

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ekologie lesa



Bakalářská práce

**Distribuce a kvalita mrtvého dřeva v lesích NPR
Adršpašsko-teplické skály**

Daniel Menšík

© 2019 ČZU v Praze

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Daniel Menšík

Lesnictví

Název práce

Distribuce a kvalita mrtvého dřeva v lesích NPR Adršpaško-teplické skály

Název anglicky

Distribution and quality of deadwood in the forests of Adršpaško-teplické skály reservation

Cíle práce

Cílem práce bude zjistit,

- (1) jak se liší kvantita mrtvého dřeva a vlastnosti tlejících ležících kmenů mezi třemi základními morfologickými typy území (rokle mezi skalními městy, horní zóna sklaních měst a okrajová zóna s převažujícími kulturními porosty);
- (2) jaká je variabilita stádií rozkladu a tloušťek ležících kmenů ve vztahu k jednotlivým typům území
- (3) navrhnout doporučení k managementu mrtvého dřeva v rezervaci na základě vlastních výsledků a na základě literární rešerše

Metodika

1. Terénní sběr dat o kvantitě a vlastnostech ležících kmenů (pokročilost rozkladu a tloušťky) pomocí liniové metody.
2. Matematické a statistické zpracování dat.
3. Příprava bakalářské práce

Doporučený rozsah práce

30 – 40 str.

Klíčová slova

mrtvé dřevo, ležící kmeny, liniová metoda, stádium rozkladu

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.
- Bače, R., Svoboda, M., 2012. Hodnocení aspektů managementu mrtvého dřeva v hospodářských lesích a předběžný návrh doporučení (Evaluation of deadwood management aspects in production forests – preliminary proposal of management recommendations), 24 pp. Available from: http://home.czu.cz/storage/74451_dwm_f3.2012.pdf (accessed on 19th April 2018).
- Bače, R., Svoboda, M., 2015. Management mrtvého dřeva v hospodářských lesích – certifikovaná metodika (Deadwood management in production forests – certified methods), 37 pp. Available from: http://home.czu.cz/storage/74451_bace_mmd_2014.pdf (accessed on 19th April 2018).
- 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.
- Müller, J., Bütler, R., 2010. A review of habitat thresholds for dead wood: a baseline for management recommendations in European forests. *Eur. J. Forest Res.* 129, 981–992.
- Paillet, Y., Archaux, F., Boulanger, V., Debaive, N., Fuhr, M., Gilg, O., Gosselin, F., Guilbert, E., 2017. Snags and large trees drive higher tree microhabitat densities in strict forest reserves. *For. Ecol. Manage.* 389, 176–186.
- 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.
- Rimle, A., Heiri, C., Bugmann, H., 2017. Deadwood in Norway spruce dominated mountain forest reserves is characterized by large dimensions and advanced decomposition stages. *For. Ecol. Manage.* 404, 174–183.
- 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.
- 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

2018/19 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Radek Bače, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie lesa

Konzultant

Ing. Petr Kuna

Elektronicky schváleno dne 29. 11. 2018

prof. Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 9. 2. 2019

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

V Praze dne 18. 04. 2019

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Distribuce a kvalita mrtvého dřeva v lesích NPR Adršpašsko-teplické skály" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne: 20.4.2019

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval mému vedoucímu práce Ing. Radku Bačemu Ph.D. za odborné vedení mé bakalářské práce a za cenné rady a podnětné připomínky. Dále bych rád poděkoval Ing. Petru Kunovi a Správě CHKO Broumovsko za umožnění výzkumu na území rezervace.

Distribuce a kvalita mrtvého dřeva v lesích NPR Adršpašsko-teplické skály

Abstrakt

V rámci této inventarizační práce byl zkoumán objem, stupeň rozkladu a distribuce mrtvého ležícího hroubí v lesích celé NPR Adršpašsko-teplické skály a zároveň byly tyto údaje porovnány mezi třemi základními morfologickými typy území v rezervaci (1. Jádrová zóna skalních měst a rokle, 2. Horní zóna skalních měst a hřbety, 3. Okrajová zóna s převažujícími kulturními porosty). Data byla získána měřením na 90 zkusných kruhových plochách o poloměru 10m liniovou metodou transektů. Na každém ze tří typů území bylo 30 zkusných ploch. Měřily se veškeré padlé kmeny a větve od 7 cm (hroubí) a zároveň byl každému měřenému kusu stanoven stupeň rozkladu. V průměru bylo na celé ploše rezervace nalezeno 33,46 m³/ha ležícího hroubí. V jádrové zóně bylo zjištěno 46,92 m³/ha padlého dřeva, v horní zóně 41,99 m³/ha a v zóně okrajové 11,47 m³/ha. Nejvíce mrtvého dřeva tedy bylo nalezeno v přírodě blízkých porostech, 1. a 2. zóny, které jsou pro člověka nejhůře přístupné. Naopak nejméně ležícího hroubí bylo v okrajové zóně, která je tvořena pro rovinatými kulturními porosty, které jsou člověkem nejvíce ovlivněny. Ze stupňů rozkladu v rezervaci je tím nejčastějším třetí stupeň, který se ale na rozdíl od 1. a 2. zóny v zóně kulturních lesů nacházel minimálně. Nejméně bylo nalezeno čerstvě odumřelého ležícího hroubí, což je pravděpodobně způsobeno obrannými lesnicckými opatřeními pro aktuálně probíhající kůrovcové kalamitě. Stav mrtvého dřeva této rezervace je mírně nadprůměrný oproti celorepublikovému stavu ochranných lesů, nicméně hodnoty ležícího hroubí v okrajové zóně kulturních porostů jsou z hlediska ochrany biodiverzity v rezervaci suboptimální.

Klíčová slova: mrtvé dřevo, ležící kmeny, liniová metoda, stupeň rozkladu

Distribution and quality of dead wood in the forests of Adršpašsko-teplické skály reservation

Abstract

The subject of this inventory study was to analyze the volume, decay class and distribution of coarse woody debris (CWD) within the entire forest area of "Adršpašsko-teplické skály" national nature preserve. Acquired data were compared to three basic morphological types of the area (1. Core zone of rock towns and gorges, 1. Upper zone of rock towns and ridges, 3. Border zone with prevailing cultural stands). The data was gathered from 90 sample plots (circle with a 10m radius) using the line intersect method. Each of the three areas was covered equally with 30 plots. Any fallen trunk or branch exceeding a diameter of minimum 7 cm was analyzed and its decay class was determined. Based on the study the average of CWD volume throughout the entire reserve area was estimated at 33.46 m³/ha. More precisely the core zone being 46.92 m³/ha of CWD, the upper zone 41.99 m³/ha and the border zone 11.47 m³/ha. This indicates that the most of the CWD originates from near-natural forest of the 1st and 2nd zone, which are also the zones most inaccessible to people. On the contrary, the least CWD was found in the border zone, covered by flat cultural growths much more affected by human activity. Overall the most common degree of degradation in the preserve is the third degree, concentrated in the 1st and 2nd zone and in the cultural forest zone found only minimally. The second, fourth and fifth decay class were also found to be frequent. Fresh dead wood was the least occurring CWD decay class, which is probably due to the protective forestry measures against the current bark beetle calamity. The deadwood status of this nature preserve is slightly above average compared to the rest of the national protective forests, however, the values of the lying wood in the border zone of cultural stands are suboptimal in terms of biodiversity conservation.

Keywords: dead wood, coarse wood debris, intersect method, decay class

Obsah

1. Úvod.....	12
2. Cíl práce	13
3. Literární rešerše	14
3.1. Mrtvé dřevo.....	14
3.1.1. Procesy v mrtvém dřevě	15
3.1.2. Úloha mrtvého dřeva v lese	17
3.1.3. Inventarizace mrtvého dřeva v zahraničí	19
3.1.4. Inventarizace mrtvého dřeva v ČR	21
3.1.4.1. Celoplošné inventarizace ČR	21
3.1.4.2. Inventarizace maloplošných území	22
3.1.5. Management mrtvého dřeva v zahraničí	23
4. Národní přírodní rezervace Adršpašsko-teplické skály	24
4.1. Obecná charakteristika	24
4.2. Lesní porost	25
4.2.1. Stav lesa a druhová skladba dřevin	25
4.2.2. Historický vliv lidské činnosti	26
4.2.3. Historie přírodních disturbance v rezervaci	26
4.3. Morfologické rozdělení území	27
4.3.1. Jádra skalních měst a rokle	28
4.3.2. Horní zóna skalních měst a hřbety	28
4.3.3. Okrajová zóna kulturních porostů a náhorní plošiny	29
5. Metodika	29
5.1. Metoda rovinných liniových intersektů	30
5.1.1. Volba počtu zkusných ploch, délky a počtu liniových intersektů	30
5.1.2. Výběr míst pro zkusné plochy	31
5.1.3. Měření v terénu	32
5.2. Zjišťování orientace ležícího mrtvého dřeva	34
5.3. Zjišťování variability tlouštěk ležícího mrtvého dřeva	34
5.2. Měření kvality mrtvého dřeva	34
5.2.1. Pomůcky terenního měření	35
5.3. Výpočet objemů	36
6. Výsledky	37
6.1. Objem ležícího mrtvého dřeva v rezervaci	37

6.2. Orientace ležícího mrtvého dřeva v rezervaci.....	38
6.3. Objem mrtvého ležícího dřeva dle stupně rozkladu.....	39
6.4. Variabilita tloušťek padlého dřeva.....	41
7. Diskuze	42
7.1. Objem mrtvého dřeva v rezervaci.....	42
7.2. Objem mrtvého ležícího dřeva dle stupně rozkladu.....	45
7.3. Orientace ležícího mrtvého dřeva v rezervaci.....	45
7.4. Variabilita tloušťek padlého dřeva.....	45
7.5. Návrh managementu mrtvého dřeva pro NPR A-T.....	46
8. Závěr.....	48
9. Seznam použitých zdrojů	50
10. Přílohy	54

Seznam obrázků

Obr. 1 - Rozdělení zkusné plochy transekty

Obr. 2 - Zkusné plochy na území NPR Adršpašsko-teplické skály

Obr. 3 - Mapa neživé přírody NPR Adršpašsko-teplické skály (2015)

Obr. 4 - Mapa stupňů přirozenosti lesních porostů NPR A-T skály

Seznam tabulek

Tab. 1 - Průměrné objemové zastoupení mrtvého dřeva v morfologických typech území NPR A-T a v jednotlivých transektech zkusných ploch.

Tab. 2 - Průměrné objemové zastoupení mrtvého dřeva v morfologických typech území NPR A-T a dle stupně rozkladu.

Seznam grafů

Graf. 1 - Objem ležícího mrtvého dřeva dle morfologického typu území.

Graf. 2 - Počet měření průměru na jednotlivých transektech

Graf. 3 - Průměrné objemové zastoupení mrtvého dřeva dle stupně rozkladu v porostech NPR A-T.

Graf. 4 - Průměrné objemové zastoupení mrtvého dřeva dle stupně rozkladu dle typu území.

Graf. 5 - Počty naměřených kmenů mrtvého dřeva dle tloušťky v celém NPR.

Seznam použitých zkratk

NPR A-T - Národní přírodní rezervace Adršpašsko-teplické skály

WWF - World Wildlife Fund

ÚHUL - ústav pro hospodářskou úpravu lesa

GPS - Global Positioning System
ENFIN - European National Forest Inventory Network
NIL - Národní inventarizace lesa
NPR - Národní přírodní rezervace
CHKO - Chráněná krajinná oblast
LČR - Lesy České republiky
FSC - Forest Stewardship Council
ZCHÚ - zvláště chráněné území
UNFCCC - dead wood C pool of the forest land category

1. Úvod

V uplynulých desetiletích se pohled na přítomnost mrtvého dřeva v lese zásadně proměnil. V dnešní době už se na mrtvé dřívo v lese nenahlíží jako na výsledek zanedbaného hospodaření, nýbrž jako na prvek pevně spjatý s ekologií lesa, který do lesa zkrátka patří a je ho zapotřebí pro trvale udržitelnou péči o les (Kučera a spol., NIL 2016)

Mrtvé dřevo je jedním ze základních prvků, který odlišuje původní přírodní lesy a přírodě blízké lesy od lesů člověkem intenzivně obhospodařovaných. Je to strukturální prvek lesa, na který je především vázána samotná biodiverzita lesa. Tato přírodní struktura pak skýtá habitat jak pro nespočet organismů vázaných přímo na tlející dřevo jako jsou například saproxylické houby a brouci, tak i pro živočichy využívající dutin a skrýší, které vytváří. Další důležitou funkcí je udržení, zlepšení koloběhu živin v ekosystému, kdy tlející dřevo přechází zpět v humus. Nepochybně slouží i jako antierozní prvek půdy (Bače & Svoboda 2012). Z těchto důvodů je výzkum distribuce, kvantity a kvality mrtvého dřeva základní pilíř pro poznání stavu lesa, jeho strukturální a biologické diverzity a k podpoře diskuze o roli, kterou by management mrtvého dřeva měl hrát v našich lesích.

Diskuze o tom zda ponechávat mrtvé dřevo v lesích, kolik, jaké a kde, se týká hlavně hospodářských lesů, čili lesů intenzivně ovlivněných člověkem, které již postrádají přirozený stav. Nicméně abychom dokázali určit optimální kritéria pro ponechávání mrtvého dřeva v hospodářských lesích musíme detailně pochopit jeho roli a souvislosti v přirozeném cyklu lesa, tedy tam kde má na něj lidská činnost vliv minimální (Hort a Vrška, 1999). Jedním takovým místem je NPR Adršpašsko-teplické skály, což je ekologicky mimořádně bohaté území se specifickými geomorfologickými podmínkami, které jsou dány pískovcovým reliéfem tvořící skalní města, velké komplexy kaňonů, soutěsek, jeskyň, věží, hřbetů a náhorních plošin. Většina území NPR je pokryta lesem a kvůli složitému reliéfu je část území nevhodná pro lesní hospodaření. Díky tomu mají částečně tyto lesy přírodě blízký charakter, kde je přirozený rozpad lesa zachován a mrtvé dřevo je zde hojným prvkem. Přesto zde nikdy nebyla provedena inventarizace mrtvého dřeva zaměřená čistě na území rezervace.

2. Cíl práce

Hlavním cílem této práce je sběr dat v terénu, zjištění objemu mrtvého ležícího dříví, které se nachází v rezervaci a porovnání jeho distribuce, kvantity a kvality mezi třemi základními morfologickými typy území (rokle skalních měst, hřbety a horní zóna skalních měst a okrajová zóna s převažujícími kulturními porosty). Tyto tři morfologické typy území pod zákrytem lesa se liší svojí podstatou v historickém zacházení s porostem a svojí dostupností těžby porostu. Zde proto vyvstává otázka do jaké míry člověk v minulosti ovlivnil množství a distribuci mrtvého dřeva v jednotlivých částech rezervace a naopak do jaké míry si pískovcový reliéf sám ubránil svojí nepřístupností svou pralesovitou strukturu bohatou na padlé kmeny.

