

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů



**Struktura, produkce a obnova smrkového porostu
na vybrané lokalitě LS Tábor, Lesy ČR, s. p.**

Diplomová práce

Autor: Bc. Lukáš Nápravník

Vedoucí práce: doc. Ing. Jiří Remeš, Ph.D.

2017

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Lukáš Nápravník

Lesní inženýrství

Název práce

Struktura, produkce a obnova smrkového porostu na vybrané lokalitě LS Tábor, Lesy ČR, s.p.

Název anglicky

Structure, production and regeneration of Norway spruce stand in the selected locality of the Forest district Tábor, Forests of the Czech Republic, s.e.

Cíle práce

Nové poznatky o struktuře, produkčních ukazatelích a obnově smrkového stejnověkého porostu. Poznatky o vlivu slunečního záření na vznik a odrůstání přirozené obnovy smrku. Navrhnout další postup obnovy s ohledem na produkci mateřského porostu a přirozenou obnovu.

Metodika

Rozbor problematiky pěstování smrkových porostů s důrazem na přirozenou obnovu.

Obnovení trvalých výzkumných ploch (TVP) na lokalitě Polánka (LS Tábor), založení nových monitorovacích ploch pro výzkum přirozené obnovy.

Dendrometrická měření základních parametrů ($d_{1,3}$, h , h_k) a odvození základních produkčních ukazatelů (objem, výčetní základna) stromů na TVP.

Analýza struktury a přírůstu porostu.

Analýza přirozené obnovy v rámci TVP (výška, tloušťka, přírůst, hustota, druhová skladba).

Posouzení vlivu světelných podmínek na odrůstání přirozené obnovy pomocí analýzy hemisférických fotografií.

Návrh dalšího postupu obnovy.

Doporučený rozsah práce

Min. 50 stran textu

Klíčová slova

přírůst, smrk ztepilý, struktura lesních porostů, přirozená obnova lesa, světelné podmínky

Doporučené zdroje informací

BÍLEK, L., REMEŠ, J., ŠVEC, O., 2013: On the way to continuous cover forest at middle elevations – the question of forest structure and specific site characteristics. *Journal of Forest Science* 59(10): 391–397.

KORPEL, Š. A KOL., 1991: *Pestovanie lesa. Príroda Bratislava*, 472 s.

KUČERAVÁ, B., DOBROVOLNÝ, L., REMEŠ, J., 2013: Responses of *Abies alba* seedlings to different site conditions in *Picea abies* plantations. *Dendrobiology*, 69: 49-58.

POLENO, Z., 1999: Výběr jednotlivých stromů k obnovní těžbě v pasečném lese. Kostelec n. Č. l., *Lesnická práce*, 128 s.

REMEŠ J., 2006: Transformation of even-aged spruce stands at the School Forest Enterprise. Kostelec nad Černými lesy: Structure and final cutting of mature stand. *Journal of Forest Science*, 52: 158–171.

SANIGA, M., 1995: Vliv různé délky a stupňa clonenia na rastové ukazovatele smrek a buka pri kombinovanej obnove. *Lesnícky časopis – Forestry Journal*, 41 (1): 11-20.

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Jiří Remeš, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra pěstování lesů

Elektronicky schváleno dne 26. 4. 2016

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 29. 1. 2017

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

V Praze dne 20. 02. 2017

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci "*Struktura, produkce a obnova smrkového porostu na vybrané lokalitě LS Tábor, Lesy ČR, s. p.*" vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce pana doc. Ing. Jiřího Remeše, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

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

V Praze dne 20. 4. 2017

Podpis autora

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu diplomové práce panu doc. Ing. Jiřímu Remešovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné připomínky a čas, který mi věnoval při zpracování této práce. Rovněž děkuji své rodině a přátelům za jejich podporu a umožnění studia.

Abstrakt

Práce se zabývá zhodnocením přírůstu smrku ztepilého na velmi produkčním stanovišti přírodního parku Polánka obhospodařovaného Lesy ČR s. p. Na lokalitě jsou vytvořeny čtyři zkusné plochy sloužící trvalému výzkumu. Pro hlavní porost byly zjištěny základní dendrometrické veličiny (tloušťka, výška a objem). Porovnáním celkového běžného přírůstu a celkového průměrného přírůstu jednotlivých stromů se na každé ploše vyčlenily stromy mytně zralé (po kulminaci přírůstu) a doporučil se další postup obnovy. Plochy se nachází na kyselém stanovišti, které je vhodné pro využití přirozené obnovy porostů. Z tohoto důvodu se práce zabývá také četností a vývojem přirozené obnovy, doplněné podsadbou jedle jako melioračně zpevňující dřeviny. Pro obnovu byly změřeny základní dendrometrické veličiny obnovy a pořízeny hemisférické fotografie. Fotografie byly použity pro analýzu prostupu světla do porostu. Hlavním účelem práce je komplexní doporučení dalšího hospodaření na lokalitě s vyváženým pohledem na produkci a odrůstání přirozeného zmlazení.

Dle výsledků práce se lokalita nachází na velmi produkčním stanovišti. Stromy jsou zde i ve vysokém věku (100 let) schopny reagovat na uvolnění vytvořením světlostního přírůstu. Tento fakt potvrdila plocha 2. U zmlazení byly nalezeny jen malé závislosti růstu na světelných podmínkách, které však byly na výzkumných plochách v poměrně malém spektru, což odpovídá iniciační fázi vývoje obnovy. Těchto výsledků se dosahuje i v jiných pracích po celém světě.

Klíčová slova

přírůst, smrk ztepilý, struktura lesních porostů, přirozené obnova lesa, světelné podmínky

Abstract

The thesis is focused on tree increment evaluation of the Norway spruce on the very fertile site in the nature park Polánka managed by Lesy ČR s. p. Four experimental plots serving for the permanent research are placed on this locality. For the main stand were described the basic dendrometric characteristics (thickness, height and volume). Based on the comparison of the total current increment and total mean increment of specific tree species, mature trees (after peak of the increment width) were sorted on the each plot and the next process of the regeneration was recommended. Experimental plots are placed on the acidic habitat, which is vulnerable for the natural regeneration. Consequently thesis is focused on the abundance of the natural regeneration, supported by the fir for stabilization purposes. The basic dendrometric characteristics were measured for the regeneration and hemispheric photos were made. Photos were used for the analysis of the light penetration to the stand. The main focus of the thesis is complex recommendation of the management practices for the studied locality, which would be based on the balance of the wood production and natural regeneration growth.

The results of the analysis show that the studied locality is placed on the very fertile site. Trees are able to react on the canopy release by the opening increment even in high age (100 years). This statement is supported by the finding from the plot 2. Only marginal dependencies of the regeneration increment on the light condition were found. These were present on the experimental site in relatively small ratio, which corresponds to the initial phase of the regeneration growth. These findings are shown in the comparable studies over the world.

Keywords

increment, Norway spruce, structure of forest stands, natural regeneration of forest, lighting condition

Obsah

1	Úvod.....	13
2	Cíl práce.....	14
3	Teoretická část.....	15
3.1	Lesní hospodářství.....	15
3.2	Smrk ztepilý (<i>Abies alba Mill.</i>) v lesním hospodářství.....	15
3.2.1	Rozmnožování.....	16
3.2.2	Světelné nároky, růst a variabilita smrku.....	17
3.2.3	Škodliví činitelé smrkových porostů.....	18
3.2.4	Dřevo a jeho využití.....	20
3.3	Jedle bělokorá (<i>Abies Alba Mill.</i>) v lesním hospodářství.....	20
3.4	Buk lesní (<i>Fagus sylvatica L.</i>) v lesním hospodářství.....	21
3.5	Možnosti obnovy porostu.....	22
3.5.1	Pasečné způsoby hospodaření.....	22
3.5.1.1	Holosečný způsob hospodaření.....	22
3.5.1.2	Násečný způsob hospodaření.....	24
3.5.1.3	Podrostní způsob hospodaření.....	26
3.5.2	Výběrné způsoby hospodaření.....	28
3.6	Přirozená obnova lesa.....	30
3.7	Umělá obnova lesa.....	31
3.7.1	Výsadba sazenic.....	32
3.7.2	Podsadby porostů.....	32
3.8	Kritéria výběru stromů k těžbě.....	33
4	Metodika.....	35
4.1	Výběr lokality.....	35
4.1.1	Geomorfologické zařazení, geologické a půdní podmínky.....	36
4.1.2	Klimatické poměry.....	36
4.1.3	Druhová skladba porostů.....	37
4.1.4	Fytogeografické zařazení.....	37
4.1.5	Zdravotní stav porostů.....	37
4.1.6	Lesní hospodaření.....	38
4.1.7	Mimoprodukční funkce.....	39
4.2	Popis trvalých výzkumných ploch.....	39
4.2.1	Popis oddělení 218 A.....	39
4.3	Sběr dat.....	40
4.3.1	Obnovení výzkumných ploch.....	40
4.3.2	Sběr dendrometrických veličin.....	40
4.4	Metody výpočtů porostních ukazatelů.....	43
4.5	Statistické analýzy.....	45
4.5.1	Průzkumová analýza dat.....	45
4.5.2	Analýza rozptylu (ANOVA).....	46
4.5.2.1	Jednofaktorová ANOVA.....	46
4.5.3	Mnohonásobné porovnání (post hoc analýza).....	47
4.5.3.1	Tukeyho metoda mnohonásobného porovnání.....	47
5	Výsledky.....	49

