

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra: Pěstování lesů



Název bakalářské práce:

Struktura a vývoj podmáčených smrčín na Šumavě

Vedoucí práce: prof. RNDr. Stanislav Vacek, DrSc.

Vypracovala: Mrázová Andrea

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Struktura a vývoj podmáčených smrčín na Šumavě vypracovala samostatně pod vedením prof. RNDr. Stanislava Vacka, DrSc. a použila jsem jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

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

PODĚKOVÁNÍ

Mé poděkování patří vedoucímu bakalářské práce panu prof. RNDr. Stanislavu Vackovi, DrSc. za možnost vypracování této práce a za poskytnuté odborné rady. Také bych chtěla poděkovat mé rodině za podporu a především mému příteli, který mi pomáhal se sběrem dat.

V Praze dne 18.4.2016

Andrea Mrázová

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá strukturou a vývojem podmáčených smrčín na Šumavě. Jedná se o II. zónu NP Šumava, výzkumné plochy se nacházejí u Schwarzenberského kanálu poblíž lokality U Oslince (916 m), LS Stožec. V místě porostu se nacházejí dvě výzkumné plochy o velikosti jedné plochy 50 × 50m. Struktura a vývoj porostů na TVP U Kanálu I. a TVP U Kanálu II. byl zjišťován přímo měřením v porostu a následně statickým vyhodnocením. Na výzkumných plochách byl zjišťován především stav přirozené obnovy, zápoj porostu. V první části bakalářské práce je proveden rozbor problematiky vývoje a struktury lesních porostů, charakteristika zájmového území PLO-13 Šumava, stanovištních a porostních poměrů podmáčených smrčín a zejména dvou výzkumných ploch.

Klíčová slova: struktura a vývoj porostů, podmáčené smrčiny, přirozená obnova, zdravotní stav, žloutnutí, Šumava

Abstract

This bachelor thesis deals with the structure and development of waterlogged spruce forests in Šumava. It is in the II. zone of the Šumava National park, the research area is situated at Schwarzenberg canal near to area U Oslince (916m), forestry office Stožec. In the place of vegetation are two research areas, size of one area is 50 x 50m. Structure and development of vegetation in TVP U Kanálu I. and TVP U Kanálu II. Development was discovered directly by measuring in the vegetation and consequently by static evaluation. On the research areas was investigated primarily condition of natural regeneration, connection of vegetation. In the first part of bachelor thesis is an analysis of issues with development and structure of forests. Characteristics of the area PLO-13 Šumava, areas and vegetation conditions of waterlogged spruce forests and especially two research zones.

Key words:

Structure and development vegetation, waterlogged spruce, natural forest regeneration, state of health, yellowing, Šumava Mts.

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Andrea Mrázová

Lesnictví

Název práce

Struktura a vývoj podmáčených smrčín na Šumavě.

Název anglicky

Structure and development of waterlogged spruce forests in the Šumava Mts.

Cíle práce

Získat poznatky o struktuře a vývoji porostů podmáčených smrčín s akcentem na jejich zdravotní stav a možnost revitalizačních opatření na územním pracovišti Stožec na Šumavě.

Metodika

Rozbor problematiky struktury a vývoje smrkových porostů v Evropě se zaměřením na podmáčené smrčiny a přírodní lesní oblast 13 Šumava.

Charakteristika zájmové PLO13 Šumava a zejména pak stanovištních a porostních poměrů podmáčených smrčín.

Výběr a charakteristika 2 výzkumných ploch na územním pracovišti Stožec.

Aplikace standardních biometrických, klasifikačních a matematickostatistických metod.

Standartní biometrická měření všech jedinců stromového patra na TVP o velikosti 50×50 m a zajištěné přirozené obnovy na transektech.

Vyhodnocení struktury a vývoje porostů s akcentem na jejich zdravotní stav na vybraných výzkumných plochách v podmáčených smrčinách.

Zhodnocení možnosti revitalizace podmáčených smrčín s výraznými symptomy žloutnu asimilačního aparátu s využitím minerálních hnojiv.

Doporučený rozsah práce

Minimálně 30 stran textu.

Klíčová slova

struktura a vývoj porostů, podmáčené smrčiny, přirozená obnova, zdravotní stav, žloutnutí, Šumava

Doporučené zdroje informací

- KREJČÍ, F. VACEK, S. BÍLEK, L. MIKESKA, M. HEJCMANOVÁ, P. (2013). The effects of climatic conditions and forest site types on disintegration rates in *Picea abies* occurring at the Modrava Peat Bogs in the Šumava National Park. *Dendrobiology*, 70: 35-44.
- POLENO, Z. VACEK, S. et al. (2007): Pěstování lesů II. Teoretická východiska pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., 464 s.
- POLENO, Z. VACEK, S. et al. (2009): Pěstování lesů III. Praktické postupy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., 952 s.
- POLENO, Z. VACEK, S. et al. (2011): Pěstování lesů I. Ekologické základy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., 320 s.
- ŠTÍCHA, V. KUPKA, I. ZAHRADNÍK D. VACEK, S. (2010): Influence of micro-relief and weed competition on natural regeneration of mountain forests in the Šumava Mountains. *Journal of Forest Science*, 56: 5: 218 224.
- VACEK, S. KREJČÍ, F. et al. (2009): Lesní ekosystémy v národním parku Šumava. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., 512 s.
- VACEK, S. MATĚJKA, K. MAYOVÁ, J. PODRÁZSKÝ, V. (2003): Dynamics of health status of forest stands on research plots in the Šumava National Park. *Journal of Forest Science*, 49: 7: 333 347.
- VACEK, S. MOUCHA, P. et al. (2012): Péče o lesní ekosystémy v chráněných územích ČR. Praha, Ministerstvo životního prostředí, 896 s.
- VACEK, S. PODRÁZSKÝ, V. (2003): Forest ecosystems of the Šumava Mts and their management. *Journal of Forest Science*, 49: 7: 291 301.
- VACEK, S. SIMON, J. REMEŠ, J. et al. (2007): Obhospodařování bohatě strukturovaných a přírodě blízkých lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., 447 s.
- VACEK, S. VACEK, Z. SCHWARZ, O. et al. (2009): Obnova lesních porostů na výzkumných plochách v národních parcích Krkonoš. *Folia forestalia Bohemica*. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., č. 11, 288 s.
- VACEK, S. VACEK, Z. SCHWARZ, O. et al. (2010): Struktura a vývoj lesních porostů na výzkumných plochách v národních parcích Krkonoš. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., 567 s.
-

Předběžný termín obhajoby

2015/16 LS – FLD

Vedoucí práce

prof. RNDr. Stanislav Vacek, DrSc.

Garantující pracoviště

Katedra pěstování lesů

Elektronicky schváleno dne 25. 3. 2014

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 3. 8. 2014

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

V Praze dne 21. 03. 2016

Obsah

1. Úvod	7
2. Cíl práce	7
3. Rozbor problematiky	8
3.1. Struktura lesních porostů	8
3.1.1. Struktura věková	8
3.1.2. Struktura prostorová	8
3.2.2. Struktura druhová	9
3.2. Vývoj lesních porostů	10
3.3. Obnova lesních porostů	12
3.3.1. Umělá obnova	13
3.3.2. Přirozená obnova	13
3.4. Charakteristika zájmového území	16
3.4.1. Historie Šumav	16
3.4.2. Vymezení území	18
3.4.3. Klimatické a hydrologické poměry	19
3.4.4. Geologické poměry	20
3.4.5. Pedologie	21
3.4.6. Vegetační stupňovitost a soubory lesních typů	21
3.4.7. Lesní vegetace	25
3.5. Charakteristika dřevin na zájmovém území	26
3.5.1. Smrk ztepilý (<i>Picea abies</i>)	26
3.5.2. Buk lesní (<i>Fagus sylvatica</i>)	27
3.5.3. Jeřáb ptačí (<i>Sorbus aucuparia</i>)	28
3.6. Zdravotní stav lesních porostů	29
3.6.1. Škody způsobené hmyzem	30
3.6.2. Škody způsobené větrem	32
3.6.3. Škody způsobené zvěří	34
3.6.4. Žloutnutí asimilačních orgánů	34
3.6.4.1. Příčiny poškození	35
3.6.4.2. Opatření proti žloutnutí asimilačních aparátů	36
4. Metodika	37
4.1. Charakteristika výzkumných ploch	37
4.2. Standardní biometrická měření na TVP a hodnocení dat	38
5. Výsledky	40
5.1. TVP U Kanálu I	40
5.2. TVP U Kanálu II	47
6. Diskuze	53
7. Závěr	54
8. Literatura	56

1. ÚVOD

Podmáčené smrkové lesy patří mezi méně prozkoumaný typ lesa na území České Republiky a střední Evropy. Díky malému množství poznatků a ve střední Evropě také malému plošnému rozsahu neovlivněných horských smrkových lesů (KULAKOWSKI & BEBI 2004) vyvstává mnoho otázek ohledně fungování dynamiky a struktury horských smrkových lesů. V našich klimatických stanovištních podmínkách se původní horský smrkový les v mnoha ohledech liší od původních lesů v ostatních vegetačních stupních (MICHAL, PETŘÍČEK 1999, MICHAL 1983). Pro horský smrkový les jsou typické nepříznivé stanovištní podmínky (např. podmáčená nebo extrémně kamenitá stanoviště) a relativně mělký půdní profil. S klimatickými vlivy souvisí i sporadická a nepravidelná obnova smrku odrůstající na tlejícím dřevě a v hloučcích (MICHAL 1983). V minulých letech byla velká část horských smrkových lesů výrazně ovlivněna hospodářskými zásahy a také poškozena abiotickými a biotickými činiteli (MICHAL 1992, VACEK, LEPŠ 1996, VACEK et al. 2003). Již v minulých stoletích panoval názor, že podmáčené lesy jsou bezcenné, neboť neposkytují kvalitní dřevo a půda v nich je zrádně bažinatá. Byly proto uměle vysušeny. Hluboké odvodňovací příkopy, budované od počátku 19. století, jsou funkční dodnes. Cena přirozených lesů na podmáčených stanovištích přitom spočívá právě v jejich schopnosti zadržovat vodu a výrazně ovlivňovat klima celé oblasti (INFORMAČNÍ CENTRUM STOŽEC 2016).

2. CÍL PRÁCE

Tato práce má za cíl rozebrat problematiku struktury a vývoje porostů podmáčených smrčín, se zaměřením smrčiny na Šumavě na územním pracovišti Stožec - LS České Žleby.

Hlavním cílem bakalářské práce je zhodnocení struktury a vývoje porostů na dvou výzkumných plochách, které se nacházejí v 7. lesním vegetačním stupni (920 m n. m.) o velikosti 50 × 50 m, a to s akcentem na přirozenou obnovu. Docházelo také k měření přirozené obnovy všech jedinců na ploše 50 × 10 m, pomocí aplikací standardních biometrických a matematicko-statistických metod.

3. ROZBOR PROBLEMATIKY

3.1. STRUKTURA LESNÍCH POROSTŮ

Struktura porostu je souhrn vnitřních a vnějších znaků charakterizující celé vnitřní složení porostu, tj. obraz stavu porostu zaznamenaný v určitém okamžiku. Jedná se o statistické zachycení kvalitativních a kvantitativních znaků jako výslednice vývoje a růstu porostu. Celková skladba porostu je určena původem (autochtonním, alochtonním, vegetativním, generativním), věkovým členěním, druhovým složením a prostorovým uspořádáním. Podle toho rozlišujeme zejména:

1. skladbu porostu věkovou,
2. skladbu porostu prostorovou,
3. skladbu porostu dřevinnou (VACEK, SIMON, REMEŠ et al. 2007).

3.1.1. Struktura věková

Věk jedinců může být důležitým základním kritériem pro účely analýzy struktury nestejnověkové populace. Studuje se v lesních porostech buď u souboru všech dřevin dohromady, nebo odděleně, u jednotlivých druhů dřevin, podle zaměření a praktického cíle. Vhodná disturbance dle stáří v populaci může přispívat také ke stabilitě populace, alespoň v tom smyslu, že umožňuje rychlou obnovu populace po její destrukci.

Věková skladba porostu je charakterizována věkovým členěním, respektive rozdíly věku stromů jednoho nebo více druhů dřevin, které tvoří porost. Vyjadřuje se ve věkových třídách nebo stupních. Dle věkového členění dělíme porosty na různověké a stejnověké. Věková skladba je i důležitou populační charakteristikou, která ovlivňuje životnost i mortalitu, popř. život porostu nebo délku vývojového cyklu (POLENO, VACEK et al. 2007).

3.1.2. Struktura prostorová

Prostorová skladba porostu je skladba porostu posuzována ve směru horizontálním a vertikálním. Horizontální strukturou se rozumí plošné rozmístění pat jednotlivých stromů. S určitým omezením je možné usuzovat i na horizontální strukturu korunového patra. Omezení vyplývá ze skutečnosti, že střed koruny se na kolmém průmětu v mnoha případech nepřekrývá s patou daného stromu a

koruna nemá pravidelná tvar (SIMON, VACEK 2008). Sleduje se hustota porostu, zápoj a zakmenění.

Z hlediska horizontálního rozmístění se sleduje hustota porostu, zakmenění a zápoj. Na horizontálním rozmístění stromů má větší vliv způsob a postup vzniku porostu a způsob redukce počtu stromů přirozeným vylučováním a cílevědomým zásahem lesního hospodáře. Porosty vysazované uměle mají převážně pravidelné výchozí rozmístění jedinců, zatímco porosty vzniklé přirozenou obnovou mají obvykle shlukovité až náhodně nepravidelné výchozí rozmístění. V průběhu vývoje porostu se pak tyto typy rozmístění mění směrem k rozmístění mírně pravidelnému. Rovnoměrnější rozmístění stromů na porostní ploše ve spojení s optimálním zápojem, dává možnost dobrého využití produkčního prostoru, dosažení jakostních kmenů a maxima objemového přírůstu (POLENO, VACEK et al. 2007).

Ekologicky příznivé stanoviště a dřeviny tolerantní k zastínění umožňují větší horizontální a vertikální vyplnění růstového prostoru a tím také větší složitost struktury než ekologicky příznivé stanoviště a dřeviny netolerantní k zastínění (KORPEL 1995).

Vertikální strukturou se rozumí tvorba jednoho nebo více porostních pater a v jejich rámci porostních vrstev. Největší vliv na vertikální rozvrstvení porostu má věk stromů, růstová rychlost jednotlivých druhů stromů a jejich cenotické vztahy na daném stanovišti. Dle toho stromy zaujímají trvalé nebo dočasné postavení v porostních vrstvách (POLENO, VACEK et al. 2007).

Rašelinné a podmáčené smrčiny rostou na extrémně zamokřených půdách, případně na okrajích vrchovišť (CHYTRÝ, KUČERA et. al. 2001).

3.1.3. Struktura druhová

Druhové složení lesního porostu je charakterizováno plošným podílem jednotlivých dřevin nebo skupin dřevin na vybraném území pokrytém lesem (KRAUS, ZEMAN 2008).

Rozeznáváme porosty jehličnaté a listnaté. Jak jehličnaté, tak i listnaté porosty jsou smíšené - různorodé nebo nesmíšené - stejnorodé. Zastoupení dřevin v druhové skladbě se stanoví jako plošný podíl jednotlivých dřevin v porostu. Vyjadřuje v jednotkách absolutních a relativních. Hlavní dřeviny mají zastoupení

větší než 30 %, přimíšené 10-30 % a vtroušené do 10 % (POLENO, VACEK et al. 2007).

Hraničním zastoupením pro to, aby byl porost smíšený, je v mladším věku (do 40 let) 20 % a ve starším věku (nad 40 let) 30 % jiných dřevin. Smíšeným je starší porost tehdy, když krom hlavní dřeviny obsahuje směs více dřevin se souhrnným podílem 30 %. Různorodost porostu může být trvalým nebo dočasným znakem (KORPEL 1991).

Druhá skladba je rozlišována na současnou, přirozenou a cílovou (cf. VACEK et al. 2006). V současné době tvoří smrk cca 70 % (v přírodních lesích cca 40 %), buk 8 % (v přírodních oblastech 35 %), jedle 9 % (v přírodních lesích 15%), borovice 4 %, olše 2 %, klen, bříza, jilm kolem 1 % (SPRÁVA NP ŠUMAVA, 2012).

Podmáčené smrčiny mají zapojenější stromové patro a kromě smrku ztepilého (*Picea abies*) se zde vyskytují i jedle bělokorá (*Abies alba*). Keřové patro je stvořeno zmlazujícími se dřevinami stromového patra (CHYTRÝ, KUČERA, KOČÍ et al. 2001).

3.2. VÝVOJ LESNÍCH POROSTŮ

Významnou roli v odvozování pravděpodobných scénářů přirozeného vývoje přírodních lesů na území NP Šumava hrají podmínky stanoviště a druhová skladba lesních ekosystémů, která se stanovištěm přímo souvisí. Pestrá mozaika horninového podloží, půdních poměrů, vodního režimu, nadmořské výšky, expozice vůči světovým stranám a reliéfu terénu dala vzniknout stejně rozmanité paletě stanovišť. Pokud jde o vegetační stupňovitost, zahrnuje oblast NPŠ přirozená lesní stanoviště těchto klimaticky podmíněných vegetačních stupňů: ojediněle se vyskytujícího podhorského (submontánního), převládajícího horského (montánního) a nejvyšší partie pohoří zaujímajícího vyššího horského (supramontánního) vegetačního stupně (KOZEL 2011).

