

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ekologie lesa



**Fakulta lesnická
a dřevařská**

**Vliv managementu na stav přirozené obnovy v odumřelých
smrkových porostech v CHKO Blaník**

Bakalářská práce

Autor práce: Polívková Barbora

Vedoucí práce: Ing. Vojtěch Čada, Ph.D.

2024

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Barbora Polívková

Lesnictví

Ochrana a pěstování lesních ekosystémů

Název práce

Vliv managementu na stav přirozené obnovy v odumřelých smrkových porostech v CHKO Blaník

Název anglicky

Effect of management on natural regeneration of disturbed spruce stands in CHKO Blaník

Cíle práce

Cílem práce bude shrnout dosavadní informace o vlivu vnějších podmínek na dynamiku přirozené obnovy lesů s důrazem na odumírající kulturní lesy. V praktické části práce bude cílem zhodnotit množství, strukturu a druhové složení obnovy v odumřelých smrkových porostech CHKO Blaník. Cílem bude provést srovnání ve stavu přirozené obnovy mezi třemi typy managementu: 1. bezzásahový režim, 2. asanace a ponechání ležících kmenů k zetlení, 3. holoseč.

Metodika

Práce bude založena na rozboru aktuální domácí i zahraniční vědecké literatury, odborných publikacích, datech a dalších odborných textech. V praktické části práce budou v rámci CHKO Blaník ve spolupráci se Správou CHKO vytipovány odumřelé smrkové porosty se třemi variantami managementu stromů napadených kůrovcovitými: 1. bezzásahový režim, kdy na ploše zůstávají stojící suché stromy; 2. asanace s ponecháváním ležících kmenů k zetlení; 3. holoseč s odvozem kmenů. Stanovištní podmínky a charakter struktury porostů by měl být mezi jednotlivými variantami srovnatelný. Data budou sbírána pomocí sítě náhodně umístěných studijních kruhových ploch o velikosti 500 m², na kterých bude spočítána veškerá přirozená obnova, zhodnoceno druhové složení, výšková struktura a další porostní charakteristiky. Celkově bude změřeno minimálně 18 ploch. Získaná data budou statisticky vyhodnocena a případně bude snaha vysvětlit variabilitu v hustotě přirozené obnovy korelací s typem managementu, charakteristikami porostu či stanoviště.

Harmonogram zpracování:

Květen 2023 — Zadání BP

Léto/Podzim 2023 — Studium literatury a dalších zdrojů, sběr dat

Podzim 2023 — Vyhodnocení dat a sběr doplňujících dat

Prosinec 2023 — Odevzdání osnovy práce, kostry literárních zdrojů a výsledků školiteli

Zima 2023/2024 — Příprava textu BP

Březen 2024 — Konzultace finální podoby práce se školitelem

Duben 2024 — Předložení práce



Doporučený rozsah práce

30 – 40 stran

Klíčová slova

Disturbance, přirozená obnova, lýkožrout smrkový, holoseč, biologické dědictví disturbancí, ekologická obnova, mrtvé dřevo, ekosystémové služby.

Doporučené zdroje informací

- Fischer, A. and Fischer, H.S., 2012. Individual-based analysis of tree establishment and forest stand development within 25 years after wind throw. *European Journal of Forest Research*, 131(2), pp.493-501.
- Harmer, R. and Morgan, G., 2009. Storm damage and the conversion of conifer plantations to native broadleaved woodland. *Forest Ecology and Management*, 258(5), pp.879-886.
- Kulla, L., Merganič, J. and Marušák, R., 2009. Analysis of natural regeneration in declining spruce forests on the Slovak part of the Beskydy Mts. *Beskydy*, 2(1), pp.51-62.
- Macek, M., Wild, J., Kopecký, M., Červenka, J., Svoboda, M., Zenáhlíková, J., Brůna, J., Mosandl, R. and Fischer, A., 2017. Life and death of *Picea abies* after bark-beetle outbreak: ecological processes driving seedling recruitment. *Ecological applications*, 27(1), pp.156-167.
- Martiník, A., Dobrovolný, L. and Hurt, V., 2014. Comparison of different forest regeneration methods after windthrow. *Journal of Forest Science*, 60(5), pp.190-197.
- Martiník, A., Dobrovolný, L. and Hurt, V., 2016. Potential of combined forest regeneration method on disturbed areas at lower altitudes. *Zprávy Lesnického Výzkumu*, 61(2), pp.125-131.
- Řehouňková, K., Lencová, K. and Prach, K., 2018. Spontaneous establishment of woodland during succession in a variety of central European disturbed sites. *Ecological Engineering*, 111, pp.94-99.
- Taeroe, A., de Koning, J.H., Löf, M., Tolvanen, A., Heiðarsson, L. and Raulund-Rasmussen, K., 2019. Recovery of temperate and boreal forests after windthrow and the impacts of salvage logging. A quantitative review. *Forest ecology and management*, 446, pp.304-316.
- Tiebel, K., Huth, F., Frischbier, N. and Wagner, S., 2020. Restrictions on natural regeneration of storm-felled spruce sites by silver birch (*Betula pendula* Roth) through limitations in fructification and seed dispersal. *European Journal of Forest Research*, 139(5), pp.731-745.
- Zeppenfeld, T., Svoboda, M., DeRose, R.J., Heurich, M., Müller, J., Čížková, P., Starý, M., Bače, R. and Donato, D.C., 2015. Response of mountain *Picea abies* forests to stand-replacing bark beetle outbreaks: neighbourhood effects lead to self-replacement. *Journal of applied ecology*, 52(5), pp.1402-1411.

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Vojtěch Čada, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie lesa

Elektronicky schváleno dne 6. 9. 2023

prof. Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 28. 1. 2024

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 29. 03. 2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: “Vliv managementu na stav přirozené obnovy v odumřelých smrkových porostech v CHKO Blaník“ vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila, a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

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

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

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

V Praze dne 5.4.2024

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu své bakalářské práce, panu Ing. Vojtěchu Čadovi, Ph.D. za podporu a vedení této práce.

Vliv managementu na stav přirozené obnovy v odumřelých smrkových porostech v CHKO Blaník

Souhrn

Tato bakalářská práce se zabývá studiem vlivu různých metod managementu na přirozenou obnovu v odumřelých smrkových porostech ve vybraných lokalitách CHKO Blaník. Vzhledem k rostoucím problémům spojeným s odumíráním smrkových porostů, často zapříčiněných škůdci jako je lýkožrout smrkový a změnou klimatu, se tato práce snaží nabídnout ucelený pohled na možnosti ekologické obnovy těchto lesů. V literární rešerši je popsán přehled současných poznatků o ekologických funkcích mrtvého dřeva v lesních ekosystémech, vliv disturbancí, jako je napadení kůrovcem, a role přirozené obnovy v dynamice lesních společenstev. Jsou rozebrány různé managementy, jako je ponechání mrtvého dřeva, těžba a následná obnova, a jejich potenciální dopady na ekosystémové služby a biodiverzitu. Praktická část práce je zasvěcena metodice a výsledkům terénního výzkumu, který byl prováděn v různých částech CHKO Blaník. Pro výzkum byly vybrány plochy s třemi typy managementu – plochy, kde bylo ponecháno pokácené ležící mrtvé dřevě, plochy se stojícími soušemi a plochy, kde vznikla holoseče. Byla hodnocena druhová diverzita, početnost a výšková třída jedinců jako ukazatele úspěšnosti přirozené obnovy. Výsledky překvapivě ukázaly, že na holosečích bylo nejvyšší množství přirozené obnovy, a zároveň nejvyšší diverzita obnovujících se dřevin. Zatímco na plochách se stojícími soušemi a ležícím mrtvým dřevem rostla především obnova smrku, na holosečích rostla ve větší míře také bříza a modřín. Přirozená obnova se dostavuje ve všech typech managementu včetně holosečí. Tato práce přináší nové poznatky o vlivu různých typů managementu na proces přirozené obnovy v odumřelých smrkových lesích a zdůrazňuje důležitost promyšleného lesního hospodářství pro zachování a posílení ekosystémových funkcí lesa.

Klíčová slova: Disturbance, přirozená obnova, lýkožrout smrkový, holoseč, biologické dědictví disturbancí, ekologická obnova, mrtvé dřevě, ekosystémové služby.

Effect of management on natural regeneration of disturbed spruce in CHKO Blaník

Summary

This bachelor thesis deals with the study of the influence of different management methods on natural regeneration in dead spruce stands in selected localities of the Blaník Protected Landscape Area. Considering the increasing problems associated with the death of spruce stands, often caused by pests such as the spruce budworm and climate change, this thesis seeks to offer a comprehensive view of the possibilities of ecological restoration of these forests. The literature review describes an overview of current knowledge on the ecological functions of dead wood in forest ecosystems, the influence of disturbances such as bark beetle infestation, and the role of natural regeneration in forest community dynamics. Different management practices, such as deadwood retention, harvesting and subsequent regeneration, and their potential impacts on ecosystem services and biodiversity are discussed. The practical part of the thesis is devoted to the methodology and results of field research carried out in different parts of the Blaník Protected Landscape Area. Plots with three types of management were selected for the study - areas where dead wood was left lying, areas with standing deadwood and areas where bare ground was created. Species diversity, abundance and height class of individuals were assessed as indicators of the success of natural regeneration. Surprisingly, the results showed that the barewoods had the highest amount of natural regeneration, and the highest diversity of regenerating trees. While spruce regeneration was mainly increasing in the plots with standing deadwood and lying deadwood, birch, beech and larch also grew to a greater extent in the barewood plots. Natural regeneration occurs in all management types, including holocuts. This paper provides new insights into the influence of different management types on the process of natural regeneration in dead spruce forests and highlights the importance of thoughtful forest management for maintaining and enhancing forest ecosystem functions.

Keywords: Disturbance, natural regeneration, spruce bark beetle, holocut, biological heritage of disturbance, ecological restoration, dead wood, ecosystem service.

Obsah

1	Úvod	10
2	Cíl práce.....	12
3	Literární řešerše.....	13
3.1	Disturbance.....	13
3.1.1	Disturbanční činitelé	14
3.2	Přirozená obnova	21
3.2.1	Přirozená obnova lesa po narušení lýkožroutem	22
3.2.2	Přirozená obnova po narušení ohněm.....	22
3.2.3	Přirozená obnova po narušení větrem.....	23
3.2.4	Sukcesní cyklus.....	24
3.2.5	Množství přirozené obnovy	25
3.2.6	Smrk ztepilý	26
3.3	Biologické dědictví	27
3.3.1	Mrtvé dřevo.....	27
3.3.2	Význam mrtvého dřeva pro biodiverzitu	27
3.3.3	Vazba uhlíku v mrtvém dřevě a jeho vliv na koloběh živin	29
3.3.4	Vliv mrtvého dřeva na lesní půdu.....	29
3.3.5	Vliv mrtvého dřeva na rekreační hodnoty lesa	30
3.3.6	Ponechávané formy tlejícího dřeva.....	30
3.3.7	Management tlejícího dřeva v chráněných územích.....	32
3.3.8	Gradace kůrovců	33
3.3.9	Asanace kůrovců	34
4	Metodika	35
4.1	Popis studijní oblasti.....	35
4.1.1	Práce v terénu.....	37
4.1.2	Vyhodnocení dat	38
5	Výsledky.....	39
6	Diskuze.....	42
7	Závěr	44
8	Literatura.....	45
9	Seznam obrázků	49
10	Seznam tabulek	50

1 Úvod

Změny v lesních ekosystémech, zejména ty spojené s odumíráním smrkových porostů, představují v dnešní době velmi aktuálním problémem, který vyvolává vážné obavy v oblasti ekologie, ochrany přírody a lesního hospodaření. Vlivem různých faktorů, jako jsou klimatické změny, intenzivní lesní hospodaření nebo šíření škůdců, dochází k narušení přirozené struktury lesů, což má dalekosáhlé důsledky pro biodiverzitu, ekonomiku i společnost jako celek. Jedním z nejvýznamnějších škůdců, který má zásadní vliv na zdraví smrkových lesů v České republice, je lýkožrout smrkový. Tento hmyzí škůdce se v posledních letech výrazně rozšířil a způsobil značné škody a zasáhl zejména hospodářské nepůvodní smrkové porosty.

V této bakalářské práci je klíčovým cílem prozkoumat vliv různých metod lesního managementu na proces přirozené obnovy v odumřelých smrkových porostech, a to s ohledem na ochranu biologické diverzity a podporu udržitelného rozvoje lesních ekosystémů. Práce se zaměřuje na analýzu a porovnání efektivnosti různých přístupů k managementu, od ponechání stojících mrtvých stromů, přes ležící mrtvé dřevo až po holoseče, a jejich vliv na schopnost lesa obnovit se a vrátit se ke svému přirozenému stavu.

Tato studie klade důraz na důležitost pochopení procesů, které ovlivňují regeneraci lesních ekosystémů a jejich odolnost vůči negativním vlivům. Prostřednictvím teoretických poznatků z oblasti lesní ekologie, zkoumání disturbancí a sukcesních procesů, aplikovaných na specifické podmínky CHKO Blaník, práce přispívá k hlubšímu porozumění interakcí mezi lesními ekosystémy a různými formami narušení.

