

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Přírodovědecká fakulta



Bakalářská práce

**Hodnocení zdravotního stavu nezapojených porostů smrku ztepilého na otevřeném bezlesí
na Šumavě**

Miroslav Kotrc

Vedoucí práce: RNDr. Tomáš Kučera, Ph.D.

České Budějovice 2012

Kotrc, M., (2012): Hodnocení zdravotního stavu nezapojených porostů smrku ztepilého na otevřeném bezlesí na Šumavě. [Evaluation of health condition of the solitary mountain spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) on the open forest-free area in the Šumava National Park. Bachelor thesis] 23p., Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Anotace:

Tato práce je zpracována formou návrhu projektu. Cílem je určit závislost zdravotního stavu nezapojených porostů smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) Karst.) na vzdálenosti od ohniska výskytu lýkožrouta smrkového (*Ips typographus* Linnaeus 1758) a na vybraných environmentálních faktorech.

Annotation:

This thesis is written in form of the project proposal. The general aim is to describe the health condition of the standing-alone trees of mountain spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in relation to the distance of bark beetle (*Ips typographus* Linnaeus 1758) hotbed, together with selected environmental factors.

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Přírodovědeckou fakultou - elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích,
dne 26. dubna 2012

.....
Miroslav Kotrc

Poděkování:

Rád bych poděkoval svému školiteli RNDr. Tomáši Kučerovi za vedení bakalářské práce. Velké poděkování patří Mgr. Haně Fluksové za obětavou pomoc a bezmeznou trpělivost při konzultování práce. Dále děkuji Bc. Františkovi Havlíčkovi za cenné rady a zapůjčení pomůcek pro práci v terénu, Mgr. Stanislavu Grillovi za rady s prací v programu ArcGis, a v neposlední řadě také své přítelkyni Zdeně Herové za psychickou podporu.

Obsah

1.	Shrnutí projektu	1
2.	Literární rešerše	2
2.1.	Stručná charakteristika území	2
2.2.	Faktory ovlivňující zdravotní stav smrku ztepilého	3
2.2.1.	Vliv lýkožrouta smrkového	4
2.2.1.1.	Obecný popis lýkožrouta smrkového (<i>Ips typographus</i> Linnaeus 1758)	4
2.2.1.2.	Životní cyklus, způsob šíření.....	5
2.2.1.3.	Migrace a dolet	5
2.2.1.4.	Vazby na smrkové porosty	6
2.2.1.5.	Přemnožení lýkožrouta smrkového	6
2.2.1.6.	Obranná opatření, metody hubení	6
2.2.2.	Další environmentální faktory	7
2.3.	Obnova porostů ve spojení s dynamikou lesa.....	8
2.3.1.	Přirozená obnova porostů po kalamitě	8
2.3.2.	Východiska péče o les	9
2.3.3.	Klimax - autoregulace	10
2.3.4.	Přirozený výskyt smrku ztepilého	11

2.3.5.	Podobnost horského smrkového lesa a bezlesí.....	11
2.4.	Metodika hodnocení zdravotního stavu stromů.....	11
3.	Cíl projektu.....	14
4.	Hypotézy.....	14
5.	Návrh experimentu (způsob dosažení cílů a testování hypotéz)	14
5.1.	Zpracování dat a výsledků	15
5.2.	Harmonogram	15
5.3.	Rozpočet projektu	15
5.4.	Předběžný výzkum.....	16
5.5.	Předběžné výsledky	17
6.	Diskuze	19
7.	Závěr	20
8.	Použitá literatura.....	21

1. Shrnutí projektu

NP Šumava je největším českým národním parkem, lesní porosty na jeho území jsou pokládány za jeden z největších souvislých lesních komplexů ve střední Evropě. Díky odlehlosti, hůře přístupné horské poloze a izolaci v hraničním pásmu za železnou oponou se zde zachovala typická středoevropská horská krajina. Významnými prvky této krajiny jsou horské smrčiny, ledovcová jezera, horské louky, pralesovité zbytky – klimaxové ekosystémy, rašeliniště, mokřady a vrchoviště. Nedílnou součástí jsou i stádia vývoje výše zmíněných ekosystémů včetně všech jejich složek (Šantrůčková a kol. 2010). Zatímco lesům je věnována vyšší pozornost, mimo zájem veřejnosti zůstávají nelesní enklávy bývalých obcí, které jsou součástí vývoje výše zmíněných ekosystémů.

Projekt se bude zabývat zdravotním stavem smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) Karst.) na bezlesých enklávách s ohledem na odolnost solitérně rostoucích smrků. Zatímco smrky v zapojených porostech jsou hustěji zavětveny pouze ve své horní části, tzn. juvenilní a produkční části koruny, samostatně rostoucí exempláře mají často více kmenů a jsou zavětvené až k zemi. Takovýto habitus představuje více biomasy, více živin a obranných látek, z čehož lze vyvozovat vyšší odolnost.

Návrh projektu v některých částech volně navazuje na předchozí výsledky publikované v diplomové práci Mgr. Hany Fluksové „Vývoj využití území v oblasti centrální Šumavy v kontextu socio-politických změn“ (Fluksová 2011b). V této práci byl popsán jednak vývoj krajinného pokryvu z hlediska historického využívání krajiny a jednak prostorové vazby solitérních a skupinově rostoucích dřevin na bezlesí šumavských plání.

Zájmové území se nachází v centrální části Šumavy, bylo odlesněno převážně vlivem lidské činnosti a to především v novověku. K úbytku lesa v největším rozsahu docházelo od 16. století vlivem rozvíjejícího se sklářství až do poloviny 19. století. Ve 20. století došlo k vysídlení oblasti a odlesňování vlivem člověka ustalo (Šantrůčková a kol. 2010). Na tomto bezlesí, využívaném po pádu železné opony především extenzivně vyrostlo mezi bujnou bylinnou vegetací a na kamenných snosech mezi bývalými poli mnoho solitérních stromů, zejména smrků (Fluksová 2011b). Semena smrku sem nalétla z okolních smrkových porostů a z nich vyrostly do současnosti až čtyřicet metrů vysoké stromy.

Vycházel jsem z faktu, že solitérní stromy mají velký potenciál pro obranu před lýkožravým hmyzem. Díky tomu, že jsou zavětvené až k zemi, mají více větví, více biomasy, více asimilačního aparátu a tím pádem i větší množství silic a pryskyřic. Právě pryskyřici využívá strom pro aktivní boj s lýkožravými brouky, zalévá pomocí ní chodbičky vyhlodané tímto hmyzem. Pokud je strom v dobrém zdravotním stavu, dokáže se takto ubránit nekalamitnému náletu lýkožrouta (Skuhrový 2002). Další výhodou zavětvenosti až k zemi je zmenšení plochy kmene osluněné sluncem. Nadměrné oslunění kmene zvyšuje teplotu stromu, čímž se zrychlují metabolické funkce, spotřeba vody a další pochody, které mohou oslabit zdravotní stav stromu (Jakuš a kol. 2011). Vyšší teploty kůry vystavené slunci mohou zvýšit uvolňování primárních atraktantů pro lýkožrouta smrkového (Zumr 1985).

2. Literární rešerše

2.1. Stručná charakteristika území

Oblast, kde byl proveden předběžný výzkum, leží v centrální části NP Šumava. Dle administrativního členění patří do Jihočeského kraje, rozkládá se na území bývalého okresu Prachatice. Konkrétní lokality spadají pod katastry obcí Borová Lada, Březová Lada, Svinná Lada, Černá Lada, Nový Svět, Slatina, Stodůlky, Horní Světlé Hory, Dolní Světlé Hory, Zahradky, Knížecí Pláně a Polka. Jedinými trvale osídlenými obcemi v této oblasti jsou Borová Lada, Nový Svět a Svinná Lada, spadající pod nedaleký Vimperk, který plní funkci obce s rozšířenou působností.



Obr. I.: Přehledová mapa (Fluksová 2011b).

Bezlesí, kde předběžné hodnocení zdravotního stavu smrků probíhalo, postupně zarůstá náletovými dřevinami, jako jsou například topol osika, vrba sp., olše šedá či bříza bělokorá (Fluksová 2011b). Samozřejmě je také kolonizováno okolo v hojné míře rostoucím smrkem ztepilým, dále pak javorem klenem a jeřábem ptačím. Druhové a věkové složení dřevin záleží na mikroklimatu dané plochy (Jonášová 2004). Kromě výše zmíněných se zde vyskytují keře, jež zastupují ve velké míře bez černý, bez hroznatý, ostružiník maliník a růže šípková. V blízkosti rozvalin bývalých stavení můžeme nalézt ovocné dřeviny, zejména třešeň a jabloň. Výjimkou nejsou ani líska, malina, červený a černý rybíz, nebo okrasné dřeviny (Fluksová 2011a). Díky četným pozdním mrazům jsou citlivé druhy dřevin limitované teplotou. Pokud totiž přijde takovýto mráz v době rašení pupenů, může dojít k omrznutí těchto pupenů, obsahujících budoucí květy, nebo listy, což má nepříznivý dopad na budoucí vývoj jedince a jeho rozmnožovací schopnosti. To platí zejména pro méně přítomný jilm a buk (Svoboda 2010; Čermák 2009).