V neposlední řadě se jedná o analýzu distribuce stupňů rozkladu mrtvého dřeva a její návaznost na jednotlivé typy území.

Historicky se tato data v rezervaci nikdy systematicky nesbírala a proto je práce přínosem pro potřeby správy CHKO Broumovsko, pro kterou může sloužit jako podklad při vytváření plánu péče. Analýza těchto dat také může pomoci správě CHKO Broumovsko zaměřit se na management mrtvého dřeva na lokalitách, kde je biodiverzita lesa narušena hospodařením a “uklizením lesa”.

Na závěr je podstatou mé práce navrhnout doporučení k nakládání s mrtvým dřevem v budoucnu tak, aby kulturní lesy v rezervaci dostaly zpět svůj pralesovitý ráz, který k takto přírodně významnému a chráněnému území patří.

3. Literární rešerše

3.1. Mrtvé dřevo

Mrtvé dřevo má několik forem: jsou to mrtvé větve na živých stromech, stojící souše, na zem padlé kmeny a větve, větvičky, pařezy a jejich kořeny. Organický materiál v této podobě ovlivňuje ekologii svého stanoviště po roky až desetiletí. Tlející dřevo funguje jako místo pro klíčení semen, jako rezervoár vlhkosti během sucha, jako místo výměny živin pro příjem rostlin a v neposlední řadě jako habitat pro mnohé organismy. Během pozdějších stupňů rozkladu také příznivě vylepšuje půdní strukturu a obohacuje svrchní vrstvu humusu a zlepšuje fyzikální podmínky nadložního humusu produkty tlení. A dále vytváří příznivé podmínky pro vytvoření mykorhizy za nepříznivých podmínek. Mrtvý kořenový systém se běžně nebere v potaz při studiích mrtvého dřeva v lese a ani výzkum této práce s ním nepracuje. Nicméně rozkládající se kořeny přispívají k heterogenitě půdy, přispívají ke zlepšení retenci a perkolaci půdní vody, také zvyšuje difúzi plynů v půdě a poskytuje habitat pro půdu obývající organismy (Van Lear, 1993).

Padlé dřevo je často rozdělováno na dvě kategorie: hroubí a nehroubí. Hroubí jsou větve a kmeny s průměrem 7cm a větší. Nehroubí jsou všechny menší průměry. Toto rozdělení se používá v přibližné podobě i v zahraničí. Například v Severní Americe, kvůli imperiálnímu systému počítají jako hroubí průměry od 3 palců, což odpovídá 7,6 cm. Nehroubí může být v lese na jednotku plochy více než hroubí, nicméně obecně mají větší kusy odumřelého dřeva v sobě a na sobě poměrově více druhů organismů. To však neznamená, že nehroubí nehraje v ekologii lesa také svou významnou roli (Humphrey et Bailey, 2012).

Objem mrtvého dřeva v bezzásahovém lese je přirozeně dynamická veličina a její změny závisí na druhové skladbě, stáří porostů, historii disturbancí, produktivitě lokality a na procesech rozpadu (Harmon et al. 1986). Obecně platí, že mrtvé dřevo se vyskytuje na vysokých úrovních po přirozených disturbancích, klesá do zestárnutí porostu (v důsledku rozkladu), a pak se pomalu zvyšuje jeho množství a velikost a s věkem a rozpadem porostu (Evans a Kelty 2010).

To, jak se bude v čase mrtvé dřevo rozkládat, je určeno už příčinou jeho smrti. Příčin může být mnoho: vývrát, zlom, nedostatečná konkurenceschopnost, napadení houbami, napadení hmyzem, pokácení člověkem, puknutí a roztržení bleskem, znečištění prostředí, nedostatek vody nebo živin apod... Ve dřevě se poté zastavují běžné biologické a fyzikální procesy a stává se z něj dřevo mrtvé, které vstupuje do dlouhého a složitého procesu rozkladu, při kterém probíhají nové biologické a fyzikální procesy. To je například biologická respirace louhování a fragmentace. Dřevo je záhy kolonizováno řadou organismů a to především dřevokaznými houbami (Bače et Svoboda, 2014). Rychlost tlení a rozpadu dřeva závisí na průměru každého kusu, teplotě místa, množství srážek a druhu dřeviny (Zell et al. 2009) a také na vlhkosti a poměru O₂ a CO₂ v prostředí (Bače et Svoboda, 2014). Obecně se jehličnany rozkládají pomaleji než listnaté druhy (Harmon 1982, Zell et al. 2009).

3.1.1. Procesy v mrtvém dřevě

Dřevo je uhlíkatý polymer, který je společně s organickým opadem základní surovinou detritových řetězců v lesním ekosystému (Lička, 2008). Procesy rozpadu, které vytvářejí mrtvé dřevo jsou spojeny s rozdíly mezi dřevinami a způsobem, jakým byl rozpad zahájen. Obecně se mrtvé dřevo dá rozdělit na to, které začalo umírat zevnitř a na to, které zvenčí (Humphrey et Bailey, 2012).

- Rozpad zevnitř

Rozpad dřeva zevnitř je způsobován dřevokaznými houbami, které zahajují rozklad jádra a kořenů stromu. Tento proces probíhá jak v již mrtvých ležících a stojících stomech, tak i ve stomech živých. Jedná-li se o stále živý strom, dřevo odumírá zevnitř kmenu, ale zároveň pořád roste a letokruhy přibívají. Jak stromy stárnou, jádro nebo zralé dřevo se začíná rozpadat v důsledku kolonizace hub (z nichž mnohé jsou vzácné a specializované) a strom se stává dutým. Různé houby způsobují různé typy rozpadu a některé organismy jsou specificky spojeny s určitým typem hniloby a stupněm rozpadu. Proces rozpadu a prohlubování dutin vytváří velmi zvláštní stanoviště, která se v průběhu času mění a jsou

obsazovány stále specializovanější skupinou organismů s nimi spojených. Mnoho z těchto organismů spoléhá na dlouhodobou kontinuitu zdroje na určitém místě. V mnoha případech se jedná o dlouho trvající proces, při kterém část dřeva zůstává živá a strom může dále růst a stárnout. V mnoha případech se průnik hub do živého dřeva zpomaluje, pokud není strom zabit nebo zraněn. S rozpadem mrtvého dřeva dochází k uvolňování živin, které jsou zpětně přijímány stromem a mají na jeho stále živé části omlazující vliv. Jakmile strom začne být dutý, vytvořené dutiny jsou životně důležité pro celou řadu fauny, jako jsou například hnízdící ptáci a netopýři (Humphrey et Bailey, 2012).

Tímto způsobem vznikají v lese stromy ekologicky nadprůměrně hodnotné, které velkou měrou přispívají k biodiverzitě. Takoveto stromy však naopak mají minimální ekonomický význam pro lesní hospodářství a většinou jsou to stromy, které jdou první z lesa pryč. V současném lesnictví se teprve začíná prosazovat význam takovýchto jedinců v běžném hospodářském lese.

- Rozpad zvenčí

Na rozdíl od dutých stromů, je rozpad z vnější iniciován hlavně mechanickým poškozením, bouří, napadením organismy, nebo suchem způsobujícím rozpad borky, bělí, kořenů. K poškození také může dojít v důsledku lesnických operací během kácení. Tento typ rozkladu dřeva je poměrně krátkodobý, oproti odumírajícím živým dutým stromům a podporuje specializované, přesto relativně mobilní, houbní a hmyzí faunu přizpůsobenou rychlému využívání zdrojů. Proto je důležité zachovat kontinuitu zdrojů napříč krajinou i v rámci jednotlivých lesů, která podporuje mobilitu takovýchto druhů. Kůra a běl stojících souší vysychají velmi rychle a to způsobuje, že jádro se rozkládá pomalu. Naopak spadlé dřevo se dostává do kontaktu se zemí, kde je více exponováno mikroklimatu, houbám a dalším organismům, které výrazně urychlují rozklad dřeva. Většina mrtvého dřeva v podmínkách vysokého lese se zcela rozkládá za méně než 100 let a rozklad je nejrychlejší v oblastech s průměrnou úrovní srážek mezi 1100 a 1300 mm ročně (Humphrey et Bailey, 2012).

3.1.2. Úloha mrtvého dřeva v lese

Odumřel-li strom, naplnil pouze část své ekologické role. Mrtvý strom dále působí na ekologické pochody a druhovou skladbu svého stanoviště (Franklin et al., 1987).

Odumřelé dřevo je vedle půdy druhově nejbohatší nikou lesního ekosystému (Michal, 1999)

V uplynulých desetiletích se pohled na přítomnost mrtvého dřeva v lese zásadně proměnil. V dnešní době už se na mrtvé dřevo v lese nenahlíží jako na výsledek zanedbaného hospodaření, nýbrž jako na prvek pevně spjatý s ekologií lesa, který do lesa zkrátka patří a je ho zapotřebí pro trvale udržitelnou péči o les (Kučera a spol., NIL 2016). Ačkoliv mrtvé dřevo a tlející stromy mají historicky minimální komerční hodnotu, jejich ekologická hodnota je obrovská (Evans, 2012). Mrtvé tlející dřevo je nejdůležitější faktor ovlivňující biodiverzitu boreálních (Esseen et al., 1997), temperátních (Paillet et al., 2010) a tropické lesy. Obrovské množství lesních druhů je vázáno po celý svůj život, nebo jeho část na mrtvé dřevo (Stokland et al., 2012). Tyto druhy jsou definovány jako saproxylické organismy (Speight, 1989). Pro více jak 1500 saprofytických i parazitických hub a pro více jak 1300 druhů hmyzu je tlející dřevo potravní zdroj a ekologická nika, který se většinou z nich nedostává v hospodářských lesích v dostatečné míře a proto jsou tyto druhy ohroženy (Rakušan, 1998)

V důsledku moderního lesnictví objem mrtvého dřeva v lesích značně klesl, tím jak člověk začal měnit netknuté panenské lesy v lesy hospodářské. Intenzivní odebrání biomasy z lesů může ovlivnit schopnost lesa podporovat volně žijící živočichy, poskytovat čistou vodu, izolovat uhlík a regenerovat druhovou různorodost rostlin a dalších organismů (Evans, 2012). Napříč Evropou dosahují současné objemy mrtvého dřeva v hospodářských lesích méně než 10% přirozeného stavu (Stockland et al., 2012). Spolu s úbytkem objemu, také dramaticky klesla pestrost druhové skladby dřevin, průměrů, rozmístění, a kvality mrtvého dřeva (Jönsson and Jonsson, 2007). S tím ubývá i příležitostných habitatů a není překvapující, že následkem toho ubývá i mnoho saproxylických druhů. (Larsson, 2011). V současné době je již k dispozici velké množství výzkumů, které ukazují jasnou návaznost

lesní biodiverzity na množství mrtvého dřeva a dále výzkumy dokazující silnou závislost různých saproxylických organismů na specifické typy mrtvého dřeva (viz Harmon et al., 1986, Jonsson et al., 2005, Stokland et al., 2012). To ukazuje, že nejenom celkový objem mrtvého dřeva je podstatný pro samotnou biodiverzitu, nýbrž i mnoho charakteristik jako je jeho stupeň rozkladu, velikost kmenů a větví, dřevinná druhová pestrost, rozmístění a typ podloží (Stokland et al. 2012).

V roce 2011 vytvořila Evropská Unie strategii biodiverzity, která směřuje k zastavení ztráty biodiverzity k roku 2020. K vytyčeným cílům a plánovaným akcím jsou zahrnuta také opatření v oblasti biologické rozmanitosti, která by se měla aplikovat do běžných lesních hospodářských plánů. A právě jedno z těchto opatření směřuje k ponechávání optimálního množství mrtvého dřeva v lese (Anon., 2011). Tato strategie nedefinuje „optimální úroveň“ v kvantitativním vyjádření, ale výslovně odkazuje na směrnici EU o druzích a stanovištích, která požaduje „příznivý stav ochrany“ (Favourable Conservation Status) pro uvedené typy stanovišť a druhy organismů. To zdůrazňuje potřebu lepších základních informací o množství mrtvého dřeva v různých typech lesů a stanovení současných objemů ve vztahu k požadavkům saproxylových druhů (Travaglini et al., 2007).

Mrtvé dřevo není důležité jen na pevnině, ale má také značnou ekologickou hodnotu v rámci vodních toků, kde vytváří a zlepšuje strukturu stanoviště pro celou řadu různých skupin druhů. Například ve Velké Británii bylo 147 druhů bezobratlých shledáno jako specificky spojených s mrtvým dřevem (nebo dřevními úlomky) v potocích. Také přehrady dřevěných nánosů jsou také známy tím, že prospívají některým populacím vodních živočichů (Humphrey et Bailey, 2012).

Zájem o problematiku ponechávání mrtvého dřeva v krajině vidíme i v soukromé sféře lesnictví. Nevládní nezisková organizace Forest Stewardship Council (FSC) vyzdvihuje důležitost mrtvého dřeva pro biodiverzitu lesa a její požadavky k udělení certifikátu uvádí dokonce i konkrétní množství mrtvého dřeva na jednotku plochy. Přičemž dbá i na různorodost dřeviny ponechaných kmenů (Anon., 2014).

3.1.3. Inventarizace mrtvého dřeva v zahraničí

Dnes již většina zemí evropy a mnoho zemí po celém světě provádí inventarizaci objemu mrtvého dříví ve svých lesích.

USA začala, jako jedna z prvních zemí, inventarizaci mrtvého dřeva již v šedesátých letech a to s nástupem modernizace boje proti požárům, kdy bylo nutné rychlé vyhodnocení potencionálně nebezpečných oblastí na základě objemu dřevního „paliva“ v lesích. Avšak tyto inventarizace nebyly nijak systematicky uplatňovány po celé zemi a soustředily se spíše na potřeby specifických oblastí (Woodall et al., 2019).

Nicméně první celostátní inventarizace začaly až v 90. letech minulého století s nástupem národních inventarizačních iniciativ (např. Satiagská deklarace 1995) a s přijetím požadavků na ohlašování emisí skleníkových plynů v Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu (UNFCCC).

Další vyspělou zemí, co se týče celostátní inventarizace lesa je například Švédsko, kde je od roku 1994 každý rok inventarizováno mrtvé dříví (s průměrem nad 10 cm) na přibližně 7000 trvalých zkusných plochách. Tyto informace jsou běžně používány jako podklad pro plánování lesnické politiky a hospodaření. Za tu dobu se ve švédských lesích podařilo nasbírat velké množství dat o mrtvém dřevě a na základě těchto dat probíhá mnoho výzkumů a analýz vývoje lesa jako jsou např: (Fridman and Walheim, 2000, Kruys et al., 2013, a mnoho dalších), která vedou k lepšímu pochopení současných zdrojů mrtvého dřeva a jeho dopadu na biodiverzitu a potencionálně ke změnám v řízení lesa (Jonsson et al., 2016).

