

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ

KATEDRA EKOLOGIE LESA



**Ponechávání mrtvého dřeva v lese v době
kúrovcové kalamity – inventarizace v Karlovarském
kraji a okrese Tachov**

Bakalářská práce

Autor: Lenka Popovičová

Vedoucí práce: Ing. Radek Bače, Ph.D.

© 2022 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Lenka Popovičová

Krajinářství
Územní technická a správní služba

Název práce

Ponechávání mrtvého dřeva v lese v době kůrovcové kalamity – inventarizace v Karlovarském kraji a okrese Tachov

Název anglicky

Retaining dead wood in the forest at the time of the bark beetle outbreak – inventory in Karlovy Vary Region and Tachov district

Cíle práce

Cílem práce bude zjistit, jaké je množství ponechaného mrtvého dřeva po kůrovcové a větrné disturbanci z let 2019 a 2020 ve vybraných lesních porostech západních Čech (i); jaké jsou vlastnosti ponechávaného mrtvého dřeva (ii); a jak se liší průměr a variabilita ponechaného mrtvého dřeva mezi jednotlivým vlastníky lesa (iii).

Metodika

1. terénní sběr dat o kvantitě a vlastnostech ležících kmenů (průměr kmene, předpokládaný původ kmene podle příčiny smrti stromu) a sterilních souších v rámci interpretačního čtverce ($a = 51\text{m}$) na plochách šetřených v rámci projektu Ministerstva zemědělství ČR, „Sledování stavu a vývoje lesních ekosystémů (SSLEK)“ na lesních pozemcích v rámci Karlovarského kraje a na části kraje Plzeňského, konkrétně v okrese Tachov.
2. matematické a a statistické zpracování nasbíraných dat.
3. v rešeršní části bude charakterizováno mrtvé dřevo a stojící souše, přínos těchto fragmentů pro lesní ekosystém, současný stav ponechávání odumřelé dřevní hmoty na úrovni doporučujících směrnic, jako jsou systémy certifikace PEFC a FSC, případně s vydanou certifikovanou metodikou „Management mrtvého dřeva v hospodářských lesích“, kterou vydali BAČE & SVOBODA (2014).
5. Příprava bakalářské práce

Harmonogram zpracování:

březen–listopad 2021: studium literatury a příprava literární rešerše

duben–srpen 2021: sběr dat na výzkumných plochách

září–prosinec 2021: matematické a statistické zpracování dat

říjen-únor 2022: systematická práce na literární rešerši a diskuzi výsledků

březen 2022: odeslání kompletní práce ke kontrole školiteli

duben 2022: odevzdání závěrečné práce



Doporučený rozsah práce

30 – 40 str.

Klíčová slova

vlastnosti mrtvého dřeva, tlející dřevo, souše

Doporučené zdroje informací

- Bače, R., Svoboda, M., Pouska, V., Janda, P., & Červenka, J. (2012). Natural regeneration in Central-European subalpine spruce forests: Which logs are suitable for seedling recruitment?. *Forest Ecology and Management*, 266, 254-262.
- Harmon, M. E., & Franklin, J. F. (1989). Tree seedlings on logs in Picea-Tsuga forests of Oregon and Washington. *Ecology*, 48-59.
- Harmon, M. E. (1989). Effects of bark fragmentation on plant succession on conifer logs in the Picea-Tsuga forests of Olympic National Park, Washington. *American Midland Naturalist*, 112-124.
- Ilisson, T., Köster, K., Vodde, F., & Jögiste, K. (2007). Regeneration development 4–5 years after a storm in Norway spruce dominated forests, Estonia. *Forest ecology and management*, 250(1), 17-24.
- Jonsson, B. G., Ekström, M., Esseen, P. A., Grafström, A., Ståhl, G., & Westerlund, B. (2016). Dead wood availability in managed Swedish forests—Policy outcomes and implications for biodiversity. *Forest Ecology and Management*, 376, 174-182.
- Kupferschmid, A. D., & Bugmann, H. (2005). Effect of microsites, logs and ungulate browsing on Picea abies regeneration in a mountain forest. *Forest Ecology and Management*, 205(1), 251-265..
- Narukawa, Y., & Yamamoto, S. (2003). Development of conifer seedlings roots on soil and fallen logs in boreal and subalpine coniferous forests of Japan. *Forest ecology and management*, 175(1), 131-139.
- Ranius, T., Korosuo, A., Roberge, J. M., Juutinen, A., Mönkkönen, M., & Schroeder, M. (2016). Cost-efficient strategies to preserve dead wood-dependent species in a managed forest landscape. *Biological Conservation*, 204, 197-204.
- Robert, E., Brais, S., Harvey, B. D., & Greene, D. (2012). Seedling establishment and survival on decaying logs in boreal mixedwood stands following a mast year. *Canadian Journal of Forest Research*, 42(8), 1446-1455.
- Zielonka, T. (2006). When does dead wood turn into a substrate for spruce replacement? *Journal of Vegetation Science*, 17(6), 739-746.

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FZP

Vedoucí práce

Ing. Radek Bače, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie lesa

Konzultant

ing. Patrik Baroch

Elektronicky schváleno dne 4. 5. 2021

prof. Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 5. 2021

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 22. 11. 2021

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Ponechávání mrtvého dřeva v lese v době kůrovcové kalamity – inventarizace v Karlovarském kraji a okrese Tachov“ vypracovala samostatně pod vedením pana Ing. Radka Bače, Ph.D., a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědoma, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Sadově dne **27. 03. 2022**

Podpis autora

Poděkování:

Na tomto místě bych chtěla poděkovat zejména Radkovi Bačemu, nejenom za přijetí a schválení tématu mé bakalářské práce, ale také za „lidskou“ pomoc a odborné rady při jejím vypracování. Velký dík patří také mému konzultantovi a kolegovi Patrikovi Barochovi, bez jehož podpory a odborných rad bych ve zpracování této bakalářské práce tápala. Děkuji také mému zaměstnavateli, ÚHÚL Brandýs nad Labem za umožnění terénního sběru dat v rámci projektu Ministerstva zemědělství ČR, „Sledování stavu a vývoje lesních ekosystémů (SSLEK)“. Poděkování patří také mým kolegům, kteří mě při sběru dat podporovali. V neposlední řadě poděkování patří rovněž mé rodině, která se mnou sdílela veškeré radosti i strasti v průběhu celého studia.

Anotace:

Nebývale velkoplošné odumírání smrkových monokultur přináší výzvy pro dosud plně nezavedenou praxi ponechávání části mrtvého dřeva v porostu za účelem podpory druhové rozmanitosti, diversifikace prostředí a posílení ostatních funkcí lesa. Tato bakalářská práce se zabývá ponecháváním mrtvého dřeva v lesích západních Čech ve formě ležících kmenů, těžebních zbytků a sterilních souší po kůrovcové disturbanci z let 2019–2020. Hlavním cílem práce je zhodnotit dosavadní hospodaření s odumřelou dřevní hmotou při zpracování kůrovcových a větrných kalamit s ohledem na kategorizaci lesa a stáří porostu. Sběr dat probíhal na plochách šetřených v rámci projektu Ministerstva zemědělství ČR, „Sledování stavu a vývoje lesních ekosystémů“, dříve Národní inventarizace lesů. U všech stojících souší byly změřeny tloušťky (DBH) a výšky. Celkový plošný rozsah ležícího mrtvého dřeva hroubí i nehroubí byl změřený na transektech do jednotlivých polygonů.

Celkový objem ležící odumřelé dřevní hmoty, jak nehroubí, tak hroubí na všech navštívených plochách činil 128 m^3 , z toho hroubí tvořilo v přepočtu na jeden hektar shodně jak v lesích hospodářských, tak v lesích zvláštního určení $6 \text{ m}^3/\text{ha}^{-1}$. Těžební zbytky hroubí tvořily v průměru $0,8 \text{ m}^3/\text{ha}^{-1}$. Vývraty a ponechané ležící kmeny tvořily v průměru $2,3 \text{ m}^3/\text{ha}^{-1}$ a dříví napadené kůrovcem $2,9 \text{ m}^3/\text{ha}^{-1}$. Zásoba jak kůrovcových, tak ostatních souší na jeden hektar z celkové rozlohy všech navštívených ploch činila shodně $1,8 \text{ m}^3/\text{ha}^{-1}$. Nejvyšší podíl ležícího mrtvého dřeva byl zjištěný v porostech spíše mladšího až středního věku s dominantním zastoupením kůrovcového dříví, především v hospodářských lesích. Nejvyšší podíl ponechaných souší byl pak zaznamenán v porostech středního věku, opět s dominancí sterilních kůrovcových souší, rovněž v hospodářských lesích.

Kůrovcová kalamita způsobila na trhu nadbytek dříví. Během kůrovcové kalamity v roce 2020 se veškeré dříví z porostu soustředovalo na gigantické skládky, kde leželo ještě i v roce 2021. Přesto je ho v porostech podle výsledků této práce ponecháno malé množství, zhruba $6 \text{ m}^3/\text{ha}^{-1}$. Další otázkou je, zda ponechané sterilní kůrovcové souše nebudou po roce 2022, kdy přestane platit opatření obecné povahy z porostů odstraněny. Na základě výsledků doporučuji zejména ponechávat více stojících souší.

Klíčová slova: mrtvé dřevo, vlastnosti mrtvého dřeva, kůrovec, souše

Abstract:

The unprecedented large-scale death of spruce monocultures poses challenges for the hitherto fully non established practice of leaving part of dead wood in the stand in order to promote species diversity, diversify the environment and strengthen other forest functions. This bachelor's thesis deals with distribution of dead timber in the form of lying trunks, logging residues and sterile dead standing trees after the bark beetle outbreak which affected most of the Czech Republic in 2019-2020. The main goal of this thesis is finding the management of necrotic wood during processing these outbreaks mentioned above in selected stands in the west of the Czech Republic with regard forest categorization and stand age. Data collection took within the project of the Ministry of Agriculture of the Czech Republic, "Monitoring the condition and development of forest ecosystems", formerly the National Forest Inventory. Thicknesses (DBH) and heights were measured on all standing dead tree. The total area of lying dead trees, timber to the top of 7 cm and above the top of 7 cm, was measured on transects into each polygon.

The total volume of lying dead wood, both timber to the top of 7 cm and above, in all visited areas was 128 m³. Of this was dead wood above the top of 7 cm in terms of per hectare equally in both commercial and special purpose forests 6 m³/ha⁻¹. Mining residues above the top of 7 cm averaged 0.8 m³/ha⁻¹. Refuted trunks and lying trunks averaged 2.3 m³/ha⁻¹ and dead wood from bark beetle infested 2.9 m³/ha⁻¹. The stock from both bark beetle and other dead trees per hectare of the total area of all areas visited was 1.8 m³/ha⁻¹. The highest amount of lying dead trees was found among younger up to middle-aged stands with prominent share from bark beetle timber, especially in production forests. The highest share of dead trees was detected in middle-aged stands, again with the predominance of sterile dead standing trees from bark beetle in production forests.

Bark beetle outbreak caused abundance of timber on the market but there is not a lot of it left in the stand, approximately 6 m³/ha. During outbreak in 2020, all the timber was collected on gigantic landings, where it could be found even in 2021. Nevertheless, according to the results of this work, a small amount is left in the forest, about 6 m³/ha⁻¹. Another question is whether the retained sterile dead standing trees from bark beetle will not be removed from the stands after 2022, when measures of a

general nature cease to apply. Based on the results, I especially recommend leaving more dead standing trees.