Les a lesní ekosystém je výsledkem dlouhého, složitého a přerušovaného vývoje. Dynamika lesních ekosystémů bývá tradičně zpodobňována ve formě velkého a malého vývojového cyklu. Velký vývojový cyklus začíná na ploše po „katastrofickém“ rozpadu lesa, kdy velká část stromového patra odumřela nebo byla rozvrácena vlivem velkoplošné disturbance. Tou může být oheň, polom nebo

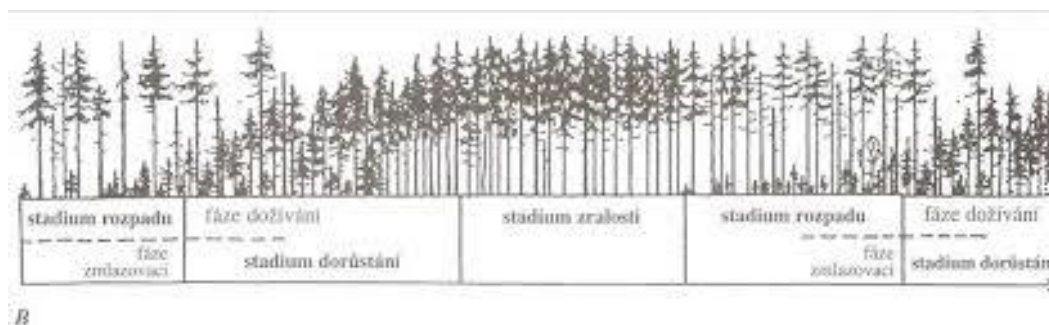
velkoplošné namnožení kůrovce (*Ips typographus*). Na takové ploše se nejprve uchytí pionýrské světlomilné dřeviny (např. bříza, jeřáb, osika), které vytvoří tzv. les přípravný. V další fázi se pod ochranou přípravných dřevin začínají objevovat stínomilné klimaxové dřeviny (*Picea abies*). Závěrečný les už je tvořen pouze klimaxovými dřevinami. Takovýto klimaxový les by mohl teoreticky existovat, dokud jej nerozvrátí další kalamita, např. v podobě vichřice či požáru. Jeho další obnova by potom probíhala v rámci malého vývojového cyklu. Ten nepředpokládá žádné změny ve druhovém složení a spočívá ve střídání stádií růstu, optima a rozpadu v rámci typu lesa závěrečného (klimaxu). Odumírají postupně stromy na poměrně malých plochách nebo pouze jednotlivé stromy a jejich skupiny, které jsou nahrazovány novými. Výsledkem je mozaika ploch s různě starými stromy a na jedné ploše se mohou prolínat různá věková stádia. Horské smrčiny rostou v extrémních podmínkách v chladných a vlhkých oblastech, kde přirůstání i rozklad biomasy probíhá pomaleji než v nižších polohách (ŠUMAVA, JONÁŠOVÁ 2008).

Malý vývojový cyklus má tři stadia:

- a) stadium dorůstání,
- b) stadium optima,
- c) stadium rozpadu (Obr. 1).

Stadium dorůstání, zde stromy převážně mladých generací intenzivně uplatňují své růstové schopnosti. Objemový přírůst i porostní zásoba na plošnou jednotku se zvyšují. Toto stadium se vyznačuje převahou stromů střední a spodní vrstvy, výrazným stupňovitým až vertikálním zápojem, vysokou vitalitou a nepatrnou mortalitou stromů horní vrstvy. Menší světliny a mezery, vznikající v porostním zápoji po postupném odumírání zbytku stromů předcházejícího cyklu nebo nahodilým uhynutím silných stromů nového cyklu, se rychle zapojují. V tomto stadium mají porosty největší výškovou, tloušťkovou a prostorovou diferenciaci. Porostní skupiny se přes značnou různověkost vyrovnávají a dostávají do stadia optima. V něm je možno rozlišit dvě fáze – fázi stárnutí a fázi výstavby. Ve fázi výstavby dosahuje porost maximální výši porostní zásoby, výškový přírůst stagnuje a objemový přírůst klesá. Vyznačuje se malým počtem stromů na plošnou jednotku, ztrátou vrstevnatosti a ojediněle předčasnou mortalitou zpravidla nejtlustších stromů. Zápoj se rozvolňuje, převládají stromy nejvyšších

tloušťkových tříd. V důsledku výškové nivelizace nabývá les charakter podobný stejnověkému horizontálně zapojenému hospodářskému lesu. Na konci tohoto stadia – ve fázi stárnutí – začínají nejstarší stromy ve větším počtu hynout a přírodní les se dostává do posledního stadia vývojového cyklu- stadia rozpadu. V tomto stadiu se porostní zásoba rychle snižuje, protože odumírání mohutných stromů nemůže být nahrazeno nízkým přírůstem zbývajících starých stromů ani jedinců nastupující nové generace (VACEK, SIMON, REMEŠ et al. 2007).



Obr. 1: Malý vývojový cyklus (MÍCHAL, PETŘÍČEK et al. 1999).

Zajištění ekologické trvalosti, je úkolem velmi složitým, a to zejména v Národním parku Šumava, kde je tato záležitost příliš medializována (cf. VACEK PODRÁZSKÝ 2003). Pro maximální možnou míru objektivizace tohoto procesu je potřebné parametrizovat či kvantifikovat řadu dílčích kritérií, které se týkají především struktury a vývoje porostů přirozených a přírodě blízkých lesů (cf. VACEK, PODRÁZSKÝ 2000, VACEK 2003, VACEK, SIMON, REMEŠ et al. 2007).

3.3. OBNOVA LESNÍCH POROSTŮ

Obnova lesa je definována jako proces nahrazování stávajícího, zpravidla dospělého lesa novým pokolením (generací) lesních dřevin (POLENO, VACEK et al. 2007). V systému obnovy jsou rozlišovány dva základní a jeden odvozený druh obnovy:

- a) **umělá obnova** (sídí a sadbou),
- b) **přirozená obnova** (vegetativní – výmladností a zakořeňováním pletiv, generativní – semeny),
- c) **kombinovaná obnova** (v rámci jednoho porostu využívá přirozenou i umělou obnovu) - (VACEK, LOKVENC, SOUČEK 1995).

Úspěšná obnova lesních porostů je jednou z nejdůležitějších podmínek další existence Šumavských lesů (KUPKA 2000). Obnova lesa patří mezi nejdůležitější činnosti v celém systému pěstování lesa. Aplikace principů přírodě blízkého hospodaření nebo trvale udržitelného lesního hospodářství je považována za významný nástroj pro zlepšení stavu lesů narušených různými vlivy prostředí, účinky antropogenního původu a za jednu z cest, jak racionalizovat, zdokonalovat a stabilizovat systém lesního hospodářství (ŠINDELÁŘ 1994).

3.3.1. Umělá obnova

Základem úspěšné obnovy lesa je použití kvalitního sadebního materiálu, díky kterému založená kultura vykazuje vysokou ujímavost a zdárný vývoj (HOLEN et al. 2000). Důležitým ukazatelem ujímavosti sazenic a jejich dobrého odrůstání je zejména podíl jemných kořenů (cf. KUPKA, SKRZISZOWSKI 2006).

3.3.2. Přirozená obnova

V národních parcích je přirozená obnova jedním ze základních prvků managementu a budoucího vývoje horských lesů (TESAŘ, TESAŘOVÁ 1996). Předpokladem trvalosti a dynamické vyváženosti přírodního společenstva je přirozená obnova. Může však probíhat jen v místech, kde se podmínky pro tento proces vytvářejí odumřením nebo rozpadem jednotlivých složek starší generace lesa (KORPEL 1991). Po každém narušení přírodní cenózy následuje její regenerace (MICHAL 1983). Disturbance neohrožují existenci lesa (KULAKOWSKI, BEBI 2004), naopak slouží k obnovení lesů a napomáhají jejich regeneraci. Způsobují uvolnění zápoje a obecně hrají důležitou roli při tvorbě a uspořádání rostlinných společenstev. Narušení půdy podporují klíčení a zvyšují bohatost druhů (MAYER et al. 2004). Celkový průběh přirozené obnovy trvá zpravidla déle než při obnově umělé (POLENO, VACEK et al. 2009).

Přirozená obnova je jedním z klíčových procesů zajišťujících zachování autochtonního charakteru horských smrkových ekosystémů. To představuje důležitý faktor z hlediska jejich odolnosti vůči působení různých stresových faktorů a udržení jejich ekologické stability v prostředí značně ovlivněném antropogenní činností. Zásadní úlohu v obnově přirozených smrčín mají

disturbance v podobě působení větru a kůrovce (KORPEL 1995). Zatímco z boreálních lesů je všeobecně známo jejich velkoplošné působení (GOODMAN, HUHGate 2006), ve středoevropských podmínkách bylo za přirozené tradičně považováno pouze maloplošné působení disturbancí (tzv. malý obnovní cyklus), které nevede k velkoplošnému rozpadu smrkového patra. V současnosti se ovšem frekvence i rozsah působení kůrovce a větru zvyšují a smrkové porosty se relativně velkoplošně rozpadají na mnoha místech Evropy (SCHELHASS et al. 2003). Ze současných poznatků z boreálních i středoevropských lesů je zřejmé, že mezi oběma vývojovými cykly lesa žádná hranice neexistuje a jejich oddělování představuje značně zjednodušený pohled. Působení disturbancí a prolínání tzv. velkého i malého cyklu tak hraje klíčovou roli v dynamice obou těchto ekosystémů. Po působení přírodních disturbancí zůstává v lesním ekosystému množství jeho součástí a struktur, které disturbanci nepřežily, a současně se vytvářejí i nové struktury, které jsou také nezbytnou součástí ekosystému, ale vznikají právě jen po působení disturbancí. Souhrnně se mluví o biologickém dědictví disturbance (LINDENMAYER et al. 2008). To zahrnuje přežívající vegetaci a živočichy, přirozenou obnovu dřevin a v neposlední řadě stojící i ležící mrtvé dřevo jako životně důležitý substrát pro velkou část lesních druhů. Přírodní disturbance umožňují i vznik dvou základních podmínek pro úspěšnou obnovu smrku: narušení hustého stromového zápoje a dostatek ležícího mrtvého dřeva. Ležící dřevo je zdrojem živin a důležitým mikrostanovištěm pro semenáčky smrku (HOFGARD 1993). Jeho význam roste v horských podmínkách, kde semenáčky přežívají téměř výhradně na vyvýšeninách, jako jsou ležící kmeny a paty stojících stromů, kde jsou chráněny před dlouho ležícím sněhem a konkurencí bylinné vegetace (Obr. 2).

Přirozená obnova má mnoho výhod, ale také má dvě hlavní nevýhody. Obnovní cíl je vázán pouze na současnou ekotypovou a druhovou skladbou mateřského porostu a to, že přirozená obnova je závislá na fruktifikaci, úrodě semen a stavu mateřského porostu, půdy a vegetačního krytu (VACEK 2001, POLENO, VACEK et al. 2009). Přežívání a vývoj semenáčků, resp. Jejich mortalita je v přirozených lesích ovlivňována řadou faktorů (VACEK, PODRÁZSKÝ 2003) jako nejdůležitější faktory uvádějí mráz, pohyb sněhu, poškození zvěří a konkurenci přízemní vegetace. Proces přirozené obnovy v horských polohách dále ztěžuje nepříznivý vliv klimatu a dlouhá perioda semenných let (ŠERÁ et al.

2000). Na přežívání semenáčků mají výrazný vliv i další faktory, zejména světelné poměry, vnitrodruhová kompetice a konkurence ostatních nízkých rostlin, které vedou k vysoké úmrtnosti nejmladších stadií smrku do 4-5 let (JONÁŠOVÁ, PRACH 2004, ZATLOUKAL 2000). Ukazuje se, že jádrem relativně funkční budoucí generace lesa jsou jedinci nad 20 cm výšky (GUBKA 2006). Charakter a úspěšnost přirozené obnovy v podmínkách horských a podmáčených smrčín jsou podmíněny mnoha faktory, které se vzájemně ovlivňují. Výskyt přirozené obnovy smrku je velmi významně vázán na místa se speciálním mikroreléfem, a to zejména na vyvýšeninách. Mezi další faktory řadíme dostatečnou vlhkost, která je pro semenáčky velmi důležitá (KOZLOWSKI 2002). Limitujícím faktorem v klimaxových smrčínách bývá světlo a teplo. (cf. VACEK, SOUČEK 2001, JONÁŠOVÁ, PRACH 2004). Nejúspěšněji se semenáčky zmlazují na mrtvém dřevě a nejhůře v hustých kapradinách, v travinách a v borůvce (ULBRICHOVÁ et al. 2006).

V dospělých porostech ve fázi optima je vznik a vývoj semenáčků závislý na porušení zápoje a dynamice dalšího vývoje těchto mezer. Zápoj výrazným způsobem reguluje množství a charakter světla, které proniká do nitra porostu a posléze na porostní půdu. I neporušený zápoj vytváří proměňující se světelné skvrny, které pokud dosáhnou až na porostní půdu, významným způsobem zvyšují světelný požitek pro všechny rostliny, které zde rostou (CHADZON, PEARCY 1991). Tyto vztahy ovlivňují prostorovou strukturu nově vznikajícího porostu. Plochy, kde dochází k malým polomům a dalším maloplošným poškozením stejnorodých rozsáhlých – zejména horských – lesů, je naopak příležitostí k tvorbě žádoucí mozaikovitě struktury porostů (ZUKRIGL 1991).



Obr. 2 : Smrk ztepilý na trouchnivějícím pařezu (foto: Mrázová Andrea).

3.4. CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

3.4.1. Historie NP Šumava

Šumavský národní park byl vyhlášen 20. 3. 1991 Nařízením vlády České republiky č. 163/1991Sb. (NP ŠUMAVA). Posláním NP je podle tohoto předpisu: *„uchování a zlepšení přírodního prostředí Parku, zejména ochrana či obnova samořídících funkcí přírodních systémů, přísná ochrana volně žijících živočichů a planě rostoucích rostli, zachování typického vzhledu krajiny, naplňování vědeckých a výchovných cílů, jakož i využití území NP k turistice a rekreaci nezhoršující prostředí“*. Od roku 1992 funguje na území Šumavy jediná organizace ochrany přírody – Správa Národního parku a Chráněné krajinné oblasti Šumava se sídlem ve Vimperku (ALBRECHT 2003, ZELENKOVÁ 2000). Území NPŠ při jihozápadní hranici republiky bylo vyčleněno z CHKO Šumava, založené v r. 1963. Svými 69 030 ha je NPŠ z našich parků plošně největší a zaujímá 0,87 % území ČR (CIZP 2004).

Na sklonku poslední doby ledové a ještě dlouho potom byla Šumava otevřená, bezlesá krajina. V dalších obdobích tak, jak se postupně měnil charakter klimatu a přírodní podmínky umožňovaly stále větší rozvoj lesa, se šumavská krajina postupně zalesňovala. Tento vývoj dospěl až do vrcholové fáze, v níž takřka celé území, jak v horách, tak v přilehlém podhůří, pokrývá les. Les s pestrou mozaikou dřevin (Tab. 1 a 2) a bylin, jejichž druhové složení a prostorové rozvrstvení

záviselo pouze na přírodních podmínkách. Člověk tehdy ještě šumavskou krajinu neobýval, zcela nevýznamným způsobem ovlivňoval pouze nižší, obvodové části území (NP ŠUMAVA 2012).

Tab. 1: Přirozená druhová skladba PLO 13.

Přirozená druhová skladba	zastoupení
Jehličnaté dřeviny	63,10 %
smrk ztepilý (<i>Picea abies</i>)	41,90 %
jedle bělokorá (<i>Abies alba</i>)	17,30 %
borovice lesní (<i>Pinus sylvestris</i>)	3,10 %
ostatní jehličnany	0,80 %
listnaté dřeviny	36,90 %
buk lesní (<i>Fagus sylvatica</i>)	27,00 %
javor klen (<i>Acer pseudoplatanus</i>)	1,70 %
topol osika (<i>Populus tremula</i>)	1,40 %
bříza bradavičnatá (<i>Betula verrucosa</i>)	0,90 %
jasan ztepilý (<i>Fraxinus excelsior</i>)	0,30 %
rod olše (<i>Alnus</i> sp.)	0,30 %
rod jilm (<i>Ulmus</i> sp.)	0,30 %
lípa srdčitá (<i>Tilia cordata</i>)	0,10 %
ostatní listnáče	4,90 %

Tab. 2: Současná druhová skladba PLO 13

Současná druhová skladba	zastoupení
jehličnaté dřeviny	90,57 %
smrk ztepilý (<i>Picea abies</i>)	77,99 %
borovice lesní (<i>Pinus sylvestris</i>)	8,87 %
jedle bělokorá (<i>Abies alba</i>)	2,76 %
modřín opadavý (<i>Larix decidua</i>)	0,72 %
douglaska tisolistá (<i>Pseudotsuga menziessi</i>)	0,11 %
borovice blatka (<i>Pinus rotundata</i>)	0,06 %
jedle obrovská (<i>Pinus grandis</i>)	0,03 %
borovice kleč (<i>Pinus mugo</i>)	0,02 %
borovice vejmutovka (<i>Pinus strobus</i>)	0,01 %

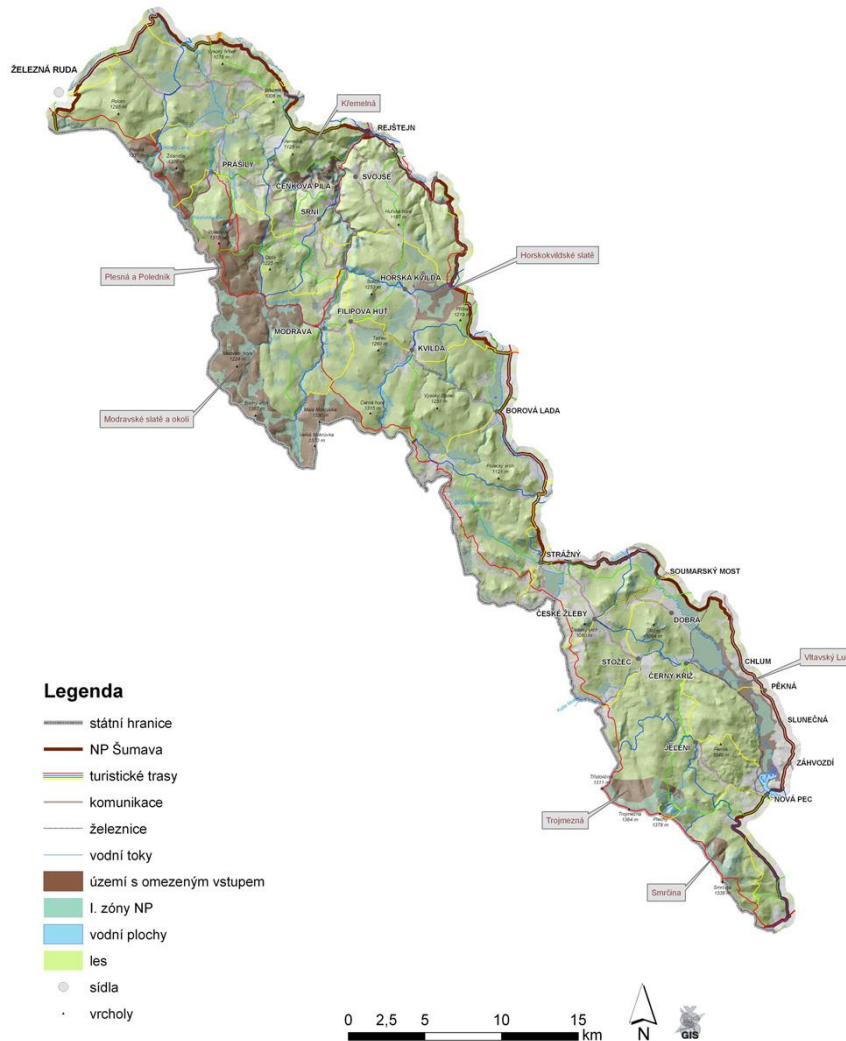
Listnaté dřeviny	9,43 %
buk lesní (<i>Fagus sylvatica</i>)	4,26 %
bříza bradavičnatá (<i>Betula verrucosa</i>)	2,71 %
olše lepkavá (<i>Alnus glutinosa</i>)	1,47 %
javor klen (<i>Acer pseudoplatanus</i>)	0,34 %
topol osika (<i>Populus tremula</i>)	0,22 %
jasan ztepilý (<i>Fraxinus excelsior</i>)	0,15 %

(MAJER et al. 1999).