Od Mexika přes Austrálii (Russell M. B. *et al.*, 2015), Maďarsko (Ódor et Standovár 2001), Německo (Ammer, 1991), Švýcarsko (Anon, 2003) až po Francii (THIVOLLE, 1998), všechny tyto a mnoho dalších zemí provedlo celostátní inventarizaci mrtvého dřeva, přinejmenším jednou. Každá země využívá různé techniky a intenzity měření, ale společným cílem je zaplnit hlavní mezeru ve znalostech v globálním monitorování lesů (Woodall et al., 2019).

Národní inventarizace lesa (dále jen „NIL”) v jednotlivých zemích mají různý původ, historii a vývoj. V praxi to znamená, že například neexistuje jednotná definice mrtvého dřeva. Každá země má velmi odlišnou metodiku pro zjištění jeho objemu a kvality a podobně. Je to proto, že tyto NIL vznikali samostatně a byly vytvořeny s primárním cílem pokrýt informační potřeby státu. Metody NIL proto odrážejí podmínky specifické pro jednotlivé země z hlediska typu lesa, topografie, klimatických podmínek a zájmů v lesích. Porovnávání výstupů těchto NIL je proto značně komplikované, protože se s touto potřebou při jejich vzniku nepočítalo (ENFIN, <http://www.enfin.info>).

Například Švýcarsko a Norsko dávají do evidence padlé mrtvé dřevo i stojící souše dohromady. Ve Francii se na zkusných plochách eviduje jen ležící dřevo, které tam přibylo za posledních 5 let od poslední inventarizace. A rozdílné jsou i definice minimálních rozměrů pro evidování ležícího mrtvého dřeva a hranice rozdělení hroubí a nehroubí. Minimální tloušťkový limit má rozptyl od 6,4 cm v Belgii až do 30 cm ve Slovinsku. Limit délky pro měření se zase pohybuje od 0 m do 1,3 m. Tyto rozdíly v definicích a postupech mohou zkreslovat výsledky při porovnávání hodnot v různých zemích a je nutné je brát v potaz (Kučera, 2012)

Navzdory širokému mezinárodnímu konsenzu o monitorování mrtvého dřeva národními inventarizacemi lesa, je třeba ještě mnoho práce, aby se vyjasnily definice a postupy, tak aby data a výstupy mohly být přímo porovnávány nebo agregovány do mezinárodních zpráv. Existuje naléhavá potřeba mezinárodní shody o definicích a dohodě o harmonizačních metodách (RONDEUX et al. 2012).

Iniciativa, která se snaží problém odlišnosti národních inventarizací lesů řešit se nazývá European National Forest Inventory Network (ENFIN). ENFIN představuje evropskou síť na podporu organizací provádějících národní inventarizaci lesa (dále jen „NIL”), která si dává za úkol poskytnout platformu pro harmonizaci informací a dat z NIL evropských i některých mimo evropských států a optimalizovat synergii a spolupráci při jejich provádění a vyhodnocování.

Četné mezinárodní programy a cílové skupiny z oblasti životního prostředí, zpracovávání dřeva a energetiky vyžadují takovéto porovnatelné informace z NIL jako spolehlivý základ v rozhodovacích procesech. Díky těmto informačním potřebám byl na počátku století zahájen proces harmonizace (ENFIN, 2019)

3.1.4. Inventarizace mrtvého dřeva v ČR

3.1.4.1. Celoplošné inventarizace ČR

První inventarizace mrtvého dřeva v České republice proběhla pod hlavičkou ÚHULu již v letech 1987 a 1991, kdy se jednalo o takzvané „Šetření objemu nezpracovaného dřeva v lesích na území ČR. Toto šetření mělo především ekonomický podtext a mělo přispět k osvětlení rozdílu mezi výší těžby určené lesními hospodářskými plány a výší celkové produkce, která je daná celkovým průměrným přírůstem. Dále měla ukázat opravdové zatížení lesů těžbou. Nicméně již v té době si lidé začali uvědomovat roli, kterou mrtvé dřevo v lese má a proto mělo šetření sloužit i jako jeden ze vstupních údajů pro výpočet koloběhu živin a uhlíku v lesním ekosystému. Tato studie přepočítává nezpracované, či-li mrtvé dřevo, na roční ztráty vzniklé nezpracováním hroubí (okolo 3mil. m³). Měřily se stojící souše, hroubí a nehroubí na 2032 plochách o výměře 100m² (Kraus, 1999).

Dnes je v České Republice známa především celoplošná inventarizace mrtvého dřeva na území státu tzv. Národní inventarizace lesů ČR (NIL) prováděna ÚHULEm. Jedná se o nejrozsáhlejší inventarizaci mrtvého dříví v ČR. Měření objemu mrtvého dříví je zde zakomponováno jako jeden z bodů v komplexní inventarizaci lesa. Tato inventarizace však není nijak starou záležitostí. První vlna tzv. NIL1 proběhla v letech 2001-2004 a druhá vlna tzv. NIL2 v letech 2011-2015 s upravenými postupy a technologiemi a zpřesněnou metodikou. V rámci druhé vlny se měřily souše, pařezy, ležící hroubí a ležící nehroubí. Měřilo se na více jak 7700 lesních zkušných plochách rozmístěných ve čtvercové síti 2x2km, kde na jeden takovýto čtverec připadly dvě plochy. Avšak tato metodika je směrodatná pouze pro účely výpočtu objemů na úrovni celé ČR a krajů, nicméně pro zjištění hodnot v menších oblastech jako je NPR A-T skály je nutný samostatný průzkum. Výsledky pak byly spočítány jak pro celou ČR, tak i pro jednotlivé kategorie dle funkcí

lesa (lesy hospodářské, ochranné, zvláštního určení, bez rozlišení) a i dle vlastnictví (státní LČR, státní mimo LČR, obecní městské, soukromé a církevní) a nakonec dle ekologických řad. Z výsledků vyšlo, že se ČR řadí s průměrnou hektarovou zásobou mrtvého dříví 6,8 m³/ha mezi evropské země s nízkou zásobou.

Dalším inventarizačním projektem po NIL ČR je projekt CzechTerra. Jedná se o velice komplexní inventarizaci celkové krajiny ČR, která mimo jiné obsáhla i měření tlejícího dřeva v lesích. Tato měření probíhala ve dvou cyklech 2008/2009 a 2014/2015. Inventarizace probíhala na 1599 zkusných plochách, které byly jednotlivě zasazeny ve čtvercové síti 7x7km, která pokrývá celou ČR. Sběr dat byl prováděn velmi efektivní moderní technologií Field-map (<http://www.czechterra.cz>).

3.1.4.2. Inventarizace maloplošných území

Pro inventarizaci velkých celků jako jsou státy, či kraje se používají zkusné plochy, které jsou rozptýlené ve velkých rozestupech. Je zřejmé, že tyto data nelze brát jako směrodatná pro menší, specifická území těchto velkých celků. V hospodářských lesích zatím není přílišná snaha o inventarizaci mrtvého dřeva nad rámec velkoplošných inventarizací. To je přirozeně dáno i tím, že tyto porosty se většinou nevzdalují daleko od průměrných hodnot velkoplošných inventarizací a management mrtvého dřeva zde zdaleka není prioritou na rozdíl od ekonomického zhodnocení. Na druhé straně typická maloplošná území, která se vymykají průměrným zásobám mrtvého dřeva jsou chráněná území (NPR, PR, NPP a PP). A právě na těchto územích je největší snaha o provádění pravidelných inventarizací tlejícího dřeva. Touto problematikou se například zabývá práce Hort, Vrška (1999) „Podíl odumřelého dřeva v pralesovitých útvarech v ČR”.

Hort, Vrška (1999) říká, že k důkladnému poznání problematiky mrtvého dřeva velkým dílem přispívá obsáhlý výzkum pralesovitých rezeračí jehož podstatou je pravidelně se opakující inventarizace živého dřeva, dřevinné skladby a mrtvého dřeva a jeho podílu. Tvrdí totiž, že důkladné poznání funkce mrtvého dřeva a veškerých jeho souvislostí v ekosystému přirozeného lesa v nejrůznějších podmínkách nám pak může pomoci při určování optimálních kritérií ponechání mrtvého dřeva v hospodářských lesích. Měření probíhala na dvanácti vybraných maloplošných chráněných území jako jsou NPR

Ranšpurk, Žofín, Žákova hora, Boubín, Milešický prales, PR Diana, PP Stožec-Medvědice a další. První šetření proběhlo v rezervacích mezi léty 1972-1974 a ve většině rezervací bylo zopakováno po přibližně dvaceti letech v letech 1994-1996. Z šetření vyplynulo, že zásoba mrtvého dřeva v těchto rezervacích se pohybuje mezi 50 - 220 m³/ha, což přepočteno na podíl celkové zásoby znamená 8,6% - 47%.

Dalším projektem, který zahrnoval maloplošnou inventarizaci mrtvého dřeva je práce Lička (2008), která měřila na trvalých výzkumných plochách v Beskydech, Jeseníku, Krkonoš, Hostýnských vrchů, Železných hor a Ranšpurku. Jednalo se tedy převážně o horské a podhorské porosty až na výjimku NPR Ranšpurk (lužní lesy). Všechny plochy byly na chráněných území až na výjimku hospodářského lesa v Ranšpurku mimo NPR. Výsledky ukazují rozptyl podílu mrtvého dřeva v porostu od 4% do 96%. Podíl 4% mrtvého dřeva vykazoval hospodářský les mimo NPR Ranšpurk a opačný extrém, kde bylo mrtvého dřeva 32 krát více než živého patří Mumlavské hoře v KRNAP. Jinak se podíl mrtvého dřeva v porostu průměrně pohyboval okolo 20 - 40 % a zásoba na hektar mezi 64 - 251 m³/ha. I zde bylo využito moderní digitální technologie Field-Map.

3.1.5. Management mrtvého dřeva v zahraničí

Mrtvé dřevo, i přes jeho nepopiratelný význam, je Evropských zemích na velmi nízkých hodnotách. Mohou za to z velké části nevyhovující směrnice pro hospodářské i chráněné lesy. V průměru dosahuje objem mrtvého dřeva v Evropě méně než 5% předpokládaného přiznaného objemu (Lička, 2008). Dle návrhu WWF by se měl objem mrtvého dřeva v evropských lesích mírného pásma a borálních lesích zvýšit na 20-30 m³/ha do roku 2030 (WWF, 2004)

Například ve Švédsku v roce 1999 přijala švédská vláda soubor národních enviromentálních cílů (Anon., 2001), včetně udržitelného hospodaření s lesy. To zahrnuje také zvyšování objemu tvrdého mrtvého dřeva (dřevo rozložené z méně jak 10%) o více jak 40% v zemi a to hlavně v oblastech se zvláště ohroženou biodiverzitou (Jonsson et al., 2016). Tomuto rozhodnutí předcházela národní inventarizace struktury a dynamiky tlejícího dřeva v letech 1994-1996, která ukázala, že průměrný objem tlejícího dřeva v

hospodářských lesích je 6,1 m³/ha. Následně proběhla další inventarizace v letech 1996-2000, která ukázala mírný nárůst objemu na průměrných 6,6 m³/ha. A takovéto výzkumy probíhají napříč celou Evropou.

Standard FSC vyžaduje po vlastníkově lesa do 500 ha, aby ponechával zlomy, pahýly, vývraty, ležící kmeny, stromy s dutinami a vybrané vzrostlé stromy k dožití a zetlení v dospívajících a dospělých porostech. Konkrétně požaduje ponechání minimálně 5 stromů k zetlení z dospívající a dospělé etáže na jeden hektar v průměru v dílci. Lesník má upřednostňovat kmeny větších dimenzí. (Český standard FSC, 2013)

4. Národní přírodní rezervace Adršpašsko-teplické skály

4.1. Obecná charakteristika

NPR Adršpašsko-teplické skály je významným přírodním územím rozkládajícím se na ploše 1712 ha na severovýchodě Čech v Polické vrchovině v nadmořské výšce 500-786m. Význam tohoto území vychází z evropsky nejrozsáhlejšího pseudokrasového reliéfu v kvádrových pískovcích. Jedná se o komplex několika obnažených skálních měst (Adršpašské skály, Teplické skály, Jiráskovy skály, Supí skály,..) vycházejících ze skalních plošin a členitých hřbetů, který spolu s labyrintem kaňonů, soutěsek a údolí tvoří výjimečně složitý reliéf. Hustý lesní porost společně s členitým terénem tvoří nespočet vzácných biotopů druhově bohatých na faunu i floru. Jedná se především o rostlinná a živočišná společenstva horského a podhorského typu. Díky komplikovanosti terénu si rezervace i přes velký vliv lidské činnosti zachovává části území, která si doposud udržují svojí divokost a pralesovitou strukturu lesa. Pestrá geomorfologie může i za vytvoření mnoha extrémních stanovišť, které vytváří nejrozličnější životní podmínky ekologicky odlišných skupin organismů. Od společenstev na velmi exponovaných stanovištích (vrcholy skal a skalních plošin) přes společenstva přechodných stanovišť na úbočích skal až po organismy v chladných a vlhkých inverzní roklích. To vše vedlo k vyhlášení ochrany tohoto území již v roce 1933. Nicméně zdaleka ne celé území NPR je tvořeno nepřístupným pískovcovým reliéfem. Nachází se zde i roviny, údolí a náhorní

plošiny, které jsou pro lesnickou techniku přístupnější a zde je vliv člověka vidět. Většina původní dřevinné skladby byla přeměněna. Dřívější jedlo-bukové lesy jsou dnes převážně smrčiny. V těchto lesích nadále probíhá hospodářská činnost, s tím rozdílem, že jsou zde tendence zpětné přeměny porostu do původní skladby. Narozdíl od jádra rezervace jsou její okrajové části hospodářsky aktivní a les zde připomíná spíše „uklizený“ hospodářský les než-li chráněnou rezervaci.

4.2. Lesní porost

4.2.1. Stav lesa a druhová skladba dřevin

Druhová skladba dřevin byla na většině území rezervace pozměněna lidskou činností. Většina sklady dřeva se neshoduje s přirozenou skladbou stanovišť. Dnes tvoří les kulturní 78% lesního porostu a zbylých 22% je les přírodě blízký (Plán péče NPR A-T, 2016). Kritéria pro les původní ani les přírodní nesplňuje již žádný porost. Dříve zde převládaly jedlové a smrkové acidofilní bučiny a jedlové porosty. Jedle byla nedílnou součástí přirozených porostů (Sýkora & Hadač 1984). Dnes však většinu území tvoří smrkové kulturní lesy a to především na dobře dostupných rovinných okrajových zónách, náhorních plošinách a v přístupných údolích. Co se týče původních lesních společenstev, tak se dochovaly části reliktních borů, fragmenty podmáčených až rašelinných smrčín v inverzních polohách a malá území převážně acidofilních bučin. Ekosystémy jako jsou boreokontinentální bory bez lišejníků, acidofilní bučiny, rašelinné smrčiny a horské třtinové smrčiny, které dohromady zaujímají okolo 20% z celkového chráněného území, jsou důležitým předmětem ochrany lesa v rezervaci. A právě (sub)montánní smrkové bory dělají z NPR A-T hlavní oblast výskytu těchto porostů v České republice. Současné zastoupení smrku ztepilého je 76% oproti jeho přirozenému zastoupení 34%. To je hlavně na úkor jedle bělokoré a buku lesního. Jedle bělokorá má dnes místo původních 17% pouze 0,04% zastoupení. Buk lesní 1,41% místo původních 28%. Ostatní významné dřeviny jako je bříza bělokorá a borovice lesní si své zastoupení drží na číslech přirozeného výskytu. V rezervaci se vedle původních dřevin vyskytují ostrůvkovitě i dřeviny nepůvodní jako jsou smrk pichlavý, borovice kleč, jírovec maďal, douglaska tisolistá, modřín evropský a borovice vejmutovka. Výskyt borovice vejmutovky byl v posledních letech značně redukován i díky cílenému sběru jejich šišek a kácení. Zajímavé je, že introdukovaný

modřín evropský a douglaska tisolistá zvyšují v posledních letech svůj podíl ačkoliv je to v rozporu s posláním rezervace a zákonu o ochraně přírody (Plán péče o NPR A-T skály 2017).