Key words: dead wood, dead wood properties, bark beetle, dead standing trees

Obsah

1. Úvod	12
2. Cíle práce	14
3. Literární rešerše	15
3.1 Historie kůrovcové kalamity v ČR a současné druhy asanací	15
3.2 Ochrana lesa.....	16
3.3 Význam mrtvého dřeva v lesích	18
3.3.1 Sukcese dřevin na mrtvém dřevě	18
3.3.2 Podpora biodiverzity	19
3.3.3 Mrtvé dřevo vs. certifikace lesů	21
3.3.4 Mrtvé dřevo a jeho význam pro zlepšení půdních vlastností	22
3.3.5 Mrtvé dřevo, jako fyzická zábrana proti zvěři	22
4. Metodika	24
4.1 Stručná charakteristika zkoumaného území	24
4.2 Sběr a zpracování dat.....	25
5. Výsledky	28
6. Diskuse	33
6.1 Interpretace výsledků	33
6.2 Podrobný popis důležitých ploch.....	35
6.3 Diskuse.....	37
7. Doporučení a závěr	38
8. Literatura	39
9. Obrazové přílohy	45

1. Úvod

V roce 2015 postihla Českou republiku jedna z největších epizod sucha, která na mnohých místech vyústila v bezprecedentní disturbance. Po mimořádně suchém období, které zde panovalo přibližně od roku 2010 došlo k oslabení smrků, především v oblastech jemu nepůvodních, a nastala kůrovcová kalamita.

V přírodních ekosystémech, především pak v severních boreálních lesích, které jsou přirozeným domovem smrku ztepilého (*Picea abies*) jsou podobné disturbance přirozenou součástí pravidelně se opakujících cyklů, které napomáhají obnově těchto lesů. Ve středoevropských lesích, které jsou z velké části obhospodařované člověkem, stejnověké a se změněnou původní druhovou skladbou, tvořenou převážně smrkovými monokulturami může mít jakákoliv disturbance, dokonce i na menší lesní celek katastrofický dopad, což nám například ukázala nedávná kůrovcová kalamita. Následky této kalamity je ale třeba využít ve prospěch zachování biodiverzity a následné obnovy lesa.

Les je ekosystém tvořící velmi důležitý a nezbytný prvek v naší krajině. Podle zásad současné státní lesnické politiky jsou lesy a lesní půda přírodním bohatstvím České republiky, zdrojem dřeva jako obnovitelné suroviny a nenahraditelnou složkou životního prostředí. Les plní mnoho funkcí, produkčních i mimoprodukčních. Lesy mají nezastupitelný význam pro ochranu půdy, vody, ovzduší a klimatu, pro rozvoj venkova a pro krajinu a životní prostředí lidí, živočichů a rostlin. Lesy proto musí být spravovány a obhospodařovány tak, aby mohly rovnoměrně a trvale plnit všechny tyto své ochranné, hospodářské a sociální úlohy (MZe 2012). Z lesnického pohledu na ponechávání mrtvého dřeva v lesích můžeme mluvit především o funkci půdoochranné a vodoochranné, ale také meliorační (zlepšení bilance živin) a ekologické (zachování biodiverzity). Lesní ekosystém se s produkcí a respirací mrtvého dřeva vyvíjel desítky milionů let, a proto jsou na něj navázány další důležité procesy. Z pohledu trvalé udržitelnosti můžeme mluvit o mrtvém dřevě jakožto o zásobárně uhlíku a živin, vracejících se ve svém koloběhu do půdy, jejíž bilanci živin významně zlešuje. Mrtvé dřevo, především ve formě ponechaných tlustších kmenů poskytuje mikrostanoviště pro uchycování semenáčků lesních dřevin. Z pohledu ochrany přírody pak ležící mrtvé dřevo, ale také stojící souše slouží jako biotopy saproxylického hmyzu, hub a

spousty dalších skupin. (BAČE & SVOBODA 2014). Ještě před několika málo lety bylo ponechávání odumřelé dřevní hmoty v porostech naprosto nemyslitelné. Teprve v posledních letech se na mrtvé dřevo začalo nahlížet jakožto na neopomenutelný ekologický prvek, obohacující lesní ekosystémy. Tento trend je potřeba do budoucna udržet a vnést mezi všechny vlastníky lesů bez rozdílu.

2. Cíle práce

Cílem práce bude zjistit, jaké je množství ponechaného mrtvého dřeva po kůrovcové a větrné disturbanci z let 2019 a 2020 ve vybraných lesních porostech západních Čech. Jaké jsou vlastnosti ponechávaného mrtvého dřeva (hroubí, nehroubí, průměr, objem, příčina odumření, ležící mrtvé dřevo a souše) a jak se liší kvantita a variabilita ponechaného mrtvého dřeva mezi jednotlivými vlastníky lesa.

Do mrtvého dřeva byly počítány i stojící souše, ať již napadené kůrovcem či odumřelé z jiných biotických nebo abiotických důvodů. Ležícím mrtvým dřevem je myšlena veškerá odumřelá dřevní hmota hroubí i nehroubí mimo pařezů, které hodnoceny nebyly.

Terénní sběr dat probíhal na plochách šetřených v rámci projektu Ministerstva zemědělství ČR, „Sledování stavu a vývoje lesních ekosystémů (SSLEK)“ v rámci celého Karlovarského kraje a okresu Tachov.

Výstupem práce bude zjištění, jak se liší průměr, variabilita a vlastnosti ponechávaného mrtvého dřeva mezi jednotlivými vlastníky lesa.

Očekávaným přínosem bude zjištění, zda jednotliví vlastníci kůrovcové dříví, kterého bylo v době kalamity na trhu nadbytek, z porostů kompletně vyklidili nebo určitou část ponechali k udržení koloběhu živin a podpory přirozené obnovy.

3. Literární rešerše

3.1 Historie kůrovcové kalamity v ČR a současné druhy asanací

Odlesňování se už v minulosti s rozvojem společnosti stalo pravděpodobně nejvýznamějším procesem přeměny krajiny na většině kontinentech (WILLIAMS 2000). I unás v dobách rakousko-uherské vlády začal postupně růst průmysl a mnohonásobně zvedl poptávku po dříví. Aby poptávka po dříví byla pokrytá, začal se místo vytěžených listnatých dřevin vysazovat především smrk ztepilý (*Picea abies*), tím postupně docházelo k přeměně původně smíšených a různověkých porostů na porosty nesmíšené a stejnověké. Takto začaly vznikat rozsáhlé smrkové monokultury, které díky nulové rozrůzněnosti přestaly být odolné nejenom vůči kůrovci, ale i vůči povětrnostním podmínkám a změnám klimatu.

V historii lesnictví českých zemí byla zaznamenána celkem 4 rozsáhlá přemnožení lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*) (ZAHRADNÍK et al. 2019). Tím pátým si procházíme v současnosti.

Příčinou první rozsáhlé kalamity z let 1868-1878 bylo pozdní zpracování polomů a následné napadení kůrovcem (ZAHRADNÍK et al. 2019). Při zpracování napadeného dříví se kácelo převážně ručně pilami a sekerami. Dříví se sváželo v zimě na saních nebo se plavilo. Asanace se prováděla ručním odkorněním kmenů (FLEISCHER 1875).

Druhá kalamita z let 1944-1952 (1954) byla rozsáhlejšího charakteru. Projevila se v Československu, Německu, Rakousku, jižním Polsku, Švýcarsku a ve východní části Francie, avšak stále byla lokalizována do horských oblastí s přirozeným výskytem smrku (SKUHRAVÝ 2002). Rok 1947 se projevil jako velmi suchý a kůrovec tak měl příznivé podmínky pro svůj vývoj. Při zpracování kalamity se začali uplatňovat již modernější mechanizované metody, např. dvoumužné motorové pily. Při soustředování byly využity koně, traktory, a také lanovky. Asanace napadeného dříví se prováděla manuálním odkorněním a rovněž se v obraně lesa začali využívat insekticidy (ZAHRADNÍK et al. 2019).

Při třetí kalamitě z let 1983-1988 byla postižena celá česká republika včetně středních a nižších poloh. Hlavní příčinou bylo jak sucho, tak pozdě zpracovaná větrná kalamita, ke které došlo v letech 1982-1984 (BALEK 1997; SIMANOV 2014). V

těžbě začali být používány jednomužné motorové pily, harvestory a kácecí procesory. Sortimentace částečně probíhala přímo v lese, ale většina surových kmenů se odvážela na manipulační sklady, kde byly následně odkorňovány. V ochraně lesa se začali poprvé využívat lapáky a feromonové lapače (ZAHRADNÍK et al. 2019).

V roce 1993 začala čtvrtá kalamitní etapa, která trvala do roku 1996. V tomto období byla napadena celá Česká republika nejenom Lýkožroutem smrkovým, ale i jinými škůdci, a to zejména na Borovici lesní (*Pinus sylvestris*). V těchto letech začaly být abnormálně vysoké teploty, čímž vznikly příznivé podmínky pro vývoj více generací lýkožrouta smrkového. (ZAHRADNÍK 2008). Mechanizace byla stejná jak v předchozích letech a díky silné pracovní síle a nasazení byla kalamita poměrně rychle zvládnuta (ZAHRADNÍK et al. 2019).

Současná pátá etapa kůrovcové kalamity začala v roce 2003, kdy byl opět abnormálně teplý a suchý rok. Dalším nepříznivým zlomovým bodem byl orkrán Kyril z 19. ledna 2007 a v březnu orkán Emma (ZAHRADNÍK 2008). Díky příznivému vývoji počasí v roce 2021 se dá říct, že je tato kalamita na ústupu.

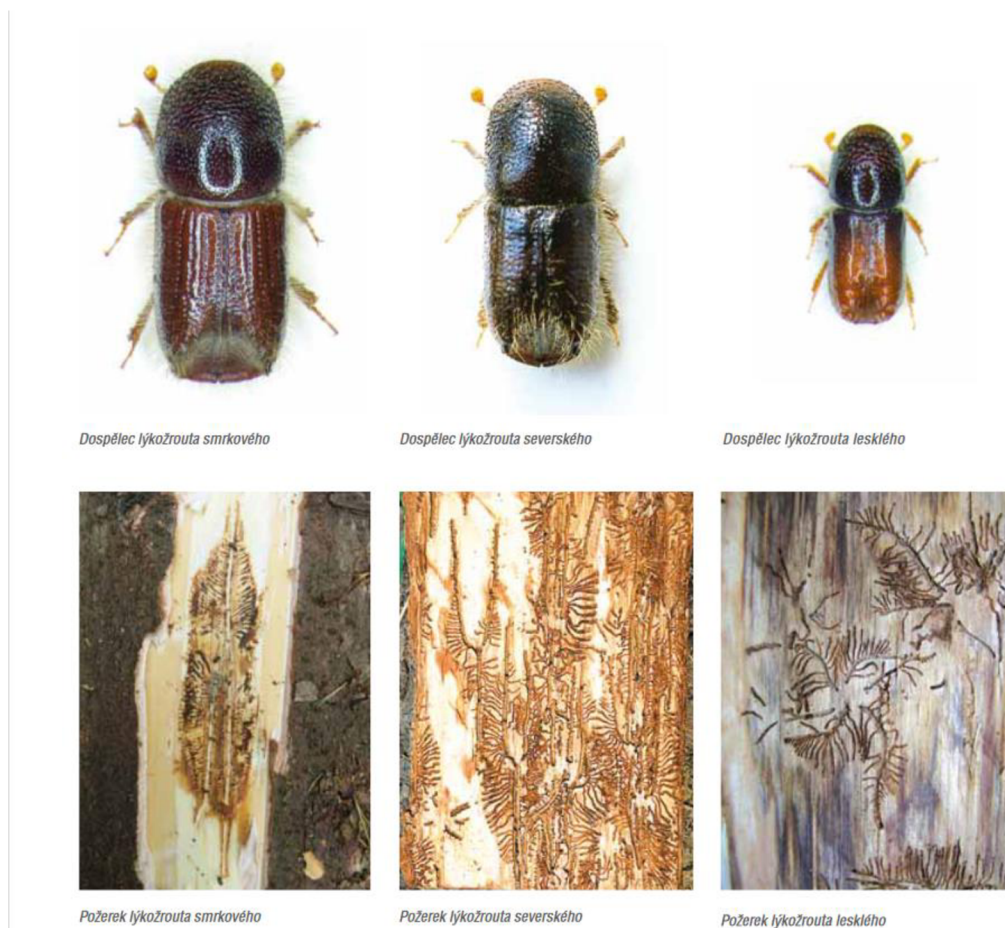
Pátá etapa kůrovcové kalamity nás naučila využívat v obraně lesa nejmodernějších metod, zejména asanace napadeného dříví. Ustoupilo se od odkorňování a zavedla se především chemická asanace. Tu ale nebylo možné použít v národních parcích a oblastech ochrany přírody, kde se zachovala asanace mechanickým, ale i manuálním odkorňováním a odkorněné a případně pokrácené kmeny se ponechávaly v porostech. V obraně proti rozmnožení se začaly k asanaci napadeného dřeva využívat chemické insekticidní postřiky. Přimo na skládkách pak insekticidní sítě.