5.1	Plocha číslo 1	49
5.1.1	Tloušťková struktura porostu.....	50
5.1.2	Určení mýtně zralých stromů.....	51
5.1.3	Přirozená obnova porostu	52
5.2	Plocha číslo 2	56
5.2.1	Tloušťková struktura porostu.....	58
5.2.2	Určení mýtně zralých stromů.....	58
5.2.3	Přirozená obnova porostu	59
5.3	Plocha číslo 3	62
5.3.1	Tloušťková struktura porostu.....	64
5.3.2	Určení mýtně zralých stromů.....	65
5.3.3	Přirozená obnova porostu	65
5.4	Plocha číslo 4	68
5.4.1	Tloušťková struktura porostu.....	70
5.4.2	Určení mýtně zralých stromů.....	70
5.4.3	Přirozená obnova porostu	71
5.5	Statistické porovnání výsledků mezi výzkumnými plochami.....	75
5.5.1	Hlavní porost.....	76
5.5.2	Přirozená obnova a podsadba jedle.....	82
5.5.2.1	Porovnávání rozptylů výškových kategorií smrku	82
5.5.2.2	Lineární regrese výšky obnovy a prostupu světla	85
6	Diskuse výsledků	88
6.1	Hlavní porost.....	88
6.2	Obnova porostu	90
7	Závěr	92
8	Seznam použitých zdrojů.....	94
9	Příloha.....	100

Seznam tabulek, obrázků, grafů a přílohy

Tabulky

Tabulka 1: Základní dendrometrické veličiny plochy 1	49
Tabulka 2: Další dendrometrické veličiny vypovídající charakter plochy 1	50
Tabulka 3: Jedinci po kulminaci na ploše 1	52
Tabulka 4: Počet a druh zmlazení v jednotlivých čtvercích na ploše 1	53
Tabulka 5: Dendrometrické veličiny přirozené obnovy smrku na ploše 1	54
Tabulka 6: Dendrometrické veličiny podsadby jedle na ploše 1	55
Tabulka 7: Základní dendrometrické veličiny plochy 2	57
Tabulka 8: Další dendrometrické veličiny vypovídající charakter plochy 2	57
Tabulka 9: Jedinci po kulminaci na ploše 2	59
Tabulka 10: Počet a druh zmlazení v jednotlivých čtvercích na ploše 2	60
Tabulka 11: Dendrometrické veličiny přirozené obnovy smrku na ploše 2	61
Tabulka 12: Základní dendrometrické veličiny plochy 3	63
Tabulka 13: Další dendrometrické veličiny vypovídající charakter plochy 3	63
Tabulka 14: Jedinci po kulminaci na ploše 3	65
Tabulka 15: Počet a druh zmlazení v jednotlivých čtvercích na ploše 3	66
Tabulka 16: Dendrometrické veličiny přirozené obnovy smrku na ploše 3	67
Tabulka 17: Základní dendrometrické veličiny plochy 4	69
Tabulka 18: Další dendrometrické veličiny vypovídající charakter plochy 4	69
Tabulka 19: Jedinci po kulminaci na ploše 4	71
Tabulka 20: Počet a druh zmlazení v jednotlivých čtvercích na ploše 4	72
Tabulka 21: Dendrometrické veličiny přirozené obnovy smrku na ploše 4	73
Tabulka 22: Dendrometrické veličiny podsadby jedle na ploše 4	74
Tabulka 23: Mnohonásobné porovnání CBP	77
Tabulka 24: Mnohonásobné porovnání rozptylů výška	79
Tabulka 25: Mnohonásobné porovnání rozptylů objemu	81
Tabulka 26: Mnohonásobné porovnání rozptylů výškové kategorie 0-20 cm	83
Tabulka 27: Mnohonásobné porovnání rozptylů výškové kategorie 21-50 cm	84
Tabulka 28: Mnohonásobné porovnání rozptylů výškové kategorie 51-100 cm	85

Obrázky

Obrázek 1: Mapa přírodního parku Polánka	35
Obrázek 2: Ukázka vytyčení polí na zkoumané ploše	41
Obrázek 3: Ukázka fotografie světelných podmínek	42

Grafy

Graf 1: Tloušťková struktura plochy 1	51
Graf 2: Závislost indexu apikální dominance SM a JD	56
Graf 3: Tloušťková struktura porostu plochy 2	58
Graf 4: Závislost indexu apikální dominance SM na celkovém	62
Graf 5: Tloušťková struktura plochy 3	64

Graf 6: Závislost indexu apikální dominance SM na celkovém	68
Graf 7: Tloušťková struktura plochy 4	70
Graf 8: Závislost indexu apikální dominance SM a JD na celkovém.....	75
Graf 9: Regresní analýza výčetní tloušťky a CBP smrku ze všech ploch	76
Graf 10: ANOVA celkového běžného přírůstu pro každou plochu.....	77
Graf 11: Regresní analýza výšky a CBP smrku ze všech ploch	78
Graf 12: ANOVA výšky jednotlivých stromů rozdělených do ploch	79
Graf 13: Regresní analýza objemu stromů a CBP smrku ze všech ploch.....	80
Graf 14: ANOVA objemu jednotlivých stromů rozdělených do ploch	81
Graf 15: ANOVA přirozeného zmlazení SM ve výškovém stupni 0-20 cm	82
Graf 16: ANOVA přirozeného zmlazení SM ve výškovém stupni 21-50 cm.....	83
Graf 17: ANOVA přirozeného zmlazení SM ve výškovém stupni 51-100 cm	84
Graf 18: Závislost terminálního výhonu JD a celkového záření	86
Graf 19: Závislost terminálního výhonu SM a celkového záření	86

Příloha

Příloha 1: Situační náčrtek zkoumaných ploch	100
--	-----

Seznam použitých zkratek a symbolů

atd.	a tak dále	m^3	metr krychlový
BK	buk lesní	m^3 s k.	metr krychlový s kůrou
BO	borovice lesní	m^3 s k./ha	metr krychlový s kůrou na hektar
BR	bříza bělokorá		
CBP	celkový běžný přírůst	m^3/ha	metr krychlový na hektar
cca	cirka	m n. m.	metr nad mořem
cm	centimetr	MJ/m^2	megajoule na metr
cm/rok	centimetr za rok		čtvereční
CPP	celkový průměrný přírůst	MJ/Mol	megajoule na mol
č.	číslo	MZe	Ministerstvo zemědělství
ČR	Česká republika	např.	například
$d_{1,3}$	průměr ve výšce 1,3 metru nad zemí	OS	občanské sdružení
et al.	(et alii) a jiní, a kolektiv	PLO	přírodní lesní oblast
g	gram	resp.	respektive
GPS	Global Positioning System	s.	strana
h	výška stromu	Sb.	Sbírka zákonů
ha	hektar	SM	smrk ztepilý
HS	hospodářský soubor	SO_2	oxid siřičitý
JD	jedle bělokorá	s.p.	státní podnik
kg	kilogram	str.	strana
km^2	kilometr čtvereční	tj.	to je
km/h	kilometr za hodinu	tzv.	tak zvaně
ks	kus	V	objem
ks/h	kusy na hektar	vyd.	vydání
LČR	Lesy České republiky		
LHP	lesní hospodářský plán	%	procento
LS	lesní správa	$^{\circ}C$	stupeň Celsia
lvs	lesní vegetační stupeň	\leq	menší než
m	metr	\geq	větší než
mm	milimetr	μ	mí či mý
m^2	metr čtvereční	Π	pí
m^2/ha	metr čtvereční na hektar		

