

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta lesnická a dřevařská**

**Katedra ekologie lesa**



Bakalářská práce

**Analýza dynamiky horské smrčiny na  
Šumavě s pomocí archivních materiálů**

Autor: Jiří Sládek

Obor: BLES

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

Praha 2017

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jiří Sládek

Lesnictví

Název práce

**Analýza dynamiky horské smrčiny na Šumavě s pomocí archivních materiálů**

Název anglicky

**Analysis of mountain spruce forest dynamics in the Bohemian Forest using archive documents**

---

### Cíle práce

Prvním cílem práce je shrnout dosavadní vědecké znalosti o dynamice horského smrkového lesa. V kontextu těchto znalostí bude druhým cílem provést rešerši a systematickou analýzu historického vývoje vybrané lokality horského smrkového lesa na Šumavě pomocí archivních materiálů s důrazem na dynamiku konkrétních porostů. Výsledky budou srovnány a použity k interpretaci dendrochronologických analýz.

### Metodika

V rámci prvního cíle bude zpracován rozbor literatury (literární rešerše) s důrazem na aktuální domácí i zahraniční vědeckou literaturu. V rámci druhého cíle bude provedena rešerše archivních materiálů, zejména starých porostních map a hospodářských plánů. Tyto údaje budou dány do souvislosti např. s věkem porostu zjištěného dendrochronologickou analýzou. Struktura práce bude odpovídat standardním požadavkům na tento typ práce na Fakultě lesnické a dřevařské, České zemědělské univerzity v Praze.

Harmonogram zpracování:

Březen 2016 — Zadání BP

Jaro 2016 — Studium literatury

Červen 2016 — Konzultace kostry literárních zdrojů se školitelem

Léto 2016 — Sběr a studium archivních materiálů

Podzim 2016 — Zpracování získaných materiálů

Prosinec 2016 — Odevzdání osnovy práce školiteli

Zima 2016/2017 — Příprava textu BP

Březen 2017 — Konzultace finální podoby práce se školitelem

Duben 2017 — Předložení práce

## Doporučený rozsah práce

30 – 40 stran

## Klíčová slova

Režim disturbancí, smrk ztepilý, dynamika smrčín, věková struktura.

---

## Doporučené zdroje informací

- Beneš, J., 1996. The synantropic landscape history of the Šumava Mountains (Czech side). *Silva Gabreta* 1, 237–241.
- Brůna, J., Wild, J., Svoboda, M., Heurich, M., Müllerová, J., 2013. Impacts and underlying factors of landscape-scale, historical disturbance of mountain forest identified using archival documents. *For. Ecol. Manage.* 305, 294–306.
- Čada, V., Morrissey, R.C., Michalová, Z., Bače, R., Janda, P., Svoboda, M., 2016. Frequent severe natural disturbances and non-equilibrium landscape dynamics shaped the mountain spruce forest in central Europe. *For. Ecol. Manage.* 363, 169–178.
- Frelich, L., 2002. Forest dynamics and disturbance regimes: studies from temperate evergreen-deciduous forests, eBOOK. Cambridge University Press, Cambridge.
- Jelínek, J., 1997. Ověřování genofondu smrku ztepilého *P. abies* (L.) na vytypovaných lokalitách NP Šumava.
- Jelínek, J., 2005. Od jihočeských pralesů k hospodářským lesům Šumavy. MZe ČR, ÚHÚL, Brandýs nad Labem.
- Lausch, A., Heurich, M., Fahse, L., 2013. Spatio-temporal infestation patterns of *Ips typographus* (L.) in the Bavarian Forest National Park, Germany. *Ecol. Indic.* 31, 73–81.
- Schelhaas, M.J., Nabuurs, G.J., Schuck, A., 2003. Natural disturbances in the European forests in the 19th and 20th centuries. *Glob. Chang. Biol.* 9, 1620–1633.
- Svoboda, M., Fraver, S., Janda, P., Bače, R., Zenáhlíková, J., 2010. Natural development and regeneration of a Central European montane spruce forest. *For. Ecol. Manage.* 260, 707–714.
- Zielonka, T., Holeksa, J., Fleischer, P., Kapusta, P., 2010. A tree-ring reconstruction of wind disturbances in a forest of the Slovakian Tatra Mountains, Western Carpathians. *J. Veg. Sci.* 21, 31–42.
- 

## Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – FLD

## Vedoucí práce

Ing. Vojtěch Čada, Ph.D.

## Garantující pracoviště

Katedra ekologie lesa

Elektronicky schváleno dne 3. 3. 2017

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

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 5. 3. 2017

**prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.**

Děkan

V Praze dne 13. 04. 2017

### Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Analýza dynamiky horské smrčiny na Šumavě s pomocí archivních materiálů“ vypracoval samostatně a použil jen prameny, které cituji a uvádím v příloženém seznamu literatury. Jsem si vědom, 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 Praze dne: 19.4.2017

Podpis:

### Poděkování:

Rád bych touto cestou poděkoval panu Ing. Vojtěchovi Čadovi Ph.D., vedoucímu bakalářské práce za odborné vedení, poskytnuté informace a zejména trpělivost při zpracovávání této práce.

# Analýza dynamiky horské smrčiny na Šumavě s pomocí archivních materiálů

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce se zabývá dynamikou horské smrčiny. Popisuje lesy mírného pásu, vývojová stádia, cykly a také se věnuje tomu, jakými disturbancemi jsou tyto lesy ovlivňovány. Například narušení větrem, požáry, antropogenní činnost či rozvoj populace lýkožrouta smrkového (*Ips typographus* L.). Ten většinou graduje právě po silné větrné události. Po narušení dochází k sukcesi, kdy probíhá přirozená obnova, dána přírodními podmínkami dané lokality, jako jsou například světlo, srážky, teplota, či vegetační pokryv. Cílem praktické části práce bylo analyzovat věkovou strukturu vybraného porostu na Šumavě kolem roku 1920 pomocí letokruhové analýzy a archivních materiálů. Dále porovnat věk porostu získaný z letokruhové analýzy s archivními materiály. Bylo zjištěno, že se v daném čase porost obnovoval po rozsáhlých disturbancích, věková struktura porostu byla nevyrovnaná a porovnání dat z letokruhové analýzy a archiválií se do značné míry shoduje.

## **Klíčová slova**

režim disturbancí, smrk ztepilý, dynamika smrčin, věková struktura

# Analysis of mountain spruce forest dynamics in the Bohemian Forest using archive documents

## **Abstract**

This bachelor thesis deals with the dynamics of a mountain spruce. It describes forests of the mild climate, stages of its development, its cycles and also which disturbances these forests are affected by. Winds, fires, anthropogenic activities, or expansions of the population of the spruce bark beetle (*Ips typographus* L.), which usually culminate after strong wind events, are the examples of such disturbances. A disturbance is followed by a succession, which is when, given by the climate conditions, such as light, precipitation, temperature or vegetation cover, natural regeneration occurs. The goal of the practical part of the thesis was to analyze the age structure of a selected cover in the Bohemian Forest around the year 1920, using growth ring analysis and archive materials, and to compare the age of the cover obtained from growth ring analysis with the archives. It was found, that in the given time, the forest was regenerating after vast disturbances, the age structure of the cover was imbalanced and that the results of the growth ring analysis considerably match the archive data.

## **Key words**

disturbance regime, Norway spruce, spruce forest dynamics, age structure

# Obsah

<b>1. Úvod .....</b>	<b>10</b>
<b>2. Cíle práce .....</b>	<b>11</b>
<b>3. Smrk ztepilý.....</b>	<b>12</b>
3.1. Rozšíření.....	12
3.2. Ekologické nároky .....	14
3.3. Využití.....	14
<b>4. Horské smrkové lesy.....</b>	<b>15</b>
<b>5. Dynamika horské smrčiny .....</b>	<b>17</b>
5.1. Vývojové cykly přirozených lesů.....	18
<b>6. Disturbance .....</b>	<b>19</b>
6.1. Abiotické disturbance .....	21
6.1.1. Vítr.....	21
6.1.2. Požár .....	22
6.2. Biotické disturbance.....	22
6.2.1. Lýkožrout smrkový.....	22
6.2.2. Antropogenní disturbance .....	25
6.2.3. Dřevokazné houby .....	26
<b>7. Obnova lesa.....</b>	<b>26</b>
7.1. Přirozená obnova .....	26
7.2. Mrtvé dřevo.....	27
<b>8. Metodika a materiál .....</b>	<b>29</b>
8.1. Charakteristika širšího území – Šumava .....	29
8.2. Popis zájmového území – NPR Černé a Čertovo jezero.....	31
8.3. Lokalizace zkoumaného území.....	32
8.4. Sběr dat.....	33
<b>9. Výsledky.....</b>	<b>33</b>
9.1. Historické údaje .....	33



9.2.	<i>Co vypovídá porostní mapa .....</i>	<i>35</i>
9.3.	<i>Data získaná z porostní mapy .....</i>	<i>36</i>
9.4.	<i>Dynamika zkoumaného území na základě letokruhů .....</i>	<i>38</i>
9.5.	<i>Dendrochronologická analýza .....</i>	<i>39</i>
9.6.	<i>Porovnání věku na základě porostní mapy a dendrochronologické analýzy .....</i>	<i>40</i>
<b>10.</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>42</b>
<b>11.</b>	<b>Literatura .....</b>	<b>43</b>
<b>12.</b>	<b>Přílohy .....</b>	<b>46</b>
12.1.	<i>Seznam tabulek .....</i>	<i>46</i>
12.2.	<i>Seznam obrázků .....</i>	<i>46</i>
12.3.	<i>Seznam grafů .....</i>	<i>46</i>

# 1. Úvod

Horské smrkové lesy mírného pásu v České Republice a ve střední Evropě představují významnou část lesů (Svoboda et al., 2010). Počátek těchto lesů se datuje od konce posledního glaciálu a je pro ně charakteristická dlouhá délka života (Korpel', 1991). V těchto lesích probíhá růstová, ekologická, cenotická a stadiální odlišnost, která se zdá být na první pohled náhodná, avšak po podrobnější studii složek celku vychází najevo, že probíhá na základě neustálého vývoje, a že i ty nejkomplicovanější změny jsou projevem platných zákonitostí příslušného lesního společenstva (Korpel', 1989). Struktura je ovlivňována zejména režimem disturbancí, které narušují jejich stabilitu. Ovšem to, co se jeví jako destrukce z pohledu jednotlivých stromů nebo populací, vypadá zcela jinak v kontextu celého ekosystému. Z hlediska biodiverzity či obnovy jsou tyto disturbance zásadní (Čada et al., 2013). Studie poukazují, že k nim nedocházelo pravidelně, avšak bylo jisté, že se budou opakovat (Poštulka, 2007). Na našem území k nim docházelo zhruba dvakrát za století (Čada et al., 2013). Informace o historickém vývoji porostu jsou ukryty v letokruzích. Věda zabývající se studiem letokruhů se nazývá dendrochronologie. Jsme – li schopni určit, ve kterém roce určitý letokruh vznikl, jsme také s jistou pravděpodobností schopni určit například klimatické podmínky, panující v době vzniku letokruhu, výskyt různých přírodních katastrof atd. (Drápela et al., 1995).

## **2. Cíle práce**

Prvním cílem této bakalářské práce je zpracovat rozbor s důrazem na aktuální domácí i zahraniční vědeckou literaturu. Dalším cílem je provést rešerši a systematickou analýzu historického vývoje vybrané lokality horského smrkového lesa pomocí archivních materiálů s důrazem na dynamiku konkrétních porostů. Posledním cílem této práce je provést syntézu věku porostu na základě získaných dat z archivních materiálů a letokruhové analýzy, kterou provedl Čada et al. (2016) a jenž pro tuto bakalářskou práci získaná data poskytl.

### 3. Smrk ztepilý

Smrk ztepilý (*Picea abies* L.) je jednou z nejvíce sledovaných dřevin z hlediska studia genetické variability (Vacek et al., 2008). Dorůstá velkých rozměrů. Kmen je průběžný a přímý a má pravidelné přeslenité větvení. Dosah stáří je 350 – 400 let, výšky kolem 50 m a kmen může mít v průměru až 1,5 m. Zachovává si kuželovitý a štíhlý vrchol až do vysokého věku. Větve na hlavních přeslenech bývají nejčastěji mírně nící a u konce často nahoru srpovitě zakřiveny. Tvar koruny je proměnlivý v závislosti na typu krajiny. U horských typů může být koruna štíhlá s jemným ovětvením, avšak někdy široká se silnými větvemi. Jehličí za normálních podmínek vytrvává 6 až 9 let (Úradníček et al., 1998). Kvete v dubnu až červnu. Samčí květy jsou dlouhé, žlutavě červené, stopkaté, umístěné mezi jednotlivými jehlicemi, obvykle ve střední, nebo dolní části koruny. Samičí květy jsou přisedlé, vzpřímené, zelené, nebo fialové barvy, umístěné v horní části koruny (Slávik, 2004). Smrk začíná plodit asi 60. roku a plodné roky se opakují po 4 až 5 letech. Šišky jsou před dozráním nejčastěji vybarvené zeleně. Okraje šupin jsou různě tvarovány. Produkují velké množství semen (Úradníček et al., 1998). Semena jsou malá, 2 – 5 mm dlouhá, tmavě hnědá, opatřena křídly, která jsou na semeno upevněna lžičkovitě (Slávik, 2004). Ve druhém roce semenáčku opadnou děložní lístky a vyrostou jehlice. Přesleny se tvoří od třetího roku (Úradníček et al., 1998). Kořenový systém je plošný a rozložený při povrchu. Strom proto trpí vývraty a rychlým vyčerpáním vody z horního horizontu (Slávik, 2004). Nikdy netvoří výmladky, s výjimkou některých druhů. Regenerační schopnost je při poškození nepatrná, proto je choulostivý na okus a mladé kmínky trpí vytloukáním a loupáním od zvěře. Po těchto zraněních sice neuhyne, ale zranění se stávají vstupní branou hniloby (Úradníček et al., 1998).