3.2 Ochrana lesa

Ochrana lesa byla jedním z atributů vzniku lesního hospodářství a vývoje lesnické legislativy. Jako samostatná lesnická věda vznikala ochrana lesů počátkem 19. století, na základě jejích poznatků a poznatků dalších přírodních věd, teprve později vznikla ekologie (KUPČÁK 2005). Ochrana lesa je jedním z podkladů pro rozhodování o postupech hospodaření s lesními porosty z hlediska ekonomiky a plnění produkčních i mimoprodukčních funkcí lesa. Zabývá se stabilitou lesního ekosystému a maximalizací výnosu (KŘÍSTEK ET AL. 2018).

Dle lesního zákona 289/1995 § 32 o ochraně lesa je vlastník povinen provádět taková opatření, aby se předcházelo a zabránilo působení škodlivých činitelů na les, a to zejména zjišťovat a evidovat výskyt a rozsah škodlivých činitelů a preventivně bránit vývoji, šíření a přemnožení škodlivých organismů. Obrannými mechanismy jsou lapáky a feromonové lapače. Existuje i řada modernějších metod, a to otrávené trojnožky, což je forma lapáku, kde je navíc umístěný feromon a trojnožka je ošetřena insekticidem nebo trojnožky obalené insekticidní sítí a fungují na stejném principu. Počet odchyťových zařízení se stanoví podle kalamitního základu, což je objem asanovaného kůrovcového dříví za období od 1.8. do 31.3. U Lýkožrouta lesklého (*Pityogenes chalcographus*) a Lýkožrouta severského (*Ips duplicatus*) není povinnost stanovit počty odchyťových zařízení na základě kalamitního základu, protože lapáky jsou neúčinné a feromonové lapače slouží spíše k monitoringu (KNÍŽEK et al. 2007).

Jak už bylo řečeno vedle Lýkožrouta smrkového v českých lesích škodí i Lýkožrout severský a Lýkožrout lesklý. Lýkožrout smrkový se nejčastěji vyskytuje ve smrkových porostech starších šedesáti let. Nejraději napadá oslabené stromy ať už poničené abiotickými činiteli, člověkem či na nevhodných stanovištích jako jsou například osluněné stráně. Napadá zejména jako první střed kmene odkud se postupně šíří dál, čímž ho můžeme odlišit od Kůrovce lesklého, který napadá vrcholovou část koruny včetně větví. Hostitelskou dřevinou Lýkožrouta lesklého je Smrk Ztepilý a Borovice lesní stejně jako pro Lýkožrouta severského. Lýkožrout severský napadá zdravé stojící kmeny a slabší vrcholovou část kmene v koruně ve starších porostech, v mladších porostech může obsadit celý kmen.



Obr.1 Přehled nejběžnějších druhů Lýkožrouta včetně jejich požerků (Zdroj: ZAHRADNÍK et al. 2016).

3.3 Význam mrtvého dřeva v lesích

3.3.1 Sukcese dřevin na mrtvém dřevě

Ponechávání odumřelé dřevní hmoty v lesních porostech má několik významů. Jednak se podílí na koloběhu živin, je významným biotopem saproxylického hmyzu, ale také poskytuje velice vhodné podmínky pro zmlazování a následný růst semenáčků lesních dřevin, především smrku. Mrtvé dřevo ve formě ponechaných kmenů, by podle TAKAHASHIHO et al. (2000) mělo být pokryté kůrou, která zabraňuje vstupu patogenních hub do dřeva, zpomaluje jeho rozklad, ale hraje také důležitou úlohu pro jejich uchycení a následný růst. HARMON (1989) zkoumal pomocí metody chronosekvence sukcesi smrku, douglasky a jedlovce v deštném pralese Hoh. Na vzorcích fragmentace kůry zjistil, že na ponechaných kmenech smrku a jedlovce kůra

odpadla za 60 let a na douglasce dokonce až za 190 let. Kůra všech kmenů však byla 11-19 let po odumření stromu z 85-90 % pokryta mechorosty. Obdobnou teorií se zabýval rovněž ZIELONKA (2006) a svůj výzkum prováděl v přírodních smrkových subalpínských lesích západních Karpat v Polsku, v nadmořské výšce 1200–1300 metrů. ZIELONKA (2006) zjistil, že hustota semenáčků závisela rovněž na stádiu rozkladu tlejícího dříví, a že na nedávno pokácených kmenech se přirozené zmlazení objevuje jen zřídka. To si lze vysvětlit tak, že tlející dřevní hmota vytváří substrát obsahující živiny, důležité pro růst semenáčků, zejména pak smrku ztepilého (MAYER et al. 1972, HYTTEBORN & PACKHAM 1987, KORPEL 1989, KUULUVAINEN 1994 HOLEKSA 2001, ZIELONKA & PIATEK 2004).

Podle TAKAHASHIHO (1994) se přirozená obnova nejvíce uchycovala na kmenech o průměru nad 20 cm. Tyto kmeny poskytovaly vhodné podmínky jak pro uchycení semenáčků, tak pro jejich následný růst. Toto zjištění potvrdili ve své studii také BAČE et al. (2012). Naopak BAROCH (2018) ve své diplomové práci uvádí nejvyšší počet zmlazení na pařezech. S postupujícím rozpadem dřevní hmoty se podle BAČEHO et al. (2012) hustota semenáčků zvyšuje v závislosti na druhu hniloby. Na dřevě napadeném bílou hnilobou byla hustota zmlazení větší než na dřevě s hnilobou červenou. Tuto teorii potvrdil také BAROCH (2018), který zjistil, že bílá hniloba má pozitivní dopad na početnost zmlazení nejenom na ležících kmenech, ale také na pařezech.

Ve smíšených lesích tvoří někdy opadané listí neprostupnou bariéru a pro vyklíčení zejména menších semen jsou důležité ponechané ležící kmeny. Ty jsou ale naopak nevhodné pro semena větších rozměrů jako např. jedle balzámové (*Abies balsamea*), která byla podle ROBERTA et al. (2012) odvalena či splavena deštěm z dřevní hmoty a častěji vyklíčila v lesní půdě než na dřevní hmotě.

3.3.2 Podpora biodiverzity

Dalším významným faktorem ponechávání mrtvého dřeva v lesích je podpora hmyzu, zejména saproxylického, který je vázán na život v mrtvém dřevě. Tímto tématem se ve Švédsku v oblasti Delsbo zabývali RANIUS et al. (2016), kteří zkoumali kovařika (*Diacanthous undulatus*), který je mimo jiné na červeném seznamu ohrožených druhů. RANIUS et al. (2016) prováděli výzkum na 68 lokalitách a zjistili, že brouk se vyskytuje jak pod kůrou listnatých, tak jehličnatých stromů. Kvůli holosečnému hospodaření v lesích se v této oblasti ponechávalo málo mrtvého dřeva

pro vznik biotopu saproxylického hmyzu. Na odumřelou dřevní hmotu je nejenom vázán hmyz, ale i jiní živočichové, kteří v něm nacházejí své útočiště. Velmi důležitou roli hraje i flóra, která je s ní úzce provázána jako jsou například houby, mechy či lišejníky. Na mrtvém dřevě se vyskytují spíše mechorosty, hlavně díky vlhkosti, kterou ležící dřevní hmota disponuje. Oproti tomu lišejníky, které jsou vázané hlavně na kvalitu ovzduší můžeme vidět častěji na živých stromech, a to jak kmenech, tak větvích. Podle KOIVULA et al. (2020) nemá těžba a způsob kácení vliv na ohrožený saproxylický hmyz, pokud je v obnovovaném porostu ponecháván dostatek mrtvého dřeva, to se ovšem netýká druhů hmyzu, vyžadujícího stinné podmínky pro svůj život.

Ve skandinávských státech se od pol. 90 let snaží při těžbě úmyslně ponechávat vysoké pařezy, které se tak staly běžnou součástí pokusů o podporu přirozeného biotopu saproxylického hmyzu. Od přirozeně odumřelé dřevní hmoty se bohužel liší poměrně vysokou variabilitou stanovišť, pro jejíž podporu je ve Finsku předepsáno ponechat zhruba 10 stromů na jeden hektar holiny. (KOIVULA 2020).

Zachování jednotlivých odumřelých stromů anebo jejich skupin zvyšuje diverzitu a objem mrtvého dřeva. Největší přínos pak mají především kmeny větších rozměrů, kvůli rozmanitějšímu vývoji mikrostanovišť (VÍTKOVÁ et al 2018). Co se týká ekonomické stránky ponechávání souší na podporu biologické rozmanitosti, tato opatření se jí nemusí negativně dotknout, pokud se budou ponechávat poškozené stromy nebo dřeviny s nízkou ekonomickou hodnotou (KOIVULA 2020).

Za vhodné místo pro ponechávání odumřelých stromů lze považovat nejenom nitro porostu, ale lze využít i jiné otevřené plochy v krajině jako jsou pastviny, opuštěné lesní cesty apod. Např. u rozptýlených jedinců ponechaných souší se lépe daří deštníkovým druhům jako je například tesařík alpský (*Rosalia alpina*) (VÍTKOVÁ et al. 2018). Abychom podpořili ponechávání odumřelé dřevní hmoty, ať již ležící nebo stojících souší a zároveň neubírali hospodářskému lesu jeho ekonomickou hodnotu, je podle VÍTKOVÉ et al. (2018) vhodné, zaměřit se na oblasti, kde je těžba neekonomická, jako například podmáčené plochy, skalnaté svahy a zóny podél vodních toků. Vyloučení těžby dřeva na takovýchto místech nebo v obtížném terénu rovněž snižuje náklady na těžbu. Ponechávání mrtvého dřeva by naopak nemělo probíhat v lesích s převládající rekreační funkcí, kde je zvýšený pohyb lidí, například kolem značené turistické a cyklistické stezky, ale také podél lesních cest, kde můžeme očekávat pohyb lesní techniky (VÍTKOVÁ et al 2018). Kromě toho by mělo být

omezeno ponechávání souší atraktivních pro kalamitní škůdce, jako je například smrk ztepilý. Podle VÍTKOVÉ et al. (2018) bychom měli být opatrní zejména ve smrkových monokulturách, naopak ve smíšených lesích je toto riziko menší.

Jak již bylo mnohokrát uvedeno, mezi udumřelou dřevní hmotu řadíme i stojící souše, které hrají významnou roli v biologické rozmanitosti lesních ekosystémů. Stojící souše jsou vhodným biotopem nejenom pro již zmiňovaný hmyz, ale jako tzv. doupné stromy mohou poskytovat domov a útočiště pro různé druhy ptactva včetně dravců, zejména pak sov, nebo jako úkryt pro drobné savce.