Lesy na dotčeném území podle lesnické typologie spadají do několika lesních vegetačních stupňů, a to smrkobukového, bukosmrkového a smrkového. Smrkobukový se rozléhá v nadmořských výškách 700 až 900 m n. m. a je tvořen tzv. hercynskou směsí, tj. převážně smrkem s příměsí buku a jedle. Bukosmrkový zasahuje od 900 do 1050 m n. m. a tvoří ho především smrk s jedlí, buk ustupuje do podúrovně. Ve výškách nad 1050 m n. m. přirozeně dominuje smrk a je doplněn zde např. příměsí javoru klenu. Přejchody mezi stupni nejsou ostře ohraničeny, ale závisí zejména na lokálních podmínkách (Culek a kol. 2003).

2.2. Faktory ovlivňující zdravotní stav smrku ztepilého

Zdravotní stav smrku ztepilého závisí na celé řadě faktorů, přírodních, i antropogenních. Pokud tyto faktory nejsou v mezích tolerance, způsobují stromu fyziologický stres, který ho oslabuje a je tak náchylnější k napadení škůdci, kteří působí stres další (Míchal 1992). Takovéto působení stresových faktorů může vést až ke smrti jedince (Wermelinger 2004). Stres a v první řadě skutečnost, že složení lesních porostů neodpovídá přirozené druhové skladbě, činí porosty náchylnější k napadení hmyzem (Jonášová 2004). Jakmile jsou stromy oslabeny, mají kůrovcovití, na Šumavě zejména lýkožrout smrkový, optimální podmínky pro napadení a reprodukci (Vacek a Podrázský 2008).

2.2.1. Vliv lýkožrouta smrkového

Lýkožrout smrkový je považován za nejzávažnějšího škůdce smrkových porostů v Evropě. Za nekalamitních podmínek je jeho přítomnost běžnou součástí přírodních smrkových lesů. Působí jako faktor odstraňující slabé, přestárlé a jinak znevýhodněné stromy, na jejichž místě mohou vyrůst stromy nové (Barbosa 1989). V současnosti nalézá vhodné podmínky ve smrkových monokulturách, které nahradily původní smíšené lesy. Zde dochází k jeho kalamitnímu přemnožení, při kterém bývají lesní porosty poškozeny ve značném rozsahu. (Skuhřavý 2002).

2.2.1.1. Obecný popis lýkožrouta smrkového (*Ips typographus* Linnaeus 1758)

Dle taxonomického členění patří lýkožrout smrkový do říše *Animalia* (živočichové), kmene *Arthropoda* (členovci), třídy *Insecta* (hmyz), řádu *Coleoptera* (brouci), čeledi *Curculionidae* (nosatcovití), podčeledi *Scolytinae* (kůrovci), rod *Ips* (lýkožrout). Původně byl Linnaem popsán jako příslušník jiného rodu – *Dermestes*. V roce 1984 byl přearažen Reitterem do rodu *Ips* (Skuhřavý 2002).

Dospělý jedinec má tělo válcovité, velikosti asi 4,2 – 5,5 mm, lesklé, hnědočerné, na zadní části krovek ozubené čtyřmi hrbolky. Celé tělo pokrývá husté žluté ochlupení. Pohlavní dimorfismus na vnějších morfologických znacích není zřetelný. Dospělá samice klade vajíčka oválného tvaru, bílé barvy, která v průměru měří od 0,6 do 1 mm. Vzhledem k velikosti brouka se zdají vajíčka celkem drobná. Larvy lýkožrouta jsou beznohé a bělavé. Udávaná velikost činí asi 2 mm těsně po vylíhnutí, postupně pak dorůstají velikosti 5 až 7 mm. Mají silná kusadla sloužící k prohlodávání se lýkem. Tělo je pokryté průhlednou pokožkou, hustě ochlupenou, pod kterou je patrné zejména zaživací ústrojí a tukové těleso, které dodává jinak bezbarvému tělu charakteristickou barvu. Kukla lýkožrouta je bílá, velikosti 5-6 mm. Jsou na ní patrné budoucí orgány a na konci má 2 krátké trny. Samička lýkožrouta si po oplodnění pod kůrou stromu v lýku vyhlodá chodbičku, kam po obou stranách naklade vajíčka, z nich se vylíhnou larvy, které se po vylíhnutí prokousávají od mateřské chodbičky směrem do lýka. Vytvářejí se tak pro lýkožrouta charakteristické obrazce, tzv. požerky, podle kterých ho lze s jistotou určit (Zumr 1985).

2.2.1.2. Životní cyklus, způsob šíření

Pokud nedojde k jeho kalamitnímu rozšíření, upřednostňuje lýkožrout smrkový padlé, nebo oslabené stromy na osluněných svazích na otevřeném prostranství (Jakuš a kol. 2011). K těmto stromům jej přilákají primární atraktanta, tj. chemické látky, které jsou uvolňovány poškozeným stromem. Jakmile lýkožrout na strom nalétne, začne vylučovat sekundární atraktanta, tzv. agregační feromony, kterými jsou přitahováni ostatní jedinci jeho druhu. Po náletu na strom samec lýkožrouta vyhloubí snubní komůrku, což je vlastně malý závrť do lýka, kam láká samičky. Oplodněná samička pak vyhlodá v lýku chodbičku, kam naklade vajíčka. Vývoj jedné generace od vajíčka po dospělého trvá šest až deset týdnů. Pokud jsou během roku příznivé podmínky, zejména teplota, mohou se vyvinout dvě až tři generace lýkožrouta (Skuhrový 2002).

2.2.1.3. Migrace a dolet

Migrací se rozumí pohyb dospělců lýkožrouta po stromě a šíření ze stromu na strom, tj. disperse. Šíření se rozděluje na aktivní a pasivní. Aktivní šíření znamená let a rozptýlení dospělých jedinců v nejbližším okolí od místa vylíhnutí a migrace do vzdálenějších míst, kde vyhledávají hostitelské stromy. Aktivní let jsou schopni vykonávat dospělci do rychlosti větru 2 m/s. (Zumr 1985). Pokud by se dostali do vzdušného proudu s feromonem a rychlost větru by nepřekročila 1 m/s, jsou schopni se za zdrojem feromonu vydat i proti větru (Skuhrový 2002). Experimentem bylo zjištěno, že 66% vypuštěných jedinců bylo odchyceno do vzdálenosti 50m a se stoupající vzdáleností procento odchycených lýkožroutů klesalo. (Zumr 1985). Ve většině literatury se traduje údaj, že lýkožrout je schopen aktivně uletět vzdálenost stovek metrů (Jonášová 2004, Skuhrový 2002, Šantrůčková a kol. 2010, Zumr 1985).

Pasivní šíření způsobuje vítr, a také přeprava dřeva do jiných míst. Vítr napomáhá dospělci dostat se do vzdálenějších oblastí. V několika posledních desetiletích byli jedinci nalezeni ve značných vzdálenostech od míst, kde se mohli vyvinout. Jedná se řádově až o desítky kilometrů (Skuhrový 2002). Jako příklad lze uvést nález lýkožrouta smrkového 40 km od smrkového lesa (Nillssen 1984).

2.2.1.4. Vazby na smrkové porosty

Larvy lýkožrouta smrkového se živí primárně lýkem smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) Karst.). Proto je lýkožrout svým rozšířením úzce vázán na smrkové porosty. Areál výskytu tohoto hmyzu, tedy až na výjimky kopíruje areál výskytu jeho hlavní živné dřeviny. Území se nachází v horských polohách Evropy i Asie a zasahuje i do nižších poloh, kde se jak smrk, tak i lýkožrout přizpůsobili místním podmínkám (Skuhrový 2002).

2.2.1.5. Přemnožení lýkožrouta smrkového

K přemnožení lýkožrouta dochází v důsledku nadbytku jeho potravy. Potravou jsou buď oslabené stromy, nebo stromy, které padly v důsledku polomů (Skuhrový 2002). Při rozsáhlých, nezpracovaných, či pozdě zpracovaných polomech dochází k rychlému namnožení tohoto hmyzu (Wermelinger 2004). Při enormních počtech jedinců lýkožrouta jsou napadány i stromy zcela zdravé, které by se jinak náletu ubránily (Jakuš a kol. 2011). Pokud jsou navíc stromy starší 100 let a dojde k vzestupu teplot, gradace populace lýkožrouta se zrychluje a dochází ke vzniku kalamity (Vacek a Podrázský 2008).

2.2.1.6. Obranná opatření, metody hubení

Existuje mnoho opatření a metod pro boj s lýkožroutem smrkovým, což je dáno opakovaným výskytem tohoto hmyzu v hospodářských lesích v minulých letech. Z toho plynou opatření vesměs technického charakteru, upřednostňovaná lesníky pěstujícími les jako zdroj suroviny - dřeva.