4.2.2. Historický vliv lidské činnosti

Historicky první významější ovlivňování lesních porostů na území rezervace probíhalo od začátku 13. století a hlavně v důsledku potřeby zemědělské půdy a pastevecké činnosti. Kromě běžné těžby stromů se začalo využívat žďáření, nebo-li vypalování lesů. Žďáření prospívalo šíření slunných dřevin jako jsou břízy, osiky a borovice. Největší vliv lidské činnosti probíhal zpočátku v blízkosti hradních sídel (Střmen, Adršpach, Skály), kde tak docházelo k prvnímu většímu narušení přírodního prostředí. Po založení prvních obcí začala stoupat spotřeba dřeva a od 16. století byly zpracovávány velké objemy buku a jedle železárenskou hutí. Později se k tomu přidala čím dál intenzivnější pastva dobytka v lesích, která zapříčinila pokles zmlazení jedle, buku, javorů a lip. Docházelo tak k prosvětlování porostu a v dobách před umělou obnovou to vedlo ke zmlazování smrku a jeho samovolnému rozšiřování na úkor stinných dřevin. Určitý řád hospodaření s lesem přišel až začátkem 18. století s benediktinskou osvětou. Začala se budovat síť lesních cest. Omezovaly se velké těžby a praktikovala se seč toulavá. Přišly nové směry lesního hospodaření a s nimi i umělé zalesňování holin (především smrskem). Během posledních 200 let lidského hospodaření na území dnešní rezervace se přeměnilo okolo 80 % původních porostů, kde nyní rostou 2 až 3 generace většinou nepůvodního smrku. (Vacek & Podrazský 2004).

4.2.3. Historie přírodních disturbancí v rezervaci

Přírodní disturbance lesa jako jsou větrné a hmyzí kalamity patří k přirozenému cyklu lesa a jsou hlavními příčinami padlého dříví. Těmito kalamitám se ani Adršpaško-teplické lesy v minulosti nevyhnuly. Zaznamenané významné větrné kalamity se v rezervaci udály v letech 1786, 1868, 1929, 1930, 1954, 1955, 1984 a 1988. K nim se přidali sněhové a mrazové polomy, které proběhly v letech 1878, 1939, 1953, 1958, 1963, 1967, 1976, 1979. Lze se domnívat, že k rozsahu škody přispěl i fakt, že většinu území už tou dobou tvořily

nestabilní smrkové monokultury, které podlely těmto disturbancím ve větším rozsahu, než původní les. Nezpracované polomy poté daly několikrát vzniknout kalamitám hmyzích škůdců. Na území rezervace proběhly tyto významné kalamity škůdců: kůrovcová kalamita (1930-1933, 1947, 1967–1969, 1984), kalamita Ploskohřbetky smrkové (1938-1943), Obaleče modřínového (1980–1983), Pilatky smrkové (1981–1982) (Vacek & Podrazský 2004).

4.3. Morfologické rozdělení území

Území rezervace se dá členit mnoha způsoby. Členění, které se však asi nejlépe hodí ke zkoumání a analyzování objemů mrtvého dříví je dle morfologie reliéfu. Reliéf je klíčovým parametrem dostupnosti porostu pro člověka a jeho hospodářské aktivity. A právě dostupnost porostu ovlivnila míru lidské činnosti v místních lesích asi nejvíce. Oblasti, kde je pískovcový reliéf nejsložitější, tvoří neprostupné skalní bludiště, bariéry a strmé svahy, se lidským zásahům ubránily nejvíce. Naopak oblasti širších údolí, rovin a velkých náhorních plošin a větších hřbetů se vyznačují zcela přeměněnými porosty a dodnes aktivním hospodařením. Základní rozdělení na tři morfologické typy území vychází z velké části z mapy neživé přírody NPR Adršpašsko-teplické skály (2015) (Obr. 3). Území NPR je pro výzkum této práce rozděleno na:

- Jádra skalních měst a rokle
- Horní zóna skalních měst a hřbetů
- Okrajová zóna kulturních porostů a náhorní plošiny

Ne všude je hranice tohoto rozdělení území jasná a přesně definovatelná. Je mnoho míst, které by se dle charakteru mohli určit tak i tak. U těchto sporných míst se v rámci práce postupovalo na základě bližšího terénního posouzení a rozhodnutí k jakému území má blíže.

Tyto tři typy území se liší v míře lidské činnosti, která zde v minulosti probíhala, tudíž často i dřevinnou skladbou. V současné době se v různých místech hospodaří různě a na částech území je vyhlášena bezzásahová zóna. Tím pádem i management mrtvého dříví se

liší oblast od oblasti. Toto jsou důvody proč porovnání výše zmíněných typů území může být zajímavé a přínosné pro hlubší poznání současného stavu lesů v rezervaci. Stějně tak může být podnětem pro budoucí management lesů, tak aby především plnily funkce náležící povaze chráněného území.

4.3.1. Jádra skalních měst a rokle

Jedná se o nejmenší ze tří jmenovaných území, nicméně má největší podíl přírodě blízkých lesů. Jedná se především o skalní město Adršpach, Teplické skály, Supí skály, Jiráskovy skály, většina Vlčí rokle a rokle k ní přilehlé (Ptačí příkop, Černý příkop, apod.). V těchto oblastech se vyskytují především azonální extrémně chůda stanoviště s převahou borovice a to především SLT 0Y a dále 0Z, 0N. Dále jsou zde inverzní intrazonální stanoviště rašelinná (SLT 7R) a podmáčená a vlhká (SLT 7T, 7V) s výskytem rašelinových smrčín a skeletovitá stanoviště (SLT 7Y). Krom toho zde mají velký podíl také SLT 6N, 6Y, 6K (Mikeska 2000). V praxi to znamená, že na vyvýšených, exponovaných, velmi suchých a chudých stanovištích pískovců roste především borovice lesní a v roklinách je to především smrk. Jedná se z většiny o území velmi divoké a velmi špatně přístupné až nedostupné pro těžkou lesnickou mechanizaci a nezdíka i pro pěší přístup. Z těchto důvodů zde byl lidský vliv značně omezený, co se týče lesního hospodářství. A i dnes jsou zde lesnické zásahy minimální. Avšak i tady se najdou lokality, kde je stálý vliv člověka na porost zjevný. Jedná se především o okolí turistických tras a o větší údolí, kam sahá i lesní cestní síť (např: Vlčí rokle, Papouščí rokle, Teplické skály). Okolo těchto tras probíhá pravidelná kontrola a odstraňování pro příchod zavazujících a potencionálně nebezpečných živých i mrtvých stromů. Nebo naopak správa parku záměrně vytváří hromady mrtvého dříví podél turistických tras jako zábrany proti opouštění vyznačených tras a sešlapávání vegetace.

4.3.2. Horní zóna skalních měst a hřbety

Jedná se v pořadí o druhé nejrozsáhlejší území. I zde se vyskytuje část přírodě blízkých lesů, ale většina těchto lesů byla v minulosti přeměněná a bere se jako les kulturní. Jedná se o veškeré vyvýšené, složitě tvarované hřbety, příkré skeletovité svahy, náhorní plošinky, horní okrajové části skalních měst a masivů a obecně veškeré území mimo skalní města a

rokle. Je to území velmi podobné výše popsanému prvnímu typu. I zde se vyskytuje velké množství extrémních azonálních borových stanovišť (SLT 0Y, 0N), nicméně větší podíl zde už mají smrkové porosty, díky o něco vyvinutějším kyselým půdám (SLT 6N, 6Y, 6K, 6M) Logicky zde úplně chybí inverzní stanoviště (Mikeska 2000). Z velké části je to území, které jsou hůře dostupné až nedostupné těžské lesnické mechanizaci a hospodáření s lesem je zde omezeno.

4.3.3. Okrajová zóna kulturních porostů a náhorní plošiny

Tato zóna kulturních porostů vede podél celé hranice rezervace a obaluje ji a proto se nazývá okrajová, nicméně rozsah těchto porostů je v poměru k rezervaci největší. Tyto okrajové porosty byli původně k rezervaci připojeny z důvodu arondace celého území a nikoliv kvůli své ekologické hodnotě. Krom porostů lemujících hranici rezervace se do tohoto území počítají i velké náhorní plošiny (především okolí Koňského hřbetu, Bučiny a Sedmi schodů) a velké otevřené údolí, rokle, které jsou snadno přístupné lesnické mechanizaci a je zde vytvořena lesní cestní síť (Rokle nad Spáleným mlýnem, rokle nad Černým jezírkem, ústí Vlčí rokle, apod..). Toto území je oproti předchozím dvěma výrazně méně skeletovité, zvrásněné a z většiny je rovinnaté a proto snadno dostupné lesnické mechanizaci. Přirozeně to byla a je nejvhodnější oblast pro lesní hospodaření, které zde probíhá v rámci rezervace v největší míře. Téměř smrkové monokultury zde nejsou výjimkou. Tyto porosty nesou známky běžného hospodářského lesa a nevyskytují se zde žádné lesy, které by spadaly do kategorie lesů přírodě blízkých. Jsou zde nejživnější stanoviště v rámci rezervace (SLT 6K, 6N, 6M, 6S, 5K, 5S,..).

5. Metodika

Mrtvému dřevu, jakožto přirozené součásti lesa, se přikládá větší a větší význam. Díky tomu probíhají další a další výzkumy zaměřující se na mrtvé dřevo a s nimi roste i potřeba metod sběru a analýzy těchto dat (Marshall et al. 2000).

Inventarizace mrtvého ležícího dřeva proběhla na zvolených zkusných plochách, které byly předem náhodně umístěny na celém území NPR Adršpašsko-teplické skály. Během této inventarizace byl zjišťován aktuální stav mrtvého dřeva v rezervaci a to z hlediska kvantity, kvality (resp. stupeň rozkladu), dimenzí a distribucí mezi jednotlivé morfologické typy území (viz kapitola „Morfologické rozdělení území”).

Pro zjištění objemu mrtvého ležícího dřeva byla zvolena metoda liniových intersektů. Pro zaznamenání stupně rozkladu byla použita pěti stupňová klasifikace rozpadu dřevní hmoty.

5.1. Metoda rovinných liniových intersektů

Pro měření objemů mrtvého ležícího dříví existuje více metod, nicméně v Severní Americe často používanou metodou je měření pomocí liniových transektů (Marshall et al. 2000). Metoda liniových transektů se původně využívala hlavně ke zjištění množství dřevního materiálu v lesích kvůli analýze požárního nebezpečí v Severní Americe (Brown 1974). Jedná o efektivní metodu u níž stačí měřit pouze průměry mrtvých ležících kmenů a větví v místě, kde jejich podélnou osu protíná linie intersektu v rámci zkusné plochy. Tato metoda však neměří stojící souše ani pařezy.

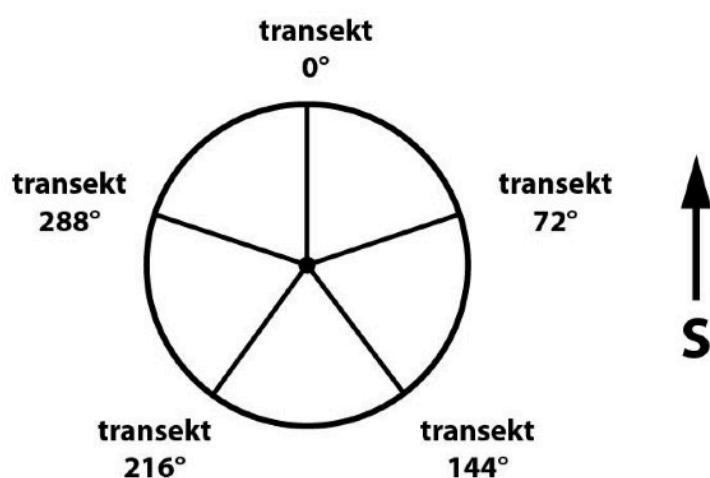
Inventarizace vybrané lokality probíhá ve čtyřech krocích následovně:

1. Volba počtu zkusných ploch, délky a počtu liniových intersektů na zkusné ploše.
2. Výběr míst pro zkusné plochy
3. Měření v terénu.
4. Výpočet objemu

5.1.1. Volba počtu zkusných ploch, délky a počtu liniových intersektů

Sběr dat probíhal v rámci zkusných ploch. S přihlédnutím na variabilitu porostu bylo zvoleno odpovídající množství zkusných ploch. Do každého ze tří morfologických typů území bylo zasazeno 30 zkusných kruhových ploch (viz kapitola 5.1.2. *Výběr míst pro zkusné plochy*), čili celkem bylo v rezervaci změřeno mrtvé dřevo na 90 zkusných plochách. Dle metody liniových intersektů (Van Wagner 1968, Brown 1974) je každá kruhová plocha rozčleněna liniemi do jednotlivých transektů vycházejících paprskovitě z jejího středu. V tomto případě byl zvolen kruh o poloměru 10m rozdělen 5 liniemi

(transekty) v pravidelných úhlech 72° . Běžně bývá poloměr zkusné plochy okolo 20-30m nicméně vzhledem ke složitosti terénu, kde převládají úzké rokle a skalní věže, se poloměr kruhu uzpůsobil, tak aby bylo možné zasadit zkusné plochy i do jádra skalních měst. S ohledem na menší dimenze zkusné plochy byl zvolen vyšší počet linií v kruhu. Místo běžných tří liniiových intesektů bylo zvoleno intersektů na jednu plochu 5. Vyšší počet kratších linií dává přesnější výsledek než menší počet delších linií (Marshall et al. 2000). Transekty byly očíslovány 1-5, přičemž první transekt směřoval v terénu vždy na sever a ostatní transekty byly orientovány ve směru hodinových ručiček každých 72° (tzn.1. transekt - 0° , 2. transekt - 72° , 3. transekt 144° , 4. transekt 216° , 5. transekt 288°) (Obr.1). Totožná orientace všech zkusných ploch (transektových hvězdic) v terénu dává možnost analýzy směru ležícího dřeva (viz kapitola 5.3. *Zjišťování orientace ležícího mrtvého dřeva*)



Obr.1 rozdělení zkusné plochy transekty. zdroj: Daniel Menšík

5.1.2. Výběr míst pro zkusné plochy

Vzhledem k extrémně členitému charakteru území probíhalo umístování zkusných ploch do terénu pomocí GPS souřadnic v online ortofoto mapě a mapy neživé přírody NPR A-T skály (Obr. 3). Pro zachování prvku náhody při výběru ploch a

pro co nejmenší ovlivnění výsledků vlastním úsudkem byly gps souřadnice jednotlivých ploch zvoleny před samotným terénním měřením bez detailní znalosti distribuce mrtvého dřeva v terénu. Výběr gps souřadnice probíhal pomocí postupné náhodné distribuce bodů nad ortofoto-mapou za pomoci nástroje GIS. Bod byl přijat k pozdějšímu navštívení v terénu, splňoval-li podmínku vyhnouti se skalním překážkám při zasazování plochy do terénu, tak aby praktické měření bylo možné. Postupným výběrem náhodně generovaných bodů, splňujících kritéria bylo pro každý morfologický typ území vybráno 30 základních a 10 náhradních souřadnic, aby v terénu v případě zjištění nemožnosti provedení měření na určité zkusné ploše bylo možné provést měření na ploše náhradní.