Značné rozdíly jsou doloženy i v okyselení půd imisemi. Původní pH činila 5,4, nyní je menší než 4,0. V důsledku cíleného hospodaření na Šumavě, obdobně jako u ostatních území, docházelo činností vlastníků lesů ke změnám druhové složení zdejších porostů. Správa Národního parku Šumava na základě svých dlouhodobých záměrů usiluje o vytvoření odolného a vyváženého lesního porostu opětovným vysazováním buku a jedle v příhodných polohách a vytvořením různověkých místních smrčín na vysoko položených plošinách (CIZP 2003).

3.4.2. Vymezení území

Šumava je nejrozsáhlejší středoevropská hornatina hercynského masívu (VALENTA et al. 1994). I s předhořím zaujímá více než 5 000 km². Patří mezi nejstarší pohoří střední Evropy, celkově ukloněné k severovýchodu. Zvedá se z nadmořské výšky kolem 700 m n. m. a její nejvyšší vrcholy pouze na bavorské straně přesahují 1 400 m. Nejvyšším vrcholem české strany je Plechý (1 378 m n. m.) - (BÖHM, BRAUN 2013). Naopak nejnižší bod je v údolí Otavy u Rejštejna (570 m n. m.) (NP ŠUMAVA 2012). Katastrální rozloha lesní oblasti činí 211 302 ha a při lesnatosti 66 % zaujímá plocha lesů 140 378 ha. Horské lesy zaujímají 95,6 % lesů této přírodní lesní oblasti (VACEK, KREJČÍ et al. 2009).



Obr. 3: Mapa Šumavy (zdroj: NP ŠUMAVA).

3.4.3. Klimatické a hydrologické poměry

Drsné klima plošinatých horských plání (průměrná výška nad 1100m) umožnilo vznik přirozených klimatických smrčín (8. LVS), kde i smrk je bez optimálních růstových podmínek. Nižší, převládající část území v pásmu 800-1 100 m, reprezentují smrkové bučiny (6. LVS) s původní hercynskou směsí smrk-jedle-buk. Přechodovou zónu tvoří bukové smrčiny (7. LVS) - (HLADINA 1996). V nižších polohách (600 - 1 100 m) se průměrná roční teplota pohybuje od 4,4 – 6,5 °C a srážky v rozmezí 863 – 997 mm. Délka vegetační doby kolísá mezi 90 – 140 dny. Velké škody zde působí časně a pozdní mrazy. Nebezpečný vítr většinou přichází od Z – SZ (PLÍVA, ŽLÁBEK 1986). V loňském roce se Šumavě vyhýbaly vytrvalé deště. Mohutná frontální prachová bouře, která se přes Šumavu

přehnal po půlnoci ze 7. na 8. 7. a během níž to foukalo rychlostí $34,1 \text{ m.s}^{-1}$, tak na dané území spadlo pouhých 2,5 mm srážek. Srážky za letní období se skutečně držely u dolní hranice (Tab. 3).

Tab. 3: Srážkové úhrny v mm za letní období (SZPUK, 2015).

Červen	78,7
Červenec	38,4
Srpen	22,5
Září	38

Šumava s četnými prameništi a rašeliništi je vodohospodářsky významnou oblastí, kterou prochází hlavní evropský rozvodí mezi Severním mořem a Černým mořem (VACEK, KREJČÍ et al. 2009). Mezi dvě největší řeky Šumavy patří řeka Otava, která odvodňuje západní částí NP Šumava a řeka Vltava, která odvádí vody z jihočeské části NP Šumava a pramení jako Černý potok na východním svahu Černé hory. Kromě přirozených toků se v území vyskytují umělé kanály a náhony. V západní části je to Vchynicko-tetovský plavební kanál, který odebírá významné množství z řek Vydry nad Antýglem a slouží dnes pro potřeby elektrárny na Čeňkově pile, a který také umožňoval dopravu dřeva z rozsáhlých lesních porostů v okolí Modravy. Prakticky nefunkčním je v současné době Schwarzenberský kanál v jihočeské části NP Šumava, který propojoval povodí Labe a Dunaje (NP ŠUMAVA 2012). Celková délka Schwarzenberského kanálu je 51,5 km (ZELENKOVÁ, BUFKOVÁ, BUFKA 2015).

3.4.4. Geologické poměry

Geologická jednotka Český masiv, jejíž součástí i Šumava, je velmi významnou geologickou oblastí v měřítku celého evropského kontinentu (BABŮREK, PERTOLDOVÁ, VERNER, JIŘIČKA 2006). Z regionálně geologického hlediska je území Národního parku Šumava budováno dvěma základními geologickými jednotkami – moldanubikem a moldanubickým plutonem (BÖHM, BRAUN et al. 2013). Celá Šumava je složena ze silně metamorfovaných krystalických hornin moldanubika (ruly, pararuly, svorové ruly, svory, ortoruly, granulity, migmatity), jimiž pronikají tělesa žuly a granodioritů moldanubického

plutonu. Na místě TVP se vyskytuje žulová matečná hornina chudá na vápník a hořčík (VACEK, KREJČÍ et al. 2009).

3.4.5. Pedologie

Oblast Šumavy má celkově horský charakter s převahou kyselých půdotvorných substrátů (NĚMEČEK et al. 2001). Nejnížší polohy pokrývají kambizemě, na ně navazují nejrozšířenější kryptopodzoly a nejvyšší polohy pokrývají podzoly. Na plochých sníženinách s nepatrným pohybem spodní vody jsou čisté gleje, pseudogleje i organozemě. Okrajově jsou zastoupeny rankery a fluvizemě. Půdy jsou převážně hlinitopísčité, středně až silně kyselé a sorpčně nenasyčené (PRŮŠA 2001). Půdní fond Šumavy je z 85 – 90 % pokryt lesy, z 10 – 15 % nelesním zemědělstvím (louky a pastviny), dále komunikace a stavby (BABŮREK, PERTOLDOVÁ, VERNER, JIŘIČKA 2006). Výzkumné plochy se nacházejí na horském rašelinovém podzolu (VACEK, KREJČÍ et al. 2009). Půdy jsou střídavě až trvale vlhké, hluboké a vespod jílovité (VIEWEGH 1995).

3.4.6. Vegetační stupňovitost a soubory lesních typů

Vegetační stupně vyjadřují vztahy mezi klimatem a biocenózou, v níž vedle kombinace rostlinných druhů (většinou málo výrazné) je rozhodující složení přirozené dřevinné složky (edifikátorů) - (PLÍVA 1984).

Lesní vegetační stupně:

0. LVS borový – převažuje borovice blatka a borovice kleč, vyskytují se často společně (ČERNÍKOVÁ 2012).
1. LVS dubový – v klimaxové vegetaci převažuje dub zimní (*Quercus petraea*). Mezi další zástupce patří habr, dub pýřitý (*Quercus pubescens*), dub cer (*Quercus cerris*) a v lužních lesích jasan úzkolistý (*Fraxinus angustifolia*).
2. LVS dubobukový – v klimaxovém uspořádání převažuje dub zimní (*Quercus petraea*). Přimíšená dřevina je habr a buk. V některých oblastech není habr přirozeně zastoupen, je nahrazen lípou srdčitou (*Tilia cordata*).
3. LVS dubobukový – převažuje buk lesní (*Fagus sylvatica*) s příměsí dubu zimního (*Quercus petraea*), lípy a habru. Na oglejených půdách se vyskytuje jedle.

4. LVS bukový – v klimaxové vegetaci převažuje buk lesní (*Fagus sylvatica*). Vtroušená je lípa velkolistá (*Tilia platyphyllos*). Na oglejené půdě buk ztrácí svou vitalitu a převládající dřevinou je jedle.
5. LVS jedlobukový – mezi základní dřeviny patří jedle a buk. Nevyskytuje se zde habr ani dub. Místy se vyskytuje smrk a na oglejených půdách jedle.
6. LVS smrkobukový – klimaxovým společenstvem je les smíšený, hlavní dřeviny jsou buk, smrk a jedle (tzv. hercynská směs). Vtroušenou dřevinou je javor klen (*Acer pseudoplatanus*).
7. LVS bukosmrkový – směs buku, jedle a smrku, který převažuje. Zastoupení jedle poměrně klesá.
8. LVS smrkový – zcela převažuje smrk, chybí nebo se pomístně vyskytují jedle a buk. Místy přiměs javoru klen (*Acer pseudoplatanus*).
9. LVS klečový – převažuje kosodřevina, mezi vtroušené dřeviny patří bříza a keřové vrby (KUPKA 2008).

Tab. 4: Odhad plošného podílu lesních vegetačních stupňů v NP Šumava.

LVS	Slovní charakt. LVS	Plošný podíl v %
9	vrchovištní kleč	1,9
8	smrčiny	25,3
7	bukové smrčiny	32,5
6	smrkové bučiny	39,2
5	jedlové bučiny	0,2
0	bory	0,9

(NP ŠUMAVA 2012).

7. LVS – bukosmrkový

V přirozené skladbě převládá smrk, jedle a buk už ustupují, někdy je přimíšen klen. Vitalita přimíšených dřevin je oslabena. Z bylin je typická větší účast smrkových druhů – podbělnice aplinská (*Homogyne alpina*), bika lesní (*Luzula sylvatica*), kamzičnick rakouský (*Doronicum austriacum*), lipnice široolistá (*Poa chaixii*) apod. a s menší pokryvností ještě nalezneme druhy bučin. Bukosmrkový stupeň je někdy charakterizován jako přechodový mezi 6. a 8. LVS a většinou

vytváří nepříliš široký lem okolo smrkového LVS (VACEK, KREJČÍ et al. 2009). Zaujímá horní partie acidofilních horských bučin a fragmenty původních porostů na Plechém a Smrčině (VACEK, MAYOVÁ 2004). V tomto stupni se nachází 2. největší SLT na Šumavě – kyselá buková smrčina (BOUŠE et al. 2001).

Nadmožská výška je jedním z nejvýznamnějších faktorů ovlivňujících strukturu a funkci ekosystémů a jejich společenstev. Její vliv se neprojevuje přímo, ale prostřednictvím gradientu klimatického, zvláště teplotního. Teplotní gradient je v lesích zřetelný jako výšková zonace, která je českou typologickou školou popisována v termínech lesních vegetačních stupňů (KINDLMAN, MATĚJKA, DOLEŽAL 2012). Mezi nejrozšířenější SLT patří 6N – kyselá smrková bučina (4,5 %), dále SLT 7O – svěží jedlová smrčina (3,2 %), SLT 7S – svěží buková smrčina (2,6 %), SLT 7V – vlhká buková smrčina (2,4 %), 6B – bohatá smrková bučina (2,1 %) a SLT 6A – kleno – smrková bučina (2,1 %). Ostatní soubory jsou zastoupeny nepatrně (MAJER et al. 1999).

SLT 7O-1

Svěží jedlová smrčina (*Abieto-Piceetum variohumidum mesotrophicum*). Zaujímá relativně nejpříznivější stanoviště oglejených až glejových půd (vodou neobohacovaných) v chladném a horském klimatu i v inverzních polohách vrchovin. Výstavba porostů se liší podle stupně zamokření. V cílové i přirozené skladbě se buk udrží jen v příznivějších podmínkách (polohách) jako příměs v podúrovni. Mezi základní lesní typy patří šřavelový LT (s kapradinami a třtinou chloupkatou), s bikou lesní a nebo skeletový LT (POLENO, VACEK et al. 2007).

Smrčiny

Acidofilní smrčiny, toto stanoviště tvoří biotopy L9.1 - horské třtinové smrčiny, L9.2B - podmáčené smrčiny a L9.3 - horské smrčiny. Kromě nich jsou do těchto biotopů v některých případech řazeny i porost bukových smrčín sedmého lesního vegetačního stupně. Mezi acidofilní smrčiny jsou zařazeny i azonální společenstva podmáčených smrčín. Vyskytují se často na kontaktu s vrchovišti i v mělkých depresích s podzemní vodou ležící mělce pod půdním povrchem. Rozšíření je především v Šumavských pláních- centru rozšíření v prostoru Bučina – Františkov – Přílba – Zhůří - Horská Kvilda - Filipova Huť - Černá hora, od Roklanské hájenky ke státní hranici a odtud v širokém pásu po

Javoří vrch a zpět k jihovýchodu na Modravu a okolí Novohuťské slatě. Hojně i v Hornovltavské kotlině a Trojmezenské hornatině. Acidofilní smrčiny spolu s rašelinným lesem a dalšími rašelinnými formacemi tvoří NPŠ ucelenou mozaiku vysoké přírodovědné ceny v rozsáhlém území (BÖHM, BRAUN et al. 2013).

Tab. 5: Ekologické řady a stanovištní kategorie vyskytující se v PLO 13- Šumava (MAJER et al. 1999).

Ekologická řada	symbol	Stanovištní kategorie	podíl v %
Kyselá (50,2 %)	N	Kamenitá	6,9
	I	Uléhavá	1,0
	M	Chudá	0,6
	K	Kyselá	41,7
Živná (15,6 %)	S	Svěží	12,6
	B	Bohatá	2,2
	F	Svahová	0,5
	H	Hlinitá	0,2
Obohacená vodou	V	Vlhká	11,2
	L	Lužní	0,2
Oglejená (8,7 %)	O	Středně bohatá	5,4
	P	Kyselá	2,5
	Q	Chudá	0,8
Obohacená humusem	A	Kamenitá	2,1
	D	Hlinitá	0,9
	J	Suťová	0,5
Extrémní (1,9 %)	Y	Skeletovitá	1,6
	Z	Zakrslá	0,3
Podmáčená (8,7 %)	R	Rašelinná	3,9
	G	Středně bohatá	4,3
	T	Chudá	0,5

3.4.7. Lesní vegetace

Stav současné vegetace je na Šumavě obzvláště ovlivněn změnou skladbou dřevin v porostech. Především se tu následkem lidské činnosti výrazně zvýšilo zastoupení smrku v nižších nadmořských výškách. Po vichřicích a kůrovcové gradaci v sedmdesátých letech 19. Století nahradil člověk tyto původně jedlobukové porosty smrkovými monokulturami (KINDLMAN, MATĚJKA, DOLEŽAL 2012).

Z fytogeografického hlediska, v kontextu širších vztahů leží celá Šumava ve středoevropské provincii středoevropské květenné oblasti temperátního pásma Evropy (BÖHM, BRAUN 2013). Květena Šumavy je charakterizována především převahou středoevropských horských a vysokohorských druhů. Význačná je přítomnost druhů na hranici jejich geografického rozšíření. Vyskytují se zde hojně středoevropské endemity, jako např. zvonečník černý (*Phyteuma nigrum*) a oměj šalamounek (*Aconitum plicatum*). Na jihovýchodě Šumavy se objevuje mnoho imigrantů z Alp. Rostliny alpského původu je možno rozdělit do dvou skupin. Světlo milné typy migrovaly na Šumavu již ke konci doby ledové a dnes jsou rozšířeny v celé oblasti, především však v nejvyšších polohách, na místech, kde mohly přežít zapojení lesa, což jsou například kary či prameniště, kde se můžeme setkat s psinečkem skalním (*Agrostis rupetris*) nebo s hořcem panonským (*Gentiana pannonica*). U Oslince na zkoumaném území jsou podmáčené smrčiny, které rostou v submontánním až supramontánním stupni od 500 m n. m. výše, a to v okolí pramenišť, rašeliníšť a v zamokřených terénních sníženinách (CHYTRÝ, KUČERA et. al 2001). Stromové patro je výhradně tvořeno smrkem ztepilým (*Picea abies*) s minimálně přimíšeným bukem lesním (*Fagus sylvatica*) a jeřábem ptačím (*Sorbus aucuparia*). V bylinném patře rostou starček Fuchsův (*Senecio nemorensis* agg.), klikva bahenní (*Oxycoccus palustris*), šťavel kyselý (*Oxalis acetosella*), brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*), brusnice brusinka (*Vaccinium vitis-idaea*). Přítomny bývají montánní druhy např. plavuň pučivá (*Lycopodium annotinum*), dřípatka horská (*Soldanella Montana*), sedmikvítek evropský (*Trientalis europaea*), kaprad' rozložená (*Dryopteris dilatata*), pstroček svoulitý (*Maiantheum bifolium*), přeslička lesní (*Equisetum sylvaticum*), bika chlupatá (*Luzula pilosa*). Mechové patro je často druhově bohaté a dosahuje pokryvnosti až 70%; hojnými druhy jsou rašeliník (*Sphangum*), ploník obecný

(*Polytrichum commune*), rohozec trojlaločnatý (*Bazzania trilobita*) - (CHYTRÝ, KUČERA et al. 2001).