Nejjednodušším opatřením proti napadení porostu lýkožroutem smrkovým je nevysazovat smrkové monokultury v místech jejich nepřirozeného výskytu. To znamená v místech, kde se například přirozeně vyskytuje porost hercynské směsi (Vacek a Podrázský 2008).

V lesnické praxi, kde se smrkové monokultury pěstují běžně, se jako obrana před napadením a šířením lýkožrouta používají různé metody. Při tzv. pochůzkové metodě lesníci procházejí smrkové porosty a vizuálně kontrolují stav stromů. Takto procházejí lesem a zvláště v době jarního, či letního rojení vyhledávají čerstvě napadené stromy. Ty poznají podle

některého z mnoha znaků, například podle hnědé drti kolem stromu, kterou lýkožrouti vyhazují při hloubení snubní komůrky (Zumr 1985).

Další hojně používanou kontrolní metodou je použití lapáků a feromonových lapačů. Lapák je zdravý, pokácený a odvětvový smrk o výčetní tloušťce nejméně 20 cm. Lapák je zakryt ořezanými větvemi, aby se předešlo předčasnému vysychání. Často bývá ještě podložen podvaly, aby byla náletová plocha pro lýkožrouta co největší. Takovýto lapák slouží pro monitorování náletu, a pokud je ošetřen insekticidem, tak i k přímému hubení lýkožrouta (Skuhřavý 2002). Feromonový lapač je zařízení speciálně vytvořené pro odchyt a především pro sledování výskytu lýkožrouta. V Čechách nejběžněji používané zařízení se skládá z narážecí stěny, z lapacího truhlíku a z feromonového odparníku. Narážecí stěnou je plastový kontejner o rozměrech cca 50 x 50 cm s otvory pro vlet lýkožrouta. Do lapacího truhlíku spadnou a jsou v něm zadržováni vlétuvší brouci. Feromonový odparník láká brouky dovnitř (Niemeyer 1985a). Dále je používáno mnoho variací výše zmíněných metod, které pracují na stejném principu.

Podle lesnické praxe je nejdůležitější všechny polomy včas zpracovat a vyvézt z lesa, nebo alespoň asanovat, tj. odkornit padlé kmeny, či je ošetřit insekticidem, aby nedošlo k namnožení lýkožrouta. Tento postup byl široce uplatňován jak v hospodářských lesích, tak i v Národním parku Šumava, vyjma prvních zón a bezzásahových území (Vacek a Podrázský 2008). Při vyvážení padlých stromů z lesa je však většinou využívána těžká mechanizace, která způsobuje obnažení a poškození půdního povrchu. S tím souvisí narušení nejspodnějšího patra lesa, kde často rostou v podrostu semenáčky smrku, které by jinak nově vzniklý prostor kolonizovaly (Šantrůčková a kol 2010). Když dojde k narušení horní vrstvy půdy, naruší se chod zde probíhajících důležitých rozkladných procesů a dalších prospěšných biologických pochodů (Kopáček a kol. 2009).

2.2.2. Další environmentální faktory

Problém kůrovcových kalamit je ve střední Evropě spojován s monokulturním pěstováním smrku ztepilého, jako hlavní hospodářské dřeviny. Tyto porosty se často vyskytují v jiných nadmořských výškách, než je pro smrk obvyklé a ve spojení s kumulativními účinky mnoha

faktorů dochází k jejich chřadnutí (Míchal 1992). Kumulativními účinky je myšleno souběžné působení globální klimatické změny, znečištění ovzduší, dlouhodobého upřednostňování smrku lesníky, změny v koloběhu živin, nedostatek dřevní hmoty ponechané samovolnému rozkladu a acidifikace půdy (Jonášová 2004).

Působením větru, mrazu a sucha dochází k mechanickému poškození kořenů, zejména pak jemného kořenového vlášení. Poškozené kořeny jsou pak často napadeny různými houbami a dochází k jejich hnilobám a odumírání. Tím se snižuje příjem vody a živin, což vede ke zhoršení zdravotního stavu stromu (Jankovský a kol. 2003).

Kyselé deště způsobené vlivem emisí oxidů síry a dusíku nejenže přímo poškozují asimilační orgány rostlin, ale ovlivňují i chemismus půdy (Šantrůčková a kol. 2010). Tyto jevy, zapříčiněny spalováním fosilních paliv ve zvýšeném množství v minulém století, byly dobře popsány na základě hodnot acidifikace naměřených v šumavských jezerech (Kopáček a kol. 2009). Z půdy jsou vlivem kyselých srážek ve velkém množství uvolňovány a odplavovány živiny. Navíc dochází k rozpuštění přítomného hliníku, který se stává toxickým pro rostliny a půdní i další živočichy (Šantrůčková a kol. 2010).

2.3. Obnova porostů ve spojení s dynamikou lesa

2.3.1. Přírozená obnova porostů po kalamitě

Lýkožrout smrkový, jakožto i jiní kůrovci a dřevokazní brouci, jsou přirozenou součástí jakéhokoli přírodního smrkového porostu. Tento brouk působí jako faktor odstraňující slabé, přestárlé a jinak znevýhodněné stromy (Barbosa 1989). Když je takovýchto stromů hodně na jednom místě, lýkožrout způsobí disturbance většího rozsahu. Tím vznikne plocha pro růst nové generace lesa. Avšak dnešní lesy jsou lidskou činností pozměněny v takové míře, že působení lýkožrouta podléhají i okolní stromy a populace lýkožrouta se přemnoží do množství odpovídajícího kalamitnímu výskytu (Jonášová 2004). Úbytek lesa při kalamitě, i když je na území, kde není porost původního složení, by měl být brán jako přirozená disturbance. Důvodem je fakt, že lýkožrout smrkový je přirozeným disturbančním činitelem ve smrkových porostech. Řešení následků kalamity by tím pádem nemělo být pouze technického charakteru, ale mělo by být přihlédnuto k procesu přirozené obnovy (Fanta 1997).

Odlesnění takového území a následný nálet pionýrských a dalších dřevin způsobí návrat přirozeného společenstva druhů pro danou lokalitu. Na této lokalitě začnou růst a prosperovat druhy, kterým toto prostředí svědčí. Následnou změnou mikroklimatu vlivem zastínění právě vyrostlých dřevin se začne druhové složení měnit ve prospěch stínomilnějších druhů. Tím se vytvoří stabilní porost různého druhového složení a různého věku, který nebude náchylný k velkým disturbancím (Jonášová, 2004). Samozřejmě také záleží na konkrétních vlastnostech dané oblasti, zejména svažitosti, mocnosti půdní vrstvy, vodních poměrech a dalších. Na lokalitách s rozdílnými vlastnostmi se uplatňují rozdílné přírodní pochody (Fanta 1997). Pokud bude přihlédnuto k autoregulačním mechanismům krajiny, namísto obvyklé finančně nákladné péče, mohou být jinak vysoké vklady značně omezeny (Kooijman a kol., 2000). Obzvláště důležitým kritériem je množství k zetlení ponechané dřevní hmoty a počet stínících kmenů mrtvých stromů (Barbosa 1989).

Skladba dřevin zarůstajících odlesněnou plochu odpovídá přírodním podmínkám převládajícím na této ploše. Pokud je místo po kalamitě „načisto“ vyklizeno od zbytků dřeva, změní se tím mikroklimatické podmínky a složení druhů kolonizujících toto místo se liší zásadně od druhů, které by osidlovaly přirozenému vývoji ponechanou oblast (Jonášová 2004; Kooijman 2000; Fanta 1997). Například na Šumavě na hoře Březníku byla část území po kalamitě ponechána přirozenému vývoji. Na místě kde zůstaly mrtvé stromy, byla pozorována dobrá regenerace některých druhů dřevin původních pro toto území. Mezi ně patřil smrk ztepilý, jeřáb ptačí a místy i buk lesní. Na místě, kde byly mrtvé stromy odstraněny, byl pozorován nárůst druhů pionýrských dřevin, k nimž patří vrba ušatá, bříza pýřitá a topol osika (Jonášová 2004).

2.3.2. Východiska péče o les

Pro pochopení způsobu správné péče o les je důležité porozumět dynamice lesa a jeho přirozeným disturbancím. Pokud k takovým informacím není přihlédnuto, bývají provedená opatření kontroverzní, neefektivní, nebo dokonce kontraproduktivní (Svoboda 2010). V oblasti střední Evropy, při porovnání s například Evropou severní, bylo zatím provedeno jen málo studií přirozené dynamiky horských smrčín (Šantrůčková a kol. 2010; Svoboda 2010). Je to způsobeno zejména dvěma důvody. Prvním je malé množství velkoplošných území,

na kterém se lidskou činností neovlivněné horské smrčiny nacházejí. Druhý důvod pramení z dlouhodobé tradice lesního hospodaření, která ztěžuje rozlišení mezi přírodními a antropogenními vlivy (Svoboda 2010). Příkladem dynamiky neovlivněných porostů může být vývoj porostů horských smrčín v NP Šumava a sousedním NP Bavorský les. Jako činitel velkoplošné disturbance zde působí vítr a lýkožrout smrkový (Dobrovolný 2003, Wermelinger 2004).