Práce je strukturována tak, aby postupně představila problematiku odumírání smrkových porostů, prostřednictvím disturbancí a teoretické základy týkající se přirozené obnovy v lesních ekosystémech, metodiku výzkumu, analýzu a interpretaci získaných dat a závěry, které reflektují hlavní zjištění studie. Důraz je kladen na zhodnocení vlivu různých přístupů managementů a jejich přínosu k obnově a udržení biodiverzity v chráněných krajinných oblastech.

Zkoumání přirozené obnovy v odumřelých smrkových porostech má zásadní význam pro pochopení procesů, které ovlivňují regeneraci lesa a jeho odolnost vůči negativním vlivům. Výsledky této práce mohou přispět k lepšímu porozumění interakcí mezi lesními ekosystémy a

disturbancemi, a tím podpořit rozvoj efektivních strategií pro management a ochranu lesů v CHKO Blaník a podobných oblastech.

Analýza vlivu různých management na proces přirozené obnovy odumřelých smrkových porostů ukazuje, že není jednoznačná odpověď na to, který přístup je nejvhodnější. Každá metoda má své specifické výhody a nevýhody, které je třeba pečlivě zvážit v kontextu konkrétního ekosystému a cílů ochrany přírody. Například, ponechání mrtvého dřeva v lese může podporovat biodiverzitu tím, že poskytuje habitat pro řadu druhů organismů, avšak v některých případech může také přispívat k šíření organismů negativně ovlivňujících produkční funkci lesů.

Závěrem práce je zdůrazněna potřeba pokračování výzkumu a monitoringu lesních ekosystémů, aby bylo možné lépe porozumět dlouhodobým trendům a dynamice obnovy lesa. To je zásadní pro přizpůsobení strategií managementu měnícím se podmínkám a zajištění odolnosti a vitality lesních ekosystémů pro budoucí generace.

2 Cíl práce

Cílem práce je analyzovat a porovnat účinky různých metod lesního managementu, konkrétně ponechání stojících souší, ponechání ležícího mrtvého dřeva a holosečí, na dynamiku přirozené obnovy smrkových porostů v CHKO Blaník. Pro tento účel byla vybrána řada lokalit, kde budou provedena podrobná terénní měření a pozorování s cílem identifikovat klíčové faktory ovlivňující úspěšnost přirozené regenerace v daných podmínkách.

3 Literární rešerše

3.1 Disturbance

Změny v ekosystémech, skladbě populací a klima lze obvykle nejlépe charakterizovat jako výsledek událostí, které v určitém období tyto systémy přerušují. Tyto události eliminují původní vegetaci, čímž otevírají prostor pro kolonizaci nových jedinců, ať už identického nebo odlišného druhu, a zásadně mění podmínky v prostředí. Některé z těchto událostí mohou úplně zničit existující vegetaci, avšak častěji vedou k vzniku nového porostu přizpůsobeného novým podmínkám. Tyto události jsou klíčovou a přirozenou součástí lesních ekosystémů, nezávisle na lidském vlivu, přestože lidská aktivita může jejich povahu ovlivnit, a v hospodářských lesích nejsou tyto události obvykle žádoucí. Veškeré organismy, které na místě zůstanou po takové události, ať už mrtvé či živé, nazýváme biologickým dědictvím těchto událostí. Biologické dědictví, které vzniklo po disturbancích obsahuje jak původní, tak nově vzniklé prvky, které jsou zásadní pro přirozenou obnovu lesa a kolonizaci novými organismy (Košulič 2009).

Jednotlivé disturbanční události se rozlišují podle svého původu, četnosti, intenzity a dopadu. Obecně označujeme řadu těchto událostí v rámci krajiny disturbančním režimem (Splechna 2005).

V posledních několika desetiletích se celosvětově pozoruje značný nárůst případů narušení lesů. V období mezi roky 1987 a 2003 došlo k téměř čtyřnásobnému zvýšení počtu incidentů způsobených například škůdci jako je kůrovec, silnými větry a lesními požáry v Evropě ve srovnání s lety 1970–1986. V důsledku klimatických změn se předpokládá, že tento trend bude v budoucnosti pokračovat. V mnoha oblastech se předpokládá, že změny v režimu těchto událostí budou mít největší dopad na lesní ekosystémy právě kvůli narůstajícímu počtu extrémních povětrnostních jevů, stoupajícím teplotám a poklesu srážek (Thom 2016).

3.1.1 Disturbanční činitelé

Identifikujeme tři primární faktory poškození lesů: požáry, poryvy větru a škůdce. Mezi škůdce patří často brouci z podčeledi kůrovců, konkrétně z rodů *Ips* a *Pityogenes*. Neméně významní jsou defoliátoři, kteří odstraňují listí (Splechtna 2005). V Evropě převažuje poškození způsobené větrem, na druhém místě je poškození způsobené kůrovcem a požáry jsou až na třetím místě. Tyto typy poškození mohou být vzájemně propojeny, takže například poškození větrem může brzy přilákat kůrovce, kteří nalézají ideální podmínky v čerstvě mrtvém dřevě (Thom 2016).

3.1.1.1 Narušení větrem

Poškození způsobené větrem je běžným úkazem v lesních ekosystémech, který má značný dopad na jejich růst a v případě hospodářských lesů i na hospodaření v nich. Větrnou aktivitu lze považovat za zásadní přírodní prvek, který napomáhá postupné obnově lesního porostu. V Evropě tvoří škody zaviněné větrem odhadem tři čtvrtiny všech poškození lesů způsobených abiotickými činiteli, přičemž tyto škody jsou často výsledkem pohybu cyklonů přes kontinent od západu k východu. (Senf 2021).

Mezi lety 1985 a 2015 bylo kvůli bouřkovým aktivitám způsobeno poškození lesních ploch v Evropě o rozloze čtyř milionů hektarů, což v průměru činí 128 hektarů každý rok. Rozsah lesů zasažených větrnými kalamitami se v období od roku 2002 do roku 2016 zvýšil o přibližně 930 tisíc hektarů z 1,53 milionu hektarů na téměř 2,5 milionu hektarů. Ve střední Evropě tvoří vichřice 43 % veškerých škod způsobených na lesích, což činí největší podíl oproti ostatním příčinám (Thom 2016).

Stromy mohou být větrem poškozeny lámáním v koruně nebo kmeni, nebo mohou být zcela vyvráceny. Stromy, které se nacházejí na prudkých svazích či v půdách, jež nedovolují rozvinout pevný kořenový systém, jako jsou mokré, písčité nebo některé velice plodné půdy, čelí zvýšenému nebezpečí vyvrácení. Tohoto rizika se týká zejména starších a vyšších stromů, u kterých s přibývajícím věkem a rozměrem narůstají další nepříznivé aspekty, jako je oslabení způsobené dřevokazným hmyzem nebo patogeny, fyziologický stres nebo vyšší šance na zásah bleskem. Smrk ztepilý je obzvláště náchylný k vyvrácení kvůli svému mělkému kořenovému systému (Sousa 1984).

Stromy, které byly vyvráceny, hrají klíčovou roli pro strukturu půdy tím, že promíchávají půdní vrstvy, což má za následek její revitalizaci. Tyto padlé stromy pokrývají velké oblasti a vytvářejí průrvy, které umožňují osídlení novými stromy prostřednictvím

přirozené regenerace, čímž napomáhají k obnovení poškozených lesních porostů. Rozměry těchto průrev se odvíjejí od způsobu, jakým stromy padají, přičemž největší mezery vzniknou, když dojde k pádu více stromů naráz, což vyvolává řetězovou reakci (Šamonil 2018).

Po poškození větrem se často setkáme s dalšími škodami zaviněnými lýkožroutem. Stromy, které jsou fyzicky zeslabeny nebo mechanicky poničeny, představují ideální místo pro šíření lýkožrouta. Poškození způsobené větrem může vést k tomu, že se v oblasti shromažďuje značné množství podkladu, který je vhodný pro rozmnožování lýkožrouta, a za podmínek jako je teplé a suché počasí, to může umožnit rychlý růst počtu lýkožroutů. Proto po událostech s větrem často vidíme další narušení způsobená lýkožroutem (Havira, Čada 2018).

3.1.1.2 Narušení ohněm

Požáry historicky a v mnoha oblastech i nadále hrají klíčovou roli v ekologii přirozených lesů jako dominantní faktor ovlivňující jejich vývoj. Řada lesních ekosystémů je na pravidelné výskyty požárů přizpůsobena a potřebuje je pro svou obnovu. Přirozeně vznikající požáry způsobené bleskem, zejména v sušších lesích, přispívají k rozvoji ekosystémů tím, že odstraňují konkurenční druhy, obohacují půdu popelem a likvidují různé choroby a škůdce. Oheň také umožňuje klíčení semen některých druhů rostlin, které pro svůj růst vyžadují vystavení vysokým teplotám (Kane 2022).

Požáry jsou často spojeny s extrémními klimatickými podmínkami a jsou výrazně ovlivňovány klimatem, což naznačuje, že jejich četnost a intenzita může s klimatickými změnami narůstat (Senf 2021).

Lesní požáry se většinou vyskytují v jehličnatých lesích, jelikož podrost v listnatých lesích je obvykle vlhčí a méně náchylný k vzplanutí. V jehličnatých lesích dochází k požárům přibližně čtyřikrát častěji než v listnatých. Riziko vzniku požáru je ovlivněno mnoha faktory, včetně počasí, množství vody, větru a také druhové skladby lesa, přičemž smrkové monokultury jsou obzvláště náchylné k požárům, zejména mimo jejich přirozený areály (Földi 2016).

V období od roku 1985 do roku 2015 postihly požáry v Evropě lesní plochy o rozloze 4,3 milionu hektarů, což odpovídá průměrnému poškození 139 hektarů lesa ročně. Z celkového množství poškození lesních porostů v Evropě připadá na požáry 17 %, což je méně než škody způsobené například kůrovcem či silnými větry (Senf 2021).

Od počátku lesního hospodaření, je hlavním zdrojem lesních požárů lidská aktivita, která je spojena s kácením stromů a následným spalováním jejich větví a čištěním lesa ohněm, aby se získala půda pro zemědělství. Avšak od 19. a 20. století se díky zlepšeným metodám hašení začala velikost požárů zmenšovat. V přirozených lesích, kde se člověk nevyskytuje, jsou hlavní příčinou požárů blesky. V České republice vzniká většina lesních požárů kvůli lidské nedbalosti, což představuje téměř tři pětiny všech případů, což ukazuje, že tyto požáry nejsou přirozeného původu (Franc 2007).

Požáry se zařazují podle způsobu šíření na pozemní, podzemní a korunové a dále podle intenzity na slabé, střední a silné. Nejběžnějšími jsou pozemní požáry (Földi 2016).

3.1.1.3 Biotičtí činitelé

V období od 1996 do 2006 byly v ekonomicky významných smrkových lesích největší škody způsobeny bárkovými brouky, především lýkožroutem smrkovým, a to spolu s dalšími druhy jako je lýkožrout lesklý a lýkožrout menší. Tyto druhy tvořily 84 až 96 % veškerého zaznamenaného podkorního hmyzu (Rychtecká, Urbaňcová 2008).

Hlavním houbovým škůdcem byla václavka (*Armillaria* spp.), díky ní vznikaly mezi lety 2003 a 2006 zhruba 3 až 9 % veškerých neplánovaných těžeb (Rychtecká, Urbaňcová 2008).

V letech 2015 až 2016 a znovu mezi 2017 a 2018 došlo v České republice k významnému nárůstu škod způsobených biotickými faktory, přičemž počet škod se zvýšil o více než 100 %. Od roku 2013 jsme svědky výrazného zvýšení škod zaviněných kůrovci. V roce 2020 byl také zaznamenán vyšší výskyt houbových patogenů. Tyto houbové škůdci, stejně jako kůrovci, preferují teplejší počasí a nízké srážky, zejména v prvních šesti měsících. Václavky i nadále představují hlavní typ dřevokazných hub (Zpravodaj ochrany lesa 2021)

3.1.1.3.1 Kůrovci

V České republice existuje více než stovka různých druhů lýkožroutů. Jejich velikost se obvykle pohybuje mezi 1 a 9 milimetry a jejich barva bývá nejčastěji v odstínech hnědé, černo-hnědé či černo-šedé. Povrch jejich těl bývá matný až lesklý, s jemným ochlupením nebo pokrytý šupinami. Dospělý jedinec se může vyznačovat tělesnými tvary od válcovitého po kulovitý, s kulovitou hlavou, která může být někdy prodloužená do krátkého nosu, přičemž je většinou skryta pod štítem. Křídla a zadní část těla jsou chráněny krovkami s charakteristickými vzory a zoubky. Kůrovci přezimovávají v podobě dospělce, kukly nebo larvy, často pod kůrou stromů nebo v listovém opadu (Nakládal 2015).

Kůrovci se živí rostlinnou stravou, přičemž většina z nich preferuje lýko stromů, symbiotické ambrozijní houby, nebo se ojediněle živí na bylinách. Mezi hostitelské druhy patří různé druhy jehličnatých i listnatých stromů, jako jsou smrky, borovice, cedry, jilmy, duby, buky a další. Každý druh kůrovce obvykle napadá jen několik vybraných druhů stromů, přičemž se specializují na jeden až tři typy hostitelských dřevin. Mykofágní druhy žijí v symbióze s houbami, které infikují dřevo, a jsou často spojeny s rody *Ophiotoma* a *Ceratocystis* (Šrůtka 2006).