#### 3.1. Rozšíření

Z hlediska areálu je smrk zastoupen na celé severní polokouli. Původní jsou pro něj vysoké polohy Evropy s přesahem do Asie. Asijský areál náleží smrku sibiřskému (*Picea obovata* L.). Vlastní Evropský areál je rozčleněn na dvě oddělené části. První oblast zaujímá téměř celou Skandinávii a zasahuje na jih k Pobaltí a odtud k východu přes evropskou část Ruska k Uralu. Druhá část zaujímá střední a jihovýchodní Evropu. Areál v této části není

souvislý a rozpadá se na čtyři části, a to na Hercynsko – karpatskou oblast, Alpskou oblast, Dinárskou oblast a Rhodopskou oblast. Celá západní Evropa a Středomoří se nachází mimo areál smrku. Výškové rozšíření smrku je proměnlivé v závislosti na zeměpisné šířce. V severní Evropě roste v nížinách a pahorkatinách ve výšce do několika set metrů. V oblasti střední Evropy se stává podhorskou a horskou dřevinou dosahující zde až hranice lesa. Optimální polohy smrku jsou zde 600 – 1000 m n. m., avšak lesní hranice kolísá asi od 1300 (hercynská oblast) do 1500 m n. m. (východokarpatská oblast). V Rakouských Alpách jsou optimální výšky rozšíření smrku 800 – 1200 m n. m. I na tomto místě vystupuje smrk na lesní hranici do výšek 1700 – 1900 m n. m. K jihu vystupuje ještě výše. V Rhodopské oblasti, nebo v jižní části švýcarských Alp, což jsou nejteplejší části areálu, roste smrk dobře ve výškách 1600 – 1900 m n. m. a vystupuje k horní hranici lesa do výšek 2000 – 2100 m n. m. (Úradníček et al., 1998).

U nás je zastoupen horský smrk z hercynsko – karpatské oblasti, vyskytující se téměř ve všech našich pohorích od 550 do 1000 m n. m. a vystupuje na lesní hranici, pokud jí pohorí dosahují. Rozšířen je zejména v příhraničních a okrajových horách: Jeseníky, Orlické hory, Krkonoše, Jizerské hory, Krušné hory, Český les, Novohradské hory a Šumava. Jeho přirozené zastoupení je ve vnitrozemských horských skupinách, zejména pak v Brdech, Slavkovském lese, Dražanské vrchovině, Oderských vrších a na celé Českomoravské vrchovině. V teplých úvalech velkých řek typu dolní Pootaví a Poohří, Polabí a v úvalech Moravy se smrk nevyskytuje, stejně tak chybí v Českém středohoří v Doupovských horách (Úradníček et al., 1998).

V posledních 200 letech byl smrk vlivem hospodaření druhotně rozšířen všude ve střední Evropě. Z tohoto důvodu tak byla většina původních dřevin vytlačena. V první polovině 19. století se smrk stal hlavní hospodářskou dřevinou (Úradníček et al., 1998).

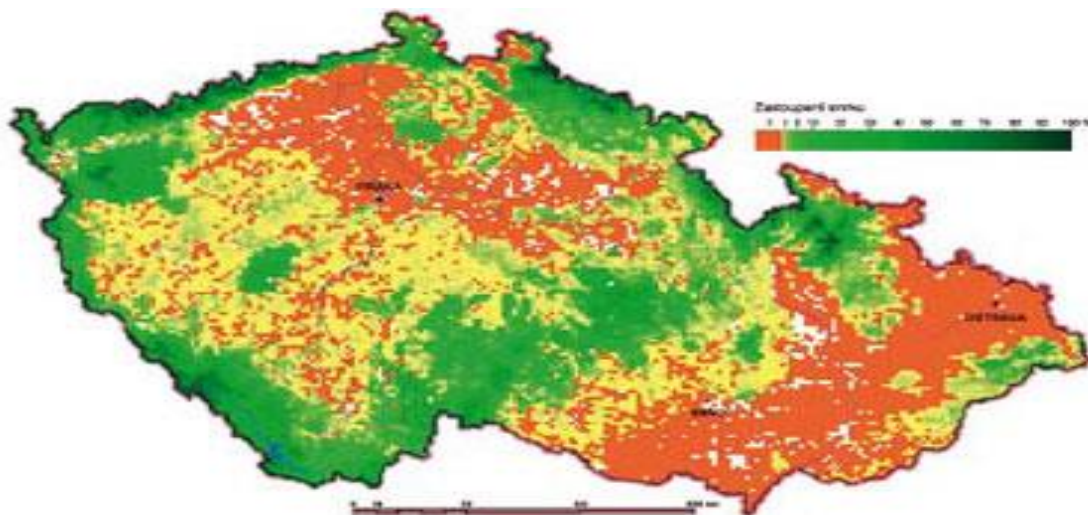
### **3.2. Ekologické nároky**

Smrk světlomilná dřevina, v mládí snášející zástin, což jednou z příčin, proč snadno vniká do porostů jiných dřevin a sám zaujímá jejich místo. Je značně náročný na půdní vlhkost, poněvadž má povrchový kořenový systém. Suchá léta ho tedy snadno postihnou. Příznivá jsou pro něj rovnoměrně vlhká stanoviště, důležité pak zejména pro smrkové mlaziny, mající velkou spotřebu vody. Se snižující se zásobou vody v podloží dochází k ochromení růstu. Z hlediska náročnosti na půdu a geologické podloží není smrk nijak zvlášť náročný. Dokonce vydrží na kyselých rašelinách a chudých křemičitých půdách, kde ovšem roste špatně. Špatně snáší i hůře provzdušněnou půdu. Ideální jsou svěží hlinitopísčité půdy. Vytvářením vrstvy surového humusu jsou porostem silně ovlivněni půdotvorní činitelé. Surový humus napomáhá podzolizaci. Ta je brzděna na vápencovém podloží. Je schopen snášet nízké teploty. Kromě pozdních mrazů v mládí mu nízké teploty neuškodí. Zcela opačně je to z hlediska vysokých teplot a nízké relativní vlhkosti vzduchu. Je přizpůsoben krátké vegetační době. Zvláště mu vyhovuje chladné a krátké léto. Náchylný je také na průmyslovou exhalaci. Projevem úhynu porostů je u nás území Krušných a Jizerských hor. Nehodí se tedy do městských parků (Úradníček et al., 1998). V roce 2007 v zastoupení dřevin smrk v ČR představoval dominantní dřevinu s 54,5 % (Žárník et al., 2007).

### **3.3. Využití**

Je to naše hlavní hospodářská dřevina, a tudíž tvoří oporu dřevařského průmyslu. Zejména je zpracováván jako řezivo, papír, ale i palivo. Využívá se ve stavebnictví, truhlářství a nástrojářství. Smrky nadměrných kvalit z vybraných lokalit jsou zpracovávány na rezonanční dřevo pro hudební nástroje. Na ozvučné dřevo byly dříve vyhledávány kmeny s vlnkovanými letokruhy (Úradníček et al., 1998). Dále se smrk využívá v energetickém a papírenském průmyslu. Dalším významným místem, kde je smrk ztepilý využíván, je sadovnictví, kde se využívají smrkové podnože pro roubování smrku stříbrného. V dnešní době smrkové mlaziny představují nejvíce vánočních stromků (Úradníček, 2003). Používal se také do stříhaných plotů a byl hojně vysazován např. podél železničních tratí (Úradníček,

2003). Pryskyřice se dříve zpracovávala na kalafunu, terpentýn a bednářskou smůlu. Loupaná kůra byla důležitou surovinou pro výrobu třísla (Úradníček et al., 1998).



Obr. č. 1: Současné zastoupení smrku ztepilého v ČR. Průměrné zastoupení je zobrazeno ve čtvercích 2 x 2 km odstínem zelené od nejsvětější po nejtmaší. Hnědá barva znázorňuje území, kde se smrček nevyskytuje. Bílá barva znamená bezlesí, Žárník, 2007

## 4. Horské smrkové lesy

Horský smrkový les je typ lesa, vyskytující se na Šumavě v nadmořských výškách přibližně nad 1 150 m (Čada et al., 2013). Nachází se ve vyšších horských polohách, na hřebenech, vrcholech a svazích. V chladných oblastech může být i níže (Štykar, 2008). V hustě osídlené střední Evropě je tato krajina s omezeným lidským vlivem velmi vzácná. (Čada et al., 2016). Největší podíl v dřevinné skladbě, téměř ze 100 % zaujímá dominantní postavení smrk ztepilý s malou příměsí dalších dřevin, jako jsou například jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia* L.), javor klen (*Acer pseudoplatanus* L.), jedle bělokorá (*Abies alba* L.), buk lesní (*Fagus sylvatica* L.) a další (Čada et al., 2013). Tyto lesy v přírodě zajišťují řadu důležitých funkcí. Zadržují množství srážek a zpomalují odtékání vody z krajiny, čímž tlumí extrémní přívaly dešťů a zmírňují povodně. Nejvíce srážek padá na vrcholech hor a z toho důvodu je nutné, aby se tento zdroj zachytil a co nejpomaleji pouštěl dál. Půda se v horských smrkových lesích obnovuje nejpomaleji a v současnosti je nejvíce poškozená imisemi

(Mindriak, 1995). Horské smrčiny se do jisté míry podobají boreálnímu tajgovému biomu. V něm se považuje velkoplošný rozpad za přirozený způsob obnovy (Jonášová, 2001). Pro tyto lesy jsou charakteristické nepříznivé stanovištní podmínky, jako jsou například extrémně kamenitá či podmáčená stanoviště, nebo relativně mělký půdní profil. Růst dřevin a rozklad organické hmoty je v chladném podnebí pomalý a množství živin v půdě malé. Extrémní klimatické podmínky při horní hranici lesa ovlivňují vertikální, horizontální a prostorovou strukturu porostu. Postupem do vyšších poloh se zápoj zmenšuje. S klimatickými vlivy souvisí i nepravidelná a sporadická obnova smrku odrůstajícího na tlejícím dřevě (Míchal 1983).

Horský smrkový les patří k méně prozkoumaným typům lesa na území České Republiky a střední Evropy, o němž je dochované pouze malé množství poznatků (Kulakowski et al., 2004). Na území České Republiky tyto lesy zaujímají rozlohu zhruba 150 tisíc hektarů nachází a se zejména v 8. lesním vegetačním stupni. Až polovina této rozlohy je zastoupena na Šumavě, dále pak v Krkonoších, Králickém Sněžníku, Krušných horách, Jizerských horách, Beskydech, Jeseníkách, Boleticích a Hrubém Jeseníku. Šumava má velký význam i v celoevropském kontextu. U nás představuje jediné pohoří s ucelenými plochami horských smrčín, byť i zde se v minulosti hospodařilo. Horské smrkové lesy u nás výrazně degradovaly vlivem kyselých dešťů. V rozmezí 20 až 30 let po vytěžení je vitalita horských smrkových lesů oslabená a budoucnost nejistá (Bláha & Košťál, 2010). V průběhu života horských smrčín dochází na rozdíl od ostatních typů lesů k dramatickým zvrátům způsobeným především větrem či lýkožroutem smrkovým (*Ips typographus* L.), který je v těchto lesích klíčovým druhem a společně se smrkem koexuje již tisíce let. Dochází k určitému vzájemnému stavu, kdy na jedné straně smrk ztepilý představuje pro lýkožrouta potravu a na druhé lýkožrout napomáhá obnově lesa. Některé borové lesy potřebují ze stejných důvodů požáry. Lýkožrout si vybírá přednostně stromy oslabené, nebo staré. Smrtí těchto stromů dochází k uvolnění místa pro nové jedince. V případě přemnožení však dochází k napadení i zdravých stromů. Dá se říci, že k těmto disturbancím nedocházelo pravidelně, avšak s jistotou (Poštulka, 2007). Docházelo k nim asi dvakrát za století, z toho první vlna ve 20. století byla poměrně slabá (Čada et al., 2013). Následkem tohoto působení bylo odumření porostu, někdy i na ploše o rozloze několika stovek hektarů. V přirozených



smrkových lesích tlumení vodní eroze a zadržování vody brání nejen koruny stromů, ale i padlé kmeny a veškerá další lesní vegetace (Poštulka, 2007).