Lýkožrout je ekosystémovým inženýrem, který ve spolupráci s větrnými polomy způsobuje velkoplošný rozpad lesů (Šantrůčková a kol. 2011, Matějka a Viewegh 2008, Vacek a kol. 2003). Rozpad horských smrčín znamená zvětšení areálu výskytu smrku. I když se to zdá nelogické, vysvětlení je vcelku jednoduché: Smrk na územích horských smrčín a i v nižších nadmořských výškách roste rychleji, než ostatní dřeviny, například buk lesní (Matějka a Viewegh 2008). Tím pádem při vytvoření prostoru pro obnovu, pokud je proces ponechán samovolnému vývoji, smrk začne na výše zmíněných plochách ve skladbě dřevin dominovat. Tento fakt byl dokázán na základě detailně provedených pylových analýz (Novák a kol. 2008).

2.3.3. Klimax - autoregulace

Les tvořený dospělými stromy je pouze vrcholovou částí vývoje horských smrčín. Vývoj takového ekosystému se přizpůsobuje měnícím se podmínkám a tento proces je nazýván autoregulací. Pokud jsou podmínky dlouhodobě stabilní, vytvoří se specifický ekosystém - klimax. Pro vývoj klimaxu je zapotřebí teoreticky minimálně tří generací stromů, z toho plyne, že jde o dlouhodobý proces (Matějka 2008). V přibližně stejně dlouhém období (500 až 1000 let) dochází ke změnám charakteru klimatu, takže klimax, pokud již vznikl, začne postupně zanikat a měnit se ve společenstvo jiné (Šantrůčková a kol. 2010). Při tomto procesu se stejně jako při všech jiných pochodech uplatňuje princip autoregulace. Autoregulace je vlastně hybnou silou, která umožňuje sukcesi (Fanta 1997, Jonášová 2004). Je známo, že v jehličnatých lesech, na rozdíl od lesů smíšených, přirozeně dochází k rozpadu stromového patra na větším až velmi velkém území (Fanta 1997, Šantrůčková a kol. 2010, Hédler a kol. 2009). Toto tvrzení se týká nejen lesů přírodních, ale i člověkem pozměněných. Rozpad lesního ekosystému, případné vytvoření bezlesí a následná pozvolná sukcese je tedy přirozeným jevem a důsledkem působení autoregulace.

2.3.4. Přirozený výskyt smrku ztepilého

Smrk se na území Šumavy vyskytuje přes 8 000 let (Novák a kol. 2008). Areál jeho výskytu byl znatelně rozšířen jeho umělou výsadbou (Šantrůčková a kol. 2010). Přirozeně se vykytuje ve všech výškových stupních, nejvíce pak na území pod horní hranicí lesa, kde vytváří často nesmíšené porosty (Matějka a Viewegh 2008, Svoboda 2010). Nejen nadmořská výška ale klima konkrétní lokality rozhodují o druhovém složení porostu. Smrk je ve zvýšeném množství přirozeně zastoupen v oblastech s vyšším úhrnem srážek, kde jsou půdy vlhké až zamokřené (Matějka 2008).

2.3.5. Podobnost horského smrkového lesa a bezlesí

Dynamika horské smrčiny při procesu obnovy lesa na velkoplošně odlesněném území je srovnatelná se sukcesí ploch sekundárního bezlesí. Charakter bylinného patra a travní porost totiž na obou plochách neumožňují masivnější invazi dřevin, ale pouze postupné zarůstání jednotlivými stromy (Matějka 2010). Horský smrkový les se vyznačuje přirozenou rozvolněností porostů. Z toho plyne přizpůsobení se stromů zavětvením až k zemi, což se projevuje zvýšením rezistence vůči negativním faktorům (Jakuš a kol. 2011). Takovéto lesy jsou i více prosvětleny, což vysvětluje podobnost druhového složení horské smrčiny a travního porostu v blízkosti horní hranice lesa (Matějka 2008).

2.4. Metodika hodnocení zdravotního stavu stromů

Metodika Cudlína a kol. (2001) hodnotí zdravotní stav smrků podle stavu korun. Hodnocené parametry jsou zaznamenávány do tabulky podle druhu, buď pomocí čísel odpovídajících daným parametrům (uvedeno v závorce), nebo v procentech, či prostým zaškrtnutím, zda je znak přítomen. V následující části jsou uvedeny vybrané základní parametry.

Prvním hodnoceným parametrem jsou **části koruny**, tzv. trojzlomek. Vyjadřuje procentický podíl juvenilní, produkční a saturační části koruny. Využívá se k definici částí koruny pro sledování dalších parametrů, protože většina parametrů se zjišťuje jen u produkční části koruny. Podíly se vyjadřují v procentech výšky stromu. Juvenilní část je vrcholovou částí koruny, sloužící ke kolonizaci prostoru (obvykle 5 – 7%). Produkční část končí v nejširší části

koruny, většinou poslední kolmou nejširší olistěnou větví. Saturační část se bere jako zužující se část koruny, jejíž větve jsou již skloněné k zemi, často silně defoliované vlivem zastínění. Končí nejnižše položenou částí poslední zelené větve spojitě části koruny.

Dalším parametrem je **typ větvení**. Jde o složitý znak způsobu větvení, ovlivněný transformací primárních výhonů v sekundární. Využívá se jako ukazatel souvislostí mezi typem větvení smrku a přírodními podmínkami. Hodnotí se dobře viditelné větve pod přechodem juvenilní a produkční části koruny. Často se jedná o přechodný typ a je třeba rozlišit, zda v produkční části nepřevládají již sekundární výhony. Rozlišují se čtyři typy větvení: (1) hřeben, (2) kartáč, (3) deska a (4) přechod mezi hřebenem a kartáčem. Hřeben se vyznačuje dlouhými výhony směřujícími směrem dolů. U kartáče, pokud je geneticky podmíněn, rostou výhony všemi směry. Když je vytvořen sekundárními výhony, tak primární výhony směřují dolů a sekundární nahoru. Desku tvoří vodorovné výhony. Pokud se jedná o přechod mezi hřebenem a kartáčem, většina výhonů směřuje šikmo dolů.

Tvar juvenilní části koruny slouží jako ukazatel vypovídající o tom, zda se v uplynulých letech vyskytly takové nepříznivé stanovištní podmínky, které výrazně zhoršily přírůsty juvenilní části koruny stromu. Hodnotí se poměr vertikálních a horizontálních přírůstů, do tabulky se zapisuje z toho vyplývající tvar a to následujícím způsobem: (1) normální, (2) široký, (3) úzký, (4) nepravidelný (zlom), (5) suchý vrchol, (6) náhradní, (7) jednostranný (vlajkový). Normální vrchol připomíná tvarem kužel. Široký tvar vzniká redukcí vertikálních přírůstů, zatímco horizontální ještě přirůstají normálně, vzhledem je podobný tvaru vrcholu jedle. Úzký tvar vzniká růstem zkrácených vertikálních i horizontálních přírůstů. Nepravidelný je důsledkem ulomení horní části koruny. Suchý vrchol znamená, že strom přestal vrchol vyživovat, nebo vrchol odumřel z jiných důvodů. Náhradní vrchol byl vytvořen po zlomu původního vrcholu. Jednostranný vrchol je způsoben většinou jednostranným zastíněním, nebo poškozením větvemi sousedního stromu.

Typ vrcholu je definován stavem posledního vertikálního přírůstu juvenilní části koruny. Využívá se pro zhodnocení růstových podmínek v poslední vegetační sezóně. Stav vrcholu může být: (1) normální, (2) zkrácený, (3) suchý, (4) ohnutý, (5) zlomený.

Celková defoliace je dána procentem chybějícího olistění z celkového objemu koruny. Je základním ukazatelem poškození stromu. Zjišťuje se odhadem procenta dřer z plochy produkční části koruny. To tabulky se zaznamenává v procentech s krokem 5%.

Defoliace primární struktury je vyjádřena procentuální ztrátou olistění primární struktury v produkční části koruny. Podle toho lze poznat zvýšené působení stresových faktorů v minulosti.

Tab.1.: Cudlín a kol. 2001.

Kategorie stresové reakce		Celková defoliace [%]		Procento sekundární struktury [%]	
1	rezistentní	≤ 35	slabě až mírně poškozené	≤ 50	slabě až středně transformované
2	<u>resilientní</u>	≤ 35	slabě až mírně poškozené	> 50	silně až velmi silně transformované
3	poškozené & mírně transformované	≥ 40	středně až silně poškozené	≤ 50	slabě až středně transformované
4	poškozené & silně transformované	≥ 40	středně až silně poškozené	> 50	silně až velmi silně transformované

Procento **žloutnutí a reznutí** indikuje reverzibilní a irreverzibilní barevné změny jehlic. Slouží pro posouzení reverzibilních a irreverzibilních procesů probíhajících v asimilačních orgánech. Zapisuje se do tabulky s krokem 5%.