5.1.3. Měření v terénu

Krok 1: Lokalizace předem zvolených gps souřadnic zkusných ploch probíhá pomocí gps outdoor navigace. Po nalezení správné pozice se zatluče dřevěný kolík do země, jakožto výchozí bod pro vynesení liniových intersektů.

Krok 2: Určení směru liniových transektů. Pomocí buzoly se určí orientace na sever, a tímto směrem se pásmem odměří deset metrů od středového kolíku a kolíkem se vyznačí konec první linie, která má úhel 0° a je výchozím směrem pro orientaci zbylých linií. Pomocí buzoly se pod rovinným úhlem 72° , po směru hodinových ručiček, určí směr druhého intersektu a znovu se pásmem odměří 10 metrů a dalším kolíkem se vyznačí konec linie. Opakováním stejného postupu se vyznačí všechny směry linií v kruhu zkusné plochy.

Krok 3: Vyznačení směru pomocí provázku. Mezi středový kolík a jednotlivé kolíky na okraji zkusné plochy se natáhnou provázky, které tak vytváří od středu plochy paprsky, které pomáhají v samotném měření. Konec linie (10 m od středu) byl změřen pomocí přístroje Vertexu v modu měření horizontální vzdálenosti.

Krok 4: Měření průměrů. Měření průměrů probíhá pomocí průměrky a měří se veškeré hroubí (průměr kmene od 7cm). Postupuje se od středového kolíku podél vyznačeného provázku až k okrajovému kolíku na konci linie.

Pravidla měření:

1. Měří se průměr veškerého hroubí, které je pomyslně protnuto linií provázku.
2. Průměr ležícího kmene se měří přesně a pouze v místě, kde se protíná podélná osa kmene a linie provázku.
3. Protíná-li linie část kmene, ale nikoliv jeho podélnou osu, není započítáván do měření.
4. V případě, kdy se jedná o jeden prohnutý, či zlomený kus, který protíná lini transektu vícekrát, měří se každá jeho část, která je linií měření protínána.
5. Měří se jak hroubí ležící přímo na zemi, tak i veškeré padlé větve a kmeny, které jsou protínány směrem linie byť nemají přímý kontakt se zemí a visí v prostoru.
6. Měří se pouze hroubí, které v místě měření ještě leží svou osou nad humusovou vrstvou, čili není součástí půdy.
7. V případě, že je kmen v místě měření zploštělý, postupuje se při měření dle *Doporučených pravidel pro měření a třídění dříví (2008)* tj. měří se průměr ve dvou na sebe kolmých směrech a výsledkem je aritmetický průměr obou měření.
8. Kmeny zavěšené a ne zcela padlé se do měření započítávají, pokud se terénem svírají ostrý úhel do 45° a jsou v dosahu měření ze země.
9. Mrtvé větve na stále stojících živých stromech se neměří.
10. Prochází-li nějaká linie zkusné plochy zjevně vyrovnaným, evidovaným dřívím určeným k odvozu, neměří se.

Krok 5: Zápís naměřených hodnot. Hodnoty se zapisují ihned po naměření a v rámci jedné plochy se hodnoty přiřazují k jednotlivým liniím, ke kterým náleží. To slouží k pozdějšímu porovnání směrů padlého dříví.

5.2. Zjišťování orientace ležícího mrtvého dřeva

Směr, kterým mrtvé dřevo leží je jeden z údajů, který může vypovídat o jeho původu. Prokáže-li se, že dřevo směřuje převážně jedním směrem, lze předpokládat, že za jeho vznik může větrná disturbance. Ke zjištění orientace kmenů v rezervaci poslouží počet naměřených průměrů na jednotlivých transektech zkusné plochy. Díky stálé orientaci transektové hvězdice na sever na všech zkusných plochách je možné porovnat objemy ležícího mrtvého dřeva na jednotlivých transektech. Kmen protínající transekt spadá do orientace kolmé na transekt. To ve zkratce znamená, že kmeny a větve naměřené například na prvním transektu (orientovaný na sever) mají přibližně západovýchodní, nebo východozápadní orientaci.

5.3. Zjišťování variability tloušťek ležícího mrtvého dřeva

Dimenze odumřelého dřeva a především tloušťka je dalším z jeho kvalitativních znaků. K vyhodnocení variability tloušťek byly použity průměry kmenů naměřené metodou intersektů. Průměry pak byly rozřazeny do pěti tloušťkových kategorií 7-10 cm, 11-20 cm, 21-30 cm, 31-40 cm a větší jak 40 cm (Graf. 5)

5.2. Měření kvality mrtvého dřeva

V rámci měření kvality mrtvého dřeva je hlavním kritériem stádium rozkladu. Zvolena byla jednoduchá 5-ti stupňová klasifikace inspirovaná stupnicí (Marušák et al. 2009), která je v praxi terénního měření dobře proveditelná. Tato klasifikace rozděluje mrtvé dřevo na základě jeho mechanické soudržnosti, přítomnosti dřevokazných hub, mechů, trav a dalších rostlin. Jako základní pomůcka zde posloužil nůž sloužící k zabodávání do ležících kmenů. Zařazení do klasifikace dále záviselo na hloubce vpichu nože, stavu lýka a borky. Kvalita dřeva se měří a zaznamenává zároveň při měření průměrů hroubí metodou rovinných liniových intersektů.

Stupnice stádia rozkladu ležícího dřeva:

1 - Dřevo je čerstvé, tvrdé, bez zjevného výskytu hniloby. Strom spadl nedávno a je zcela v kůře, alespoň místy má živé lýko. Bodec (nůž) jde zapíchnout do hloubky max. 0,5 cm - 9.cm?

2 - Dřevo stále tvrdé. Většina kůry je zachovalá, ale žádné čerstvé lýko. Možný výskyt hub. Bodec (nůž) jde zapíchnout do hloubky 1 - 2 cm.

3 - Dřevo již částečně rozložené (zvenku nebo uvnitř). Zjevný výskyt hub. Velké kusy kůry jsou obvykle uvolněné až bez kůry. Bodec (nůž) lze zapíchnout do hloubky 3-5 cm.

4 - Většina dřeva je měkká. Občas lze odloupat kusy rozpadajícího se dřeva. obvykle bez kůry, části dřeva odpadlé (někde může zůstat jen tvrdší vnitřek – souhlasí s 5. stupněm rozkladu běli). Kmen leží celým svým povrchem na zemi, ale nekopíruje nutně její povrch. Povrch kmene je pokrytý shluky epifytickými houbami a rostlinami. Celá čepel nože (5-20 cm) proniká do dřeva.

5 - Dřevo je velmi měkké (rozpadává se, když je zvedáno) a kopíruje terén. Kmen pokrytý houbami, mechorosty a lišejníky nebo jím začíná prorůstat vegetace. Kmen je častokrát vnořený do půdy, ztratí svůj kulatý tvar a na jeho povrchu jsou zjevné hluboké rýhy.

5.2.1. Pomůcky terenního měření

1. Buzola
2. Vertex, odrazka
3. Turistická GPS navigace (s nahranými GPS souřadnicemi zkusných ploch)
4. Průměrka na kmeny
5. Dřevěné kolíky (případně improvizované kolíky na místě)
6. Šňůra (mezi kolíky)
7. Nůž

5.3. Výpočet objemů

Výpočet objemu z naměřených průměrů probíhal pomocí vzorce dle metodiky (Van Wagner, 1968):

$$V = (\pi^2 * \sum d^2 / 8 * L) * 10000 \text{ [m}^2/\text{ha]}$$

Kde:

$\sum d^2$ - je součet druhých mocnin naměřených průměrů v metrech

L - souhrnná délka transektů, na kterých byli naměřeny průměry d v metrech

6. Výsledky

Výsledkem této inventarizační práce je soubor naměřených hodnot, které vypovídají o aktuálním stavu ležícího tlejícího dřeva v rezervaci. Z dat získaných měření na 90 zkusných plochách (Obr. 2) byly zjištěny základní atributy mrtvého dřeva jako jsou celková zásoba, zásoba v různých stádiích rozkladu a distribuce na území rezervace. Tyto atributy byly zjišťovány jak pro území celé rezervace, tak především v rámci tří morfologických typů území (viz kapitola 4.3 *Morfologické rozdělení území*). Porosty těchto tří území jsou prostřednictvím výsledků inventarizace navzájem porovnávány a dány do souvislostí jejich původu, vývoje a ovlivnění lidskou činností.

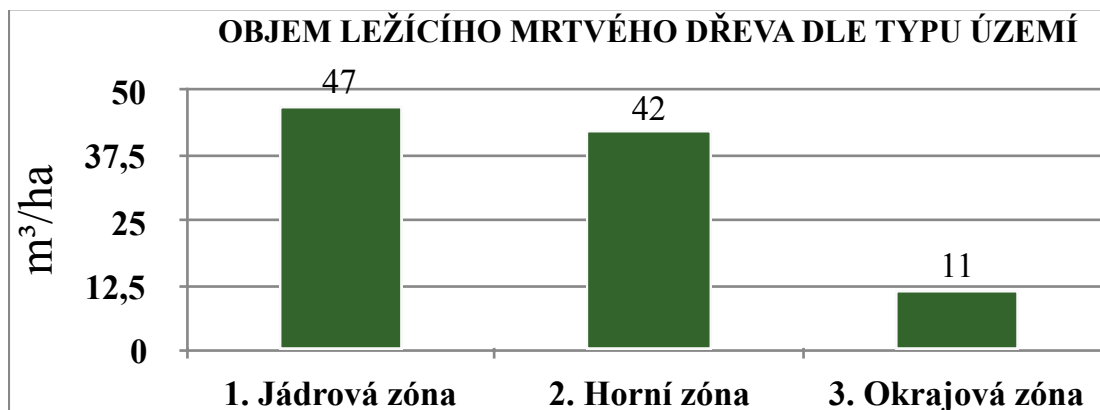
6.1. Objem ležícího mrtvého dřeva v rezervaci

Tab. 1 Průměrné objemové zastoupení mrtvého dřeva v morfologických typech území NPR A-T a v jednotlivých transektech zkusných ploch.

Morfologické typy území	Objem ležícího mrtvé dřeva					
	transekt 0°	transekt 72°	transekt 144°	transekt 216°	transekt 288°	celkové území
	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha
1. Jádra skalních měst a rokle	50,85	60,72	34,91	44,14	43,95	46,92
2. Horní zóna skalních měst a hřbety	49,03	47,97	48,87	33,82	30,27	41,99
3. Okrajová zóna kulturních porostů a náhorní plošiny	9,33	7,91	13,53	9,26	17,32	11,47
PRŮMĚR v NPR A-T	36,40	38,87	32,44	29,07	30,51	33,46

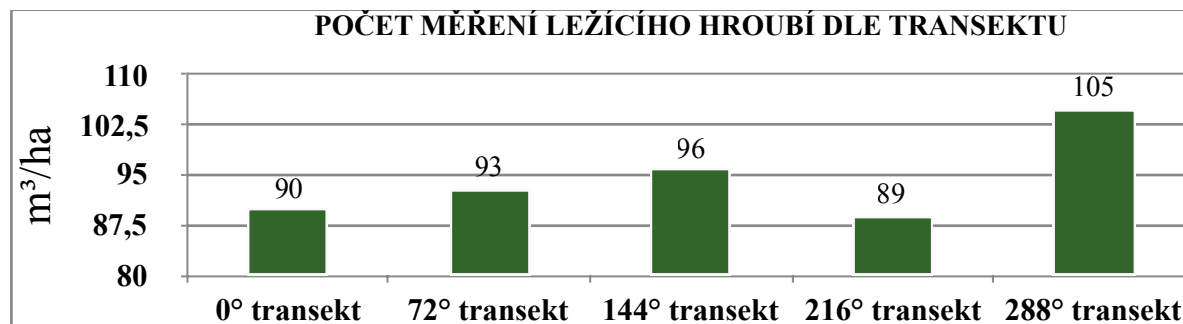
Z výsledků měření vyšlo, že průměrně se v rezervaci vyskytuje 33,46 m³/ha mrtvého ležícího dřeva (viz Tab. 1). Největší průměrné hodnoty ležícího tlejícího dřeva vykazuje území číslo 1. *Jádra skalních měst a rokle*, které má v průměru 46,92 m³/ha. Jen o něco méně vykazuje území číslo 2. *Horní zóna skalních měst a hřbety*, které dosahuje hodnoty

41,99 m³/ha. A nakonec nejmenší objemy ležícího mrtvého dřeva vykazuje území číslo 3. Okrajová zóna kulturních porostů a náhorních plošin a to 11,47 m³/ha. (Tab. 1, Graf. 1).



Graf. 1 Objem ležícího mrtvého dřeva dle morfologického typu území. (1. Jádra skalních měst a rokle, 2. Horní zóna skalních měst a hřbety, 3. Okrajová zóna kulturních porostů a náhorní plošiny)

6.2. Orientace ležícího mrtvého dřeva v rezervaci



Graf. 2 Počet měření průměru na jednotlivých transektech

Na základě počtu měření ležícího hroubí na jednotlivých transektech bylo zjištěno, že natočení padlých kmenů a větví je přibližně vyrovnané ve všech transektech (Graf. 2).