1 Úvod

Po dlouhém období, kdy se na území ČR pěstovaly smrkové monokultury obhospodařované holosečným způsobem hospodaření, nastává období, ve kterém se klade důraz na šetrné způsoby hospodaření a stabilitu porostů (Tesař et al. 2004). Tímto směrem se vydává i mnoho dalších zemí Evropy, ale i Severní Ameriky (Schütz 2001, O'Hara 2001). Zvyšují se podíly stanovištně původních dřevin, které plní meliorační a zpevňující funkci porostů, a tím zajišťují produkční i ekologické funkce porostů pro budoucí generace (Tesař et al. 2004). V podmínkách 4.-5. lesního vegetačního stupně se mezi vnášené dřeviny řadí jedle a buk. Pro vnášení těchto dřevin do monokulturních porostů se testují různé metody popsané v domácí i zahraniční literatuře (Ammer et al. 2008, Součet a Tesař 2008). Velmi důležitým se ukazuje velikost obnovního prvku, s kterým souvisí i míra světelného požitku pro vnášené dřeviny (Kučeravá et al. 2013). V ČR se nacházejí místa, na kterých se dlouhodobě hospodaří šetrnými způsoby hospodaření. Jedním z takových míst je lesní úsek Klokočná, kde se po dvě decennia uplatňují přírodě blízké způsoby hospodaření. Postupně se za běžných provozních podmínek přeměňuje les věkových tříd na les bohatě strukturovaný (Procházka et al. 2013). Dle Remeše et al. (2007) změna v přístupu k lesnímu hospodaření přináší i řadu otázek a problémů. Otázky a problémy souvisí především s definováním struktury a výstavby lesních porostů, dále pak způsobů jakými budou lesy obhospodařovány. Pokud se tedy pozmění druhová, věková i prostorová skladba, musí se počítat i se změnou hospodářských způsobů hospodaření.

Při všech formách přírodě blízkého hospodaření hraje velmi důležitou roli přirozená obnova lesa. U lesů výběrných je neustálá, dynamická a kontinuální obnova lesa jednou z nejzákladnějších podmínek jeho dlouhodobé existence (Korpel a Saniga 1993). U porostů ve fázi přestavby je potřebná nepravidelná přirozená obnova. Nepravidelná obnova postupně umožňuje využití autoredukce v porostech (Schütz 1989). Využití autoredukčních procesů, které vlastníkům ušetří nemalé peníze za výchovu, je jedním z obrovských výhod přírodě blízkého hospodaření (Remeš et al. 2008).

2 Cíl práce

Cílem této diplomové práce je:

- zjistit nové poznatky o struktuře, produkčních ukazatelích a obnově smrkového stejnověkého porostu,
- zjistit poznatky o vlivu slunečního záření na vznik a odrůstání přirozené obnovy smrku,
- navrhnout další postup obnovy s ohledem na produkci mateřského porostu a přirozenou obnovu,

a to vše na lokalitě přírodního parku Polánka obhospodařovaného Lesní správou Tábor (Lesy ČR s. p).

3 Teoretická část

V teoretické části jsou vysvětleny důležité základní pojmy a koncepty, které souvisejí s pochopením celého kontextu diplomové práce, především praktické části.

3.1 Lesní hospodářství

Výměra zalesněné plochy České republiky k roku 2015 je 2 668 392 ha, což představuje přibližně 33 % výměry celé ČR. Jehličnaté dřeviny z této plochy zaujímají asi 72 % (smrk 51 %, jedle 1 % a borovice 17 %), zbytek připadá na listnaté dřeviny, kde největší podíl zastoupení mají dub 7 %, buk 8 % a bříza 3 %. Největším podnikem hospodařícím v lesích na území ČR je státní podnik Lesy České republiky, s. p. (1 282 673 ha). Průměrná zásoba lesních porostů za rok 2015 je 259,6 m³/ha. I v tomto roce pokračoval mírný nárůst zásoby dříví v porostech. Podílí se na tom rostoucí zakmenění i stále rostoucí přírůst porostů a zvyšující se doba obmýtí (114,8 let) (MZe 2016).

3.2 Smrk ztepilý (*Abies alba Mill.*) v lesním hospodářství

Nejvýznamnější dřevinou pro lesnictví, ale i obchodu v lesním hospodářství ČR, je už mnoho desítek let smrk ztepilý. Svědčí o tom i procentuální podíl zastoupení této dřeviny. Velké procento zastoupení smrku lze nalézt logicky i mimo areál jeho přirozeného výskytu (Musil a Hamerník 2007). Při rekonstrukcích druhové skladby je odhadováno zastoupení smrku pouhých 11,2 % v přírodních podmínkách ČR, za předpokladu současného klimatu, bez zásahu člověka (MZe 2016). Obecně lze říct, že přirozený výskyt smrku je tam, kde klesá konkurenceschopnost jedle a buku. Jedná se především o 8. lvs, kde smrk tvoří přirozené monokulturní porosty (Nápravník 2015). V nižších lesních vegetačních stupních (především 8. a 7. lvs) tvoří smrk smíšená společenstva s jedlí a bukem. Největší objemová produkce smrku je v porostech 5. a 4. lvs. Produkce je však vázaná na lokality s dostatečným zásobením vodou (Součet a Tesař 2008). Jednou z přirozených vlastností smrku je i pionýrská strategie růstu, kterou využívá napříč lesními vegetačními stupni (Nápravník 2015), pokud tomu odpovídají stanovištní podmínky (tedy odrůstání na volné – holé ploše). Velkému riziku jsou vystaveny porosty, kde roční srážkový úhrn klesne pod 600 mm (300–350 mm při vegetačním období) (Součet a Tesař

2008). Kořenový systém smrku je přirozeně mělký a nedosáhne do velké hloubky pro spodní vodu. Nedostatek vody vyvolá stres, který zvyšuje riziko napadení biotickými i abiotickými činiteli (Nápravník 2015).

Souček a Tesař (2008) ve své práci píšou o stále menším, procentuálním zastoupením smrku v našich lesích. Za posledních 50 let zastoupení pokleslo téměř o 10 %. V roce 2000 bylo zastoupení smrku 54,1 %, o 15 let později v roce 2015 je smrk zastoupen „pouze“ 50,6 %. Nevíce na obrovský podíl smrku doplatila jedle a buk. Jedním z důvodů dlouhodobého poklesu zastoupení smrku v porostech je snaha o přiblížení se doporučenému zastoupení smrku v lesích ČR, což je 36,5 %. Doporučené zastoupení dřevin by mělo optimalizovat produkční a stabilizační požadavky porostů. Jedná se o určitý kompromis mezi přirozenou a hospodářsky výhodnou skladbou (MZe 2016, Souček a Tesař 2008). V současnosti probíhá přeměna mnoha nestabilních a rozsáhlých monokultur smrku pomocí přeměn a přestaveb porostů. Uplatňují se dřeviny produkčně nejvhodnější z těch, které tvořily přirozenou dřevinnou skladbu. Na úpravu dřevinné rozmanitosti pamatuje i zákon č. 289/1995 Sb. o lesích a na něj navazující vyhláška č. 84/1996 Sb., která upravuje minimální počty melioračně zpevňujících dřevin pro jednotlivé hospodářské soubory při obnově porostů.