3. Cíl projektu

Cílem projektu je ověřit, zda a jak souvisí zdravotní stav solitérních jedinců a malých skupin smrku ztepilého se vzdáleností od ohniska výskytu lýkožrouta smrkového. Metodou pro ověření je vyhodnocení dat nasbíraných v terénu a posouzení vlivu vybraných environmentálních faktorů na zdravotní stav stromů.

4. Hypotézy

V nezapojených porostech je snižená možnost lýkožrouta pohybovat se od napadených stromů ke zdravým. Se zvětšující se vzdáleností stromů od sebe roste náročnost přeletu pro lýkožrouta na další smrky. Čím dále bude sledovaný strom od ohniska napadeného lýkožroutem smrkovým, tím by měl být lepší i jeho zdravotní stav.

Druhá hypotéza pramení z předpokladu, že solitérně rostoucí stromy budou odolnější vůči lýkožroutu smrkovému, než zapojené porosty. A to právě díky výše zmíněnému množství biomasy a z toho plynoucího množství pryskyřice. Solitérně rostoucí smrk má kmen zavětvený až k zemi, což se odráží i v dalším parametru, stínění kmene, který také významně ovlivňuje zdravotní stav stromu a jeho odolnost vůči napadení hmyzem (Jakuš a kol. 2011).

5. Návrh experimentu (způsob dosažení cílů a testování hypotéz)

Projekt bude realizován v oblasti centrální Šumavy na oblastech bezlesí, kde roste mnoho solitérních jedinců a malých skupin smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) Karst.). Na tomto území již proběhl například výzkum vývoje využití území v oblasti centrální Šumavy v kontextu socio-politických změn (Fluksová 2011b). Budou sledovány vybrané parametry transformace koruny a na jejich základě bude vyhodnocen zdravotní stav sledovaných stromů.

Kromě výše zmíněného budou posuzovány vlivy vybraných environmentálních faktorů na zdravotní stav stromů. K těmto faktorům patří: typ stanoviště, nadmořská výška, svažítost terénu, orientace svahu ke světovým stranám, oslunění svahu, vzdálenost od kamenných snosů, bývalých budov a bývalých komunikací.

5.1. Zpracování dat a výsledků

Závislost zdravotního stavu a vzdálenosti sledovaných jedinců od ohniska výskytu lýkožrouta smrkového (*Ips typographus* Linnaeus 1758) bude hlavním předmětem výzkumu. V programu ArcGis bude vytvořena vrstva se zaznamenanou polohou sledovaných stromů. Taktéž bude vytvořena vrstva s lokalizovanými ohnisky výskytu lýkožrouta smrkového a další vrstvy s vybranými environmentálními faktory. Vzdálenosti hodnocených stromů, ohnisek a dalších krajinných prvků budou změřeny pomocí zmíněného programu. Závislosti hodnocených parametrů a vybraných faktorů budou zjištěny pomocí programů Statistica, R+ a Canoco.

5.2. Harmonogram

	2013				2014				2015			
	I.- III.	IV.- VI.	VII.- IX.	X.- XII.	I.- III.	IV.- VI.	VII.- IX.	X.- XII.	I.- III.	IV.- VI.	VII.- IX.	X.- XII.
sběr dat v terénu												
zpracování dat												
tvorba mapových vrstev v ArcGis												
vyhodnocení dat												

5.3. Rozpočet projektu

	2013	2014	2015
neinvestiční materiál	3 000 Kč	3 000 Kč	1 000 Kč
investiční materiál	13 000 Kč	- Kč	- Kč
cestovné	54 000 Kč	54 000 Kč	- Kč
služby	1 000 Kč	1 000 Kč	1 000 Kč
platy a odměny	130 000 Kč	220 000 Kč	260 000 Kč
celkově / rok	201 000 Kč	278 000 Kč	262 000 Kč
celkově	741 000 Kč		

Rozpis položek:

Neinvestiční materiál: kancelářské papíry, psací potřeby, toner do tiskárny, doplňky k vybavení do terénu.

Investiční materiál: průměrka, výškoměr, pásma, dalekohled.

Cestovné: náklady na dopravu do sledované oblasti, přeprava mezi lokalitami.

Služby: tisk náhledových snímků a dalších materiálů.

Platy a odměny: sběr dat v terénu, zpracování dat, tvorba mapových vrstev, vyhodnocení dat.

5.4. Předběžný výzkum

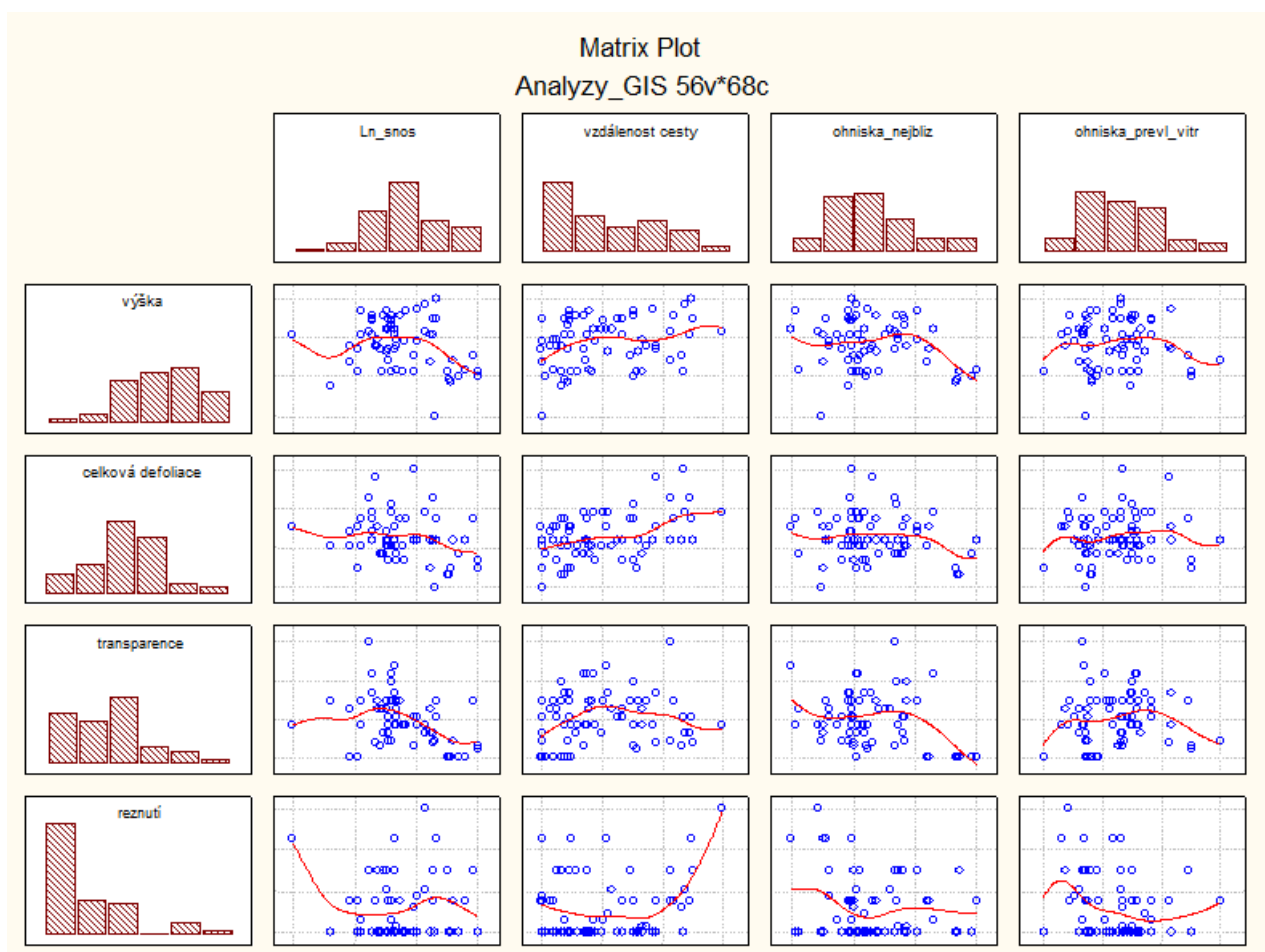
Předběžný terénní výzkum proběhl v Národním parku Šumava na lokalitách Borová Lada, Březová Lada, Polka a Knížecí Pláně. Byly hodnoceny solitérně rostoucí smrky a skupiny smrků rostoucích mimo lesní porost. Hodnocení zdravotního stavu probíhalo metodikou Cudlín a kol. (2001), upravenou pro použití na solitérní stromy. K orientaci v terénu sloužily letecké snímky z roku 2008, ve kterých byly číselně označovány hodnocené stromy. Hodnocení probíhalo vždy zády ke Slunci, aby nedocházelo ke zkreslení dat vlivem oslnění. K měření průměru kmenů ve výčetní výšce 130 cm posloužila lesnická průměrka s maximálním rozpětím 1 metr. K měření výšky stromů byl použit výškoměr Silva Clino Master 1015/2025 LA. Dále byly popsány, podle konkrétního způsobu využívání, typy stanovišť, na kterých bylo hodnocení prováděno. Jednalo se především o kosené louky, či pastviny. Dalšími hodnocenými charakteristikami byla transparence větví hodnocená od paty kmene proti obloze, procento poškození kmene, výška zavětvení, zlomy, typ větvení, zda je strom vícekmenný, výška dvojení kmene, procentické zastoupení juvenilní, produktivní a saturační části koruny, tvar horní části koruny, typ vrcholu, celková defoliace, defoliace primární struktury, procento sekundárních výhonů, typy poškození, stupeň transformace, transparence větví proti obloze, žloutnutí, reznutí, počet šišek a celkový stupeň poškození.

