



Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

**Analýza přirozené obnovy vybraných porostů
v NPR Voděradské bučiny**

Diplomová práce

Vedoucí práce: Ing. Lukáš Bílek, Ph.D.

Diplomant: Jiří Turek

2013

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra pěstování lesů
Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Turek Jiří

Regionální environmentální správa

Název práce

Analýza přirozené obnovy vybraných porostů v NPR Voděradské bučiny

Anglický název

Analysis of natural regeneration of selected forest stands in NNR Voděradské bučiny

Cíle práce

Cílem práce je stanovit hustotu a kvalitu přirozeného zmlazení buku v závislosti na různém stupni rozvolnění porostu v rámci clonného obnovního postupu. Dále pak na základě těchto informací stanovit optimální hospodářský postup pro dané podmínky.

Metodika

- Studium odborné literatury
- Výběr vhodných ploch ze stávající sítě trvalých zkusných ploch v dané lokalitě
- Stabilizace transektů a terénní práce
- Zpracování dat a formulování výsledků

Harmonogram zpracování

- 7. 2012 - 9. 2012 - seznámení s problematikou literární rešerše
- 9. 2012 - výběr ploch, založení transektů
- 9. 2012 - 11. 2012 - sběr dat v terénu
- 12. 2012 - 3. 2013 - zpracování dat, formulování výsledků
- 4. 2013 - odevzdání diplomové práce

Rozsah textové části

minimálně 40 normovaných stran textu bez příloh

Klíčová slova

přirozená obnova, buk lesní, clonná seč, porostní podmínky

Doporučené zdroje informací

PENA, J.F.B., REMEŠ, J., BÍLEK, L. (2010): Dynamics of natural regeneration of even-aged beech (*Fagus sylvatica* L.) stands at different shelterwood densities. *Journal of Forest Science* 56 (12): 580-588.

BÍLEK, L., REMEŠ, J., ZAHRADNÍK, D. (2009): Natural regeneration of senescent even-aged beech (*Fagus sylvatica* L.) stands under the conditions of Central Bohemia. *Journal of Forest Science* 55 (4): 145 - 155.

ČVANČARA, R., SAMEK, V. (1959): Rozbor přirozeného zmlazení buku v hospodářsky zralých porostech rezervace „Voděradské bučiny“. Sbor. ČSAZV, Lesnictví. 2, 139-156.

KORPEL, Š. et al. (1991): Pestovanie lesa. Bratislava, p. 465.

SWAGRZYK, J., SZEWCZYK, J., BODZIARCZYK, J., 2001. Dynamics of seedling bank in beech forest: results of a 10-year study on germination, growth and survival. *Forest Ecology and Management*. 141, 237–250.

Vedoucí práce

Bílek Lukáš, Ing., PhD.

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Vedoucí katedry



prof. Ing. Petr Sklepička, CSc.

Děkan fakulty

V Praze dne 22.6.2012

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že diplomovou práci „Analýza přirozené obnovy vybraných porostů v NPR Voděradské bučiny“ jsem vypracoval samostatně, pod vedením Ing. Lukáše Bílka Ph.D. s použitím odborné literatury a dalších zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použité literatury. Jako autor uvedené práce prohlašuji, že jsem při jejím vypracování neporušil autorská práva třetích osob.

V Českém Brodě 15. dubna 2013 _____.

Poděkování

Děkuji vedoucímu mé diplomové práce Ing. Lukáši Bílkovi, Ph. D. za vedení a pomoc při psaní této práce. Dále děkuji Ing. Barboře Kučeravé za odborné konzultace a Bc. Petru Mikeskovi za pomoc při terénním šetření.

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá analýzou přirozené obnovy na vybraných plochách v NPR Voděradské bučiny. Cílem je získání podrobných informací o vybraných zkusných plochách a navrhnouti vhodných pěstebních opatření vedoucích ke zlepšování stavu porostů.

V diplomové práci byla rozebrána problematika řešeného tématu a popsány již známé skutečnosti. Dále bylo provedeno terénní šetření, kde byly získány hodnoty současného zmlazení porostu, a v druhé fázi bylo provedeno měření světlostech podmínek.

V závěru byly popsány výsledky terénního šetření a navrhnuty vhodná pěstební opatření.

Klíčová slova:

Přirozená obnova, buk lesní, clonná seč, porostní podmínky

ABSTRACT

This thesis deals with the analysis of natural regeneration in selected areas at National Nature Reserve Beech forests of Voděrady. The aim of this thesis is to acquire detailed information in selected areas and propose appropriate silvicultural measures to improve the growth situation.

In the thesis was detailed solutions of theme's issue and was described already known verity. Then was conducted field of research. It has been obtained values of the current regeneration of vegetation and measurements of solar radiation conditions was processed in the second phase.

In conclusion were described obtain results of field investigations and after that appropriate silvicultural measures were proposed.

Keywords:

natural regeneration, beech, shelterwood, vegetation conditions

Obsah

1.	Úvod	9
2.	Cíl práce a metodika.....	10
2.1	Cíl práce.....	10
2.2	Metodika práce	10
3.	Rozbor problematiky	11
3.1	Buk lesní – <i>Fagus sylvatica</i> Linenaueus	11
3.2	Podmínky ovlivňující zmlazení buku lesního.....	13
3.2.1	Světelné podmínky	13
3.2.2	Půdní podmínky.....	14
3.2.3	Hydrologické podmínky	15
3.2.4	Teplotní podmínky.....	16
3.2.5	Biotické faktory	17
3.2.6	Imise	17
3.3	Dynamika přírodních bučin	19
3.4	Obnova lesa	19
3.4.1	Definice obnovy lesa	19
3.4.2	Přirozená obnova lesa.....	20
3.4.3	Přirozená obnova buku lesního.....	21
3.4.4	Příprava porostů k přirozené obnově	22
3.4.5	Klady a zápory přirozené obnovy	24
3.4.6	Clonná seč.....	25
3.5	Charakteristika zájmového území Voděradské bučiny.....	26
3.5.1	Základní údaje	26
3.5.2	Geologické poměry.....	26
3.5.3	Fauna	27
3.5.4	Flora.....	29
3.5.5	Cíl ochrany	29

3.5.6 Myslivost	30
3.5.7 Rekreaace a volný čas	30
3.5.8 Správní poměry.....	31
3.5.9 Klimatické poměry	31
3.5.10 Historie	32
3.5.11 Vývoj lesnického hospodaření.....	33
3.5.12 Změna dřevinné skladby vlivem hospodaření	34
3.5.13 Současný stav porostů.....	34
4.1 Charakteristika trvalých zkusných ploch.....	36
4.2 Terénní práce	37
4.3 Statistické zpracování dat	39
5. Výsledky	40
5.1 Trvalá zkusná plocha 1	40
5.2 Trvalá zkusná plocha 3	41
5.3. Trvalá zkusná plocha 5	42
5.4 Porovnání jednotlivých TVP	43
6. Diskuse	45
6.1 Managementová opatření.....	47
7. Závěr.....	48
8. Seznam literatury a použitých zdrojů	50
9. Seznam příloh	55
10. Přílohy	56

1. Úvod

Území České republiky má tzv. lesní klima, umožňující vývoj nejvýše organizovaného vegetačního krytu, tedy lesa. Les kdysi pokrýval celé území naší země, zejména lidskou činností je jeho dnešní rozloha pouhých 35%. Kromě výrazného snížení plochy lesních porostů také došlo k zřetelné změně druhové skladby.

V lesích střední Evropy měly dominantní převahu porosty listnaté nebo smíšené. Původní a současné zastoupení dřevin je téměř obrácené. Původně buk zaujímal 40% plochy, dub letní a zimní zaujímal 19%, jedle bělokorá se vyskytovala na 16% plochy. Jehličnany dosahovaly jen velmi malého zastoupení, u borovice lesní to byly pouhá 3%.

Od 18. století začíná docházet k přeměně druhové skladby našich lesů. To je zapříčiněno především nedostatkem dřeva, způsobeného devastací porostů pastvou, hrabáním steliva a především potřebou zásobovat rychle se rozvíjející železářský a sklářský průmysl. Následně vzniklé holiny byly nejčastěji zalesňovány pomocí jehličnatých dřevin, zejména borovicí a smrkem.

V současných lesích České republiky tak mají převahu lesy jehličnaté před lesy listnatými, které dnes zaujímají pouze 23% plochy oproti původním 70%. Změna druhové skladby lesů a vznik jehličnatých monokultur přispěly ke snížení ekologické stability lesních ekosystémů.

V současnosti má původní druhovou skladbu jen 5% veškerých porostů na území České republiky. K těmto porostům patří i NPR Voděradské bučiny, jejíž jádro tvoří nesmíšené bukové porosty, které můžeme označit jako původní a přírodě blízké. Právě na těchto porostech probíhalo terénní šetření v rámci diplomové práce.

Na zkusných plochách bylo provedeno terénní šetření, kdy byly naměřeny všechny hodnoty nového porostu a na základě analýzy těchto dat byla navržena vhodná pěstební opatření, jejichž cílem by mělo být zvýšit ekologickou stabilitu porostu a zanechat les ve stavu přírodě blízkém.

2. Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem práce je stanovit hustotu a kvalitu přirozeného zmlazení buku v závislosti na různém stupni rozvolnění porostu v rámci clonného obnovního postupu. Dále pak na základě těchto informací stanovit optimální hospodářský postup pro dané podmínky v NPR Voděradské bučiny.

2.2 Metodika práce

Diplomová práce bude zpracována na základě nastudování odborné literatury, platných zákonů a vyhlášek. Budou vybrány vhodné plochy na území NPR Voděradské bučiny, kde budou založeny na třech zkusných plochách transekty a provedeno terénní šetření. Dále budou zpracována data, formulovány výsledky a navrhnuty nutná opatření.

3. Rozbor problematiky

3.1 Buk lesní – *Fagus sylvatica* Linnaeus

Obrázek č. 1: buk lesní



zdroj: vlastní

Strom dosahující výšky 30 až 50 metrů, se štíhlým kmenem pokrytým hladkou, šedou kůrou, která se jen výjimečně mění v rozpukanou borku. Vyskytují se ovšem i formy, které mají borku hrubou a silnou (Paule, 1972). Kořenový systém má srdcovitý tvar se silnými všestrannými kořeny, které dobře čerpají živiny z půdy. Typická je kuželovitá a později velká rozložitě vyklenutá koruna.

Dlouhé větvenovité pupeny mají skořicově hnědou barvu a jsou kryté spirálně

postavenými šupinami. Listy začínají rašit na přelomu dubna a května. Mají vejčitý tvar, po obvodu jsou špičaté, v mládí jsou z obou stran jemně chlupaté. Délka jednotlivých listů se pohybuje v rozmezí 3 – 8 cm. Listy jsou svrchu temně zelené, dolní strana je podstatně světlejší. Na podzim listy mění barvu od žluté, načervenalé až k tmavohnědé. Opadávat začínají v průběhu října.

Nejčastěji začíná kvést mezi 40 a 60 rokem. Semenné roky se opakují zpravidla v intervalu 5 – 10 let. V nepříznivých podmínkách se interval prodlužuje. Samčí květy jsou v dlouze stopkatých svazečcích, samičí květy jsou po dvou v červené číšce, zvenku porostlé chlupatými výrůstky. Buk rozkvétá na přelomu dubna a května, plodem jsou kaštanově hnědé nažky- bukvice, umístěné po dvou v dřevnaté číšce. Klíčivost semen je poměrně vysoká a dosahuje hodnoty 70-80 %, která ale s postupem času klesá. Vyklíčení při jarní setbě trvá 5-6 týdnů (Goliášová, Michalková, 2006). Semena jsou rozšiřována ptáky a hlodavci vyskytujícími se v lesním porostu. Semena buku jsou nepřeléhavá a typické pro ně je klíčení v semenáčky s ledvinovitými dělohami. V mládí je růst velmi pomalý a teprve od desátého roku se zrychluje.

Buk lesní patří k nejdůležitějším hospodářským dřevinám nejen České republiky, ale celé střední Evropy. Buk patří k dřevinám roztroušeno-pórovitým dřevem, které nemá výrazné odlišení mezi jarním a letním dřevem (Čunderlík, 2009). Dřevo má narůžovělou barvu bez výrazného pravého jádra. Kvalitní výřezy jsou získávány pouze ze spodních částí stromu, kde nedochází k rozvětvení, tím pádem výnosy kvalitního dřeva nejsou vysoké. Dřevo je využíváno zejména k výrobě parket, dýh a nábytku, sudů či pražců. Nekvalitní dřevo je využíváno jako palivo o vysoké výhřevnosti. Plody buku jsou velmi důležitou složkou potravy lesní zvěře a v minulosti se z nich vyráběl olej.

Nároky buku na světlo jsou velmi malé, patří ke dřevinám stinným. Zejména v mládí je buk citlivý na nízké teploty a ohrožují ho podzimní mrazy. Snadno podléhá konkurenci ostatních dřevin, pokud je vystaven velkým vlhkostním a teplotním rozdílům. V opačném případě je dřevinou konkurenčně velmi silnou, tvořící čisté stinné porosty bez stromového patra. Velkým opadem listů a zastíněním výrazně ovlivňuje stanovištní podmínky. Za optimální se pro buk dají označit lehké, minerálně silné a na vápno bohaté půdy (Fér, 1994).

Buk lesní je dřevina, vyskytující se téměř v celé Evropě, s těžištěm rozšíření zejména v západní střední a jihovýchodní části kontinentu. Vyhýbá se pouze nejvyšším pohořím, jako jsou Alpy, Karpaty a Pyreneje. Hranice výskytu na severu probíhá jižní částí Skotska a Švédska. Na východu je hranice tvořena pásem táhnoucím se od Kaliningradu přes Polsko, Volyni, Podolí a Bukovinu (Gómóry, Paule, 2010). Území výskytu jasně dokazuje, že buk je dřevina mírného oceánického klimatu. V České republice se vyskytuje téměř na celém území s optimem ve 4. lesním vegetačním stupni. K oblastem s největším výskytem buku patří Šumava, Krušnohoří, Lužické a Jizerské hory, Černokostecko a Český ráj (Fér, 1994).

V optimálních podmínkách má buk silnou konkurenční schopnost a je velmi nesnášenlivý k ostatním dřevinám. Ve výše položených oblastech se vyskytuje se smrkem a jedlí, čímž vznikají smíšené lesy buku, jedle a smrku, takzvaná hercynská směs. Z hlediska potencionální přirozené vegetace můžeme popsat následující taxony: acidofilní bučiny, květnaté bučiny a vápnomilné bučiny. Pěstování buku má pro moderní lesnictví význam především z hlediska stability produkce (Chytrý et al, 2001).

3.2 Podmínky ovlivňující zmlazení buku lesního

3.2.1 Světelné podmínky

Sluneční záření je primárním zdrojem energie pro přírodní ekosystémy. Autotrofní organizmy, pomocí fotosyntetického aparátu tuto energii zachytávají a přeměňují ji na energii chemických vazeb. Sluneční záření patří k faktorům, které nejvíce ovlivňují zmlazení. Množství světla, dopadajícího na Zemi, závisí zejména na délce dne, průzračnosti atmosféry, úhlu dopadu slunečních paprsků, nadmořské výšce a zeměpisné šířce.

V lesních ekosystémech dochází v závislosti na jejich struktuře k rozdílné distribuci světla (Reitmayer at al., 2002). Sluneční záření dopadá na rostlinu ve dvou formách, ve formě přímé, anebo jako záření, které bylo v atmosféře rozptýleno, odrazilo se, nebo bylo propuštěno jinými objekty. Lesy spadající do mírného pásu jsou schopny využít zhruba 0.6 – 1.2% záření. Množství přímého a nepřímého záření dopadajícího na rostlinu je závislé především na tloušťce vzduchové vrstvy mezi Sluncem a rostlinou a množství prachu v ovzduší. Největší podíl přímého slunečního záření je zaznamenáván v nízkých zeměpisných šířkách. Rostliny jsou schopny využívat pouze část fotosynteticky aktivního záření (PAR) o vlnovém rozsahu 380 – 710 nm, se takřka shoduje se spektrem „viditelného světla“. Zbylých 56% leží mimo vlnový rozsah PAR a je pro rostliny nedostupné (Kubín, 1973).