Rašelinné a podmáčené smrčiny (*Sphagno – Piceetum*, *Mastigobryo-Piceetum*), tyto smrčiny rostou v údolích, pramenných oblastech či náhorních plošinách, lemují hojně vrchoviště a údolí. Od přirozených smrčin se odlišují především bohatě utvořeným mechovým patrem s hojným výskytem rašeliníku (*Sphangum*), ploníku (*Polytrichum*) a játrovky rohozce trojlaločnatého (*Bazzania trilobita*) - (CHOCHOLOUŠKOVÁ, GUTZEROVÁ 2003). Celkový počet vyšších rostlin se v rámci NPŠ pohybuje kolem 500 druhů, z toho je 69 chráněných druhů. (BÖHM, BRAUN 2013).

3.5. CHARAKTERISTIKA DŘEVIN V ZÁJMOVÉM ÚZEMÍ

Na TVP se můžeme setkat především se smrkem ztepilým s minimální příměsí buku lesního a jeřábu ptačího.

3.5.6. Smrk ztepilý (*Picea abies*)

Smrk ztepilý je statný strom s rovným kmenem, který je v mládí pokrytý hladkou, světlehnědou kůrou, která se s přibývajícím věkem mění v šedohnědou až červenohnědou šupinovitou rozpukanou borku. Koruna je štíhle jehlancovitá, větve v ní vyrůstají v pravidelných přeslenech. Kořenový systém je mělký, bez hlavního kořene. Jehlice jsou 10 – 25 mm dlouhé, 1 mm široké, na průřezu čtyřhranné a na konci zašpičatělé. Květenství jsou šištice. Žluté samčí šištice vyrůstají v paždích jehlic na loňských větévkách, načervenalé samičí vyrůstají na konci letorostů v horních patrech koruny. Původně rostou směrem nahoru, ale ještě před opylením se mění v převislé. Šišky jsou nerozpadavé, podlouhlé (HEJNÝ, SLAVÍK 1988).

Smrk je ve střední Evropě převážně dřevinou horských poloh, kde většinou vytváří horní lesní i stromovou hranici. Umělou kultivací (převážně v 19. Století) se jeho rozšíření silně zvětšilo, takže nyní je v ČR zastoupen ve všech lesních vegetačních stupních. Přirozeně se smrk u nás vyskytuje zejména v oreofytiku (převážně nad 1 000 m n. m. – klimaxové smrčiny; méně již mezi 700 – 1 000 m n. m. – smíšené porost s bukem, jedlí a klenem nebo podmáčené smrčiny) a

částečně i v mezofytiku (převážně jen v inverzních polohách. Produkční optimum v ČR má v nadmořské výšce 550 – 1 000 m.

Ukazuje se, že pro přirozený výskyt smrku není rozhodující nadmořská výška, ale především chladné kontinentální klima s dostatečným zásobováním půdy vodou nebo horizontálními srážkami, což nemusí být jen vysoké srážkové úhrny, ale i kořenům smrku dosažitelná hladina proudící podzemní vody (nikoliv stagnující). Stagnující voda v půdě omezuje smrku vývoj kořenů a silně snižuje statickou stabilitu porostů vůči větru (VICENA, PAŘEZ, KONOPKA 1979). V juvenilním stadiu je schopen snášet silné zastínění, a to až 4 % relativní ozáření. Přitom jedinci mají v mládí na dobrých stanovištích vyšší toleranci k zastínění než na stanovištích chudých nebo ve stáří. Na živiny není smrk moc náročný, avšak nízké zásobování živinami silně snižuje přírůst (VACEK, VACEK, SCHWARZ et al. 2009).

Nižší horské polohy jsou charakterizovány smíšeným smrkojedlobukovým lesem přecházejícím až v horské smrčiny. Ve středoevropských podmínkách se vyskytují obvykle do výšky 800 – 1 000 m. n. m. Uvnitř přirozeného areálu smrku se dosud různými obnovními postupy dosahovaly velmi dobré výsledky jejich přirozené obnovy. Někdy se přitom podařila i přirozená obnova jedle nebo buku, popř. obou stinných dřevin. Bohužel však nezřídka přitom docházelo a dochází u těchto dvou dřevin k silnému poškození zvěří, takže nakonec z nadějně vyhlížející směsi dřevin v začátku obnovy přežívá pouze smrk (cf. VACEK, SOUČEK 1995).

3.5.7. Buk lesní (*Fagus sylvatica*)

Buk je dřevinou oceánického a suboceánického klimatu, citlivou k suchu a k pozdním mrazům. Vyhýbá se také půdám ovlivněným vodou. Optimum má na čerstvě vlhkých, minerálně bohatých a humózních půdách od pahorkatin do hor. Je to stinná dřevina snášející značný zástin. Buk lesní je dřevina rostoucí v našich podmínkách ve všech ekotopech, kromě stanovišť ovlivněných vodou. V 5. LVS si udržel mírnou převahu nad jedlí a převládal také v 6. LVS, i když zde má mírně sníženou vitalitu, a to zejména na chudších stanovištích. Na ostatních lokalitách se smrku svým vzrůstem velmi přibližuje a vždy zasahuje do hlavní úrovně. Výrazný pokles v zastoupení (10 – 20 %) a především v cenotickém postavení má buk v 7.

LVS, kde již jeho účast doznívá a udržuje se pouze v podúrovni smrku (VACEK, VACEK, SCHWARZ et al. 2009).

3.5.8. Jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*)

Světломilná dřevina, v mládí snášející zástin (Obr. 4). Dřevina menšího vzrůstu s rovným kmenem, se štíhlou, řídkou a dosti nepravidelnou, většinou otevřenou korunou okrouhlého nebo oválného obrysu. Borka je šedostříbrná, později matně šedá, hladká s jemnými trhlinkami (VOBORNÁ 2012). Je rozšířen od nížin až do nejvyšších horských poloh. Podobně jako bříza patří mezi dřeviny s pionýrskou strategií. Má však biologické vlastnosti, které mu umožňují růst na místech, kde se jiné pionýrské dřeviny nemohou silněji uplatnit. Poměrně dobře roste i ve vysokých polohách, které již nevyhovují osice a bříze, na sutích a ekotopech se silnou vrstvou surového humusu. Neobyčejně širokou ekologickou amplitudu má jeřáb i pro svou značnou adaptabilitu na klima. Neškodí mu ani rychlé střídání teplot, ani velmi drsné zimy nebo mrazové polohy. Dobře odolává suchu, jak ukazují výskyty na skalnatých strmých svazích a sutích (SOMORA 1958). Prostupuje všechny vegetační stupně (dubový až klečový); maximum jeho výskytu v přirozených podmínkách je však v zakrslých (jeřábových) smrčinách. Většinou je jen dřevinou přimíšenou nebo vtroušenou. Neobsazuje hluboké rašelinné půdy (KOBÍLÍŽEK et al. 2001). Největší význam má v 7. a 8. LVS jako dřevina meliorační a při přeměnách porostů přípravných dřevin (PELC et al. 1994).



Obr. 4: Jeřáb ptačí na TVP U Kanálu II. (foto: Mrázová Andrea).

3.6. ZDRAVOTNÍ STAV LESNÍCH POROSTŮ

Poškození lesních porostů a zhoršení jejich zdravotního stavu velmi intenzivně ovlivňuje procesy v krajině, zejména změny mikroklimatu, hydrologii a erozi půdy (KOŠULIČ 2009). Zdravotní stav lesa je posuzován zejména na základě pozemního šetření, které je ovšem velmi časově náročné a data za větší území není možné získat k jednomu časovému okamžiku. Kromě pozemního šetření se při zjišťování zdravotního stavu lesa uplatňují také metody dálkového průzkumu Země, jejichž výhodou je právě získání informací z rozsáhlého území k jednomu datu (MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ 2010).

Lesy Šumavy jsou v uplynulých dvou desetiletích zasaženy markantním imisně ekologickým zatížením, které zejména v nejnvýše položených horských partiích způsobuje značné ekofyziologické oslabení porostů, projevující se specifickými symptomy poškození (odlistění, žloutnutí, apod.) Lesní ekosystémy jsou zde značně ovlivňovány především kyselou depozicí, která je již u celkové

aciditity na mnohých místech překročila kritickou hranici o 0,35 - 0,51 kmol.ha⁻¹ za rok (MORAVČÍK 1994).

Na zdravotní stav lesních porostů mají samozřejmě vliv i další negativní faktory biotického i abiotického původu, z nichž některé nabývají v posledních letech stále na větším významu (klimatické excesy, podkorní hmyz) (MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ 2013).

Zdravotní stav lesů na Šumavě nejvíce ovlivňuje přemnožení lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*). Šumavské lesy musí poměrně často čelit silným vichřicím a ničivým bouřím (HAIS 2009).

3.6.1. Škody způsobené hmyzem

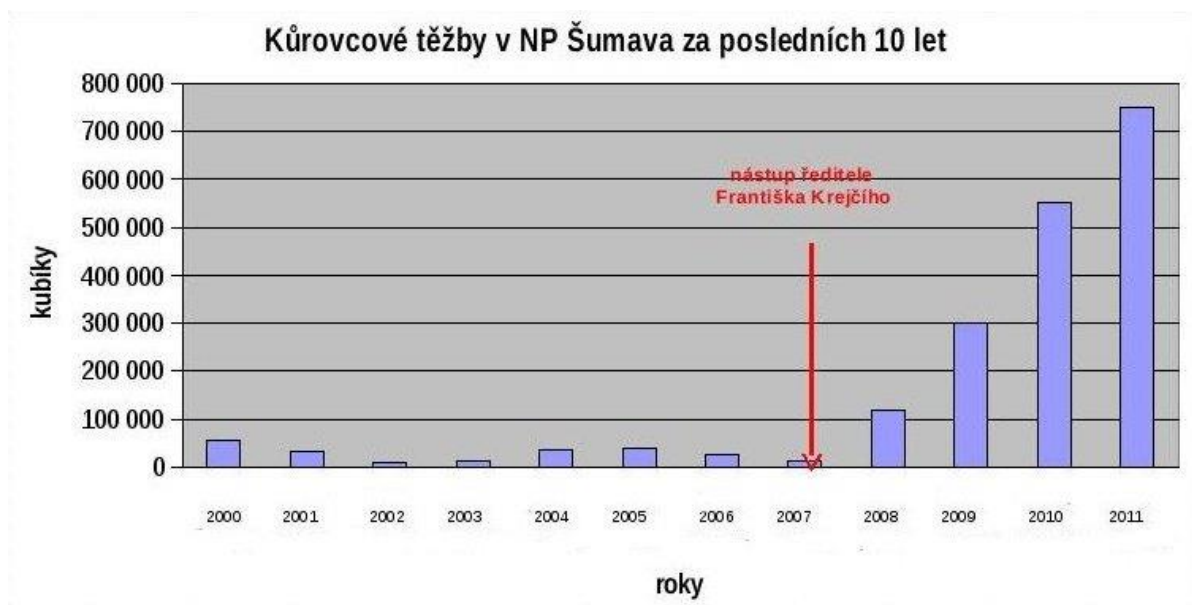
Lýkožrout smrkový (*Ips typographus*)

Patří do čeledi nosatcovitých, podčeledi kůrovcovitých. Velikostí těla dosahující 4,5-5,5 mm se lýkožrout smrkový řadí mezi největší naše kůrovce (KINDLMAN, MATĚJKA, DOLEŽAL 2012). Lýkožrout smrkový primárně napadá čerstvě odumřelé dřevo (vývraty, dřevo z těžby apod.). Na zdravé stojící stromy nalétává až při přemnožení, kdy nemá dostatek vhodného materiálu, kde by založil nové pokolení (ZAHRADNÍK 2015). Jeho vývoj probíhá ve smrkovém lýku, do nějž jsou brouci lákáni uvolňovanými těkavými látkami. Jedná se především o pineny, kamfén, carén a limonen (LINDELOW et al. 1992). Významnou roli sehrává i orientace svahu, na němž se porost nachází, věk porostu, jeho případné odkrytí a další faktory jako např. sluneční záření. Náletem lýkožrouta tak bývají více zasaženy osluněné, 70 až 100 let staré stromy na svazích s jižní expozicí (JAKUŠ 1998; BAIER et al., 2007).

Stručná historie současné gradace

Na současný stav porostů měly značný vliv roky 1983 a 1984. Tehdy na německé straně podlehl větrným polomům přibližně 60 tis. m³. Na naší straně padlo pouze několik tisíc m³. Na německé straně došlo k zásadnímu rozhodnutí polomy nezpracovávat a proti lýkožroutu nezasahovat. Na naší straně probíhalo zpracování značně liknavě. V r. 1985 bylo zpracováno pouze 285 m³, v následujícím roce nic, v r. 1987 dalších 613 m³. To vedlo k namnožení

lýkožrouta na naší straně, k čemuž přispěly v nemalé míře i převládající jihozápadní vítr, které k nám zanášely namnoženého kůrovce z německé strany. V roce 1988 bylo na naší straně vykáceno a asanováno přibližně 15 tis. m³ kůrovcového dříví a rok později cca 14 tis. m³ a vznikly víceméně soustředěné holiny o rozloze desítek ha. V souvislosti s vyhlášením SPR a následně NP se i u nás přikročilo k bezzásahovému režimu. V letech 1992 – 1994 došlo k mírnému nárůstu objemu napadeného dříví, ale situace se zdála být do jisté míry stabilizovaná. Jistou negativní roli, která vedla ke „zlepšování“ situace zde mohla sehrát skutečnost, že hmota v bezzásahových územích nebyla důsledně sledována a evidována. V roce 1994 začala kalamita a následně i intenzivní zásahy ve II. Zóně přiléhající k I. zóně a části II. zóny, která byla prohlášena rovněž bezzásahovou. Ke kulminaci došlo v roce 1995 a pak každoročně až do roku 2001 docházelo k mírnému poklesu. V letech 2002-2007 se situace jevila jako stabilizovaná. V té době však byla již naprostá většina bezzásahové zóny v důsledku napadení lýkožroutem odumřelá (ZAHRADNÍK 2015). Očekávalo se přirozené selekční chování kůrovců, ale opomenulo se, že prostředí, v němž se měli takto chovat, nebylo zdaleka přirozené. Naopak se zjistilo (ZAHRADNÍK 1996), že smrkové porosty v polohách nad 1000 m. n. m. jsou zde vlivem celé řady stresorů postiženy fenoménem předčasného stárnutí. Určitou roli zde sehrálo také počasí, zejména teplé a suché roky. Stresy ze sucha a ze zranění, které přivodili stromům nalétávající přemnožení kůrovci, byly z kategorie startujících, zodpovědných za současnou situaci (MRKVA 1997). Přišel rok 2007. Jednak zaznamenal rozšíření ploch bez možnosti zásahu proti lýkožroutovi a jednak přišel orkán Kyrill. V následujícím roce 2008 došlo k prudkému nárůstu vytěženého objemu napadeného kůrovcového dříví a k dalšímu nárůstu docházelo až do roku 2010 (Obr. 5 a Tab. 6). Až v roce 2011 došlo k mírnému poklesu a k následnému poklesu docházelo i v následujících letech až do roku 2014. K nárůstu docházelo i v bezzásahových zónách, přičemž byl víceméně atraktivní materiál na tomto území odumřelý v důsledku napadení (ZAHRADNÍK 2015).



Obr. 5: Těžby po kůrovcové kalamitě (MARKOVÁ 2010).

Tab. 6: Množství napadených kubických metrů lýkožroutem smrkovým (MARKOVÁ 2010).

Rok	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Množství (m ³)	55774	31467	10896	13276	35166	38343	26673	14790	119603	299000	555000	750000

3.6.2. Škody způsobené větrem

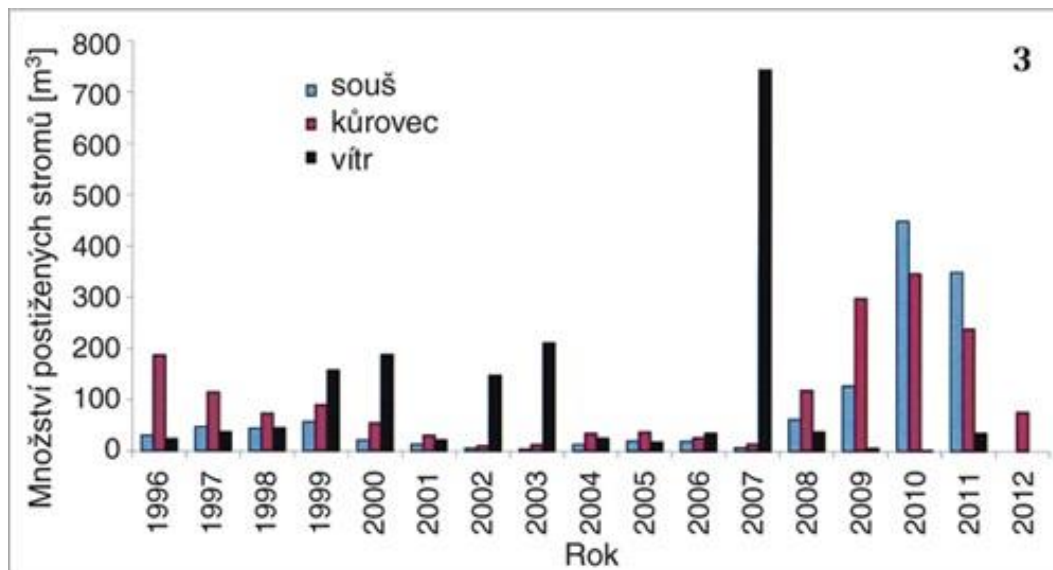
Jedním z hlavních škodlivých faktorů působících na lesní porosty je vítr (ENNOS 1997, SCHAETZL at al. 1989), škody způsobené větrem jsou také významným negativním ekologickým faktorem (HALE et al. 2012). Větrné vývraty lze očekávat u mělce kořenících porostů v podmáčených lokalitách (STATHERS et al. 1994). Vzhledem k silně narušené statické stabilitě jehličnatých (smrkových) porostů v řadě oblastí a vzrůstající frekvenci povětrnostních situací vyvolávajících vznik polomů je možno očekávat značný výskyt toho poškození i v budoucím období. Poškozeny bývají především porosty jehličnatých dřevin, dominantně smrku a borovice. Z regionálního hlediska bylo polomy nejvíce postiženo území krajů Vysočina (343 mil. m³), Jihočeského (285 mil. m³), Středočeského (249 mil. m³) - (MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ 2013).