5.5. Předběžné výsledky

Tab.2.: Závislosti sledovaných parametrů na environmentálních proměnných.

parametr	vysvětlující envi. proměnná	korelační koeficient	průkaznost	
celková defoliace	vzdálenost snosu	-0,26	0,0331	*
	vzdálenost cesty	0,43	0,0002	***
	výška	0,44	0,0002	***
% sekundárních výhonů	vzdálenost snosu	-0,25	0,0392	*
	svažitost	0,25	0,0388	*
	vzdálenost cesty	0,36	0,0026	**
	výška	0,36	0,0024	**
def. primární struktury	vzdálenost cesty	0,32	0,0072	**
transparence	nadmořská výška	0,28	0,0187	*
	vzdálenost snosu	-0,38	0,0014	**
	vzdálenost budovy	0,32	0,0081	**
	svažitost	0,26	0,0299	*
	oslunění	0,33	0,0067	**
	výška	0,4	0,0006	***
	ohniska bližší	-0,27	0,0246	*
stupeň transformace	vzdálenost snosu	-0,36	0,0024	**
	vzdálenost budovy	0,36	0,0021	**
	svažitost	0,28	0,0223	*
	vzdálenost cesty	0,31	0,0101	*
	výška	0,41	0,0005	***
reznutí	výška	0,39	0,0012	**
	nadmořská výška	-0,37	0,0019	**
	orientace	-0,29	0,0168	*
	oslunění	-0,37	0,0022	**
	celkový obvod	0,3	0,0132	*
počet šišek	ohniska prevl. vitr	-0,26	0,0317	*
	celkový obvod	0,54	0	***
	výška	0,54	0	***

Obr. II.: Náhled párové analýzy.



6. Diskuze

Z původní metodiky Cudlína a kol. (2001) byla při předběžném výzkumu vynechána některá, pro zapojený porost důležitá kritéria, poněvadž u solitérních jedinců a malých skupin nemají zvláštní význam. Prvním kritériem je sociální postavení, protože zde téměř nedochází ke kompetici ať už vnitro- nebo mezidruhové. Dalším vynechaným kritériem je viditelnost koruny, jelikož při předběžném výzkumu byli hodnoceni především solitérní jedinci a nebyl problém s jejich viditelností. U malých skupin stromů, které se ponejvíce navzájem nepřekrývaly, takový problém také nenastal. Transparence větví byla jednak hodnocena od paty stromu pohledem nahoru a odhadem procenta děr mezi větvemi, kudy dolů proniká světlo. Pak byla hodnocena transparence i klasickým způsobem, tj. z místa odkud se hodnotí i ostatní parametry.

Tabulka pro zapisování hodnocených parametrů byla pro předběžný terénní výzkum uspořádána dle pořadí hodnocení jednotlivých parametrů, aby se předešlo neustálému přecházení od stromu a ke stromu, a tím vzniklé ztrátě času. Navíc se touto úpravou minimalizovala možnost vynechání zápisu některých parametrů, kvůli kterým pak bylo nutno znovu přecházet ke stromu a zpět na místo odkud byly hodnoceny ostatní parametry.

První hypotéza založená na předpokladu, že čím dále bude sledovaný strom od ohniska napadeného lýkožroutem, tím bude lepší jeho zdravotní stav, se nedá z výsledků předběžných analýz potvrdit. Závislost zdravotního stavu (vyjádřeno nejlépe parametrem celkové defoliace) na vzdálenosti ohniska byla neprůkazná.

Druhá hypotéza je diskutovatelná více. Z výsledků předběžných analýz vyplývá klesající trend závislosti parametru transparence na vzdálenosti od bližšího kůrovcového ohniska. Průkaznost analýzy byla nízká, ale s přihlédnutím k závislosti ostatních parametrů (např. transparence a oslunění) z toho jistá závislost odolnosti vyplývá.

Statisticky zajímavým se jeví rostoucí trend závislosti celkové defoliace na vzdálenosti od bývalých cest. Hodnota průkaznosti tohoto testu je velmi vysoká. Takovýto trend by se dal vysvětlit méně intenzivním zemědělským využíváním okolí cest v minulosti. Další možnou odpovědí je změna vodních poměrů v okolí bývalých cest ve prospěch stromů.

7. Závěr

Hodnocení zdravotního stavu dřevin metodou Cudlín a kol. 2001 podle transformace koruny bylo úspěšně využito pro otestování hodnocení stavu samostatně rostoucích smrků na otevřeném bezlesí Šumavy. Na testovacím vzorku dřevin byla ověřena využitelnost metodiky pro retrospektivní sledování působení stresových faktorů. Hodnocení vypovídá i o poškození stromu v současnosti, a to zejména parametrem celkové defoliace. Projekt si klade za cíl zhodnotit vliv vzdálenosti ohniska lýkožrouta na zdravotní stav nezapojených porostů smrku ztepilého. Lokality otevřeného bezlesí na území bývalých opuštěných obcí byly vybrány kvůli předpokládané zvýšené odolnosti samostatně rostoucích jedinců smrku ztepilého. Byly testovány závislosti sledovaných růstových charakteristik a vybraných environmentálních faktorů.

Trendy závislostí, zjištěné vyhodnocením výsledků předběžného výzkumu a uvedené v diskuzi mohou sloužit jako základ pro přidělení vyšší důležitosti daným environmentálním faktorům. Toho lze využít při případné tvorbě nové metodiky pro hodnocení zdravotního stavu solitérně rostoucích dřevin.

8. Použitá literatura

BARBOSA, P., WAGNER, M.R. (1989): Introduction to Forest and Shade Tree Insects. [1. vyd.]. Academic Press, London, 639 s. ISBN 0120781468.

CUDLÍN, P., NOVOTNÝ, R., MORAVEC, I., CHMELÍKOVÁ, E. (2001): Retrospective evaluation of the response of montane forest ecosystems to multiple stress. *Ekológia*, Bratislava, 108 - 124 s.

CULEK, M. a kol. (2003): Biogeografické členění České republiky. [1. vyd.]. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, Lelekovice. 589 s. + 1 CD ROM. ISBN 8086064824.

ČERMÁK, M. (2009): Vliv stanovištních podmínek na přirozenou obnovu smrkových porostů na Šumavě. *ZF, JČU v Českých Budějovicích*, 50 s.

DOBROVOLNY, P., BRAZDIL, R. (2003): Documentary evidence on strong winds related to convective storms in the Czech Republic since AD 1500. *Atmospheric Research*, 67-68 , pp. 95-116. DOI: 10.1016/S0169-8095(03)00046-2.

FANTA, J. (1997): Rehabilitating degraded forests in Central Europe into self-sustaining forest ecosystems. *Ecol. Eng.* 8, 289–297.

FLUKSOVÁ, H. (2011a): Vývoj využití území v oblasti centrální Šumavy v kontextu socio-politických změn. Faculty of Science, The University of South Bohemia, České Budějovice, 56s. Nepublikované zápisky z terénu.

FLUKSOVÁ, H. (2011b): Vývoj využití území v oblasti centrální Šumavy v kontextu socio-politických změn. Faculty of Science, The University of South Bohemia, České Budějovice, 56s.

HÉDL R., ROLEČEK J., BOUBLÍK K., DOUDA J., SVOBODA M. (2009): Prohlášení České botanické společnosti aneb deset témat pro českou lesnickou politiku (Declaration of the Czech

Botanical Society or ten ideas for Czech forestry policy). Zprávy Čes. Bot. Společ., Praha, 44, Mater. 24: 3–7.

JANKOVSKÝ, L., CUDLÍN, P., MORAVEC I. (2003): Root decays as a potential predisposition factor of a bark beetle disaster in the Šumava Mts., JOURNAL OF FOREST SCIENCE, 49, 3: 125–132. ISSN: 1212-4834.

JAKUŠ R., EDWARDS-JONÁŠOVÁ M., CUDLÍN P., BLAŽENEC M., JEŽÍK M., HAVLÍČEK F., MORAVEC I. (2011): Characteristics of Norway spruce trees (*Picea abies*) surviving a spruce bark beetle (*Ips typographus* L.) outbreak. – *Trees*. 2011, 25(6): 965-973. DOI: 10.1007/s00468-011-0571-9.