3.2.1 Rozmnožování

Smrk se na většině území ČR rozmnožuje generativně. Kvetení probíhá od dubna do května. Semenné roky se opakují nepravidelně po 4–9 letech dle autora (Musil a Hamerník 2007, Úradníček 2009). Musil a Hamerník (2007) ve své práci udávají interval 4–5 let, ale třeba Úradníček (2009) uvádí interval 5–9 let. Dle Svobody (1953) je jedním z rozhodujících faktorů nadmořská výška. S rostoucí nadmořskou výškou smrky plodí ve větších intervalech. V semenných letech dosahuje produkce semen na 1 ha 100 a více kg, což je pro představu přibližně 20 milionů kusů semen. Semeno je tmavohnědé až kávové barvy 4–5 mm dlouhé, opatřené křídlem světle hnědé barvy o délce 12–15 mm, snadno oddělitelné od semene. Semeno vypadává z šišek už v říjnu nebo až na jaře. Záleží na oblasti výskytu smrku. Semena dosahují poměrně vysoké klíčivosti 70–80 % po dobu cca 5 let. S přibývajícím rokem se klíčivost snižuje (Musil a Hamerník 2007, Svoboda 1953).

Vegetativní rozmnožování u smrku se může pozorovat v nepříznivých podmínkách, zejména okolo horní hranice lesa. Na těchto místech leží dlouhou dobu velká vrstva sněhové pokrývky, která přilehne spodní větve stromu a ty dokáží zakořenit (Šantrůčková et al. 2010).

3.2.2 Světelné nároky, růst a variabilita smrku

Variabilita světelných nároků smrku je známa už spoustu let. V mladém věku lze smrk označit jako stinnou až polostinnou dřevinu. Ve svém optimu může růst v zástínu až po celá desetiletí, aniž by ztratil schopnost výrazně akcelerovat růst po uvolnění. Jeden z prvních, kdo tuto vlastnost smrku popsal, byl Assmann (1954). Díky těmto schopnostem smrk snadno vniká do porostů jiných dřevin, kde může vytlačit ostatní dřeviny (Úradníček 2009). Ve vyšším věku už tak tolerantní k zástínu není a koruna potřebuje přímé oslunění (Šantrůčková et al. 2010, Úradníček 2009, Musil a Hamerník 2007).

Smrk dorůstá výšky až 50 m, výjimečně 60 m. Ze začátku je růst pomalejší s kulminací průměrně okolo 40 let a je ukončen okolo 100 roků života. V podmínkách ČR lze vylíšit dva druhy růstu smrku (Šantrůčková et al. 2010):

1. Růst je od začátku velmi rychlý, dochází brzo ke kulminaci růstu, avšak poté přírůst poměrně rychle klesá. Tento typ odpovídá obnově smrku na holinách. Na holinách má smrk dostatek světla a vody, proto může od poměrně malého věku růst velmi rychle.
2. U druhého druhu je na začátku růst spíše pozvolný a ke kulminaci dochází přibližně o 20 let později, ale může to být i podstatně déle než v prvním případě. Přírůst poté klesá pozvolně a trvá až do konce života smrku. Pozvolný růst odpovídá spíše podmínkám šetrného způsobu hospodaření (podrostní způsob, výběrný les atd.), kdy jsou semenáčky kryty clonou původního porostu a dochází k pozvolnému vývoji (Musil a Hamerník 2007).

Většina smrků má hustou korunu kuželovitého tvaru a rovný kmen. Boční větve se rozprostírají převážně přeslenovitě. Kuželovitý tvar koruny chrání smrk před sněhem. Sníh z koruny sklouzne a nezůstává v ní a koruna tak nemusí v těžkých zimních podmínkách nést váhu sněhu. Pro vysoké polohy je tato vlastnost smrku příznačná i pro jeho přizpůsobení

pro život v horských polohách. Jednou z dalších vlastností smrku v hustých porostech je samovolné čištění kmene od větví (Alexejev 1990, Šantrůčková et al. 2010). Štíhlejší koruna smrku není pouze vývojovou odpovědí na husté sněžení, ale právě tvar štíhlého jehlanu je ten, který má nejmenší opěrnou plochu pro vítr, který způsobuje polomy korun a vývraty celých stromů typické pro smrky. Variabilita koruny je u smrku poměrně značná, jsou známy tyto typy:

- klečové typy - připomínají spíše koruny keřů,
- vlajkové typy - vznikají při častém působení větru z jedné světové strany,
- bajonetové typy - po zničení terminálu stromu například silným poryvem větru, námrazou nebo sněhem; u těchto stromů je typický výskyt reakčního tlakového dřeva, u listnáčů naopak tahového (Alexejev 1990).

3.2.3 Škodliví činitelé smrkových porostů

Na území ČR se rozlišuje poškození porostů do dvou skupin:

- biotičtí činitelé (lýkožrouti, ploskohřbetky a lesní zvěř),
- abiotičtí činitelé (vítr, mráz a sníh).

Biotičtí činitelé

Lýkožrout smrkový (*Ips typhographus* L.) – zařazen na seznam kalamitních škůdců vydávaných MZe. Aktuálně největší hrozba pro velké nesmíšené smrkové porosty (MZe č. 101/1996 Sb.). Larvy a brouci se po vylíhnutí živí lýkem, tím přerušují přívod vody a živin do koruny. Za normálních podmínek napadá lýkožrout slabé nebo poškozené stromy např. větrem. Pokud dojde ke kalamitnímu přemnožení, napadá kůrovec všechny stromy v okolí. Dokáže zahubit i zdravé stromy, které masivní nálet brouků nedokáže zastavit. Přirozenou vlastností kůrovců je rychlé namnožení v krátké době. Přibližně 500 jedinců dokáže zahubit zdravý strom, z něhož pak při úplném obsazení vylétne až 10 000 jedinců (Šantrůčková et al. 2010, Kajzarová 2012).

Ploskohřbetky rodu *Cephalcia* – jako lýkožrout jsou ploskohřbetky zařazeny na seznam kalamitních škůdců MZe (MZe č. 101/1996 Sb.). V současnosti nepůsobí velké škody v lesnictví. Zvýšené počty jsou pouze na pár územích ČR. Ploskohřbetky preferují starší

stejnorodé monokulturní porosty smrku. Ideální jsou porosty okolo 60–110 let v nadmořských výškách cca 600–1000 m n. m. Kontrola stavu ploskohřbetek je prováděna pomocí půdních sond (Bercha a Lasák 2006).

Lesní zvěř - zvěř je přirozenou součástí lesního prostředí už od pradávna. Ve většině oblastí ČR došlo v posledních desetiletí k výraznému přemnožení populací. Za přemnožením stojí omezení dlouhodobých přirozených mechanismů (predátoři, nepřízeň počasí, nedostatek potravy, choroby). Krátké a mírné zimy v kombinaci obrovskou úživností polí (pěstování kukuřice, řepky a brambor) vede k obrovským počtům zvěře. Na spoustě míst ČR je zvěř hlavním limitujícím faktorem odrůstání a tvorbě přirozené obnovy porostů (Turek et al. 2010). Pro přirozenou obnovu smrku však zvěř většinou neznámá velký problém, škody se zvyšují s věkem porostu a např. loupání jelení zvěří může způsobit závažné poškození smrkových porostů.

Abiotičtí činitelé

Mezi abiotické činitele jsou řazeny prvky neživé přírody. Biotičtí i abiotičtí činitelé na sebe úzce navazují. Transparentním případem jsou větrné kalamity a následná gradace lýkožrouta.

Vítr – lesy střední Evropy jsou od nepaměti formovány silným větrem, který leckdy dosahuje síly orkánu. Dle Šantrůčkové et al. (2010) se vítr o rychlosti 130–160 km/h vyskytuje jednou za 50–100 let. K porušení stromů dochází už při rychlostech větru okolo 60 km/h. Při porušení nedochází nutně k vývrátům nebo zlomům, ale i k porušení jemného kořenového vlášení při kymácení stromu ve větru. Právě porušení kořenů oslabí strom a ten je snadnou kořistí pro lýkožrouty.

Námraza a sníh - škody námrazou a sněhem se můžou nalézt spíše v porostech větších nadmořských výšek, kde jsou větší přivaly sněhu a častá namrzající mlha. Těžký sníh a námraza často způsobují zlomy. Zlomy mohou být vrcholkové, korunové a podkorunové. Vrcholkové zlomy mají vliv především na pozdější kvalitu dřeva, ale strom se s nimi dokáže vypořádat. V extrémních případech dochází až k rozvratu porostu vlivem velké váhy sněhu nebo námrazy (Křístek a Holuša 2015).