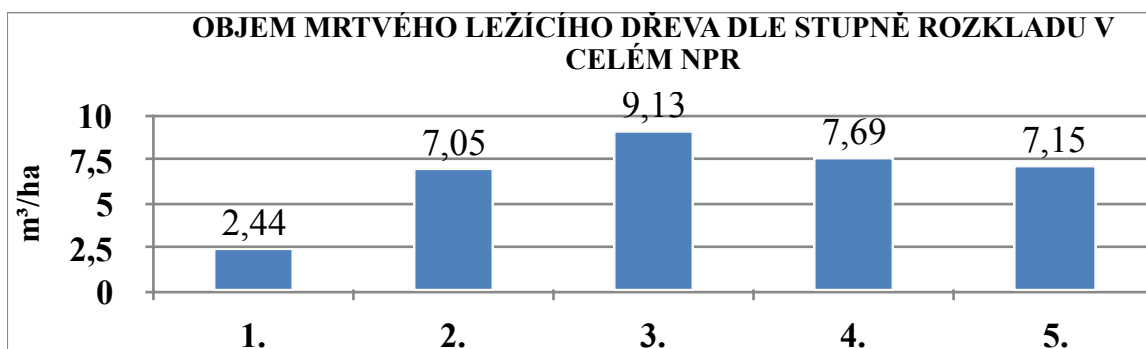
6.3. Objem mrtvého ležícího dřeva dle stupně rozkladu

Stupeň rozkladu mrtvého ležícího dřeva je jeden z jeho kvalitativních znaků a v této práci byl měřen zároveň s jeho objemem. Každému kusu ležícího dřeva, kterému byl změřen průměr byl také určen stupeň rozkladu (viz. kapitola 5.2). V tomto případě byly údaje o objemu získané z jednotlivých zkusných ploch rozřazeny dle jejich příslušnosti k typu území a rozděleny dle stupně rozkladu (Tab. 2).

Tab. 2 Průměrné objemové zastoupení mrtvého dřeva v morfologických typech území NPR A-T a dle stupně rozkladu.

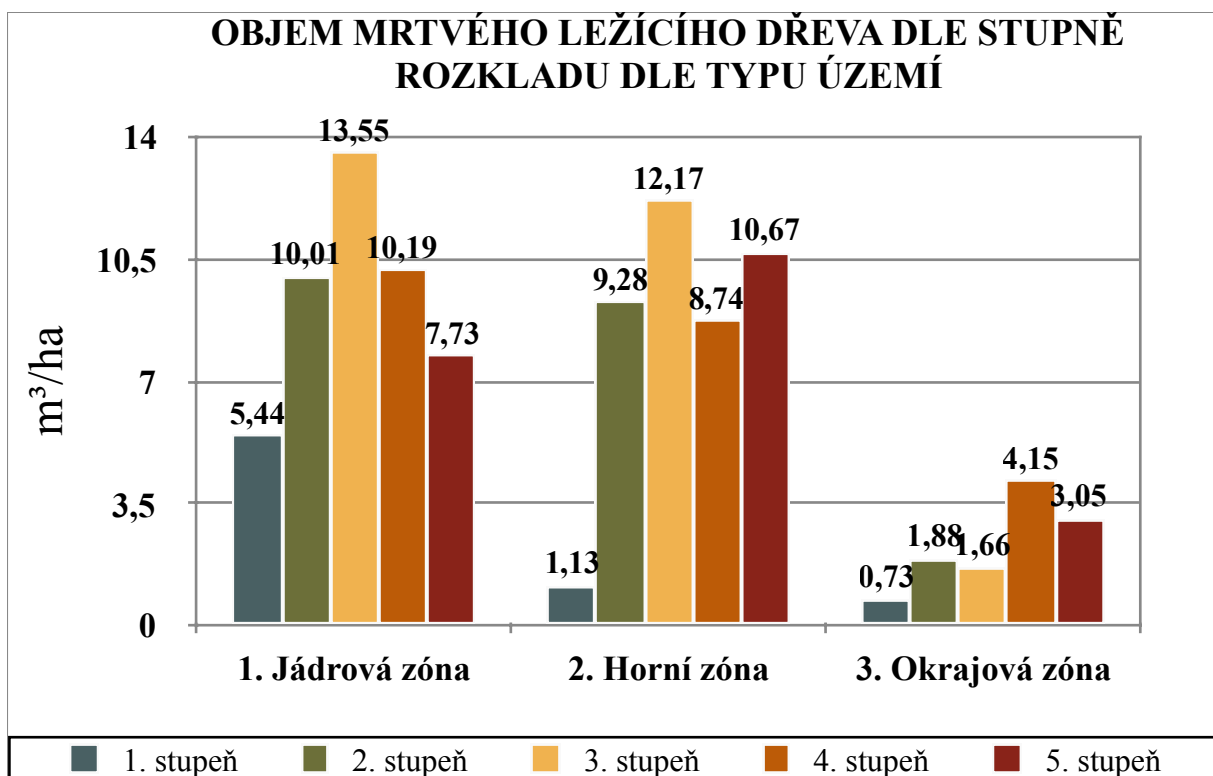
Morfologické typy území	Stupně rozkladu padlého dřeva					
	1	2	3	4	5	průměr území
	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha
1. Jádra skalních měst a rokle	5,44	10,01	13,55	10,19	7,73	46,92
2. Horní zóna skalních měst a hřbety	1,13	9,28	12,17	8,74	10,67	41,99
3. Okrajová zóna kulturních porostů a náhorní plošiny	0,73	1,88	1,66	4,15	3,05	11,47
PRŮMĚR v NPR A-T	2,44	7,05	9,13	7,69	7,15	33,46

Inventarizace ukázala, že celkově se nejvíce padlého dřeva nachází ve třetím stupni rozkladu a to v průměru 45,64 m³/ha. Ve čtvrtém stupni rozkladu se nachází zásoba 38,46 m³/ha. Téměř nastejno vychází zásoba ve druhém (35,27 m³/ha) a pátém stupni (35,75 m³/ha), zato nejméně se v rezervaci nachází čerstvě padlého dřeva prvního stupně rozkladu, a to 12,18 m³/ha (Tab. 2, Graf. 3).



Graf. 3 Průměrné objemové zastoupení mrtvého dřeva dle stupně rozkladu v porostech NPR A-T.

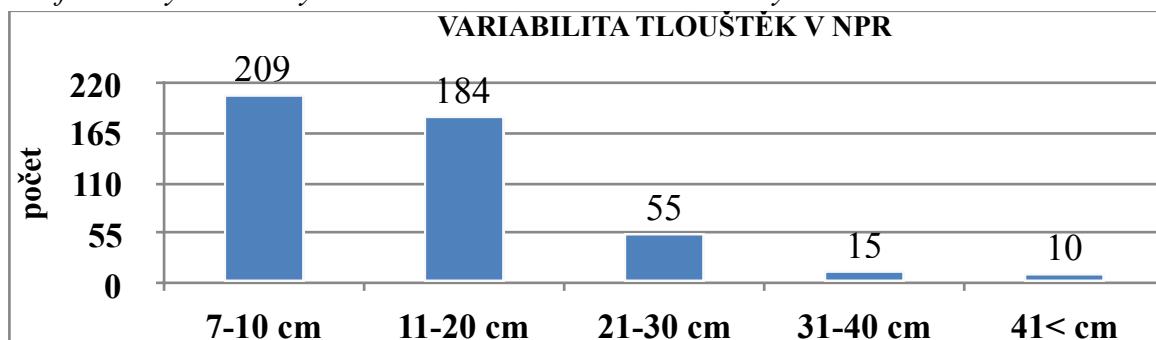
Detailnější náhled na množství mrtvého dřeva v jednotlivých fázích rozkladu dle typu území nabízí graf č.4. Zde je vidět, že nejmenší podíl má ve všech typech území čerstvě odumřelé dřevo prvního stupně, což vypovídá o tom, že zde v nedávné době neproběhla žádná větší disturbance, nebo že dřevo bylo vytěženo v důsledku boje proti přemnožení kůrovce. Naopak největší zásoba tlejícího dřeva se nachází ve fázi středního, čili třetího stupně rozkladu a to zejména uvnitř roklí a skalních měst (67,74 m³/ha) a v horní zóně skalních měst (60,85 m³/ha). V kulturních porostech se nachází nejvíce tlejícího dřeva v pokročilém čtvrtém (20,73 m³/ha) a pátém stupni (15,27 m³/ha) tlení.



Graf. 4 Průměrné objemové zastoupení mrtvého dřeva dle stupně rozkladu dle typu území.

6.4. Variabilita tloušťek padlého dřeva

Graf. 5 Počty naměřených kmenů mrtvého dřeva dle tloušťky v celém NPR.



Výsledky ukazují, že suveréně nejvíce se v porostech vyskytují větve a kmeny pod 10cm. Z grafu 5 je vidět jasný trend, že s průměrem klesá počet naměřených kmenů. S průměrem ubývá počet. Celých 83% naměřených kusů mělo průměr menší 20 cm včetně. Největší kusy vyskytující se na zkušných plochách neměly více než 51 cm v průměru, což je zřejmě dáno povahou převládajících chudých až extrémních stanovišť a stářím porostů.

7. Diskuze

7.1. Objem mrtvého dřeva v rezervaci

Z inventarizačního měření objemu vyšlo, že průměrně se v rezervaci vyskytuje 33,46 m³/ha mrtvého ležícího dřeva (viz Tab. 1). Albrecht (1991) říká, že objem mrtvého dřeva v přírodních středoevropských lesích se pohybuje okolo 50-200 m³/ha. K podobnému výsledku (50-220 m³/ha) došel i inventarizační výzkum Hort a Vrška (1999), který proběhl ve 12 různých přírodních rezervacích ČR. Při porovnávání těchto výsledků je nutné si uvědomit, že tato bakalářská práce se svým rozsahem zaměřovala pouze na ležící mrtvé dřevo (hroubí) a také skutečnost, že porosty NPR A-T jsou tvořeny z 78% kulturními porosty a pouze z 22% lesy přírodě blízkými (Plán péče, 2017). V ČR se průměrný objem mrtvého v hospodářských, čili kulturních porostech pohybuje okolo 6,7 m³/ha (NIL, 2016). Důsledkem velkého podílu kulturních lesů v rezervaci je přirozeně průměr mrtvého dřeva na hektar v celé rezervaci nižší. V důsledku velkých rozdílů morfologie území a charakteru porostu v rámci rezervace je nutné zkoumat stav mrtvého ležícího dřeva dle jednotlivých morfologických typu území.

Na základě srovnání výsledků grafu č. 1 a povahy a historického vývoje jednotlivých území, která přechází od těch nejskeletovitějších a nejhůře přístupných porostů (1. jádrová zóna) až po porosty pro člověka jednoduše dostupné (3. okrajová zóna) je možné konstatovat, že všeobecným hlavním faktorem ovlivňující množství mrtvého dřeva v těchto porostech je vliv člověka.

1. JÁDRA SKALNÍCH MĚST A ROKLE

Inventarizace ukázala, že se jedná se o území s největším množstvím padlého dřeva na hektar 46,92 m³/ha (Graf. 1). To je zřejmě způsobeno především tím, že většina porostu tohoto území je les přírodě blízký, který roste ve velmi složitém a špatně přístupném terénu. Zkusné plochy tohoto území vykazovaly velmi rozličné množství naměřeného dřeva. Některé lokality se objemem tlejícího dřeva blížily podobě přírodních pralesovitých

útvary, zatímco na jiných místech bylo dřevo ve velké míře odtěženo a to i na místech, která jsou mimo okolí turistických cest.

Srovnáme-li objemy mrtvého ležícího dřeva tohoto území s hodnotami z různých chráněných území s přírodními a přírodě blízkými lesy v ČR, které byly změřeny v rámci prací Vrška et al. (1998, 1999, 2000a, 2000b, 2001a, 2001b, 2001c), vidíme, že objem padlého dřeva (hroubí) na hektar je v této oblasti NPR A-T skály výrazně nižší. V NPR Salajka byl objem ležícího hroubí stanoven na 152 m³/ha, v NPR Žákova hora na 114 m³/ha, v PR Polom na 104 m³/ha, v NPR Mionší na 108 m³/ha, NPR Razula 199 m³/ha, v PR Milešický prales na 101 m³/ha a v NPR Boubín na 185 m³/ha. Při tomto srovnání nutno doplnit, že některé výše zmíněné rezervace (NPR Boubín, PR Milešický prales) se nacházejí vyšších polohách, než NPR A-T a především se jedná o horské smrčiny a bučiny na méně extrémních stanovištích a živnějších půdách, které pravděpodobně mají i výrazně vyšší zásobou živého porostu na hektar. Dle (Christensen et al., 2005) je zásoba ležícího dřeva ve vyšších horských polohách vyšší, než v nižších polohách a se zásobou živého porostu roste potenciál obejmu odumřelého dřeva. Dalším vysvětlením také může být, že sice NPR A-T byla založena již v roce 1933, avšak dle Plánu péče (2017) byl cílený ochranný management lesních ekosystémů prováděn až od roku 2000. Lze se tak domnívat, že do té doby byly lesnické zásahy v jádrové zóně rezervace četnější a to zřejmě ovlivnilo i současný stav mrtvého dřeva. Navíc během 80. a 90. let byl k vyklízení kůrovcového dřeva využíván vrtulník. Vyšší průměrné zásoby mrtvého ležícího hroubí vykazuje mnoho dalších tuzemských a zahraničních inventarizací, prováděných v přirozených smrko-bukovo-jedlových porostech. Například v polském NP Gorce byla zásoba mrtvého ležícího dřeva stanovena na 93 m³/ha (Jaworski et al., 1995) a na Slovensku v Dobročském pralese bylo podle Saniga a Schütz (2001b) změřeno 227 m³/ha. Na druhou stranu ve skandinávských zemích jako je Švédsko a Finsko se v boreálních borech a smrčinách mezofytních stanovišť vyskytuje podobné množství ležícího hroubí jako v NPR A-T. Například dle Linder (1998) se ve švédských borech necházelo 38 m³/ha a dle Sippola et al. (2001) bylo ve Finsku naměřeno v přirozených boreálních smrčinách 37 m³/ha padlého dřeva. S jistotou však lze konstatovat, že největším faktorem ovlivňující množství mrtvého dřeva je lidská činnost.

2. HORNÍ ZÓNA SKALNÍCH MĚST A HŘBETY

Výsledky inventarizace ukázaly, že zde stav objemu mrtvého dřeva je jen o něco nižší než v prvním typu území. Průměrná zásoba padlého dřeva je zde 41,99 m³/ha (Graf.1). Původní domněnka, že na tomto území bude zásoba nižší, než v roklích skalních měst, kam odumřelá hmota často padá, se prokázala jen částečně. To je pravděpodobně způsobeno, tím, že mnohé rokle jsou o něco dostupnější a lidmi frekventovanější, než horní horní zóna skalních měst a hřbetů. K tomu některá místa hřbetů, především jejich západní svahy, jsou exponovaná vlivům větru a na těchto lokalitách se také objevovalo zvýšené množství padlého dřeva.