JONÁŠOVÁ, M., PRACH, K. (2004): Central-European mountain spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) forests: regeneration of tree species after a bark beetle outbreak. - *Ecological Engineering* 23: 15-27.

KOOIJMAN, A. M., EMMER, I. M., FANTA, J. AND SEVINK, J. (2000): Natural regeneration potential of the degraded Krkonoše forests. *Land Degrad. Dev.*, 11: 459–473. DOI: 10.1002/1099-145X(200009/10)11:5<459::AID-LDR407>3.0.CO;2-F.

KOPÁČEK, J., HEJZLAR, J., KAŇA, J., NORTON, S. A., PORCAL, P., TUREK, J. (2009): Trends in aluminium export from a mountainous area to surface waters, from deglaciation to the recent: Effects of vegetation and soil development, atmospheric acidification, and nitrogen-saturatio. *Journal of Inorganic Biochemistry*. 1439-1448, ISSN 0162-0134, DOI: 10.1016/j.jinorgbio.2009.07.019.

MATĚJKA, K., VIEWEGH, J. (2008): Vegetace na trvalých výzkumných plochách v lesích Šumavy a její vývoj. IDS, Praha, 20s.

MATĚJKA, K. (2008): Variabilita lesních společenstev Šumavy. IDS, Praha, 35s.

MATĚJKA, K. (2010): Dynamika lesů na Šumavě. II. Co pozorujeme? - Šumava, jaro 2010: 14-17.

MÍCHAL, I. (1992): Obnova ekologické stability lesů. [1. vyd.]. Academia, Praha, 169 s. ISBN 8085368234.

NIEMEYER H. (1985a): Freilandbeobachtungen zum Anflugverhalten und zur visuellen Orientierung des Buchrudckers (*Ips typographus* L.) an Pheromonfallen. Forst u. Holzwirt 40: 85 - 92.

NILSSEN, A.C. (1984): Long-range aerial dispersal of bark beetles and bark weevils (*Coleoptera*, *Scolytidae* and *Curculionidae*) in Northern Finland, Ann. Entomol. Fenn. 37-42.

NOVÁK, M., BŘÍZOVÁ, E., ADAMOVÁ, M., ERBANOVÁ, L., BOTTRELL, S.H. (2008): Accumulation of organic carbon over the past 150 years in five freshwater peatlands in western and central Europe. - Science of the Total Environment, 390: 425-436. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2007.10.011.

SKUHRAVÝ, V. (2002): Lýkožrout smrkový (*Ips typographus* L.) a jeho kalamity. [1. vyd.]. Agrospoj, Praha, 196 s. ISBN 8070842385.

SVOBODA M., FRAVER S., JANDA P., BACE R., ZENAHLIKOVA J. (2010): Natural development and regeneration of a Central European montane spruce forest. Forest Ecology and Management, 260 (5), 707-714. DOI: 10.1016/j.foreco.2010.05.027.

ŠANTRŮČKOVÁ, H., VRBA, J.(eds.) (2010): Co vyprávějí Šumavské smrčiny (Průvodce lesními ekosystémy Šumavy). [1. vyd.]. Správa Národního parku a Chráněné krajinné oblasti Šumava, Vimperk. 153s. ISBN 9788087257043.

VACEK,S., MATĚJKA,K., MAYOVÁ,J., PODRÁZSKÝ,V. (2003): Dynamics of health status of forest stands on research plots in the Šumava National Park. - J. Forest Sci., Praha, 49(7): 333-347.

VACEK, S., PODRÁZSKÝ V. (2008): Stav, vývoj a management lesních ekosystémů v průběhu existence NP Šumava. Lesnická práce, Praha, 62 s. ISBN 978087154328

WERMELINGER, B. (2004): Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* - a review of recent research, Forest Ecology and Management 202: 67 – 82.

ZUMR, V. (1985): Biologie a ekologie lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*) a ochrana proti němu. [1. vyd.]. Academia, Praha. 105 s., 16 s. příl.

Tabulka parametrů naměřených v terénu:

Průměr																			42	27	23	1,1			1	4										
Směrodatná odchylka																			15,82	14,22	12,04	0,77			2,62	4,95										
kód stromu	-	stanoviště	průměr kmene (cm)	průměr 2. kmene (cm)	průměr 3. kmene (cm)	naměř. obvod kmene (cm)	celkový obvod kmenů (m)	transparence větví (od paty stromu nahoru)	poškození kmene	výška zavětvení	výška	zlomy	typ větvení	vícetřák	výška dvojení kmene	juvenilní část	produkční část	saturační část	tvar horní části koruny	typ vrcholu	celková defoliace	def. primární struktury	% sekundárních výhonů	typ poškození 1	typ poškození 2	typ poškození 3	typ poškození 4	typ poškození 5	typ poškození 6	stupeň transformace	% transparence větví	žloutnutí	reznutí	šišky	celkový stupeň poškození	poznámka
BO1	-	25	12				1,16	0	0	0	19	0	2	3/2	-	10	90	0	1	1	20	10	20	0	0	0	1	0	0	0	-	0	0	0	0	
BO2	-	51					1,60	2	0	0	18	0	2	0	-	15	60	25	1	2	30	20	15	0	0	0	1	0	0	0	-	0	0	1	0	
BO3	-	52					1,63	6	0	0	20	0	4	3/2	-	10	50	40	1	1	40	30	15	0	0	0	1	0	0	1	-	0	5	3	0	
BO4	-	28	23	21			2,26	0	0	0	16	0	2	3/3	-	15	60	25	2	1	20	10	10	0	0	0	1	0	0	0	-	0	0	0,5	0	
BO5	-	22	17				1,23	0	0	1,8	17	0	2	3/2	-	25	55	15	3	1	15	5	5	0	0	0	1	0	0	0	-	0	0	0	0	
BO6	-	32	18	27			2,42	0	0	2,8	19	0	2	3/3	-	8	45	50	1	2	15	5	10	0	0	0	1	0	0	0	-	0	10	1	0	
BO7	-	73				230	2,29	10	0	0	26	0	4	0	-	5	30	65	3	1	50	30	30	0	0	0	1	0	0	1	-	0	5	3	0	
BO8	-	76				240	2,39	15	0	0	22	0	2	0	-	3	50	47	4	5	35	20	20	0	0	0	1	0	0	1	-	0	5	2	0	
BO9	-	83				260	2,61	20	0	1,5	30	0	2	0	-	5	30	65	2	5	50	30	30	0	0	0	1	0	0	3	20	0	15	2	0	
BO10	-	51	36				2,73	5	0	0	27	0	4	3/2	-	5	20	75	3	1	50	50	5	0	0	0	1	0	0	1	30	0	10	2	1	
BO11	-	84				265	2,64	20	0	0	28	0	2	0	-	4	25	71	2	1	40	25	20	0	0	0	1	0	0	2	25	0	6	2	1	
BO12	-	38					1,19	5	0	0	22	0	2	2/2	-	20	50	30	1	1	20	15	5	0	0	0	1	0	0	0	15	0	0	2	0	
BO13	-	46					1,45	10	0	0	20	0	2	2/2	-	10	70	20	1	1	30	15	20	0	0	0	1	0	0	0	30	0	0	1	0	
BO14	-	46	46				2,89	25	2	0	32	0	4	3/2	-	5	25	70	1	1	50	30	30	0	0	0	0,5	0,5	0	1	55	0	15	1	2	
BO15	-	17					0,53	0	0	0	6	0	2	0	-	10	90	0	2	1	7	0	0	0	0	0		0	0	10	0	0	0	0	0	
BO16	-	76				240	2,39	10	0	3,5	35	0	1	3/2	-	5	35	60	2	5	40	45	20	0	0	0	1	0	0	1	35	0	15	1	2	
BO17	k.l.	76					2,39	30	1	0	37	0	2	2/2	23	5	20	75	2	2	55	20	45	0	0	0	0,5	0,5	0	1	20	0	0	2	1	u paty balíky sena
BO18	k.l.	80	68				4,65	15	0	0	38	0	2	3/2;2/3	4	7	40	53	2	1	40	20	25	0	0	0	1	0	0	0	20	0	0	2	0	
BO19	k.l.	52					1,63	20	0	0	26	0	2	-	-	20	40	40	1	1	50	15	15	0	0	0	0,5	0,5	0	1	40	0	0	2	1	
BO20	k.l.	55					1,73	85	5	0	27	1	1	-	-	5	20	75	7	5	85	60	65	0	0	0	0	0	1	2	8	10	5	0,5	4	
BO21	k.l.	35					1,10	7	0	0	19	0	2	-	-	15	60	25	2	1	20	10	10	0	0	0	1	0	0	0	5	0	0	0	0	
BO22	k.l.	32					1,01	5	0	0	18	0	2	-	-	20	60	20	1	1	25	10	15	0	0	0	1	0	0	0	7	0	0	0	0	
BO23	k.l.	57					1,79	20	5	0	24	0	4	3/2	2	7	50	43	1	1	55	40	25	0	0	0	0,5	0,5	0	1	35	2	10	1	2	
BO24	k.l.	73					2,29	15	0	0	30	0	2	-	-	3	40	57	3	1	40	30	15	0	0	0	0,5	0,5	0	1	30	0	0	2	1	pod ním malý kmelec
BO25	k.l.	59					1,85	25	1	70	32	1	2	-	-	-	55	45	4	5	35	10	30	0	0	0	1	0	0	2	15	0	0	2	1	
BO26	k.l.	32					1,01	20	0	0	28	0	2	-	-	5	40	55	3	1	25	20	5	0	0	0	1	0	0	0	20	0	0	1	0	
BO27	k.l.	31	21				1,63	15	0	0	19	0	2	3/2	1	2	45	53	2	2	35	20	20	0	0	0	1	0	0	1	35	0	0	0	1	
BO28	k.l.	38	10	11			1,85	20	1	0	30	0	2	3/3	1,3	3	45	52	2	1	55	20	45	0	0	0	1	0	0	1	50	0	0	1	1	
BO29	k.l.	26					0,82	30	2	0	23	0	2	-	-	5	10	85	1	1	40	35	10	0	0	0	1	0	0	0	20	0	0	0	0	část zastíněn
BO30	k.l.	47					1,48	10	0	0	36	0	2	-	-	4	30	66	2	1	60	20	50	0	0	0	1	0	0	1	50	0	0	2	1	