3.3.3 Mrtvé dřevo vs. certifikace lesů

Obhospodařováním lesů, implementováním státní lesnické politiky, jejímž hlavním úkolem je zajištění plnohodnotného plnění všech funkcí lesa, zejména pak té rekreační, ale také výhodným prodejem těžebních zbytků a lesního klestu, jakožto obnovitelného zdroje energie pro teplárny a elektrárny se výrazně snížil podíl ponechávaného mrtvého dřeva. Podle JONSSON et al. (2016) se průměrný objem mrtvého dřeva ve Švédsku od poloviny 90. let zvýšil pouze o 25 % a to pouze vlivem disturbancí. Objem mrtvého dřeva jehličnanů se zvýšil v jižní části země, kde zůstal stabilní, naopak v severní části Švédska došlo k jeho poklesu. Pro udržitelný rozvoj lesnického hospodaření byla v 80. letech 20. století iniciována certifikace lesů. Původním cílem bylo zamezení ničení tropických pralesů a zajištění trvale udržitelné hospodaření s lesním bohatstvím (ÚHÚL 2019). Na území České republiky máme aktivní dva certifikační systémy, FSC (Forest Stewardship Council) a PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification), které jsou pro vlastníky lesů dobrovolné. Principem certifikace FSC je dodržování 10 mezinárodních principů a 70 upřesňujících kritérií hospodaření s lesy. Hlavní myšlenkou je podporovat environmentálně vhodné, sociálně přínosné a ekonomicky životaschopné obhospodařování světových lesů, a tím napomoci chránit ohrožené a devastované lesy a jejich obyvatele (FSC ČR 2020). Tento certifikát vlastní mnoho lesnických podniků, mezi nejznámější patří např. Školní lesní podnik Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity ve Křtinách u Brna, Správa Krkonošského národního parku, Klášterní lesy Strahov a mnoho dalších. Na konci roku 2020 bylo certifikováno více než 221 milionů hektarů lesa v 81 zemích světa. (FSC ČR 2020) Tato certifikace není v České republice tak rozšířená jako certifikace PEFC. PEFC zahrnuje 49 národních schémat certifikace

lesů (PEFC 2017). Zabezpečuje, že dřevo a produkty lesa jsou produkovány za dodržování nejvyšších ekologických, sociálních a etických standardů. Certifikační požadavky vycházejí z mezinárodně uznávaných mezivládních procesů na udržitelné postupy v praxi (PEFC 2017). Mezi členy PEFC Česká republika se zařadili např. Lesy České republiky, s.p., které obhospodařují největší podíl lesních pozemků, dále pak Vojenské lesy a statky, s.p., Sdružení vlastníků obecních a soukromých lesů v ČR a Správa Krkonošského národního parku (PEFC 2017).

3.3.4 Mrtvé dřevo a jeho význam pro zlepšení půdních vlastností

Mrtvé dřevo je důležité i pro zachování koloběhu živin. Podle OULEHLE et. al. (2018) mezi lety 2003 až 2010, kdy napadl kůrovec smrkové porosty povodí Plešného jezera se zásadně ovlivnil chemismus půd a jezerní vody. Odumřelá dřevní hmota po rozložení začala uvolňovat do atmosféry uhlík a do půdy minerální živiny jako dusík, vápník, hořčík, draslík a fosfor. Tyto živiny jsou velmi důležité pro následný vývoj lesních ekosystémů. Je důležité zmínit, že do odumřelé dřevní hmoty patří také pařezy. V projektu sledování stavu a vývoje lesních ekosystémů (SSLEK) se na měřených inventarizačních plochách v pětiletém cyklu sledoval jejich rozpad.

3.3.5 Mrtvé dřevo, jako fyzická zábrana proti zvěři

Dopodud nedoceněnou funkcí ležícího mrtvého dřeva, především větších rozměrů je jeho působení, jakožto fyzické překážky, zabraňující v současné době přemnožené vysoké zvěři v její migraci za potravou. Představme si horský smrkový les, který se úspěšně zmlazuje, ale v zimním období je toto zmlazení intenzivně okusováno zvěří. A právě ponechané kmeny mohou toto zmlazení chránit před vstupem zvěře do těchto míst, ale zároveň zde mohou podporovat správnou funkci ekosystému, především zadržování vody a koloběhu živin (HAGGE et al. 2019). V experimentu provedeném HAGGEM et al. (2019) v rámci studie „*Deadwood retention in forests lowers short-term browsing pressure on silver fir saplings by overabundant deer*“ byly na celkem 384 plochách použity vždy 4 kmeny jako fyzické bariéry pro ochranu pěti nově vysazených stromků jedle bělokoré (*Abies alba*). ...dopsat začátek vetyaby se zjistilo, zda vstup vysoké zvěře a hlodavců byl těmito bariérami nějak ovlivněný. Pravděpodobnost přístupu zvěře k těmto stromkům se snížila z 26 % (plocha bez mrtvého dřeva) na 2 % (4 ponechané kmeny na ploše), zatímco pravděpodobnost přístupu hlodavců vzrostla z 1 % na 17 %, přičemž v listnatých porostech byl výskyt

hlodavců vyšší než v porostech jehličnatých. Obecně lze říci, že ponechávání mrtvého dřeva větších rozměrů může účinně působit jako ochrana mladých stromků a zároveň zvýšit biodiverzitu daného prostředí (HAGGE et al. 2019).

4. Metodika

4.1 Stručná charakteristika zkoumaného území

Sběr dat byl prováděn na území Karlovarského kraje, v okresech Karlovy Vary, Sokolov a Cheb a na části Plzeňského kraje, v okrese Tachov. Zkoumané lokality se nacházeli většinou v západních až severozápadních Čechách, kde bývá po většinu roku spíše chladněji než v jiných částech země, což ovlivňuje především délku vegetačního období, která je zde oproti jiným lokalitám kratší. Vznik častých ledových námraz a těžký sníh v polohách především nad 700 m n. m. jsou příčinou četných vrcholových zlomů v převážně monokulturních smrkových porostech (ÚHÚL 2020b). To neplatí o okrese Tachov, který se nachází spíše na jihozápadě Čech je průměrná roční teplota o něco vyšší a tím i délka vegetační sezony.

Všechny okresy jsou obklopeny pohořími Doupovských a Krušných hor, na které navazuje méně členitý Slavkovský les a členitá vrchovina Český les. Nejvyšším vrcholem Krušných hor je Klínovec (1244 m n. m.), Doupovských hor pak Hradiště (934 m n.m.) a oba vrcholy se nacházející v okrese Karlovy Vary. Nejvyšším bodem Českého lesa v okrese Tachov je Čerchov, sahající do nadmořské výšky 1042 m. Všechny výše uváděné okresy sousedí se spolkovými zeměmi Německa Saskem a Bavorskem.

V Karlovarském kraji převládají projevy oceánského podnebí nad projevy podnebí kontinentálního (ZAHRAVNICKÝ et al. 2004). Karlovarský kraj je po Libereckém kraji druhý nejlesnatější kraj v ČR a podle zelené zprávy MZe dosahovala jeho lesnatost v roce 2020 celkově 44,2 % (ÚHÚL 2020a). Nachází se zde také jeden z největších vojenských výcvikových prostorů v České republice, vojenský újezd Hradiště, ležící na území Doupovských hor, vzniklých vulkanickou činností.

Plzeňský kraj je se svou lesnatostí 40,7 % na třetím místě v ČR (ÚHÚL 2020a). Českým lesem protéká hlavní evropské rozvodí, které oblast odtokem vody rozděluje mezi povodí Dunaje (úmoří Černého moře) a povodí Labe (úmoří Severního moře) (ÚHÚL 2020b).

4.2 Sběr a zpracování dat

Data byla sbírána v rámci projektu ministerstva zemědělství ČR Sledování stavu a vývoje lesních ekosystémů (SSLEK), dříve Národní inventarizace lesů. Data byla sbírána ve dvou etapách, a to v jarní a podzimní sezóně, která trvala od května 2021 do října 2021. Během tohoto období bylo navštíveno 79 lesních ploch. Na celkové rozloze zkoumaných území byl rozlišený vlastník (správce) lesních pozemků, a to na státní lesy, tedy Lesy České republiky, s.p. a Vojenské lesy a statky, s.p., a na lesy ostatních vlastníků. Státní lesy v počtu 63 zkoumaných ploch na celkové výměře 16,39 ha převažovaly nad lesy ostatních vlastníků, u kterých bylo navštíveno pouze 16 ploch o celkové výměře 4,16 ha.

Sběr dat byl proveden na lesních (inventarizačních) plochách. Ke každé ploše byl zaznamenán lesní vegetační stupeň, dále pak kategorie pozemku, zda se jednalo o lesy hospodářské, lesy zvláštního určení nebo ochranné. Poté byl zaznamenán konkrétní vlastník daného pozemku, věk, obmytí a edafická kategorie. Tato data byla získána z hospodářské knihy v dané oblasti. Nebyly rozlišovány lesy listané, jehličnaté či smíšené, ale byly rozlišovány druhy dřevin mrtvého dřeva na ploše. U ležícího, ale i stojícího mrtvého dřeva byla určena příčina odumření (vývraty, zlomy, kompetice, kůrovec, těžební zbytky).

Pro zjištění distribuce ležícího mrtvého dřeva, resp. plochy, kterou pokrývá, byla na jednotlivých inventarizačních plochách změřena relativní pokryvnost ponechané odumřelé dřevní hmoty hroubí i nehroubí, vztážená k interpretačnímu čtverci o rozměrech 51 x 51 m, tedy k celkové ploše jednoho zkoumaného stanoviště o rozloze 2601 m². Plocha odumřelé dřevní hmoty hroubí a nehroubí byla zaměřena dálkovým laserem Forest Pro propojeným s elektronickým kompasem MapStar a terénním počítačem DELL s technologií Field-Map do jednotlivých polygonů. Těžební zbytky nehroubí se na jednotlivých plochách lišily prostorovým uspořádáním. některé byly nakupené v hromadách, některé byly nerovnoměrně rozmístěné po ploše, což navyšuje celkovou prostorovou pokryvnost. Z ponechaných těžebních zbytků nehroubí byly vypočítané ze vztahu délky, šířky a výšky polygonů prostorové metry. Výška byla vzhledem k již uvedenému nerovnoměrnému rozmístění na každé ploše zprůměrována. Pro zjištění objemu nehroubí z vypočtených prostorových metrů byl použit převodový koeficient 0,64, který CHYTRÝ (2007) doporučuje pro smrkovou

dendromasu. Identifikace nehroubí byla provedena změřením průměru elektronickou průměrkou na nejsilnějším konci. Za nehroubí byly považovány fragmenty o průměru <7 cm s kůrou. Celkovým součtem obsahu všech polygonů nehroubí v inventarizačním čtverci byla zjištěna celková plocha nehroubí. Za hroubí byly považovány fragmenty mrtvého dřeva změřené na obou koncích s průměrem na slabším konci ≥ 7 cm s kůrou. Zaměření polygonů bylo provedené stejně jako u nehroubí.

Na zkoumaných plochách byly spočítány také ponechané celé kmeny, případně delší kmenové zlomy (délky alespoň poloviny původního kmene) rozdělené dle středové tloušťky, počítáno od hroubí, o průměru <20 cm a na kmeny o průměru ≥ 20 cm. Jednotlivé kmeny byly zaměřeny jako samostatný polygon. Součtem obsahu všech polygonů na příslušném čtverci byla zjištěna celková plocha mrtvého dřeva hroubí a nehroubí. U všech ležících stromů byla změřena jejich celková délka (L) a středová tloušťka ($D_{1,2}^2$). Z naměřených veličin pak byl provedený výpočet objemu na ležícím kmeni za použití Huberova vzorce:

$$v = \frac{\pi}{4} \cdot D_{1,2}^2 \cdot L = g_{1,2} \cdot L$$

Všechny stojící souše byly na ploše spočítané a byla určena příčina odumření. U všech stojících souší >7 cm byly změřeny průměry ve výčetní výšce ($d_{1,3}$) a výšky (h). Celkový objem souší i s kůrou byl zjištěný pomocí rovnic z Československých objemových tabulek (PETRÁŠ & PAJTÍK 1991). Stojící torza stromů s kmenovým nebo korunovým zlomem a se stále živým pletivem nebyly dle pracovních postupů terénního šetření „sledování stavu a vývoje lesních ekosystémů“ hodnoceny jako souše (ÚHÚL 2021).