Obr. č. 2: Horská smrčina, Malý Sněžník, Jan Ježek, 2016

## 5. Dynamika horské smrčiny

Horské smrkové lesy se často nachází na nepřístupných místech, což přispívá k neúplnému chápání jejich dynamiky (Čada et al., 2016). V evropském kontextu není dynamika zcela pochopena dodnes a disturbance velkých rozsahů nebyly dříve chápány jako její přirozená součást (Brůna et al., 2013). V druhé polovině 20. století nastala zásadní změna v chápání přirozených smrkových lesů a dynamiky vegetace. Především představa popisovala přirozený les jako samoregulující se a vysoce stabilní entitu. Disturbance byly v tomto pojetí chápány jako vnější události, vychylující systém z rovnováhy a vyvolávající sukcesí směřující ke konečnému stabilnímu společenstvu, tedy klimaxu. Tato teorie byla zavržena zjištěním, že druhovou, věkovou a prostorovou strukturu lesa utváří různé typy narušení a existující typy krajiny, kde les nedosahuje rovnovážného stavu právě v důsledku těchto disturbancí ani na velkých plochách (Čada et al., 2013). Dynamika porostu je studována nejen na základě trvalých výzkumných ploch, či lidskou pamětí, ale také pomocí dendrochronologických analýz, například pomocí odvrtávání letokruhů, či dochovaných archivních materiálů, ať už

jde o nejrůznější porostní mapy, hospodářské knihy či historické průzkumy a jejich možné vzájemné porovnání (Čada et al., 2013). Tyto materiály je však nutno brát s rezervou, protože informace, které obsahují, mohou být neúplné (Brůna et al., 2013). Tyto lesy se vyznačují dlouhou délkou života a ní spojenými dlouhými vývojovými fázemi, stádií a vývojovými cykly. Vývojový cyklus v závislosti na nadmořské výšce a stanovištních podmínkách trvá od 300 do 400 let. V závislosti na nadmořské výšce se značně odlišuje i struktura těchto lesů (Korpel', 1991).

## 5.1. Vývojové cykly přirozených lesů

Jednotlivé složky přirozeného lesa se při překonávání protikladů na základě vnitřních zákonitostí přizpůsobují. V užších či širších časových úsecích se kvantitativně a kvalitativně mění, vznikají, rostou, vyvíjí a zanikají. Probíhá zde růstová, ekologická, cenotická a stadiální odlišnost, která se zdá být na první pohled náhodná, avšak po podrobnější studii složek celku vychází najevo, že probíhá na základě neustálého vývoje, a že i ty nejkomplicovanější změny jsou projevem platných zákonitostí příslušného lesního společenstva (Korpel', 1989). Dynamiku lesních ekosystému zpodobňuje velký a malý vývojový cyklus.

Velký vývojový je započat následkem silné disturbance, kdy je půda zbavena od souvislého lesního porostu. Ze začátku se šíří tzv. pionýrské dřeviny typu bříza bělokorá (*Betula pendula* L.), jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia* L.) nebo topol osika (*Populus tremula* L.). Tím se formuje tzv. les přípravný. V jeho zástinu se postupně uchycují klimaxové dřeviny jako je smrk ztepilý a vzniká tak les přechodný. Velký vývojový cyklus je uzavírán lesem závěrečným, kdy dochází k ústupu pionýrských dřevin (Poleno et al., 2007).

Malý vývojový cyklus popsal Korpel' (1989) ve třech stádiích. Je to stádium dorůstání, optima a rozpadu. Ve stádiu dorůstání stromy převážně mladých generací intenzivně uplatňují své růstové schopnosti. V postavení střední a spodní vrstvy mají vysoký stupeň zápoje a vysokou vitalitu. Horní vrstva stromů má nepatrnou mortalitu, počet živých stromů je přiměřený spolu s porostní zásobou. Menší mezery, které vznikly v zápoji porostu

po vypadnutí zbytku stromů předcházejícího cyklu anebo náhodným předčasným odumřením jednotlivých silných stromů nového cyklu se opět zapojí (Korpel', 1989).

Následně se původně výškově rozdílný porost z dřívější značné různověkosti vyrovná a les se dostává do stádia optima. V tomto stádiu je dosaženo maximální zásoby. Výškový růst se zastavil a běžný objemový přírůstek se silně zmenšil. Stádium optima také charakterizuje malý počet stromů na plošné jednotce, ztráta vrstevnatosti, citelně zvýšená mortalita nejsilnějších stromů a částečně rozvolněný zápoj. Vzhled porostu je podobný horizontálně zapojenému stejnověkému lesu. To se ovšem netýká slunných a stinných společenstev na extrémních stanovištích typu skalnatých svahů, vysokých poloh atd. Zde se nemůže vytvořit souvislý horizontální zápoj a podmínky pro obnovu existují prakticky v průběhu celého vývojového cyklu (Korpel', 1989).

Ve fázi rozpadu začínají přestárlé stromy hynout. Zásoba porostu rapidně klesá, protože hynutí početných mohutných stromů nemůže být nahrazené přírůstkem jedinců nové generace. Zásoba je také nepravidelně rozmístěná a skupiny stromů jsou prolínány mezerami či nastupující obnovou (Korpel', 1989).

## 6. Disturbance

Disturbance představují hlavní sílu, řídící dynamiku většiny lesních ekosystémů na světě (Frelich, 2002). Přírodní lesní disturbance jsou přirozenou a nedílnou součástí jeho dynamiky, protože existuje gradient narušení od slabých po silná, formující strukturu lesa a některé disturbance jsou podporovány nebo vyvolány zevnitř živou složkou ekosystému (Čada et al., 2013). Vliv disturbancí na dynamiku horského lesa byl do nedávné doby ve střední Evropě opomíjen (Svoboda, 2008). Předpokládalo se, že disturbance nemají pro rozvoj horských lesů žádný význam a jedině, co může dynamiku ovlivnit je činnost člověka a management (Brůna et al., 2013). Pravděpodobně jedním z důvodů byla malá rozloha původních lesů s možností studovat efekt disturbancí na dynamiku lesa. Dalším důvodem byl velký význam přikládáný stanovišti a jeho vlivu na vývoj lesa a jeho druhovou skladbu (Svoboda, 2008). Protože při disturbancích dochází k destrukci některých ekosystémových částí, bývají často vnímány jako něco negativního a destruktivního. To, co se jeví jako

destrukce z pohledu jednotlivých stromů nebo populací, vypadá zcela jinak v kontextu celého ekosystému. Podle příslušného ekosystému se vyskytuje daný typ disturbancí, působících opakovaně s určitou frekvencí. Ekosystémy jsou pak na jejich působení přizpůsobeny. Z disturbancí se stává nedílná součást ekosystému, a dokonce jsou nutné k jeho trvalé existenci. Příkladem mohou být laviny pro společenstva rostlin příkrých horských svahů, povodně pro zaplavované ekosystémy lužních lesů, nebo požáry pro vyschlá lesní společenstva (Jonášová, 2013). Příkladem je Yellowstone národní park, kde se struktura krajiny působením opakujících se požárů mění v přibližně 300letých cyklech (Čada et al. 2013). Působením disturbancí jsou v největší míře ohroženy porosty starších věkových tříd (Brůna et al. 2013). V horských smrčínách je takovýmto faktorem zejména vítr a kůrovec (Jonášová, 2013). Na základě faktorů, jako jsou velikost zasažené oblasti, síly působení, intenzity narušení, nebo frekvence rozdělil Frelich (2002) disturbance do 3 kategorií:

Disturbance malé síly jsou z hlediska výskytu nejčastější a likvidují jen menší části porostu, a to úrovně stromy, podrost, nebo obojí, čímž dochází k nepravidelnému odumírání stromů na ploše. Pro strukturu porostu se stávají důležité z hlediska vytváření jemně mozaikového charakteru lesa. Působením ohně, výběrným způsobem těžby, odumíráním jednotlivých stromů, ale zejména vichřic dochází k vytvoření nepravidelných porostních mezer (Frelich, 2002).

Disturbance střední síly zasahují větší části porostu. Nezničí vegetaci zcela, vždy záleží na druhu disturbance. Ohroženy jsou úrovně stromy horního korunového patra nebo podrost. V případě působení vichřic přežijí semenáčky a mladé stromky. V případě požárů shoří podrost, ale vzrostlé stromy přežívají (Frelich, 2002).

Disturbancí velké síly je zlikvidován téměř celý porost, to znamená, jak podrost, tak i úrovně stromy tvořící zápoj. Na základě tohoto působení se mění struktura celého ekosystému. Způsobovány jsou zejména silnými požáry či holosečnou těžbou (Frelich, 2002).

Sousa (1984) rozděluje disturbance podle původu na abiotické a biotické. Do abiotických řadí vichřice, požáry, bouře, sucha, mrazy, záplavy a zemětřesení. Do biotických řadí herbivory, napadení houbami, zvěř, nebo antropogenní činnost.

## **6.1. Abiotické disturbance**

### **6.1.1. Vítr**

Je to jeden z nejdůležitějších činitelů narušení v dynamice mnoha mírných a tropických lesů, kde v korunách stromů vytváří mezery o různých velikostech. Ohroženy jsou zejména porosty, pro které je charakteristický růst na svazích, nebo na půdách, kde kořenový systém není stabilní z důvodu materiálu v podloží, jako jsou například písčité půdy (Sousa, 1984). Disturbance sice způsobují destrukci části lesního ekosystému, ale zároveň se v lese po jejím působení vytváří řada nových struktur (Jonášová, 2013). Jsou to silné proudy vzduchu, které vznikají rozdílem tlaku ve vzduchu. Vítr vane z míst o vysokém tlaku do míst o nízkém tlaku, a tím dochází ke snaze tyto síly vyrovnat. K nejsilnějšímu působení dochází v horní části svahu, když je vítr v pravém úhlu k hřebeni (Frelich, 2002). Se zvětšující se vzdáleností od hřebenu se rozsah disturbance snižuje (Čada et al. 2016). Vichřice či větrné bouře se u nás vyskytovaly poměrně často. Jejich frekvence v průběhu století kolísala. Na území Šumavy se tato událost vyskytla v téměř každém sledovaném století a měla za následek narušení lesního ekosystému na rozsáhlých plochách (Svoboda et al. 2007). Frelich (2002) rozděluje tento typ disturbance na bouře přímého směru, tornáda a vichřice.

Bouře přímého směru jsou husté studené větry, které kolmo narážejí na zemský povrch. Při nárazu dojde k rozprsknutí do všech stran. Podle síly působení a velikostí porušené plochy tyto bouře rozděluje na tzv. downbursty, působící v řádu kilometrů a tzv. microbursty, působící v řádu desítek metrů. Nejsilnější downbursty mohou dosahovat 180 – 250 km/h (Frelich, 2002).

Tornádo je rotující sloupec větru o průměrné šířce 100 – 220 m. Může však dosáhnout šířky až 2 km. Na stupnici Fujitovy škály dosahují stupně F0 – F5, což je 114 – 511 km/h. Pouze 3 % tornád dosahují stupně F4. Vyskytují se na všech místech mírného pásu, nejčastěji pak na území Severní Ameriky. U tornád dochází k vyvrácení stromů ve

směru konvergentním, na rozdíl od bouří přímého směru, kde převládá směr divergentní (Frelich, 2002).

Vichřice mají intenzitu větru menší než tornáda, nebo bouře přímého směru, zato však narušují velmi velké plochy v řádu až mil km<sup>2</sup> (Frelich, 2002).

### **6.1.2. Požár**

Po rozsáhlém požáru vypadá les jako zkáza. Najdou však lesní ekosystémy, jež se bez požáru nemohou samy obnovovat. Například semena uschovaná v pevných plodech musí být narušena požárem, aby se otevřela a mohla vyklíčit (Šantrůčková, 2010). Oheň oslabuje žijící stromy a ty jsou proto náchylnější k různým infekcím způsobeným hmyzem (Frelich, 2002). Nejčastějším přírodním zdrojem požáru jsou blesky. Pravděpodobnost, že dojde ke vznícení po úderu bleskem je asi 0,03 %. Jak velký požár bude a jestli vůbec k němu dojde je ovlivněno zejména obsahem vlhkosti ve dřevě, míra akumulace paliva, charakter krajiny nebo klima. Nejčastěji k němu dochází v období sucha (Sousa, 1984).