BO31	k.l.	40				1,26	25	0	0	34	0	2	-	-	5	65	30	2	2	45	30	20	0	0	0	1	0	0	1	40	0	0	1	1	
BO32	k.l.	35				1,10	30	1	0	35	0	2	-	-	5	75	20	3	1	40	25	20	0	0	0,5	0	0,5	0	1	40	1	0	1	1	
BO33	k.l.	17				0,53	25	0	0	15	0	1	-	-	2	50	48	1	1	35	20	20	0	0	0	0	1	0	0	35	0	0	0	1	část zastíněn
BO34	k.l.	52				1,63	25	0	0	19	1	2	-	-	2	75	23	1	2	35	25	15	0	0	0	0	0	0	1	20	0	0	0	1	
BO35	k.l.	59				1,85	20	0	0	29	0	4	-	-	6	60	34	1	1	25	20	5	0	0	0	0	0	0	1	25	0	0	2	0	
BO36	k.l.	25	34			1,85	15	0	0	26	0	2	3/2	5,6	7	65	28	1	1	35	10	30	0	0	0	0	0	0	2	10	0	0	2	1	
PO1	k.l.	78				2,45	20	0	0	27	0	2	2/2	10	5	40	55	1	1	45	40	10	0	0	0	0,5	0,5	0	1	30	0	5	2	1	
PO2	k.l.	69	85			4,84	10	0	0	35	0	2	3/2	1,7	4	55	41	1	1	25	10	15	0	0	0	1	0	0	1	25	0	5	2	0	
PO3	k.l.	68				2,14	35	0	0	34	0	4	-	-	5	50	45	1	1	60	35	40	0	0	0	0,5	0,5	0	2	35	0	2	2	2	
PO4	k.l.	62				1,95	15	0	0	25	0	2	-	-	8	45	47	2	1	60	40	35	0	0	0	0,5	0,5	0	2	40	0	3	2	2	
PO5	k.l.	51	60			3,49	25	0	0	36	0	1	3/2	1,1	6	40	54	1	1	65	45	30	0	0	0	0,5	0,5	0	2	45	0	5	1	2	
PO6	k.l.	53	42	41		4,27	20	3	0	29	0	2	3/3	1,6;1,8	8	50	42	3	1	30	20	20	0	0	0	1	0	0	1	20	0	1	2	0	
PO7	k.l.	64				2,01	15	0	0	27	2	2	-	-	3	25	72	2	1	35	20	20	0	0	0,5	0,5	0	0	2	35	0	1	2	1	
PO8	k.l.	25	36			1,92	25	1	0,8	19	0	2	3/2	2,2	10	40	50	1	1	30	15	20	0	0	0	0,5	0,5	0	1	30	2	0	0	0	kmen se rozdv. a zas spoj.
PO9	k.l.	52				1,63	30	0	1,3	25	0	1	-	-	6	45	49	2	1	40	30	15	0	0	0	1	0	0	1	35	0	0	1	1	
PO10	k.l.	85				2,67	10	1	0	37	0	4	2/2	13	3	40	57	1	1	35	25	20	0	0	0	1	0	0	1	35	0	0	1	1	ve sp.č.koruny jiva
PO11	k.l.	87				2,73	25	0	0	30	0	1	2/2	18	4	55	41	2	1	55	40	35	0	0	0	0,5	0,5	0	2	20	0	2	2	2	u paty balík sena
PO12	k.l.	89				2,80	35	3	0	32	0	2	2/2	17	3	30	67	2	2	60	45	25	0	0	0	0	0	0	2	50	7	2	2	3	u paty balík sena
PO13	k.l.	93				2,92	15	1	0	29	0	2	-	-	2	65	33	2	2	50	30	35	0	0	0	0	0	1	2	35	0	0	2	3	
PO14	k.l.	38	47			2,67	10	1	0	26	0	2	3/2	0,4	3	60	37	1	2	30	15	20	0	0	0	1	0	0	1	7	0	0	1	0	
PO15	k.l.	68	71			4,37	25	20	0	37	0	1	3/2	1,7	2	45	53	1	2	45	35	15	0	0	0	0,5	0,5	0	1	35	0	10	2	2	
PO16	k.l.	78				2,45	7	0	0	35	0	2	3/2	5	5	55	40	1	1	40	35	15	0	0	0	0	1	0	1	25	0	0	2	1	
PO17	k.l.	69				2,17	30	2	0	31	0	1	2/2	12	5	30	65	2	1	70	50	40	0	0	0	0,5	0,5	0	2	70	0	10	2	3	
PO18	k.l.	82				2,58	15	0	0	36	0	2	2/3	11	6	45	49	1	1	55	45	20	0	0	0	0,5	0,5	0	2	35	0	5	2	2	plodnice václavky
PO19	k.l.	62				1,95	5	0	0	32	0	2	-	-	7	55	38	1	1	35	20	20	0	0	0	1	0	0	1	30	0	7	1	1	
PO20	k.l.	77				2,42	3	1	0	30	0	2	-	-	8	50	42	1	1	40	15	30	0	0	0	0	1	0	1	20	0	10	2	2	
PO21	k.l.	84				2,64	5	0	0	36	0	2	-	-	7	50	43	1	1	30	20	15	0	0	0	1	0	0	1	15	0	10	2	1	
PO22	k.l.	49				1,54	15	0	0	33	0	2	-	-	12	45	43	1	1	35	15	25	0	0	0	0	0	0	1	10	0	0	1	1	nelze zády ke Slunci
PO23	k.l.	68				2,14	25	0	0	27	1	2	-	-	-	50	50	4	5	55	35	30	0	0	0,5	0,5	0	0	2	45	0	0	1	2	
BR1	-	70				2,20	10	0	0	23	0	2	0	-	7	43	50	1	1	40	20	25	0	0	0	0	0	0	1	10	0	5	2	1	kmen nad vodou
BR2	-	100			315	3,14	15	0,5	0	39	0	2	3/2;2/2	-	3	47	50	2	1	60	30	30	0	0	0	1	0	0	1	15	15	7	3	1	
BR3	-	56			175	1,76	7	3	0	24	1	2	1/3	-	7	28	65	4	1	40	30	30	0	0	0	0,5	0,5	0	2	7	0	4	1	1	
BR4	-	42				1,32	25	0	0,5	19	1	1	1/2	-	5	15	80	4	1	90	80	50	0	0,33	0,33	0,00	0,33	0	3	25	0	0	0	3	
BR5	-	37				1,16	15	5	1,50	30	0	1	0	-	3	32	65	3	1	70	45	20	0	0	0	0	1	0	2	15	0	5	0	2	
BR6	-	70			220	2,20	25	0,5	0	41	0	4	0	-	3	32	65	2	1	55	30	35	0	0	0	1	0	0	2	25	0	15	2	2	
BR7	-	44				1,38	8	0,5	0	35	0	4	0	-	5	50	45	1	1	40	25	23	0	0	0	0,5	0,5	0	1	8	0	10	1	1	
BR8	-	59				1,85	20	0	0	31	0	4	0	-	5	45	50	1	2	60	50	35	0	0	0	0,5	0,5	0	2	20	0	20	2	2	
BR9	-	92			290	2,89	25	0	0	36	0	2	2/2;1/2	-	5	25	70	1	1	50	35	25	0	0	0	0,5	0,5	0	2	25	0	10	2	2	

Náhledový snímek sloužící pro orientaci v terénu:

