoří dohromady 34 % z celkového počtu mikrostanovišť vyskytujících se na smrku.

Tvrzení o větším významu buku je v souladu s výše zmiňovaným poznatkem o významu listnatých dřevin pro vyšší diverzitu mikrostanovišť a dále také s výsledky četných studií, které poukazují právě na vyšší význam buku oproti jiným dřevinám (Asbeck et al., 2020, Larrieu, Cabanettes 2012, Paillet et al., 2019), kde zdůrazňují hlavně pozitivní vliv buku na výskyt dutin od datlovitých (Asbeck et al., 2022). V dalších studiích bylo také zjištěno, že mikrostanoviště ze skupiny zranění a obnažené dřevo, do kterých spadá například kapsa kůry, nebo ztráta kůry jsou velmi důležité pro bezobratlé vyskytující se převážně na bucích (Winter a Möller, 2008).

Lze také poznamenat, že do analýzy charakteristik stromů na výskyt mikrostanovišť bývá často řešen pouze vliv hlavních hospodářských dřevin (Asbeck et al., 2022, Regnery et al., 2013, Winter, Moller, 2008). Například vliv javoru se řeší v omezeném počtu studií (Großmann et al., 2018). V rámci mého výzkumu měl javor klen nízké zastoupení a odpovídal tomu také počet záznamů mikrostanovišť, který byl těžko srovnatelný s počty záznamů na buku a smrku. Výrazným mikrostanovištěm na javoru byly pouze mechorosty. Ty byly na javoru zaznamenány s podílem 35,44 % z celkového počtu mechorostů. U buku se mechorosty vyskytují s podílem 62,15% (Graf č. 7). U smrku se mechorosty téměř nevyskytují (2 kusy, 2,53%). U tohoto mikrostanoviště můžeme tedy tvrdit, že se vyskytuje hlavně na listnatých dřevinách. K podobným závěrům došel také Vuidot (2011).

7.3 Vliv statusu stromu na výskyt mikrostanovišť

Obecný předpoklad je takový, že mrtvé stromy pravděpodobně ponесou více mikrostanovišť než živé. Tento předpoklad potvrzují také výsledky této práce. Při zaměření se na procentuální rozdělení živých a mrtvých stromů podle toho, kolik mikrostanovišť na sobě obsahují, tak mrtvé stromy tvořily výrazně vyšší podíl stromů s větším počtem mikrostanovišť oproti živým. Mrtvé stromy se čtyřmi a více mikrostanovišti tvořily 66,67% s celkového počtu mrtvých stromů. Živé stromy se 4 a více mikrostanovišti mají podíl 7,34 % z celkového počtu živých stromů (Graf č. 8). U živých stromů lze sledovat se zvyšujícím se počtem mikrostanovišť výraznou klesající tendenci. Rozložení mrtvých stromů je v rámci počtu mikrostanovišť na jednom stromě více vyrovnané. Na živých vychází průměrně 0,87 mikrostanovišť na jeden strom a na mrtvých

vychází průměr 4.08 mikrostanovišť na jeden strom. Z toho tedy můžeme usuzovat, že na mrtvých stromech je vyšší diverzita mikrostanovišť, což je v souladu s výsledky jiných studií (Großmann et al., 2018, Paillet et al., 2019).

Z výsledků vyplývá, že u nejvýznamnějších 16 mikrostanovišť s výskytem nad 50 záznamů bylo u 10 z nich prokázán významně vyšší počet na živých stromech ve srovnání s mrtvými, konkrétně jde o kmenovou dutinu dotýkající se země, kmenovou dutinu bez kontaktu se zemí, otvory lemované kůrou, kořenové otvory, ztrátu kůry, jizvu, nádor I, mechorosty a lišejníky. U 5 byl prokázán významně vyšší počet na mrtvých stromech, a to u vývrtů hmyzu, kapsy kůry I (bez trouchu), kmenového zlomu, mrtvého vrcholu a plodnic saproxylických hub (Tabulka č. 8). Tato skutečnost může být však výrazně ovlivněna nerovnoměrným zastoupením mrtvých (192 kusů) a živých stromů (1122 kusů). V případě, že zohledníme tento výrazný nepoměr a budeme srovnávat relativní zastoupení jednotlivých mikrostanovišť mezi živými a mrtvými stromy vzhledem k celkovému počtu stromů v daném statusu (Graf č. 10), tak již u většiny mikrostanovišť vychází větší zastoupení u mrtvých stromů, a to u 26 kategorií. U 13 vychází vyšší zastoupení na živých. Z 16 početně nejvýznamnějších mikrostanovišť vychází vyšší zastoupení na mrtvých stromech u 12 kategorií a u 4 vychází vyšší zastoupení na živých stromech. Tyto výsledky již korespondují s výsledky jiných studií (Regnary et al., 2013, Paillet et al., 2019, Johann, Schaich, 2016), které poukazují na pozitivní vliv mrtvých stromů na výskyt mikrostanovišť. U některých skupin jako jsou například epifytické struktury (mechorosty, lišejníky, kaprad'orosty) se však pravděpodobně jako důležitější jeví jiné procesy ve větším měřítku a klimatický a ekologický kontext (např. úrodnost půdy, srážky) než jednotlivé charakteristiky stromu (Ding et al., 2016).

U určitých mikrostanovišť však můžeme předpokládat jejich zcela náhodný výskyt bez ohledu na status stromu. Jedná se například o jizvu po zásahu bleskem, nebo rozdvojení. Z výše zmiňovaných 16 významnějších kategorií to mohou být například ztráta kůry, která mohla vzniknout například pádem stromu, jizva, nebo kořenové otvory. Jejich vysoký podíl na živých stromech můžeme vysvětlovat spíše velkým zastoupením živých stromů než významnou závislostí na nich. Naproti tomu, pokud se mikrostanoviště vyskytují na živých stromech, budou na nich přetrvávat i po jejich úmrtí a budou se dále vyvíjet. Například zranění způsobená těžbou dřeva jako jsou již zmiňovaná ztráta kůry, nebo zlomená větev způsobená pádem stromů mohou na mrtvém stromě začít hnít a pak se pomalu vyvinout do rozpadových dutin (Larrieu et al., 2018, Gouix, Brustel, 2012). Tyto postupné změny pravděpodobně mohou vysvětlovat, proč je na mrtvých stromech celkově vyšší diverzita mikrostanovišť (Paillet et al., 2019).

U vývrtů hmyzu, které dominují převážně na smrku lze konstatovat, že jejich výskyt můžeme označit spíše jako příčinu úmrtí stromu, než jako jejich závislost na mrtvých stromech. Ve většině případů nalezených vývrtů se totiž jedná o stromy napadené kůrovcem. Nelze však vyloučit, že určitá část vývrtů zaznamenaných na mrtvých stromech může být způsobena druhy hmyzu, které jsou vázané na mrtvé dřevo, a to z ohledem na to, že podle Plánu péče (2020) je zkoumaná lokalita PR Travný potok velmi významnou lokalitou z hlediska saproxylických brouků. Zmínit lze například kůraň maďalový (*Corticeus unicolor*), nebo *Triphyllus bicolor*. (Plán péče, 2020). Stejná situace, kdy nemůžeme s jistotou určit, zda je mikrostanoviště spíše příčinou úmrtí stromu je kmenový zlom.

7.4 Vliv tloušťky na výskyt mikrostanovišť

Vyšší výskyt mikrostanovišť v přírodní rezervaci může také souviset s prvky a strukturami, které jsou pro neobhospodařované porosty typické, a to jsou staré a velké stromy o velkých dimenzích DBH, které by již v hospodářských lesích dosáhly myšlného věku a z porostů by byly vytěženy. Právě tyto velké staré stromy jsou zásadními nositeli mikrostanovišť (Larrieu, Cabanettes 2012). Významem tloušťky stromu na výskyt mikrostanovišť se zabývaly četné studie (Paillet et al., 2019, Regnery et al., 2013, Winter et al., 2015, Michel, Winter, 2009).

Z provedeného výzkumu a testování vyplynulo, že tloušťka stromu má statisticky významný vliv na pravděpodobnost výskytu mikrostanovišť. Z 16 testovaných kategorií, které byly vybrány jako významnější s větším výskytem nad 50 záznamů, se u 11 prokázalo, že se s rostoucí tloušťkou stromu zvyšuje pravděpodobnost jejich výskytu. Týká se to těchto: kmenová dutina bez kontaktu se zemí, vývrty, kořenové otvory, kapsa kůry I, kmenový zlom, zlomená větev, mrtvé větve, nádor I, plodnice saproxylických hub (trvalé), mechorosty a lišejníky (Tabulka č. 9). Nejvyšší hodnoty odhadu koeficientu tloušťky DBH byly zaznamenány u mechorostů (0.0069537). Tato hodnota znamená, že s každým jedním milimetrem změny tloušťky stromu se očekává, že pravděpodobnost výskytu vzroste o 0,7 %. Mechorosty se vyskytovaly zejména na mohutných javorech na území přírodní rezervace, kde tvořily 95 % z celkového počtu mechorostů za obě výzkumné plochy (Tabulka č. 2, Graf č. 6). Pozitivní vliv tloušťky na výskyt mikrostanovišť byl prokázán také v jiných studiích (Vuidot et al., 2011, Michel, Winter, 2009, Paillet et al., 2019), podle kterých lze výrazně vyšší výskyt na větších stromech pozorovat hlavně u dutin od datlovitých, hniloba, vykotlané stromy

a plodnice hub (Courbaud et al., 2021, Paillet et al., 2019). Tato zjištění lze pozorovat také z výsledků této práce, vyjma dutin od datlovitých, které se vyskytují s malým zastoupením pouze 36 záznamů, a tím pádem do statistického testování nebyly zahrnuty.

U mikrostanovišť jako jsou otvory lemované kůrou, jizva, nebo ztráta kůry se očekávalo, že jejich výskyt nebude nijak souviset s určitou tloušťkou a pravděpodobnost jejich výskytu by měla být stejná na menších i větších stromech. Tento předpoklad byl u těchto mikrostanovišť potvrzen statistických testováním. Dále se vliv tloušťky stromu na pravděpodobnost jejich výskytu neprokázal u mrtvého vrcholu a kmenové dutiny dotýkající se země, která patří do skupiny hniloba a vykotlané stromy. U těchto se naopak prokázání vlivu tloušťky na jejich výskyt očekával. Avšak ve studii Asbecka (2021) došlo k situaci, že se pozitivní vliv tloušťky na výskyt hnilobných otvorů na jedli rovněž neprokázal.

8 Závěr

Tato práce si stanovila za cíl řešit problematiku mikrostanovišť na stromech a to v souvislosti s jejich významem pro biologickou rozmanitost. Hlavním cílem bylo zjistit, jaké faktory mohou ovlivnit jejich výskyt a diverzitu. Převážně se zaměřovala na to, jak může být výskyt mikrostanovišť ovlivněn způsobem hospodaření a také charakteristikami stromu jako jsou druh dřeviny, status stromu a jeho tloušťka.

Výsledky práce naznačují, že lesy ponechány samovolnému vývoji jsou zásadní pro poskytování struktur důležitých pro řadu druhů žijících v lesních ekosystémech prostřednictvím vysokého bohatství mikrostanovišť. Ve srovnání s přílehlými hospodářskými lesy s nižším stupněm ochrany poskytovaly porosty v přírodní rezervaci mnohem větší množství a také rozmanitější řadu mikrostanovišť a výrazně vyšší podíl stromů s větším počtem mikrostanovišť. Tyto výsledky tedy zdůrazňují význam chráněných území ponechaných bez provádění hospodářských zásahů pro zachování biodiverzity a poukazují na to, že způsob hospodaření může biodiverzitu zásadně ovlivnit.

Vyšší výskyt mikrostanovišť v přírodní rezervaci také souvisí se strukturami typickými pro neobhospodařovaná chráněná území a těmi jsou velké a staré stromy o velkých dimenzích. Tímto se dostáváme k dalším výsledkům, které popsaly vliv tloušťky stromu. Na základě těch bylo prokázáno, že se zvyšující se tloušťkou roste pravděpodobnost výskytu mikrostanovišť. Tloušťka stromu DBH se tedy jeví jako charakteristika, která může přítomnost mikrostanovišť na stromech ovlivnit.

Dalším výsledkem práce bylo prokázání vlivu druhu dřeviny. Nebyl pozorován výrazný rozdíl v počtu zaznamenaných mikrostanovišť mezi bukem a smrkem, ale buk prokazoval oproti smrku vyšší diverzitu mikrostanovišť. Jednotlivé mikrostanoviště měly na buku vyrovnanější zastoupení, zatímco na smrku tvořily velký podíl mikrostanovišť hlavně vývrty hmyzu v souvislosti s napadením kůrovcem a mrtvé větve. Tato zjištění tedy převážně zdůrazňují význam listnatých dřevin.

Jako významná charakteristika stromu ovlivňující výskyt mikrostanovišť byl prokázán také status stromu (živý/mrtvý), i když prokázání vlivu statusu značně zkresloval nerovnoměrný poměr v počtu mrtvých a živých stromů. Tento stav je samozřejmě zcela běžný bez ohledu na způsob hospodaření. I přes tuto skutečnost byl vliv statusu objektivně objasněn. Při zohlednění tohoto nepoměru bylo prokázáno, že mrtvé stromy jsou bohatšími nositeli

mikrostanovišť. Poskytovaly výrazně vyšší podíl stromů s větším počtem mikrostanovišť a zároveň vykazovaly vyšší počty u jednotlivých kategorií mikrostanovišť oproti živým stromům.

Výsledky této práce ukazují na význam stromových mikrostanovišť jako specifických biotopů pro další organismy a podporují zahrnutí jejich ochrany a podpory do strategií péče o lesní ekosystémy. Jako zásadní opatření se jeví ponechávání biotopových stromů, které jsou bohatým zdrojem mikrostanovišť a rovněž tedy představují velkou míru biodiverzity. Strategie managementu by se měla například při mýtních těžbách zaměřit na ponechávání některých jedinců k dožití. Tímto způsobem podpory je možno se alespoň částečně přiblížit ke strukturám vyskytujících se v přirozených lesích.

9 Literatura

Odborné publikace

ASBECK Thomas, GROßMANN Josef, PAILLET Yoan, WINIGER Nathalie, BAUHAUS Jürgen, The Use of Tree-Related Microhabitats as Forest Biodiversity Indicators and to Guide Integrated Forest Management, 2021, *Current Forestry Reports* 7, 59–68

ASBECK Thomas, KOZÁK Daniel, SPÎNU Andreea P., MIKOLÁŠ Martin, ZEMLEROVÁ Veronika, SVOBODA Miroslav, Tree-Related Microhabitats Follow Similar Patterns but are More Diverse in Primary Compared to Managed Temperate Mountain Forests, 2022, *Ecosystems* 25, 712–726

ASBECK Thomas, MESSIER Christian, BAUHUS Jürgen, Retention of tree-related microhabitats is more dependent on selection of habitat trees than their spatial distribution, 2020, *European Journal of Forest Research*, 139, 1015–1028

BASILE Marco, ASBECK Thomas, JONKER Marlotte, KNUFF Anna, BAUHUS Jürgen, BRAUNISCH Veronika, MIKUSIŃSKI Grzegorz, STORCH Ilse, What do tree-related microhabitats tell us about the abundance of forest-dwelling bats, birds, and insects?, 2020, *Journal of Environmental Management*, 264(10):110401

BOUGET Christophe, BRIN Antoine, BRUSTEL Hervé, Exploring the " last biotic frontier": Are temperate forest canopies special for saproxylic beetles? 2011, *Forest Ecology and Management* 261(2), 211–20.

CAMERON Andrew D, Mitigating the risk of drought-induced stem cracks in conifers in a changing climate, 2019, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 34(8), 667–672

COURBAUD, Benoit, LARRIEU Laurent, KOZAK Daniel, KRAUS Daniel, LACHAT Thibault, LADET Sylvie, MÜLLER Jörg, PAILLET Yoan, SAGHEB-TALEBI Khosro, SCHUCK Andreas, STILLHARD Jonas, SVOBODA Miroslav, ZUDIN Sergey, Factors influencing the rate of formation of tree-related microhabitats and implications for biodiversity conservation and forest management, 2021, *Journal of Applied Ecology*, 59, 492–503

DING Yi, LIU Guangfu, ZANG Runguo, ZHANG Jian, LU Xinghui, HUANG Jihong, Distribution of vascular epiphytes along a tropical elevational gradient: disentangling abiotic and biotic determinants, 2016, *Scientific Reports*, 6. PMID:26796667

FEDROWITZ Katja, KORICHEVA Julia, BAKER Susan C., LINDENMAYER David B., PALIK Brian, ROSENVALD Raul, BEESE William, FRANKLIN Jerry F., KOUKI Jari, MACDONALD Ellen, MESSIER Christian, SVERDRUP-THYGESON Anne, GUSTAFSSON Lena., Can retention forestry help conserve biodiversity? 2014, A meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 51(6), 1669–1679.

FRITZ Örjan, HEILMANN-CLAUSEN Jacob, Rot holes create key microhabitats for epiphytic lichens and bryophytes on beech (*Fagus sylvatica*), 2010, *Biological Conservation*, 258, 7, 0378-1127

GOUIX Nicolas, BRUSTEL Hervé, . Emergence trap, a new method to survey *Limoniscus violaceus* (Coleoptera: Elateridae) from hollow trees, 2012, *Biodiversity and Conservation* 21(2), 421–36.

GROßMANN Josef, SCHULTZE Juliane, BAUHUS Jürgen, PYTTEL Patrick, Predictors of Microhabitat Frequency and Diversity in Mixed Mountain Forests in South-Western Germany, 2018, *Forests*, 9(3):104.

JOHANN Franz, SCHAICH Harald, Land ownership affects diversity and abundance of tree microhabitats in deciduous temperate forests, 2016, *Forest Ecology and Management*, 380, 70–81.

JONSELL Mats, NORDLANDER Göran, Insects in polypore fungi as indicator species: a comparison between forest sites differing in amounts and continuity of dead wood, 2002, *Forest Ecology and Management*, 157, 1–3, 0378-1127

KRAUS Daniel, BÜTLER Rita, KRUMM Frank, LACHAT Thibault, LARRIEU Laurent, MERGNER Ulrich, PAILLET Yoan, RYDKVIST Tomas, SCHUCK Andreas, WINTER Susanne, Catalogue of tree microhabitats – Reference field list., 2013, *Integrate+ Technical Paper* 13. 16 p

LARRIEU Laurent, CABANETTES Alain, Species, live status, and diameter are important tree features for diversity and abundance of tree microhabitats in subnatural montane beech–fir forests, 2012 *Canadian Journal of Forest Research* 42, 1433–1445

LARRIEU Laurent, CABANETTES Alain, BRIN Antoine, BOUGET Christophe, DECONCHAT Marc, Tree microhabitats at the stand scale in montane beech–fir forests: Practical information for taxa conservation in forestry, 2013, *European Journal of Forest Research*, 133(2), 355–367

LARRIEU Laurent, PAILLET Yoan, WINTER Susanne, BÜTLER Rita, KRAUS Daniel, KRUMM Frank, LACHAT Thibault, MICHEL Alexa K., REGNER Y Baptiste, VANDEKERKHOVE Kris, Tree related microhabitats in temperate and Mediterranean European forests: A hierarchical typology for inventory standardization, 2018, *Ecological Indicators* 84, 194-207

LUČAN Radek K., HANÁK Vladimír, HORÁČEK Ivan, Long-term re-use of tree roosts by European forest bats, 2009, *Forest Ecology and Management*, 258 – 7, 0378-1127

MICHEL Alexa K, WINTER Susanne, Tree microhabitat structures as indicators of biodiversity in Douglas-fir forests of different stand ages and management histories in the Pacific Northwest, USA, 2009, *Forest Ecology and Management* 257(6), 1453-1464

PAILLET Yoan, ARCHAUX Frédéric, DU PUY Solène, BOUGET Christophe, BOULANGER Vincent, DEBAIVE Nicolas, GILG Olivier, GOSSELIN Frédéric, GUILBERT Eric, The indicator side of tree microhabitats: A multi-taxon approach based on bats, birds and saproxylic beetles, 2018, *Journal of Applied Ecology*, 55: 2147–2159

PAILLET Yoan, DEBAIVE Nicolas, ARCHAUX Frédéric, CATEAU Eugénie, GILG Olivier, GUILBERT Eric. "Nothing else matters? Tree diameter and living status have more effects than biogeoclimatic context on microhabitat number and occurrence: An analysis in French forest reserves," 2019, *PLOS ONE* 14(5)

REGNER Y Baptiste, PAILLET Yoan, COUVET Denis, KERBIRIOU Christian, Which factors influence the occurrence and density of tree microhabitats in Mediterranean oak forests?, 2013 *Forest Ecology and Management* 295, 118–25.

REMM Jaanus, LÕHMUS Asko, Tree cavities in forests — The broad distribution pattern of a keystone structure for biodiversity, 2011, *Forest Ecology and Management* 262(4), 579-585

SCHEFFERS Brett R, EDWARDS David P, DIOSMOS Arvin Cantor, WILLIAMS Stephen, Microhabitats reduce animal's exposure to climate extremes. 2014, *Global Change Biology*, 20(2), 495–503

SPINU Andreea Petronela, ASBECK Thomas, BAUHUS Jürgen, Combined retention of large living and dead trees can improve provision of tree-related microhabitats in Central European montane forests. 2022, *European Journal of Forest Research* 141, 1105–1120,

SPINU Andreea Petronela, PETRIȚAN Ion Catălin, MIKOLÁŠ Martin, JANDA Pavel, VOSTAREK Ondřej, ČADA Vojtěch, SVOBODA Miroslav, Moderate- to high-severity disturbances shaped the structure of primary picea abies (L.) Karst. For Southern Carpathians, 2020, *Forests* 11:1315.

STOKLAND Jogeir N., SIITONEN Juha, JONSSON Bengt Gunnar, Biodiversity in Dead Wood, 2012, Cambridge University Press, 10.33112/nm.8.1.27

TILLON Laurent, BRESSO Katia, AULAGNIER Stéphane, Tree selection by roosting bats in a European temperate lowland sub-Atlantic forest, 2016, Mammalia 80(3), 271–9

VOIDOT Aurélie, PAILLET Yoan, ARCHAUX Frédéric, GOSELIN Frédéric, Influence of tree characteristics and forest management on tree microhabitats, 2011, Biol Conserv, 144(1), 441–50.