Buk lesní je stínomilná dřevina s malými nároky na světlo, navzdory tomu je jeho obnova vázána na světliny vznikající odumíráním starých stromů. Množství a kvalita dopadajícího záření je výrazně odlišná na malých a velkých světlinách. Nejvyšší hodnoty fotosynteticky aktivního záření dopadají na severní část světliny (Barna, Jarčuška, 2009). Úroveň přímého i nepřímého záření je výrazně nižší na malých světlinách. Proměnlivost světelných podmínek vzrůstá s velikostí světliny. Množství pronikajícího záření do světliny není ovlivněné jen její velikostí, ale i dalšími faktory jako reliéf, sklon, struktura okolního porostu nebo expozicí (Ritter et al., 2005). I přes schopnost buku přežít ve velmi špatných světlostních podmínkách, silné a dlouhodobé zastínění může ovlivnit růst mladých semenáčků a tím pádem i kvalitu budoucího porostu. V bukovém porostu se zakmeněním 0.9 se dostává asi o 32% více světla před olistěním než při plném olistění. V porostu před olistěním dopadá na povrch půdy 52% slunečního záření, naproti tomu v době plného olistění dopadnou na zem pouhá 2% na povrch půdy (Střelec, 1992). K nejčastěji se

vyskytujícím růstovým defektům u buku patří rozdvojený terminální výhon, pleiotropický růst, redukce výšky a objemového růstu či menší velikost pupenů. Nespornou výhodou zastíněných semenáčků je menší počet větví, což vede k větší kvalitě dřeva a vyšším výnosům. (Diaci, 2001). Význam množství světla stoupá postupně s věkem rostliny. Rostliny, rostoucí prvních pět let v podmínkách s minimálním přístupem slunečního záření, se přizpůsobují dalších pět let zlepšeným světlostem podmínkám (Ammer et al., 2008). Výškový růst buku dosahuje extrémně nízkých hodnot, pokud množství slunečního záření klesne pod 5%, avšak dokáže existovat i v podmínkách, kdy záření je pod 2%. Po zlepšení podmínek je buk schopen okamžitě reagovat a začíná velmi rychle růst. Pod hranicí 5% je limitujícím faktorem světlo, nad hranicí 40% je hlavním faktorem ovlivňující růst dostupnost vody (Collet et al., 2001) a na chudších půdách dostupnost živin. Vztah mezi růstem a světlostními podmínkami bývá v literatuře nejčastěji popisována pomocí kvadratické nebo hyperbolické funkce. Nároky buku na světlo se totiž s postupem věku zvyšují. Vliv okolní vegetace na vodu a živiny ve vztahu k přírůstu se mění v závislosti na velikosti buku a druhu konkurenta (Collet, Chenost, 2006).

3.2.2 Půdní podmínky

Půda je pro lesní ekosystém zcela zásadní a určující faktor. K nejvýznamnějším vlastnostem patří zásoba pokrývkového humusu, dynamika obsahu humusu, dynamika půdních reakcí a vlhkost půdy. Půda nejenže poskytuje mechanickou oporu dřevinám, ale je také zdrojem vody a minerálních živin (Petrík, Bublinc, 1972). Půda se skládá z živých organismů, minerální a organické složky a je výsledkem působení mnoha faktorů. K nejdůležitějším faktorům ovlivňujícím vznik půdy patří podnebí, matečná hornina a biocenózy. V době poledové se objevil další velmi významný faktor ovlivňující půdu a nejen ji – člověk.

V přírodních podmínkách od sebe v žádném případě nelze oddělit vývoj lesních půd a lesních porostů. Ze zbytků nadzemních orgánů se vytváří na povrchu půdy opadanka, která se zbytky kořenů podléhá rozkladu a vzniká humus, který se dělí na čtyři složky: humusové kyseliny, humáty, huminy a humusové uhlí. (Podrázký, 1999). Vytváření humusové vrstvy ovlivňuje především množství a kvalita opadu, jež je dána stanovištními podmínkami a druhem dřeviny. Průměrný roční opad v bukových porostech činí 3662 až 7889 kg.ha⁻¹, tedy množství dvakrát

větší než v porostech smrkových. Buk patří ke dřevinám se středně rychle rozložitelným opadem, ovšem velký vliv na rychlost rozkladu hraje charakter půdy. Nejlépe rozklad probíhá na hlinitých půdách s větším obsahem bází, zejména vápníku. Buk jako většina listnatých dřevin pozitivně působí na stav lesních půd a řadí ke dřevinám s dobrými melioračními vlastnostmi (Podrázský, Viewegh, 2002). Buk se vyskytuje převážně na kambizemích a luvizemích s pH převyšující 5.5, tedy lehce kyselé. Průměrná hodnota pokrývkového humusu v bukových porostech dosahuje hodnot od 5 do 8 tisíc $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Horních hodnot je dosahováno především v hustších porostech s větším zápojem a větším množstvím opadu. K největšímu nárůstu hmoty pokrývkového humusu dochází v září a říjnu.

V různých podmínkách a vývojových fázích produkuje les rozdílné množství opadu (Zonn, 1956). Na příznivějších stanovištích zůstává část listů na stromě a k opadu dochází až v průběhu dubna, kdy se opět projeví nárůst vrstvy humusu (Wittich, 1952). Roční hodnota opadanky v mladých bukových porostech ve věku kolem 30 let kolísá mezi hodnotami 3.5 až 5.8 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Ve starších porostech se produkce opadanky pohybuje na hranici 5 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Regina et al., 1997). Tyto výsledky byly potvrzeny i při výzkumu prováděném v severním Španělsku, kde byla zjištěna hodnota 4.5 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Lebreta, 2001). Produkce opadu závisí především na typu lesa a jeho vývojovém stádiu.

3.2.3 Hydrologické podmínky

Voda vstupuje do lesního ekosystému ve třech základních formách. Ve formě atmosférických srážek, průsakem podzemní vody nebo vzlínáním. Důležitým faktorem je půdní voda, která pokrývá spotřebu k růstu lesního porostu a transpiraci. Atmosférické srážky představují hlavní zdroj vody pro porost, zejména srážky vertikální (sníh, déšť), jejichž podíl je největší. Se stoupající nadmořskou výškou stoupá podíl srážek horizontálních. V našich geografických podmínkách se zvyšuje úhrn srážek o 55 mm na každých 100 metrů nadmořské výšky. Důležitým faktorem je také rozložení a intenzita srážek v průběhu roku. Veškeré výše zmíněné vstupy vody do ekosystému lesa jsou snižovány o intercepci, evaporaci a transpiraci. Především hodnoty intercepce jsou ovlivňovány charakterem vegetace a to zejména hustotou a strukturou porostu a věkem (Gregor, 1991).

V porostech s převládajícím zastoupením listnatých dřevin se k povrchu půdy dostává až o 25 % vody méně než v lučních porostech. Za plného olistění, tedy v období dubna až srpna, se množství vody dopadajícího na půdu ještě výrazněji snižuje. Zadržování vody listy (intercepce) činí u buku 8-30 %. Obecně zapojený les udržuje vyšší vlhkost než řídké travinné porosty či volná plocha. Zároveň i denní kolísání teplot je v zapojeném porostu výrazně nižší než na otevřených plochách, a tím pádem jsou nižší i změny vzdušné vlhkosti. Obsah půdní vody je značně proměnlivý a kromě fyzikálních charakteristik půdy ho ovlivňují faktory jako intenzita zápoje, přítomnost porostu a vzrostlé vegetace, sklon svahu či mikrorelief (Diaci, 2001). Pro buk jsou optimální stanoviště vlhčí hlinité půdy rozmanitého původu. Naopak se vyhýbá půdám příliš suchým nebo zabahněným, zejména pak půdám těžkým, vyskytujícím se kolem řek (Fér, 1994).

V bukových porostech je velmi významné rozdělení srážek mezi povrch půdy a půdní profil, z důvodu využití dřevinami. Hlavní úlohu hraje v tomto procesu stok vody po kmenech, který je závislý zejména na povrchu kůry a větvení stromu. Voda pocházející ze stoku je o to významnější, že se uplatňuje ve spodních vrstvách půdního profilu. U buku představuje podíl stékající vody po kmenech necelých 7% z celkového množství srážkové vody (Kantor, 2008).

2.2.4 Teplotní podmínky

Teplota velmi výrazně ovlivňuje lesní ekosystém a jsou na ní vázány nejdůležitější životní funkce rostlinstva. Pro listnatý opadavý les je nutné, aby délka vegetační doby, kdy teplota dosahuje alespoň 10°C, trvala minimálně 4 měsíce (Holst et al., 2004). Lesní ekosystémy jsou ovlivňovány spíše teplotními extrémy než průměrnými hodnotami a to hlavně teplotami minimálními. Důležitá je nejen délka, ale i roční období, kdy se teplotní extrémy vyskytují. Kontinentalita a s ní spojené kolísání teplot buku příliš nevyhovuje a tak jeho hranice rozšíření koresponduje s přechodem kontinentálního a oceánického klimatu (Fér, 1994). Mrazy představují pro dřeviny daleko větší hrozbu na jaře než v zimě. Odolnost dřevin vůči mrazům závisí na tloušťce kůry a buk jako dřevina s tenkou kůrou je znatelně citlivější, v mládí ho ohrožují podzimní a jarní mrazy (Fér, 1994).

Hloubka půdy, proměnlivost mikroklimatu, nadmořská výška, zeměpisná šířka a kontinentalita jsou faktory ovlivňující kolísání teplot. Kolísání teplot je

v zapojeném porostu výrazně nižší než na otevřených plochách. Zapojení koruny brání výměně tepla s volnou atmosférou, a proto teplota, jak půdní tak vzdušná, neklesá v porovnání s otevřenými plochami v průběhu dne i noci v takové míře. Rozdíly v naměřených teplotách na zalesněné ploše a holině byly výraznější spíše v letním období (Potter et al., 2001). V bukovém porostu dochází k výrazně menší amplitudě teplot v období plného olistění než v bezlistém stavu.

3.2.5 Biotické faktory

Faktorem, který výrazně ovlivňuje úspěšnost zmlazení buku, jsou stavy spárkaté zvěře v lesních porostech. Trvalým problémem je hlavně její přemnožení, způsobené vyhubením přirozených predátorů člověkem. Buk lesní nepředstavuje pro lesní zvěř pouze vítaný zdroj potravy, ale především mladší porosty poskytují zvěři dobrý úkryt (Guidetti, Bertolani, 1999). Často bývá okus způsobený zvěří tak velký, že ohrožuje přirozenou obnovu této dřeviny. Dalším výrazným biotickým faktorem je člověk, jenž svou činností zásadně ovlivňuje a mění životní prostředí. Lidskou činností dochází zejména k produkci znečišťujících látek, zvýšení množství atmosférického dusíku, oxidu uhličitého a tím zvýšení teploty a prodloužení vegetační doby. Stav a vitalita nejen bukových porostů je po celé Evropě ovlivňována právě těmito změnami. V současné době patří buk k nejzasazenějším dřevinám v Evropě. K dalším biotickým činitelům ovlivňujícím vývoj a obnovu bukových porostů bezesporu patří myši, hraboši, mšice a další. (Dittmar, 2003).

3.2.6 Imise

K činitelům antropogenního původu, nejvíce poškozující lesní ekosystémy bezesporu patří imise. Jako imise jsou označovány cizorodé látky v podobě plynné, kapalné nebo pevné. V atmosféře přetrvávají dlouhou dobu, částice větší se převážně vyskytují kolem zdroje znečištění, menší částice jsou unášeny větrem na velké vzdálenosti. Z atmosféry dopadají imise na zemský povrch, kde svými účinky negativně ovlivňují nejen lesní půdy ale i veškerou vegetaci. K nejohroženějším a nejvíce poničeným oblastem ČR patřily a stále p severní Morava a Krušnohoří (Váňa, Smrčková, 2006). I přes pozitivní vývoj emisní i imisí, důsledky dlouhodobého působení přetrvávají a stopy po imisích jsou uloženy i nadále v půdě (Alewell et al., 2000).

Emise můžeme rozdělit na neutrální soli, živiny, kyselinotvorné látky a potencionální toxiny. Dále se rozlišuje primární a sekundární znečištění. Škodlivé látky pocházející ze spalovacích nebo technologických procesů jsou označovány jako emise. Emise pronikající dolesních ekosystému, změřené a přepočtené na objem vzduchu označujeme jako imise. Imise uložené v lesních ekosystémech nebo na zemském povrchu jsou označovány jako depozice (Emberson et al., 2001).

Množství imisí je závislé vedle meteorologických podmínek také na poloze a denzitně emisních zdrojů. Rozmístění a poloha zdrojů znečištění hraje roli zejména při formování emisního pole a jeho přesunu, ať už se jedná o lokální, dálkový nebo globální přesun. Emise vyprodukované v průmyslových oblastech jsou transportovány do oblastí bez jakéhokoliv zdroje znečišťování (horské oblasti) na vzdálenosti stovek kilometrů (Fleischer et al., 2005). V posledních letech se objevil nový celoevropský trend, snaha o snižování emisí a počtu jejich zdrojů. Velkému tlaku, zejména ze strany EU, čelí automobilová doprava a výrobci automobilů. Při porovnání množství SO_2 z let 1985 a 2000 nad oblastí střední Evropy zjistíme, že v roce 2000 bylo vneseno do ovzduší 10.5 milionů tun emisí, což je snížení o plných 75% během 15 uplynulých let, pro NO_x představuje snížení přibližně 44% (Alewell et al., 2000). Do ČR může v současnosti putovat až 92 % emisí SO_2 a 85 % emisí NO_x , jejichž množství bude pochopitelně ovlivněno meteorologickými podmínkami, zejména rychlostí a směrem proudění vzdušné masy (Fleischer et al., 2005). Snížení těchto hodnot vzbudilo naději na rychlý návrat stavu lesů do původního stavu, avšak zhoršení stavu porostů v letech 1995 až 2000 dokládá pravý opak a nelze předpokládat přímo úměrné zlepšení stavu lesů. Příčinou je acidifikace půd a také vyčerpaný potenciál odolnosti lesních ekosystému, což způsobuje, že i menší množství škodlivin v kombinaci se špatnými klimatickými situacemi vede k jejich poškození (Alewell et al., 2000).

Buk na zvýšené množství imisí reaguje především defoliací. Dochází k porušení buněčných membrán, ale zároveň dochází i přerušení metabolických pochodů jako je například fotosyntéza. Viditelně pak dochází ke žloutnutí listů, předčasnému stárnutí a defoliaci (Cicák, Mihál, 2005). Za rok 2010 byla vypočítána škoda způsobená imisemi na 61 mi. Kč, bylo vytěženo 7 tis. m^3 dřeva a plocha porostů ohrožených imisemi dosáhla výměry 1 304 717 ha. Škoda na lesích je vypočítávána podle vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 55/1999 Sb., o způsobu výpočtu výše újmy nebo škody způsobené na lesích (Výroční zpráva LČR, 2011).

3.3 Dynamika přírodních bučin

Buk je typickou klimaxovou dřevinou prosazující se až v samotném závěru procesu vzniku lesa na nové ploše, kde je už vytvořeno mikroklima uzavřeného porostu (Korpel et al., 1991). Přirozená obnova je závislá na výskytu semenných roků, jejichž interval se krácuje z průměrných 5 let na 2-3 roky. Semenná úroda souvisí s klimatickými podmínkami předešlého roku (sucho a teplo), naopak deštivé počasí nebo mrazy úrodu ovlivní negativně (Óvergaard, 2010). Přírodní bukový les vytváří výrazně různověké porosty s typickou maloplošnou texturou. Porosty mají 2-3 vrstvou výstavbu a to jak na produkčně dobrých, tak na produkčně slabých stanovištích. Typické je prostupování všech tří vývojových fází se stádiem rozpadu v délce 50-70 let a stádiem dorůstání v délce 80-100 let (Míchal, 1983). Dochází k prostorovému prolínání jednotlivých generací v délce až 80 let. Stádium optima je zastoupeno nejméně a netrvá déle než 50 let. Přírodní bukový prales působí v porovnání s hospodářskými bučinami jako by byl neustále ve fázi rozpadu. Věková struktura s převahou stromů ve stádiu optima je potlačena, naopak jedinců ve stádiu dorůstání a optima je převaha (Štefančík, 2007).