V neposlední řadě se nesmí zapomínat ani na poškození porostů **imisemi**. Hlavně druhá polovina minulého století byla z hlediska imisní zátěže pro porosty enormní. Nejlepším příkladem jsou horské oblasti Krušných a Jizerských hor, kde oxidy síry a další nebezpečné prvky, napáchaly obrovské škody, které se ještě dnes nepodařilo odstranit. Ke zlepšení imisní zátěže pomohlo odsíření elektráren, které byly největším producentem nebezpečných plynů (Lomský et al. 2013).

3.2.4 Dřevo a jeho využití

Dřevo je obnovitelná surovina, která má široké spektrum využití. Dřevo smrku se hojně využívá ve stavebnictví, truhlářství, tesařství, teplárenství (potěžební zbytky, odpad z pil), papírenství a mnoho dalších. Smrk se řadí mezi jehličnaté dřeviny bez jádra. Dřevo je žlutobílé barvy se zřetelným přechodem mezi jarním a letním dřevem. Díky tomu jsou dobře znatelné letokruhy. Dřevo je řazeno mezi měkké jehličnaté, dlouze vláknité. Hojně je využíváno pro svou snadnou opracovatelnost, pružnost a pevnost při nízké váze. Nejlepší výřezy se používají na výrobu dých. Úplně největší kvality však dosahují rezonanční výřezy, které se zpracovávají pro výrobu hudebních nástrojů (Svoboda 1953).

3.3 Jedle bělokorá (*Abies Alba Mill.*) v lesním hospodářství

V původních porostech ČR jedle zaujímal přibližně 20 % zastoupení v porostech. Dnes se jedle krčí pod nadvládou smrku na pouhém 1 % zastoupení v porostech. Minimální (reálně dosažitelné) zastoupení by mělo být cca 4,5 % (MZe 2016). Optimální zastoupení by mělo být daleko vyšší. Úbytek jedle se sleduje po celé střední Evropě. Příčinou úbytku jsou výkyvy počasí. Jedle poměrně špatně snáší průsušky, dále je velký problém se zvěří, která úspěšně decimuje přirozenou obnovu i výsadby. Náchylná je i na vysoké koncentrace SO₂, které v minulém století úspěšně decimovaly porosty střední Evropy. V neposlední řadě hraje vliv i horší opracovatelnost vůči smrku a tím menší ekonomický zájem o její pěstování (Kučeravá et al. 2013).

Charakter rozšíření jedle je ostrůvkovitý. Tomu odpovídá i areál rozšíření, který se pohybuje v nadmořských výškách 140-2 100 m n. m. Nevhodné podmínky k dobrému odrůstání jedle jsou velmi tuhé zimy a suchá léta. Nejraději má středně chladné a vlhké klima. Jedle se dožívají poměrně dlouhého věku 300-600 let, při kterém vykazuje stálý

přírůst. Je to jedna z nejvíce tolerantních dřevin k zástinu. Jedle dokáže přežít i 120 let v silném zástinu o výšce 1-2 m a po uvolnění dokáže normálně růst. Jedle je velmi náročná na vláhu, jak půdní, tak i vzdušnou. Optimum srážek pro jedli je 1 000-2 500 mm. Roste v hlubších půdách, které jsou středně živné až bohatší, čerstvě vlhké až podmáčené. I přes to, že roste na půdách ovlivněných vodou, má dobrou stabilitu. Kořenový systém je kulovitý až srdcovitý s vybíhajícími bočními panohami, které sahají do velké hloubky. Díky tomu dokáže čerpat živiny z velké hloubky. Jedle dorůstá výšky 30-60 m. Koruna má kuželovitý až válcovitý tvar. Kmen je plnodřevný s nízkou sbíhavostí. Využití dřeva je hlavně ve stavebnictví na krovní konstrukce. Právě díky malé sbíhavosti má větší pevnost než smrk (Musil a Hamerník 2007).

3.4 Buk lesní (*Fagus sylvatica* L.) v lesním hospodářství

Dle rekonstrukcí přirozené druhové skladby byl právě buk dominantní dřevinou se zastoupením 40 %. Dnes je zastoupen 8 %. Optimální podíl byl v polovině devadesátých let stanoven na 18 %. Zastoupení buku má rostoucí tendenci, za 15 let (2000–2015) vzrostlo zastoupení o více jak 2 % (MZe 2016). Bohužel buková kulatina v ČR nemá takřka odbytu a většina produkce se používá na palivo. Proto je buk vysazován spíše jako meliorační a zpevňující dřevina.

Buk je rozšířen téměř po celé střední Evropě. Osidluje nadmořské výšky od 60 do 2 000 m n. m. To z něj dělá nejrozšířenější listnatou dřevinu ve střední Evropě. Buk se řadí hned za jedli, co se týče tolerance zástinu. Často tvoří více etážové porosty, které jsou nesmíšené, svým cloněním vytlačuje většinu ostatních dřevin. Ideální množství srážek pro buk činí 800-1 000 mm za rok. Nejlepší podmínky pro růst buku jsou čerstvě vlhké provzdušněné půdy s vysokým obsahem humusu. Nesnáší půdy uléhavé a zamokřené, nebo suché a písčité. Buk je, podobně jako jedle, citlivý na suchá léta a pozdní mrazíky. Buky dorůstají výšek okolo 40 m. Koruna buku má velkou variabilitu, záleží na místě, kde roste. V hustém zápoji má koruna kuželovitý tvar, ve volném prostranství tvoří širokou rozložitě vyklenutou korunu. Kořenový systém buku je srdcovitý s všestrannými kořeny. Díky tomu má, podobně jako jedle, dobrou půdní stabilitu. Oproti jedli, je buk dřevinou poměrně krátkověkou, dožívá se 200-300 let (Musil a Hamerník 2007). Čada (2014)

ve své práci však poukazuje na buk starý 409 let z Boubínského pralesa. Z toho plyne, že i buk dokáže žít poměrně dlouhou dobu.

3.5 Možnosti obnovy porostu

V lesnictví se lze stále častěji setkat s požadavky na šetrnější hospodaření (Aanderaa et al. 1996). V pěstování smrkových porostů existují dva krajní přístupy:

1. Pěstování smrku *holosečným způsobem* za použití lesa věkových tříd, kde se hlavně využívá umělá obnova porostů.
2. Protipólem holosečného způsobu hospodaření je *výběrný les*. Výběrný les se vyznačuje nepřetržitým dorůstáním stromů do zápoje a ryze přirozenou obnovou porostu.

V současnosti se hledá optimum pěstování smrku, které bude přijatelné ekologicky, hospodářsky i sociálně. Zatím to vypadá, že ideální způsob leží někde uprostřed mezi krajními přístupy (Kalousek a Foltánek 2007).

3.5.1 Pasečné způsoby hospodaření

Pasečné způsoby hospodaření v ČR dominují. Pracují s jednou obmýtní dobou, která je zanesena v hospodářských plánech a hospodářských osnovách jednotlivých vlastníků. Porosty obhospodařované tímto způsobem jsou věkově, výškově a tloušťkově málo diferencované. Výjimku tvoří lesy sdružené, kde lze narazit na dvoumýtní variantu (pařezina s výstavky) (Poleno et al. 2007). Hojně se tento způsob používá v borových hospodářských oblastech, kde se ponechají výstavky, a provádí se příprava půdy. Přirozená obnova borovice zaplní obnaženou půdu množstvím semenáčků (Bílek et al. 2016).

3.5.1.1 Holosečný způsob hospodaření

Podmínky pro holou seč omezuje lesní zákon č. 289/1995 Sb. Velikost plochy holé seče je maximálně 1 ha. Výjimkou lze plochu holé seče zvětšit na 2 ha, ale pouze na některých stanovištích (přirozená borová stanoviště na písčích, přirozených lužních stanovištích a na dopravně nepřístupných svazích delších než 250 m, nesmí se však jednat o exponovaná stanoviště). V zákoně je omezena i šířka, která nesmí překročit dvojnásobek porostní výšky

a na exponovaných stanovištích jednonásobek průměrné výšky stromu. Pokud by byla holá seč větší než 1 ha, docházelo by k většímu ohrožení lesa. Proto je velikost omezena zákonem (Drobník a Dvořák 2010).