3. OKRAJOVÁ ZÓNA KULTURNÍCH POROSTŮ A NÁHORNÍ PLOŠINY

Toto území se velmi liší od výše zmíněných území rezervace jak svým charakterem, tak i zásobou mrtvého ležícího dříví (Graf. 1). Zásoba 11,47 m³/ha je hluboko pod průměrem celé rezervace. Veškerý porost tohoto území tvoří kulturní, hospodářské lesy (Obr. 4 *Mapa přirozenosti lesa NPR*). Nižší objem mrtvého dřeva byl na tomto území předpokládán, jelikož malý výskyt mrtvého dřeva v porostu je typickým znakem hospodářských lesů. Fakt, že zásoba tlejícího dřeva je všeobecně výrazně vyšší v přírodních lesích oproti těm hospodářským potvrdilo již mnoho studií (Svoboda, 2007). Stav zásob mrtvého ležícího hroubí v porostu tohoto území je v porovnání s výsledky celorepublikové inventarizace NIL 2 (2016), která stanovil objem ležícího hroubí v hospodářských lesích na průměrných 6,7 m³/ha nadprůměrnou oblastí. A to přesto, že toto území rezervace tvoří především kulturní hospodářské porosty je toto území součástí kategorie lesů ochranných, které dle měření NIL 2 mají v průměru 28,9 m³/ha. To znamená, že tyto lesy jsou i z celorepublikového hlediska ochranných lesů hluboko pod průměrem. Právě v těchto porostech je skutečně největší potenciál ke zvýšení objemu mrtvého dřeva a k cílenému managementu mrtvého dřeva. V novém plánu péče (2017) je ponechávání mrtvého dřeva v porostu zakomponováno, nicméně výsledek inventarizace je, že zde je velký prostor pro zlepšení.

7.2. Objem mrtvého ležícího dřeva dle stupně rozkladu

Na pětistupňové škále rozkladu se dle výsledků inventarizace ukázalo, že v rezervaci je nejvíce ležícího hroubí ve třetím stupni rozkladu, a to průměrně 9,13 m³/ha (Tab. 2, Graf. 3). Zároveň je třetí stupeň rozkladu nejvíce zastoupen v porostech jádrové a horní zóny rezervace, čili v porostech nejméně ovlivněných člověkem (Graf. 4). Dle Harmon et al. (1986) a Spetich et al. (2002) je právě třetí stupeň rozkladu tím nejčastějším stupněm v přírodních lesích. Také dle Jonssona (2000) ve švédských boreálních pralesovitých porostech je nejvíce zastoupen stupeň rozkladu 2 a 3. Obdobně tomu je i v pralesovitých strukturách na jihu Finska, kde v práci (Siitonen et al. 2000) se ukázal být třetí stupeň také tím nejčastějším. Naopak v kulturních porostech NPR A-T je stupeň rozkladu tři zastoupen velmi málo a spíše převažuje 4. a 5. stupeň (Graf. 4). Opačný trend sledovali (Siitonen et al., 2000; Jonsson, 2000; Svoboda, 2007), v těchto výzkumech v hospodářských lesích převažovali počáteční dva stupně rozkladu a pátý, konečný stupeň rozkladu nebyl příliš četný. Tento jev je přisuzován rychlé dekompozici menších dimenzí dřeva, které zároveň rychle splývají s vegetací a hůře se nachází. Jako jedno z možných vysvětlení rozdílu těchto výsledků se nabízí to, že při současné kůrovcové kalamitě je snaha čerstvé mrtvé dřevo odstraňovat z porostu.

7.3. Orientace ležícího mrtvého dřeva v rezervaci

Jelikož v žádném z transektů nebyl zjištěn výrazně vyšší počet naměřených hodnot, bylo natočení padlých kmenů do všech směrů přibližně rovnoměrné. Lze tedy vyloučit, že by za původem významné části padlého dříví stála jedna významná větrná disturbance. Dle plánu péče NPR A-T proběhla poslední významná větrná kalamita 24. 7. 1988, lze však předpokládat, že většina padlého dřeva z této kalamity byla vytěžena. Rovnoměrná četnost orientací padlého dřeva znamená, že se převážně jedná o dřevo vzniklé přirozeným rozpadem lesa, odumřením po napadení škůdci, nebo zásahem člověka.

7.4. Variabilita tloušťek padlého dřeva

Výsledky ukazují, že suveréně nejvíce se v porostech vyskytují větve a kmeny pod 10cm. Z grafu 5 je vidět jasný trend, že s průměrem klesá počet naměřených kmenů. Celých 83%

naměřených kusů mělo průměr menší 20 cm včetně. Největší kusy vyskytující se na zkusných plochách neměli více než 51 cm v průměru, což je zřejmě dáno povahou převládajících chudých až extrémních stanovišť a stářím porostů. Velmi podobný trend počtu stromů v tloušťkovém rozmezí zaznamenal například i Jonsson et al. (2016), kdy ubývalo počtu stromů na každý přidaný centimetr průměru.

7.5. Návrh managementu mrtvého dřeva pro NPR A-T

Management mrtvého dřeva ve smyslu ochrany přírody je nakládání s odumřelou dřevní hmotou v porostu, tak aby byla zajištěna a podporována přirozená biodiverzita a stabilita ekosystému. Les přírodní a člověkem minimálně dotčený žádný aktivní management mrtvého dřeva nepotřebuje, jelikož přírodní procesy ho zajišťují přirozeně samy. Avšak většina českých i evropských lesů je člověkem dlouhodobě ovlivňována a výjimkou není ani NPR A-T skály. Chceme-li v těchto lesích provozovat dlouhodobě udržitelné hospodářství, které nám bude přinášet užitek a chceme-li, aby les zároveň plnil své přirozené funkce ekosystému, nesmíme bránit přirozeným procesům a musíme tomu přizpůsobit své hospodaření. Mnoho takových procesů je vázáno právě na mrtvé dřevo, které je dlouhodobě odstraňováno z kulturních porostů a tím pádem je celý ekosystém narušen. V tomto případě je pak nutný aktivní lidský management mrtvého dřeva, který má za úkol zajistit co nejlepší rovnováhu mezi zájmy hospodářskými a ochrannými.

Z podstaty chráněného území NPR A-T skály je zřejmé, že zde by měl jasně převažovat zájem ochrany přírody. V NPR A-T skály se vyskytují dva typy lesa dle jeho přirozenosti: les přírodě blízký a les kulturní (viz Obr. 4). To znamená, že celý porost na území rezervace byl člověkem ovlivněn. V současné době je v oblasti přírodě blízkého lesa vyhlášen bezzásahový stav hospodářské činnosti (až na kalamitní dřevo) a v oblasti lesů kulturních probíhá více či méně (záleží na oblasti) dále hospodářská činnost. Bezzásahový stav v jádrové zóně rezervace, kde převažují přírodě blízké lesy lze považovat za formu pasivního managementu mrtvého dřeva, která je zde určitě vhodná a lze doporučit jen jeho ponechání bezzásahového stavu. A i vzhledem k výsledkům inventarizace, které ukazují na příznivý stav mrtvého dřeva v těchto částech rezervace. Na druhou stranu kulturní porosty

okrajové zóny a náhorních plošin vyžadují vzhledem k výsledkům inventarizace řízený management mrtvého dřeva, má-li zde i nadále probíhat hospodářská činnost. Doporučení této práce směřují tedy především na tyto porosty.

Dle plánu péče (2017) si je správa rezervace vědoma problematiky mrtvého dřeva a počítá s jeho managementem. Doporučení této práce vychází z výsledků inventarizace a certifikované metodiky (Bače a Svoboda, 2016) a měla by pomoci při volbě nejvhodnějších postupů a nakládání s mrtvým dřevem v krajině.

- 1) Jako nejúčinnější způsob, jak zvýšit objem mrtvého dřeva v porostu je ponechávání skupinek stromů k dožití. Tyto stromy se posléze stávají veteránskými stromy, které postupně odumírají a prochází stádií souše a padlých kmenů.
- 2) Ponechávat v lese staré odumírající stromy, které na sobě mají množství trhlín, dutin, skulin, hniloby, apod... Tyto stromy mají minimální ekonomický význam, ale skýtají habitat pro nespočet druhů.
- 3) Soustředit se především na ponechávání kmenů velkých dimenzí, kterých se dle výsledků měření nachází v rezervaci málo (Graf. 5). Na kmenech velkých dimenzí je navázáno velkým množstvím druhů, které se v menších dimenzích kmenů nevyskytují (Kraus et Krumm, 2013).
- 4) Vzhledem k ochranné podstatě území, je žádoucí ponechávat veškeré stojící souše, které přímo neohrožují návštěvníky skalních měst, nebo jsou rizikem pro ochranu lesa.
- 5) Ponechávat co možná nejvíce ležícího mrtvého dřeva a těžebních zbytků. To nutně neznamená ponechávání veškerého kalamitního dřeva, které se zpracovává nahodilou těžbou.

8. Závěr

V rámci této bakalářské práce byla provedena inventarizace ležícího hroubí za pomoci sběru a analýzy kvalitativních a kvantitativních dat na 90 zkusných plochách v NPR Adršpašsko-teplické skály. Rezervace byla pro účely práce rozdělena do tří území, které se od sebe odlišují morfologií terénu, dostupností a charakterem i vývojem porostu (1. jádrová zóna skalních měst, 2. horní zóna skalních měst a hřbety, 3. okrajová zóna a náhorní plošiny). V průměru bylo na celé ploše rezervace nalezeno 33,46 m³/ha. V jádrové zóně rezervace bylo zjištěno 46,92 m³/ha padlého dřeva, v horní zóně 41,99 m³/ha a v zóně okrajové 11,47 m³/ha. Z těchto výsledků je vidět velký rozdíl okrajové zóny kulturních porostů od zbylých dvou území, která jsou převážně pokryta přírodě blízkými lesy. Stav objemu ležícího hroubí v této rezervaci se v porovnání s výsledky inventarizačních šetření v mnohých přírodních pralesovitých chráněných lesích v ČR dle dostupné literatury ukázal jako podprůměrný. Na druhou stranu se ukázal být o něco vyšší než celorepublikový průměr objemu ležícího hroubí v ochranných lesích, který činí 28,9 m³/ha. Avšak nad tento průměr se hodnoty NPR A-T dostaly díky svým přírodě blízkým lesům, které tvoří pouhých 22% rezervace. Zbytek porostů v rezervaci, čili kulturní porosty, je v tomto ohledu podprůměrný a právě u nich je největší potenciál ke zlepšení stavu tlejícího dřeva a k jeho cílenému managementu, který může pomoci větší biodiverzitě. Rozdíl v objemech ležícího hroubí mezi jednotlivými typy území je zcela jasně zapříčiněn dlouhotrvajícím ovlivňováním porostu lidskou činností.

Z měření podílu ležícího hroubí ve stupních rozkladu se celkově jako nejčastější stupeň ukázal stupeň třetí, který se však v zóně kulturních lesů nacházel podstatně méně. Velmi četné byly i stupně dva, čtyři a pět. Nejméně tlejícího dřeva se nacházelo v čerstvě odumřelém stavu prvního stupně. Tento výsledek si je možné vysvětlit jako následek lesnické obrany proti aktuálně probíhající kůrovcové kalamitě.

Výsledky měření podílu tlouštěk tlejícího hroubí ukázaly, že se zvětšujícím se průměrem klesá počet kusů v daném průměru, což byl předpokládaný výsledek. Podstatné je, že na zkusných plochách nebylo nalzeno mnoho stromů velkých dimenzí s průměrem kmene alespoň 40-50 cm, které hrají velkou roli v biodiverzitě lesa. To je pravděpodobně také

následek lesnických kůrovcových opatření, hospodaření obecně a nejspíš také kvůli menšímu všeobecnému výskytu stromů velkých dimenzí na extrémních stanovištích.

Jelikož tato práce se svým rozsahem soustředila pouze na inventarizaci části tlejícího dřeva, a to ležícího hroubí, tak pro úplnost obrazu současného stavu tlejícího dřeva v NPR A-T je potřeba provést další inventarizační šetření. Přesto se na základě tohoto šetření již nyní dá konstatovat, že objem tlejícího dřeva je v kulturních lesích rezervace z hlediska ochrany biodiverzity suboptimální.

9. Seznam použitých zdrojů

- ALBRECHT, L.: Die Bedeutung des toten Holzes im Wald. *Forstw. Cbl.* 110/2, 1991, s. 106-113.
- BAČE, R., SVOBODA, Management mrtvého dřeva v hospodářských lesích - certifikovaná metodika, *Lesnický průvodce*, Strnady, 2016.
- BAČE, R., SVOBODA, M.: Hodnocení aspektů managementu mrtvého dřeva v hospodářských lesích a předběžný návrh doporučení [online], 2012, [cit. 2019-03-05]. Dostupné z WWW: <http://home.czu.cz/storage/74451_dwm_f3.2012.pdf>
- BROWN, J., K.: Handbook for Inventorying Downed Woody Material. *USDA Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station 1*, 1974, doi:10.1017/CBO9781107415324.004. 24 pp.
- BRUNET, J. et al.: Biodiversity in European Beech Forests: a Review with Recommendations for Sustainable Forest Management. *Ecological Bulletins*, vol. 53, 2010. pp.77-94.
- CHRISTENSEN, M. et. al.: Dead wood in European beech (*Fagus sylvatica*) forest reserves. *Forest Ecology and Management*, 210, 2005, pp. 267-282.
- DUDLEY, N., VALLAURI, D.: Deadwood - Living Forests. *WWF Report*, 2004. pp.15
- ENFIN. *European National Forest Inventory Network* [online]. Vienna [2019] [cit. 2019-03-04]. Dostupné z WWW: <<http://enfin.info>>.
- ESSEEN, P., EHNSTRÖM, B., ERICSON, L., SJÖBERG, K.: Boreal forests. *Ecological Bulletins*, vol. 46, 1997, pp. 16-47.
- EVANS, A., KELTY, M.: Ecology of Dead Wood in the Southeast. *Forest Guide* [online], 2011, [cit. 2019-03-05]. Dostupné z WWW: <http://www.forestguild.org/publications/research/2011/ecology_of_dead_wood_SE.pdf>, pp. 37.
- FRANKLIN, J. F. et al.: Tree death as an ecological process. The causes, consequences, and variability of tree mortality. *BioScience*, 37, 1987, pp. 550-556.
- FRIDMAN, J., WALHEIM, M.: Amount, Structure, and Dynamics of Dead Wood on Managed Forestland in Sweden. *Forest Ecology and Management*, 2000, doi:10.1016/S0378-1127(99)00208-X. pp. 23-36.
- HARMON, E. et al.: Ecology of Coarse Woody Debris in Temperate Ecosystems. *Advances in Ecological Research*, 1986, pp. 136-263.