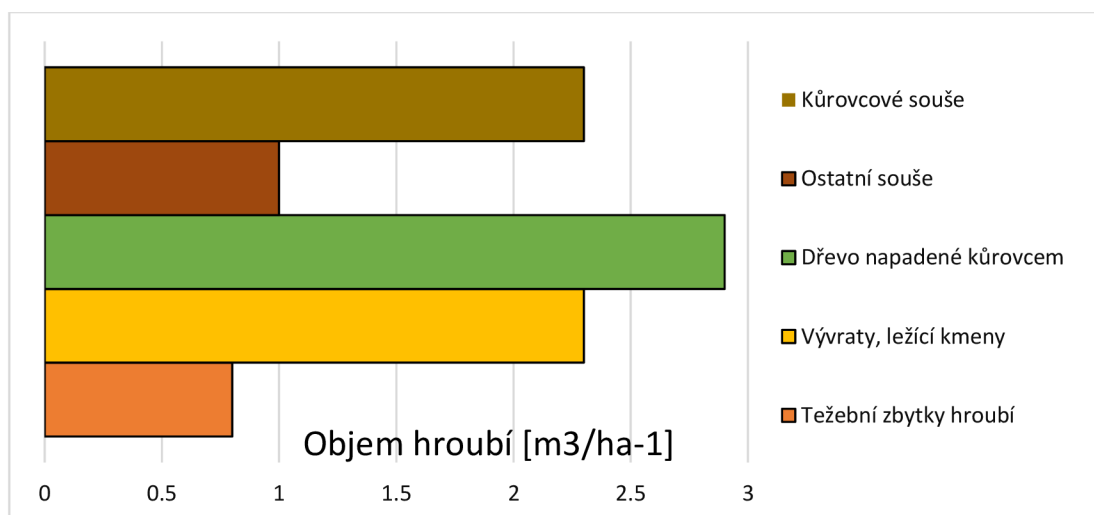
Pařezy, ačkoliv se jedná rovněž o mrtvé dřevo, které jsou z hlediska např. zmlazení velice důležité a podle BAROCHA (2018) se nejvíce semenáčků uchycovalo právě na nich, nebyly v této bakalářské práci zabývající se ponecháváním mrtvého dřeva po kůrovcové kalamitě hodnoceny. Jednotlivé okresy nebyly rozlišovány, byl pouze statisticky zjištěný poměr mezi celkovou zkoumanou plochou a ležící odumřelou dřevní hmotou.

V terénu byla data zaznamenávána do předem připravené tabulky a následně přepisována do MS Exel. Získané výsledky pak byly statisticky vyhodnoceny a graficky vyjádřeny. Takto byl interpretovaný např. podíl mrtvého dřeva k celkové

výměře zkoumaného území. Podíl ponechaného mrtvého dřeva ve státních a nestátních (ostatní) lesích, v lesích hospodářských a zvláštního určení. Podíl mrtvého dřeva podle věkové třídy lesního porostu nebo lesního vegetačního stupně. A konečně také podíl stojících souší v lesích hospodářských a lesích zvláštního určení.

5. Výsledky

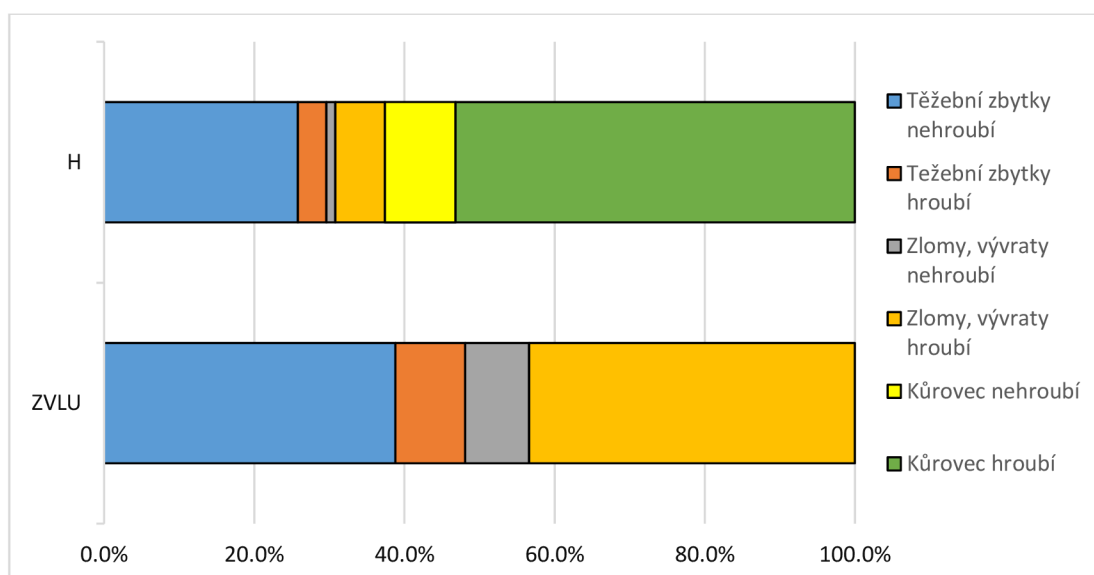
Celkem bylo navštíveno 79 ploch o celkové výměře 20,55 ha. nejzastoupenější byly lesy hospodářské o celkové výměře 14,57 ha. Lesy ochranné nebyly zastoupené vůbec a rozloha lesů zvláštního určení činila 5,98 ha z celkové rozlohy všech zkoumaných ploch. Plošný podíl odumřelé dřevní hmoty hrubí i nehroubí vč. stojících souší tvořil 16,5 % z celkové rozlohy všech zkoumaných ploch. Objem mrtvého ležícího dřeva pak činil 128 m³, z toho hrubí tvořilo v přepočtu na jeden hektar shodně jak v lesích hospodářských, tak v lesích zvláštního určení 6 m³/ha⁻¹. Na grafickém znázornění obr.2 můžeme vidět poměrně zajímavé výsledky, již úzce související s tématem a účelem této práce. Jedná se o objem hrubí ležícího mrtvého dřeva a stojících souší, přepočtený na jeden hektar plochy z celkové rozlohy všech navštívených ploch, rozdělený podle příčiny odumření. Nejvyšší objem 2,9 m³/ha⁻¹ tvořilo ležící mrtvé dřevo napadené kůrovcem a sterilní kůrovcové souše s objemem 2,3 m³/ha⁻¹. Následovaly ponechané ležící kmeny, zlomy a vývraty, jejichž objem činil 2,2 m³/ha⁻¹. Ostatní souše, mezi které byly zařazené i staré souše tvořily spolu s těžebními zbytky hrubí pro biodiverzitu celkem nevýznamný podíl.



Obr. 2 Přehled objemu hrubí mrtvého dřeva s kůrou na ha podle příčiny odumření.

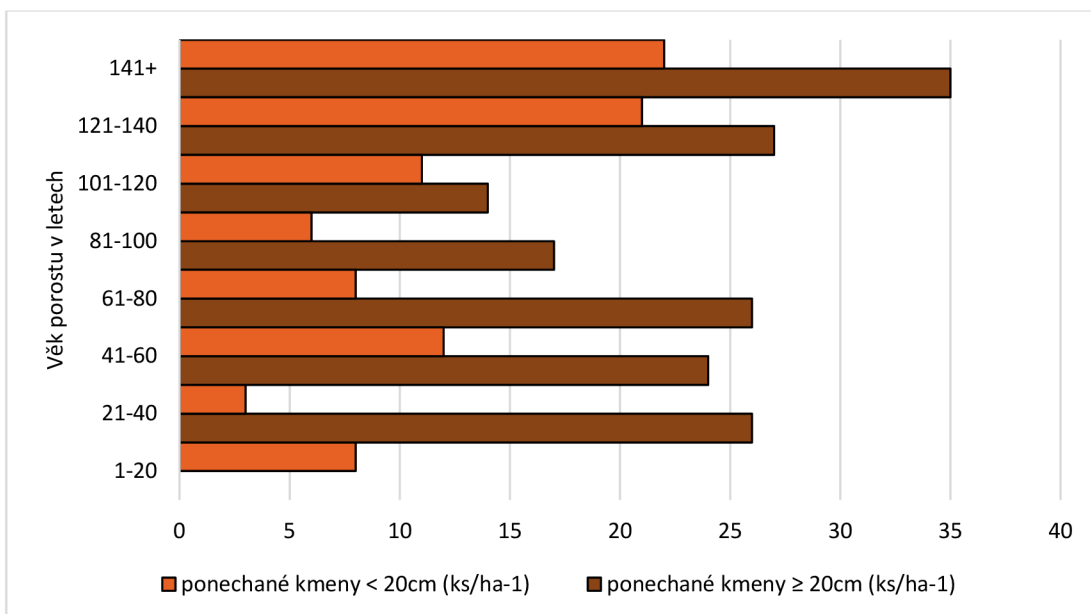
Grafické znázornění procentického podílu jednotlivých forem odumřelé dřevní hmoty na navštívených plochách na obr. 3, jednak podle kategorie lesa, a jednak podle příčiny odumření stromu nám ukazuje neméně zajímavé výsledky. Z celkové plochy ponechaného mrtvého dřeva v hospodářských lesích tvořilo největší podíl 62,6 %

kůrovcové dřevo hroubí i nehroubí, včetně stojících sterilních souší. Z toho hroubí tvořilo 53,2 %. Druhý největší podíl pak tvořily těžební zbytky nehroubí, podíl těžebních zbytků hroubí byl celkem zanedbatelný, pouze 3,8 %. V lesích zvláštního určení se kůrovcové dřevo, jak ve formě souší, tak ležící nevyskytovalo. Nejvyšší podíl, celkem 51,9 % zde tvořily zlomy, vývraty a ležící kmeny. Poměrně vysoký podíl 48,1 % pak zastupovaly těžební zbytky hroubí i nehroubí.



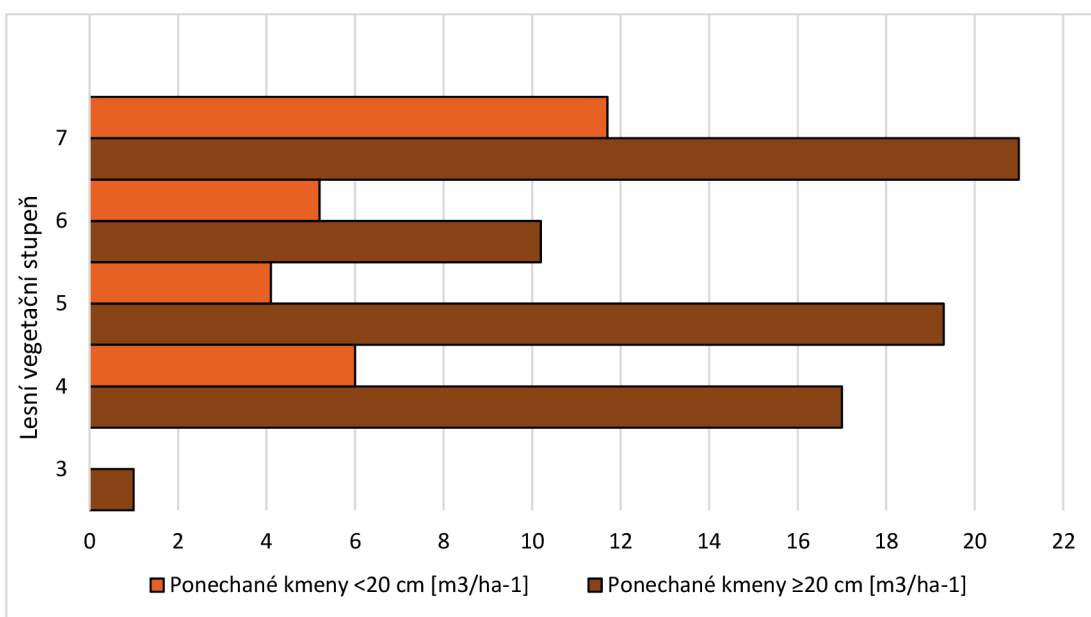
Obr. 3 Procentický plošný podíl mrtvého dřeva a jeho jednotlivých forem z celkové plochy ponechaného mrtvého dřeva v jednotlivých kategoriích lesa. hospodářských (H) a zvláštního určení (ZVLU).