Dřevní zásoba dosahuje v rámci vývojového cyklu vyrovnaných hodnot s rozptylem maximálně 30 %. Na bohatších stanovištích s průměrnou bonitou se pohybuje dřevní zásoba okolo 400 až 600 m³, na stanovištích s vyšší bonitou v rozmezí 550 až 800 m³ na 1 ha. Celkově zásoba neklesá pod 400 m³/ha, ve fázi optima kulminuje hodnotami přes 600 m³/ha. Spontánní obnova se opakuje každých 100 až 120 let, což představuje období opakování stádia rozpadu ve vývojových cyklech. V závěrečném stádiu dosahuje počet jedinců na 1 ha 10 000 kusů, ve stádiu rozpadu stoupá počet až na 50 000 kusů (Korpel et al., 1991).

3.4 Obnova lesa

3.4.1 Definice obnovy lesa

Obnova lesních porostů patří k nejdůležitějším činnostem v rámci celého procesu pěstování lesa. V závislosti na struktuře mateřského i cílového porostu, hospodářském způsobu a jeho formě se liší doba obnovy daného porostu. Během

procesu obnovy se vytvářejí podmínky pro racionální hospodaření. Využívání principů trvale udržitelného lesního hospodaření či principů přírodě blízkého hospodaření je významným nástrojem pro zlepšení stavu lesů narušených negativními vlivy okolního prostředí a vede ke zdokonalování, stabilizaci a racionalizaci systému lesního hospodářství. Dílčím úkolem lesního hospodaření je přirozená obnova vedoucí k úpravě druhové skladby. Zakládání porostů s dostatečnou druhovou a genetickou diverzitou na místech, kde podmínky prostředí a stav porostů dovolují obnovu a zakládání smíšených lesů je velmi žádoucí. Porosty tohoto charakteru se vyznačují větší stabilitou a příznivě působí na lesní prostředí na rozdíl od porostů monokulturálních. Obnovované porosty jsou vystavovány během svého vývoje změnám, na které musejí reagovat, a proto je nutné vytvářet takové porosty, které budou schopny přizpůsobit se, aniž by byla narušena jejich ekologická stabilita. Je důležité zmínit, že přirozená obnova se bude uplatňovat zpočátku jen v menší míře a větší část bude představovat obnova umělá či kombinovaná (Vacek et al., 1995).

3.4.2 Přirozená obnova lesa

Přirozená obnova lesa tvoří nedílnou součást pěstební činnosti vedoucí k vytvoření stabilního, zdravého a produktivního lesa. Přirozená obnova spočívá v autoreprodukci mateřského porostu bez zásahů člověka. V přirozeném lese probíhá přirozená obnova spontánně, v lese hospodářském je cílevědomě usměřňována lesním hospodářem. Zcela zásadní význam má obnova semenná - generativní. Její úspěšnost závisí na stavu půdního povrchu, porostním klimatu, výskytu semenné úrody a často nutné přípravě půdy (Korpel' et al., 1991). S generativní přirozenou obnovou je spjat podrostní způsob hospodaření, kdy obnova probíhá pod mateřským porostem, který slouží jako clona porostu novému. Může být ale použita i při hospodářském způsobu holosečném, kdy jsou ponechány jednotlivé výstavky jako zdroj sadebního materiálu (Poleno et al., 1994).

Přirozenou obnovu nelze aplikovat ve všech porostech, a je tedy prvořadým a nezbytným úkolem vybrat porosty pro tento způsob obnovy vhodné. Zejména je nutné zohlednit vhodnost dřeviny pro dané stanoviště a její genetické vlastnosti, které zaručují kvalitu, vitalitu a dobrý zdravotní stav budoucího porostu (Clark et al., 1998). Přirozená obnova by měla probíhat především v porostech uznaných pro sběr

lesních semen. Naopak by přirozená obnova neměla probíhat v porostech složených z nevhodných dřevin nebo v porostech spadajících do kategorie D (geneticky a hospodářsky nevhodné porosty).

K základním předpokladům pro úspěch přirozené obnovy vybraného porostu patří:

- Semenný rok
- Počet semenných stromů a jejich rozmístění
- Stav půdy a klimatické podmínky (Vacek et al., 1995)

3.4.3 Přirozená obnova buku lesního

Přirozenou obnovu buku lze uskutečnit téměř na všech SLT (soubor lesních typů) v rámci jeho rozšíření. Přirozená obnova buku je založena především na clonné seči a vzhledem ke schopnosti této dřeviny snášet zástin, je mimořádně vhodný pro růst pod mateřským porostem. Dle podmínek prostředí jej lze úspěšně obnovovat jak maloplošným, tak velkoplošným způsobem. Převážně násečný způsob je používán na exponovaných stanovištích, v extrémních souborech se přistupuje k účelovému výběru. Při obnově bukových porostů je nutné dbát zásady, že porosty mají být pro tento způsob obnovy systematicky a dlouhodobě vychovávány a to již od prvních výchovných zásahů.

Buk je na příznivých stanovištích velmi vitální, se snahou potlačovat konkurenční dřeviny a vytvářet druhově čisté porosty. Růst jedinců pod mateřským porostem je nejvíce ovlivňován zápojem porostu, nadmořskou výškou a typem vegetačního krytu (Vacek, 2000). Zcela zásadní pro přirozenou obnovu je rozptyl semen. Přenos semen probíhá za pomoci větru, vody, zvěře nebo aktivním vystřelením z rostliny. Vzdálenost rozptylu semen většinou vyplývá z jeho morfologických vlastností (váha, velikost). Vzhledem k velké váze bukovic nedochází k širokému rozptylu bukovic a vzdálenost od mateřského stromu se pohybuje v řádu desítek metrů (Karlsson, 2000). I přesto, že bukvice se rozšiřují především opadem,

velmi důležitou roli hrají drobní a jiná zvěř, která se bukvicemi živí (Sagnard et al., 2007).

Zásadní vliv na množství vyklíčených semenáčků má stav substrátu. Jako nejlepší se ukázal být substrát z bukového humusu, kde bylo dosaženo klíčivosti na úrovni 55 %, naopak na substrátu z bukové opadanky klesla klíčivost na 18 %. Počet životaschopných semenáčků je dále závislý na věku, čím vyšší je věk náletu, tím je užší jeho mortalita (Saniga, 1994).

Faktory podtrhující a podmiňující důležitost přirozené obnovy buku jsou především nedostatek a cena kvalitního sadebního materiálu, útlak buření, okus a ohryz zvěří a také obtížná kultivace buku na holosečích (Šindelář, 2000).

3.4.4 Příprava porostů k přirozené obnově

Pro úspěch přirozené obnovy je nutné, aby porosty vyhovující z hlediska druhového složení, dědičných vlastností a stanovištních poměrů byly řádně připraveny. Čím včasněji a cílevědoměji příprava porostů začíná, tím je větší pravděpodobnost úspěchu. Do přípravy porostů před přirozenou obnovou patří především:

- Účelné zásahy v předmýtních porostech
- Členění porostů
- Příprava půdy (Ammer et al., 2012)

Výchovnými sečemi provádíme výběr, který ovlivňuje složení, strukturu a kvalitu porostů. Je žádoucí, aby výchovné seče byly prováděny s ohledem na úpravu druhové skladby, porostního stavu, odolnosti a kvality porostu. Úpravou druhové skladby se zajistí dostatečné množství dřevin, které budou zmlazovány. Úprava druhové skladby může započít již v pročistkách způsobem pozitivním či negativním a dále pokračovat v probírkách, kde se pozitivním výběrem zajistí dostatečný rozvoj všech nadějných jednotlivců.

Rozčlenění porostů je stejně důležité jako druhová úprava porostů (Barna, 2004). Vhodným rozčleněním porostů zajistíme porost proti nepříznivým klimatickým činitelům i možnost efektivního vyklíčení dřev ze všech stanovišť

v porostu. Rozčleňování porostů závisí v daných podmínkách na hlediscích pěstebních, ochranných a také dopravně-technických.

Přípravou půdy se zlepšují vlastnosti půdního povrchu v obnovovaném porostu za účelem vyklíčení semen a ujmoutí se náletu. Vlastnosti půdního povrchu mohou být upraveny biologickou, mechanickou, chemickou cestou či kombinací jednotlivých metod.

Biologická příprava půdy je velmi často opomíjena, podceňována a někdy není za přípravu ani považována. Přitom je to velice levný, nenáročný a přírodě blízký způsob vycházející ze snížení zakmenění v plně zapojených porostech, čímž se docílí zvýšení přístupu světla, srážek a tepla k půdnímu povrchu, díky čemuž dochází k rychlejší humifikaci svrchních vrstev půdy (Barna, Dobrovič, 2010). Tímto dojde ke zlepšení mikroklimatických podmínek a to velmi výrazným způsobem. Nelehkým úkolem je správně vystihnout rozsah přípravných prosvětlovacích sečí, které pustí do porostu dostatečné světlo pro ideální růst buku, ale zároveň neumožní nechtěný rozvoj buřeně. Na kyselých stanovištích se zakmenění běžně snižuje na hodnotu 0.7 až 0.8, na stanovištích živných na hodnotu 0.8 až 0.9.

Mechanická příprava půdy je založena na úpravě fyzikálních poměrů povrchu půdy. Půda se nejčastěji připravuje celoplošně, v pruzích nebo pomístně různými mechanizačními prostředky, výjimečně pak ručně. Mechanická příprava musí respektovat a vycházet z porostních a stanovištních poměrů, vývojové fáze povrchu a brát ohled na dřeviny, jejichž obnova je na daném stanovišti plánována (Coll et al., 2003).

Chemická příprava půdy je vychází z používání herbicidů, určených k tlumení a likvidaci buřeně a dalších chemických látek. Často bývá součástí chemické přípravy i hnojení nebo vápnění. Chemické látky jsou aplikovány zpravidla celoplošně za použití mechanizačních prostředků, jako jsou rozmetadla nebo postřikovače (Kantor, 2001).

3.4.5 Klady a zápory přirozené obnovy

Přirozenou obnova lesa vzniká nový porost samovolně, bez ovlivňování člověkem. Je zajišťována výmladností nebo semennou obnovou. Porosty vzniklé výmladností většinou nedosahují kvalit porostů vzniklých generativně a také se dožívají výrazně nižšího věku. Naproti tomu porosty vzniklé uměle, tedy přímou lidskou činností, dosahují zejména pravidelného rozmístění jednotlivých dřevin v porostu. Ovšem obě metody mají jak své kladné, tak i záporné stránky (Korpel et al., 1991).

Klady:

- Zachování místních dřevin, které jsou zpravidla odolnější proti negativním vlivům biotických i abiotických činitelů a mají vyšší odolnost i vůči imisím
- Nízké náklady na obnovu
- Nálet se uchytí a odrůstá na místech pro něj nejpříznivějších
- Samovolný průběh procesu výběru nejsilnějších jedinců do horních pater porostu
- Vysoký počáteční počet jedinců umožňující použití přísných kritérií na selekci v průběhu celé výchovy
- Nedochozí k poškozování a deformacím kořenového systému
- Přírodě blízká forma obnovy

Zápory:

- Závislost na výskytu semenných roků, s tím spojená značná nepravidelnost a omezené plánování využití
- Nelze pracovat s druhovou a prostorovou skladbou, vždy pouze složení jako mateřský porost
- Vyšší náklady na výchovné zásahy v nepravidelně zmlazených porostech oproti uměle založeným porostům
- Obtížně proveditelné zlepšení genofondu následných porostů
- Technologicky náročnější těžba z důvodu nepravidelného uspořádání jednotlivých stromů (Kantor, 2001)

Přirozená obnova je výhodnější zejména z důvodu nižších celkových nákladů na obnovu porostu, je to přírodě bližší přístup ale má i své nevýhody, mezi které patří především nízká míra jistoty, že dojde ke zmlazení a náhodné prostorové uspořádání porostů, které vede ke zvýšení nákladů na péči a těžbu. Je tedy na každém lesním hospodáři, kterou z metod obnovy lesa zvolí.

3.4.6 Clonná seč

Při hospodářském způsobu podrostrním probíhá obnova porostu pod clonou porostu mateřského, z toho důvodu se hovoří o clonné obnově nebo o clonné seči. Pro buk představuje clonná obnova základní hospodářský způsob, při kterém je postupně těžen mateřský porost, čímž je snižován zápoj a jsou vytvářeny vhodné stanovištní podmínky pro ujímání a odrůstání náletu (Saniga, 1994).

Koncem 18. století stanovil a později rozšířil pravidla pro obnovu lesních porostů německý lesník G. L. Hartig. V polovině 19. století tyto pravidla rozšířil a upřesnil další lesník K. J. Heyer. Dnes je tedy tento způsob obnovy znám jako Hartig-Heyerova velkoplošná clonná seč. Ta je dělena na seč: přípravnou, semennou, prosvětlovací a domýtnou.

Základní výhodou clonné obnovy je vznik následného porostu v přirozených ekologických podmínkách, ochrana porostu proti mrazu, ochrana proti ztrátě vody, ochrana proti suchu, buření nebo biotickými škůdci (Agestam et al., 2003). Při nesprávném obnovním postupu nebo nedodržování pravidel semenných roků se stává, že se na nově uvolněných plochách objeví nežádoucí dřeviny s větším doletem semen, které je následně z porostu odstranit (Barna, 2008).

Nejlépe probíhá přirozená obnova v porostech se zakmeněním 0,5 až 0,7, kde dochází ke zmlazení okolo 70 000 ks.ha⁻¹. Nejhuře probíhá na maloplošných holosečích, kde se buk zmlazuje v počtu okolo 7 000 ks.ha⁻¹. Oproti tomu bývá největší počet jednoletých semenáčků v nejhustších porostech a to z důvodu největšího počtu semenících stromů. Starší semenáčky ovšem vyžadují více světla a tak jejich počet roste v porostech s menším zápojem (Clark et al., 1998).

3.5 Charakteristika zájmového území Voděradské bučiny

3.5.1 Základní údaje

Voděradské bučiny jako národní přírodní rezervace byla vyhlášena v roce 1955 a hlavní důvod jejího vyhlášení byla celková ochrana rozsáhlého komplexu starších bukových porostů s jejich původní vegetací, smíšených porostů s přirozenou skladbou a samozřejmě geomorfologické jevy, které zde vznikaly na začátku čtvrtohor.

Autochtonní populace v tomto území se staly podnětem pro vytvoření nadregionálního biocentra, zařazeného v územním systému ekologické stability. Nedílnou součástí je i fakt, že je to jedna z nejvýznamnějších genových základů buku v České republice.

Národní přírodní rezervace Voděradské bučiny patří do rozsáhlého komplexu lesních porostů okolo Jevanského potoka a to jak na pravém břehu, tak částečně i na břehu levém. Konkrétní polohou se rozkládá mezi obcemi Struhařov, Louňovice, Černé Voděrady, Jevany a Vyžlovka a zeměpisnou polohu určují souřadnice 14°48' vzd a 49°58' szš. Celková rozloha je 658,03 ha, s nejnižší nadmořskou výškou na úrovni Jevanského potoka 345 m.n.m. a nejvyšším bodem na vrcholu Kobyla s výškou 501 m.n.n. Rezervaci vede silnice třetí třídy z obce Jevany do obce Struhařov a celou ji protíná síť různých víceúčelových lesních cest, cestiček a rozdělovacích linek (Plán péče, 2010).