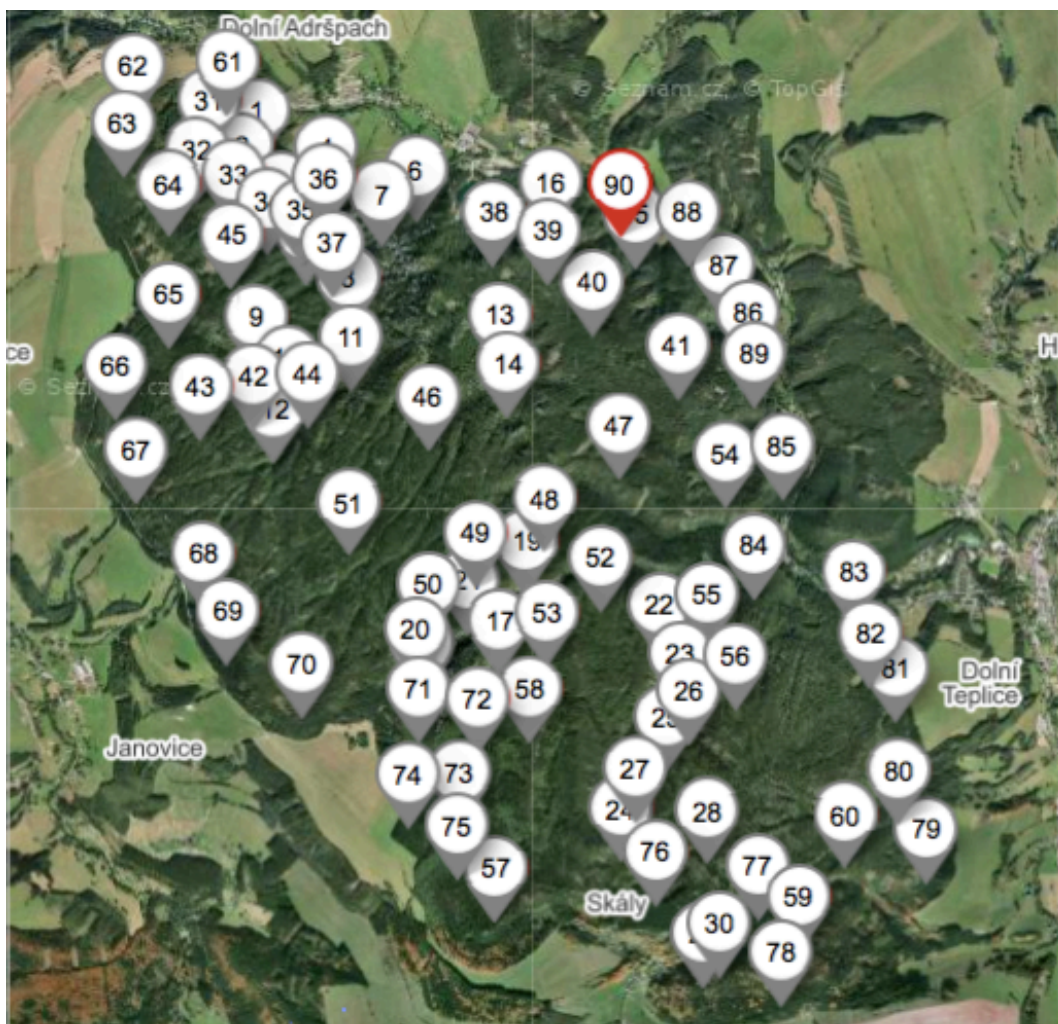
- HORT, L., VRŠKA, T.: Podíl odumřelého dřeva v pralesovitých útvarech v ČR. In: Význam a funkce odumřelého dřeva v lesních porostech. Vranov nad Dyjí, ČLS 1999, s. 75-86.
- HUMPHREY, J., BAILEY, S.: Managing Deadwood in Forests and Woodlands. *Forestry Commission Practice Guide*, 2012, pp. 1–24.
- JAWORSKI, A., KARZMARSKI, J.: Budowa, Struktura, Dynamika i Możliwości Produkcyjne Górnoreglowych Borów Świerkowych w Babiogórskim Parku Narodowym. *Acta Agraria et Silvestria. Series Silvestris*, 1995, pp. 33.
- JONSSON, B., G.: Availability of Coarse Woody Debris in a Boreal Old-Growth Picea Abies Forest. *Journal of Vegetation Science*, 2006, vol. 11, pp. 51-56.
- JONSSON, B., G. et al.: Dead Wood Availability in Managed Swedish Forests - Policy Outcomes and Implications for Biodiversity. *Forest Ecology and Management*, vol. 376, 2016, pp. 174-182.
- JÖNSSON, M., T., JONSSON, B., G.: Assessing Coarse Woody Debris in Swedish Woodland Key Habitats: Implications for Conservation and Management. *Forest Ecology and Management*, vol. 242, 2007, pp. 363-373.
- KRAUS, D., KRUMM, F.: Integrative approaches as an opportunity for the conservation of forest biodiversity. *European Forest Institute*, 2013, 284 pp.
- KRAUS, M.: Šetření objemu nezpracovaného dřeva v lesích na území České republiky. In: Význam a funkce odumřelého dřeva v lesních porostech. *Sborník referátů NP Podyjí*, Vranov nad Dyjí, ČLS 1999, s. 69 – 73.
- KRUYS, N. et al. Retaining Trees for Conservation at Clearcutting Has Increased Structural Diversity in Young Swedish Production Forests. *Forest Ecology and Management*, vol. 304, 2013, pp. 312-321.
- KUČERA, M.: Mrtvé Dříví v Národní Inventarizaci Lesů ČR. *Lesnická práce* [online], 2012, ročník. 91, č. 1 [cit. 2019-03-05]. Dostupné z WWW: <<http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-91-2012/lesnicka-prace-c-1-12>>
- KUČERA, M a spol.: Výstupy národní inventarizace lesů - uskutečněné v letech 2011-2015 [online]. [cit. 2019-03-05]. Dostupné z WWW: <http://nil.uhul.cz/data/documents/vysledky_projektu_nil2/mrtve_drivi_lp_rijen_2016.pdf>
- LIČKA, D.: Management Tlejícího Dřeva a Jeho Význam pro Biodiverzitu Lesních Ekosystémů a pro Lesní Hospodářství. MZLU Brno, 2008, 198 s.

- LINDER, P.: Structural Changes in Two Virgin Boreal Forest Stands in Central Sweden over 72 Years. *Scandinavian Journal of Forest Research*, vol. 13, 1998, pp. 451-461.
- MARSHALL, L., et al.: Using Line Intersect Sampling for Coarse Woody Debris. *Forest Research Technical Report*, 2000, 37 pp.
- MIKESKA, M.: Prověření typologického vymezení azonálních borových stanovišť v ZCHÚ PR Příhrazské skály, NPR Adršpašsko-teplické skály, NPR Broumovské stěny (dílní úkol 1.6. v rámci úkolu Výzkum a management lesních ekosystémů ve ZCHÚ VaV/610/1/99), *Výroční a závěrečné zprávy*, AOPK Praha, 2000.
- MÍCHAL, I.: Ponechávání odumřelého dřeva z hlediska péče o biologickou rozmanitost. In: Vrška, T. (ed.) 1999. Význam a funkce odumřelého dřeva v lesních porostech. *Sborník referátů NP Podyjí*, Vranov nad Dyjí, 1999, s. 9–17.
- PAILLET, Y. et al. Biodiversity Differences between Managed and Unmanaged Forests: Meta-Analysis of Species Richness in Europe. *Conservation Biology*, 2010
- RAKUŠAN, C.: Odumřelé stromy a jejich význam. *Silva Bohemica* 8,8: 12, 1998.
- RONDEUX., J. et al.: Assessing Deadwood Using Harmonized National Forest Inventory Data. *Forest Science*, Vol. 58, Issue 3, 2012, pp. 269–283.
- SANIGA, M., SCHÜTZ, P.: Dynamics of Changes in Dead Wood Share in Selected Beech Virgin Forests in Slovakia within Their Development Cycle. *Journal of Forest Science*, vol. 47, 2001, pp. 557–565.
- SIITONEN, J. et al.: Coarse Woody Debris and Stand Characteristics in Mature Managed and Old-Growth Boreal Mesic Forests in Southern Finland. *Forest Ecology and Management*, vol. 128, 2000, pp. 211-225
- SIPPOLA, A. et al.: Effects of Selective Logging on Coarse Woody Debris and Diversity of Wood-Decaying Polypores in Eastern Finland.” *Ecological Bulletins*, vol. 49, 2001, pp. 243-254.
- STOKLAND, J. et al.: Biodiversity in Dead Wood. *Cambridge University Press*, Cambridge, UK, 2012.
- SPRÁVA CHKO BROUMOVSKO: Plán péče o národní přírodní rezervaci Adršpašsko-teplické skály na období 2017-2025, In: AOPK ČR, 111 s.
- SVOBODA, M.: Mrtvé Dřevo - Přehled Dosavadních Poznatků Tlející Dřevo - Jeho Význam a Funkce v Lese. In Matějka, K. (ed.). Praha, 2007, 25 s.

- SÝKORA, T. & HADAČ, E.: Příspěvek k fyto geografii Adršpašsko-Teplických skal. *Preslia*, Praha, 1984, s. 359–376
- VACEK S. & PODRÁZSKÝ V. Plán péče o Národní přírodní rezervaci Adršpašsko-teplické skály a její ochranné pásmo na období 2001 – 2016. In: VÚLHM VS Opočno; depon. in: AOPK ČR, Praha, 2004, 206 s.
- VAN LEAR, D.: Dynamics of coarse woody debris in southern forest ecosystems. In: McMinn, J.W., Crossley, Jr., D.A. (Eds.), *Biodiversity and Coarse Woody Debris in Southern Forests: Effects on Biodiversity*. USDA Forest Service, Southern Research Station, Athens, GA, 1993, pp. 10–17.
- VAN WAGNER, C.: The Line Intersect Method In Forest Fuel Sampling. *Forest Science*, vol. 14, 1964, pp. 20-26.
- VRŠKA, T.: Prales Salajka po 20 letech (1974–1994). *Lesnictví – Forestry*. 44, 1998, s. 153–181.
- VRŠKA, T. et al.: Prales Žákova Hora po 21 letech (1974–1995) (Žákova hora virgin forest after 21 years (1974–1995)). *Journal Forest Science*, 45 (9), 1999, s. 392–418.
- VRŠKA, T. et al.: Prales Polom po 22 letech (1973–1995) (Polom virgin forest after 22 years (1973–1995)). *Journal Forest Science*, 46 (4), 2000a, s. 151–178.
- VRŠKA, T. et al.: The Razula virgin forest after 23 years (1972–1995). *Journal Forest Science*, 47 (1), 2001a, s. 15–37.
- VRŠKA, T. et al.: The Milesice virgin forest after 24 years (1972–1996). *Journal Forest Science*. 47 (6), 2001b, s. 255–276.
- VRŠKA, T. et al.: The Boubín virgin forest after 24 years (1972–1996)—development of tree layer. *Journal Forest Science*. 47 (10), 2001c, s. 439–459.
- VRŠKA, T. et al.: Prales Mionší - historický vývoj a současný stav (Mionší virgin forest—historical development and present situation). *Journal Forest Science*. 46 (9), 2000b, s. 411–424.
- ZHANG, H., He, P. J., SHAO, L. M.: Ammonia volatilization, N₂O and CO₂ emissions from landfill leachate-irrigated soils. *Waste Management*, vol. 30, 2010, pp. 119–124.

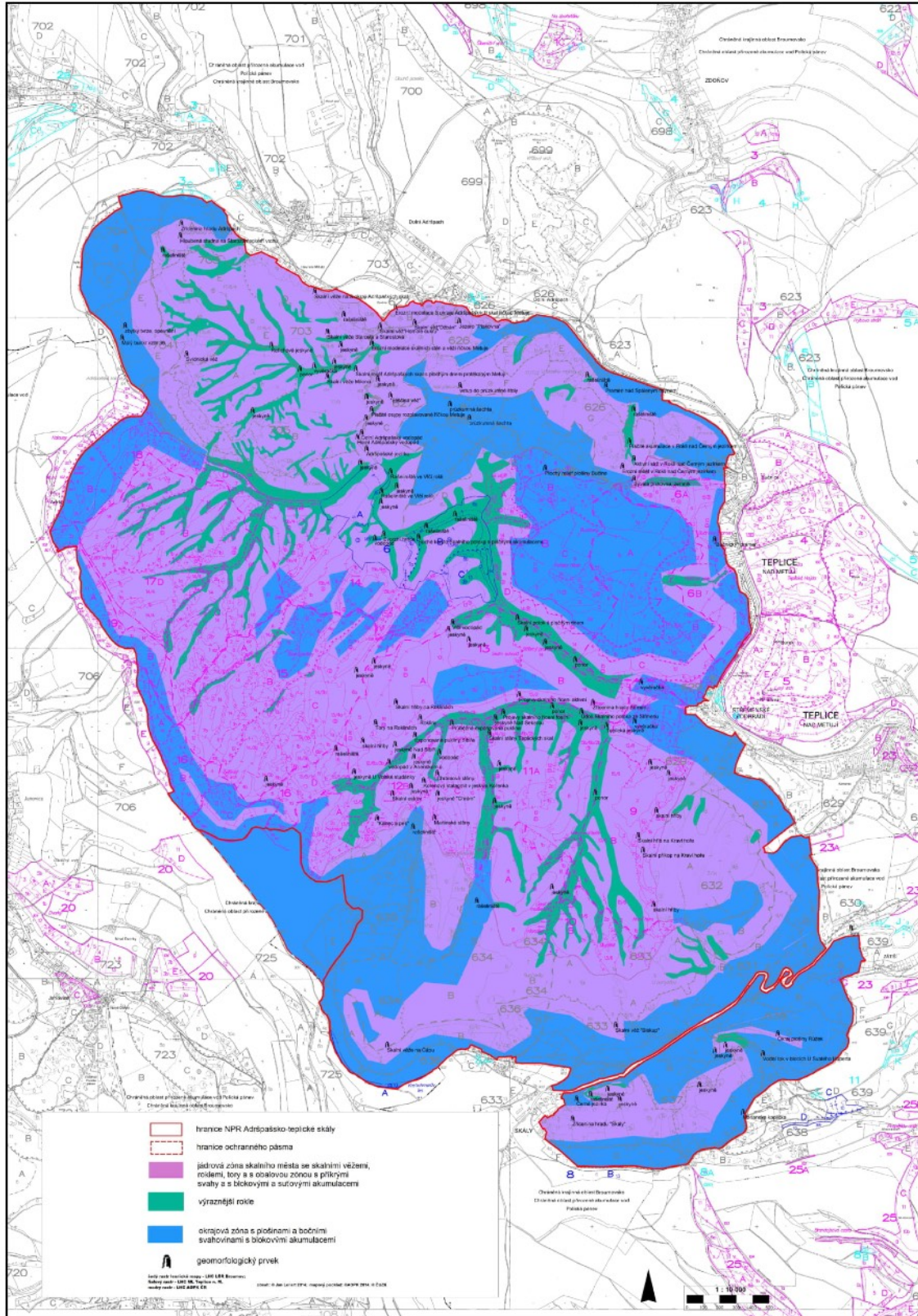
10. Přílohy

Obr. 2 Zkusné plochy na území NPR Adršpaško-teplické skály. zdroj: mapy.cz



Obr. 3 Mapa neživé přírody NPR Adršpaško-teplické skály (2015), která sloužila jako podklad pro rozčlenění území na tři morfoligcké typy. zdroj: droj: Plán péče NPR A-T (2017), CHKO Broumovsko

Příloha M3c: Mapa neživé přírody NPR Adršpaško-teplické skály (2015)



Obr. 4 Mapa stupňů přirozenosti lesních porostů NPR A-T skály. (fialová barva: kulturní les; žlutá barva: přírodě blízký les)
 zdroj: Plán péče NPR A-T (2017), CHKO Broumovsko