WINTER Susanne, HÖFLER Josef, MICHEL Alexa K, BÖCK Andreas, Association of tree and plot characteristics with microhabitat formation in European beech and Douglas-fir forests, 2015, European Journal of Forest Research 134(2), 335–47

WINTER Susanne, MÖLLER Georg Christian, Microhabitats in lowland beech forests as monitoring tool for nature conservation, 2008, Forest Ecology and Management 255, 3-4, 1251-1261,

ZAHNER Volker, SIKORA Luis, PASINELLI Gilberto, Heart rot as a key factor for cavity tree selection in the black woodpecker, 2012, Forest Ecology and Management, 271, 98–103

Internetové zdroje

AOPK ČR, Zonace CHKO Beskydy, 2024, dostupné z: <https://beskydy.nature.cz/zonace-chko>

Lesy České republiky, Geoportál, 2024, dostupné z: <https://lesy-cr.cz/o-nas/pravidla-pro-zpristupneni-informaci-a-vydej-dat-lhp-lesu-cr/geoportal>

Mapy.cz, seznam.cz, 2024, dostupné z:

<https://mapy.cz/letecka?source=base&id=2084385&ds=1&x=18.5210019&y=49.5552852&z=13&ovl=5>

Ostatní zdroje

Regionální pracoviště Správa CHKO Beskydy (Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky), Plán péče o přírodní rezervaci Travný potok na období 2021–2040, 2020, elektronická verze, dostupné z: <https://portal.gov.cz/zverejnene-informace/97465>

10 Seznam použitých obrázků, grafů a tabulek

Obrázek č. 1 Mapa zájmové oblasti s vyznačením jednotlivých zkoumaných ploch. (Mapy.cz, 2024)

Obrázek č. 2 Detailní Porostní mapa Přírodní rezervace Travný potok (Geoportál LČR, 2024).

Obrázek č. 3 Detailní prostní mapa všech tří srovnávacích porostů. Zleva je 1. srovnávací porost (238B15/1), uprostřed druhý (475B15) a vpravo třetí (236D14a/01a) (Geoportál LČR, 2024)

Tabulka č. 1 – Klíč k určování jednotlivých kategorií mikrostanovišť a jejich hlavních skupin. Upraveno podle (Larrieu et al., 2018) a Lesodiverzita (2024).

Tabulka č. 2 Podrobnější názvy jednotlivých mikrostanovišť sloužící pro dovysvětlení popisků a kódy pro usnadnění orientace v textu pro grafy č. 6, 7 a 9 a tabulky č. 2, 4 a 6 (Larrieu et al., 2018).

Tabulka č. 3 Procentuální podíl a četnost v kusech jednotlivých mikrostanovišť v rámci jednotlivých ploch.

Tabulka č. 4 Statistické zhodnocení vlivu stupně ochrany lokality na výskyt mikrostanovišť (Chí – kvadrát

Tabulka č. 5 Procentuální podíl a četnost v kusech jednotlivých mikrostanovišť v rámci zaznamenaných dřevin. Data vycházejí ze všech zaznamenaných stromů na obou lokalitách dohromady. V tabulce není zobrazena jedle, její podíl je zanedbatelný a snížila by se tím přehlednost tabulky.

Tabulka č. 6 Statistické zhodnocení vlivu druhu dřeviny na výskyt mikrostanovišť (Chí – kvadrát). Do testování nebyl zahrnut javor a jedle. Při jejich nízkém zastoupení by mohlo docházet ke zkreslování výsledků.

Tabulka č. 7 Procentuální podíl a četnost v kusech jednotlivých mikrostanovišť v rámci statusu stromu (živý/mrtvý). Data vycházejí ze všech stromů na obou lokalitách dohromady.

Tabulka č. 8 Statistické zhodnocení vlivu statusu stromu (živý/mrtvý) na výskyt mikrostanovišť (Chi – kvadrát).

Tabulka č. 9 Statistické zhodnocení vlivu tloušťky stromu DBH na výskyt mikrostanovišť. Použita logistická regrese.

Graf č. 1 – Druhové složení v PR Travný Potok.

Graf č. 2 – Druhové složení na srovnávací ploše Hospodářského lesa.

Graf č. 3 Procentuální rozdělení stromů na PR Travný potok podle toho, kolik mikrostanovišť na sobě obsahují.

Graf č. 4 Procentuální rozdělení stromů na srovnávací lokalitě podle toho, kolik mikrostanovišť na sobě obsahují.

Graf č. 6 Výskyt jednotlivých mikrostanovišť v rámci jednotlivých ploch. Zobrazuje, jak je výskyt jednotlivých zkoumaných mikrostanovišť procentuálně rozložen na PR Travný potok a jak na srovnávací ploše.

Graf č. 7 Procentuální zastoupení jednotlivých mikrostanovišť v rámci jednotlivých druhů dřevin zaznamenaných na obou lokalitách dohromady.

Graf č. 8 Procentuální rozdělení živých a mrtvých stromů podle toho, kolik mikrostanovišť na sobě obsahují. Vyjadřuje kolik procent stromů má zaznamenáno určitý počet mikrostanovišť.

Graf č. 9 Výskyt jednotlivých mikrostanovišť v rámci statusu stromu (živý/mrtvý). Vyjadřuje jak je výskyt jednotlivých zkoumaných mikrostanovišť procentuálně rozložen na živých a na mrtvých stromech.

Graf č. 10. Srovnání relativního zastoupení jednotlivých mikrostanovišť mezi živými a mrtvými stromy vzhledem k celkovému počtu stromů v daném statusu (živý/mrtvý).

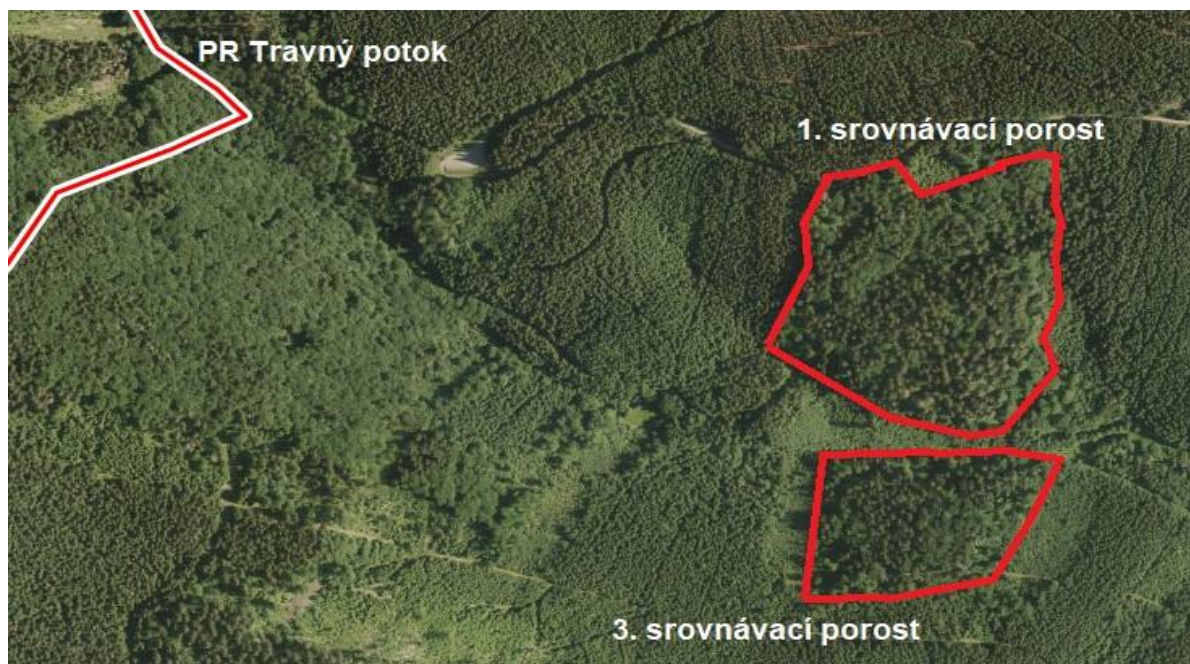
Graf č. 11 – Grafy pravděpodobnostních křivek. Vztah mezi tloušťkou stromu a pravděpodobností výskytu mikrostanovišť (jizva, kapsa kůry I, kmenová dutina bez kontaktu se zemí, kmenová dutina dotýkající se země, kmenový zlom, kořenové otvory).

Graf č. 12 – Grafy pravděpodobnostních křivek. Vztah mezi tloušťkou stromu a pravděpodobností výskytu mikrostanovišť (lišejníky, mechorosty, mrtvé větve, mrtvý vrchol, nádor I, otvory lemované kůrou, plodnice saproxylických hub, vývrty, zlomená větev, ztráta kůry).

11 Samostatné přílohy




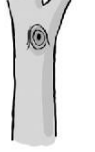
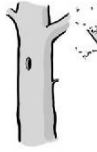
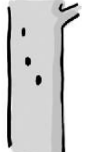








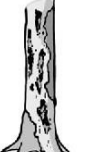








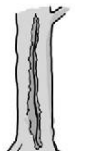
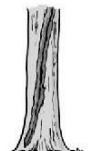




Příloha č. 1 – Letecký snímek zájmového území Přírodní rezervace Travný potok (Mapy.cz, 2024)























Příloha č. 2 - Letecký snímek prvního a třetího srovnávacího porostu. V levém rohu lze vidět okraj PR Travný potok



Příloha č. 3 – Letecký snímek 2. srovnávacího porostu.