Větrná polomová kalamita 26. – 28. 10. 2002, vzniklo 200 000 m³ polomů v I. a II. Zóně. Území NP Šumava postihla ve dnech 2. – 3. 1. 2003 další vichřice

s následnými polomy 30 000 m³, a to ve většině případů na stejných místech jako během října v r. 2002 (VICENA, JUHA & NOŽIČKA 2004). Počátkem roku 2007 postihl NP Šumavu orkán Kyrill, který způsobil další významné polomy (750 000 m³) - (KUČERA 2009). Navíc necelá čtvrtina ze vzniklých polomů a vývratů (cca 120 000 m³) byla ponechána bez zpracování, čímž došlo k největší gradaci lýkožrouta v historii NP Šumava. V roce 2010 byly zaznamenány dosud nejvyšší kůrovcové těžby (KAHUDA 2011). V březnu 2008 byla vichřice Ema, při které padlo cca 30 000 m³) (NP ŠUMAVA 2012), která dosahovala maximální rychlosti větru až 54 m.s⁻¹ (HOLUB et al. 2009). V poslední řadě orkán Niklas 2. 4. 2015 vznikly největší polomy od roku 2007, kdy došlo k orkánu Kyrill. Vítr nejvíce poničil stromy v okolí Prášil (ROZHLAS 2015). Na Obr. 7 je znázorněno poškození stromů jak lýkožroutem smrkovým tak větrem v období 1996 – 2012.



Obr. 6: Vývrat smrku ztepilého r. 2016 (foto: Mrázová Andrea).



Obr. 7: Znázorněné množství postižených stromů v letech (ŽIVA 2012).

3.6.3. Škody způsobené zvěří

Ze srovnání podílu poškozených jedinců obnovy způsobené okusem nebo loupáním lze odvodit, že u všech sledovaných dřevin byl zaznamenán významný pokles intenzity poškození obnovy spárkatou zvěří. Nejčastějším typem poškození je okus terminálního výhonu. U listnatých dřevin byly škody významnější. To do budoucna pravděpodobně posílí další dominanci smrku ztepilého. Plošné snížení podílu poškozených jedinců se oproti očekávání nijak výrazně nepromítlo do druhové skladby (ZATLOUKAL, RUSS, BERANOVÁ 2015).

3.6.4. Žloutnutí asimilačních aparátů

Problémy žloutnutí lesních dřevin, v první řadě smrku ztepilého, jsou studovány již několik desetiletí (např. ULRICH 1986, BOSCH 1986) - (PODRÁZSKÝ, VACEK 2004). Žloutnutí smrkových porostů je spojeno s tzv. „novodobým fenoménem“ poškození lesního porostu, který je ve střední a západní Evropě znám již od poloviny sedmdesátých let dvacátého století. „Novodobé poškození“ spočívá hlavně v deficitu některých živin, především hořčíku zapříčiněného jeho vyplavováním z půdy a asimilačních orgánů vedoucím až k fyziologickému poškození dřevin. V rámci České republiky se poškození z počátku projevovalo u jednotlivých stromů, u kterých později došlo k samovolné regeneraci. Později však došlo k rozsáhlému žloutnutí smrkových porostů bez následné regenerace, a to hlavně v nadmořských výškách nad 700 m (VACEK, KREJČÍ et al. 2009).

Žloutnutí je zpravidla počátečním stadiem dalšího zhoršování zdravotního stavu lesních porostů, tedy počátkem odumírání lesů (POLENO, VACEK et al. 2009).

Tento jev je nejčastěji spojován s nepřímými dopady imisní kalamity. Kromě přímého vlivu jednotlivých složek antropogenních imisí je tak ovlivňováno i prostředí dřevin, zejména lesní půda. Kyselá depozice způsobuje půdní změny, které se odrážejí v poškozování kořenového systému a v narušení výživy (PODRÁZSKÝ & VACEK 2004). K nejdůležitějším dopadům acidifikace půd náleží:

- Ztráty bází vyplavením z narušených asimilačních orgánů lesních dřevin a z tzv. fyziologického profilu půd, resp. Z vrstvy, odtud jsou dřeviny schopny jednotlivé živiny čerpat.
- Aktivizace toxických půdních složek, především volných forem hliníku, poškozujících kořenový systém lesních dřevin.
- Vysoký spad dusíku, který vyvolává relativní deficit jiné živiny, v souvislosti s acidifikací prostředí nejčastěji bází, především hořčíku (PODRÁZSKÝ, VACEK 2003).

Jde zpravidla k závažné komplexní onemocnění smrků všech věkových tříd a stupňů od semenáčků v lesních školkách a v přirozených náletech až po nejstarší stromy v porostech, kdy na různých lokalitách dochází k nápadným změnám ve vybarvení korun. Symptomaticky lze rozlišovat tři hlavní typy žloutnutí:

- 1) Žloutnutí dispersní, roztroušené, projevující se na jednotlivých větvích v koruně nebo jen na částech větví různě v malých ohniscích, nebo jen na jednotlivých jehlicích.
- 2) Žloutnutí parciální, částečně, kdy žloutnou části koruny, jednotlivé větve nebo jejich skupiny, výseče korun nebo pruhy, nebo kdy dochází ke žloutnutí střední části koruny.
- 3) Žloutnutí totální, celkové, tedy větší nebo stejnoměrná změna barvy celé koruny (JANČAŘÍK 2002).

3.6.4.1. Příčiny poškození

Za hlavní příčinu je obecně považováno omezené množství hořčíku, které způsobuje deficit tohoto prvku v rostlinných pletivech (ZIMERMANN et al. 1988). Hořčíkový deficit se dělí na primární a sekundární. Do primárního je zahrnut nedostatek hořčíku v matečné hornině, antagonismus či kompetice hořčíku

s ostatními prvky, eroze biomasy na exponovaných stanovištích a extrémní klimatické podmínky. Sekundární nedostatek je způsoben historickým a současným využíváním území. Mezi antropogenní příčiny deficitu hořčíku patří typ těžby a odvoz biomasy z lesního ekosystému, druhová skladba porostu. Mezi nejdůležitější příčiny patří vyplavování hořčíku v důsledku atmosférického znečištění antropogenní činností. Je velice pravděpodobné, že žloutnutí je spojeno se dvěma aspekty, a to s poruchou v postavení jemných kořenů podpořenou nepříznivými chemickými vlastnostmi půdy pod silně poškozenými jedinci a v jejich sousedství (VACEK, KREJČÍ et al. 2009). Nemusí se jednat pouze o deficit hořčíku, mohou se zde vyskytovat biotičtí činitelé, kteří vyvolávají virózní onemocnění smrků (skvrnitost, mramorování, pruhovitost) - (JANČAŘÍK 2002).



Obr. 8 : Borovice lesní nalevo, smrk ztepilý napravo. Obě fotky jsou pořízené na Oslí cestě (foto: Mrázová Andrea).

3.6.4.2. Opatření proti žloutnutí asimilačních aparátů

Hnojením napadených lesních porostů můžeme zabránit žloutnutí. Na TVP U Kanálu I. a U Kanálu II. byl v roce 1998 proveden experiment s přihnojováním, který byl podle výsledků úspěšný. Jedna z ploch byla ponechána bez zásahu a na druhé ploše byla roku 2000 provedena aplikace hnojiva SILVAMIX Mg v dávce 96,5 kg hořčíku na 1 ha. Na plochách byly sledovány parametry, které jsou indikátorem pozitivních či negativních změn po aplikaci hořečnatého hnojiva SILVAMIX Mg. Každým rokem bylo hodnoceno žloutnutí a defoliace smrků (1999-2008). Procento žloutnutí bylo sníženo ihned po aplikaci hnojiva v roce 2000. Žloutnutí u silně poškozených jedinců mělo zhoršující zdravotní stav, což je

v rozporu s několika jinými studii, které uvádí možnost přirozeného „znovu ozelenění“ dřívě žlutého smrku (HÜTTL, SCHNEIDER 1998). Přirozené „znovu ozelenění“ je pravděpodobně vymezeno jen na specifické stanoviště a nemůže být zobecněno pro všechna stanoviště trpící nedostatkem Mg. Teplé počasí pravděpodobně zlepšuje nabídku dusíku a tím je spojený zvýšený růst, který následně vede k disbalanci mezi N a Mg (VACEK, KREJČÍ 2009). Při krátkodobé aplikaci hnojiva je hnojení málo účinné, je třeba hnojiva aplikovat po delší dobu aby měly patřičný význam.

Vápnění

Základní hnojení lesních půd se aplikuje zejména při zjištění nevhodných forem humusu, při narůstající acidifikaci půd, která vede k tvorbě nenasyceného sorpčního komplexu, při zjištění výrazného ochuzení půdy o živiny apod. Základní hnojení lesních půd se provádí zpravidla celoplošným rozmetáním dlouhodobě působících hnojiv vápenatých a fosforečných. Souběžné použití draselných a draselnohořečnatých hnojiv přichází v našich podmínkách v úvahu, zejména při deficitu hořčíku. Úspěšná chemická meliorace lesních půd díky uplatnění vápnění a hnojení deficitními živinami. Náprava je velmi rychlá, všechny lesní porosty regenerují během jediné vegetační sezóny nebo v následujícím období (POLENO, VACEK 2009). V České republice byl koncem 50. let zařazen do plánu výzkumu úkol Vápnění ke zvýšení přírůstu porostů. Vápnění v dávce asi $4\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ vyvolalo značné oživení humusové vrstvy. Zlepšilo se zachvojení, zvýšila se hmotnost asimilačního aparátu i výživa porostů a zřetelně stoupl běžný přírůst na výčetní kruhové základně o více než 100%. Koncentrace dusíku v jehličí zůstala na stejné úrovni jako před zásahem, zvýšila se však koncentrace vápníku a hořčíku a poněkud stoupla i koncentrace fosforu v jehličí (MATERNA 2001).

4. METODIKA

4.1. Charakteristika výzkumných ploch

Porost 7F3 – U Kanálu I. a II. se nachází na mírném severním svahu (až 3°) v jižní části Šumavy ($48^{\circ} 49' 31.33''\text{S}$, $13^{\circ} 50' 10.89''\text{V}$). Jedná se o II. zónu NP Šumava, LS Stožec. Zájmové území se nachází v 7. lesním vegetačním stupni v nadmořské výšce cca 920 m n. m. U Oslince. Lokality jsou vzdálené 6 km od

obce Stožec. Průměrné roční srážky v této oblasti jsou 1 091 mm a průměrná roční teplota je 4,2 °C (VACEK, KREJČÍ et al. 2009). Na obou plochách je početná vyspělá kmenovina a nálet smrku ztepilého (*Picea abies*) různých výšek a věku. TVP slouží ke sledování struktury a vývoje podmáčených smrčín a ke sledování žloutnutí asimilačních aparátů. Z typologického hlediska se na plochách vyskytuje lesní typ 7O. Plochy byly založeny v roce 1998. TVP jsou vedle sebe sousedící, každá plocha je o velikosti 50 x 50 m, na plochách jsou očíslovány stromy od 1 – cca 210. V rámci každé plochy jsou dále vytyčeny transekty 10 × 50 m, na kterých se prováděla analýza přirozené obnovy.



Obr. 9: Znárodnění TVP U Kanálu I. a U Kanálu II. (mapy.geology.cz/zajimavosti/).

4.2. Standardní biometrická měření na TVP a hodnocení dat

Nejprve jsme stanovovali horní etáž stromového patra, měřili jsme také polohu a tloušťku odumřelých padlých a stojících stromů. U odumřelých stojících jsme hodnotili stupeň rozkladu koruny a u odumřelých padlých stromů jsme zjišťovali stupeň rozkladu dřevní hmoty. Všechny údaje, které jsme na plochách zjistili byly zapsány do technologie Field-Map.

Výčetní tloušťky byly měřeny kovovou průměrkou s přesností na 1 mm, při měření jsme dodržovali všechny základní pravidla měření: dodržovali jsme správnou výšku měření nad zemí, výška výčetní tloušťky je dána vzdáleností 1,3 m od paty kmene ve směru rovnoběžném s osou kmene. Zároveň je třeba zajistit,

aby průměrka byla ke kmeni přiložena kolmo na jeho osu. Dodržování těchto pravidel je velmi důležité při opakovaném měření výčetních tloušťek na trvalých monitorovacích plochách.

Výšky jsem měřila pomocí výškoměru VERTEX s přesností 0,1 m. Při měření výšek jsme stanovili patu kmene a vrchol stromu. Výšku stromu je třeba měřit z takového místa (ze vzdálenosti), z něhož je pata i vrchol stromu dobře viditelný. V nejlepším případě je viditelný celý kmen stromu, aby nedošlo k výměně vrcholu stromu za jiný strom v porostu.

Podrobná prostorová struktura porostu (rozmístění stromů v porostu, druh a forma smíšených dřevin, plocha a objem korunových projekcí) byl zjišťován pomocí technologie Field-Map. Základním úkolem technologie Field-Map je mapování monitorovacích ploch. Na plochách jsou zaměřeny zájmové objekty, jsou určeny jejich souřadnice a ukládány do mapových vrstev. Field-Map je systém pro počítačem podporovaný terénní sběr dat s primárním zaměřením na lesnictví (KUŽELKA et al. 2014). Všechny naměřené hodnoty byly následně zpracovány pomocí matematicko – statistických metod a programů.

Ve druhé části jsme měřili přirozenou obnovu porostu o velikosti pásu 10 x 50 m. Postup měření byl následující: každá TVP byla vytyčena hraničními kolíky v začátku a konci plochy o délce 50 metrů. Jeden orientační kolík jsme umístili doprostřed plochy. Od každého z kolíků byla brána délka 5 metrů na každou stranu, tudíž šířka odpovídá 10 metrům. Mezi hraničními kolíky jsme měli napnuté 30- ti metrové pásmo, které měřilo podélnou vzdálenost. Na podélné pásmo bylo uchyceno příčné pásmo, v místě uchycení byla na příčném pásmu hodnota 5 m, aby na každou stranu pásmo zabralo 5 metrů, poté vznikla šíře transektu 10 metrů. Měřili jsme ve dvou osobách, každý z nás měl výsuvný metr a krejčovský metr. Měli jsme předem vytvořené tabulky, kam jsme zapisovali všechna zjištěná data, která byla: určení polohy (souřadnice X a Y), výška stromku (cm), tloušťka kořenového krčku (mm), šířka korunky (cm) a nasazení zelené koruny (cm). Ve všech případech se jednalo o smrk ztepilý. Měření na TVP byla provedena koncem léta (září 2015). Výsledky jsou zpracovány do grafů a přehledných tabulek, jsou spočítány statistické charakteristiky.

U všech jedinců se hodnotila horizontální struktura stromového patra na obou trvalých výzkumných plochách. Spočítány byly: Hopkins–Skellamův index (HOPKINS, SKELLAM 1954), Pielou–Mountfordův index (PIELOU 1959,

MOUNTFORD 1961), Clark–Evansův index (CLARK, EVANS 1954) a David – Moorův index (DAVIS, MOORE 1954). Tyto indexy slouží k detekci nenáhodného uspořádání jedinců v populaci.

5. VÝSLEDKY

Přestože se na druhovém složení TVP U Kanálu I. a II. podílí také jednotlivé vtroušený jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*) a buk lesní (*Fagus sylvatica*). Prezentované výsledky se vztahují pouze ke smrku ztepilému (*Picea abies*), který ve stromovém patře zcela dominuje a vyskytoval se na měřících transektech.

5.1. TVP U Kanálu I



Obr. 10 : TVP U Kanálu I (foto: Mrázová Andrea)

Struktura a vývoj porostu

TVP U Kanálu I. byla založena v roce 1998, náleží jí LT 70- podmáčená smrčina (Obr. 10). Půdním typem je horský rašelinový podzol (VACEK, KREJČÍ et al. 2009). Stáří porostu je 80 let. Porost je věkově a prostorově diferencovaný. V horní vrstvě tvoří vyzrálou kmenovinu a na prosvětlených místech se vyskytuje početná přirozená obnova smrku. Smrk tvoří téměř 100% zastoupení. Zmlazení se nachází také na pařezech pokrytých mechy nebo na odumřelém dřevě. Střední výška porostu je 26.9 m a střední tloušťka je 33,5 cm. Plocha korunové projekce

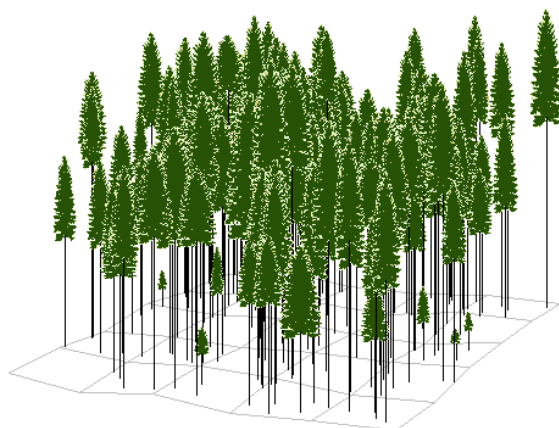
se snížila od roku 1998, nyní je 0,90 ha. Korunový zápoj byl v roce 1998 84,4 % plochy, v roce 2014 tomu bylo 58,6 % (Tab. 7) z čehož vyplývá pokles množství stromů na ploše.