Na zkoumaných plochách byly hodnoceny, resp. spočítány také ponechané celé kmeny, případně delší kmenové zlomy (délky alespoň poloviny původního kmene) rozdělené dle středové tloušťky, počítáno od hroubí, o průměru <20 cm a na kmeny o průměru ≥ 20 cm. Z grafického znázornění na obr. 4, udávajícího celkový počet ponechaných nepokrácených kmenů v jednotlivých věkových třídách porostů na jeden hektar plochy porostu je patrné, že nejvyšší zastoupení kmenů, o průměru jak <20 cm, tak ≥ 20 cm leželo v nejstarších porostech ve věku od 120 let. Poměrně významné zastoupení kmenů o průměru ≥ 20 cm leželo napříč všemi věkovými třídami. Naopak nejmenší zastoupení kmenů středové tloušťky <20 cm leželo především v porostech mladšího až středního věku.



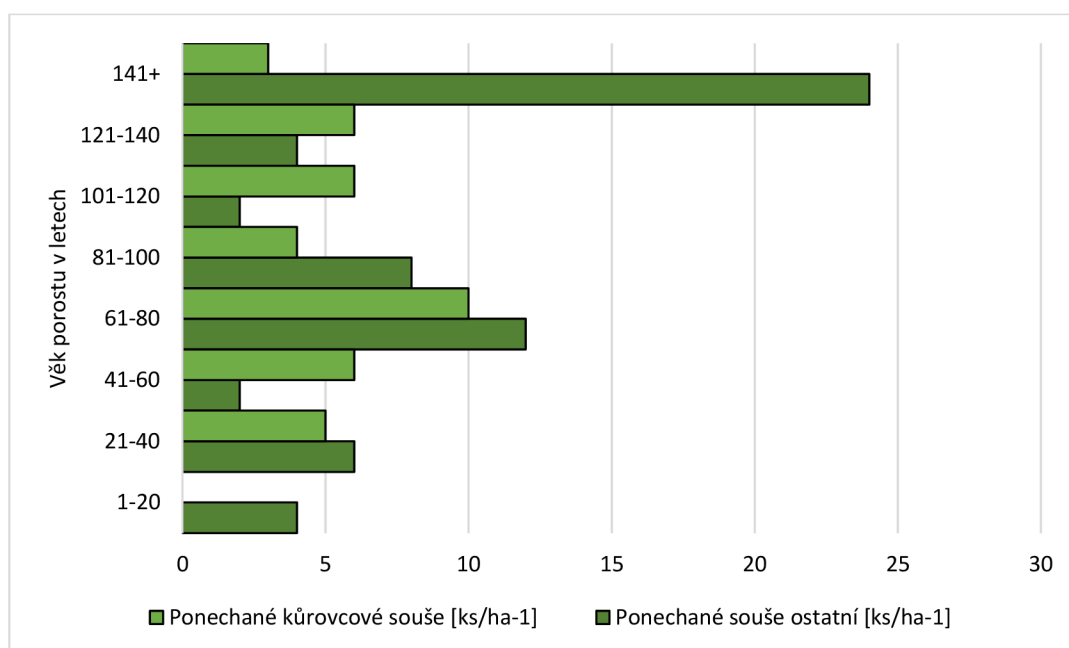
Obrázek 4 Množství ponechaných nepokrácených kmenů na ha podle středové tloušťky a podle věku porostu.

Ponechané pokrácené i nepokrácené kmeny byly dále vyhodnoceny objemově a přepočteny na jeden hektar plochy podle jednotlivých lesních vegetačních stupňů. Z obr. 5 je patrné, že nejvyšší objem kmenů o průměru <20 cm ležel v 7 LVS, naopak ve 3 LVS se kmeny do tohoto průměru nevyskytovaly vůbec. Nejvyšší objem kmenů ≥20 cm ležel opět v 7 LVS a nejmenší objem pak ležel ve 3 LVS.



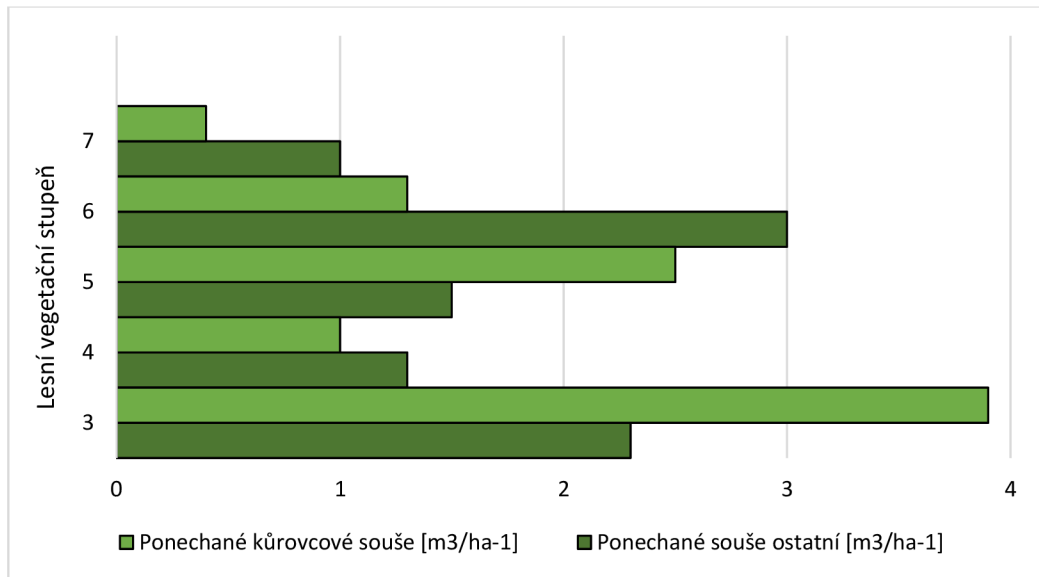
Obrázek 5 Přehled objemu ponechaných pokrácených i nepokrácených kmenů na ha podle středové tloušťky v jednotlivých lesních vegetačních stupních.

Stojící souše nebo alespoň jejich torza byly na každé ploše v rámci interpretačního čtverce spočítané, změřené a u každé byla vyhodnocena příčina odumření. Pro zjednodušení byly souše rozděleny na kůrovcové a ostatní, kde příčina smrti byla různorodá, někdy nebyla příčina rozpoznána vůbec. Na obr. 6 můžeme vidět, že v nejstarších porostech převažovaly souše stromů odumřelých z jiných příčin. Počet souší stromů odumřelých po napadení podkorním hmyzem na ha byl nejvyšší především v porostech ve věku 61-80 let.



Obrázek 6 Množství ponechaných souší na ha podle příčiny odumření stromu a podle věku porostu.

Stojící souše byly rovněž vyhodnoceny objemově a přepočteny na jeden hektar plochy podle jejich výskytu v jednotlivých lesních vegetačních stupních. Na grafickém znázornění obr. 7 můžeme vidět, že nejvyšší objem ponechaných kůrovcových souší se nacházel ve 3 a 5 LVS. Nejnižší objem pak byl naopak v 7 LVS. Souše stromů odumřelých z jiných příčin dominovaly především ve 3 a 6 LVS.



Obrázek 7 Přehled objemu ponechaných souší na ha podle příčiny odumření stromu v jednotlivých lesních vegetačních stupních.

6. Diskuse

6.1 Interpretace výsledků

Karlovarský kraj spolu s okresem Tachov má jednu z nejvyšších lesnatostí území, a plošný podíl ponechané odumřelé dřevní hmoty zde tvořil 16,5 %. U takto lesnaté části země bychom mohli předpokládat vyšší celkové zastoupení, ale je třeba si uvědomit, že Karlovarský kraj nebyl kůrovcovou kalamitou zasažený tak markantně, a tak se zde mrtvé dřevo nehromadilo. Většina zkoumaných ploch ležela ve správě státních lesů, ale objem mrtvého dřeva v přepočtu na jeden hektar plochy byl naprosto shodný s objemem ponechané odumřelé dřevní hmoty i v lesích ostatních vlastníků. O tom, že kroky, které povedou ke zvýšení množství tlejícího dřeva a starých stromů by se měli lišit v závislosti na typu vlastnictví lesa a cíli managementu psal již SVOBODA (2006).

Co se týká distribuce mrtvého dřeva, pro biodiverzitu jsou nejdůležitější především ponechávané recentní souše a ležící nepokrácené kmeny, především větších rozměrů (BAČE & SVOBODA 2021). Dne 3. dubna 2019 vstoupilo v platnost v rámci „boje“ s kůrovcovou kalamitou opatření obecné povahy, vydané ministerstvem zemědělství. Toto opatření mimo jiné umožňuje všem vlastníků lesů v České republice, které nespádají do působnosti MŽP, až do konce roku 2022 odložit těžbu sterilních souší. Vlastník lesa se tak může přednostně zaměřit na těžbu kůrovcových stromů a efektivně tak využít dostupných výrobních a zpracovatelských kapacit a odbytových možností na trhu se smrkovým dřívím (MZe 2019). Dalo by se tedy očekávat, že v hospodářských lesích tak bude ponecháváno větší množství souší. Z celkového počtu zaznamenaných sterilních kůrovcových souší, jejichž objem činil $2,3 \text{ m}^3/\text{ha}^{-1}$, se 55 % nacházelo v hospodářských lesích a pouze 15 % v lesích zvláštního určení. Zde naopak převažovaly podílem 85 % souše stromů odumřelých z jiných příčin. Nejvyšší počet sterilních kůrovcových souší v přepočtu na jeden hektar byl zaznamenán v porostech od 61 do 80 let věku, které jsou pro lýkožrouta velice atraktivní (ZAHRADNÍK 2004). Naopak nejnižší počet kůrovcových souší se nacházel v 8. LVS, tedy především v horských polohách nad 800 m n.m. Zde dominoval podíl ponechaných souší stromů, odumřelých z jiných příčin, převážně z důvodu kompetice a stáří.

Z celkového množství ležícího kůrovcového dříví bylo objemově hodnoceno pouze hroubí, převážně ponechané větší těžební zbytky a pokrácené odkorněné kmeny, které představují pro biodiverzitu sice méně významnou složku, ale ve větším množství může být jeho podíl na obohacení daného stanoviště významný. V rámci všech navštívených ploch činil objem kůrovcové hroubí $2,9 \text{ m}^3/\text{ha}^{-1}$.

Poměrně významnou složku biodiverzity tvoří především ponechané nepokrácené větší kmeny (BAČE & SVOBODA 2021). V rámci sběru dat byly tyto kmeny zaznamenané v podobě, vývrátů, zlomů, anebo ponechaných pokácených kmenů. Celkový objem všech těchto kmenů činil $2,3 \text{ m}^3/\text{ha}^{-1}$.

Ponechané těžební zbytky hroubí, které byly většinou shrnuté do hromad představují pro biodiverzitu a obohacení stanoviště zanedbatelnou položku a měli by být spíše přirozeně rozprostřené na ploše (BAČE & SVOBODA 2021). Většina dendromasy má v dnešní době spíše energetické využití (CHYTRÝ 2007), čemuž také odpovídal objem ponechaného klestu v podobě hroubí, pouze $0,8 \text{ m}^3/\text{ha}^{-1}$.