## **6.2. Biotické disturbance**

### **6.2.1. Lýkožrout smrkový**

Společně s větrem patří hmyz ve střední a západní Evropě k nejvýznamnějším činitelům ovlivňujícím dynamiku lesa (Kulakowski et al., 2004). Na smrku ztepilém se na území České republiky vyskytuje asi 30 druhů kůrovců, ovšem jen několik z nich náleží mezi škůdce. K nejznámějším patří lýkožrout smrkový (Švestka et al. 1998). Existuje příčinná souvislost mezi výskytem vichřic a populační dynamikou lýkožrouta smrkového. Po překročení prahových hodnot jeho populační hustota může dosáhnout stavu, kdy je následně schopný způsobit rozsáhlé narušení v živém porostu o větší ploše, než kterou poškodila vichřice (Svoboda et al. 2008). U antropogenně neovlivněných ploch horských smrčín není ani zřejmý způsob přirozené obnovy (Jonášová, 2001). Zprávy o jeho přemnožení v původních lesích ve střední Evropě pochází již ze sedmáctého století. Zvláště příhodné podmínky ve smrkových monokulturách, jimiž byly nahrazeny či postupně

změněny původní smíšené lesy, našel pro svůj vývoj ve dvacátém století (Skuhravý, 2002). Lausch et al. (2013) označuje lýkožrouta smrkového za sekundárního škůdce, který nachází životní podmínky na oslabených stromech. Poslední velká kůrovcová kalamita proběhla následkem orkánu Kyril v roce 2007 (Šantrůčková et al. 2010).

Lýkožrout smrkový je brouk z čeledi kůrovcovitých (*Scolitidae, Coleoptera*). Tento brouk je černé lesklé barvy, dlouhý jen 4,8 – 5,5 mm a široký 1,9 mm. Brouk, který se právě vylíhl z kukly je bílý, následně zežloutne a postupně tmavne. Vajíčko je nepatrné a eliptické, larvy jsou bílé a beznohé. Kukla je mléčně bílá a zřetelně se rýsují nohy, tykadla i křídla. Horní a postranní části těla jsou posety velkým množstvím chloupků. Samice se od samců liší rýhami pod ústním ústrojím a hustotou chloupků na přední části štítu. Lýkožrout smrkový je jedním ze šesti zástupců tohoto rodu u nás. Nejvýznamnějším rozlišovacím znakem mezi jednotlivými druhy jsou žlutá ochlupení na hřbetní straně (Skuhravý, 2002).

Napadání stromů lýkožroutem smrkovým probíhá na základě chemických impulsů. Po dispersním letu samci hledají vhodné stromy pro založení potomstva. Jeden samec oplodní i více samic. Samec naletí na strom, zavrtá se a vytvoří tzv. snubní komůrku, kam láká samičky. Následně oplodněná matka hloubí s osou kmene tzv. matečnou chodbu, kam klade zhruba 50 vajíček. Z nich se líhnou larvy, hloubící postranní chodbičky. Na konci vytváří tzv. kukelnou komůrku. Larva má během života tři instary. Po kuklení z komůrky vylézá dospělý brouk. Za příznivých teplot se během roku mohou vyvinout dvě až tři generace lýkožrouta smrkového. Poměr pohlaví je 1:1. Na jaře létá v pravé poledne, v létě pak v odpoledních hodinách, kdy nejsou teploty tak vysoké (Skuhravý, 2002). Zvýšení teploty může vést ke změně počtu generací za jeden rok, stejně tak jako doba přezimování (Lausch et al., 2013). Přezimování probíhá pod kůrou stojících stromů, nebo padlých kmenů zejména ve stádiu brouků. Během jednoho dne se mohou rozptýlit až do vzdálenosti 750 m. Vně lesa jsou brouci schopni letět až na vzdálenost osmi kilometrů (Skuhravý, 2002).



Obr. č. 3: Požerek lýkožrouta smrkového, 1 – snubní komůrka, 2 – matečná chodba, 3 – larvové chodby, 4 – kukelné komůrky, dostupné ze serveru [pohoda.joiste.cz](http://pohoda.joiste.cz)

Lýkožrout smrkový je horský druh, který zaujímá obrovský areál v Evropě i Asii. Přizpůsobil se životu v nižších nadmořských výškách. Hlavní živnou dřevinou je smrk ztepilý. V Evropě, včetně České Republiky, se objevuje i na dalších, původních i introdukovaných druzích smrku, modřínu, méně často pak i na jedli či borovici.

Kontrolní metodou výskytu lýkožrouta smrkového je použití lapáků a lapačů. Ty mají kromě monitorovací a kontrolní funkce i funkci obrannou a hubící. Lapáky jsou zdravé, skácené a odvětvené smrky. Po celé délce se překrývají větvemi, zabraňující rychlému vysychání. Otrávené lapáky jsou polena sestavená do trojnožek. Povrch je ošetřen příslušným insekticidem a u vrcholu je zavěšen feromonový odparník. Dalším opatřením jsou feromonové lapače, sloužící k zachycování dospělců do pastí. Uvnitř je opět feromonový odparník (Skuhřavý, 2002).





*Obr. č. 4: Vlevo lapák, uprostřed otrávený lapák, vpravo lapač, dostupné ze serveru kurovcoveinfo.cz*

### **6.2.2. Antropogenní disturbance**

Antropogenní činnost patří spolu s vichřicemi a kůrovcem k nejvýznamnějším druhům disturbancí. Těžké dřevozpracující stroje povrchově rozrušují půdu a ničí bylinné patro a ostatní vegetaci, například rozježděním rostlin a semenáčků či zasypáním štěpkou. Půda se tak stává náchylnější k erozi. Na vytvořených cestách dochází k utužování půdy a funguje jako příhodná svodnice pro odtok vod, nesoucí s sebou i půdní částice. Dalším příkladem antropogenní disturbance jsou kyselé deště. Spalováním fosilních paliv se do ovzduší uvolňují oxidy síry a dusíku a kouřové plyny, v atmosféře reagující s vodou. Dochází tak ke vzniku naředěné kyseliny sírové a dusičné. Ty padají s deštěm či sněhem na zem, poškozují vegetaci a zhoršují kvalitu půdy. Tyto deště poškozují stromy působením na jehlice a listy, nebo svým obsahem v půdě. Následkem toho jehlice vysychají, někdy žloutnou a usychají již během vegetační sezóny (Šantrůčková et al., 2010).

### 6.2.3. Dřevokazné houby

Výskyt onemocnění způsobených houbami každoročně závisí na průběhu počasí (Knížek et al., 2005). Dle výzkumu Vacka et al. (2008) na šumavských smrčinách dominovaly především houby hnědé hniloby, jako jsou troudnatec pásovaný (*Fomitopsis pinicola* L.), outkovka řadová (*Antrodia serialis* L.), druhy bělochorošů (*Oligoporus* L.), trámovky (*Gloeophyllum* L.) a poprašky (*Coniophora* L.). Z řad hub bílé hniloby dominovaly druhy rodu václavka (*Armillaria* sp. L.) a kořenovník vrstevnatý (*Fomes annosum* L.). Pro rozklad dřeva smrku ztepilého mají větší význam lignikolní druhy hub hnědé hniloby. Diverzita a sled lignikolních druhů hub na ležícím dřevě, které určují typy hniloby dřeva, charakter rozkladu bělové a jádrové části kmene, strukturu tlejícího dřeva a její rozpad, vodní kapacitu tlejícího dřeva, jsou primárně ovlivněny způsobem odumření stromu a jeho dalším osudem. Proto je velmi důležité ve vybraných porostech tlející dřevo zcela zachovat, nejen pro zdravý vývoj tamního lesa, ale také pro studijní účely (Vacek et al., 2008).

## 7. Obnova lesa

Obnova lesních porostů je jednou z nejdůležitějších činností systému lesa. V systému obnovy lesa se rozlišují dva základní druhy obnovy, a to přirozená, umělá a kombinace obou dvou (Korpel', 1991).

### 7.1. Přirozená obnova

Obnova v pralesovitých a přírodních lesích vždy probíhala samovolně během celé existence lesa. V tomto typu lesa lze nalézt nálet vždy. Nejvíce náletu se zde vyskytuje ve stádiu jeho rozpadu, tj. v procesu odumírání fyziologicky dožívajících stromů, nebo na místě stromů zničených požárem, větrnými, popř. hmyzími kalamitami nebo z jiných příčin. V této fázi vývoje dochází k výraznému narušení a rozvolnění korunového zápoje a tím se vytvářejí vhodné podmínky pro klíčení semen v lesní půdě (Kupka, 2008). Se zřetelem na původ se přirozená obnova dělí na generativní a vegetativní. U generativní obnovy jedinci vznikají z nalítaných či opadaných semen vlastního mateřského, nebo sousedního porostu. V případě

vegetativní obnovy jedinci následného porostu vznikají z kořenových výmladků, případně zakořeněných větví (Korpel' 1991).

Po vichřicích zůstávají vyvrácené a popadané stromy. Na obnažených místech půdy po vyvrácených kořenech se otevírá prostor pro rostliny, které jsou schopné dostatečně konkurovat ostatním vzrostlým druhům. To platí zejména pro břízu bělokorou (*Betula pendula* L.) či smrk ztepilý. V případě přirozené obnovy po kůrovci dochází k postupnému prosvětlení opadem jehličí dospělých stromů, následně větviček a naposled větších větví. Povrch půdy je prosvětlený, a navíc s dostatkem živin tlejícího dřeva, což v globálu tvoří příhodné podmínky pro vyklíčení semen. V důsledku prosvětlení porostu startuje i růst mladších stromů, přežívajících v zástínu starých stromů (Šantůčková, 2010).

Horské smrčiny rostoucí v chladném a vlhkém prostředí se neobnovují kontinuálně. Pro vykvetení a vytvoření semene vyžaduje smrk ztepilý dva po sobě jdoucí teplotně a vlhkostně příznivé roky. Takováto situace nastává v horských podmínkách nepravidelně, zhruba jednou za pět let. Semenáčky v zapojeném lese ve svém vývoji téměř stagnují. Čas pro jejich růst přichází až s dostatkem světla, kdy odumírá stromové patro. Letokruhy takovýchto smrčků jsou oproti stromům vyvíjejících se již od počátku velmi husté (Jonášová, 2013).

## 7.2. Mrtvé dřevo

Pojmem mrtvé dřevo se rozumí různé formy stojícího či ležícího dřeva, vznikající odumřením stromů v lese. Zahrnuje odumřelé části živých stromů, jako jsou například stojící mrtvé kmeny, dutiny kmenů, suché větve, pahýly souší, celé ležící kmeny, pařezy, ležící silné a slabé větve či ležící kusy fragmentového dřeva. Objem mrtvého dřeva v určitém porostu závisí na produktivitě stanoviště, klimatických podmínkách, vývojovém cyklu, druhové skladbě lesa, režimu přírodních disturbancí a lidské intervenci v hospodářských lesích. Forma a způsob, jakým se mrtvé dřevo rozkládá v průběhu času, jsou dány příčinou smrti jako je například zlom, konkurence, vyvrácení, napadení hmyzem a kořenovou hnilobou. Prochází náročným procesem rozkladu, charakterizující se mnoha fyzikálními a biologickými jevy, jako jsou například louhování, biologická respirace a fragmentace. Je postupně obsazováno různými organismy, zejména dřevokaznými houbami. Proces

rozkladu je ovlivňován vlhkostí, teplotou, poměrem O<sub>2</sub> a CO<sub>2</sub> v ovzduší, nebo kvalitativními vlastnostmi (Bače et al., 2016). Trvá několik desetiletí, než je mrtvé dřevo rozloženo tak, aby bylo schopné semenáčkům poskytnout potřebné látky (Svoboda, 2010).

Mrtvé dřevo tvoří nepostradatelnou součást řady ekosystémů (Horák, 2007). Odstranění mrtvého dřeva z lesního ekosystému může výrazně ovlivnit průběh přirozené obnovy a biodiverzitu porostu (Svoboda et al., 2010). Závislost zmlazení dřevin na mrtvém dřevě je v některých lesích stoprocentní. U některých případů semenáčky obsahují pouze ležící kmeny svého vlastního druhu (Bače et al., 2016). V přírodních procesech je jeho úloha nezastupitelná. Poskytuje zdroj potravy a úkryt pro mnoho živočichů létavých i nelétavých (Horák, 2007). Pro semenáčky smrku představuje mrtvé dřevo ochranu před konkurencí bujných trav a příznivé teplotní podmínky, jelikož sníh na něm roztává mnohem dříve než na okolním podkladě. V neposlední řadě v nich jsou obsaženy živiny (Jonášová, 2013). Má příznivý vliv na chemické a fyzikální vlastnosti půdy, ovlivňuje různorodost a strukturu biotopů lesních ekosystémů, biologickou diverzitu všech složek lesního ekosystému. Dále má vliv na tvar, funkci a strukturu vodních toků včetně morfologie svahů a v neposlední řadě působí na dlouhodobý koloběh uhlíku. Tlející dřevo může v porovnání s půdou mít relativně vysokou schopnost retence vody a v období, kdy je nedostatek srážek, slouží jako zásobárna vláhy. Může v něm být relativně vysoký obsah minerálních látek a také se zde mohou vytvářet různé symbiotické vazby, zlepšující výživu semenáčků (Svoboda, 2016). Odstraněním mrtvého dřeva z lesního ekosystému dochází ke snížení schopnosti přirozené obnovy a biodiverzity. Proto je vždy nutné tuto možnost pečlivě zvážit (Svoboda et al. 2010).



Obr. č. 5: Přirozená obnova na tlejícím dřevě, Shuttershock, Josef Havlín, 2017

## 8. Metodika a materiál

### 8.1. Charakteristika širšího území – Šumava

Šumava je část pohoří rozprostírající se na hranici Česka, Německa a Rakouska. Rozloha Šumavy na našem území představuje 1671 km<sup>2</sup>. Nejnižším bodem je řeka Otava u Rejštejna s 550 m. n. m. Nejvyšší horou je Plechý, jehož nadmořská výška je 1378 m. Toto území bylo poprvé pojmenováno Klaudiem Ptolemaiem jako Gabreta, v keltském jazyce přeloženém jako Pohoří kozorohů. Jméno Šumava poprvé použil kronikář a humanista Antonio Bonfini v roce 1565 (Anděra et al., 2003).

Z geologického hlediska se Šumava nachází na území Českého masivu v šumavské větvi muldanubické oblasti. Muldanubikum Šumavy se dělí na několik základních jednotek. Jsou to: jednotvárná jednotka, pestrá jednotka, granulitové masivy, jednotka Královského hvozdu a jednotka kaplická. Společně jsou tvořeny metamorfity, jejichž vznik se datuje až do předprvotního období. K nejvýznamnějším patří ruly, ortoruly, paraluly, granulity, vápence a grafity. Z geomorfologického hlediska se Šumavská hornatina člení na celky Šumava, Šumavské podhůří, Novohradské hory a Novohradské podhůří (Anděra et al., 2003).

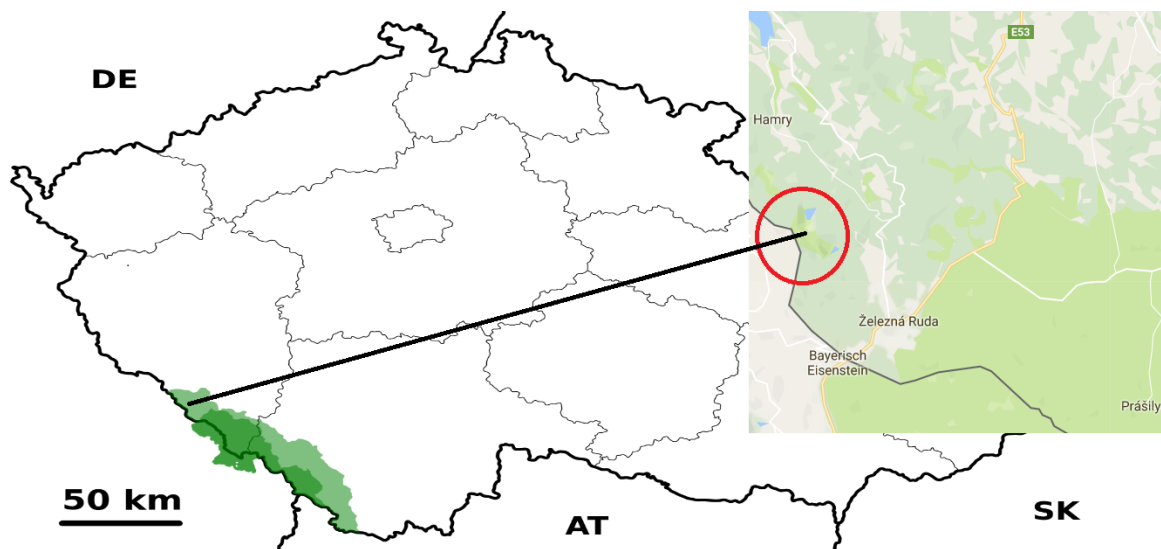
Základní půdní skupinou jsou hnědé půdy, jejichž kyselost s nadmořskou výškou roste. Rovněž stoupá i stupeň podzolizace, který je větší na horské Šumavě. V nadmořské výšce kolem 550 m přechází do hnědých půd kyselých. V pásmu vrchovin přibližně nad 600 m se vyskytují převážně hnědé půdy silně kyselé. Hnědé půdy se nejčastěji vytvářejí na zvětralinách rul, svorů, granulitů, žul a příbuzných hornin. Hlavním půdotvorným procesem je zvětrávání, spojeno s hnědnutím a vznikem a přeměnami jílových nerostů, které mají v závislosti na nadmořské výšce různý průběh. V menším rozsahu se v šumavské oblasti vyskytují další typy půd, a to půdy nivní, půdy rašeliništní a rendziny (Anděra et al., 2003).

Z klimatologického hlediska náleží většina Šumavy do chladné oblasti střeoevropského středohorského typu podnebí. Celkový ráz podnebí má přechodný charakter mezi podnebí oceánským a kontinentálním, v němž se projevují malé roční

výkyvy teploty a poměrně vysoké srážky, které jsou během roku stejnoměrně rozloženy. Průměrná roční teplota se pohybuje v závislosti na nadmořské výšce od 3 do 6 °C. Nejnižší zaznamenaná teplota činila -41,6 °C v roce 1987, nejvyšší pak 36,8 °C v roce 1983. Průměrné roční srážky činí 800 – 900 mm. V pohoří pramení i několik významných řek, jako jsou Vltava, Otava, Blanice nebo Volyňka. Za nejznámější umělý tok je považován Schwarzenberský kanál. Šumava je také charakteristická svými pěti ledovcovými jezery. Jsou to Černé jezero, Čertovo jezero, Prášilské jezero, Plešné jezero a jezero Laka. Relativní vlhkost vzduchu se v průměru pohybuje kolem 80 % (Anděra et al., 2003).

Šumava je z více než 60 % pokryta lesy, z toho hlavní dřevinu (70 %) představuje smrk ztepilý. Dále je zde ve větší míře zastoupena jedle bělokorá (*Abies alba* L.) a buk lesní (*Fagus sylvatica* L.). Ve výškách od 1 200 m n. m. se zde vyskytují pouze klimatické smrčiny s menším podílem tzv. vtroušených dřevin. K nejznámějším křovinám patří brusnice borůvka (*Corylus avellana* L.), líska obecná (*Vaccinium myrtillus* L.) a zimolez černý (*Lonicera nigra* L.). Pro Šumavu jsou také typická rozsáhlá rašeliniště, což jsou trvale zamokřené ekosystémy povrchovou či podpovrchovou vodou. Zamokřená biomasa se nemůže dostatečně rozkládat a tím vzniká rašelina. K nejznámějším rašeliništím patří Chalupská slat', Jezerní slat', Tříjezerní slat', nebo Soumarské rašeliniště (Anděra et al., 2003).

Na území Šumavy byla v roce 1963 zřízena chráněná krajinná oblast (CHKO) Šumava, rozčleněná na maloplošná chráněná území. K nejznámějším chráněným územím patří NPR Boubínský prales, NPR Černé a Čertovo jezero a NPR Velká niva. Její nejvzácnější části byly v roce 1991 prohlášeny za národní park. Dnešní CHKO tvoří jeho ochranné pásmo. S osidlováním Šumavy datovaném ve starší době kamenné postupně docházelo ke kultivaci půdy, v souvislosti se zakládáním nových osad (Anděra et al., 2003).



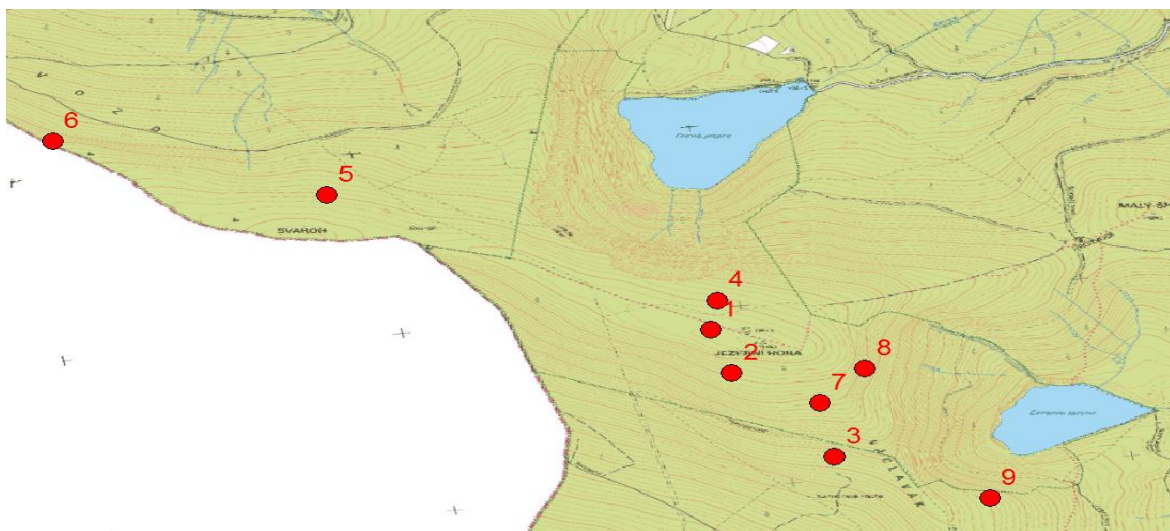
Obr. č. 6: Zájmová lokalita na přehledové mapě ČR. Světle zelená značí CHKO Šumava, tmavě zelená Národní park Šumava,

## 8.2. Popis zájmového území – NPR Černé a Čertovo jezero

Samotné zájmové území bylo v roce 1933 vyhlášeno jako Národní přírodní rezervace Černé a Čertovo jezero, z důvodu ochrany ledovcových karů. Leží v nich dvě přirozená jezera – Černé a Čertovo, hrazena čelními ledovcovými morény. Mezi nimi probíhá hlavní evropské rozvodí, oddělující úmoří Černého a Severního moře. Rezervace leží ve výškách 1008 – 1343 m n. m. Její výměra činí 172,56 ha (Šmejkalová, 2009). Na jejím území se rozprostírá Jezerní hora, jež je se svými 1343 m nejvyšší horou Královského hvozdu, hřbetu na česko – bavorských hranicích v severozápadní části Šumavy (Anděra, et al., 2003). Skalní podloží je tvořeno biotiticko – muskovitickými svory. Půda je tvořena podzoly a na skalnaté části svahů dominují rankery. Pro oblast jsou typické smrčiny v karech a fragmenty subalpínských bezlesích společenstev. Na náhorní plošině dominují přirozené klimaxové smrčiny. Nejstarší smrky dosahují věku 300 let. Solitérní habitus naznačuje, že zde dříve rostl nezapojený smrkový les (Šmejkalová, 2009). Na horních ploškách skal se vytvořili ostrůvkovité porosty kleče (*Pinus mugo* L.) s příměsí vrby velkolisté (*Salix appendiculata* L.) a jeřábu ptačího (*Sorbus aucuparia* L.). Ve vegetačním pokryvu dominuje brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus* L.). K dalším bylinám patří papratka alpská (*Athyrium alpestre* L.), kostřava lesní (*Festuca sylvatica* L.), třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa* L.), nebo metlička křivolaká (*Deschampsia flexuosa* L.) (Sofron, 1971).

### 8.3. Lokalizace zkoumaného území

Výzkum probíhal v rámci kompaktního zájmového území na devíti smrkových plochách. Kromě lokalit č. 5 a 6 se všechny nachází na hřebeni Jezerní hory, nebo v jeho těsné blízkosti. Lokality č. 5 a 6 se nachází severozápadně ve svahu Jezení hory, v blízkosti hranic Spolkové republiky Německo (Čada et al. 2016).



Obr. č. 7: Umístění výzkumných ploch Čada et al. (2016), bílá barva představuje území Spolkové republiky Německo

Tab. č. 1: Rozdělení lokalit a základní údaje pro každou lokalitu samostatně. Je zde uvedeno číslo výzkumné plochy, GPS souřadnice, nadmořská výška, expozice a sklon svahu

Plocha	GPS	Nadm. výška (m)	Expozice	Sklon svahu (°)
1	N49°10'9,4", E13°10'57,5"	1337	JZ	7.1
2	N49°10'1,7", E13°11'0,5"	1321	JZ	10.0
3	N49°9'46,6", E13°11'15,3"	1193	J	12.0
4	N49°10'14,8", E13°10'58,5"	1333	S	11.5
5	N49°10'33,7", E13°10'2,1"	1313	S	16.4
6	N49°10'43,3", E13°9'22,6"	1257	S	9.0
7	N49°09'56,3", E13°11'13,3"	1258	J	15.7
8	N49°10'02,5", E13°11'19,7"	1243	V	10.2
9	N49°09'39,1", E13°11'37,8"	1137	V	11.4



## 8.4. Sběr dat

Srovnání archivních materiálů s výsledky dendrochronologické analýzy věku porostu na Jezerní hoře v zájmovém roce 1922 jsem provedl na základě porostní mapy. Výsledky dendrochronologických analýz byly převzaty z práce Čada et al. (2016), od kterého jsem převzal GPS souřadnice, nadmořské výšky, orientace svahů, sklony svahů a věky porostu. Ve Státním oblastním archivu v Plzni, pracovišti Klášter jsem získal porostní mapu, kterou jsem následně převedl do geografického informačního systému a následně jsem ji zobrazil. Na jejím základě jsem zjistil věk na výzkumných plochách. Doplňující informace k charakteristice a vývoji porostu v zájmovém území jsem získal z Historického průzkumu lesů LHC Železná Ruda I (Ministr, 1965), uloženém v Ústavu pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem v Plzni a z knihy Černé a Čertovo jezero – státní přírodní rezervace (Sofron, 1971) v Agentuře ochrany přírody a krajiny České Republiky v Praze.

## 9. Výsledky

### 9.1. Historické údaje

Zkoumaná lokalita se nachází na LHC Železná Ruda, která je jedním ze dvou celků LS Železná Ruda. Druhým je LHC Sušice. LHC Železná Ruda se historicky skládá z několika majetkových celků. Bylo to v první řadě panství Železná Ruda, statky Hůrka a Debrník. Z menší části pak bývalé panství Bystřice a území Královského Hvozdu. Pouze malou částí sem zasahuje panství Týn a statek Čerchov (Ministr, 1965).

Veškeré tyto majetky byly v prvních staletích českého státu součástí mohutného pralesovitého valu. Toto lesní pásmo, mimořádně důležité pro obranu země, se rozprostíralo podél západní hranice země. Majetky se darováním a zástavami stále více drobily a zmenšovaly. Počátkem 11. století proniká na toto území kolonizace ze západu. Pozvolna se zde usazovalo obyvatelstvo. Vznikem luk a polí s rozvojem zemědělství za pomoci kácení a vypalování se souvislé plochy pralesa ztenčovaly. Vznikala tak samostatná panství a statky. Od poloviny 13. století vedla tímto územím obchodní stezka z bavorského města Světlá, přes Pancíř a Mústek ke Klatovům (Ministr, 1965). Počátek velkostatku lze považovat rok 1569,

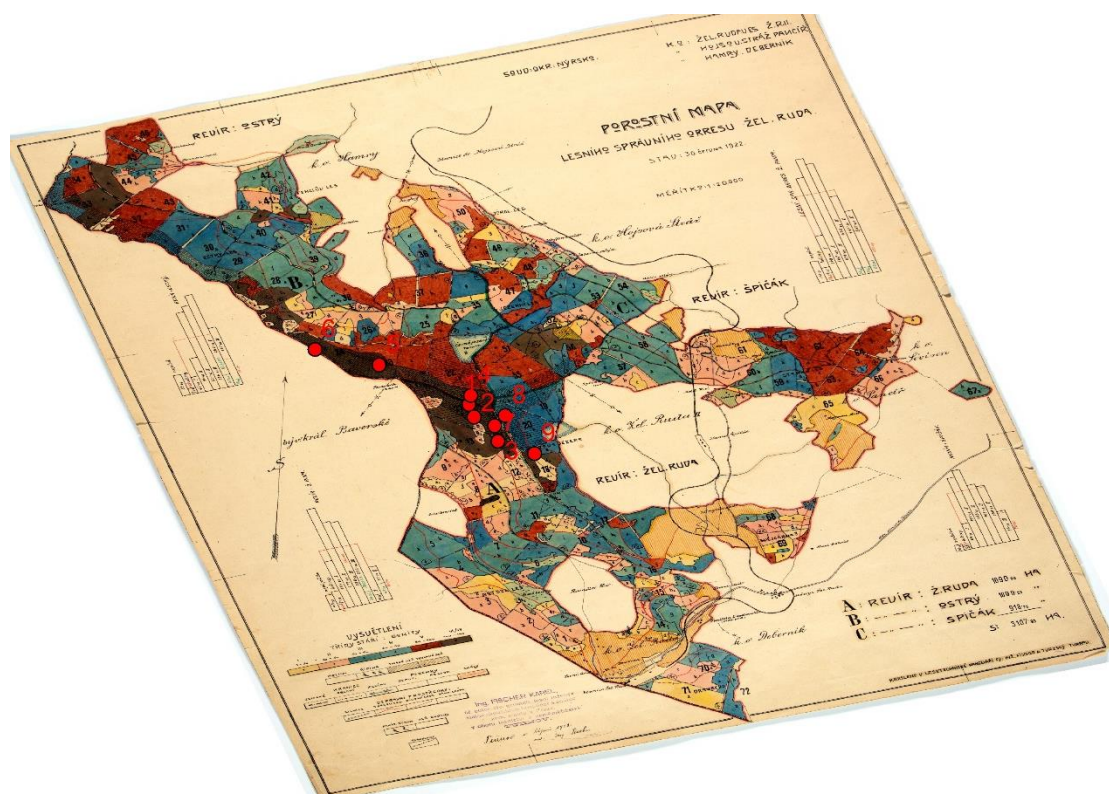
kdy byla rodem Fiedlerů a Gaislerů obnovena těžba železné rudy, kterým toto území propůjčil Jiří z Gutštejna. Ti zde vybudovali železárny, sklářskou pec a pilu. Později Fiedlerové území kupují a po pěti letech prodávají Jiřímu ze Schwarzenberga. Teprve v druhé polovině 16. stol. začíná být ve větší míře toto území osídlováno a vznikají zde královské vesnice a později svobodné rychty, kterých bylo celkem osm. Drsnost podnebí a vzájemná odlehlost sídel obyvatel vytvořila zvláštní formy života, stylem života lišící se od sociálních i hospodářských poměrů ostatního obyvatelstva země (Ministr, 1965). Stavěly se zde hamry, zřizované pasovskými kupci. Dřevěné uhlí se pro hamry páliło přímo v lesích (Sofron, 1971). Počátkem 17. stol jsou zde zakládány sklárny, které měly na lesy mnohem větší nároky než železářství. Vznikaly v místech, kde dříve neprobíhala žádná těžba, kvůli nedostatku dřeva. Každá sklárna získala do užívání větší kus lesa pro holosečnou těžbu (Ministr, 1965). Bylo však uloženo ponechání výstavků, obyčejně jeden na 30 – 50 kroků (Sofron, 1971). Po vykácení lesů se sklárny zrušily a přesunuly na jiné místo (Ministr, 1965). Statek Železná Ruda po nějakém čase přešel do vlastnictví rodu Nothaftů a Hafenbradlů. Ti zvětšili majetek o území Špičák. V roce 1852 prodávají statek Karlu z Hohenzollernů. Tento rod ho zvětšil o Jezerní les, Ostrý les a Nový les. Těžba v okolí Jezerní hory byla započata až koncem 18. stol. Obnova probíhala přirozeně (Sofron, 1971).

Je zdokumentována například větrná kalamita ze 7.12. 1868, která však nabyla mnohem menších rozměrů než ta, která se stala dne 26. a 27. 10. 1870. Tehdy došlo v panství Železná Ruda k obrovské větrné kalamitě, po které následovala kůrovcová gradace, jež trvala do roku 1876 a způsobila 146 487 m<sup>3</sup> kalamitního dřeva. Lesní hospodářství tak bylo zcela rozvrácené. Mýtné porosty byly až na nepatrné výjimky proředěny. Porosty středního stáří utrpěly mezery. Vzniklo zhruba 41 ha holin, aby se zamezilo dalšímu rozšiřování kůrovce. Zpočátku byly porosty obnovovány sítí, která se neosvědčila. Vystřídala ji sadba. Obnova byla prováděna přirozeně. Celé hospodářství bylo téměř 7 let omezeno jen na zpracování vývratů a schnoucích stromů. Došlo tak k útlumu hospodaření v porostech nepoškozených vichřicí (Ministr, 1965). Důsledkem těchto disturbancí došlo k vyhlášení rezervace, kde se nesmělo těžit, ani zpracovávat padlé kmeny. Jejím cílem bylo vytvoření pralesa (Sofron, 1971). Roku 1923 rod Hohenzollernů předal majetek československému státu. Od roku 1933 se z území stala národní přírodní rezervace (Šmejkalová, 2009) a od roku 1963 je území vyhlášeno jako Chráněná krajinná oblast Šumava (Anděra et al., 2003).

V dnešní době je na základě zákona č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny zakázáno kácení stojících stromů a souší. V lednu 2007 se naším územím prohnal orkán Kyrill, který měl za následek rozpad velké části porostů v rezervaci a jejím okolí. Aby se předešlo kůrovcové kalamitě, zasažené stromy byly odkorněny harvestory. Chemická asanace byla použita v nepřístupných místech (Koutecký, 2005).

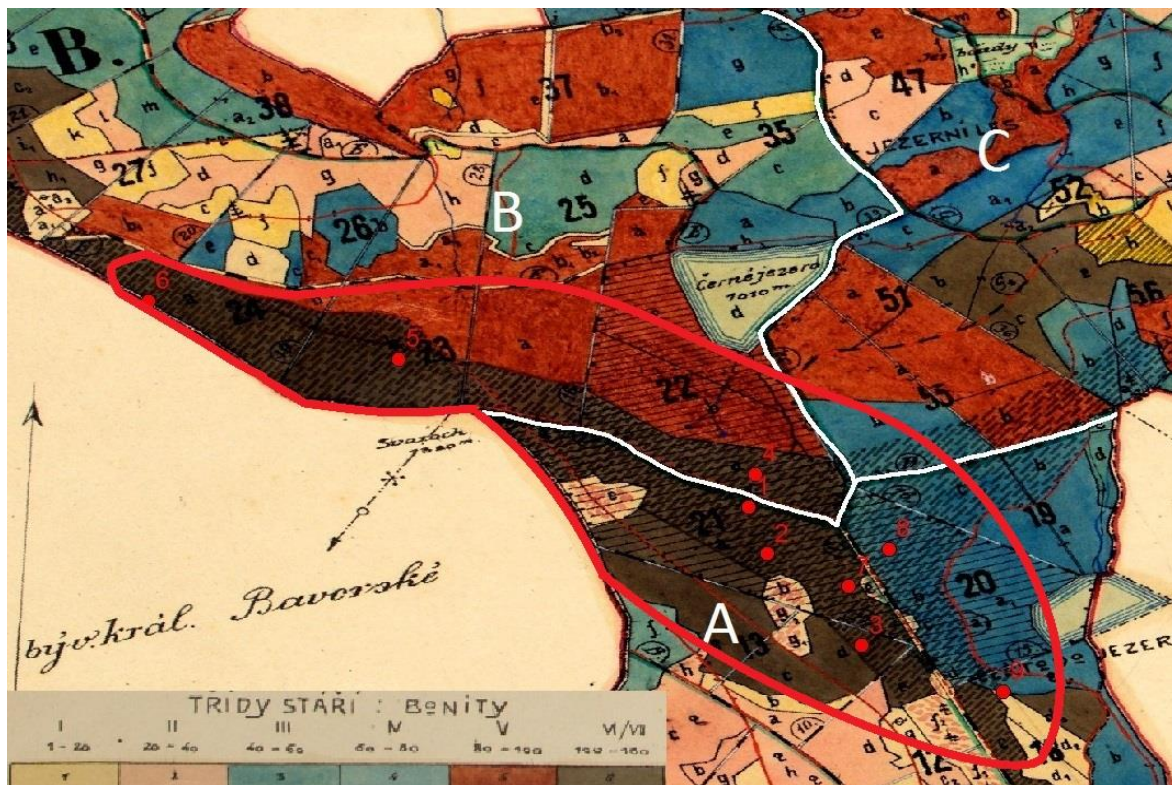
## 9.2. Co vypovídá porostní mapa

Na první pohled z porostní mapy vyplývá, že věková struktura porostu v LHC byla nevyrovnaná, což také dokazuje graf č. 2 a 3. Z převahy porostů mladších věkových tříd, zejména III. třídy je patrné, že porosty byly po obnovách obrovského rozsahu. Kolem roku 1870 zde musela proběhnout rozsáhlá disturbance, která měla zcela zásadní vliv na strukturu porostů. To, že tuto disturbance v té době přežil souvislý porost VI. / VII. věkové třídy spočívá v tom, že v té době byl tento porost mladý a měl tak větší pravděpodobnost na přežití.



Obr. č. 8: Porostní mapa lesního správního okresu Železná Ruda z roku 1922 s lokalizací výzkumných ploch orientovaná na sever

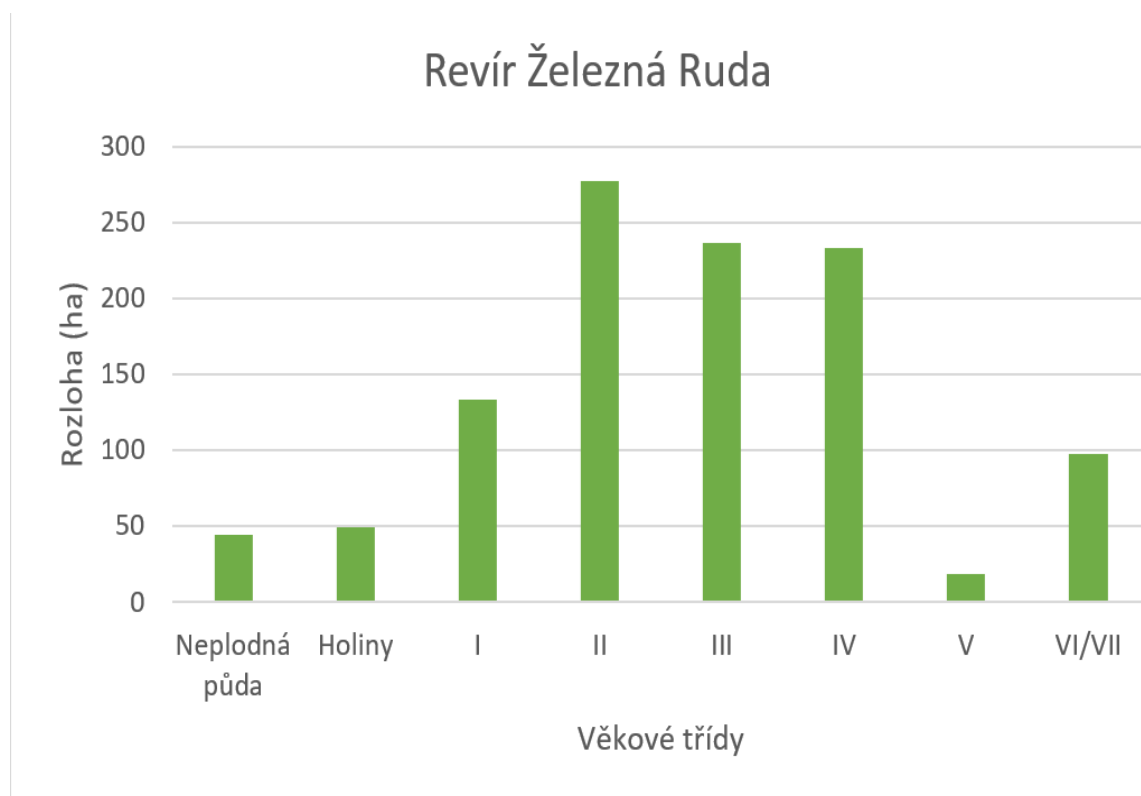
### 9.3. Data získaná z porostní mapy



Obr. č. 9: Detail porostní mapy lesního správního okresu Železná Ruda z roku 1922 s lokalizací výzkumných ploch, červená čára představuje hranici zkoumané lokality, bílá čára rozděljuje revíry Železná Ruda (A), Ostrý (B) a Špičák (C)

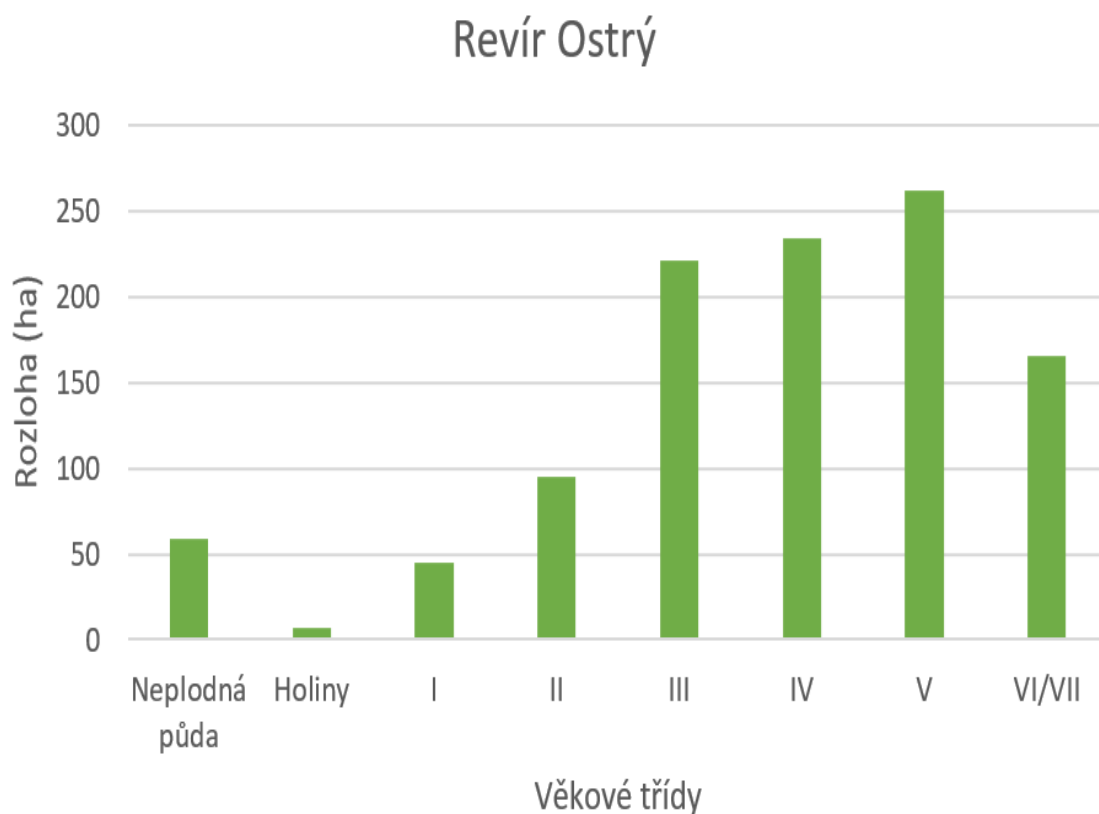
Výzkumné plochy se dle porostní mapy nachází na rozhraní revírů Železná Ruda a Ostrý, pro které jsem jednotlivě znázornil rozložení věkové struktury ve formě grafu.

Na základě grafu č. 1 je patrné, že se v revíru Železná Ruda jedná o nevyrovnaný porost, kde dominuje porost II. věkové třídy, avšak poměrně velké zastoupení má i porost III. a IV. věkové třídy. Naopak zhruba poloviční zastoupení představuje porost I. a VI. / VII. věková třída. Minimální podíl připadá porostu V. věkové třídy.



Graf č. 1: Zastoupení jednotlivých věkových tříd (osa x) v rámci rozlohy (osa y)

Na základě grafu č. 2 je patrné, že se v revíru Ostrý jedná o více vyrovnaný porost, než v revíru Železná Ruda (graf č. 1). Největší zastoupení zde zaujímá porost V. věkové třídy. Poměrně velké zastoupení zaujímá i porost III. a IV. věkové třídy. Následuje porost VI. / VII. věkové třídy. Zhruba poloviční zastoupení pak připadá porostu II. věkové třídy a nejmeně podíl představuje porost I. věkové třídy.

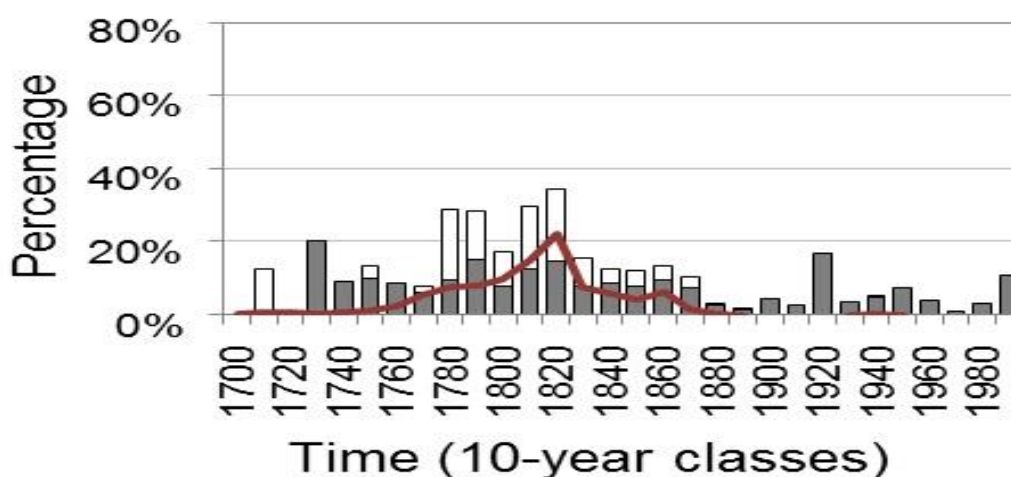


Graf č. 2: Zastoupení jednotlivých věkových tříd (osa x) v rámci rozlohy (osa y)

#### 9.4. Dynamika zkoumaného území na základě letokruhů

Věková struktura porostu na zkoumané lokalitě v rámci celých revírů byla poměrně nevyrovnaná. To je důsledkem silného narušení, jež odstranilo většinu jedinců a dalo vzniknout porostu současnému. To vše se projevuje i na přírůstových sériích, protože u poměrně velkého zastoupení starších stromů došlo k razantnímu zvýšení přírůstu a většina nově vzrostlých jedinců od počátku vykazovala intenzivní růst (Čada et al., 2013)

Nejzásadnější dobou, kdy vznikaly zkoumané porosty, jsou rozmezí let 1780 – 1830. Později se vyskytlo narušení také kolem roku 1920 (graf č. 3) (Čada et al., 2016). Tato období dle historické evidence skutečně odpovídají obdobím, kdy tyto disturbance probíhaly viz. roky 1778, 1821 a 1822 a 1853 – 70. Faktorem, jenž způsobil takto rozsáhlé disturbance, může být vichřice, kůrovcová gradace, nebo těžba. K rozsáhlým rozpadům lesa na Šumavě docházelo asi dvakrát za století (Čada et al., 2013).



Graf č. 3: Průměrná míra narušení (osa y) za určitý čas (osa x) pro jednotlivé plochy na Jezerní hoře vyjádřena v procentech (Čada et al., 2016)

## 9.5. Dendrochronologická analýza

Z tab. č. 2 je na první pohled patrné, že se kolem roku 1920 na výzkumných plochách jednalo o poměrně nevyrovnaný porost, viz. výzkumné plochy č. 1 a 4, které byly o několik desítek let mladší. Výzkumná plocha č. 9. dokazuje, že v blízkém období roku 1920 došlo k určitému druhu disturbance, což dokazují i archivní materiály a graf č. 1. Tento porost vznikl později, než byla vytvořena porostní mapa.

Tab. č. 2: Stáří porostu v roce 1922 na výzkumných plochách na základě letokruhové analýzy (Čada et al., 2016)

Plocha č.	Věk v roce 1922
1	60
2	96
3	127
4	77
5	129
6	99
7	104
8	73
9	-8

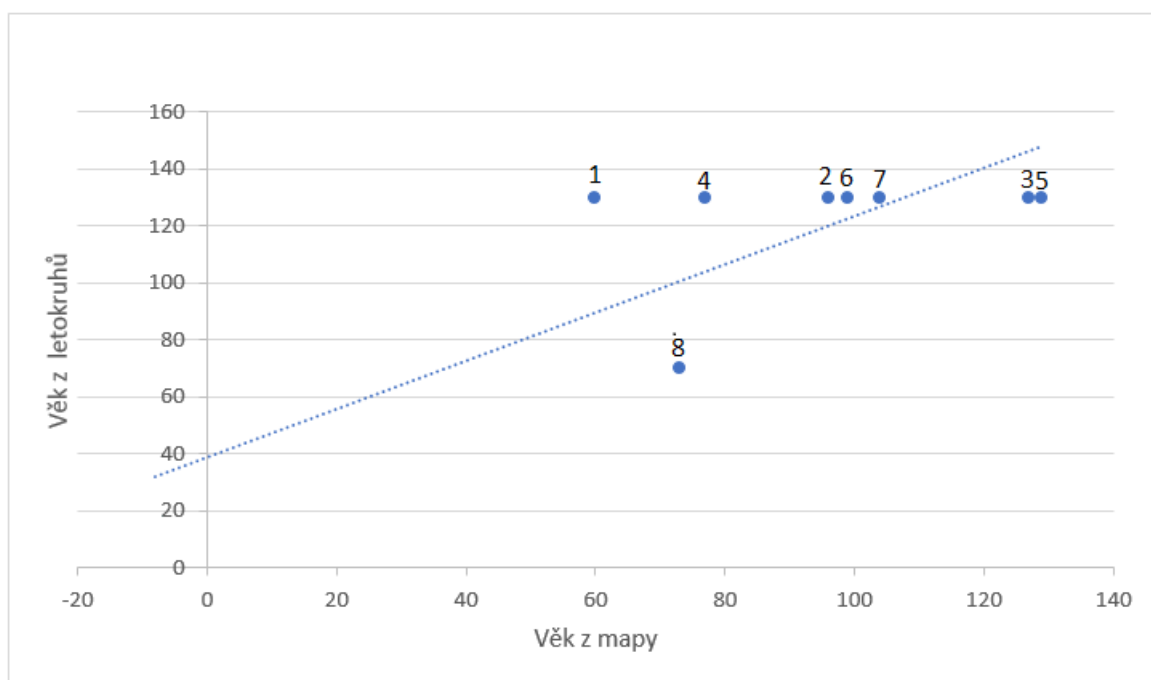
## 9.6. Porovnání věku na základě porostní mapy a dendrochronologické analýzy

Z tab. č 2 a grafu č. 3 je patrné, že se data o věku porostu z analýzy letokruhů a porostní mapy do značné míry shodují. Zejména se tak jedná o výzkumné plochy č. 2, 3, 5, 6, 7 a 8. Věk se zde odlišuje maximálně o 34 let, bereme – li střední hodnotu věkové třídy. Na výzkumných plochách č. 1 a 4 dochází k většímu věkovému rozdílu, a to až o 70 let. Dle Hubeného (2012) může být toto vychýlení zapříčiněno například tím, že rozdělení do určité věkové třídy neodpovídá přesnému věku porostu z toho důvodu, že se se v daném porostu vyskytovaly i mnohem starší stromy, které svým věkem zvyšují průměrný věk porostu. Z hlediska věkové struktury stavba lesů často vůbec neodpovídá tomu, jak navenek lesy vypadají. Konkrétní příklad na Jezerní hoře byly dva pařezy o průměru 34 cm, jeden 180 let starý, druhý 300 let starý, stojící 5 m od sebe.



Tab. č. 3: Porovnání stáří porostu na výzkumných plochách z archiválií a letokruhové analýzy

Plocha č.	Střední hodnota věkové třídy	Věk z letokruhové analýzy (1922)	Rozdíl
1	130	60	70
2	130	96	34
3	130	127	3
4	130	77	53
5	130	129	1
6	130	99	31
7	130	104	26
8	70	73	3
9	10	-8	18



Graf č. 4: Syntéza stáří porostu na základě letokruhů (osa x) a porostní mapy (osa y) jednotlivých výzkumných ploch

## 10. Závěr

V dynamice horského smrkového lesa platí, že disturbance hrají významnou roli a jsou klíčem k jeho obnově. Je třeba brát v úvahu, že to, co se jeví jako katastrofa, která má za následek deformaci lesa, má ve skutečnosti hlubší a opodstatněný význam a je nedílnou součástí procesu obnovy. Zejména a nejčastěji se tak v našich podmínkách jedná o větrnou činnost a s ní související gradaci lýkožrouta smrkového (*Ips typographus* L.), který však po přemnožení napadá i zdravé stromy. Z hlediska obnovy pro semenáčky hraje klíčovou roli mrtvé dřevo, které jim poskytuje velké množství živin nebo vláhu a v neposlední řadě slouží jako útočiště či potrava mnoha organismům. Obnova závisí i na druhu disturbance. Po silné větrné činnosti vznikají mikrostanoviště, na něž je smrkové zmlazení vázané. Po napadení lýkožroutem smrkovým zůstávají stát suché stromy, tvořící polostín pro mladé semenáčky a zpomalují rozšiřování vegetace, která semenáčkům konkuruje při klíčení a růstu. Horské smrkové lesy jsou schopné se po disturbancích samy obnovit.

Na základě porostní mapy bylo zjištěno, že věková struktura porostu na zkoumané lokalitě v rámci celých revírů kolem roku 1920 byla nevyrovnaná, viz graf č. 1 a 2. Z hlediska stáří porostu zde největší zastoupení představovala II., III. a IV. věková třída. To vypovídá o rozsáhlých disturbancích, které na tomto území dříve proběhly a porost byl následně ve fázi obnovy. To potvrzuje i letokruhová analýza práce Čada et al. (2016), viz. graf č.3, který v časové ose znázorňuje dobu, kdy jednotlivé disturbance proběhly a jejich sílu. Nejvýznamnější narušení na zkoumané lokalitě proběhlo v rozmezí let 1780 – 1830, kdy následně porost na výzkumných plochách vznikl. Další významná disturbance proběhla v roce 1920, což dokazuje i porost na výzkumné ploše č. 9, který vznikl až kolem roku 1930.

Dále byl porovnán věk na základě letokruhové analýzy a archiválií, konkrétně porostní mapy, kde byla jako věk brána střední hodnota příslušné věkové třídy. Na většině výzkumných ploch, tj. č. 2, 3, 5, 6, 7 a 8 se věk do značné míry shoduje. Na výzkumných plochách č. 1 a 4 dochází k rozdílu v řádu několika desítek let, což může být způsobeno například špatným zařazením porostu do věkové třídy. Porost na ploše č. 9 vznikl později, než byla vytvořena porostní mapa.

## 11. Literatura

- BAČE, R., SVOBODA, M.,** 2016: Management mrtvého dřeva v hospodářských lesích. 44 s.
- BLÁHA, J., KOŠTÁL, L.,** 2010: Horské smrčiny – vodní prameny i střecha naší země. Dostupné také z WWW. <http://www.hnutiduha.cz/>
- BRŮNA, J., WILD, J., SVOBODA, M., HEURICH, H., MÜLLEROVÁ, J.,** 2013: Impacts and underlying factors of landscape-scale, historical disturbance of mountain forest identified using archival documents. *For. Ecol. Manage.* 305, 294–306.
- ČADA, V., BRŮNA, J., SVOBODA, M., WILD, J.,** 2013: Dynamika horských smrčín na Šumavě. *Živa*, č.5, roč. 2013, 213–216.
- ČADA, V., MORRISSEY, R., MICHALOVÁ, Z., BAČE, R., JANDA, P., SVOBODA, M.,** 2016: Frequent severe natural disturbances and non-equilibrium landscape dynamics shapes the mountain spruce forest in central Europe. *Forest Ecology and Management*, 169-178.
- ČESKO, MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ.** Zákon č. 114/1992 Sb. Ze dne 19. února 1992, o ochraně přírody a krajiny. In sbírka zákonů české republiky 2011, §29 odst. 1. Dostupné také z WWW: <http://zakony.centrum.cz/zakon-o-ochrane-prirody-a-krajiny/>
- DRÁPELA, K., ZACH, J.,** 1995: Dendrometrie (dendrochronologie). Mendelova zemědělská univerzita v Brně, 149 s.
- FRELICH, E.,** 2002: *Forest Dynamics and Disturbance Regimes*. 261 s.
- HORÁK, J.,** 2007: Proč je důležité mrtvé dřevo? 20 s.
- HUBENÝ, P.,** 2002: Věková struktura lesů na Šumavě. *Lesnická práce* roč. 91, č. 2/12.
- JENÍK J.,** 1995: *Ekosystémy. Úvod do organizace zonálních a azonálních biomů.* Univerzita Karlova, Praha. 135 s.
- JONÁŠOVÁ, M.,** 2001: Regenerace horských smrčín na Šumavě po velkoplošném napadení lýkožroutem smrkovým. *Aktuality šumavského výzkumu*, Vimperk, 161-164.
- JONÁŠOVÁ, M.,** 2013: Přírodní disturbance – klíčový faktor obnovy horských smrčín. *Živa*, č. 5, 216-219.
- KNÍŽEK, M.,** 2005: Zpravodaj ochrany lesa, Sborník referátů z celostátního semináře s mezinárodní účastí Škodliví činitelé v lesích Česka 2014/2015. 67 s.

- KORPEL', Š.**, 1989: Pralesy Slovenska. 328 s.
- KORPEL', Š.**, 1991: Pestovanie lesa. 465 s.
- KOUTECKÝ, B.**, 2005: Plán péče o národní přírodní rezervaci Černé a Čertovo jezero na období 2005–2014. Ministerstvo životního prostředí, Praha.
- KUBČÁK, V.**, 2005: Ekonomické aspekty ochrany lesa. 97 s.
- KULAKOWSKI D., BEBI P.**, 2004: Range of variability of unmanaged subalpine forests. Forum Für Wissen, 47-54.
- KUPKA, I.**, 2004: Přirozená a umělá obnova, přednosti, nevýhody a omezení. Česká zemědělská univerzita v Praze, 100 s.
- KUPKA, I.**, 2008: Pěstování lesů I. Česká zemědělská univerzita v Praze, 150 s.
- LAUSCH, A., HEURICH H., FAHSE, L.**, 2013: Spatio-temporal infestation patterns of *Ips typographus* (L.) in the Bavarian Forest National Park, Germany. Ecol Indic 31, 73-81.
- MÍCHAL, I.**, 1983: Dynamika přírodního lesa I až VI. Živa, roč. 1983, č. 1-4.
- MINDRIAK, R.**, 1995: Ekologické vplyvy hospodarenia v lese na krajinu. 52 s.
- MINISTR, J.**, 1965: Historický průzkum lesů LHC Železná Ruda I. 45 s.
- POLENO, Z., VACEK, S. a kol.**, 2007: Pěstování lesů I. - Ekologické zásady pěstování lesů. Lesnická práce, 320 s.
- POŠTULKA, Z.**, 2007: Role lesního hospodaření při retenci vody v české krajině. 32 s.
- SKUHRAVÝ, V.**, 2002: Lýkožrout smrkový a jeho kalamity. 196 s.
- SLÁVIK, M.**, 2004: Lesnická dendrologie. Česká zemědělská univerzita v Praze, 80 s.
- SOFRON, J.**, 1971: Černé a Čertovo jezero – státní přírodní rezervace. KSSPPOP Plzeň.
- SOUSA W. P.**, 1984: The role of disturbance in natural communities. Annual Reviews, 353-391.
- SVOBODA, M.**, 2005: Struktura horského smrkového lesa v oblasti Trojmezí ve vztahu k historickému vývoji a stanovištním podmínkám. Silva Gabreta, Vimperk, 43-62.
- SVOBODA, M.**, 2005: Význam tlejícího dřeva v lese na příkladu horské smrčiny. Lesnická práce, roč. 84, č. 5.
- SVOBODA, M.**, 2008: Efekt disturbancí na dynamiku horského smrkového lesa s převahou smrku ve střední Evropě. Ochrana přírody, č. 1, roč. 2008.

- SVOBODA, M., FRAVER, S., JANDA, P., BAČE, R., ZENÁHLÍKOVÁ, J., 2010:** Natural development and regeneration of a Central European montane spruce forest. 105-108.
- ŠANTRŮČKOVÁ, H., VRBA, J., 2010:** Co vyprávějí horské smrčiny. 153 s.
- ŠMEJKALOVÁ, Z., 2009:** Černé a Čertovo jezero – národní přírodní rezervace. Dostupné také z WWW: [http://www.rozhlas.cz/priroda/krasy/\\_zprava/601780/](http://www.rozhlas.cz/priroda/krasy/_zprava/601780/)
- ŠTYKAR, J., 2008:** Lesnická fytoecologie a typologie. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 430 s.
- ŠVESTKA, M., HOCHMUT, R., JANČAŘÍK, V., 1998:** Praktické metody v ochraně lesa. Lesnická práce, 309 s.
- ÚRADNÍČEK, L., 2003:** Lesnická dendrologie I. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 102 s.
- ÚRADNÍČEK, L., CHMELAŘ, J., 1998:** Dendrologie lesnická 1. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 97 s.
- VACEK, S., KREJČÍ, F., a kol, 2008:** Lesní ekosystémy v národním parku Šumava. 511 s.
- ŽÁRNÍK, M., KRÍSTEK, Š., 2007:** Aktuální versus přirozené rozšíření smrku ztepilého v ČR, Vesmír č. 86, 778-779.

## **12. Přílohy**

### **12.1. Seznam tabulek**

Tab. č. 1: Rozdělení lokalit a základní údaje pro každou lokalitu samostatně

Tab. č. 2: Stáří porostu v roce 1922 na výzkumných plochách

Tab. č. 3: Porovnání stáří porostu z archiválií a letokruhové analýzy

### **12.2. Seznam obrázků**

Obr. č. 1: Současné zastoupení smrku ztepilého v ČR

Obr. č. 2: Horská smrčina

Obr. č. 3: Požerek lýkožrouta smrkového

Obr. č. 4: Vlevo lapák, uprostřed otrávený lapák, vpravo lapač

Obr. č. 5: Přirozená obnova na tlejícím dřevě

Obr. č. 6: Šumava na přehledové mapě ČR

Obr. č. 7: Umístění výzkumných ploch

Obr. č. 8: Porostní mapa lesního správního okresu Železná Ruda

Obr. č. 9: Detail porostní mapy lesního správního okresu Železná Ruda

### **12.3. Seznam grafů**

Graf č. 1: Zastoupení jednotlivých věkových tříd (osa x) v rámci rozlohy (osa y)

Graf č. 2: Zastoupení jednotlivých věkových tříd (osa x) v rámci rozlohy (osa y)

Graf č. 3: Průměrná míra narušení za určitý čas pro jednotlivé plochy na Jezerní hoře

Graf č. 4: Syntéza stáří porostu na základě porostní mapy (osa x) a letokruhů (osa y)