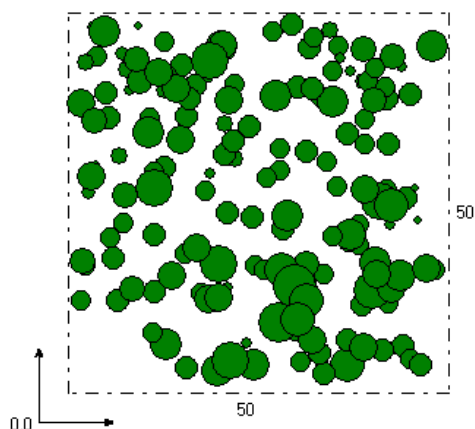
Tab. 7: Charakteristika smrkového porostu na TVP 1 a 2.

	Plot name	Year	Age	Height (m)	DBH (cm)	Volume (m ³ .ha ⁻¹)	N of trees (pcs.ha ⁻¹)	BA (m ² .ha ⁻¹)	Form factor	CC (%)	CPA (ha)
1	Kanál 1 fertilized	1998	62	26.4 ± 6.9	28.0 ± 7.8	484	652	40.3	0.46	84.4	1.21
		2014	78	26.9 ± 6.5	33.5 ± 10.8	472	448	39.3	0.45	58.6	0.90
2	Kanál 2 control	1998	64	27.1 ± 6.2	30.8 ± 7.5	563	640	47.7	0.44	79.1	1.10
		2014	80	26.5 ± 6.2	33.6 ± 10.1	563	544	48.1	0.44	62.7	0.95

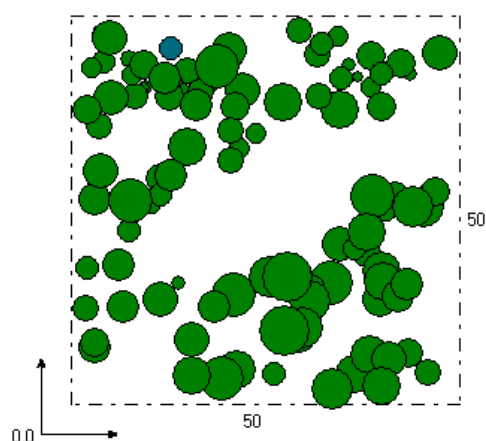
DBH quadratic mean of diameter at breast height, *N* number, *BA* stand basal area, *CC* canopy closure, *CPA* crown projection area

Vizualizace porostu na TVP U Kanálu I. je na Obr. 11 a 12. Na obrázcích je vidět dobré využití produkčního prostoru. Vizualizace jsou zobrazeny v období po 16 letech, první vizualizace je z roku 1998, kdy byla TVP U Kanálu I. založena. V roce 2014 byla TVP U Kanálu I. méně zapojené oproti roku 1998. Tento proces zapříčinilo žír lýkožrouta smrkového, které postihlo Šumavu v roce 2007. Díky tomu byly stromy vykáceny a vznikl tak holý prosvětlený pás, kde je velmi početná přirozená obnova smrku. V současné době se mezi zdravými stromy nachází také mrtvé stromy napadené lýkožroutem smrkovým. Tento vývoj odpovídá stadiu rozpadu v malém vývojovém cyklu lesa.





Obr. 11: Vizualizace aktuálního stavu smrkového porostu v r. 1998 na TVP 1.

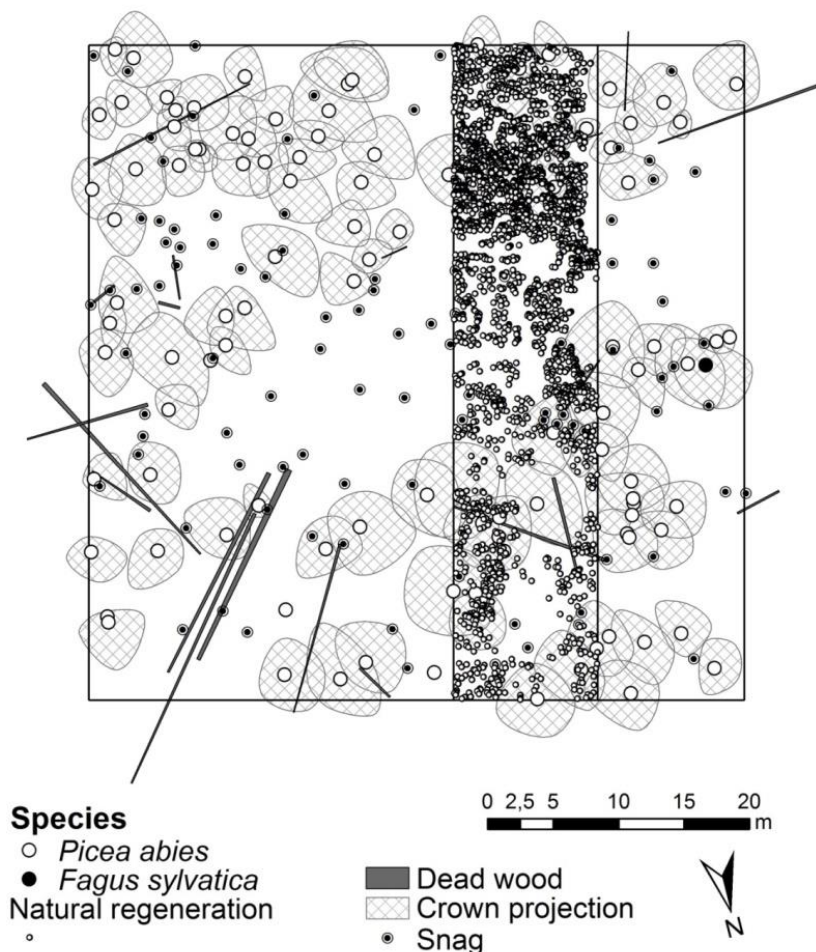


Obr. 12: Vizualizace aktuálního stavu smrkového porostu v r. 2014 na TVP 1.

Celkový počet jedinců přirozené obnovy v přepočtu na hektar je 55527, z toho smrk tvoří 100 %. Výšková struktura přirozené obnovy na transektu TVP U Kanálu I. v přepočtu 1 ha je znázorněna na Tab. 8. Nejvíce náletu se nachází ve druhé výškové třídě (do 20 cm, cca 14000 ks.ha⁻¹) - (Obr. 14). Na tomto obrázku je patrný značný úbytek zmlazení s přibývajícím výškou, což je typické pro

začínající fázi obnovy (VACEK, VACEK, SCHWARZ et al. 2009). Čím vyšší stromky byly, tím byly kořenové krčky silnější, vše je znázorněno na Obr. 16. Vztah mezi výškou nasazení zelené koruny a výškou stromku lze pozorovat na Obr. 17. Výška nasazení zelené koruny stoupá s přibývajícím výškou stromku a pohybuje se v rozmezí od 3 – 70 cm. Šířky korun přirozené obnovy na tloušťce kořenového krčku nejsou závislé a pohybují se nejvíce od 10 - 80 cm (Obr. 15). Závislost šířky korun přirozené obnovy na výšce jedinců je znázorněna na Obr. 18.

Horizontální struktura porostu na TVP U Kanálu I. Jsou zde znázorněny korunové projekce, mrtvého dřeva (padlé kmeny) a naměřená přirozená obnova. Z Obr. 13 jsou dobře patrné větší mezery v horním stromovém patře. Taxační zápoj je 0,71 a biologický zápoj 3,9 (Tab. 9).



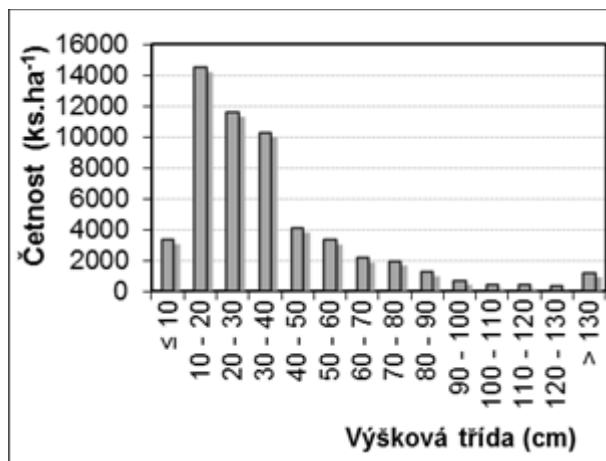
Obr. 13: Horizontální struktura přirozené obnovy na transektu na TVP U Kanálu I.

Tab. 8: Zastoupení jedinců přirozené obnovy v přepočtu na hektar.

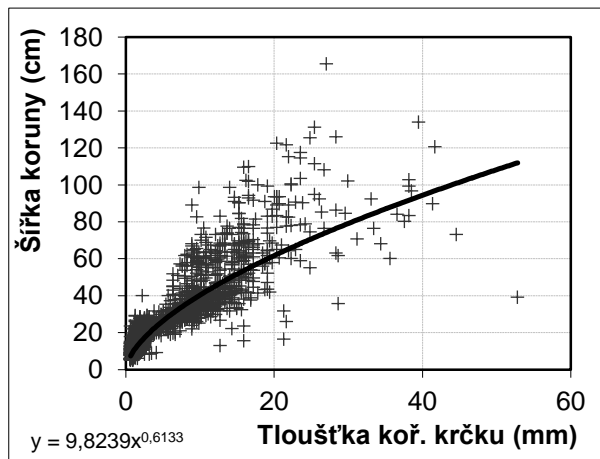
TVP	Picea abies
1	55527

Tab. 9: Obnova zápoj

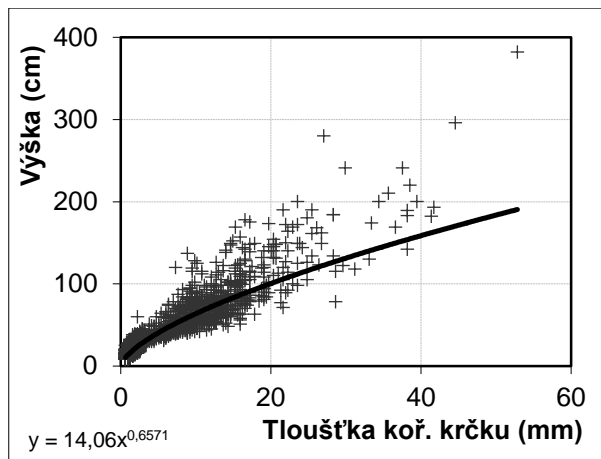
TVP	Taxační	Biologický
		Zápoj
1	0,71	3,9



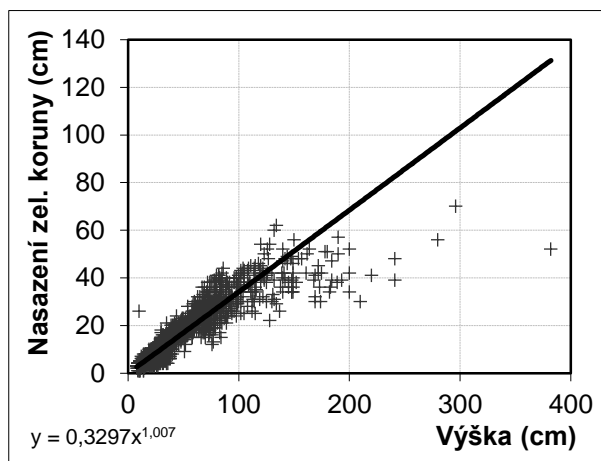
Obr. 14: Histogram výškové struktury přirozené obnovy.



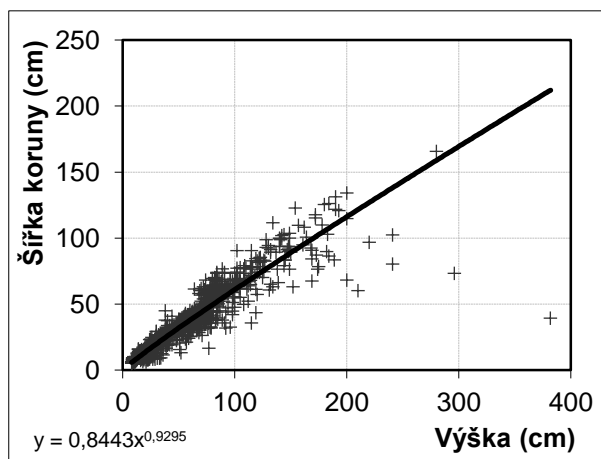
Obr. 15: Závislost šířky korun přirozené obnovy na tloušťce kořenového krčku.



Obr. 16: Závislost výšky přirozené obnovy na tloušťce kořenového krčku.



Obr. 17: Závislost nasazení zelené koruny přirozené obnovy na výšce jedinců.



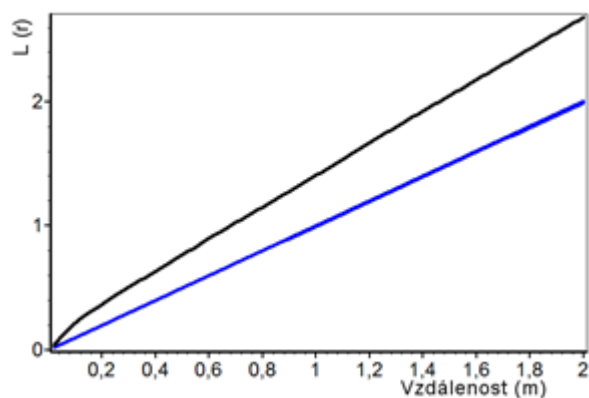
Obr. 18: Závislost šířky přirozené obnovy na výšce jedinců.

Tab. 10: Indexy popisující horizontální strukturu přirozené obnovy.

Index	Zjištěné	Oček.	Dolní	Horní
	Hodnoty	Hodnoty	Mez	Mez
Hopkins-Skellam	0,913*	0,5	0,483	0,516
Pielou-Mountford	6,552*	1,024	0,981	1,073
Clark-Evans	0,693*	1,008	0,992	1,028
David-Moore	23,014*	0,004	-0,246	0,306

*statisticky významné

Hodnoty indexů horizontální struktury jedinců stromového patra jsou uvedeny v Tab. 10. Podle Clark – Evansova indexu jde o shlukovité uspořádání porostu (VACEK, KREJČÍ et al. 2009). Shlukovité uspořádání jedinců přirozené obnovy podle jejich vzdálenosti, vyplývá též z Riepleyovi L – funkce uvedené na Obr. 19.



Obr. 19: Horizontální struktura přirozené obnovy vyjádřená L-funkcí.

5.2. TVP U Kanálu II



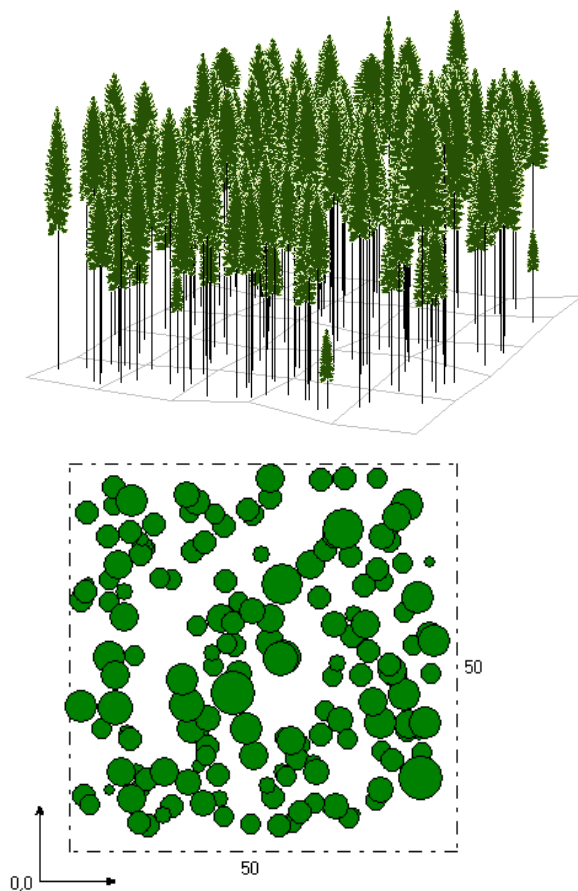
Obr. 20: TVP U Kanálu II (foto: Mrázová Andrea).

Struktura a vývoj porostu

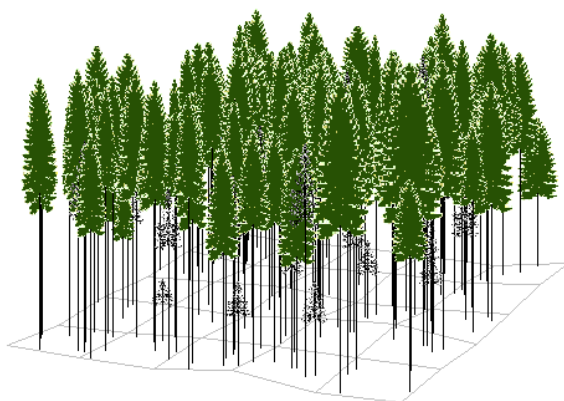
Na TVP U Kanálu II. je situace obdobná jako na TVP U Kanálu I (Obr. 20). Na této ploše se nachází vývraty, na kterých došlo ke zmlazení. Přírozená obnova je také velmi bohatá. Na TVP se vyskytuje žulová matečná hornina chudá na vápník a hořčík (VACEK, KREJČÍ et al. 2009). Místy se můžeme setkat s jeřábem ptačím a bukem lesním, ale jejich počet je minimální, dominantní dřevinou je smrk ztepilý. Plocha byla založena v roce 1998 pro výzkum na žloutnutí asimilačních aparátů. Náleží jí též LT 70- podmáčená smrčina. Půdním typem je horský rašelinový podzol (VACEK, KREJČÍ et al. 2009). Stáří porostu je 82 let. Střední výška porostu je 26,5 m a střední tloušťka porostu je 33,6 cm. Plocha korunové projekce je 0,95 ha. Korunový zápoj byl v roce 1998 79,1 %, v současné době je zápoj nižší 62,7 %, což může být způsobeno žírem lýkožrouta smrkového nebo větrnými kalamitami, které TVP U Kanálu II. postihly znatelně. Tyto číselné údaje jsou zobrazeny na Obr. 7.

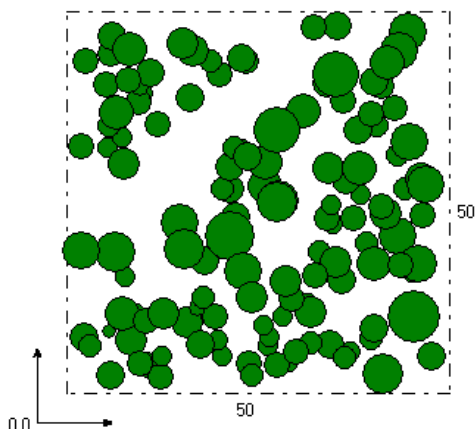
Vizualizace porostu na TVP U Kanálu II. je na Obr. 21 a 22. Na obrázcích je vidět dobré využití produkčního prostoru. Vizualizace jsou zobrazeny v období po 16 letech, první vizualizace je z roku založení plochy 1998, kdy byl porost věkově a strukturně diferencovaný bez napadení žírem lýkožrouta smrkového, kdežto

v roce 2014 se pomístně vyskytují suché stromy. V prosvětlených místech je zřetelný nálet smrku ztepilého.



Obr. 21: Vizualizace aktuálního stavu smrkového porostu v r. 1998 na TVP 2

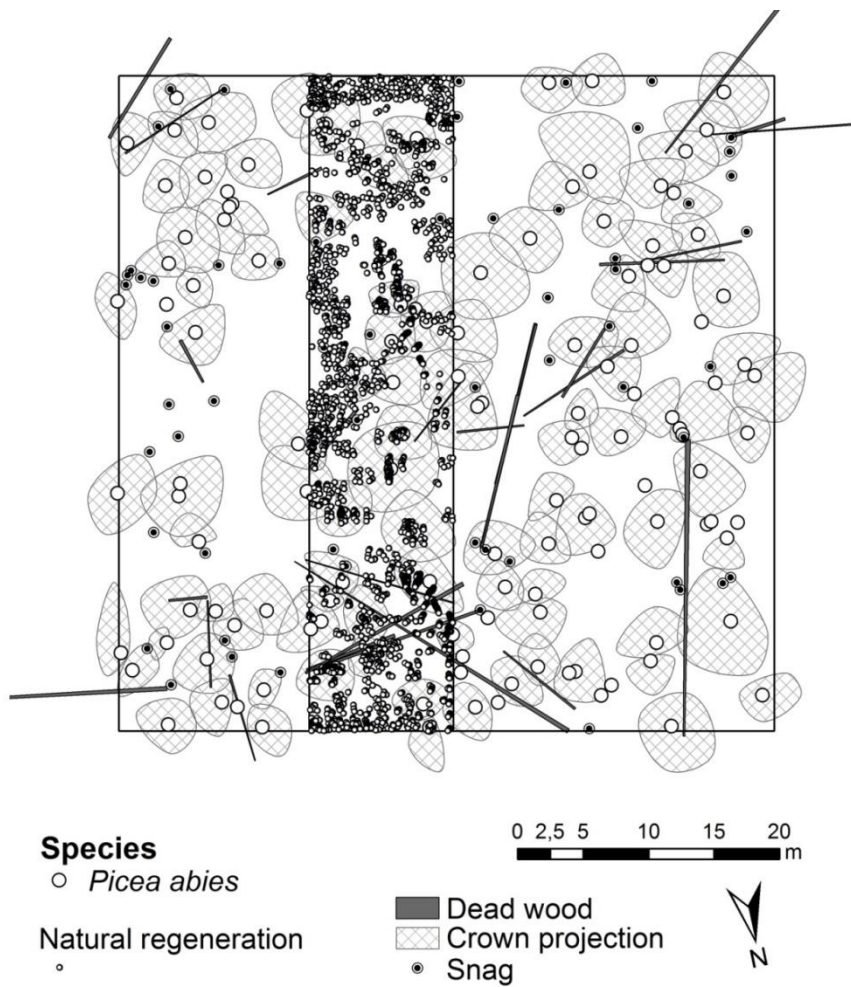




Obr. 22: Vizualizace aktuálního stavu smrkového porostu v r. 2014 na TVP 2

Celkový počet jedinců přirozené obnovy v přepočtu na hektar je 47400, z toho smrk tvoří 98% procent a jeřáb ptačí 2%. Jeřáb se na ploše vyskytuje, ale nevyskytoval se v transektu, ve kterém jsme měřili přirozenou obnovu. Výšková struktura přirozené obnovy na transektu TVP U Kanálu II. v přepočtu na 1 ha je znázorněna v Tab. 11. Histogram výškové struktury přirozené obnovy je znázorněn na Obr. 24. Z tohoto obrázku vyplývá, že výšková struktura je značně diferencovaná. Nejvíce náletu se nachází ve druhé a třetí výškové třídě (do 20 cm a do 30 cm, $12000 \text{ ks} \cdot \text{ha}^{-1}$). Se stoupající výškou jsou kořenové krčky silnější (Obr. 25). Vztahy mezi výškou nasazení zelené koruny a výškou stromů jsou znázorněny na Obr. 27. Výška nasazení zelené koruny stoupá s přibývajícím výškou stromku a pohybuje se v rozmezí 3 – 80 cm. Závislost šířky koruny přirozené obnovy na výšce jedinců je znázorněno na Obr. 28. Závislost šířky korun přirozené obnovy na tloušťce kořenového krčku není závislá (Obr. 26).

Horizontální struktura porostu vyjadřující její taxační i biologický zápoj na TVP U Kanálu II. Jsou zde znázorněny korunové projekce, mrtvé dřevo a naměřená přirozená obnova. Z obr. 23 jsou patrné mezery v horním stromovém patře, díky kterým se na plochu dostane více světla. Taxační zápoj obnovy je 0,56 a biologický zápoj 3,53 (Tab. 12).



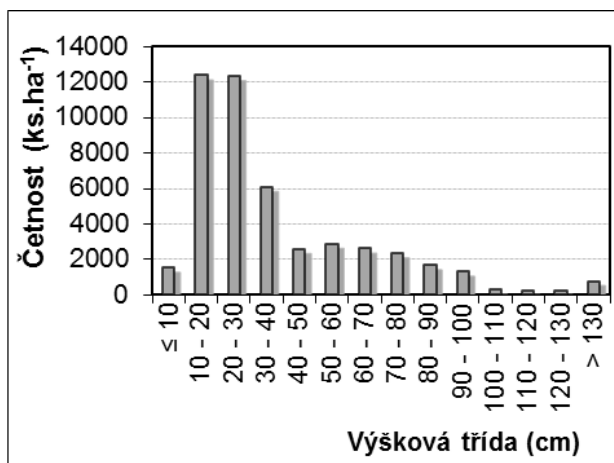
Obr. 23: Horizontální struktura přirozené obnovy na transektu na TVP U Kanálu II.

Tab. 11: Zastoupení jedinců přirozené obnovy v přepočtu na hektar.

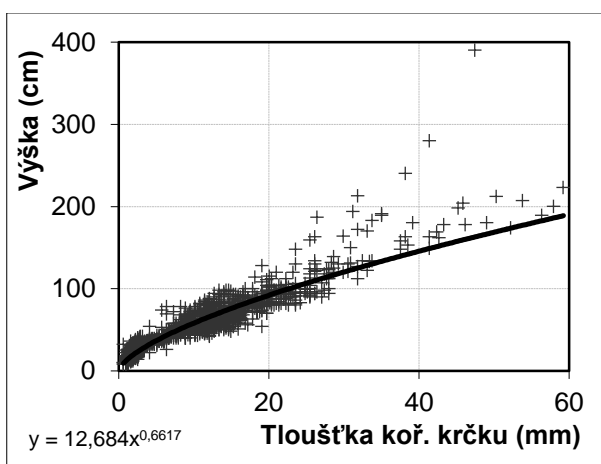
TVP	<i>Picea abies</i>
2	47400

Tab. 12: Obnova zápoj

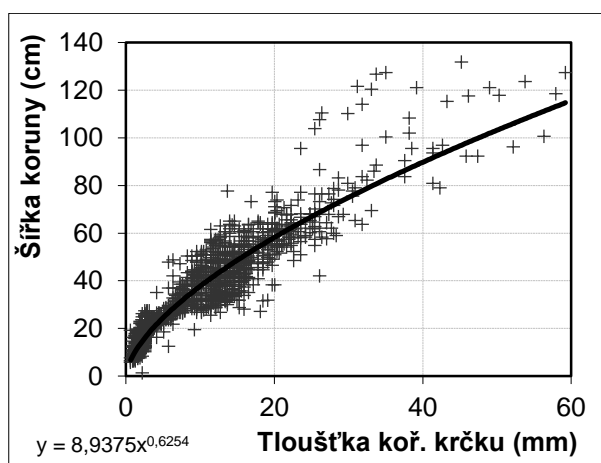
TVP	Taxační	Biologický
		Zápoj
2	0,56	3,53



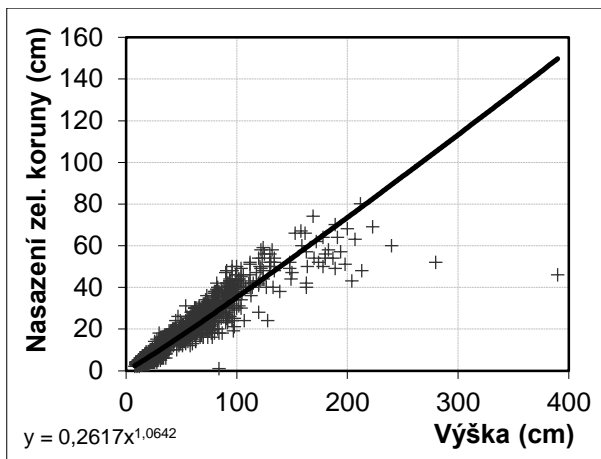
Obr. 24: Histogram výškové struktury přirozené obnovy.



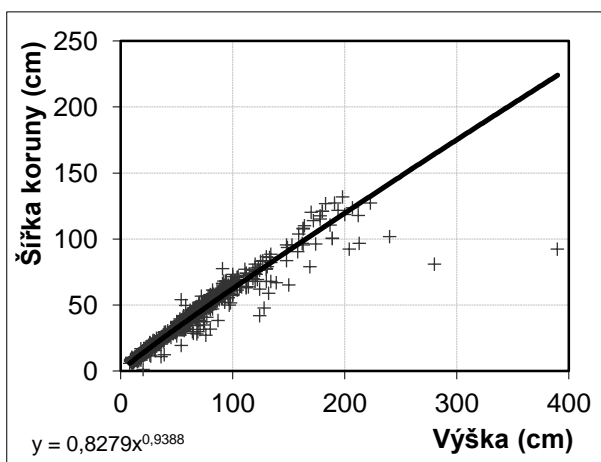
Obr. 25: Závislost výšky přirozené obnovy na tloušťce kořenového krčku.



Obr. 26: Závislost šířky korun přirozené obnovy na tloušťce kořenového krčku.



Obr. 27: Závislost nasazení koruny přirozené obnovy na výšce jedinců.



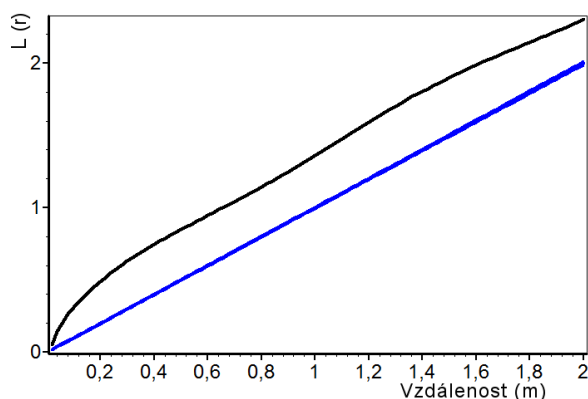
Obr. 28: Závislost šířky přirozené obnovy na výšce jedinců.

Tab. 13: Indexy popisující horizontální strukturu přirozené obnovy.

Index	Zjištěné	Oček.	Dolní	Horní
	hodnoty	hodnoty	mez	Mez
Hopkins-Skellam	0,929*	0,5	0,482	0,52
Pielou-Mountford	5,360*	1,027	0,975	1,086
Clark-Evans	0,547*	1,01	0,989	1,031
David-Moore	7,586*	0,002	-0,128	0,145

*statisticky významné

Podle Clark – Evansova indexu jde shlukovité uspořádání porostu (VACEK, KREJČÍ et al. 2009) - (Tab. 13). Shlukovité uspořádání jedinců přirozené obnovy podle jejich vzdálenosti, vyplývá těž z Riepleyovi L – funkce zobrazené na Obr. 29.



Obr. 29: Horizontální struktura přirozené obnovy.

6. DISKUZE

Zjištěné množství přirozené obnovy smrku je na obou trvale výzkumných plochách dostatečné pro zajištění existence nové generace podmáčené smrčiny. Kladný vliv na přítomnost zmlazení má jednoznačně přítomnost vyvýšenin a mrtvého dřeva, méně vhodné jsou holé plochy (místa bez vegetačního pokryvu) a borůvka, zmlazení je nejméně úspěšné v hustém pokryvu travin a kapradin a v prohlubních. Zápoj porostu rozhodujícím způsobem reguluje množství a charakter světla, které proniká do jeho nitra a posléze na porostní půdu. Přes řadu společných rysů se rašelinné a klimaxové smrčiny v různých stanovištních podmínkách vyznačují určitými rozdíly ve své přirozené dynamice (cf. VACEK SIMON, REMEŠ et al. 2007). Dominující dřevinou je smrk ztepilý, jako pionýrská dřevina se zde místně vyskytuje jeřáb ptačí. Na TVP U Kanálu I. a U Kanálu II. jsou přítomny padlé rozkládající se kmeny porostlý mechy, které jsou vhodným stanovištěm pro obnovu, stejně tak tomu je i na TVP 3 v terénní sníženině na LS Modrava, kde se tedy mimo jiné také vyskytuje jeřáb ptačí, ale ve větším počtu (VACEK, KREJČÍ et al. 2009) než je tomu na TVP U Kanálu I a II. Průměrný počet jedinců obnovy zjištěný na těchto dvou plochách je $51\,464\text{ ks}\cdot\text{ha}^{-1}$ z toho tvoří většinu smrk ztepilý, místně se vyskytují jeřáb ptačí a buk lesní. Na 90% ploch je více než 500 ks zmlazení na hektar, na téměř 80% ploch je více než 1 000 ks zmlazení na hektar a na více než 10% ploch převyšuje množství obnovy $10\,000\text{ ks}\cdot\text{ha}^{-1}$ (ČIŽKOVÁ et al. 2001). Díky vyšší hustotě přesáhl zápoj na obou plochách 50 % i přesto, že v roce 2008 došlo k odumření části porostu vlivem Kyrillu a žíru lýkožrouta smrkového. Průměrná výška smrkové obnovy se na TVP pohybovala okolo 20 – 40 cm na plochách se živým mateřským porostem. Výškové rozdělení

na TVP má podobnou strukturu, klesající četnost semenáčků s jejich rostoucí výškou, přičemž výjimkou z tohoto trendu je první výšková třída, což svědčí o vyspělejší přirozené obnově. Nejvíce je zastoupena výšková třída 20 – 30 cm. Podle autorů, např. JONÁŠOVÁ (2001) a ZATLOUKAL (2000) se mortalita mladých jedinců na stanovištích s dospělým mateřským porostem kulminuje ve věku kolem 4 – 5 let. Na těchto stanovištích je typický velký počet mateřských stromů jako zdroje semene a k první selekci dochází v prvním roce po jejich vyklíčení, kdy hlavním selekčním faktorem jsou klimatické faktory jako vlhkost, vysychavost, konkurence bylinného patra. Teprve ve vyšším věku obnovy začíná hlavní roli hrát nedostatek světla, tedy clona způsobena mateřským porostem nebo konkurencí jedinců stejného věku (VACEK, KREJČÍ et al. 2009).

Horizontální struktura jedinců přirozené obnovy byla hodnocena na základě strukturálních indexů. Hodnoty indexů porostní struktury pro TVP U Kanálu I a II poukazují na to, že rozmístění jedinců na ploše je výrazně shlukovité.

Celkově lze konstatovat, že přirozená obnova je na sledovaných TVP dostatečná pro zdárný vývoj těchto porostů (cf. Vacek, Krejčí et al. 2008).

7. ZÁVĚR

Cílem této práce bylo vyhodnocení struktury a vývoje podmáčených smrčín na Šumavě. Jednalo se především o přirozenou obnovu lesa, která byla naměřena v létě 2015. Získané výsledky o struktuře a vývoji nám potvrdily to, že porost je plně zajištěn z pohledu přirozené obnovy. Na obou plochách byl prokázán až masivní výskyt přirozené obnovy smrku výjimečně i jiných dřevin. Na TVP U Kanálu I. a II. se porosty vyvíjejí úměrně malému vývojovému cyklu, o čemž napovídá zlepšený zdravotní stav od doby, kdy byly trvale výzkumné plochy založeny. Z výsledků vyplývá, že autoregulační procesy v lesních porostech na TVP U Kanálu I. a II. probíhají v dostatečné míře a porosty svojí strukturou odpovídají daným vývojovým stadiím a fázím. Oba porosty se nachází ve stadiu optima až stadiu rozpadu s výraznou obnovou. Zdravotní stav přirozené obnovy odpovídá dostatečné výživě a nebyly zde shledány výraznější barevné změny nebo žloutnutí jedinců obnovy.