V lesích hospodářských a v lesích zvláštního určení byl zaznamenán poměrně shodný plošný podíl mrtvého dřeva hroubí i nehroubí, vč. souší. Objemově v přepočtu na jeden hektar plochy leželo v obou kategoriích shodně $6 \text{ m}^3/\text{ha}^{-1}$. Kůrovcové dřevo hroubí i nehroubí, vč. sterilních souší bylo v lesích hospodářských zastoupeno s podílem k celkové ploše ponechaného mrtvého dřeva na této kategorii 62,6 %, v lesích zvláštního určení se mimo sterilních souší, ležící mrtvé dřevo napadené kůrovcem nevyskytovalo. Na této kategorii lesa ovšem ležel oproti hospodářským lesům s podílem 29,6 %, daleko větší podíl ponechaných těžebních zbytků hroubí i nehroubí, a to s podílem 48,1 %. Podíl zlomů a vývrátů hroubí i nehroubí byl v lesích zvláštního určení opět poměrně markantně větší, s podílem k celkové ploše ponechaného mrtvého dřeva na této kategorii 51,9 %. V lesích hospodářských byl podíl zlomů a vývrátů pouze 7,8 %.

Co se týká ponechaných kmenů, které byly hodnoceny podle středové tloušťky do a nad 20 cm, dá se s jistotou konstatovat, že nejvíce jich leželo v přepočtu kusů na jeden hektar plochy v nejstarších porostech ve věku od 121 do 141+ let s převahou kmenů ≥ 20 cm. Tyto porosty byly většinou již podrostlé zmlazením ve stádiu nárostů až mlazin, a dalo by se předpokládat, že kmeny zde byly ponechané z důvodů zamezení poškození podrostu. Zanedbatelné množství ponechaných ležících kmenů

se ale vyskytovalo také v porostech mladšího až středního věku, což může být dáno jednak intenzivnějšími výchovnými zásahy v těchto porostech, ale také zpracováním kůrovcové kalamity, a dáse tedy předpokládat, že tyto kmeny budou z porostů ještě následně vyklizeny. Ve všech ostatních věkových třídách byl podíl ponechaných kmenů obdobný, opět s převahou kmenů ≥ 20 cm.

V rámci lesních vegetačních stupňů ležel největší objem kmenů v přepočtu na jeden hektar plochy v 7 LVS, což koresponduje s vysvětlením o ochraně podrostu, které bylo uvedeno v předchozím odstavci. Naopak nejmenší objem ležel v 6 LVS, který byl v rámci kůrovcové kalamity postižený pravděpodobně nejvíc, a pokácené kmeny byly z těchto porostů vyklizeny.

Nejvyšší počet souší v přepočtu kusů na jeden hektar plochy se nacházel v porostech ve věku 141 + let s převahou souší stromů, odumřelých z jiných důvodů, než je napadení podkorním hmyzem. Vyšší počet souší, s poměrně vysokým zastoupením sterilních kůrovcových souší, byl zaznamenán v porostech ve věku 61 až 80 let věku, tedy v porostech, ve kterých probíhala kůrovcová kalamita poměrně intenzivně. V ostatních věkových třídách byl poměr souší podobný.

Objemově v přepočtu na jeden hektar plochy bylo nejvíce souší zaznamenáno ve 3 LVS, s dominantním zastoupením sterilních smrkových kůrovcových souší. Právě v těchto nižších polohách je daleko vyšší dopad sucha na vitalitu porostů, které navíc nejsou přirozeným stanovištěm tohoto druhu dřeviny, která zde chřadne a následně je napadena podkorním hmyzem (VÚLHM 2021).

6.2 Podrobný popis důležitých ploch

Je potřeba zmínit pár poznatků, týkajících se sběru dat. Jedná se celkem o tři zkoumané plochy, které je z hlediska jejich významu vhodné blíže specifikovat.

První ze zkoumaných ploch se nacházela v genové základně smrku ztepilého u obecních lesů Mnichov. Jednalo se o 157 let starý porost na vodou ovlivněné edafické kategorii oglejené. Co se týká ponechaného mrtvého dřeva, toho zde leželo poměrně malé množství s podílem 35 % v rámci celého interpretačního čtverce.

Dalším a také z důvodu ochrany přírody velice zajímavým stanovištěm byla přírodní rezervace Broumovská bučina. Jedná se o poměrně malou rezervaci, která je z důvodu hojného výskytu vysoké zvěře a jejím negativním vlivům na přirozené zmlazování

buků celá oplocena. Důvodem ochrany jsou zachovalé lesní ekosystémy na skalnatých stanovištích nad údolím Hamerského potoka. V rezervaci jsou zastoupeny cenné lesní porosty suťových lesů, především suťových javořin, dále květnatých kyčelnicových bučin svazu *Dentario enneaphylli-Fagetum* s výskytem chráněných druhů rostlin a živočichů. Poměrně velkou část rezervace zaujímá také kulturní smrčina, které se na tomto stanovišti evidentně nedaří, smrky zde chřadnou a jsou hojně napadené lýkožroutem, o čemž svědčí vysoký výskyt kůrovcových souší. Část těchto smrčin je v současné době postupně převáděna v souladu s platným plánem péče na přírodě blízká lesní společenstva. Na interpretačním čtverci zde leželo více jak 60 % odumřelé dřevní hmoty. Jednalo se převážně o ponechané, kmeny odumřelých javorů v různém stádiu rozkladu. Vzhledem k vysokému počtu javorového zmlazení můžeme usuzovat, že ponechávání mrtvého dřeva má na tomto stanovišti pozitivní dopad.

Posledním zajímavým místem byl horský les, nacházející se v nadmořské výšce okolo 900 metrů. Jednalo se o čistě smrkový porost s již odrostlým podrostem ve stádiu nárůstu až mlaziny. A právě z důvodu vysokého podrostu a jeho možného poškození vyklizováním pokácených kůrovcových stromů, byly tyto kmeny na ploše odkorněny, pokráceny a následně ponechány.

6.3 Diskuse

Laická veřejnost, ale i část odborné veřejnosti považují mrtvé dřevo za jakýsi „nepořádek“ a za profesní pochybení lesního hospodáře. V očích mnohých byl měl být les přístupný, bez jakékoliv ležící dřevní hmoty. Smyslem této práce mimo jiné bylo, zaměřit se na změnu úhlu pohledu na odumřelou dřevní hmotu, ať již ležící či stojící souše, jakožto na zásobárnu vody, živin, uhlíku, ale také mikrostanoviště pro zmlazování lesních dřevin a biotop saproxylického hmyzu a drobných živočichů. V neposlední řadě také jako fyzickou ochranu odrůstající přirozené obnovy.

Bohužel v současné době v České republice neexistuje směrnice na hospodaření s mrtvým dřevem, a tak se nedá posoudit, zda se ponechalo adekvátní množství, a to i přesto, že dříví, především kůrovcového bylo v posledních dvou letech na trhu nadbytek. Jak již ve své diplomové práci zmínil BAROCH (2018), hospodaření s mrtvým dřevem můžeme v současné době pouze porovnat s vydanou certifikovanou metodikou „*Management mrtvého dřeva v hospodářských lesích*“, kterou vydali BAČE & SVOBODA (2014).

BAROCH (2018) ve své diplomové práci zjistil velice malé množství ponechávaných souší, případně vyšších pařezů, jako náhradních mikrostanovišť. Při zpracování této bakalářské práce byly plochy navštívené již po zpracovaných kalamitách v roce 2021, a na rozdíl od BAROCHA (2018) byl podíl souší zaznamenanám poměrně vysoký. Zde je potřeba si ale uvědomit, že i ponechaný, poměrně vysoký podíl kůrovcových sterilních souší v hospodářských lesích se může časem ještě změnit a tyto souše mohou být po roce 2022, kdy přestane platit vydané opatření obecné povahy, které bylo zmíněné v kapitole „interpretace výsledků“ vyteženy a zpracovány.

BAČE & SVOBODA (2021) ve zprávě o výsledcích měření objemu ponechaného hroubí na holinách v CHKO Lužické hory zjišťovali, na jakých lokalitách byla nebo nebyla dodržena podmínka ponechání $30 \text{ m}^3/\text{ha}^{-1}$ za účelem zmírnění dopadů holosečných těžeb na strukturální a druhovou pestrost lesa. Pokud bychom měli porovnat výsledky této práce s výše uvedenou prací, i když v západních Čechách nebyly dopady kůrovcové kalamity tak markantní, tato podmínka nebyla dodržena na žádné lokalitě, v žádném porostu a průměrný objem ponechaného mrtvého dřeva byl $6 \text{ m}^3/\text{ha}^{-1}$.

7. Doporučení a závěr

Z hlediska hospodaření nelze určit minimální či maximální podíl odumřelé dřevní hmoty. Jiný je stav ve státních lesích, hospodařících dle certifikace PEFC, jiný v lesích ostatních vlastníků, hospodařících dle certifikace FSC. Vysoký podíl mrtvého dřeva není známkou stability a autochtonnosti porostu, ale zároveň nesmí být opomíjeno (JANKOVSKÝ et al. 2006). Podle JANKOVSKÉHO et al. (2006) se za minimální množství ponechaného tlejícího dřeva považuje cca 20 % porostní zásoby. V hospodářských lesích se v současné době na mrtvé dřevě pohlíží spíše jako na ekonomicky výhodný materiál, především palivo pro tepelné elektrárny a drobné zpracovatele palivového dříví. Vzhledem k současné ekonomické situaci, především energetické krizi, která postihla takřka celý svět se dá očekávat, že palivové dříví se stane velice atraktivním artiklem a v lesích bude ponecháváno jen to, co nelze ekonomicky výhodně zpeněžit. Důkazem toho jsou plochy, např. v okrese Tachov nebo v Krušných horách, které byly navštívené v roce 2020 po kůrovcové a větrné kalamitě, a na kterých leželo nezpracované, ale také již zpracované kalamitní dříví, vč. těžebních zbytků, viz obrazové přílohy, obr. 6. Po návratu na tyto plochy v roce 2021 byly holiny naprosto čisté, bez jakékoliv odumřelé dřevní hmoty, viz obrazové přílohy, obr. 5.

Pro objektivní posouzení ponechání sterilních souší a ležícího mrtvého dřeva, především těžebních zbytků po zpracovaných kůrovcových, ale také větrných disturbancích by bylo potřebné, navštívit a vyhodnotit tyto plochy ještě v následujících letech. V době zpracování této bakalářské práce můžeme prozatím konstatovat poměrně zanedbatelné množství ponechaných sterilních souší, především v nejstarších porostech, ale poměrně zanedbatelné množství ponechaného mrtvého dřeva, především těžebních zbytků hroubí a větších kmenů po zpracovaných kalamitních těžbách.

8. Literatura

Odborné publikace:

BAČE, R., SVOBODA, M., POUSKA, V., JANDA, P., & ČERVENKA, J. (2012): Natural regeneration in Central-European subalpine spruce forests: Which logs are suitable for seedling recruitment? *Forest Ecology and Management*, 266, 254-262.

BAČE, R., & SVOBODA, M. (2014): Management mrtvého dřeva v hospodářských lesích. Certifikovaná metodika.

BAČE, R., SVOBODA, M. (2021): Zpráva o výsledcích měření objemu ponechaného hroubí na holínách v CHKO Lužické hory. Česká zemědělská univerzita, fakulta lesnická a dřevařská, katedra ekologie lesa. 12 pp.

BALEK, J. (1997): Likvidace kůrovcové kalamity za rok? - *Lesnická práce*, 76: 173-174.

BAROCH, P. (2018): Distribuce mrtvého dřeva v lesích Karlovarského kraje a jeho vliv na přirozenou obnovu. Diplomová práce, dep. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Praha, 80 pp.

FLEISCHER, A. (1875): Lýkožrouti čili korovci (*Bostrychus typographus* L.) v Šumavě a jejich nepřátelé. - *Vesmír*, 4: 97-99, 111-114, 128-129.

HAGGE, J., MÜLLER, J., BÄSSLER, C., BIEBL, S. S., BRANDL, R., DREXLER, M., ... & MYSTERUD, A. (2019). Deadwood retention in forests lowers short-term browsing pressure on silver fir saplings by overabundant deer. *Forest Ecology and Management*, 451, 117531.

HARMON, M. E. (1989). Effects of bark fragmentation on plant succession on conifer logs in the *Picea-Tsuga* forests of Olympic National Park, Washington. *American Midland Naturalist*, 112-124.