Když je populace kůrovců nízká, napadají převážně nemocné nebo oslabené stromy. V případě, že se podmínky pro jejich množení stávají příznivějšími, mohou ohrozit i zdravé stromy a způsobit rozsáhlé škody. Některé druhy, jako lýkožrout smrkový, mohou být obzvláště destruktivní (Nakládal 2015).

Kůrovci se shlukují a rojí, především během odpoledních hodin a neaktivnější jsou za soumraku. Obvykle mají dvě rojení ročně, na jaře a v létě, ale v závislosti na klimatických podmínkách stanovišť mohou mít jen jedno nebo až tři rojení během roku. Při hledání hostitelských stromů se řídí primárním atraktantem vylučovaným dřevinou a agregačními feromony (Nakládal 2015).

Reprodukce kůrovců může probíhat buď polygamně, s jedním samečkem a více samičkami, nebo monogamně, s párem tvořeným jedním samečkem a jednou samičkou. Polygamní reprodukce začíná tím, že sameček vytvoří ve stromu snubní komůrku a láká do ní

samičky feromonem, zatímco při monogamní reprodukci si samička vytváří snubní komůrku sama (Nakládal 2015).

Životní cyklus kůrovce zahrnuje etapy náletu, rozmnožování a kladení vajíček, následované larválním žírem, přeměnou larvy v kuklu a vylíhnutím dospělých jedinců, kteří následně provádějí žír. Přezimování se odehrává v různých stádiích vývoje, často ve vrstvách kůry nebo mezi opadaným listím (Havira 2020).



Obrázek 1 - Kůrovec, zdroj: mezistromy.cz

3.1.1.3.2 Lýkožrout smrkový

Lýkožrout smrkový (*Ips typographus*) představuje významného hmyzího škůdce lesních porostů, zejména smrkových lesů nad 60 let porostu. Jedná se o malého brouka s délkou těla od 4 do 5,5 mm z čeledi kůrovci (Scolytidae), který dokáže způsobit rozsáhlé škody a ohrozit ekosystém smrkových lesů. Jeho tělo je válcovitého tvaru, černé nebo hnědé barvy, a je pokryto jemnými chloupky. Charakteristickým znakem je i jeho zploštělá hlava se silnými čelistmi, které umožňují broukovi kousat a propichovat kůru stromů (Zahradník, Geráková 2010).

3.1.1.3.2.1 Cyklus Života

Jeho vývojový cyklus probíhá v lýku stromu, počínaje vajíčkem, přes larvu, kuklu a dospělého jedince. Jedná se o sekundárního škůdce, což znamená, že primárně napadá oslabené a odumírající stromy. S narůstajícím počtem oslabených stromů se zvyšuje i počet a rozmnožování těchto škůdců, což vede k tomu, že začínají napadat i zdravé a mladé jedince. Ve středoevropském regionu obvykle kůrovec smrkový produkuje dvě generace ročně v nížinách a jednu populaci ročně v oblastech s vyšší nadmořskou výškou. Když se vyskytnou dvě populace za rok, hovoříme o obdobích jarního a letního výskytu. To jarní nastává na konci dubna a začátku května, zatímco letní se odehrává od poloviny června až do konce srpna. Stromy jsou nejprve osídleny samci, kteří vylučují feromony, s cílem přitáhnout další samce a samice pro páření. Na jednoho samce obvykle připadá až tři samice. Každá samice si poté vytvoří vlastní matečnou chodbu, kde klade svá vajíčka.

Po vylíhnutí larvy se začnou živit lýkem, což jsou vrstvy kůry pod povrchem stromu. Larvy se vyvíjejí v chráněném prostoru pod kůrou, kde následně přecházejí do stádia kukly. Dospělí brouci vylézají na povrch a opouštějí infikovaný strom, aby vyhledali nového hostitele (Zahradník, Geráková 2010).

3.1.1.3.2.2 Ochrana a Prevence

Prevence a kontrola lýkožroutu smrkového jsou klíčovými prvky udržení zdravých lesních porostů. Důležitými opatřeními jsou systematická inventarizace lesních porostů, rychlá detekce a odstranění napadených stromů, a také využívání biologických a chemických metod ochrany. Kombinace těchto opatření může pomoci snížit vliv lýkožroutu a minimalizovat škody na lesních ekosystémech (Zahradník, Geráková 2010).

3.1.1.3.3 Lýkožrout severský

Lýkožrout severský (*Ips duplicatus*) je hmyzí škůdce z čeledi kůrovci (Scolytidae). Napadá smrkové porosty většinou nad 40 let. Převážně se vyskytuje na vrcholech stromů, nebo na silnějších větvích. Jeho tělo je válcovitého tvaru a je dlouhý od 2,6 do 4,3 mm. Rozpoznávacím znakem Lýkožrouta severského, který ho odlišuje od jeho příbuzného, Lýkožrouta smrkového, jsou čtyři zoubky na zádech, z nichž největší jsou druhý a třetí shora, tvořící takzvaný dvojjzub. Tento druh se od ostatních z rodu *Ips* vyznačuje právě tímto dvojjzubem a intenzivně tečkovaným mezirýžím. Typickým znakem poškození jsou hvězdicovité požerky s matečnými chodbami orientovanými podélně a snubní komůrkou, která je dobře viditelná na kůře i v běle či lýku. Rojení tohoto druhu probíhá v květnu až červnu, s možností letního rojení v červenci až srpnu a potenciálním třetím pokolením v teplých a příznivých podmínkách. Tento druh má tendenci napadat slabší stromy a často se objevuje na těch samých, kde se vyskytuje i Lýkožrout smrkový. Jeho škodlivost se zvyšuje s rozšiřováním jeho areálu, přičemž v posledních letech byl zaznamenán nárůst výskytu v některých evropských zemích. Kontrolní opatření zahrnují použití feromonových pastí a sanitární těžbu, avšak zimní těžba je účinná pouze proti lýkožroutu smrkovému, nikoli proti *I. duplicatus*, protože druhá generace *I. duplicatus* opouští své hostitelské stromy na podzim a přezimuje v hrabance (Knížek, Holuša 2007).

3.1.1.3.4 Lýkožrout lesklý

Lýkožrout lesklý je brouk s tmavě hnědým až černým zbarvením, který dosahuje velikosti mezi 1,6 až 2,8 milimetry. Tento druh se vyskytuje po celém kontinentu Evropy a není omezen nadmořskou výškou. Jedná se o sekundárního škůdce, který obvykle vyhledává již oslabené nebo umírající stromy, avšak při vysoké populaci dokáže napadnout i zdravé stromy. Dává přednost stromům s méně robustní kůrou, například v mladších lesních porostech nebo na vrcholcích stromů ve starších porostech, kde je kůra slabší. Nejčastěji se vyskytuje na smrku ztepilém, avšak lze ho najít i na dalších druzích jehličnanů, zejména na modřínu opadavém a různých typech borovic. Jeho životní cyklus a metody napadení stromů jsou podobné těm, které má lýkožrout smrkový, nicméně na každého samečka připadá až šest samic a obvykle produkuje dvě generace za rok (Zahradník 2007).

3.2 Přirozená obnova

Lesní ekosystémy se po různých typech narušení regenerují různými způsoby. Například oblasti postižené požárem se obnovují jinými druhy stromů než ty, které byly poškozeny větrem nebo kůrovcem (Sousa 1984). Tyto rozdíly jsou ovlivněny nejen typem, ale také četností, silou a závažností daného narušení. Každá forma narušení specificky ovlivňuje půdu a stávající vegetaci, čímž ovlivňuje, jaké druhy se budou v dané oblasti obnovovat (Frelich 2009).

Klíčovým prvkem pro úspěšnou přirozenou regeneraci je původní porost, který ovlivňuje množství světla, dostupnost vody a živin a také druhové složení mladých stromů (Kulla 2009). Věk a hustota korun původního porostu jsou tedy rozhodujícími faktory, které určují, kolik mladých stromů se může v daném prostředí uchytit. Tyto faktory jsou zase ovlivněny mírou a silou předchozího narušení. (Taeroe 2019).

Po narušení porostu dojde k jeho obnově, zejména pokud se v mateřském porostu nacházejí dřeviny snášející zastínění, jako je buk nebo jedle. Průkopnické dřeviny se v obnoveném porostu objevují zejména při častém a rozsáhlém narušení (Kulla 2009).

Bylo zjištěno, že umírající smrkové lesy se mohou samovolně obnovovat, přičemž v oblastech smrkových lesů se nejčastěji po obnově objevuje smrk, buk a jedle bělokorá. Mladé smrky, které upřednostňují stinné podmínky, mohou přežívat ve velmi hustých porostech s minimálním přírůstkem, avšak po uvolnění prostoru mohou začít růst rychleji (Šimek 1993).

Nepříjemným jevem po narušení, může být invaze nepůvodních, invazivních druhů, jako je trnovník akát, který snižuje druhovou rozmanitost a vytváří monokulturní porosty. Tato situace nastává, pokud se porosty trnovníku akátu v reprodukčním věku nacházejí blízko narušené oblasti (Kuneš 2019).

Následujícím problémem je, že v některých případech se původní druhy stromů v obnově neobjevují, což může být důsledkem nedostatku reprodukčního materiálu nebo zásadního narušení půdy lidskou činností (Řehouňková 2018).

3.2.1 Přírozená obnova lesa po narušení lýkožroutem

Pokud dojde k poškození lesního porostu kvůli napadení lýkožroutem, je možné předpokládat, že se uvolněné místo zaplní novými stromy z pozdních sukcesních stadií, které vyrostou z osiva mateřského porostu, zejména pak ze semen smrku ztepilého. Nejvíce oceňovaný je přírozený výskyt mladých smrků ztepilých z osiva stromů, které dosáhly alespoň čtvrtého věkového stupně, tedy jsou staré mezi 61 a 81 lety. Smrk začne být plodný a vytvářet osivo přibližně ve svém šedesátém roce. Geneticky nejvýznamnější osivo pochází až z pozdějších let plodnosti (Bače 2015). Nově vzniklé smrčiny nemusí být plodné, nebo jejich přírozená obnova může mít nižší kvalitu než u osiva zralých stromů. Navíc mohou být takové mladé smrčiny ještě před prořezávkami ve velmi hustém zápoji, což komplikuje klíčení osiva a růst nových stromů po narušení. Toto může představovat problém v místech, kde si přejeme uchovat smrčiny jako převládající typ lesa (Šimek 1993).

V horských smrkových lesích po poškození kůrovcem je možné očekávat obnovu, která vytvoří pro horské smrkové lesy charakteristické skupinové rozložení s nepravidelnými mezemi, kde smrk dominuje a objevují se také jedinci jeřábu ptačího (Bače 2015).

3.2.2 Přírozená obnova po narušení ohněm

Lesní požáry jsou v dnešní době důležitým tématem. Druhy, které jsou přizpůsobeny k reprodukci pomocí serotinních šišek (např. borovice Banksova), se v našich podmínkách nevyskytují, tudíž se dá předpokládat, že se v obnoveném lese po požáru budou vyskytovat nové druhy dřevin. V případě, že se na lokalitě před požárem vyskytovala introdukovaná borovice vejmutovka, mohla by se díky její odolnosti vůči povrchovým požárům a schopnosti růst na nepříznivých stanovištích, vyskytnout na zasažených plochách. Má schopnosti chovat se jako pionýrská dřevina, a proto je pravděpodobné, že bude v následujícím porostu přítomna. Borovice lesní vykazuje v oblastech postižených požárem podobnou adaptaci jako borovice vejmutovka. (Frelich 2009).

V procesu regenerace lesního porostu, je velká šance na výskyt průkopnických dřevin, jako jsou bříza a topol osika. Topol osika je zvláště adaptabilní na obnovu v prostředí postiženém požárem díky své schopnosti rychle klíčit ze semen. Tyto stromy obvykle kolonizují spálené oblasti nejdříve, protože preferují místa narušená ohněm a jejich počáteční růst je obvykle velmi rychlý. Konečná podoba lesního porostu bude záviset na semenech, která

do oblasti zaneše vítr nebo zvířata. Tento proces rychlé kolonizace průkopnickými dřevinami byl již pozorován po nedávném rozsáhlém požáru v Českém Švýcarsku (Šindelář 2004).

3.2.3 Přírozená obnova po narušení větrem

Starší lesní porosty a starší stromy jsou více citlivé na poškození větrem. V případě, že se v porostu před větrnou událostí již vyskytovala mladá věková generace stromů, je pravděpodobné, že se les obnoví z těchto již existujících mladých semenáčků pod mateřským porostem, což znamená, že struktura lesa po větrné události bude podobná té před ní (Bače, 2015). Po bouřlivých větrných událostech obvykle dojde k tomu, že vyvrácené stromy naruší a prokypří půdu, což eliminuje konkurenční rostliny a umožňuje semenům stromů z okolních porostů či semenům přeneseným větrem či zvířaty do nově vzniklých mezer vyklíčit, čímž přispívá k regeneraci lesa. (Šamonil 2018).