Při holosečném způsobu se porost (nebo jeho části) jednorázově vytěží a následně obnoví. Nepochází zde k principům jednotlivého výběru. Rozdíl mezi prostředím holé plochy a porostu je ve srážkovém nadlepšení a zvýšené aktivitě slunečního svitu na holé ploše. Nevýhody holé plochy jsou větší teplotní výkyvy a tlak buřeně (Korpel' et al. 1991). Výsledkem holosečného způsobu jsou homogenní jednoetážové porosty (Poleno et al. 2007).

Podle velikosti lze holé seče rozdělit na *maloplošné* a *velkoplošné* holé seče. Korpel' et al. (1991) ve své práci uvádí velikost velkoplošné holé seče o 3–5 ha. Tuto velikost však v současnosti nepřipouští lesní zákon ani na stanovištích, kde lze uplatnit výjimku. Velikost maloplošné holé seče by neměla být větší, než kam sahá významný boční vliv obnovovaného porostu. Tomu odpovídá i ustanovení již zmíněného lesního zákona o velikosti holé seče. Na základě těchto poznatků se může říci, že se v ČR hospodářství převážně pomocí maloplošných holých sečí. Zvláštním případem maloplošné holé seče je skupinová obnova neboli kotlíková seč (Poleno et al. 2007).

Kotlíková seč

Velikost kotlíků se dělí do tří kategorií. Jako *skupina* se označuje obnovní prvek o velikosti 0,10–0,20 ha, *skupinkou* se označuje 0,03–0,10 ha a nejmenším prvkem je *hlouček* o velikosti pod 0,03 ha. Pro představu: Kotlík, jehož průměr je přibližně stejný jako střední výška obnovovaného porostu, dosahuje většinou plochy skupinky (Poleno et al. 2011). V kotlíkových sečích se vytváří vhodné ekologické podmínky pro odrůstání dřevin s různými nároky na světlo a vláhu. Zvláště v sušších podmínkách má tvar a expozice důležitou roli pro zdárnou obnovu porostu. Umístěním, tvarem a velikostí lze upravit mikroklima takřka pro úspěšné odrůstání většiny dřeviny (Souček a Tesař 2008, Procházka et al. 2013).

U holosečných kotlíků je působení původního porostu omezeno na jeho obvod. Pro clonné kotlíky platí, že míra vlivu porostu je závislá na stupni proclonění. S rostoucí velikostí kotlíku roste i riziko jeho zabuřenění. Na stanovištích ovlivněných vodou roste riziko

zamokření. Práce s kotlíky je dlouhodobou záležitostí. Můžou se ponechat, ale daleko lepší variantou je jejich postupné rozšiřování a propojování. Rozšiřováním se zamezí znehodnocení okrajových jedinců. Vhodné je použití kotlíků při obnovách rozsáhlých monokulturních porostů jako předsunutých sečí. V případě rozpadu porostu slouží kotlíky jako východiska obnovy (Souček a Tesař 2008).

Výhody holosečných způsobů:

- snadné vyznačování těžby,
- soustředění těžby na jednom místě,
- snadný způsob obnovy porostu, možnost ovlivnit druhovou skladbu a genetickou kvalitu,
- maximální využití dostupné mechanizace, vysoká produktivita těžebních prací
- dlouholetá praxe a mechanizace.

Nevýhody holosečných způsobů:

- ekologicky nevhodný způsob hospodaření,
- změna krajinného rázu,
- vznik stejnověkových homogenních porostů,
- extrémní mikroklima pro sazenice (větší výpar, přímé sluneční záření, pozdní mrazíky, přísušky a větší kolísání teplot),
- nevhodné pro stínomilné dřeviny (JD, BK).

3.5.1.2 Násečný způsob hospodaření

Obnova porostu probíhá na dvou dílčích plochách současně. Obě plochy mají odlišné podmínky. Může se využít na obnovu jedné plochy dřeviny s různými ekologickými nároky. Náseky se realizují tímto způsobem (Remeš et al. 2013) - vytvoří se úzký pruh holoseče a ve směru obnovy se vytvoří další pruh, který se mírně prosvětlí. Každý pruh nebývá zpravidla větší, než je porostní výška těžného porostu. Tím pádem vznikají na holé ploše ideální podmínky pro odrůstání slunných dřevin a pod clonou odrůstají stínomilné dřeviny. Nejvhodnější je vedení náseku od severní strany. Porosty nejsou ohrožovány větrem, zároveň zmlazení netrpí přísušky. Násek ze severní strany lze rozdělit

do tří zón. Každá ze zón odpovídá skupinám dřevin dle nároků stinné dřeviny, polostinné dřeviny a slunné dřeviny (Aanderaa et al. 1996).

Používají se dvě modifikace (Poleno et al. 2007, Poleno et al. 2009) :

1. *Násečně clonná obnova* – používá se pro smíšené porosty s různými nároky na světlo. Provádějí se dvě clonné seče s různou intenzitou zásahu. První, tzv. tmavá seč, je mírná a slouží pro obnovu buku a jedle. Na vnějším okraji se provede druhá seč s větší intenzitou pro obnovu polostinných dřevin (smrk a javor).
2. *Obrubná seč a obnova* – uplatnění našla v porostech se zastoupením jedle, buku a smrku. Porosty se nacházely na živných stanovištích s dostatečným přísunem srážek. U obrubné seče se pracuje pouze s násečnými řadami. Na těchto řadách se dostaví i přirozená obnova. V násečných řadách se výběr prováděl pomocí principů výběru ve výběrném lese (Poleno et al. 2009).

Výhody násečného způsobu hospodaření:

- rychlý postup obnovy (převážné využití přirozené obnovy),
- snadné těžební postupy (těžba se provádí do porostu a není ohroženo zmlazení),
- vyklizování probíhá přes neobnovený porost,
- různé ekologické podmínky jsou dobré pro obnovu více dřevin s různými ekologickými nároky,
- dobrý přehled o postupu obnovy a jejich potřebách.

Nevýhody násečného způsobu hospodaření:

- ohrožení proředěného porostu větrem,
- včasná obnova porostu (nemělo by docházet k přestárnutí porostu),
- krátká obnovní doba pro stinné dřeviny (hlavně jedle),
- dlouhá doba obnovy z jednoho východiska,
- nízká flexibilita (při nedodržení postupu dochází k narušení plynulosti obnovy) (Poleno et al. 2009).

3.5.1.3 Podrovní způsob hospodaření

Tento hospodářský způsob shrnuje několik hospodářských forem - proto není jednoznačně definován (Poleno et al. 2007). Obnova porostu se uskutečňuje pod clonou původního porostu. Úzké ekologické pouto mýceného porostu s půdním povrchem se projevuje v plném rozsahu. Závislé je na síle zásahu. S větším prosvětlením přichází do prostu více světla, vody a tepla. Přitom původní porost slouží jako ochrana proti extrémním klimatickým podmínkám a invazi buřeně. Pod porostem tak vznikají ideální podmínky obnovy, která rázem vytvoří druhou etáž porostu (Korpel' et al. 1991).

Při podrovním způsobu se používá clonná seč, která kombinuje vícero hospodářských forem a modifikací. Clonou seč lze rozdělit podle *velikosti* na maloplošnou a velkoplošnou. Z hlediska *času* pak na krátkodobou, dlouhodobou a permanentní. Dále pak může být clonná seč *rozmístěna* pravidelně nebo nepravidelně po porostu. Obnova clonou sečí je rozdělena do minimálně dvou fází. Většinou jich bývá více (Hartig – Heyerova clonná seč). Při dlouhých obnovných dobách přechází clonná seč do neomezené výběrné seče, kde dochází k jednotlivému výběru stromů (Poleno et al. 2007).

Velkoplošná clonná seč

Nejčastějším případem velkoplošné clonné seče je Hartig – Heyerova (někdy nazývaná jako tmavá seč) clonná seč. Slouží k rozpracování porostů i velkých výměř. Skládá se ze čtyř částí:

1. *Fáze přípravná* – prvotní proředění porostu (uvolnění kvalitních stromů pro zlepšení kvetení a tvorbu semen). Může být proveden i zdravotní výběr a odstranění jedinci nevhodní pro obnovu porostu.
2. *Fáze semenná* – provádí se v semenném roku pro lepší uchycení semenáčů. Na stanovištích, kde se tato seč provádí, je vhodné přistoupit i k přípravě půdy. Uchycení semenáčků je daleko intenzivnější.
3. *Fáze uvolňovací* – cílem je zvýšení přístupu světla, tepla a vody pro nálet (nárost). Zakmenění porostu může klesnout i pod 0,7, záleží na druhu dřeviny. Hlavně světlomilné dřeviny potřebují větší prosvětlení. Používá se pozitivní výběr jedinců k těžbě. Využívají se principy přírůstového hospodářství.

4. *Fáze domýtná* – dokácení zbytku porostu (náročné na technologii, nesmí dojít k poškození nového porostu) (Poleno et al. 2009, Šimek 1993, Korpel et al. 1991).

Praktické využití této seče je hlavně u bukových porostů, kterým tento způsob obnovy naprosto vyhovuje. Nevhodný je tento způsob pro čistě smrkové porosty. Ty jsou totiž náchylné na stabilitu a postupné prořezávání by vedlo k rozpadu porostu vlivem abiotických činitelů (Poleno et al. 2009). Dle Polena et al. (2009) by tento způsob mohl být zdárně použit i u slunných dřevin za předpokladu urychlení všech fází. Dále pak také u smíšených porostů. Pro obnovu smrkových porostů je lepší využít maloplošné clonné seče (Korpel et al. 1991).

Okrajová clonná seč

Obnova porostu začíná postupně od okraje porostu. V clonných pružích umístěných proti směru bořivých větrů. Vhodně lze tuto seč využít pro všechny druhy dřevin. Správně zvolenou intenzitou zásahu se vytvoří ideální podmínky pro většinu druhů dřeviny. Pouze pro vyloženě stinné dřeviny (jedle a buk) je příliš rychlá. V principu se využívají fáze jako u Hartig – Heyerovy clonné seče, akorát na úrodných půdách se semenná seč někdy vynechává (Šimek 1993).

Pruhová clonná seč

Rozpracovává velké porostní plochy do pracovních polí o šířce cca 20 m. Postupy jednotlivých fází se ztotožňují s fázemi u Hartig – Hayerovy clonné seče. Aby bylo dosaženo přiměřené obnovní doby, musí být aplikováno více východisek obnovy. Samotná pruhová seč by nestačila. Pro smrkové porosty je tento způsob nevhodný. Vzhledem k možnosti narušení porostu větrem se takřka nepoužívá (Šimek 1993).

Skupinová clonná seč

K obnově se využívá clonných kotlíků. Různá velikost a tvar přivádějí ideální podmínky pro směs jedle a buku nebo jedle, smrku a buku. Kotlíky se do porostů umísťují s předpokladem dalšího rozšiřování, které povede až k propojení a vytvoření zpevňujících žeber. Pokud se jedná o čistě smrkové porosty, může se v prvních fázích využít podsadeb pro zvětšení druhové skladby a zároveň pro dobrý základ pozdějších zpevňujících žeber (Poleno et al. 2009). Vacek et al. (2007) ve své práci uvádějí, že tento obnovní způsob je

pomalý. A je vhodné ho kombinovat i s dalšími sečemi. Výsledkem obnovy jsou poté nehomogenní smíšené porosty.

Pomístně skupinovitá clonná seč

Pomocí této seče se vytváří přechod k výběrnému způsobu hospodaření. Rozdíl mezi klasickou clonou sečí je v cílevědomém nepravidelném rozmístění těžeb a obnovním postupem. Odtěžením jednotlivých stromů se vytvářejí plošky, kde dochází k většímu přísunu světla, vody a tepla. Jinde v porostu pak zůstává uzavřený korunový zápoj. Charakteristická je dlouhá obnovní doba. Porost při dlouhé obnovní době vyvolává dojem výběrného lesa. Specifickým problémem pro tuto obnovu jsou vysoké stavy zvěře, obnova probíhá neustále a je nepravidelně rozmístěna, ochrana proti zvěři je tak velmi obtížná (Poleno et al. 2009). Simon a Vacek (2008) ve své publikaci ukazují různé modifikace tohoto způsobu hospodaření:

- *forma bavorská* – vychází ze clonné skupiny rozdělené po celém porostu. Skupiny se dále rozšiřují. Zbytek porostu zůstává zapojený, dokud se k němu skupina nerozšíří;
- *forma bádenská* – vyplývá ze zásad velkoplošné clonné seče. Těží se nepravidelně nejtlustší stromy, které uvolní velký prostor, kde se sleduje přirozená obnova. Využívá se maximální světlostní přírůst;
- *forma švýcarská* – se podobá nejvíce výběrné formě hospodaření se zušlechťovacím charakterem. Porostní části se obnovují skupinovitě a hloučkovitě, v pečlivém uspořádání vedle sebe a za sebou.

3.5.2 Výběrné způsoby hospodaření

Výsledkem výběrného způsobu hospodaření je výběrný les, který s sebou nese různá specifika oproti holosečnému způsobu hospodaření (Korpel' a Saniga 1995). Objektem hospodaření není porost, ale strom nebo skupina stromů, v němž se vyskytují jedinci různé tloušťky, věku a výšky. Mezi jednotlivými stromy ve skupinách existují vzájemné vazby (Poleno et al. 2007, Korpel' a Saniga 1995). Pestrý systém, založený na těžbě jednotlivých stromů, má záměr soustavné udržení a formování rovnovážné struktury výběrného lesa. Růstový prostor je zcela vyplněn korunami jednotlivých stromů (Jařud' et al. 2014).

Největšího využití nadzemního růstového prostoru lze dosáhnout dostatečným zastoupením stínu snášejících dřevin, které jsou dostatečně rozmístěny po porostu. Další ovlivňující faktory jsou podmínky stanoviště a intenzita přirozené obnovy. Optimálně využitý prostor je, pokud se dosáhne vertikálního zápoje porostu. V některých případech se lze i setkat se zápojem stupňovitým. Koruny nejsou uspořádány nad sebou jako u vertikálního zápoje, ale vedle sebe. Tento případ nastává na chudších stanovištích, kde stromy nedosahují takových výšek (Vacek a Podrázský 2006, Jařud' et al. 2014).

Dle Polena et al. (2007) vypadá ideální výběrný les tak, že jsou na ploše trvale a rovnovážně zastoupeny všechny tloušťkové třídy. Přirozený úbytek stromů v tloušťkovém stupni je nahrazen dorostem stromů z předchozího stupně. Hospodářská opatření na ploše jsou teoreticky nepřetržitá. Základní ukazatelé hospodářské úpravy jsou běžný přírůst, tloušťková struktura, graf tloušťkových četností, doba přesunu mezi jednotlivými tloušťkovými stupni a porostní zásoba.

Výhody výběrného způsobu hospodaření:

- větší stabilita porostu díky jeho diferenciaci,
- trvalé zastoupení všech tloušťkových tříd na malé ploše = ochranný les,
- umožňuje trvalou těžbu i na malých výměrách (těžba přírůstu),
- stanovení cílové tloušťky (netěží se tenké dřevo),
- přírodě blízký způsob hospodaření,
- zvýšená hodnotová produkce dříví (vysoký podíl dřeva s většími dimenzemi) (Korpeř a Saniga 1995).

Nevýhody výběrného způsobu hospodaření:

- vysoké nároky na kvalifikaci personálu,
- složitější provádění těžby a vyklizování,
- důležité kvalitní rozpracování porostů a cestní sítě,
- špatná obnova slunných dřevin (Korpeř a Saniga 1995).

3.6 Přirozená obnova lesa

Přirozená vlastnost dřevin je tvorba semen, kterou od pradávna využívá k obnově a rozšíření porostů. V historii se ani jiný způsob obnovy porostů nepoužíval. Často se porosty vytěžily a dlouhá léta se čekalo, než se opět obnoví les přirozenou sukcesí. Až na přelomu 18. a 19. století, kdy byly kladeny čím dál větší nároky na produkci porostů, se objevil obnovní způsob využívající umělou obnovu. Podíl umělé obnovy rychle rostl, až se stal dominantním. V třicátých letech 20. století se opět začala rozvíjet myšlenka přirozené obnovy (Poleno et al. 2009). Dnes je situace v lesním hospodářství taková, že podíl přirozené obnovy má stále rostoucí tendenci. V roce 2015 byl podíl přirozené obnovy cca 20 % (celkově se obnovovalo 23 546 ha, z toho 4 749 ha přirozenou obnovou). O 15 let dříve, tedy v roce 2000, byl podíl přirozené obnovy cca 13,5 %, v polovině 80. let minulého století dosahovala jen 1,5 % (MZe 2016).