HOLEKSA, J. 2001. Coarse woody debris in a Carpathian subalpine spruce forest. *Forstwissenschaftl. Centralbl.* 120: 256-270

HYTTEBORN, H., & PACKHAM, J. R. (1987). Decay rate of *Picea abies* logs and the storm gap theory: a re-examination of Sernander plot III, Fiby urskog, central Sweden. *Arboricultural Journal*, 11(4), 299-312.

CHYTRÝ, M. (2007). Potenciál lesní dendromasy pro energetické využití a energetická koncepce České republiky. Zprávy z lesnického výzkumu VULHM.

JANKOVSKÝ, L., TOMŠOVSKÝ, M., BERÁNEK, J., & LIČKA, D. (2006). Analýza postupů ponechávání dřeva k zetlení z hlediska vlivu na biologickou rozmanitost. Studie MŽp ČR.

JONSSON, BG, EKSTROM, M., ESSEEN, PA, GRAFSTROM, A., STAHL, G., & WESTERLUND, B. (2016). Dostupnost mrtvého dřeva v obhospodařovaných švédských lesích – výsledky politiky a důsledky pro biologickou rozmanitost. *Ekologie a management lesa*, 376, 174-182.

KLIMO, E. (1994): *Ekologie lesa. /Ecology of the Forest/*. Brno, VŠZ v Brně. 170 s.

KNÍŽEK M., ZAHRADNÍK P. 2007: Kůrovci na jehličnanech. 2. vydání. *Lesnická práce*, příloha 86(4): i-viii.

KOIVULA, M., & VANHA-MAJAMAA, I. (2020). Experimental evidence on biodiversity impacts of variable retention forestry, prescribed burning, and deadwood manipulation in Fennoscandia. *Ecological Processes*, 9(1), 1-22.

KORPEL, Š. (1989). Štruktúra, vyvoj, regenerácia produkcie a funkcie schopnosti smrekových prírodných lesov na Babej Hore. Stav, vyvoj, produkcie schopnosti a funkcie využívania lesov v oblasti Babej Hory a Pilska. Zvolen, Poznan, Kraków, 78-121.

KŘÍSTEK, Š., ZLATNÍK, V. I. N. C. E. N. C., & NĚMEJCOVÁ, N. (2018). Ochrana lesů a bezpečnost produkce. *OBLASTNÍ PLÁNY ROZVOJE LESŮ* 2, 29.

KUPČÁK, V. *OCHRANA LESA A LESNÍ ZÁKON* (2005). Ekonomické aspekty ochrany lesa, 45.

KUULUVAINEN, T. (1994, January). Gap disturbance, ground microtopography, and the regeneration dynamics of boreal coniferous forests in Finland: a review. In *Annales zoologici fennici* (pp. 35-51). Finnish Zoological Publishing Board, formed by the Finnish Academy of Sciences, Societas Biologica Fennica Vanamo, Societas pro Fauna et Flora Fennica, and Societas Scientiarum Fennica.

MAYER, H., SCHENKER, S. & ZUKRIGL, K. 1972. Der Urwaldrest

Neuwald bei Lahnsattel. *Centralblatt Gesamte Forstw.* 89:147-190.

- OULEHLE, F., KOPÁČEK, J., & SVOBODA, M. (2018). Koloběh živin v povodí Plešného jezera 1870-2100.
- PETRÁŠ, R., & PAJTÍK, J. (1991). Sústava česko-slovenských objemových tabuliek drevín. *Lesnícky časopis*, 37(1), 49-56.
- RANIUS, T., KOROSUO, A., ROBERGE, J. M., JUUTINEN, A., MÖNKKÖNEN, M., & SCHROEDER, M. (2016). Cost-efficient strategies to preserve dead wood-dependent species in a managed forest landscape. *Biological Conservation*, 204, 197-204.
- ROBERT, E., BRAIS, S., HARVEY, B. D., & GREENE, D. (2012). Seedling establishment and survival on decaying logs in boreal mixedwood stands following a mast year. *Canadian Journal of Forest Research*, 42(8), 1446-1455.
- SAMEC, P., & TUČEK, P. (2012). Modelování růstových podmínek lesů v České republice. Univerzita Palackého v Olomouci pro katedru geoinformatiky.
- SIMANOV V. (2014): Kalamity v historii a současnosti. - *Lesnická práce*, 93: 573-575.
- SKUHRAVÝ V. (2002): Lýkožrout smrkový a jeho kalamity. - *Agrospoj*, Praha, 196p.
- STEJSKAL, V., JONÁŠ, A., HNÁTEK, J., AULICKÝ, R., MOCHÁN, M., & VYBÍRAL, O. (2017). Nová technologie fumigace dřeva proti kůrovcům. *Lesnická práce*, 96(11), 746-748.
- SVOBODA, M. (2006). Mrtvé dřevo—přehled dosavadních poznatků. K. Matějka Průběžná zpráva za řešení projektu 2B06012 Management biodiversity v Krkonoších a na Šumavě v roce, 2006-2011.
- TAKAHASHI, M., SAKAI, Y., OOTOMO, R., & SHIOZAKI, M. (2000). Establishment of tree seedlings and water-soluble nutrients in coarse woody debris in an old-growth *Picea-Abies* forest in Hokkaido, northern Japan. *Canadian Journal of Forest Research*, 30(7), 1148-1155.
- TAKAHASHI, K. (1994): Effect of size structure, forest floor type and disturbance regime on tree species composition in a coniferous forest in Japan. *Journal of Ecology*, 769-773.

- VACEK, S., SIMON, J., & REMEŠ, J. (2007). Obhospodařování bohatě strukturovaných a přírodě blízkých lesů. Lesnická práce.
- 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.
- WILLIAMS, M. (2000). Dark ages and dark areas: global deforestation in the deep past. *Journal of historical geography*, 26(1), 28-46.
- ZAHRADNÍK P. (2008): Kalamity v Českých lesích – minulost a současnost. In: Fakta a mýty o českém lesním hospodářství. Sborník referátů ze semináře organizovaného Stálou komisí Senátu pro rozvoj venkova ve spolupráci se Sdružením vlastníků obecních a soukromých lesů v ČR a Českou zemědělskou univerzitou v Praze, Fakultou lesnickou a dřevařskou, 24. června 2008. - Praha, pp. 31-51.
- ZAHRADNÍK, P. (2004). Ochrana smrčín proti kůrovcům. Lesnická práce.
- ZAHRADNÍK, P., & KNÍŽEK, M. (2016). Lýkožrouti na smrku a sucho. Lesnická práce, 95(4).
- ZAHRADNÍK, P., & ZAHRADNÍKOVÁ, M. (2019). Kůrovcová kalamita z historického pohledu a možnosti řešení.
- ZAHRADNICKÝ J., MACKOVČIN P., (eds.) et al. (2004): Plzeňsko a Karlovarsko. In: Mackovčín P. a Sedláček M. (eds.): Chráněná území ČR, svazek XI. – Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno, Praha, p. 588.
- ZIELONKA, T., & PIATEK, G. (2004): The herb and dwarf shrubs colonization of decaying logs in subalpine forest in the Polish Tatra Mountains. *Plant Ecology*, 172(1), 63-72.
- ZIELONKA, T. (2006). When does dead wood turn into a substrate for spruce replacement? *Journal of Vegetation Science*, 17(6), 739-746.

Legislativní zdroje:

Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon).

Ministerstvo zemědělství (2019): Veřejná vyhláška – opatření obecné povahy, číslo jednací: 18918/2019-MZE-16212. Dostupné [online]. [cit.16.2.2022]. <<https://www.nekrmbrouka.cz/files/uploads/Zima%20nekrm%20brouka/legislativa/OOP.pdf>>

Ministerstvo zemědělství (2012): Zásady státní lesnické politiky. Dostupné [online]. [cit.18.2.2022]. <https://eagri.cz/public/web/file/180842/ZSLP_2012.pdf>

Internetové zdroje:

ČESKÁ TELEVIZE (2021): Kůrovcová kalamita v Česku ustupuje, chystá se obnova lesů [online]. [cit. 16. 10. 2021]. <<https://ct24.ceskatelevize.cz/domaci/3386682-kurovcova-kalamita-v-cesku-ustupuje-chysta-se-obnova-lesu>>

FSC ČR (2020): Výroční Zpráva FSC ČR 2020. [online]. [cit. 24. 01. 2022]. <https://www.czechfsc.cz/sites/default/files/2021-09/vz2020_FSCCR_web_4.pdf>

PEFC (2017): PEFC [online]. [cit. 22. 01. 2022]. <<https://www.pefc.cz/pefc/>>

ÚSTAV PRO HOSPODÁŘSKOU ÚPRAVU LESŮ (2019): Certifikace lesů. [online]. [cit. 22. 01. 2022]. <<http://www.uhul.cz/nase-cinnost/dalsi-cinnost/certifikace-lesu>>

ÚSTAV PRO HOSPODÁŘSKOU ÚPRAVU LESŮ (2020a): Zelené zprávy MZE. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2020. [online]. [cit. 25. 01. 2022]. <<http://www.uhul.cz/...pdf>>

ÚSTAV PRO HOSPODÁŘSKOU ÚPRAVU LESŮ (2020b): Oblastní plán rozvoje lesů. PLO 11 - Český les. [online]. [cit. 28.01. 2022]. <<http://www.uhul.cz/...pdf>>

ÚSTAV PRO HOSPODÁŘSKOU ÚPRAVU LESŮ (2021): Pracovní postupy terénního šetření „Sledování stavu a vývoje lesních ekosystémů (2016-2020)“. [online]. [cit. 27.03. 2022]. <https://nil.uhul.cz/downloads/pp_ssvle/2021_02_19_pp_ssvle.pdf>

VÚLHM (2021): Důsledky kůrovcové kalamity na budoucnost lesnictví ve střední Evropě. [online]. [cit. 8.3. 2022]. <<https://www.vulhm.cz/dusledky-kurovcove-kalamity-na-budoucnost-lesnictvi-ve-stredni-evrope/>>

9. Obrazové přílohy

Fotografická dokumentace pořízená během terénního sběru dat v rámci Karlovarského kraje.



Obr. 1 Les bez přítomnosti mrtvého dřeva, které právě ve svazích zajišťuje půdoochrannou funkci a napomáhá zadržování vody.

(Zdroj: Vlastní, pořízeno 8. 7. 2021 v Krušných horách)



Obr. 2 Ukázka nevhodného, vodou ovlivněného stanoviště pro pěstování smrku. Porost je silně poškozen loupáním a takto stresované stromy jsou velice atraktivní pro lýkožrouta. (Zdroj: Vlastní, pořízeno 3. 8. 2021 v okrese Sokolov - LZ Kladská)



Obr.3 Tesařík skvrnitý (*Leptura maculata*) se řadí mezi saproxylický hmyz závislý na ponechaném mrtvém dřevě. (Zdroj: Vlastní, pořízeno 28. 7. 2021 v okrese Cheb)



Obr. 4 Těžební zbytky ponechané na horských svazích zvyšují biodiverzitu a plní i ochranné funkce. (Zdroj: Vlastní, pořízeno 17. 7. 2021v okrese Sokolov)



Obr. 5 Rozsáhlá několikahektarová holina po větrné disturbanci v roce 2020 v Krušných horách. Veškeré těžební zbytky byly z plochy odstraněny. (Zdroj: Baroch, pořízeno 20.05.2020, Špičák v Krušných horách)



Obr. 6 Holina po kůrovcové kalamitě v roce 2020 na polesí Diana u Rozvadova. Veškerá dřevní hmota vč. nehroubí byla z porostu odstraněna. (Zdroj vlastní, pořízeno 27.8.2020 v okrese Tachov)



Obr. 7 Bobr obecný (*Castor fiber*) významně přispívá k tvorbě mrtvého dřeva v krajině. (Zdroj: Vlastní, pořízeno 25. 10. 2021 v okrese Tachov)