Lesy se po narušení větrem přirozeně obnovují a často se porovnávají plochy, kde bylo mrtvé dřevo zachováno, s plochami, kde bylo odstraněno. Bylo zjištěno, že obnova začíná před větrnou událostí nebo bezprostředně po ní a na těchto místech se běžně objevuje bříza. Zhruba o dvacet let později mortalita břízy začne stoupat a smrk se tím pádem dostává do popředí. V lesech a v lesních porostech se po kalamitách začínají vyskytovat i exempláře jeřábu ptačího, který je důležitý pro biodiverzitu a stabilitu smrkových lesů je klíčový. Všeobecně je populační dynamika více stářejší v oblastech, kde bylo ponecháno mrtvé dřevo. V oblastech, kde byly stromy vykáceny, dochází k rychlejšímu obnovování bříz, avšak zároveň se zvyšuje i počet jejich úhynů. Naopak smrky nejvíce prosperují v místech, kde necháváme ležet odumřelé kmeny (Fischer 2012).

Je zřejmé, že pionýrské druhy stromů jako je například olše nebo bříza se v obnově nevyskytují v hojnější míře, pokud na daném místě už před událostí vyrostly stínomilné stromy (Kulla 2009). Po narušení větrem je jedním z hlavních problémů při obnově lesů v České republice, že počet obnovených stromů nemusí být tak velký, jak požaduje zákon. Obzvláště v hospodářských lesích je problémem nepravděelné rozložení obnovených stromů (Řehouňková 2018). Jiné studie naopak poukazují, že se na některých plochách objevují velká množství mladých pionýrských stromů, ale lesníci tyto plochy často nepovažují za úspěšně zalesněné. Přitom buk, pokud je cíleným druhem stromu pro danou oblast, by se měl sázet pod ochranou clonu pionýrských druhů, protože mu nesvědčí přímá výsadba na plochu, která byla poškozena větrnou kalamitou (Martiník 2014).

3.2.4 Sukcesní cyklus

První fází je fáze zahajovací. V této fázi se v rozvolněném porostu začínají prosazovat průkopnické druhy, které vnikly do porostu, nebo druhy, které se rozmnožují vegetativně (Bače 2015).

Sukcesní cyklus začíná jako reakce rostlinných druhů na předchozí změny prostředí. Přičemž mluvíme o sekundární sukcesi tam, kde je již přítomna vegetace.

V oblasti lesní ekologie se rozlišují čtyři fáze tohoto vývoje. Začíná se iniciační fází, kdy v rozvolněném lesním prostoru začínají dominovat nové pionýrské druhy, nebo ty, které se šíří vegetativním rozmnožováním. V případě menších narušení převládají zejména druhy stromů, které jsou již součástí regeneračního procesu v původním lesním společenství. (Bače 2015).

Fází číslo dvě je fáze kompetice, ve které dochází k huštění lesního porostu v důsledku vzájemného soupeření stromů o světlo a živiny, což vede k omezenému růstu mladých nových stromků. Stromy s rozsáhlou korunou jsou ve výhodě, neboť obsazují více prostoru. Během této fáze dochází k přirozenému úbytku stromů, přičemž místa po odumřelých jedincích jsou rychle zaplněna novými, což vede k dalšímu zahušťování porostu. (Frelich 2009).

Třetí etapa, známá jako reiniciace, se týká obnovy podrostu, kdy stromy dosáhnou reprodukčního věku. Volná místa po odumřelých stromech již nejsou okamžitě zaplňována, což umožňuje růst nových semenáčků díky většímu množství dostupného světla. (Frelich 2009).

V závěrečné fázi lesního vývoje převládají stromy, které se udržely z první fáze. Lesní porost je charakterizován rozmanitostí věku a výšky stromů, přičemž nejvyšší stromy již další výškový růst nevykazují. Úmrtnost v této fázi je nízká a trvá až do momentu, kdy dojde k dalšímu rozsáhlému narušení prostředí (Frelich 2009).

3.2.5 Množství přirozené obnovy

Od počátku tisíciletí se v České republice neustále zvyšuje rozsah přirozeně obnovovaných lesů. V roce 2021 dosáhla obnovovaná lesní plocha v České republice 49790 hektarů, z čehož 9111 hektarů připadalo na přirozenou regeneraci. S tím, jak se zvyšuje objem přirozené regenerace, roste i celková rozloha obnovených lesů. V roce 2021 bylo přirozeně obnovených zhruba 18 % lesních ploch. To naznačuje, že mnoho lesních porostů v České republice má výrazný potenciál pro přirozenou regeneraci. Uvedený údaj naznačuje, že se jedná o porosty, kde je přirozená regenerace dostatečně odolná proti nepříznivým vlivům. Tento procentuální podíl by tedy mohl působit nevýznamně, vzhledem k tomu, že existují rozsáhlejší oblasti vhodné pro přirozenou regeneraci. (Ministerstvo zemědělství 2022). Obvykle dochází k obnově prostřednictvím mladých rostlin, které se nacházejí v původním lesním porostu během či krátce po jeho poškození. Tento způsob obnovy se většinou objevuje v menším rozsahu než ten, který je zaznamenán lesnickými operacemi, a často se nepočítá do oficiálních údajů. V důsledku toho je značná část této obnovy ztracena během těžebních prací a odstraňování dřeva (Čada 2021).

Podle údajů Národní inventarizace lesů mezi lety 2011 a 2015 převažovala v České republice přirozená regenerace lesa, přitom tvořila více než čtyři pětiny veškeré obnovy podrostu. V této přirozené obnově převládaly ze dvou třetin listnaté stromy, zatímco jehličnany tvořily pouze třetinu. Nejčastější dřevinou přirozené obnovy jehličnatých dřevin byl smrk, mezi listnatými stromy se pak nejčastěji vyskytoval buk. Odlišnosti ve výsledcích Zprávy o stavu lesů a Národní inventarizace lesů plynou z několika různých metodických přístupů: zatímco Zpráva o stavu lesů vychází z rozloh obnovovaných lesů, Národní inventarizace lesů se zaměřuje na náhodně umístěné vzorové plochy, bez ohledu na aktuální stav daného lesa (Kučera 2019).

S vyšším věkem, tudíž v méně hustých porostech se díky lepším světelným podmínkám zvyšuje pravděpodobnost přirozené obnovy. Takovéto podmínky umožňují přirozeně obnoveným porostům dosáhnout optimálního počtu dospělých jedinců. Lesnický management může tento proces podpořit výběrovými zásahy, které napodobují přirozený vývoj lesa a umožňují přirozené regeneraci se prosadit (Kulla 2009).

V minulosti byla míra přirozené obnovy omezena hlavně kvůli ambiciózním plánům na produkci dřeva, což vedlo k poškození a ničení přirozené obnovy, zejména při manipulaci s dřevem. Přirozenou regeneraci také nepříznivě ovlivňovaly kyselé deště. (Šimek 1993).

3.2.6 Smrk ztepilý

V českých lesích původně převažovaly listnaté stromy a jedle. Na začátku 19. století se však složení lesních porostů začalo měnit a začaly se upřednostňovat jehličnaté stromy, které jsou více hospodářsky produktivní. Smrk ztepilý (*Picea abies*) a borovice lesní (*Pinus sylvestris*) byly často vysazovány. V současnosti se vyskytuje smrk asi v jedné čtvrtině lesních porostů v Evropě a v České republice dosahuje smrk přibližně poloviny v lesních ekosystémech. Tato změna na smrkové monokultury v České republice přinesla sice určité výhody pro pěstování, ale také způsobila velké problémy (Ministerstvo zemědělství 2022).

V lesích střední Evropy byl smrk ztepilý typickým stromem horských oblastí, nacházející se hlavně ve vyšších nadmořských výškách evropských hor a v Alpách mezi 800 a 2000 metry nad mořem. V nižších nadmořských výškách jeho přirozené stanoviště zahrnovalo vlhké lokality a rašeliniště, nebo údolí, kde se často vyskytují teplotní inverze. Mimo svůj přirozený habitat vykazoval smrk sedmkrát vyšší úroveň poškození než v jeho původních lesích. Přesto byl často sázen lidmi v rovinatých oblastech a na pahorcích (Hofmann 2015). Typicky byl smrk pěstován v monokulturních porostech. V těchto typech lesů, jsou smrky náchylnější vůči nepříznivým podmínkám způsobené kůrovcem, povětrnostními podmínky, nebo jiným škodlivým faktorům. S cílem ochrany přírody a zvýšení stability lesních ekosystémů se v posledních letech snaží o obnovu podílu listnatých stromů. Začlenění monokulturních lesů smrku bylo realizováno hlavně kvůli tomu, že smrk představuje primární ekonomický zdroj v lesnictví díky své široké využitelnosti a kapacitě pro rozsáhlou produkci, což zajišťuje maximální ziskovost z prodeje dřeva. Obchod s dřevem přetrvává jako hlavní finanční pilíř v lesním průmyslu. (Hofmann 2015)

Smrk ztepilý patří mezi jehličnaté dřeviny a může dorůstat do 50 metrů s přímým, válcovitým kmenem a špičatou korunou. Jehlice jsou čtverhranné a přisedají na větve pomocí malých výrůstků. Jehlice jsou obvykle 2,5 centimetru dlouhé a jsou ostře zakončené. Jeho šišky dosahují délky okolo 16 centimetrů. Smrky mají plochý kořenový systém, což způsobuje, že jsou více vystavené riziku poškození větrem a mají problémy při dlouhodobém suchu. Upřednostňují polostinné nebo úplně zastíněné lokality s minimálními požadavky na živiny v

půdě. Pro optimální růst smrku je nezbytná půda, která je prodyšná a udržuje vlhkost. Ideální teplota pro jejich růst se pohybuje v rozmezí 2,1 až 7,2 °C a je odolný vůči nízkým zimním teplotám. Vyžaduje střední až vysokou úroveň zásobování vodou, přičemž optimální roční úhrn srážek je 700 mm. Snáší vlhké podmínky na rašeliništích a vrchovištích, ale špatně snáší nedostatek vody v půdě a nízkou vlhkost vzduchu (Musil, Hamerník 2007).

3.3 Biologické dědictví

3.3.1 Mrtvé dřevo

Výrazem "mrtvé dřevo" se označují neživé části stromů nebo celé odumřelé stromy, které jsou buď padlé, nebo stojící souše (Bače, 2016). Tento typ dřeva běžně zahrnuje kategorie jako jsou souše, polomy způsobené větrem, pařezy, spadlé stromy nebo jejich fragmenty. Jeho přítomnost v lesích je výsledkem úmrtí stromů nebo jejich částí. Rozšíření, objem a rozvržení tohoto mrtvého dřeva v lese se liší podle druhu stromů, historického vývoje oblasti a praxe v lesním hospodářství. Je důležité pro biodiverzitu lesa, funguje jako zdroj uhlíku a živin. Pro posouzení stavu různých lesních ekosystémů se často využívá hodnocení množství mrtvého dřeva a početnosti velkých kusů. (Merganič et al. 2022). V chráněných oblastech se obvykle vyskytuje vyšší množství mrtvého dřeva ve srovnání s hospodářsky využívanými lesy, ve kterých je aktivní ochrana a můžou být upravovány s ohledem na hlavní cíle ochrany. I tak se v těchto lesích vyskytuje větší množství mrtvého dřeva než v hospodářských lesích, kde je často jeho nedostatek. To je důvod, proč je nutné v hospodářských lesích systematicky a úmyslně zvyšovat objem mrtvého dřeva. Ponechávání dřeva v lese pro jeho rozklad je spojeno s mírou těžby, protože odstraněním dřeva se snižují zásoby mrtvého dřeva. (Bujoczek et al. 2020).

3.3.2 Význam mrtvého dřeva pro biodiverzitu

V mnohých státech se lesní hospodaření setkává s problémem nízkého množství zachovávaného dřeva a původních stromů. Menší množství odumřelého dřeva, zejména pak v lesích určených k hospodaření, vede ke snížení počtu druhů závislých na odumřelém dřevě, což má za následek snížení celkové biologické rozmanitosti (Bujoczek et al. 2020). Ponechání tlejícího dřeva k zetlení je jeden z nejefektivnějších způsobů, jak zachovat biodiverzitu v lese. Alternativními metodami jsou ponechání padlých stromů, vyvrácených kořenů, vysokých

pařezů nebo ponechání stromů k dožití. Jedná se o jinou formu rozkladu a následného vývoje tlejícího dřeva, díky kterému vzniknou specifické biotopy.

Saproxylicí brouci jsou závislí na odumřelém dřevě a slouží jako významní indikátoři prostředí, díky nimž lze dostávat spolehlivé údaje o zachovalosti prostředí. V porovnání s jinými živočichy se vyznačují omezenější schopností disperze na větší vzdálenosti (Bače, Svoboda 2016).

Mrtvé dřevo má klíčový význam pro ekosystém lesů v České republice, jelikož slouží jako přirozené hnojivo a napomáhá rozmanitosti živých organismů, které jsou na mrtvém dřevě závislé, včetně druhů jako jsou houby, brouci, bakterie, mechorosty, roztoči, blanokřídlý a některé druhy obratlovců. Dále má pozitivní dopad na prevenci eroze půdy a pomáhá udržovat vlhkost v půdě, což je zásadní během období tání sněhu na jaře, přičemž přispívá k zajištění dostatečného množství vody pro životní prostředí v sušších měsících. Mrtvé dřevo se tvoří přirozeným odumíráním stromů, které zůstávají v lese jako ležící či stojící dřevo a postupně se rozkládají, což umožňuje návrat organických látek zpět do cyklu živin (Uhl et al. 2022).