3.5.2 Geologické poměry

Národní přírodní rezervace leží v území Mnichovické pahorkatiny a je součástí Jevanské plošiny. Celá oblast zahrnuje návrší s nepřilíh významným hřebenem a pahorky mezi údolími Jevanského a Zvánovického potoka, přibližně po jihozápadní hranici rezervace vede jejich rozvodí. Strmější severovýchodní svahy nad Jevanským potokem jsou členitého charakteru a dělí údolí bezejmenných přítoků Jevanského potoka. Oproti tomu vnější svahy Voděradských bučin jsou méně členité a mírnější, rozdělené malými údolími přítoků Zvánovického potoka. V podloží této oblasti jsou říčanské žuly, které jsou prostřídány aplitickými žulami. Nejvíce převažují žuly s porfyrickou strukturou s vyrostlicemi ortoklasu v základní hrubo až středně zrnité šedé hmotě a dále aplitická žula s jemnou až střední zrnitostí bez vyrostlic.

Poměrnou část území překrývají sprašové hlíny a spraše. Nepatrně do celkové geologické skladby v území u Černých Voděrad zasahuje i břidlice metamorfovaného voděradsko-zvánovického ostrova a permokarbonské arkózy, které jsou překryté vrstvou sprašových hlín a spraše. Z těchto pokryvů vystupuje na pahorcích a návrších centrální a jihovýchodní částí území žula. Jihozápadní část území svahy údolí překrývají sprašové hlíny a spraše, kdy v úzkých potočních nivách se vyskytují aluviální sedimenty. Podle reliéfu a podkladu v celém území převažuje oligotrofní až mezotrofní lesní půda s malým obsahem půdního humusu. V menší míře nalezneme na území půdy oglejené, pozolované a nevyvinuté, ty zejména na skalnatých kamenitých svazích a mladých náplavech potočních niv. Pro celé území jsou periglaciální jevy celkem typické. Hlavní zvláštností stoprocentních bukových porostů je hromadění vrstvy surového humusu, humifikace odpadu v těchto porostech je ovlivněná výchozí strukturou porostu, sušším klimatem a mikroklimatem v převážně anaerobních podmínkách a následnou degradací půdy (Plán péče, 2010).

3.5.3 Fauna

V národní přírodní rezervaci se vyskytuje celá řada jedinců, kteří jsou vázání na zachovalé listnaté a smíšené porosty ve středních polohách, zároveň i jedinci z podhorských oblastí a celá řada teplomilných druhů světlých doubrav. Ze skladby edafonu se předpokládá, že Voděradské bučiny mohly být nejzápadnějším členem migračního proudu buku od východu Karpat.

Z Červeného seznamu bylo zjištěno 30 druhů brouků, rovněž i severské typy hmyzeček, roztočů a chvostoskoků. V půdním edafonu Voděradských bučin byly zjištěny glaciální relikty v inverzních polohách, jeden endemit a byl zde popsán druh nového rodu *Jevania fageticola*. Zároveň zde byly zaznamenány druhy hercynské, alpské a tundrové, z čehož se usuzuje, že se v půdním edafonu odráží územní vývoj od doby ledové (Farkač et al., 2005). Z chvostoskoků je pro vědecký výzkum odsud popsán nový druh *Mesaphora jevanica*, dále zde byl nalezen nový druh roztočů pancířky z rodu *Opiella*. V menších potocích se vyskytuje chrostík *Synagapetus moselyi*, který byl původně známý jen z této lokality (Ložek et al., 2005). Měkkýše v této oblasti zastupují ohrožené druhy sklovatka rudá, *Daudebardia rufa*, a vrkoč,

Vertigo substriata (Rousek Vzácne druhy lesních motýlů zastupují ve Voděradských bučinách srpokřídlecovití motýli (*Drepana curvatula*, *Sabra harpagula*), hřbetozubci (*Drymonia querna*, *Ptilodontela cucullina*) a přástevníci (*Lithosia quadra*, *Parasemia plantaginis*, *Callimorpha dominula*) (Vrabec, 1996).

Rovněž se jedná o velmi významnou lokalitu z hlediska výskytu brouků. Je to bohatá lokalita s rozsáhlým spektrem druhů, do kterého spadají i vzácné a ohrožené druhy. Pro příklad evropský významný druh *Cucujus cinnaberinus* se ještě v nedávné době vyskytoval pouze na pár lokalitách, kde měl dostatek odumřelé dřevní hmoty v určité fázi rozkladu. Zajímavým se dále může zdát výskyt deseti druhů čeledi *Melandryidae* a tří druhů čeledi *Eucnemidae*. Převážná část druhů z těchto dvou čeledí je považována za hlavní indikátory přírodně zachovalých bohatých lesních biotopů a výskyt velkého počtu druhů z těchto dvou čeledí jasně dokazuje význam celé oblasti v rámci regionu.

Jako velmi významné se jeví zachování zbylých částí světlých doubrav a dubohabřin, zajišťujících vysokou biodevirzitu. Z dochovaných historických informací vyplývá, že porosty byly obhospodařovány jako pařeziny. Tento způsob hospodaření by bylo více než vhodné obnovit pro udržení charakteru světlých porostů. Na této lokalitě dochází k výskytu vzácných a ohrožených druhů brouků např. *Agrilus olivicolor*, *Anisoxya fuscula*, *Anoplodera sexguttata*, *Grammoptera abdominalis*, *Drapetes mordelloides*, *Anisarhron barbipes*, *Ropalopus femoratus*. Citlivé a nejvíce náročné druhy v posledních letech už evidovány nebyly. Tento stav je dáván do souvislosti s velmi malým podílem odumřelých a odumírajících stromů, od čehož se odvíjí velmi malý výskyt dřevožijných hub (Holec, 2007).

V roce 2007 bylo zaznamáno osm druhů makromycet z Červeného seznamu, například závojenka naběhlá, helmovka dvojvonná či holubinka hnědofialová, z minulosti je známa velmi vzácná kornatcovitá houba parohovka žertovná nebo na jedli vázaná bondarceвка horská a lesklokorka jehličnanová.

Obojživelníky v této lokalitě reprezentují čolek horský, čolek obecný, rosnička zelená, skokan hnědý. K charakteristickým druhům ptáku na této lokalitě patří například budníček lesní, lejsek bělokrký, datel černý, holub doupňák, včelojed lesní, jestřáb lesní, čáp černý, výr velký a krkavec velký, kteří zde hnízdí. Výskyt lejska malého, který je na bučiny vázán, je velmi nepravidelný (Ložek et al., 2005).

3.5.4 Flora

Celé území NPR Voděradské bučiny patří do oblasti mezofytika, fytogeografického okresu 64. Říčanská plošina, do které spadá podokres Jevanská plošina.

Historické záznamy udávají velký počet významných druhů rostlin, vyskytujících se na dané lokalitě, které se do současnosti bohužel nedochovali a to zejména zimozelen okoličnatý, strdivka jednokvětá, sasanka lesní, přeslička obrovská, ostřice Davallova. Z chráněných druhů rostlin jsou to v současnosti především upolín nejvyšší, hvozdík pyšný, bledule jarní, kruštík širokolistý, vstavač nachový, prha arnika, rosnatka okrouhlolistá i keřovitý lýkovec jedovatý a další. Pro národní přírodní rezervaci Voděradské bučiny jsou charakteristické kyčelnice cibulkonosná, kyčelnice devítilistá a věsenka nachová.

Celé chráněné území se rozkládá na rozhraní bučin a doubrav. Na severním úbočí rostou buky, které v rezervaci zabírají největší plochu. Více jak stoleté bukové porosty se vyskytují zejména ve východní části rezervace a pokračují až na vrchol hřbetu, který prochází NPR od jihozápadu k severovýchodu, kdy se následně jeho svahy klesají k Jevanskému potoku. Na severních úvalech a úbočích u menších přítoků se velmi často vyskytuje i větší zastoupení jedle. Zastoupení smrku se v rezervaci vyskytuje pouze v mrazových kotlinách a na dnech údolí (Plán péče, 2010).

3.5.5 Cíl ochrany

Cíle ochrany jsou rozdělovány dle skladby jednotlivých porostů a jejich struktury na dva základní typy, kdy v území, kde staré porosty s přírodě blízkou druhovou skladbou a strukturou převažují a cílem je ponechat je samovolnému vývoji hned nebo v blízké době. V porostech s lesní skladbou nebo strukturou, která byla v minulosti porušena, je hlavním cílem dosáhnout blízkého stavu druhové i prostorové skladby dochovaných přirozených porostů.

Z toho vyplývá, že hlavním dlouhodobým cílem ochrany národní přírodní rezervace Voděradské bučiny je ponechání větší části lesních porostů přirozenému samovolnému vývoji. Na zbylých plochách budou využívány takové zásahy, které ovlivní zvýšení biodiverzity celého území a dovolí spojit zájmy ochrany přírody

s vědeckými, výzkumnými a výukovými záměry České zemědělské univerzity v Praze (Plán péče, 2010).

3.5.6 Myslivost

V minulosti byla situace v Národní přírodní rezervaci Voděradské bučiny negativně ovlivněna vyššími stavy zvěře. Největším limitujícím faktorem je zvěř černá, jejíž stav měl nejzávažnější dopad na zmlazení dubu. Zmlazení jedle a jiných vtroušených a méně zastoupených dřevin ovlivnila nejvíce zvěř srnčí a mufloní a zcela tak znemožnila odrůstání přirozené obnovy (Plán péče, 2010). Celá tato situace značně ovlivňuje i budoucí hospodaření a přirozená obnova se tím významně prodražuje, proto je více než nutné zvěři zamezit přístup do těch částí porostů, kde je počítáno s přirozenou obnovou a opatřit plochy oplocením. Variantou může být oplocení celých dílců a to hlavně v místech s očekávanou vysokou úrodou žaludů a následného očekávaného zmlazení. Při monitorování oplocených ploch, je nutné zábrany proti zvěři pečlivě kontrolovat. V případě hodnocení tlaku zvěře je nutné využívat kontrolní oplocenku, kterou prokážeme potenciál přirozené obnovy na daném území.

Právo myslivosti v zájmovém území NPR Voděradské bučiny vykonává Školní lesní podnik Kostelec nad Černými lesy, díky jehož činnosti se předpokládá pozitivní snižování stavu zvěře (Školní lesní podnik ČZU).

3.5.7 Rekreace a volný čas

V závislosti na velmi jednoduché dopravní dostupnosti a blízkosti od hlavního města Prahy a na žádané rekreační lokalitě Jevany a Vyžlovka, je NPR Voděradské bučiny, významně ovlivněna nevhodným chováním návštěvníků. Celá oblast je protkaná sítí cyklistických tras (číslo 1, 0023, 0024, 0031 a 0085) a samozřejmě turistických stezek, které přirozeně navazují na Naučnou stezku Voděradské bučiny, která je 6,5 km dlouhá a obsahuje 18 informačních tabulí a zastávek, dále stezku krajem Josefa Lady, lesní stezku Penčický okruh a cestu Kocoura Mikeše. V rámci těchto stezek a naučných cest byly vybudovány i odpočinkové zóny a altánky. Pohyb veřejnosti je bohužel nekontrolovatelný, a proto na stezkách i mimo ně zaznamenáváme cyklisty, jezdce na koních, čtyřkolkách nebo

motocyklech. Tato zakázaná činnost v přírodní rezervaci vede k velkému poškozování půdního krytu, zmlazení nebo porostu samotného (Cernevoderady.cz).

Celou lokalitu NPR Voděradské bučiny sužuje velké množství odhozených PET lahví, odpadků či nedopalků, které by mohly zavinit ještě horší následky. Zákon o odpadech určuje zodpovědným za likvidaci odpadků vlastníka pozemku. Lesy, které jsou na území národních přírodních rezervací, jsou z velké části ve vlastnictví státu, tudíž likvidaci odpadků a černých skládek provádí uživatel pozemku, tedy Školní lesní podnik ČZU v Praze. Úklid je prováděn každoročně v rámci praxe studenty 1. ročníku Lesnické fakulty. Průměrné množství odpadu, který je v NPR sesbírán se pohybuje okolo pěti tun, nejvíce je klasický komunální odpad, kteří zde zanechali návštěvníci lesa nebo uživatelé blízkých rekreačních objektů (Šlp.cz).

3.5.8 Správní poměry

Celé území NPR Voděradské bučiny se nachází v lese zvláštního určení, kategorie 31c (na území národních parků a národních přírodních rezervací) a zároveň se překrývá s kategorií 32d (sloužící lesnickému výzkumu a lesnické výuce). Plánovací dokumenty navazujícími na platný plán péče jsou lesní hospodářský plán ŠLP Kostelec nad Černými lesy 2001–2010 a lesní hospodářský plán ŠLP Kostelec nad Černými lesy 2011–2020. Údaje o lesnické typologii byly převzaty z platného OPRL, které byly vypracovány Ústavem pro hospodářskou úpravu lesů v Brandýse nad Labem (Plán péče, 2010).

3.5.9 Klimatické poměry

Území NPR Voděradské bučiny patří dle atlasu podnebí do oblasti mírně teplé, mírně vlhké, pahorkatinné až vrchovinné s roční průměrnou teplotou 7 – 8° C (IV – XI 13 – 14° C) a s ročním úhrnem srážek 600 – 650 mm, kdy délka vegetační doby je v rozmezí 150 až 160 dní. Dle lokality je klimatická a srážkoměrná stanice Říčany v nadmořské výšce 401 m.n.m. ve vzdálenosti 10 km severozápadně. Průměrná roční teplota je 7,8°C, v období duben až září 14,0°C. Roční úhrn srážek 623 mm, v období duben – září 415 mm. Délka vegetační doby s průměrnou teplotou 10° C a více je 158 dní, začátek 30.4. a konec 4.10.

Tyto konkrétní charakteristické podmínky určují jednoznačný ráz makroklimatu, ovšem díky účasti členitého terénu dochází k místním odchylkám,

kteřou může být například inverze ve vegetačních pásmech na dnech hlubokých údolí (Chmi.cz).

3.5.10 Historie

Na Černokostelecku byly v období od prvních zmínek osídlení až po třicetiletou válku nalezeny jen sporné pozůstatky povízké kultury z doby bronzové. S postupem kolonizace probíhá současně i odlesňování, trvající až do 15 století, kdy již byly založeny všechny zdejší osady. První zmínky o obci Voděrady pocházejí z historických pramenů již z roku 1088 a v roce 1445 se objevují první zmínky o působnosti prvního lesníka. V období od prvních historických záznamů do poloviny 17. století vystřídala oblast dnešní NPR nespočet vlastníků. V tomto období byl pro feudály les daleko cennější jako honitba, než jako zdroj dřevní hmoty (Rakušan 1974). Dřeva bylo stále dostatek a tak nebylo nijak výrazně ceněno a to i přesto, že v jiných částech země se již začínal projevovat jeho nedostatek. Nedostatek byl způsoben především nedokonalou dopravní sítí, jež nedovolovala přepravu dřeva na větší vzdálenosti. Příkladem je doprava dřeva do stříbrných dolů v Kutné Hoře až z Krkonoš, přestože Kostecko je vzdáleno vzdušnou čarou pouhých 30 km. S příchodem třicetileté války dochází k rapidnímu poklesu počtu obyvatelstva a s tím spojený pokles poptávky po dřevě. Hospodářská činnost celé země ochabla a dříve zemědělskou půdu začal zabírat les.

Způsob dnešního hospodaření lze do jisté míry spatřovat v nejstarších dochovaných hospodářských plánech. Počátkem 18. století docházelo k velkoplošné obnově buku a jedle jiným než holosečným způsobem. V porostech, kde druhové složení neumožňovalo obnovu výmladností, byly k obnově využívány výstavky. Od poloviny 18. století převažuje clonná seč, často kombinovaná s ponecháváním výstavků. Velmi častým nešvarem byla nadměrná těžba nejlepšího dřeva v prostu. Koncem 18. století se nachází v oblasti Voděradských bučin pouze jedna třetina rozlohy silného dříví a to pouze měkkého (Šrámek, 1983).

Od roku 1871, kdy se lesů ujal Alois I. Josef kníže Liechtenstein, dochází k výraznému zlepšení stavu porostů a to tím, že kníže nechal zreorganizovat jejich správu a svěřil je do rukou odborníků. Na přelomu 18. a 19. století dochází k prvním pokusům o umělou obnovu a vznikají i první lesní školky. Nejvýraznější osobou, která zcela přetvořila chápání lesa a jeho obhospodařování byl Václav Eliáš Lenhart,

první český lesnický spisovatel a dohlížitel nad všemi statky rodu Liechtenstejnů. Nejdůležitějším činem bylo zavedení systému a pořádku do lesního hospodářství.

Od poloviny 19. století je zaváděna takzvaná trojseč, kdy je nejprve provedena tmavá seč, uvolňovací seč a za další čtyři roky je porost zcela domýcen. K nejsilnějším těžebním zásahům na území dnešní rezervace docházelo právě v polovině 19. století.

Zásadním mezníkem ve vývoji porostů na území dnešní NPR je rok 1848, kdy bylo zavedeno velkoplošné hospodaření a následná umělá obnova smrku. Domácí osivo však nestačilo pokrýt potřebu obnovy, a muselo tak být dokupováno, bohužel i z nevhodných proveniencí.

V roce 1935 byly lesy předány do správy vysoké školy a upustilo se od holosečného způsobu hospodaření. Obnova se začala realizovat okrajovou clonnou sečí s podílem přirozené obnovy. V moderní historii se angažoval v rezervaci významným způsobem profesor Poleno. Roku 1955 byly lesy vyhlášeny národní přírodní rezervací (Bílek, Remeš, 2006).

3.5.11 Vývoj lesnického hospodaření

Lesní hospodářství ovlivňuje činnost člověka, což dokazují záznamy z dávné minulosti. První údaje sahají do 17. století. Z informací, které byly dochovány, je patrné, že v průběhu 17. a 18. století došlo v oblasti k velké devastaci a změně druhového složení celého porostu. V rámci monarchie byly veškeré velkoplošné holoseče zalesňovány smrkem. Jedle, jako velmi žádaný stavební artikl, byla vytěžena a to především z důvodu absence hlavních zásad lesnického hospodaření a lesnické legislativy. Neexistovala pravidla na velikost holoseče, povinnost zalesňovat apod., těžby byly prováděny nájemníky pozemků a ti nebyli nuceni pozemek dávat do původního stavu. Po roce 1970 začalo docházet k nápravě celé kritické situace a začalo probíhat rozsáhlé velkoplošné zalesňování holin a ředin a to zejména způsobem síše. Vyséval se dub, borovice, bříza a clonně se začal obnovovat i buk. Clonné síše obnovovaných porostů byly především bukové, kterému se dávala přednost před jedlí, která byla z nárůstu odstraňována. Na rozsáhlých plochách byly založeny pařeziny. V lesích zvláštního chráněného území bylo zavedeno plánované hospodaření až po roce 1802, kdy byly vydány „Lichtenštejnské lesní instrukce“. Dle těchto instrukcí byly v západní části území vyčleněny rozsáhlé pařeziny se

čtyřicetiletým obmýtím, které byly později převedeny plánovaně na les sdružený a předrženy na nepravou kmenovinu. Rok 1848 znamenal pro lesní hospodářství zvýšení intenzity, kdy došlo k zavedení velkoplošného hospodaření na rozsáhlých plochách. Došlo k masivnímu úbytku jedlových porostů a plochy byly nahrazovány smrkovými. Tato zásadní změna se odrazila i na názvech místních obcí, např. Kostelec nad Černými lesy, Černé Voděrady, apod. Přelom 19. a 20. století byl zásadním mezníkem ve způsobu hospodaření. Začala se podporovat clonná obnova, obnovní těžby byly řešeny úzkými holosečemi, kdy na obnovovaných plochách byly ponechány pouze výstavky a zakládaly se jehličnaté porosty s příměsí listnatých. Za zmínku stojí, že se smrkové porosty nevyhnuly mniškové kalamitě, která postihla lesy v Dolním Posázaví. Proto většina 80-ti a 90-ti letých jehličnatých porostů, které byly uměle založeny, vznikly při zalesňování holin způsobených kalamitou. Část porostů na jižní straně NPR Voděradské bučiny má rovněž tento původ (Bílek, Remeš, 2006).

3.5.12 Změna dřevinné skladby vlivem hospodaření

Od 16. století po současnost se událo v NPR mnoho změn, vystřídal se spousta lesníků, způsobů obnovy, preferovaných hospodářských způsobů ale zejména se výrazně změnila dřevinná skladba. K původním dřevinám NPR patří smrk a borovice. Důležitou dřevinou byla také jedle, která ale kvůli pomalému růstu a vyšší citlivosti byla méně oblíbená a v průběhu obnovních sečí přednostně odebírána, což upřednostňovalo buk. Na zastoupení dřevin měly také vliv větrné kalamity v první polovině 18. století. Nejvýznamnější dřevinou NPR je pochopitelně buk, tvořící čisté nesmíšené porosty zejména na kyselém podloží. V tmavých sečích docházelo k úspěšnému zmlazování a umělá obnova přicházela na řadu jen výjimečně (Bílek, Remeš, 2006).

3.5.13 Současný stav porostů

Hospodářská činnost v minulosti velmi výrazně ovlivnila současnou podobu porostů v NPR. Současné druhové složení je výrazně odlišné od predikovaného přirozeného stavu. Zcela rapidní je zejména pokles zastoupení jedle bělokoré a masivní nárůst smrku ztepilého. Dále došlo i ke změně v prostorové a věkové

strukturu porostů, z velké části převažují porosty stejnověké, nesmíšené s jednoduchou prostorovou strukturou a vertikální výstavbou (Langová, 2006). Jádrem rezervace tvoří nesmíšené jednoetážové bukové porosty vzniklé clonnou sečí na počátku 19. století. V současnosti dosahují hranice fyziologického dožívání a začínají se částečně rozpadat. Z hlediska dynamiky lze tyto porosty zařadit na pomezí fáze optima a rozpadu (uvažovaný vývojový cyklus bukového lesa 200 let). Věková vyrovnanost porostů ve fázi optima a rozpadu může představovat hrozbu v podobě plošného rozpadu porostů s chybějícími porosty ve fázi dorůstání. Převaha porostů v závěrečné fázi je zároveň v rozporu s dlouholetými poznatky o vývoji a obnově přirozených bukových porostů (Bílek, Remeš, 2006).

4. Metodika

4.1 Charakteristika trvalých zkusných ploch

Zájmová oblast se nacházela na území národní přírodní rezervace Voděradské bučiny, která spadá pod správu Chráněné krajinné oblasti Blaník.

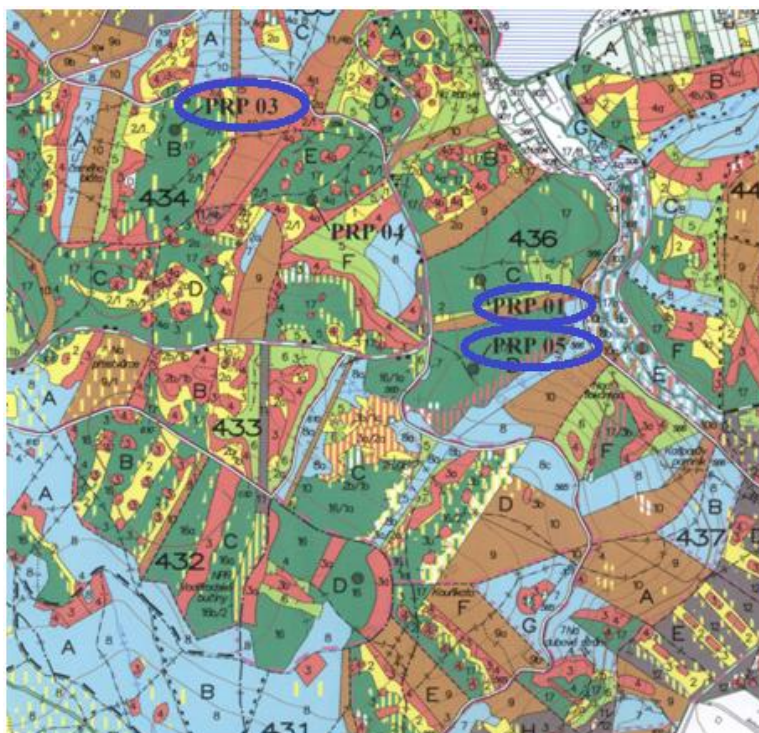
Měření probíhalo na 3 trvalých výzkumných plochách (TVP) o výměře 1 ha v NPR Voděradské bučiny. TVP byly ze stávající série ploch vybrány tak, aby reprezentovali odlišné porostní podmínky s různým stupněm zápoje. Charakteristiky jednotlivých ploch jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka č. 1: Základní porostní charakteristiky pro jednotlivé trvalé zkusné plochy (TVP) (upraveno podle Pena, 2012).

TVP	V	G	N	ρ	D	H	korunový zápoj	lesní typ	věk	nadmořská výška	expozice svahu
1	436C17	477,5	21,6	65	0,47	40,9	53,55	4B1	189	440	E-15
3	434B17	800,6	37,7	117	0,82	40	76,71	4S4	199	450	N-20
5	436D17	576	27,8	110	0,63	39,3	64,72	4K3	179	440	E-15

V-objem (m^3), G-plocha (m^2), N- počet stromů, ρ - hustota, D- průměrná tloušťka, H- průměrná výška

Obrázek č. 2: lokalizace TVP v NPR Voděradské bučiny



zdroj: plán péče 2010

4.2 Terénní práce

Terénní šetření bylo prováděno po ukončení vegetační doby během podzimu v roce 2012. Pro tuto práci byla vybrána metoda liniových transektů. Na každé z TVP byly vytyčeny dva na sebe kolmé transekty probíhající přibližně prostředkem plochy o délce 100 m. Transekty byly stabilizovány dřevěnými kolíky po 20 m. Celková délka transektů na každé TVP činila tedy 200 m. Pomocí dřevěného rámu o velikosti $1 \times 1 \text{ m}^2$ bylo na každém transektu vytyčeno 100 dílčích ploch (DP), měření na každém transektu probíhalo tedy v celé jeho délce. Na každé DP ($n = 600$) byly měřeny následující charakteristiky:

1) celková pokryvnost povrchu dílce (%)

Byla stanovena pokryvnost následujících skupin:

- stromové zmlazení
- byliny
- trávy
- kapradiny
- mechy
- odumřelé dřevo (od průměru 5 cm)
- kameny
- rozrušený půdní povrch (tzn. půda odhalená na minerální substrát)
- půda pokrytá listím
- kořeny
- ostatní

Suma jednotlivých skupin byla vždy 100 %.

2) množství a druhové složení jedinců zmlazení (ks/dílec)

Na každém dílci byl zaznamenán počet jedinců jednotlivých dřevinných druhů a byli zařazeni do výškových kategorií:

- jednoleté semenáčky
- starší jedinci ($d_{1/3} \leq 3 \text{ cm}$), silnější jedinci jsou považováni za střední etáž

3) charakteristiky dominantních jedinců buku lesního

Pro stanovení vitality a struktury semenáčků na dílci byly zaznamenány míry pěti vybraných dominantních jedinců:

- celková délka kmínku (s přesností na cm)
- přírůstek celkové délky hlavního výhonku za letošní rok (s přesností na cm)
- průměr těsně u kořenového krčku v mm
- hodnocení tvaru terminálního výhonu

Způsob větvení vypovídá o kvalitě budoucího stromu. Třídy pro hodnocení větvení hlavního vrcholu jsou:

- 1 – průběžný kmen
- 2 – dvoják
- 3 – metlovitý vzhled s velkým množstvím terminálních vrcholů

Hodnocení systému větvení celé rostliny, zařazení do 5 kategorií:

- 1 – vzpřímený
- 2 – deviace kmínku: kolenovitě zahnutý, ohnutý, skloněný, šavlovitě zahnutý
- 5 – plagiotropický růst

Za dominantní semenáčky jsou považovány ty, jež převyšují významně ostatní semenáčky a jsou vyšší než 20 cm, přičemž mohou být vyšší než 1,3 m, ale neformují jasně určenou vrstvu vegetace ve srovnání se zbytkem zmlazení.

4) vzdálenost dílce od nejbližšího stromu

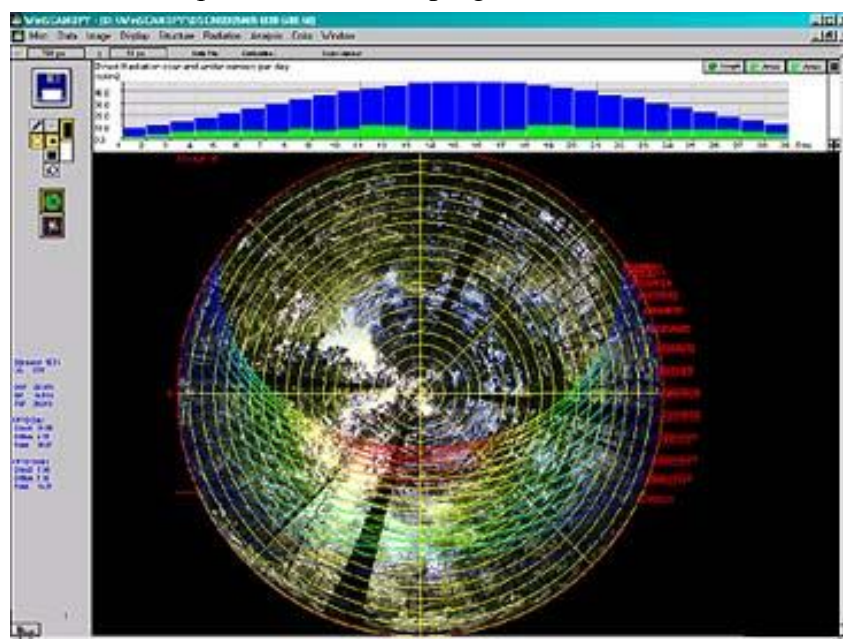
Změřena pásmem od středu dílce k patě stromu s přesností na 10 cm

V průběhu září 2012 bylo provedeno měření světlostních podmínek na sledovaných transektech. Na každém dílčím transektu o délce 100 metrů bylo pořízeno 20 fotografií pomocí techniky „fish eye“. Při technice fotografování „fish eye“ se používá extrémně širokoúhlá čočka, která horizontálně zabírá a deformuje rozsáhlý prostor před fotoaparátem. Fotografie byly pořízeny v průběhu celého dne, výška stativu byla nastavena na 1,3 m, s orientací na sever. V rámci každého transektu na kótách 2,5 m; 7,5 m; ... 92,5 m; 97,5 m byly pořízeny tři fotografie

s odlišnou clonou a dobou expozice pro následný výběr nejvhodnějšího snímku a snazší zpracování. Charakteristiky světlostního klimatu byly vždy přiřazeny k pěti DP. To znamená, že např. světelné podmínky z kóty 2,5 byly vztaženy k DP s pořadovým číslem 1 až 5.

Pomocí programu SideLook 1.1 bylo spektrum fotografie rozděleno na 4 základní barvy a výsledkem je černobílá fotka ve formátu BNP. Pomocí programu Irfanview byly fotografie převedeny na formát JPEG. Program WinSCANOPY byl použit pro samotnou analýzu digitálního obrazu prostředí na základě množství dopadajícího světla. Vytvořené výsledky byly uloženy jako textový soubor, který byl následně převeden do programu Microsoft Office Excell. Pro další zpracování byly použity 3 hlavní hodnoty: přímé sluneční záření, rozptýlené sluneční záření, celkové sluneční záření.

Obrázek č. 3: zpracování fotek v programu WinSCANOPY



zdroj: vlastní zpracování

4.3 Statistické zpracování dat

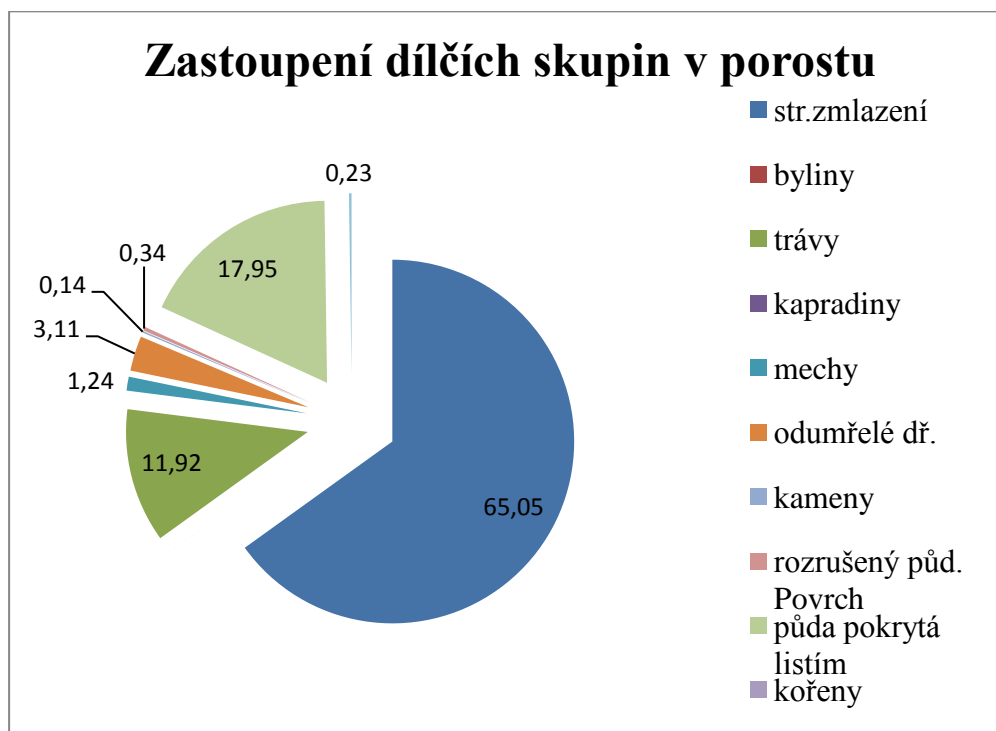
Statistické zpracování dat proběhlo v programu Statistika 10. Pro všechny získané hodnoty byl proveden test normality a následně neparametrický Kruskal-wallisův test, pro zjištění korelace mezi světlostními podmínkami a zmlazením buku byl použit Spearmanův koeficient. Obdobně se postupovalo při stanovení vztahu buku a trávy.

5. Výsledky

5.1 Trvalá zkušná plocha 1

Na trvalé zkušné ploše 1, byly naměřeny a vypočítány následující hodnoty, kdy v závorce je uváděna směrodatná odchylka: stromové zmlazení dosahuje průměrné hodnoty 63,31% na m² (38,61), trávy zaujímají plochu 13,37% (18,31), mechy 1,175% (3,61), odumřelé dřevo 3,13% (6,45) a půda pokrytá listím zabírá 18,38% (21,64). Průměrný počet jednoletých semenáčků je 1,39 (1,46), starších jedinců 7,17 (5,603). Jedinci dosahují průměrné výšky 122cm (94), letošního přírůstu 18,4cm (11,9). Průměrná tloušťka jedince je 19,2mm (13,8). Z hodnot v tabulce TVP1 vyčteme, že průměrná vzdálenost od nejbližšího stromu se pohybovala okolo 4,294m (1,15). Na této ploše se vyskytovalo 98% jedinců s hodnocením terminálního výhonu 1, dále pak 98% jedinců s hodnocením větví s hodnotou 1. Při měření světelných podmínek bylo dosaženo následujících hodnot: průměrná hodnota přímého slunečního záření 0,235 (0,123), průměrná hodnota nepřímého slunečního záření 0,177 (0,094) a celková hodnota slunečního záření v hodnotě 0,227 (0,115).

graf č. 1: Zastoupení dílčích skupin v porostu TVP 1

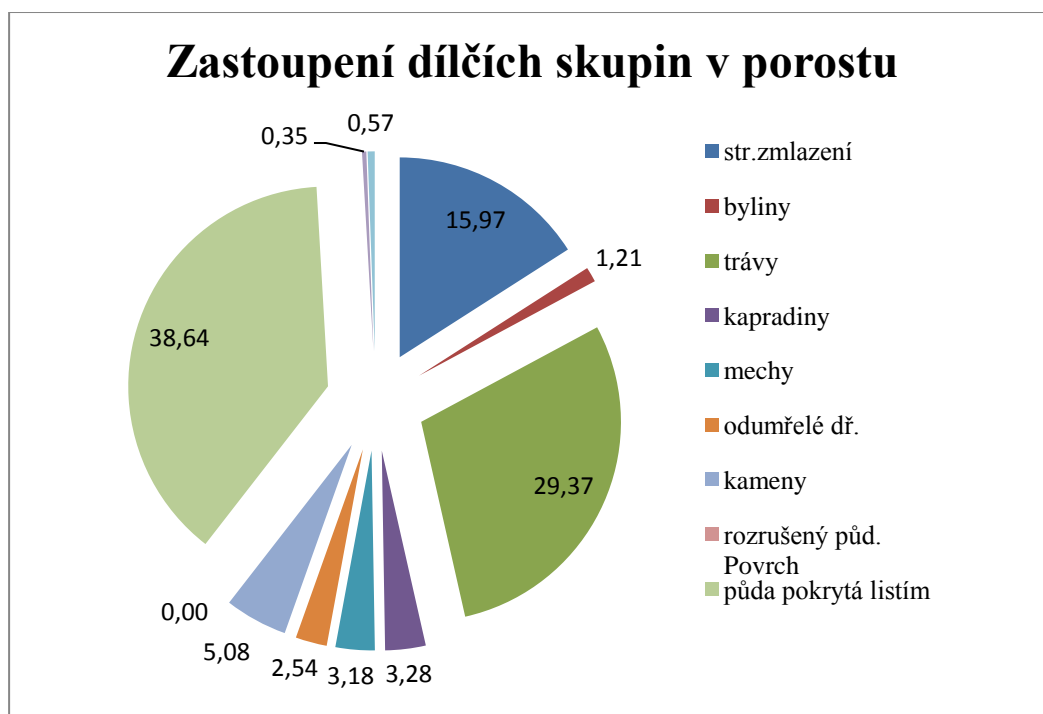


zdroj: vlastní zpracování

5.2 Trvalá zkusná plocha 3

Porost má větší stromové zmlazení než zakmenění, nicméně převládají zde trávy a velké množství spadaného listí. Na trvalé zkusné ploše 3, byly naměřeny a vypočítány následující hodnoty, kdy v závorce je uváděna směrodatná odchylka: stromové zmlazení dosahuje průměrné hodnoty 15,9% na m² (20,49), trávy zaujímají plochu 28,8% (21,75), kapradiny 3,85% (11,06), mechy 3,04% (8,26), odumřelé dřevo 2,46% (6,71) a půda pokrytá listím zabírá 39,05% (27,36). Počet jednoletých semenáčků je 2,605 (2,879), starších jedinců 1,94 (2,502). Jedinci dosahují průměrné výšky 13cm (25), letošního přírůstu 3,7cm (6,5). Průměrná tloušťka jedince je 1,8mm (3,9). Z hodnot v tabulce TVP1 vyčteme, že průměrná vzdálenost od nejbližšího stromu se pohybovala okolo 3,47m (2,05). 79% jedinců mělo průběžný kmen a 81 % jedinců bylo vzpřímených. Při měření světelných hodnot bylo dosaženo následujících hodnot: průměrná hodnota přímého slunečního záření 0,124 (0,059), průměrná hodnota nepřímého slunečního záření 0,135 (0,045) a celková hodnota slunečního záření v hodnotě 0,125 (0,055).

graf č. 2: Zastoupení dílčích skupin v porostu TVP 3

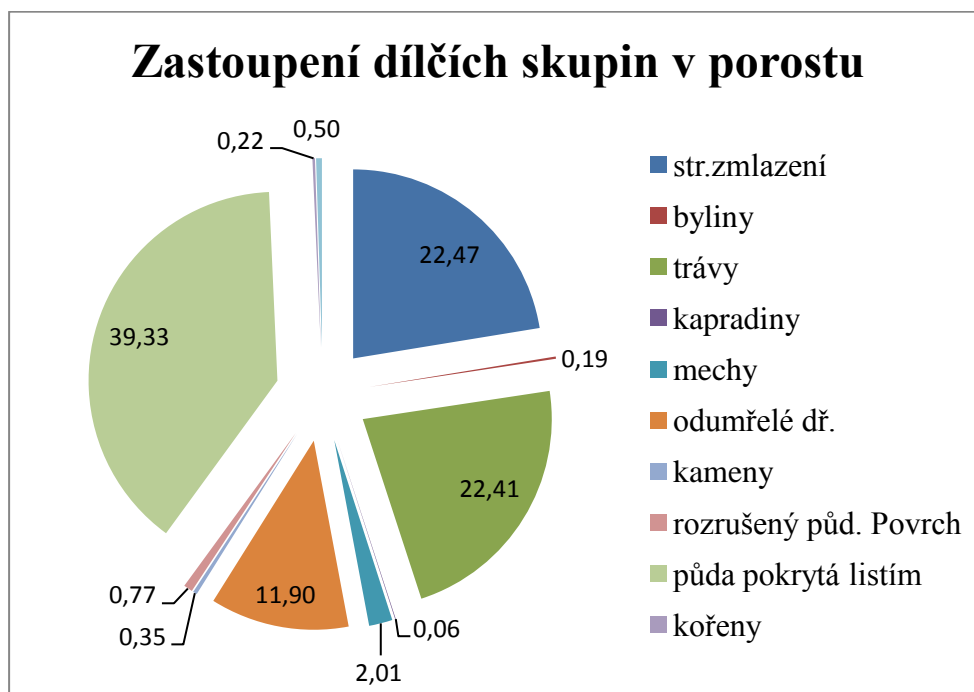


zdroj: vlastní zpracování

5.3. Trvalá zkusná plocha 5

V porostu je velký poměr spadaného listí oproti stromovému zmlazení a travám, které jsou v poměru na stejné úrovni. V průběhu sbírání dat v porostu se situace změnila, kdy se v závislosti na silných povětrnostních podmínkách jeden dospělý jedinec vyvrátil a bylo nutné v rámci měření operativně reagovat. Bylo přeměřeno 13 metrů transektu, kde ležel vyvrácený jedinec. Na trvalé zkusné ploše 5, byly naměřeny a vypočítány následující hodnoty, kdy v závorce je uváděna směrodatná odchylka: stromové zmlazení dosahuje průměrné hodnoty 22,47% na m² (32,05), byliny 0,175% (1,615), trávy zaujímají plochu 23,08% (27,75), mechy 1,875% (7,42), odumřelé dřevo 11,28 (25,18), kameny 0,325% (1,946) a půda pokrytá listím zabírá 40,31% (30,36), kořeny 0,2% (1,49). Počet jednoletých semáčků je 0,985 (1,57), starších jedinců 2,075 (2,864). Jedinci dosahují průměrné výšky 22,8cm (43,5), letošního přírůstu 4,51cm (8,18). Průměrná tloušťka jedince je 2,86mm (5,67). Z hodnot v tabulce TVP1 vyčteme, že průměrná vzdálenost od nejbližšího stromu se pohybovala okolo 4,57m (2,02). Na této ploše mělo 87% jedinců průběžný kmen a 91% jedinců mělo vzpřímený tvar celé rostliny. Při měření světelných hodnot bylo dosaženo následujících hodnot: průměrná hodnota přímého slunečního záření 0,156 (0,088), průměrná hodnota nepřímého slunečního záření 0,118 (0,055) a celková hodnota slunečního záření v hodnotě 0,151 (0,082).

graf č. 3: Zastoupení dílčích skupin v porostu TVP 5



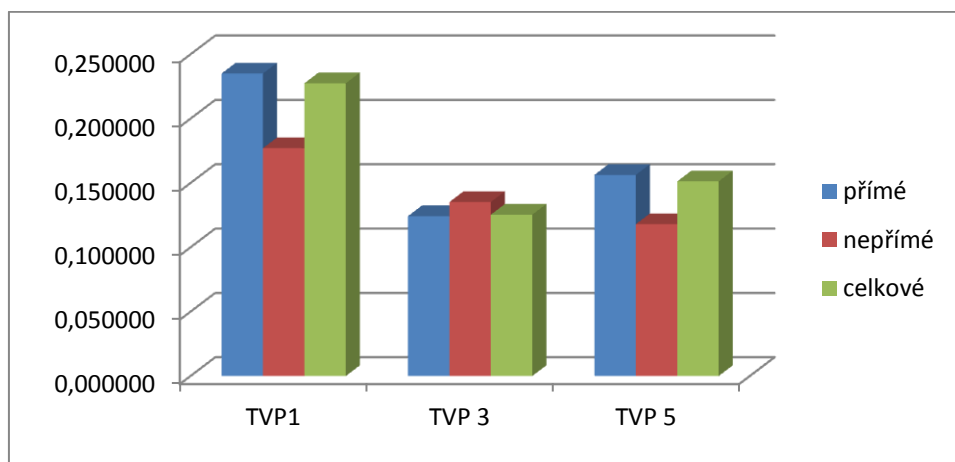
zdroj: vlastní zpracování

5.4 Porovnání jednotlivých TVP

Jednotlivé TVP se od sebe vzájemně lišily a to především v zakmenění, které dosahovalo hodnot od 0,47 do 0,82. Tato skutečnost výrazně ovlivňuje množství slunečního záření vpouštěného do porostu. Na ploše TVP, kde je zakmenění nejnižší, dochází k největšímu zmlazování. Na této ploše je téměř trojnásobný počet jedinců v porovnání s plochami TVP 3 a TVP5.

Ze získaných výsledků plyne vztah mezi světlostními podmínkami a zmlazením porostu na zkoumaných plochách. Na ploše TVP1 (nejnižší zakmenění) byly naměřeny nejvyšší hodnoty všech složek slunečního záření (přímé, nepřímé, celkové). Zejména pak lze pozorovat vztah mezi slunečním zářením přímým a zmlazením, kdy současně se vzrůstající hodnotou záření roste počet jedinců na ploše. Pro zbylé dvě hodnoty tento vztah vypořádan nebyl a dá se tedy říci, že nemají až tak zásadní vliv na nově vznikající porost. Na zbylých dvou plochách byly naměřené hodnoty záření velmi podobné.

Graf č. 4: hodnoty slunečního záření v jednotlivých TVP



Zdroj: vlastní zpracování

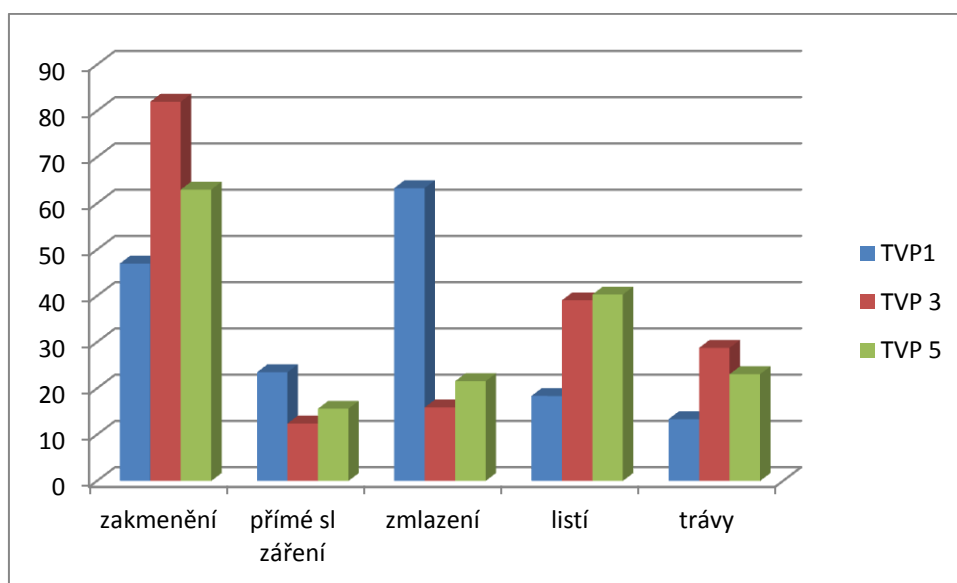
Zmlazení na plochách 3 a 5 dosahuje podobných hodnot, konkrétně 4545 a 3070 jedinců pro plochu 5. Tyto hodnoty představují zhruba poloviční množství zmlazení na ploše 1. Patrné nejsou rozdíly ani při hodnocení terminálního výhonu a hodnocení větví. Nedochozí zde k výskytu většího počtu jedinců s růstovým poškozením a všechny tři plochy jsou si velmi podobné.

Pro všechny tři TVP jsou nejvíce zastoupené skupiny stromové zmlazení, půda pokrytá travou a půda pokrytá listím, ostatní skupiny dosahují téměř

zanedbatelných hodnot. Výjimkou je pouze hodnota odumřelého dřeva na ploše 5, kde ležel v měřeném prostoru vyvrácený strom o délce 12 metrů. Na ploše TVP 1 je pokryvnost půdy trávou a listím oproti ostatním plochám poloviční, což je důsledek vysokého zmlazení.

V následujícím obrázku jsou graficky znázorněny hlavní faktory ovlivňující růstové podmínky a zmlazení bukového porostu.

Graf č. 5: souhrnné hodnoty zkusných ploch



zdroj: vlastní zpracování

Z grafu je patrná závislost stupně zakmenění a hodnotě slunečního záření na procentickém zastoupení zmlazení v porostu. Plocha TVP 1, kde je nejmenší zakmenění a dopadá nejvíce slunečního záření, vykazuje maximální zmlazení v rámci všech zkoumaných ploch. Opačně je tomu na ploše TVP 3, kde je nejhustší mateřský porost a nejméně slunečního záření dopadá na povrch půdy.

Tabulka č. 1: kvalita zmlazení

	Hodnocení term. výhonu			Hodnocení větvení		
	1	2	3	1	2	5
TVP 1	718	11	3	722	7	3
TVP 3	202	33	18	207	31	16
TVP 5	242	32	4	253	21	4

zdroj: vlastní zpracování

Tabulka č. popisuje kvalitu zmlazení na jednotlivých TVP. Jednoznačně převládají kvalitní jedinci s hodnocením terminálního výhonu i větví s hodnotou 1.

6. Diskuse

Přirozená obnova za optimálních podmínek, vyjádřených zejména kvalitou mateřského porostu a vhodného stanoviště, předčí téměř ve všech směrech obnovu umělou. V lesích přírodních je přirozená obnova naprostou samozřejmostí. Oproti obnově umělé má spoustu výhod, mezi které patří zejména cena, nenáročnost a zejména to, že se jedná o přírodní, přírodě blízký způsob obnovy porostu.

Plochy, na kterých bylo prováděno terénní šetření, se od sebe vzájemně výrazně nelišily, až na plochu TVP 1, kde byly výrazně lepší podmínky pro zmlazování bukového porostu. Plochy TVP 3 a TVP 5 vykazovaly velmi podobné podmínky z hlediska stromového zmlazení, pokryvnosti trávou, listím nebo kamením. Pokryvnost zmlazením byla největší na ploše TVP 1 (65%), kde je nejmenší zakmenění a dopadá sem největší množství slunečního záření v porovnání s ostatními plochami. Na ostatních plochách bylo zmlazení pod velkým konkurenčním tlakem především trav a většímu zmlazování také bránil velký podíl půdy pokryté listím.

Sluneční záření je výrazným faktorem ovlivňujícím zmlazení a také kvalitu nového porostu. Má vliv jak na hustotu zmlazení, tak i na jeho kvalitu. Množství slunečního záření, které pronikne na půdní povrch, se odvíjí především od druhového složení porostu a jeho struktury. Hodnotami slunečního záření se k sobě nejvíce blíží plochy TVP 3 a TVP 5, které vykazují i podobné hodnoty zmlazení. Naopak plocha TVP 1 má hodnoty slunečního záření nejvyšší a je zde vykazován největší podíl bukového zmlazení.

Nejmenší zmlazení bylo zjištěno na ploše TVP 5, která má zakmenění 0,63 a hodnota zmlazení byla 22,5%. Na tuto plochu dopadalo také nejmenší množství slunečního záření. Zároveň zde byl naměřen největší výskyt půdy pokryté listím a trávou. Z výsledků je patrný vztah mezi stupněm zakmenění mateřského porostu, množstvím slunečního záření a stupněm zmlazení, které je ovlivňováno především slunečním zářením rozptýleným.

Tento vztah je prezentován grafem uvádějícím souhrnné hodnoty dílčích skupin porostu v předchozí kapitole. Z grafu je patrný růst množství zmlazení při růstu hodnoty dopadajícího záření a zároveň poklesu zakmenění. Ke stejnému závěru

dospěl i Míchal (1983). Při zpracování dat nebyl prokázán významný konkurenční boj o zdroje a živiny mezi trávou a bukovým zmlazením jak uvádí Diaci (2003).

Dále bylo provedeno hodnocení kvality zmlazení, tedy tvaru terminálního výhonu a větvení. Tyto hodnoty mohou napovídat o kvalitě budoucího mateřského porostu a jsou závislé především: na množství dopadajícího slunečního záření a na vlivu spárkaté zvěře. Jak uvádí Míchal (1983), kvalita tvaru závisí na tom, zda při rozpadu byly uplatňovány bodové, či plošné prvky. Zejména plagiotropický růst je způsoben nedostačujícím množstvím slunečního záření. Větší výskyt netvárných jedinců prokázal Diaci (2003) na nevhodných stanovištích a výsledky této diplomové práce se s jeho závěry shodují. Největší podíl kvalitních jedinců byl zjištěn na ploše TVP 1. Dalším faktorem ovlivňujícím kvalitu zmlazení je okus zvěří, který na hodnocených zkusných plochách nebyl zjištěn.

Při hodnocení kvality zmlazení nebyly zjištěny žádné zásadní rozdíly na jednotlivých TVP a to jak v hodnocení terminálního kmene, tak při hodnocení větvení jednotlivých jedinců. Převládající skupinou byly kvalitní, vitální jedinci s charakteristikami terminálního výhonu i větví s hodnotami 1,1.

Při hodnocení zmlazení se naskytá ovšem otázka, zda lze rozdílné výsledky přisuzovat jen a pouze stanovištním podmínkám jako je zakmenění, vlhkostní podmínky, hodnota slunečního záření a další, nebo zda jde jen o souhru okolností. Tato otázka se dá zodpovědět porovnáním TVP 1 a TVP 5, které se v porostu vyskytují pouze několik desítek metrů od sebe a přesto vykazují diametrálně odlišné hodnoty. Stanovištní podmínky obou ploch jsou téměř totožné, ale TVP 1 s menším zakmeněním a větším podílem nepřímého slunečního záření dosahuje téměř trojnásobně většího počtu zmlazení oproti TVP 5.

Toto tvrzení se opírá o výsledky terénního šetření provedeného na podzim roku 2012, kdy během dvou měsíců bylo na třech TVP naměřeno přes 26 000 hodnot, které byly následně zpracovány a použity jako základ této diplomové práce. V celém zkoumaném porostu bylo zaznamenáno 25 rostlinných druhů, typických pro bukové porosty, z dřevin se zde vyskytoval pouze zkoumaný buk lesní.

Buk prokázal svou přizpůsobivost k nepříznivým světlostním podmínkám, v nichž se dokáže úspěšně zmlazovat na rozdíl od ostatních dřevin, což prokázal ve své studii i Diaci (2003). Obnovovat se buk dokáže na méně příznivých stanovištních podmínkách, ale ovšem pouze po určitou dobu.

6.1 Managementová opatření

Porost na trvale zkusných plochách se značně blíží přirozenému stavu se složitější strukturou horizontálního i vertikálního členění a tím i vyšší autoregulační funkcí. Současný stav porostů je výsledkem dlouhodobé činnosti člověka, který značně upravil druhovou i prostorovou stavbu lesa. Rozsáhlé, nesmíšené bukové porosty, které tvoří jádro rezervace, mají svůj počátek na začátku 19. století. Původní druhové složení porostů bylo výrazně odlišné od toho současného a nabízí se úvaha o zvýšení zastoupení jedle bělokoré v porostu. Dále se naskytá otázka o vhodnosti zastoupení nepůvodních dřevin, zejména modřinu. Ten se v TVP nevyskytoval, ale v ostatních částech NPR se vykytuje, jak ve stromovém patře, tak v obnově.

Pro úspěšnou obnovu porostů je nutné dbát na optimální stavy spárkaté zvěře, která preferuje listnaté dřeviny a proto, pro ni jádro rezervace představuje optimální podmínky. Poškozování zvěří způsobuje škody jak na počtu nových jedinců, tak i na jejich kvalitě, kde dochází k růstovým poruchám. Pokud by se stavy zvěře neúměrně zvýšily, bylo by možné oplotit porosty ve fázi rozpadu a zmlazování, čímž by se alespoň částečně zabránilo škodám.

Vzhledem ke snaze ponechat les přirozenému vývoji, je vhodné neodstraňovat z porostu padlé jedince, ale naopak je zde ponechávat jako niku přírodního ekosystému a zdroj živin. Ležící dřevo také chrání zmlazení a působí jako bariéra pro zvěř.

Pro zmlazování buku se jeví jako nejvhodnější plocha se zakmeněním 0,46, kde je dosahováno nejlepších výsledků. V pozdějších letech bude docházet k dalšímu rozvolňování porostu, díky nastupující fázi rozpadu. Při ní dojde k poničení některých jedinců, ale díky vzniklé světlině se porost rychle obnoví.

7. Závěr

Cílem této diplomové práce je stanovit hustotu a kvalitu přirozeného zmlazení buku v závislosti na různém stupni rozvolnění porostu v rámci clonného obnovního postupu. Dále pak na základě těchto informací stanovit optimální hospodářský postup pro dané podmínky.

NPR Voděradské bučiny je typická rezervace s cílem chránit lesní společenstva. Porosty v rezervaci jsou z velké části vzdáleny přirozenému stavu a převažují zde nesmíšené, stejnověké porosty s jednoduchou vertikální a prostorovou stavbou. Jádrem rezervace je tvořeno bukovými porosty, které jsou na rozmezí závěrečné fáze stádia optima a stádia rozpadu. Jen zřídka se vyskytuje stádium dorůstání, což značně zvyšuje nebezpečí plošného rozpadu porostů.

Během terénního šetření byly vybrány tři zkusné plochy, na kterých bylo provedeno měření. V první části byly měřeny hodnoty zmlazení a zaznamenávány údaje o jednoletých semenáčcích a starších jedincích. Dále byly zaznamenávány stanovištní podmínky. V této části bylo získáno přes 26 000 hodnot. V druhé části byly měřeny světlostní podmínky na všech vybraných transektech. Cílem bylo zjištění vztahu mezi světlostními podmínkami a zmlazením bukového porostu.

Ze získaných hodnot vyplývá vztah mezi množstvím dopadajícího světelného záření, zakmeněním mateřského porostu a množstvím zmlazení. Nejlepší hodnoty zmlazení (65,5%) byly zjištěny na trvalé zkusné ploše 1, kde je nejmenší zakmenění (0,42), zároveň sem dopadá v rámci všech TVP nejvíce slunečního záření. Na této ploše bylo dosaženo hodnoty 8575 kusů na hektar. Na ploše s nejvyšším zakmeněním a nejnižším podílem dopadajícího světla byla situace zcela opačná a zmlazení dosáhlo pouze 16 %. Počet kusů na hektar na této ploše dosáhl hodnoty pouze 3072.

Dále byli zhodnoceni dominantní jedinci buku. U těchto jedinců byl hodnocen terminální výhon a větvení. Z výsledků vyplývá, že největší podíl kvalitních jedinců s charakteristikou 1,1 se vyskytoval na ploše TVP 1, která vykazuje zároveň největší zmlazení a největší podíl dopadajícího záření. Zbylé dvě plochy nevykazovaly výrazné rozdíly v počtu kvalitních, metlovitých nebo plagiotropních jedinců. Celkový počet kvalitních jedinců byla nižší než na ploše TVP 1, což je způsobeno především horšími světlostními podmínkami.

Závěrem lze říci, že zkoumaný porost se jeví jako velmi nadějný a jsou zde splněna všechna kritéria pro stabilní vývoj přírodního lesa. Na získaná data lze kdykoliv v budoucnu navázat a pokračovat v analýze porostu ponechaném spontánnímu vývoji. Provedením podrobné analýzy porostů a navržením vhodných hospodářských postupů, byly splněny všechny cíle této práce.

8. Seznam literatury a použitých zdrojů

- AGESTAM, E., EKOE, NILSSON a WELLANDER. The effects of shelterwood density and site preparation on natural regeneration of *Fagus sylvatica* in southern Sweden. 2003.
- ALEWELL, Ch., MANDERSCHEID a GERSBERGER. Effects of reduced atmospheric deposition on soil solution chemistry and elemental contents of spruce needles in Ne-Bavaria. Germany, 2000.
- AMMER, C., STIMM a MOSANDI. Ontogenetic variation in the relative influence of light and belowground resources on European beech seedling growth: Tree Physiological. 2008.
- BARNA, M. a DOBROVIČ. Rast prirodzene zmladeného buka v porastoch s roznohou denzitou: Ekologické štúdie. 2010.
- BARNA, M. a JARČUŠKA. Influence of light availability on biomass accumulation in natural regeneration of beech. 2009
- BARNA, M. Adaptation of European beech to different ecological conditions: leaf size variation. 2004.
- BARNA, M. The effects of cutting regimes on natural regeneration in submountain beech forest: Species diversity and abundance. 2008.
- BÍLEK, L. a J. REMEŠ. Současná prostorová a druhová struktura porostů NPR Voděradské bučiny – výsledek lesního hospodaření v uplynulých stoletích. Srní, 17.-18.10.2006.
- CICÁK, A. a MIHÁL. Development of beechnecrotic disease in the growing phase of maturing stand under air pollution stress. 2005.
- CLARK, J.S., MACKLIN a WOOD. Stages and spatial scales of recruitment limitation in southern Appalachian forests. 1998.
- COLL, L., BALANDIER a PICON-COCHARD. Competition for water between beech seedlings and surrounding vegetation in different light and vegetation composition condition. 2003.
- COLLET, C. a CHENOST. Using competition and light estimates to predict diameter and height growth of naturally regenerated beech seedlings growing under changing canopy conditions: Forestry. 2006.

COLLET, C., LANTER a PARDOS. Effects of canopy opening on height and diameter growth in naturally regenerated beech seedlings. 2001.

Český hydrometeorologický ústav [online]. 2013, 2013-04-14 [cit. 2013-04-14].
Dostupné z:
http://portal.chmi.cz/portal/dt?portal_lang=cs&menu=JSPTabContainer/P1_0_Home

ČUNDERLÍK, I. Štruktúra dreva. Zvolen: Technická univerzita, 2009.

DIACI, J., Regeneration dynamics in a Norway spruce plantation on a silver fir-beech forest site in the Slovenian Alps, *Forest Ecology and Management* 161, 2001.

DITTMAR, CH. Phenological phases of common beech and their dependance on region and altitude in Southern Germany. Germany, 2006.

EMBERSON, L.D., ASHMORE a SIMPSON. Modeling and mapping ozone deposition in Europe. *Water air soil pollution*. 2001.

FARKAČ J., KRÁL J., ŠKORPÍK M. Červený seznam ohrozených druhů České republiky. Bezobratlí. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 2005

FÉR, F: Lesnická dendrologie 2. část – Listnaté stromy, VŠZ – lesnická fakulta Praha a Matice lesnická s.r.o. Písek, 1994, 163 s.

FLEISCHER, P., GODZIK a BIČÁROVÁ. Buk a bukové ekosystémy Slovenska. Vyd. 1. Editor Milan Barna, Ján Kulfan, Eduard Bublinec. Bratislava: Veda, 2011, 634 s. Lesné ekosystémy Slovenska. ISBN 978-802-2411-929.

FLEISCHER, P., GODZIK a BIČÁROVÁ. Effects of air pollution and climate change of forests of Tatra Mountains. Slovensko, 2005

GOEMOERY, D, a PAULE. Reticulate evolution patterns in western Eurasian beeches. *Helvetica*. 2010

GOLIÁŠOVÁ, K. a MICHALKOVÁ. Flora Slovenska. V/3. Bratislava: Veda, 2006.

GREGOR, J. Množstvo vody v pode v podmienkach bukoveho ekosystemu. *Lesnický časopis*. 1991.

HOLST, T., H. MAYER a D. SCHINDLER. Microclimate within beech stands: part II.: thermal condition. 2004

CHYTRÝ, M., KUČERA a KOČÍ. Katalog biotopů České republiky. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2001.

KANTOR, P. et al Srážkoodtokové poměry horských lesů a jejich možnosti při zmírňování extrémních situací - povodí a sucha. Závěrečná zpráva. Opočno: VÚLHM, 2008.

- KANTOR, P. Podrostní způsob hospodaření na živných stanovištích s využitím přípravy půdy: Přirozená obnova v závislosti na stanovištích a porostních podmínkách. Krnov, 2001.
- KARLSSON, M. Natural regeneration of broadleaved tree species in southern Sweden: Effects of silvicultural treatment and seed dispersal from surroundings stand. Alnarp, 2000. Doctor's dissertation. Swedish University of Agriculture Sciences.
- KORPEL, Štefan. Pestovanie lesa. 1. vyd. Bratislava: Príroda, 1991. 465 s. ISBN 80-07-00428-9
- KUBÍN, Š. Zdroje fotosynteticky účinného záření a metody jeho měření. Praha: Academia, 1973.
- LANGOVÁ, H. Obnova buku lesního v porostu ponechaném spontánnímu vývoji na území NPR Voděradské bučiny. Praha, 2006. Diplomová práce. ČZU. Vedoucí práce Prof. Ing Vilém Podrázský, CSc.
- LOŽEK, V, KUBÍKOVÁ J., ŠPRYŇAR P. Střední Čechy. In: Mackovčin P. a Sedláček M.
- MÍCHAL, I., Dynamika přírodního lesa, Živa, 1 – 6, 1983,
- OBEC ČERNÉ VODĚRADY [online]. 2013, 2013-04-15 [cit. 2013-04-15].
Dostupné z: <http://www.cernevoderady.cz/>
- OEVERGAARD, R. Seed production and natural regeneration of beech in southern Sweden. Alnarp, 2000. Doctor's dissertation. Swedish University of Agriculture Sciences.
- PAULE, L. K výskytu borkovitých foriem buka na Slovensku. Živa, 1972
- PETRÍK, M. a E. BUBLINEC. Stanovištné vlastnosti lesných spoločenstiev na minerálne bohatých horninách: Lesnické štúdie. Bratislava: VÚLH Zvolen, 1972
- Plán péče pro zvlášť chráněné území Voděradské bučiny na období 2001 – 2010, AOPK Praha, 2000
- PODRÁZSKÝ V.: Ekologie lesa, LF ČZU, Praha 1999, 86 s.
- PODRÁZSKÝ, V., Viewegh, J.: Vliv hospodářských zásahů a dynamiky porostů na stav půd a přízemní vegetace lesních ekosystémů ve zvláště chráněných územích, LF ČZU 2002, 44 s.
- POTTER, B., R. TECLAW. The impact of forest structure on near-ground temperatures during two years of contrasting temperature extremes. 2001.

- RAKUŠAN, C. Instrukce pro černokostelecké lesy z let 1677 – 1756. Sborník fakulty lesnické VŠZ, 1974
- REGINA, I., TARAZONA a CALVO. Aboveground biomass in a beech forest and a Scot pine plantation in the Sierra de la Demanda area of northern Spain. Forest Science. Spain, 1997.
- REITMAYER, H., WERNER a FABIAN. A novel system for spectral analysis of a solar radiation within a mixed beech-spruce stand. 4. vyd. 2002.
- RITTER, E., DALSGAARD a EINHORN. Light, temperature and soil moisture regimes following gap formation in a semi-natural beech-dominated forest in Denmark. 2005.
- SAGNARD, F., PICHOT a DREYFUS. Modelling seed dispersal to predict seedling recruitment: Recolonization dynamics in a plantation forest. 2007.
- SANIGA, M. a EINHORN. Vplyv stupňa clonenia na rast smreka a buka pri kombinovanej obnove porastov. Zvolen, 1990
- STŘELEČEK, J. Vplyv ťažbového zásahu v bukovom poraste na zmeny osvetlenia. 1992.
- ŠINDELÁŘ, J. Přirozená obnova lesních porostů v ČR: Lesnická práce č.7. 2000
- ŠKOLNÍ LESNÍ PODNIK V KOSTELCI NAD ČERNÝMI LESY: Česká zemědělská univerzita v Praze [online]. 2013, 2013-04-15 [cit. 2013-04-15].
Dostupné z: <http://www.slp.cz/>
- ŠRÁMEK, O., SPR Voděradské bučiny I. a II., Památky a příroda, 1983,
- ŠTEFANČÍK, I. Prebierky v bukových porastoch ako nástroj prírode blízkeho pestovania lesov. Praha: ČZU, 2007.
v Kolíně, ser. natur. 4, Kolín, 1996
- VACEK, S, T. LOKVENC a J. SOUČEK. Přirozená obnova horských porostů. Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1995
- VACEK, S. Rámcové zásahy obnovy a zakládání bukových a smíšených porostů s bukem v měnících se ekologických poměrech. Výzkumná stanice Opočno: Návrh realizačního výsledku projektu CEZ : M/99/01 VÚLHM, 2000.
- VÁŇA, M. Monitoring přízemního ozónu na regionalnej úrovni v České republice. Ochrana ovzduší, 1997.
- VLKOVÁ, Věra. Lesnický naučný slovník. Praha: Agrospoj, 1994, VII, 743 s., [28] s. barev. obr., fotogr. a mp. ISBN 80-708-4111-7.

VRABEC V. Vodní měkkýši Jevanského potoka a Jevanské rybniční soustavy. Práce muzea

VÝROČNÍ ZPRÁVA Lesy České republiky, Praha, 2011

WITTICH, W. Der heutige Stand unseres Wissen wom Humus und neue Wege zur Loesung des Rohhumusproblems im Walde: Přirozená obnova v závislosti na stanovištích a porostních podmínkách. 4. vyd. Goettingen: Sauerlander Verlag, 1952.

ZÁKON Č. 289/1995: VYHLÁŠKA Č. 55/1999. Česká republika, 1999.

ZONN, S.V. Vplyv lesa na podu. 1956: Akademie věd.

9. Seznam příloh

Příloha č.1: mapa Voděradských bučin

Příloha č.2: foto cedule s TVP

Příloha č.3: foto z vytyčování transektů

Příloha č.4: výstup programu WinSCANOPY

Příloha č.5: výstup programu WinSCANOPY

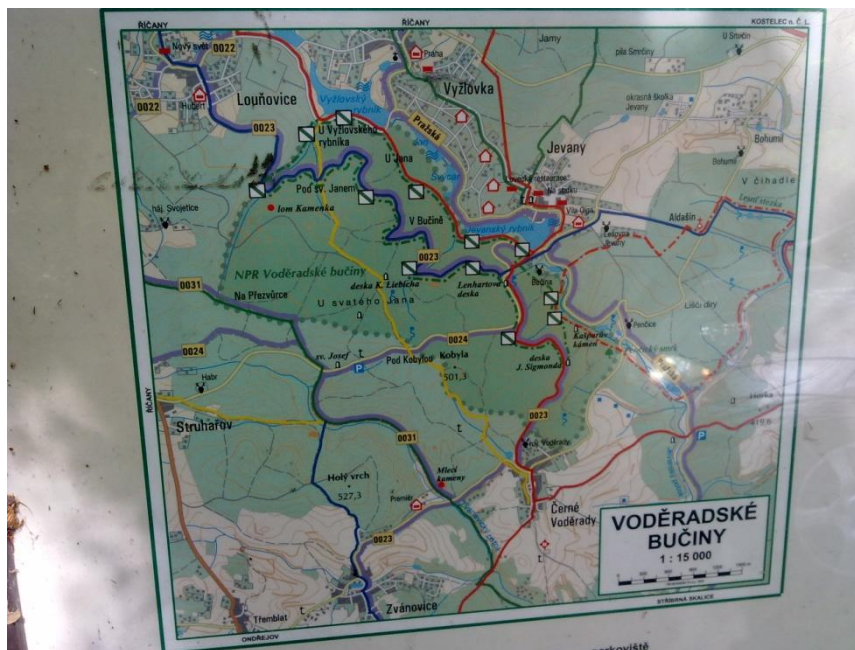
Příloha č.6: výstup programu WinSCANOPY

Příloha č.7: měřicí pomůcka

Příloha č.8: tabulka s naměřenými hodnotami

10. Přílohy

1. Mapa Voděradských bučin



zdroj: vlastní foto

2. Foto informační tabule v NPR Voděradské bučiny



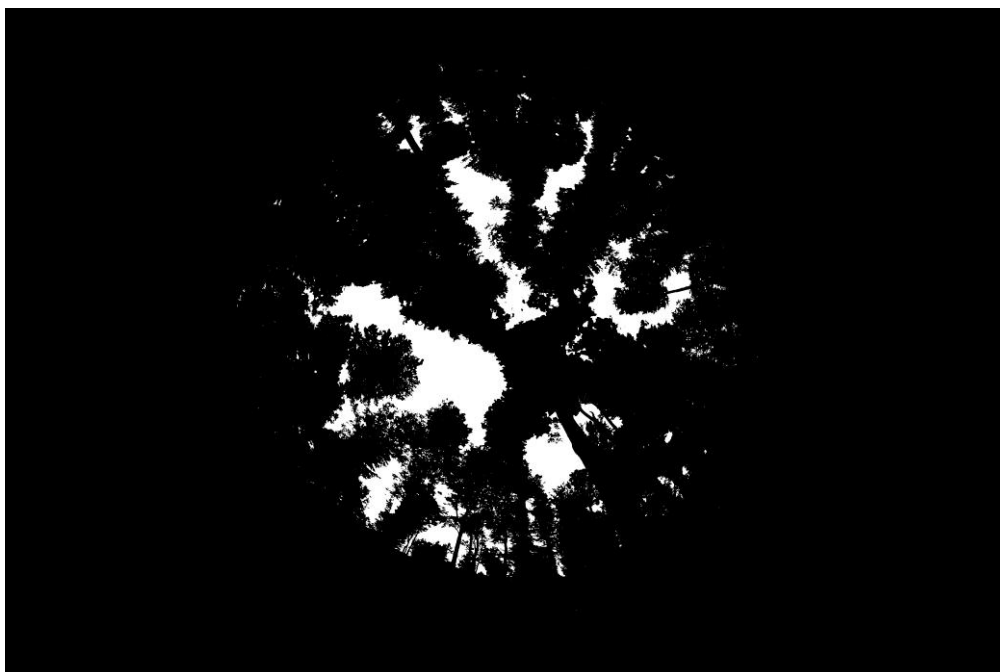
zdroj: vlastní foto

3. Foto z vytyčování transektů



zdroj: vlastní foto

4. Výstup programu WinaSCANOPY



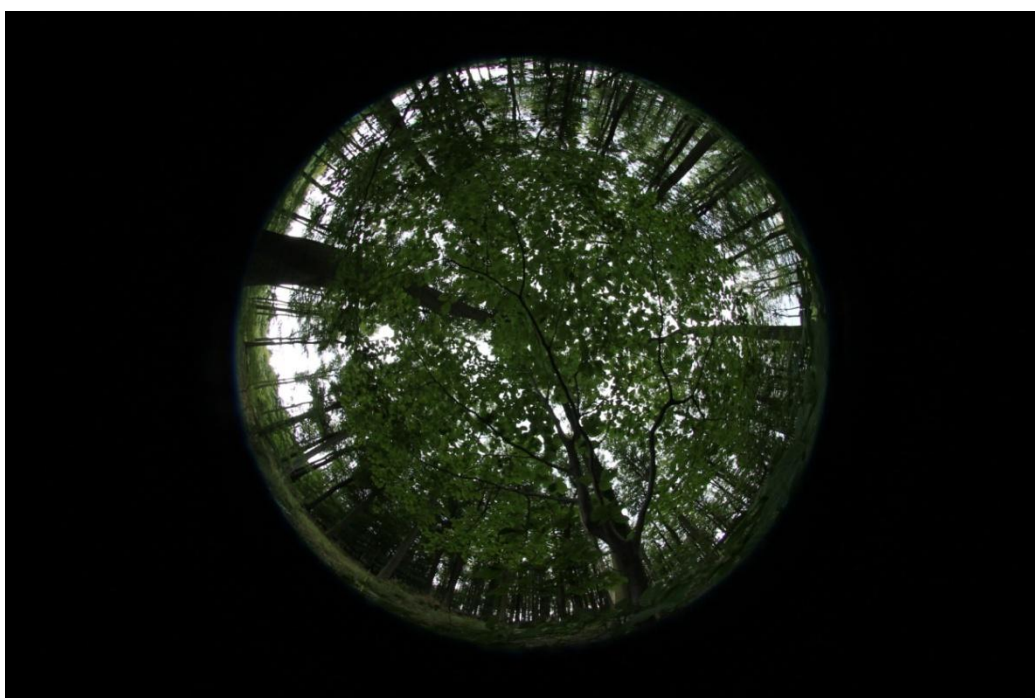
zdroj: vlastní

5. Výstup programu WinaSCANOPY



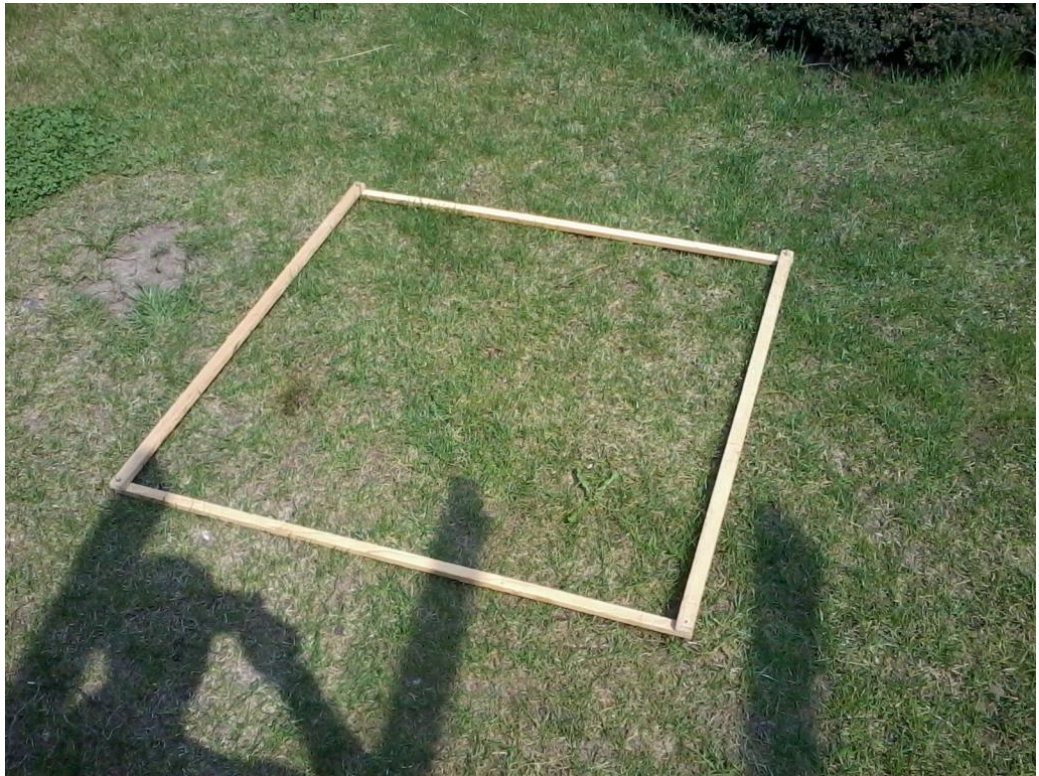
zdroj: vlastní

6. Výstup programu WinaSCANOPY



zdroj: vlastní

7. Pomůcka pro měření zmlazení



Zdroj: vlastní