Pro větší stabilitu porostu by bylo vhodné v těchto porostech provést podsadbu buku lesního, který má hluboký kořenový systém oproti smrku. Zajisté by pak

došlo ke zvýšení statické stability těchto porostů. Dále je třeba pečovat o relativně stabilní podrostní složku postupným uvolňováním nejkvalitnějších stromů.

Získané poznatky je možné využít pro dlouhodobý monitoring lesa v zájmovém území.

8. LITERATURA

- ALBRECHT J. et al. (2003): Českobudějovicko-chráněná území ČR VIII. Praha, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR.
- ČÍŽKOVÁ P., SVOBODA M., KŘENOVÁ Z., 2011. Natural regeneration of acidophilous spruce mountain forests in non-intervention management areas of the Šumava National Park - the first results of the Biomonitoring project. *Silva Gabreta*, 2011, r. 17, č. 1, s. 19-35.
- ČESKÁ INSPEKCE ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ (2004). Praha
<http://www.cizp.cz/185_NARODNI_PARK_SUMAVA_V_DATECH/>
- ČERNÍKOVÁ Z. (2012): Analýza potenciálního rozšíření dřevin v lesích Šumavy. <http://www.infodatasys.cz/Sumava_Cernikova_2012.pdf/>
- BABŮREK J., PERTOLDOVÁ J., VERNER K., JIŘIČKA J. (2006): Průvodce geologií Šumavy. Správa Národního parku a Chráněné krajinné oblasti Šumava a Česká geologická služba Praha, Vimperk.
- BÖHM M., BRAUN V. et al. (2003): Plán péče o Národní park Šumava na období 2014-2017, Rozbory. Vimperk.
- BOUŠE J. et al. (2001): Oblastní plán rozvoje lesů – PLO 13 – Šumava. Brandýs n. L., ÚHÚL – pobočka Plzeň a České Budějovice, 271 s. + přílohy.
- ENNOS A.R., 1997: Wind as an ecological factor. *Trends in Ecology & Evolution*, 12: 108–111.
- GUBKA K. (2006): Effects of the altitude change on the structure of the soil protective and anti-erosive function. In: JURÁSEK A., NOVÁK J., SLODIČÁK M., Stabilization of forest functions in biotopes disturbed by anthropogenic activity. *VÚLHM VS Opočno*, s. 537-544.
- HALE S.E., GARDINER B.A., WELLPOTT A., NICOLL B.C. & ACHIM A., 2012: Windloading of trees: influence of tree size and competition. *European Journal of Forest Research*, 131: 203–217.
- HEJNÝ S. – SLAVÍK B.(ed.): Květena České republiky 1. Praha Academia 1988, s. 317 -322
- HLADINA V., 1996: Management of forest ecosystems in Šumava National Park. *Silva Gabreta*, p.227-230.

- HOFGARD A., 1993: Structure and regeneration patterns in a virgin Picea abies forest in northern Sweden. *Journal of Vegetation Science*, 4:601-608.
- HOLUB K., RUŠAJOVÁ J. & MARJAN S., 2009: A comparison of the features of windstorms Kyrill and Emma based on seismological and meteorological observations. *Meteorologische Zeitschrift*, 18: 607–614.
- HÜTTL R.F., SCHNEIDER B.U. (1988): Forest ecosystem degradation and rehabilitation. *Ecol. Engineer.*, p. 19-31.
- CHADZON R.L., PEARCY R. W., (1991): The importance of sunflecks for forest understory plants. *Bioscience* č.41, s. 760-766.
- CHOCHOLOUŠKOVÁ Z., GUTZEROVÁ N. (2003): Lesy na Šumavě in Šumava ANDĚRA M., ZAVŘEL P. A KOL., (Příroda- Historie- Život). BASET, 800s.
- CHYTRÝ M., KUČERA T., KOČÍ M. (eds.) (2001): Katalog biotopů České republiky. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.
- JANČAŘÍK V. (2002): Některé příčiny chřadnutí a hynutí jehličnatých dřevin. VÚLHM Jíloviště- Strnady. <uroda.cz/nektere-priciny-chradnuti-a-hynuti-jelicznatych-drevin/>
- JONÁŠOVÁ M. (2004) : Zmlazení dřevin v horských smrčínách odumřelých po napadení lýkožroutem smrkovým, sborník z konference Aktuality šumavského výzkumu II. Vimperk: Správa NP a CHKO Šumava.
- KAHUDA P. (2011): Lesy Národního parku Šumava- Vývoj a aktuální stav. Lesnická práce: časopis pro lesnickou vědu a praxi. 2011, č. 9 [cit.2013-02-21]. URL <<http://www.silvarium.cz/lesnicka-prace-c-9-11/lesy-narodniho-parku-sumava-vyvoj-a-aktualni-stav>>
- KINDLMAN P., MATĚJKA K., DOLEŽAL P. (2012): Lesy Šumavy, lýkožrout a ochrana přírody. Praha, Karolinum, 325s.
- KORPEL, Š., et al., 1991. Pestovanie lesa. *Příroda*, Bratislava, 472 s.
- KOZEL J. (2011): „A přece se točí...“ vývojové cykly, stadia a fáze přírodních lesů. Správa NP a CHKO Šumava. s. 10-13.
- KREJZAR T. et al. (2015): ZPRÁVA O STAVU LESA A LESNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ ČESKÉ REPUBLIKY 2014. Praha, Ministerstvo zemědělství.
- KULAKOWSKI D. & BEBI P., 2004: Range of variability of unmanaged subalpine forests. In: Forum für Wissen: Schutzwald und

Naturgefahren. Eidgenössische Forschungsanstalt WSL (Hrsg.), Forum für Wissen 2004: 47-54

- KUPKA I. (2000): Posouzení možností umělé a přirozené obnovy lesních porostů a potřeby reprodukčního materiálu v NP Šumava. Monitoring, výzkum a management ekosystémů NP Šumava, 2000.
- KUPKA I. et al. (2008): Pěstování lesů I. Česká zemědělská univerzita v Praze, Powerprint Praha 6 – Suchbát, 150 s.
- KUŽELKA K. et al. (2014): Měření lesa. Moderní metody sběru a zpracování dat, Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, 164 s.
- MAJER J., BARTOŇ R., ROUBÍK J. (1999): Textová část oblastního plánu rozvoje lesů: Přírodní lesní oblast č. 13 Šumava (platnost 2001 – 2020). Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, 270s.
- MATĚJKA K. (2014): Lesní vegetační stupně s převahou smrku v ČR. Praha, <www.infodatasys.cz>
- MATERNA J. (2001): VÁPŇNĚNÍ-POHLED DO MINULOSTI. Lesnická práce č. 11/01, ročník 80.
- MÍCHAL I., 1983 : Dynamika přírodního lesa I.-IV. Živa, 31:1-6, 8-13, 48-53, 85-88, 128-133.
- MÍCHAL I. (1992): Ekologická stabilita. Brno, Veronica pro MŽP.
- MÍCHAL I., PETŘÍČEK V. et al. (1999): Péče o chráněná území II. Lesní společenstva. Praha, AOPK ČR. 714s.
- NĚMEČEK J., MACKŮ J., VAVŘÍČEK D., NOVÁK P. (2001): Taxonomický klasifikační systém půd ČR. Praha, 79 s.
- PELC F., MESČERJAKOV V., VRŠOVSKÝ V. & SCHWARZ O. (1994) : *Projekt záchrany a reprodukce ohroženého genofondu dřevin Jizerských hor pro revitalizaci imisemi poškozených ekosystémů*. Liberec
- PIŠTA F. (1982): Přirozená společenstva jedlobukového a smrkobukového stupně v jižní části Šumavy a jejího předhůří. Praha 1, Československá akademie věd, 153 s.
- PLÍVA K. (1984): Typologický systém ÚHÚL. Brandýs nad Labem, ÚHÚL, 90s.

- PLÍVA K. & ŽLÁBEK I. (1985): Přírodní lesní oblasti ČSR, SZN, Praha, účelová publikace MLHV ČSR, 315s.
- PODRÁZSKÝ V. & VACEK S. (2007): Možnosti úpravy žlutnutí lesních dřevin aplikací vápnění a hnojení. Lesnická práce č.04/03, ročník 82.
- PODRÁZSKÝ V. & VACEK S. (2004): Vliv hnojení na zdravotní stav porostů. Aktuality šumavského výzkumu II., Srní, p.275-279
- POLENO Z. – VACEK S. ET AL. (2007): Pěstování lesů I. Ekologické základy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r.o., 180-181s., 172-173s.
- POLENO Z., VACEK S. ET AL. (2009): Pěstování lesů III. Praktické postupy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., 388-389 s.
- POLENO Z., VACEK S. ET AL. (2007): Pěstování lesů II. Teoretická východiska pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce s.r.o., 328-329 s., 124-125 s., 94-95 s.
- PRŮŠA E. (2001): Pěstování lesů na typologických základech. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, 593 s.
- PRŮŠA E. (1988): Přirozené lesy České republiky. Praha, Ministerstvo lesního hospodářství a dřevozpracujícího průmyslu ČR, 103-104s.
- SCHELHAAS M.J., SCHUCK A. & VARS S., 2003: Database on Forest Disturbances in Europe (DFDE). EFI Internal Refert 14,44p.
- SIMON J., VACEK S. (2008): Hospodářská úprava lesů- Výkladový slovník hospodářské úpravy lesů. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno.
- STATHERS R.J., RORRELSON T.P. & MITCHELL S.J., (1994): Windthrow Handbook for British Columbia Forests. Ministry of forests, Victoria B. C, 38 pp.
- SZPUK R., (2015): Suché léto na Churáňově. Šumava, Meteorologická stanice Churáňov, s. 18-19.
- ŠERÁ B., FALTA V., CUDLÍN P., CHMELNÍKOVÁ E. (2000): Contribution to knowledge of a 10- year study on germination, growth and survival, Forest ecology and Management, 141, 237-250 p.

- ŠINDELÁŘ J. (1994): Možnosti optimalizace druhové skladby lesů ČR. Závěrečná zpráva, VÚLHM Jíloviště- Strnady.
- ŠTÍCHA V., BÍLEK L., DVOŘÁK J. (2008): Předběžné zhodnocení přirozené obnovy na vybrané lokalitě NP Šumava. Coyous 2008, Konference mladých vědeckých pracovníků. ČZU v Praze, s. 228-237.
- TESAŘ V. & TESAŘOVÁ J. (1996): Odrůstání smrku s jeřábem v mladých uměle založených porostech v Krkonoších. In: *Monitoring, výzkum a management ekosystémů na území Krkonošského národního parku*, Sborník z konference. VS Opočno.
- ULBRICHTOVÁ I. (2004) : Struktura horských smrkových porostů a jejich přirozené obnovy na některých lokalitách NP Šumava. Aktuality šumavského výzkumu II., Srní.
- ULBRICHTOVÁ I., REMEŠ J., ZAHRADNÍK D. (2006): Development of the spruce natural regeneration on mountain sites in the Šumava Mts. *Journal of Forest science*, p.446-456.
- VACEK S., KREJČÍ F. et al. (2009): Lesní ekosystémy v Národním parku Šumava. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., 511s.
- VACEK S. & LEPŠ J., 1996: Spatial dynamics of forest decline: the role of neighboring trees. *Journal of Vegetation Science*, 7: 789-798.
- VACEK S., LOKVENC T., SOUČEK J. (1995): Přirozená obnova lesních porostů. Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do zemědělské praxe. Mze, Praha.
- VACEK S., MATĚJKA K., MAYOVÁ J., PODRÁZSKÝ V. (2003): Dynamics of health status of forest stands on research plots in the Šumava National Park. *Journal of Forest Science*, p.333-347.
- VACEK S., MATĚJKA K. et al. (2008): Průběžná zpráva za řešení projektu 2B06012. Management biodiversity v Krkonoších a na Šumavě v roce 2007. Praha, s. 15
- VACEK S., PODRÁZSKÝ V. (2008): Stav a vývoj lesních ekosystémů v průběhu existence NP Šumava. Fortuna-Praha, Lesnická práce, s.r.o., 94-95 s.

- VACEK S., SIMON J., REMEŠ J. et al.(2007): Obhospodařování bohatě strukturovaných a přírodě blízkých lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., 249 s.
- VACEK S., VACEK Z., SCHWARZ O. et al. (2010): Struktura a vývoj lesních porostů na výzkumných plochách v národních parcích Krkonoš. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o.,30-31 s.
- VALENTA M. et al. (1994): Šumava Biosphere Reserve. Prague- Empora.
- VICENA I., JUHA M. & NOŽIČKA S. (2004): Větrné polomy a vývraty na území NP a CHKO Šumava v roce 2002, jejich příčiny a následky. Srní. Aktuality šumavského výzkumu II., p. 290-296.
- VIEWEGH J., (1995): Klasifikace rostlinných společenstev(skripta pro studenty fakulty FLE). SIC ČZU- Praha, Fakulta lesnická a environmentální.
- VOJTĚCHOVSKÝ J., 1980: Hospodářská úprava lesů I. Státní zemědělské nakladatelství, Praha 132 pp.
- ZAHRADNÍK P. (2015): Historie kůrovcové kalamity na Šumavě a její možné dopady na budoucí vývoj. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti,v.v.i., Strnady,p.9
- ZATLOUKAL V., RUSS R., BERANOVÁ J. (2015): Výsledky velkoplošné inventarizace lesů v NP Šumava, Ústav pro výzkum lesních ekosystémů,s.r.o. , Jílové u Prahy, Správa NP Šumava, Vimperk, p.5
- ZELENKOVÁ E., BUFKOVÁ I., BUFKA L. et al. (2015): Šumavské řeky. NP Šumava, Vimperk
- ZENÁHLÍKOVÁ J., SVOBODA M., WILD J. (2011): Stav a vývoj přirozené obnovy před a jeden rok po odumření stromového patra v horském smrkovém lese na Trojmezní v Národním parku Šumava. Vimperk, Silva Gabreta, p.37-54.
- ZIMMERMANN R., ORNER R., SCHULZE E.D., WERK K. S. (1988): Performance of two *Picea abies*. Oecologia, p. 513-518.
- ZUKRIGL K., 1991: Succession and regeneration in the natural forests in central Europe. Geobios, č. 18, s. 202-208.

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Přirozená a druhová skladba PLO 13.....	17
Tabulka 2: Současná druhová skladba PLO 13.....	17
Tabulka 3: Srážkové úhrny v mm za letní období.....	20
Tabulka 4: Odhad plošného podílu lesních vegetačních stupňů v NPŠ.....	22
Tabulka 5: Ekologické řady a stanovištní kategorie vyskytující se v PLO 13- Šumava.....	24
Tabulka 6: Množství napadených kubických metrů lýkožroutem smrkovým.....	32
Tabulka 7: Charakteristika smrkových porostů na TVP U Kanálu I. a II.....	41
Tabulka 8: Zastoupení jedinců přirozené obnovy v přepočtu na hektar TVP U Kanálu I.....	44
Tabulka 9: Obnova zápoj TVP U Kanálu I.....	44
Tabulka 10: Indexy popisující horizontální strukturu přirozené obnovy TVP U Kanálu I.....	46
Tabulka 11: Zastoupení jedinců přirozené obnovy v přepočtu na hektar TVP U Kanálu II.....	50
Tabulka 12: Obnova zápoj TVP U Kanálu II.....	50
Tabulka 13: Indexy popisující horizontální strukturu přirozené obnovy TVP U Kanálu II.....	52

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Malý vývojový cyklus.....	12
Obr. 2: Smrk ztepilý na trouchnivějícím pařezu.....	16
Obr. 3: Mapa Šumavy.....	19
Obr. 4: Jeřáb ptačí (TVP U Kanálu II.).....	29
Obr. 5: Těžby po kůrovcové kalamitě.....	32
Obr. 6: Vývrat smrku ztepilého r. 2016.....	33
Obr. 7: Znázorněné množství poškozených stromů v letech.....	34
Obr. 8: Borovice lesní a smrk ztepilý, znázornění žloutnutí asimilačních aparátů r. 2016.....	36
Obr. 9: Znázornění TVP U Kanálu I. a II.....	38

Obr. 10: TVP U Kanálu I.....	40
Obr. 11: Vizualizace aktuálního stavu smrkového porostu v r. 1998 na TVP I.....	41
Obr. 12: Vizualizace aktuálního stavu smrkového porostu v r. 2014 na TVP I.....	42
Obr. 13: Horizontální struktura přirozené obnovy na transektu na TVP U Kanálu I.....	43
Obr. 14: Histogram výškové struktury přirozené obnovy (TVP I.).....	44
Obr. 15: Závislost šířky korun přirozené obnovy na tloušťce kořenového krčku.....	44
Obr. 16: Závislost výšky přirozené obnovy na tloušťce kořenového krčku.....	45
Obr. 17: Závislost nasazení zelené koruny přirozené obnovy na výšce jedinců.....	45
Obr. 18: Závislost šířky korun přirozené obnovy na výšce jedinců.....	45
Obr. 19: Horizontální struktura přirozené obnovy vyjádřena L-funkcí.....	46
Obr. 20: TVP U Kanálu II.....	47
Obr. 21: Vizualizace aktuálního smrkového porostu v r. 1998 (TVP II).....	48
Obr. 22: Vizualizace aktuálního stavu smrkového porostu v r. 2014 (TVP II).....	50
Obr. 23: Horizontální struktura přirozené obnovy na transektu na TVP U Kanálu II.....	51
Obr. 24: Histogram výškové struktury přirozené obnovy.....	50
Obr. 25: Závislost výšky přirozené obnovy na tloušťce kořenového krčku.....	51
Obr. 26: Závislost šířky korun přirozené obnovy na tloušťce kořenového krčku.....	51
Obr. 27: Závislost nasazení zelené koruny přirozené obnovy na výšce jedinců.....	52
Obr. 28: Závislost šířky koruny přirozené obnovy na výšce jedinců.....	52
Obr. 29: Horizontální struktura přirozené obnovy vyjádřena L-funkcí.....	53