Při malém množství mrtvého dřeva se snižuje počet saproxylických brouků, lišejníků, hub a mechorostů. Tento úbytek má dopad na další druhy živých organismů, které jsou na tyto skupiny závislé, ať už se to týče rozmnožování, vytváření vhodných stanovišť, nebo potravy, včetně cévnatých rostlin, hnízdících ptáků, brouků, netopýrů a dalších. Malé množství mrtvého dřeva rovněž přináší změny v mikrostanovištích a lesních porostech (Uhl et al. 2022).

Dynamika rozkladu dřeva závisí na struktuře porostu, vrstvě stromů, míře narušení a hospodářských zásazích. Rozklad se dělí do několika kategorií, jako je stupeň rozkladu, od počátečního do pokročilého stádia, a také podle formy odumřelého dřeva, ať už jde o stojící nebo ležící stromy. Rychlost rozkladu je ovlivněna klimatickými podmínkami, vlhkostí, poměrem kyslíku a oxidu uhličitého a charakteristikami stromů, jako je druh dřeviny, způsob jeho zachování a velikost (Uhl et al. 2022).

V lesních porostech se množství mrtvého dřeva liší podle toho, zda jsou lesy využívány pro hospodářské účely, nebo jsou více ponechány v přirozeném stavu. V bezzásahových lesích je odumřelé dřevo zastoupeno v hojnějším množství, zatímco v hospodářských lesích je jeho výskyt minimální. Přibližně třetina všech druhů organismů v lese závisí na mrtvém dřevě. V českých lesích je nedostatek mrtvého dřeva, což má špatný vliv na rozmanitost druhů (Bujoczek et al. 2020).

3.3.3 Vazba uhlíku v mrtvém dřevě a jeho vliv na koloběh živin

Lesní oblasti představují klíčový zdroj uhlíku. Jeho cyklus absorpce a emise je ovlivněn změnami klimatu, což vede k úhynu stromů. Přibližně 7 % globálního lesního uhlíku je uloženo v odumřelém dřevě, což hraje důležitou roli v přenosu uhlíku z živých organismů do vzduchu a do lesní půdy. Odumřelé dřevo se také používá jako zdroj esenciálních makroživin, včetně vápníku, hořčíku, fosforu a draslíku (Piaszczyk et al. 2019).

V rané fázi rozkladu je hodnota dusíku v dřevě nízká, často pod 1 %, což ztěžuje jeho rozklad ve srovnání s jinými organickými materiály. Mikroorganismy, hlavně díky svým enzymům, jsou zásadní pro rozklad dřeva, a to díky tomu, že dokáží rozložit komplexní rostlinné polymery. V průběhu rozkladu se hodnota dusíku zvyšuje díky působení hub a bakterií, díky nimž probíhá rozklad dřeva a vedou k uvolňování uhlíku procesem respirace, ale také zvyšují obsah jiných živin. Některé bakterie dokonce zprostředkovávají fixaci dusíku z atmosféry, což zvyšuje jeho množství v odumřelém dřevě. V boreálních lesích, kde je malé množství dusíku, může zachování odumřelého dřeva zvýšit nutriční hodnotu a úrodnost lesní půdy. Obecně platí, že odumřelé dřevo na povrchu obohacuje půdu o minerály, které se uvolňují během jeho rozkladu a dostávají se do půdy (Piaszczyk et al. 2019).

3.3.4 Vliv mrtvého dřeva na lesní půdu

Odumřelé dříví hraje klíčovou roli pro lesní zemi. Rozkládající se dřevo uvolňuje organické látky do půdy, což mění její strukturu. Pórovitá povaha odumřelého dřeva umožňuje absorbovat velké množství vody, což je zásadní pro podporu ekosystému v kritických obdobích sucha (Piaszczyk et al. 2019). Mrtvé dřevo také zabraňuje erozi půdy tím, že ji chrání před nepříznivými důsledky větru a deště. V alpských oblastech může dokonce předcházet lavinám nebo sesuvům půdy a pomáhat udržovat stabilitu svahů. Mrtvé dřevo ovlivňuje i drobné vodní toky a díky uvolňovaným látkám působí jako přirozené hnojivo. Pro mladé stromky při regeneraci lesa je to nezbytný základ, zvláště ve vysokohorských podmínkách, kde odumřelé dřevo tvoří ideální prostředí pro jejich přirozený růst. Konkrétně pro mladé smrky je nejlepším základem smrkové dřevo, které se rozkládá 30-60 let (Merganič et al. 2022).

3.3.5 Vliv mrtvého dřeva na rekreační hodnoty lesa

Lesní ekosystémy poskytují mnoho služeb pro životní prostředí, a proto je podstatná role odumřelého dříví, nejen z hlediska biodiverzity, ale i pro estetické a rekreační potřeby lidí. Lidé využívají lesy k relaxaci a úniku před každodenním stresem, přičemž klidné prostředí přírody jim poskytuje útočiště. Vzhledem k tomu, že estetický aspekt lesa je formován lesnickými praxemi, má tento aspekt přímý dopad na míru, s jakou si lidé užívají rekreaci v lese. Výzkum provedený v Národním parku Bavorský les v Německu odhalil, že odumřelé dřevo je pro návštěvníky druhým nejčastěji fotografováním prvkem, což naznačuje, že lidé odumřelé dřevo vnímají jako pozitivní prvek lesního prostředí. Toto pozitivní vnímání odumřelého dříví mezi návštěvníky lesa naznačuje možnost pro lesní management zaměřit se na zachování a potenciální zvýšení množství odumřelého dříví v lesích s ohledem na ekologické i rekreační hodnoty, a to i v oblastech s vyšší frekvencí návštěvníků (Rathmann et al. 2020).

3.3.6 Ponechávané formy tlejícího dřeva

Různorodost živých organismů, které se vyskytují na odumřelém dřevě, je ovlivněna celou řadou faktorů, mezi které patří typ dřeviny, objem dostupného odumřelého dřeva, velikost a forma ponechaného dřevního materiálu, fáze jeho rozpadu, kvalita okolního ekosystému a specifika mikrohabitatu. Pro zvýšení ekologické cennosti a rozmanitosti druhů závislých na odumřelém dřevě je klíčové zachovat různorodost druhů stromů, stadií jejich rozpadu a velikostních kategorií. Množství ponechaného dřeva není pro druhovou diverzitu příliš významné, proto mu nemusíme věnovat přednostní pozornost (Bače 2016).

Velikost ponechaného dřeva hraje významnou roli v zachování druhové rozmanitosti. Forma, v jaké je dřevo v přírodě ponecháno, rovněž výrazně ovlivňuje jeho rozklad. Stejně velké stromy se rozpadají různě, v závislosti na tom, zda jsou ponechány stát nebo ležet, přičemž stojící stromy podléhají rozkladu pomaleji než ty, které se dotýkají země nebo jiných stromů. Rozhodnutí zachovat v lese buď robustnější nebo štíhlejší stromy není jednoduché, vzhledem k tomu, že některé druhy vykazují preference pro velké i pro malé velikosti dřeviny. Nicméně, obvykle se považují za výhodnější větší stromy, jejichž povrchový a objemový poměr brání rychlému rozkladu a pomáhá udržovat stabilní teplotu a vlhkost, což vytváří pro mnoho organismů atraktivnější životní prostředí než skupiny menších stromů. Tyto rozsáhlé kmeny nabízejí dostatečný prostor pro rozvoj životních forem, kterým menší stromy nemohou poskytnout dostatečnou podporu. (Bače, Svoboda 2016).

3.3.6.1 Ponechávání souší

Jednou z metod zachování mrtvého dřeva je takzvané uchování odumřelých stojících kmenů. Optimálně by mělo docházet k zachování stojících kmenů různých typů stromů a různých velikostí. Některé stojící kmeny se musí nadále sledovat a v případě potřeby je pokácet, zejména ty, které představují nebezpečí pro lidi pohybující se po vytyčených cestách, ohrožují lesnické práce a zvyšují rizika pro les. Ve dřevě, které zůstává stát, se vyskytuje vyšší počet saproxylických organismů než v mrtvém dřevě, které je ponecháno ležet (Bače, Svoboda 2016).

3.3.6.2 Ponechání ležícího mrtvého dřeva

V případě, že se rozhodneme neodstranit mrtvé dřevo z lesa, je důležité nechat na místě všechny padlé stromy a jejich části, které se již v lesním porostu nacházejí, včetně vyvrácených a zlomených stromů či větví. Po větrných bouřích, které způsobují vyvrácení stromů, je možné nechat stromové pařezy vysoké 2-5 metrů. Smrkové kmeny v rané fázi rozkladu se nedoporučují nechávat v porostu kvůli riziku napadení kůrovcem (Bače, Svoboda 2016).

3.3.6.3 Holoseč

Problémem kompletního odlesnění lesních porostů, v protikladu k přirozeným změnám způsobeným živými organismy nebo neživými faktory, je jeho náhlý charakter a odstraňování stromové hmoty. Odstraňováním stromů se eliminuje velký objem přirozené regenerace. Prostředí se mění příliš rychle, než aby se lesní ekosystémy stihly přizpůsobit, což vede k náhlým a radikálním změnám. Navíc, při komplexním kácení často nezůstává na místě ležet mrtvé dřevo velkých rozměrů. Takový zásah může vážně poškodit společenstva, která na kácené ploše zůstávají, dochází k poklesu počtu prospěšných prvků, a naopak k nárůstu počtu škodlivých, což negativně ovlivňuje půdní dynamiku a odlišuje ji od té mezi odumřelými a živými lesními porosty. Dynamika půdy je podobnější mezi odumřelými a živými lesy než mezi kácenou plochou a živým lesem. Bylo zjištěno, že regenerační schopnost, zejména stínově tolerantních stromů, je negativně ovlivněna rychlým odstraněním stromového porostu v důsledku těžby (Kulla 2009).

V některých lesích se pro obnovu využívá rozsáhlá příprava půdy, která odstraní jakékoli přirozené zmlazení a bylinné patro původního lesa, což negativně ovlivňuje populace rostlinných a hmyzích druhů a umožňuje invazi nepůvodních a plevelných druhů (Prach 2009).

Po kompletním kácení, které zničilo již existující přirozené zmlazení, lze očekávat, že se přirozeně obnoví hlavně pionýrské druhy stromů, jako jsou břízy nebo olše, zvláště pokud jsou v blízkosti semenáče nebo pokud semena pocházejí z nedalekých stojících stromů. Schopnost dokázat se regenerovat u břízy na poničených plochách je závislá na blízkosti semenných stromů a věku stromu. Množství semen a semenáčků může mít u určitých druhů negativní vliv díky vegetačnímu krytu a množstvím zbytků po těžbě. Hustota a množství semenáčků břízy je nižší tam, kde je vegetační kryt a množství těžebních zbytků větší. Zbytky dřeva pokrývající plochu v mnoha studovaných případech měli pozitivní vliv na přirozenou obnovu (Taerøe 2019).

3.3.7 Management tlejícího dřeva v chráněných územích

Klíčovým aspektem pro management je ochranný cíl dané oblasti, který má přednost. Rovněž významně ovlivňují správu mrtvého dřeva faktory jako jsou klimatické podmínky, složení půdy a typy stromů (jak současné, tak plánované). V pokynech je specifikován rozsah mrtvého dřeva, který by měl být považován za minimální, a jehož zachování je v lesích nutné. Pro horské lesy ve střední Evropě je tento rozsah stanoven na 30-60 m³/ha, zatímco v nižších oblastech stačí 30-40 m³/ha. V hospodářsky vedených lesích je cílem dosáhnout do roku 2030 minimálního objemu 20-30 m³/ha. Kromě množství mrtvého dřeva je klíčová i jeho charakteristika, například typ dřeva. V chráněných oblastech by složení mrtvého dřeva mělo co nejvíce odpovídat přirozenému rozložení stromů v oblasti. Pokud přirozené složení není dosažitelné, pak se doporučují zejména listnaté stromy a jedle. Je zásadní udržovat rozmanitost druhů dřeva, velikostí a stádií rozkladu pro různé organismy, které jsou na mrtvém dřevě závislé. Mrtvé dřevo má největší hodnotu, když zůstane v lesním ekosystému nezměněné; jakékoli zpracování snižuje jeho přínos pro biodiverzitu, i když někdy je zásah nezbytný, například při odstraňování stromů napadených kůrovcem. Je doporučováno nevyvážet veškeré dřevo z lesa, ale ponechat část pro udržení funkcí mrtvého dřeva. Trvalá a minimální přítomnost mrtvého dřeva v lesním ekosystému je klíčová pro jeho udržení. Nejlepším způsobem, jak zajistit dostatečný objem tlejícího dřeva v chráněných oblastech, je umožnit lesům přirozený vývoj bez zásahu. V různých typech chráněných oblastí se management mrtvého dřeva liší v

závislosti na specifických ochranných cílech a dalších aspektech. V národních parcích, chráněných krajinných oblastech a národních přírodních rezervacích se důraz klade na různé aspekty správy mrtvého dřeva, přičemž cílem je vždy ochrana a zachování přirozeného stavu. V přírodních památkách se správa mrtvého dřeva řídí potřebami konkrétních druhů chráněných v dané lokalitě. Výjimečně může být vhodné v některých chráněných oblastech pokácet strom, pokud je to nezbytné pro ochranu zdraví nebo majetku. Důležitá je také prevence šíření škůdců a požárního nebezpečí, zejména v souvislosti s klimatickými změnami a zvýšeným rizikem sucha (Ministerstvo životního prostředí 2014).

3.3.8 Gradace kůrovců

V roce 2019 Ministerstvo životního prostředí zveřejnilo směrnici pro řešení situace stromů napadených kůrovcem v chráněných oblastech a přírodních rezervacích, nazvanou „Postupu asanace kůrovcem napadených porostů v chráněných oblastech a na maloplošných zvláště chráněných územích“. V celé České republice je problém s kůrovcem velmi rozšířený, což zahrnuje i oblasti s vyšším stupněm ochrany přírody. V těchto lokacích by se mělo s napadenými stromy zacházet s větší opatrností, aby se zachovaly cíle ochrany přírody. Podle uvedené směrnice jsou nejvíce postižené oblasti CHKO v severo-východní části České republiky. V produkčních lesích je kůrovcová situace vnímána hlavně jako ohrožení pro těžbu dřeva, která je zde prioritou. Nicméně v chráněných územích může mít tato situace také i pozitivní dopady, protože dlouhodobě může pomoci k proměně monokulturních smrkových porostů na druhově rozmanitější lesy. Asanace kůrovce je rozdělena podle tří hlavních kritérií: přirozený výskyt smrku na daném místě, míra napadení kůrovcem v okolních lesích a stupeň ochrany dané oblasti. Lesy jsou rozděleny do několika kategorií, včetně přírodních smrkových lesů, lesů s určitým podílem smrku a sekundárních smrkových lesů. Podle rozsahu napadení a ochranného statutu oblasti jsou stanoveny různé metody sanace, od ponechání lesa bez zásahu až po kompletní sanaci podle lesního zákona, kdy se odstraní všechny napadené stromy. Chemické ošetření je v chráněných oblastech obecně zakázáno, avšak v některých výjimečných případech a za přísně kontrolovaných podmínek může být povoleno (Ministerstvo životního prostředí 2014).

3.3.9 Asanace kůrovců

Legislativa se zabývá ochranou lesů proti nežádoucím vlivům, konkrétně lesnickým zákonem číslo 289/1995 Sb., který zahrnuje speciální ustanovení týkající se ochrany lesů. Tento zákon ukládá každému majiteli lesa povinnost implementovat opatření, která mají za cíl předcházet a omezovat škody způsobené škodlivými činiteli. Zahrnuje sledování a dokumentaci přítomnosti škodlivých činitelů a škod, které vyvolávají. Při zjištění zvýšeného počtu těchto škůdců je povinností vlastníka lesa okamžitě toto nahlásit příslušnému lesnickému úřadu. Vlastníci lesních porostů jsou rovněž zavázáni k provádění preventivních opatření, aby se předešlo šíření a přemnožení kůrovců. Pokud dojde k neočekávaným událostem, jako je například mimořádný výskyt škůdců, musí být okamžitě přijata opatření, která zabrání jejich rozšíření, dalším škodám a zmírní jejich dopad (Zahradník, Geráková 2010).

Problematika rozšíření kůrovců v lesním hospodářství se řeší prostřednictvím obranných a preventivních opatření. Při běžném a zvýšeném počtu kůrovců v lese se provádí kontroly pomocí pravidelných obhlídek, feromonových lapáků a dalších druhů pastí. V případě, že dojde ke kalamitní situaci a kůrovec se přemnoží přistupuje se k obranným opatřením. Účinná obrana vyžaduje dodržení tří základních principů, mezi které patří identifikace a odstranění napadených stromů, rychlé zpracování dřeva atraktivního pro kůrovce a eliminace napadených stromů v ohniscích výskytu. Napadené stromy je třeba kácet bez zbytečného odkladu, než se z nich vylíhnou další generace kůrovců, a správně je zpracovat. Pro boj s kůrovci je možné využívat mechanické nebo chemické metody. Mechanická asanace zahrnuje odstranění kůry, spalování nebo štěpkování a je účinná do stádia larvy kůrovce. Chemická asanace zahrnuje aplikaci insekticidů na napadené dřevo a je účinnější v pozdějších stádiích vývoje kůrovce. Při použití chemických přípravků je nutné dodržet oficiální postupy a mít potřebná oprávnění. K dalším obranným opatřením patří různé typy pastí, které pomáhají odchyťovat kůrovce, a jejich efektivní rozmístění v lese je klíčové pro úspěšnou obranu (Zahradník 2007).

4 Metodika

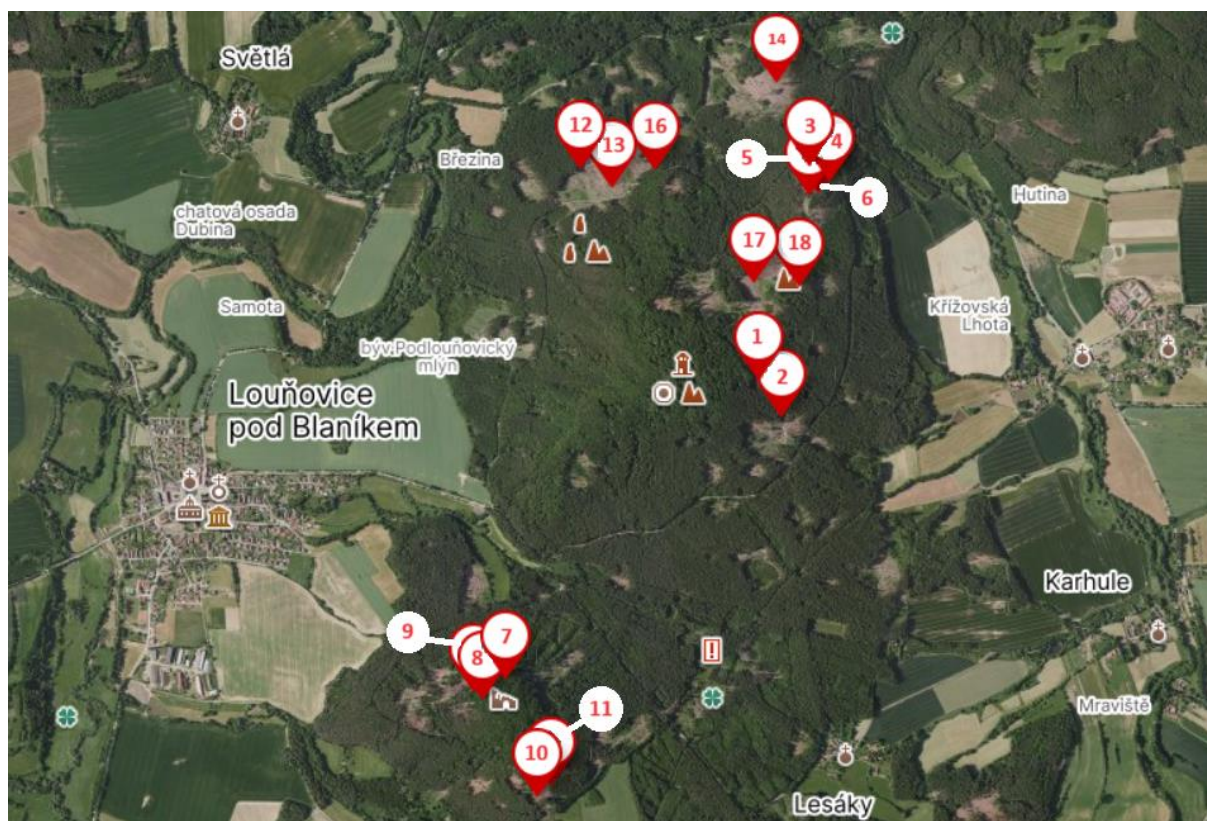
4.1 Popis studijní oblasti

Veškeré vybrané zkusné plochy se nacházejí ve Středočeském kraji v CHKO Blaník přibližně 70 km jihovýchodně od Prahy ve Středočeské pahorkatině.

Lokality se nachází na území Velkého a Malého Blaníku. Nadmořská výška lokalit se pohybuje od 445 m n.m. po 567 m n.m. Průměrná roční teplota se pohybuje okolo 6,5 C až 7,5 C a roční srážky jsou zde 650 až 700 mm. Vegetační doba nad 10 C trvá 150 až 160 dní. Výběr lokalit probíhal ve spolupráci se správou CHKO Blaník, kdy bylo vybráno 18 ploch, na kterých se vyskytovaly smrkové monokultury, které byly v roce 2021 zasaženy kůrovcem. Ve studijní oblasti byli sledováni tři typy managementu: 1. ponechání stojících souší, 2. ponechání pokáceného ležícího mrtvého dřeva a 3. holoseč. Přičemž holoseče v oblasti převažovali a maloplošně se vyskytovali plochy 1. a 2. kategorie, které začali vznikat v době vrcholu kalamity. Cílem mé práce bylo zhodnotit přirozenou obnovu na místech s třemi typy managementu. Pro každou variantu bylo vybráno 6 ploch. Tyto plochy byly vybrány tak aby odpovídaly stejnému, nebo podobnému věku napadení kůrovcem. Plochy jsou od sebe vzdálené do 10 km.

č. plochy	datum	lokalizace	souřadnice E	souřadnice N	nadm. v.	typ managementu
1	13.10.2023	CHKO Blaník	14.8776732	49.6413819	538	Stojící souš
2	13.10.2023	CHKO Blaník	14.8789032	49.6401210	491	Ležící souše
3	14.10.2023	CHKO Blaník	14.8803660	49.6488965	518	Stojící souš
4	14.10.2023	CHKO Blaník	14.8814930	49.6483653	515	Ležící souše
5	14.10.2023	CHKO Blaník	14.8803670	49.6478739	543	Stojící souš
6	14.10.2023	CHKO Blaník	14.8808595	49.6479842	534	Holina
7	20.10.2023	CHKO Blaník	14.8639301	49.6309225	556	Ležící souše
8	20.10.2023	CHKO Blaník	14.8626950	49.6302112	558	Stojící souš
9	20.10.2023	CHKO Blaník	14.8622242	49.6304571	567	Holina
10	20.10.2023	CHKO Blaník	14.8656626	49.6267874	531	Holina
11	28.10.2023	CHKO Blaník	14.8663885	49.6271555	532	Stojící souš
12	28.10.2023	CHKO Blaník	14.8679727	49.6488345	445	Ležící souše
13	28.10.2023	CHKO Blaník	14.8696867	49.6481385	467	Holina
14	28.10.2023	CHKO Blaník	14.8786121	49.6518620	474	Ležící souše
15	29.10.2023	CHKO Blaník	14.8720138	49.6487723	457	Ležící souše
16	29.10.2023	CHKO Blaník	14.8776971	49.6519277	451	Holina
17	29.10.2023	CHKO Blaník	14.8773462	49.6448201	553	Holina
18	29.10.2023	CHKO Blaník	14.8798388	49.6447028	535	Stojící souš

Tabulka 1 – 18 vybraných ploch se souřadnicemi v CHKO Blaník



Obrázek 2 – mapa 18 vybraných ploch

4.1.1 Práce v terénu

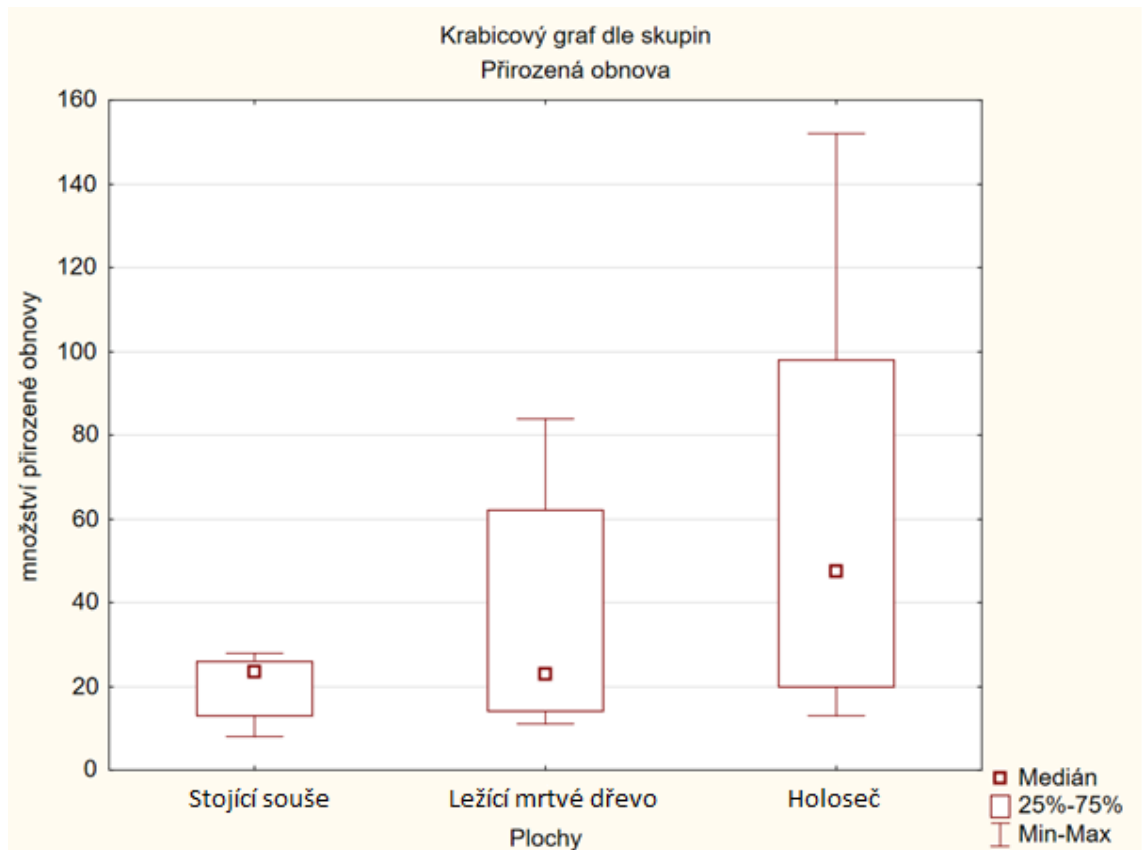
Nejprve jsem si označila vybrané lokality v aplikaci Mapy v mobilním telefonu. Na každé zvolené ploše byla založena jedna kruhová plocha o rozměrech 500 m². Pomocí aplikací v telefonu se určily souřadnice a nadmořská výška. Do středu plochy se zabodl dřevěný kolík a pomocí dálkoměru a pásma se následně změřila vzdálenost od středu o průměru 12,6 m. Poté se pomocí metru změřilo od středu plochy poloměr 2,8 m, což je plocha do 25 m², kde se začal zapisovat výskyt jedinců zmlazení v kategoriích podle výšky: do 10 cm, 10-30 cm, 0,3–1,3 m, 1,3–2,5 m. Na plochách, kde bylo velké množství přirozené obnovy se počítalo až od výšky 0,5 m. Údaje se zapisovaly do předem vytištěné tabulky. Když jsem dokončila měření v rozsahu do 2,8 m začala jsem zapisovat jedince, kteří se vyskytují do 12,6 m od středu kruhové základny. Na této větší ploše výšky jsem zapisovala stromy do výšky 0,3-1,3 m, 1,3-2,5 m a větší než 2,5 m. Také se měřila kruhová základna před odumřením a aktuální kruhová základna živých stromů. V neposlední řadě se zkoumala vegetace, kdy bylo důležité zaznamenat v procentech celkovou pokryvnost a pokryvnost kapradin, trsnatých trav, výběžkatých trav, bik, ostřice/sítiny, ostatních bylin, keřiky například borůvky a brusnice, také maliníky/ostružníky,

mechové patro, kameny/skály a v poslední řadě keřové patro. Vše jsem zapisovala do předem předtištěných tabulek, podle kterých jsem později zapisovala výsledky do Excelového sešitu. Po prozkoumání zkusných ploch, jsem odhadovala rok odumření terénu a později podle map jsem odumření případně korigovala.

4.1.2 Vyhodnocení dat

Po sběru svých dat v terénu, jsem pokračovala v tabulkovém editoru Microsoft Excel. Dále jsem pokračovala svou práci v programu Statistika, kdy jsem pomocí Neparametrické statistiky vyhodnotila Krabicový graf. Jako grupovací proměnou jsem zadala sloupec s typy managementů a jako závislé proměnné jsem určila množství přirozené obnovy na výzkumných plochách.

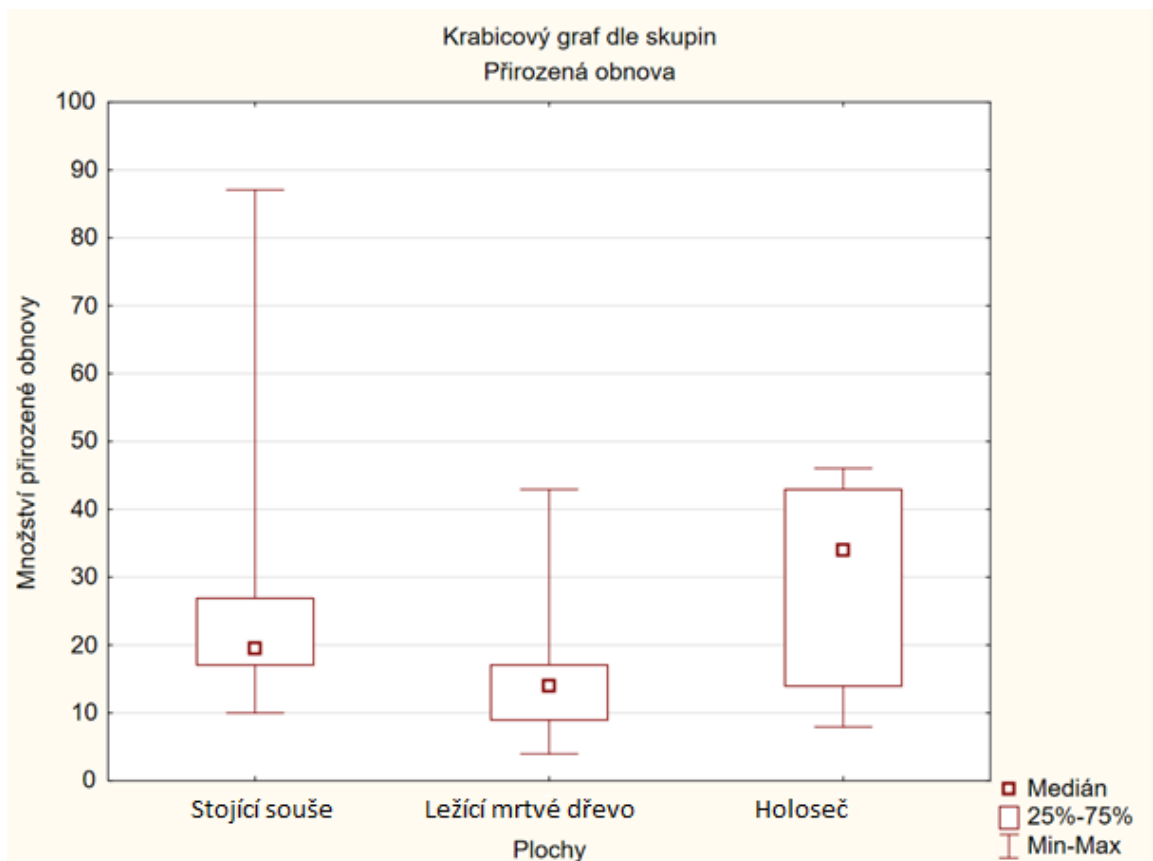
5 Výsledky



Obrázek 3 – Celkové množství přirozené obnovy vyšší než 0,3 m získané na základě měření plochy o velikosti 500 m².

Přírozená obnova je proces, při kterém se ekosystém regeneruje po poškození nebo degradaci. Tento proces může probíhat přirozeně, bez zásahu lidí, nebo může být podpořen lidskými faktory, jako jsou managementy, které podporují přirozenou obnovu. Přírozená obnova je základním mechanismem pro obnovení ekologické stability a biodiverzity po přírodních katastrofách. Mezi tyto katastrofy patří požáry, nebo právě napadení kůrovcem. Na tomto krabicovém grafu můžeme pozorovat, že nejvyšší množství přirozené obnovy nad 0,3 m výšky rostlo na holosečích. Jednalo se o obnovu na plochách do 500 m². Na holosečích byly nejvíce zastoupeny břízy v celkovém počtu 99 jedinců a také se v hojném počtu objevovaly buky v celkovém počtu 63 jedinců a modříny v celkovém počtu 73 jedinců. Naopak smrky se nejvíce objevovaly na plochách se stojícím mrtvým dřevem, a to ve výškových třídách 0,3-1,3 m v celkovém počtu 57 jedinců. Dále se na těchto plochách objevovala bříza v celkovém počtu 22 jedinců a modřín v celkovém počtu 16 jedinců. Na plochách, kde bylo ponecháno ležící

mrtvé dřevo se nejvíce objevoval smrk ve výškových třídách 0,3-1,3 m v celkovém počtu 50 jedinců. Hojně se na těchto plochách vyskytovaly břízy v celkovém počtu 98 jedinců a modřiny v celkovém počtu 25 jedinců. Na plochách, kde vznikla holoseč se za všech druhů nejvíce vyskytovala bříza, borovice, buk a modřín. Smrk se zde také vyskytoval v četném počtu, a to převážně na jedné ploše ve věkové třídě 0,3-1,3 m v počtu 43 jedinců.



Obrázek 4 – Celkové množství přirozené obnovy získané na základě měření plochy o velikosti 25 m².

Na tomto krabicovém grafu můžeme pozorovat, že největší množství přirozené obnovy rostlo na holosečích. Jednalo se o obnovu na plochách do 25 m². Jelikož tyto plochy vznikly dříve, než plochy s ležícím mrtvým dřevem a plochy, na kterých se nechávaly stojící souše, tak se zde objevovaly vyšší jedinci než na předešlých plochách. Na plochách, kde bylo ponecháno ležící mrtvé dřevo, se nejvíce vyskytovaly semenáčky smrku do 10 cm a 10-30 cm s celkovým počtem 57 jedinců. Z dalších druhů se zde hojně objevovala bříza s celkovým počtem 22 jedinců a občasný výskyt buku a borovice. Na plochách, kde se ponechávaly stojící souše se hojně

vyskytoval smrk a to do 10 cm a 10-30 cm s celkovým počtem 154 jedinců. Dále se zde vyskytovaly výstavky modřínu a buku. Na holosečích se nejhojněji objevoval smrk ve výškových třídách do 10 cm, a to v počtu 51 jedinců. Vyskytoval se zde také buk, a to převážně ve výškových třídách 10-50 cm, v počtu 19 jedinců a břízy, které se také vyskytovaly ve výškových třídách 10-50 cm, v počtu 29 jedinců.

6 Diskuze

V této bakalářské práci byly zkoumány efekty různých metod lesního managementu na přirozenou obnovu smrkových porostů v CHKO Blaník. Zvláštní pozornost byla věnována porovnání vlivu ponechávání stojících souší, ležícího mrtvého dřeva a holoseče.

Výsledky ukazují, že na dynamiku přirozené obnovy má významný vliv typ managementu, přičemž každá zvolená metoda přináší specifické výhody i nevýhody. Z výsledků vyplynulo, že nejvíce efektivní při podporování přirozené obnovy se ukázala být metoda holoseče. Možný důvod, pro vysokou hodnotu přirozené obnovy u holoseče, může být i to, že některé plochy, kde se objevovala holoseč vznikly dříve než ostatní plochy. Také to může být způsobeno rychlejším uvolněním prostoru a světla pro nové dřeviny, což je v souladu s literaturou, která uvádí, že náhlé otevření prostoru může urychlit proces obnovy lesa (Fischer, 2012). Z výsledků vyplývá, že se na holosečích objevovaly v četném počtu břízy. Břízy mají velké požadavky na světlo a mají schopnost se přirozeně obnovit na holinách, svým působením upravují podmínky pro odrůstání cílových dřevin (Košulič 2009).

Na druhé straně, ponechání stojících souší představuje pomalejší, ale stabilnější formu obnovy, která může být výhodnější pro zachování kontinuity lesního ekosystému a jeho strukturální složitosti (Bače, Svoboda 2016). Na plochách se stojícími soušemi se dokázal obnovit smrk, na ploše do 500 m² se vyskytlo v celkovém počtu 57 jedinců a na plochách do 25 m² se jedinců vyskytovalo celkem 154 a to převážně ve výškových třídách 10-30 cm. Na těchto plochách se vyskytovaly pouze souše smrku nikoliv jiných dřevin. Optimálně by mělo docházet k zachování stojících kmenů různých typů stromů a různých velikostí (Bače, Svoboda 2016). Nicméně, z hlediska rychlosti obnovy porostů nebyla tato metoda tak efektivní jako holoseč. Na druhou stranu, studie potvrzují, že smrk se dobře obnovuje pod mrtvým zápojem. (Jonášová 2013).

Na plochách, kde se ponechávalo ležící mrtvé dřevo vyplynulo z výsledků, že se nejlépe obnovovala bříza s celkovým počtem jedinců 98 na plochách do 500 m² a smrky s celkovým počtem jedinců 50 na plochách do 500 m² a na plochách do 25 m² bylo 57 jedinců. Pro některé jehličnaté dřeviny je klíčení semen a odrůstání semenáčků vázáno na odumřelé ležící dřevo (Bače, Svoboda 2016).

Je důležité zdůraznit, že výběr vhodné metody managementu by měl být vždy zvážen s ohledem na specifické cíle ochrany dané oblasti a převládající podmínky. Například v oblastech, kde je prioritou zachování nebo zvýšení biodiverzity, může být přínosnější ponechání mrtvého dřeva.

Mezi další zjištění patří, že kontext lokality, jako je historie porostu, půdní podmínky a klimatické faktory, hrají také roli ve výsledcích managementu (Ministerstvo zemědělství 2014). Která zdůrazňuje význam adaptivního managementu vzhledem k měnícím se podmínkám prostředí a nejistotě budoucího vývoje klimatu.

V závěru lze konstatovat, že pro dosažení optimálních výsledků v ochraně a managementu lesních ekosystémů je nezbytné pečlivě zvážit specifika každé lokality a integrovat různé metody managementu v závislosti na cílech ochrany a podmínkách prostředí. Tento přístup může přispět k udržitelnému rozvoji lesních ekosystémů a zachování jejich funkce pro budoucí generace.

7 Závěr

Tato bakalářská práce podrobně zkoumá vliv rozdílných lesních managementů na proces přirozené obnovy v kontextu odumřelých smrkových porostů a specificky se zaměřuje na Chráněnou krajinnou oblast Blaník. V průběhu této studie byla věnována pozornost srovnání výsledků přirozené obnovy mezi různými způsoby hospodaření, včetně holosečí, ponechání ležícího mrtvého dřeva a stojících souší. Z analýzy vyplynulo, že oblasti, kde byla uplatněna praxe holoseče, vykázaly nejvyšší míru přirozené obnovy. Zjištění naznačují, že k dostatečné přirozené obnově různých dřevin může v řadě případů dojít při různém způsobu managementu včetně holoseče.

Výzkum tak zdůrazňuje potřebu flexibilního a lokálně přizpůsobeného přístupu k lesnímu managementu, který by respektoval jak specifické podmínky daného prostředí, tak cíle ochrany přírody. V kontextu současných ekologických výzev, jako jsou změny klimatu a ztráta biodiverzity, je zásadní revidovat existující lesnické praxe a hledat nové metody, které podporují ekologickou stabilitu a regenerační schopnost lesů.

Z výsledků této práce vyplívá, že holoseče jsou v této lokalitě efektivnější, co se týče množství přirozené obnovy. Tyto výsledky ale mohou být ovlivněny faktem, že některé holoseče vznikly dříve než plochy s jiným managementem. Výsledky také ukazují, že plochy, kde bylo ponecháno ležící mrtvé dřevo a stojící souše, poskytují dostatečné množství tlejícího dřeva pro přirozenou obnovu smrků a dalších druhů dřevin.

Závěrem, práce podtrhuje význam dalšího výzkumu v oblasti lesní ekologie a managementu. Budoucí studie by měly směřovat k detailnímu sledování dlouhodobých trendů v dynamice lesních ekosystémů a k posuzování vlivu různých hospodářských praxí na biodiverzitu lesů a poskytované ekosystémové služby. Takový výzkum je klíčový pro rozvoj adaptivního a udržitelného lesního hospodaření, které harmonicky spolupracuje s ochranou přírody a podporuje zdraví a vitalitu lesních ekosystémů.

8 Literatura

1. BAČE, R., SVOBODA M. *Management mrtvého dřeva v hospodářských lesích: certifikovaná metodika*. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2016. Lesnický průvodce. ISBN 978-80-7417-118-5.
2. BAČE, Radek, Miroslav SVOBODA, Pavel JANDA et al., 2015. Legacy of Pre-Disturbance Spatial Pattern Determines Early Structural Diversity following Severe Disturbance in Montane Spruce Forests. *PLOS ONE*. 10(9). ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0139214
3. BAČE, Radek. MRTVÉ DŘEVO KLÍČEM K BIODIVERZITĚ LESA. *Fórum ochrany přírody*. 2016(2), 25-27.
4. ČADA, Vojtěch, Radek BAČE, Jan HOFMEISTER a Miroslav SVOBODA, 2021. Kalamita, krize klimatu a biodiverzity: Změní se přístup státních lesů?. *Lesnická práce*. 100(4), 20-21. ISSN 0322-9254.
5. BUJOCZEK, Leszek, Stanisław ZIEBA a Małgorzata BUJOCZEK. Variation in Deadwood Microsites in Areas Designated under the Habitats Directive (Natura 2000). *Forests*. 2020, 11(5). Doi: 10.3390/f11050486
6. FISCHER, Anton a Hagen FISCHER, 2012. Individual-based analysis of tree establishment and forest stand development within 25 years after wind throw. *European Journal of Forest Research*. 131(2), 493-501. ISSN 1612-4669. Dostupné z: doi:10.1007/s10342-011-0524-2
7. FÖLDI, László a Rajmund KUTI, 2016. Characteristics of Forest Fires and their Impact on the Environment. *Academic and Applied Research in Military and Public Management Science* [online]. 15(1), 5-17 [cit. 2023-02-22]. ISSN 2786-0744. Dostupné z: doi:10.32565/aarms.2016.1.1
8. FRANCL, Roman, 2007. Lesní požáry v České republice z pohledu hasičů. *Lesnická práce*. 86(8), 16-18.
9. FRELICH, Lee E. *Forest dynamics and disturbance regimes: studies from temperate evergreen-deciduous forests*. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. Cambridge Studies in Ecology. ISBN 978-0-521-05247-4.
10. HAVIRA, Miroslav a Vojtěch ČADA, 2018. Lýkožrout smrkový v horských smrčínách – hrozba, nebo příležitost? *Výzkum a dokumentace*. 2018(2), 30-33.

11. HAVIRA, M. Jeseníky. Rychlebské hory. Vyd. 1. Horní Lipová: Erebia, z. s., 2020, č. 5, s. 28-29. ISSN 2570-5938
12. HOFMANN, H. Stromy a keře: průvodce přírodou. Vyd. 1. Přeložil Jiří Dvořák. Praha: Svojtka and Co., s.r.o., 2015. ISBN 978-80-256-1584-3.
13. JONÁŠOVÁ EDWARDS, Magda. Přírodní disturbance - klíčový faktor obnovy horských smrčín. *Živa: časopis pro biologickou práci*. 2013, roč. 61, č. 5, s. 216-219. ISSN 0044-4812.
14. KANE, Jeffrey, 2022. "forest fire". *Encyclopedia Britannica* [online]. [cit. 2024-01-21]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/science/forest-fire>
15. KNÍŽEK M., HOLUŠA L. *Lýkožrout severský, Ips duplicatus (Sahlberg)*. Lesnická práce. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2007, 86(4). ISSN 0322-9254.
16. KOŠULIČ, Milan, 2009. Disturbance neboli narušení. In: Přírodě blízké lesnictví: *Alternativní internetový lesnický časopis* [online]. Břeclav: Milan Košulič [cit. 2024-01-21]. Dostupné z: <http://prirozenelesy.cz/node/26>
17. KUČERA, Miloš; ADOLT, Radim; KOHN, Ivo; KRATĚNA, Lukáš; ZÁVODSKÝ, Jiří et al. *Národní inventarizace lesů v České republice - výsledky druhého cyklu (2011-2015)*. Brandýs nad Labem: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, 2019. ISBN 978-80-88184-23-2.
18. KULLA, L., J. MERGANIČ a R. MARUŠÁK, 2009. Analysis of natural regeneration in declining spruce forests on the Slovak part of the Beskydy Mts. *Beskydy*. 2(1), 51-62. ISSN 1803-2451.
19. KUNEŠ, Ivan, 2019. Trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*) a jeho role ve středoevropském a českém prostoru: review: Black locust (*Robinia pseudoacacia*) and its role in central europe and Czech republic: review. *Zprávy lesnického výzkumu: vědecký recenzovaný časopis*. Praha - Zbraslav nad Vltavou: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti Jiloviště-Strnady, 64(4), 181-190. ISSN 0322-9688.
20. MARTINÍK, A., L. DOBROVOLNÝ a V. HURT, 2014. Comparison of different forest regeneration methods after windthrow. *Journal of Forest Science*. 60(5), 190-197. ISSN 12124834. Dostupné z: [doi:10.17221/66/2013-JFS](https://doi.org/10.17221/66/2013-JFS)
21. MERGANIČ, Ján, Katarína MERGANIČOVÁ, Mária VLČKOVÁ, et al. Deadwood Amount at Disturbance Plots after Sanitary Felling. *Plants*. 2022, 11(7). Doi: 10.3390/plants11070987

22. MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ, 2022. *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2021* [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství [cit. 2023-02-24]. ISBN 978-80-7434-669-9. Dostupné z: https://eagri.cz/public/web/file/715438/Zprava_o_stavu_lesa_2021_web.pdf
23. MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. Metodika managementu tlejícího dříví v lesích zvláště chráněných území. *Věstník*, 2014.
24. MUSIL, I. HAMERNÍK J. Jehličnaté dřeviny: přehled nahosemenných i výtrusných dřevin: lesnická dendrologie 1. Praha: Academia, 2007. ISBN 978-80-200-1567-9.
25. NAKLÁDAL, O. *Entomologie obecná a systematická*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a dřevařská, 2015. ISBN 978-80-213-2602-6.
26. PIASZCZYK, Wojciech, Jarosław LASOTA a Ewa BŁOŃSKA. Effect of Organic Matter Released from Deadwood at Different Decomposition Stages on Physical Properties of Forest Soil. *Forests*. 2019, 11(1). Doi: 10.3390/f11010024
27. PRACH, Karel, Magda JONÁŠOVÁ a Miroslav SVOBODA, 2009. Ekologie obnovy narušených míst V.: Obnova lesních ekosystémů. *Živa*. 2009(5), 212-215.
28. RATHMANN, Joachim, Philipp SACHER, Norman VOLKAMANN a Marius MAYER. Using the visitor-employed photography method to analyse deadwood perceptions of forest visitors: a case study from Bavarian Forest National Park, Germany. *European Journal of Forest Research*. 2020, (139), 431-442. Doi: 10.1007/s10342-020-01260-0
29. RYCHTECKÁ, Petra a Naděžda URBAŇCOVÁ, 2008. Škodliví činitelé lesa v letech 1996–2006 – II. část - Biotičtí činitelé. *Lesnická práce*. **87**(7), 26-27.
30. Klára Řehouňková, Kamila Lencová, Karel Prach, Spontaneous establishment of woodland during succession in a variety of central European disturbed sites. *Ecological Engineering*, Volume 111, 2018, Pages 94-99, ISSN 0925-8574
31. SENF, Cornelius a Rupert SEIDL, 2021. Storm and fire disturbances in Europe: Distribution and trends. *Global Change Biology*. **27**(15), 3605-3619. ISSN 1354-1013. Dostupné z: doi:10.1111/gcb.15679
32. SOUSA, Wayne, 1984. The Role of Disturbance in Natural Communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*. **15**(15), 353-391. ISSN 00664162.

33. SPLECHTNA, Bernhard a Georg GRATZER, 2005. Natural disturbances in Central European forests: Approaches and preliminary results from Rothwald, Austria. *Forest Snow and Landscape Research*. **79**(1), 57-67.
34. ŠAMONIL, Pavel, 2018. Rok českých pralesů V.: Divoké půdy pod divokými stromy. *Živa. Academia*, **2018**(6), 310-314.
35. ŠIMEK, Jaroslav, 1993. *Přirozená obnova smrku*. 2. vyd. Tábor: Frank. ISBN 80-7084-056-0.
36. ŠINDELÁŘ, Jiří, 2004. Přirozená obnova borovice lesní. *Lesnická práce: časopis pro lesnickou vědu a praxi*. Lesnická práce: Kostelec nad Černými lesy, **83**(8), 25-27. ISSN 0322-9254.
37. ŠRŮTKA, P. Vztah kambiofágního a xylofágního hmyzu a jeho doprovodné mykobioty. Praha, 2006. Disertační práce. Česká zemědělská universita v Praze fakulta lesnická a environmentální katedra ochrany lesů a myslivosti. Vedoucí práce Prof. Ing. Vladimír Kalina, CSc.
38. TAEROE, Anders, Johannes H.C. DE KONING, Magnus LÖF, Anne TOLVANEN, Lárus HEIÐARSSON a Karsten RAULUND-RASMUSSEN, 2019. Recovery of temperate and boreal forests after windthrow and the impacts of salvage logging. A quantitative review. *Forest Ecology and Management* [online]. (446), 304-316 [cit. 2023-03-30]. ISSN 03781127. Dostupné z: doi:10.1016/j.foreco.2019.03.048
39. THOM, Dominik a Rupert SEIDL, 2016. Natural disturbance impacts on ecosystem services and biodiversity in temperate and boreal forests. *Biological Reviews*. **91**(3), 760-781. ISSN 1464-7931. Dostupné z: doi:10.1111/brv.12193
40. UHL, Britta, Franz-Sebastian KRAH, Petr BALDRIAN, et al. Snags, logs, stumps, and microclimate as tools optimizing deadwood enrichment for forest biodiversity. *Biological Conservation*. 2022, (270). Doi: 10.1016/j.biocon.2022.109569
41. ZAHRADNÍK, P. *Lýkožrout lesklý, Pityogenes chalcographus (L.)*. Lesnická práce. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2007, **86**(4). ISSN 0322-9254.
42. ZAHRADNÍK, P., GERÁKOVÁ, M. *Lýkožrout smrkový Ips typhographus (L.)*. Lesnická práce. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2010, **89**(12). ISSN 0322-9254.
43. *Zpravodaj ochrany lesa: přehled výskytu lesních škodlivých činitelů v roce 2020 a jejich očekávaný stav v roce 2021*, 2021. Praha – Zbraslav: Útvar ochrany lesa VÚLHM Jíloviště - Strnady. ISBN isbn 978-80-7417-212-0. ISSN 1211-9350.

9 Seznam obrázků

Obrázek 1 - Kůrovec, zdroj: mezistromy.cz	18
Obrázek 2 – mapa 18 vybraných ploch	37
Obrázek 3 – Celkové množství přirozené obnovy vyšší než 0,3 m získané na základě měření plochy o velikosti 500 m ²	39
Obrázek 4 – Celkové množství přirozené obnovy získané na základě měření plochy o velikosti 25 m ²	40

10 Seznam tabulek

Tabulka 1 – 18 vybraných ploch se souřadnicemi v CHKO Blaník.....	36
---	----