Form	Group	Types					
Cavities I.s.	Woodpecker breeding cavities	Small woodpecker breeding cavity Entrance $\varnothing < 4\text{cm}$ 	Medium-sized woodpecker breeding cavity Entrance $\varnothing = 4-7\text{cm}$ 	Large woodpecker breeding cavity Entrance $\varnothing > 10\text{cm}$ 	Woodpecker flute Entrance $\varnothing > 3\text{cm}$ 		
	Rot-holes	Trunk base rot-hole (closed top, ground contact) Opening $\varnothing > 10\text{cm}$ 	Trunk rot-hole (closed top, no ground contact) Opening $\varnothing > 10\text{cm}$ 	Semi-open trunk rot-hole Opening $\varnothing > 30\text{cm}$ 	Chimney trunk base rot-hole Opening $\varnothing > 30\text{cm}$ 	Chimney trunk rot-hole Opening $\varnothing > 30\text{cm}$ 	Hollow branch Opening $\varnothing > 10\text{cm}$ 
	Insect galleries	Insect galleries and bore holes Hole $\varnothing > 2\text{cm}$ or area $> 300\text{cm}^2$ 					
	Concavities	Dendrotelm $\varnothing > 15\text{cm}$ 	Woodpecker foraging excavation Depth $> 10\text{cm}$, $\varnothing > 10\text{cm}$ 	Trunk bark-lined concavity Depth $> 10\text{cm}$, $\varnothing > 10\text{cm}$ 	Root-buttrass concavity Entrance $\varnothing > 10\text{cm}$ 		
Tree injuries and exposed wood	Exposed sapwood only	Bark loss Area $> 300\text{cm}^2$ 	Fire scar Area $> 600\text{cm}^2$ 	Bark shelter Gap $> 1\text{cm}$, depth $> 10\text{cm}$, height $> 10\text{cm}$ 	Bark pocket Gap $> 1\text{cm}$, width $> 10\text{cm}$, height $> 10\text{cm}$ 		
	Exposed sapwood and heartwood	Stem breakage $\varnothing > 10\text{cm}$ at break point 	Limb breakage Exposed heartwood $> 300\text{cm}^2$ 	Crack Length $> 30\text{cm}$, width $> 1\text{cm}$, depth $> 10\text{cm}$ 	Lightning scar Length $> 30\text{cm}$, width $> 1\text{cm}$, depth $> 10\text{cm}$ 	Fork split at insertion Length $> 30\text{cm}$ 	
Crown deadwood	Crown deadwood	Dead branches Branch $\varnothing > 10\text{cm}$, or Branches $\varnothing > 3\text{cm}$ and $> 10\%$ of the crown is dead 	Dead top $\varnothing > 10\text{cm}$ at the base of the piece of deadwood 	Remaining broken limb broken end $\varnothing > 20\text{cm}$, length of the remaining piece $> 0.5\text{m}$ 			

(contin)

Form	Group	Types					
Excrecences	Twig tangles	Witch broom Largest \varnothing >50cm 	Epicormic shoots >5 twig clusters 				
	Burns and cankers	Burr Largest \varnothing >20cm 	Canker Largest \varnothing >20cm or large part of the trunk covered 				
Fruiting bodies of saproxylic fungi and slime moulds	Perennial fungal fruiting bodies	Perennial polypore Largest \varnothing >5cm 					
	Ephemeral fungal fruiting bodies	Annual polypore Largest \varnothing >5cm or cluster of > 10 fruiting bodies 	Pulpy agaric Largest \varnothing >5cm or cluster of > 10 fruiting bodies 	Large Pyrenomycete Stroma \varnothing >3cm or stroma cluster covering >100cm ² 	Myxomycetes Largest \varnothing >5cm 		
Epiphytic and epixylic structures	Epiphytic and parasitic crypto- and phanerogams	Bryophytes >10% of the trunk area covered 	Foliose and fruticose lichens >10% of the trunk area covered 	Ivy and lianas >10% of the trunk area covered 	Ferns > 5 fronds 	Mistletoe Largest \varnothing >20cm 	
	Nests	Vertebrate nest \varnothing >10cm 	Invertebrate nest Presence 				
	Microsoils	Bark microsoil Presence 	Crown microsoil Presence 				
Exudates	Exudates	Sap run Cumulative length >10 cm 	Heavy resinosis Cumulative length >10 cm 				

Příloha č. 4 – Klasifikace všech 47 mikrostanovišť rozdělená na 7 hlavních skupin a 15 kategorií (Larrieu et al., 2018).



Příloha č. 5 – Snímek mrtvého ležícího dřeva na území PR Travný potok. (foto: Matěj Glos)



Příloha č. 6 – Plodnice hub na smrku v 1. srovnávacím porostu.(Foto: Matěj Glos)



Příloha č. 7 – Buk s kmenovými dutinami pokrytý lišejníky na území PR Travný potok
(Foto: Matěj Glos)