Pro přirozenou obnovu je nejlepší obnovní způsob podrostní a hospodaření formou výběrných lesů. U holosečného způsobu může semeno nalétnout z okolních porostů za předpokladu, že holina není příliš velká, resp. široká. Úspěšnost přirozené obnovy na holinách se zvětšuje, pokud se ponechá dostatečný počet výstavků. Další faktor, ovlivňující přirozené zmlazení, je příprava půdy (Kupka 2004). Příprava půdy může mít dva charaktery:

1. *Biologická příprava půdy* – provádí se pomocí cílevědomé těžby za účelem úpravy zápoje. Těžbou se reguluje rychlost rozpadu hrabanky a vývoj humusových forem půdy (Poleno et al. 2009);
2. *Mechanická příprava půdy* – využívá se hlavně v porostech, kde je velká mocnost opadanky. Půda se obnaží a semeno snadno vyklíčí na půdě. K mechanické přípravě se nejčastěji používají tzv. finské brány nesené traktorem (Kupka 2004).

Polanský et al. (1955) specifikoval vhodné podmínky pro úspěšné vytvoření přirozené obnovy:

1. dostatečné množství vývojově dospělých stromů, které mají předpoklad pro reprodukci. Zaručí tak dostatek semen pro obnovu porostu;
2. vhodný stav porostního prostředí. Zejména půdní a klimatické podmínky, díky

kterým semena dobře vyklíčí a nově vzniklý jedinec dokáže žít a růst.

Zajištění základních předpokladů pro úspěšnou přirozenou obnovu znamená řešení více komplexních hospodářských úkolů najednou. Z výše uvedených kritérií vyplívají hospodářská opatření pro praktické využití přirozené obnovy. Praktická opatření jsou: přiměřeně dlouhá obnovní doba, důsledné rozčlenění porostů a správně zvolený obnovní způsob (Bezecný et al. 1992).

Výhody přirozené obnovy porostů:

- záruka vhodnosti ekotypu a klimatypu (i stanovištně nepůvodní dřeviny se přizpůsobily danému stanovišti),
- kvalita kořenového systému semenáčků (přirozeně se vyvíjí a není deformován sadbou),
- vysoké hektarové počty (výběr kvalitních jedinců při výchově porostů, rozptýlené škody zvěří),
- úspora nákladů (náklady nejsou nulové (příprava půdy, vylepšování mezer), ale i tak jsou o mnoho menší, než při umělé obnově) (Kupka 2004).

Nevýhody přirozené obnovy porostů:

- plodnost stromů (semenné roky se opakují v různě dlouhých cyklech),
- nerovnoměrnost hustoty (při obnově vznikají přehoustlé skupinky jedinců, ale i holá místa bez zmlazení),
- obnova dřevin z mateřského porostu (pokud je porost monokulturní, i z obnovy vznikne monokultura) (Poleno et al. 2009).

3.7 Umělá obnova lesa

Historicky se umělou obnovou řešil problém velkých nezalesněných ploch. Jako první jsou zmínky o sítích semen borovice. Ze sítí, přímo v porostu, se vyvinula nejpoužívanější technika obnovy dnes. V dnešní době se nejčastěji semena vysévají ve školkách, odkud se pak distribuují hotové sazenice do lesního provozu. Právě kvalitní sazenice jsou předpokladem zdárné obnovy lesa. Nejdůležitější je správně rozvinutý kořenový systém, kde je vysoký podíl jemného kořenového vlášení (Kupka 2004, Poleno et al. 2007).

3.7.1 Výsadba sazenic

Již více než 100 let je tento způsob obnovy lesa nejpoužívanějším obnovním způsobem v Evropě. V ČR činí podíl obnovy sadbou cca 70 % (což je 18 797 ha, z toho opětovné vylepšení 5 246 ha) (MZe 2016). I když trend umělé obnovy postupně klesá, tak v budoucnu si svoji důležitost podrží. Sazenic pro obnovu využívá celá řada obnovních metod (Kupka 2004). Ručně nebo strojově prováděné výsadby, pestrý sortiment sadebního materiálu a různé časové možnosti, vytvářejí flexibilní systém obnovy lesa. Při správném a pečlivém provádění práce lze udržet úspěšnost ujímavosti sazenic na vysoké úrovni. Takřka bezkonkurenční využití má výsadba při změnách druhové skladby porostů a při zalesnění rozsáhlých zabuřeněných holin (Poleno et al. 2009).

Výhody výsadby sazenic:

- nezávislost na fruktifikaci porostu,
- možnost libovolné tvorby druhové skladby (využití v monokulturních porostech pro změnu druhové skladby),
- využití geneticky kvalitnějšího reprodukčního materiálu,
- snazší výchova porostu (vhodně zvolený spon sazenic),
- rychlejší odrůstání škodlivým vlivům (škody zvěří, vliv buřeně) (Kupka 2004).

Nevýhody výsadby sazenic:

- vysoké náklady při obnově porostu,
- ztráta růstu v mladém věku (při vyzvedávání i sadbě se narušuje kořenový systém, sazenice utrpí tzv. šok z přesazení),
- problém s výsadbou na kamenitých půdách,
- vysoké nároky na kvalitu provedení práce (Poleno et al. 2009).

3.7.2 Podsadby porostů

V současnosti vychází pěstování lesa z ekologických poznatků. Účelem je vytvořit co nejplynulejší obnovu lesních ekosystémů a co nejvíce snížit rizika při zalesnění (Aanderaa et al. 1996). Právě k těmto účelům lze využít podsadby porostů. Díky svým přednostem nacházejí uplatnění při obnově porostů v horských polohách, kde hrozí introskeletová eroze. Další uplatnění našly podsadby v nižších polohách (5. až 7. lvs),

kde se nalézají rozsáhlé monokulturní porosty smrku na stanovištně původních bukových smrčín, smrkových bučin, bučin a jedlobučin (Poleno et al. 2009). V těchto porostech bylo velmi sníženo zastoupení jedle a buku. Díky svým nárokům jsou tyto dřeviny vhodné do podsadeb porostů pro zvětšení zastoupení ve smrkových monokulturách (Procházka et al. 2013).

Výhody využití podsadeb:

- nenarušuje se mikroklima prostředí,
- zamezení zabuřnění porostů (pokud jsou porosty silně proředěné, vhodná podsadba zamezí rozvoji buřně. Následná obnova je pak jednodušší),
- vhodné podmínky pro obnovu stinných dřevin,
- četné možnosti zastoupení dřevin a rozmístění po porostu.

Nevýhody využití podsadeb:

- komplikovaná ochrana výsadeb (škody zvěří),
- menší přísun světla, tepla a vody než na holé ploše,
- vysoké náklady na těžbu a vyklizování (nesmí dojít k poškození výsadby) (Poleno et al. 2009).

3.8 Kritéria výběru stromů k těžbě

Kdy, jak a podle jakých kritérií správně zmýtit porost, je odpradávná diskuzním tématem odborníků pro lesní hospodářství. Již v dřívějších dobách se razila teorie tloušťkové zralosti. Stromy s největší tloušťkou se vytěžily. Předpokládalo se, že netlustší stromy mají největší koruny. Jejich odtěžením vznikne dostatečný prostor pro přirozenou obnovu nebo dorost podúrovňových stromů do zápoje (Poleno 1999, Jaďud' et al. 2014).

S nástupem techniky a sofistikace těžby se přešlo k holosečným způsobům hospodaření, kde byl tento způsob poměrně rychle opuštěn díky své náročnosti. Přešlo se na způsob, který je používán do dnes. Dnes se nejčastěji pro určení mýtní zralosti udává věk porostu. Pracuje se s dobou obnovy, kde je hlavním a zároveň jediným ukazatelem věk (Poleno 1999, Remeš 2006).

Dle studií profesora Polena (1994, 1999), je nejvhodnějším ukazatelem doby zmýcení porostu kulminace průměrného ročního objemového přírůstu. Přitom je známá a teoreticky

prokázaná úzká závislost mezi celkovým běžným přírůstem (dále jen CBP) a celkovým průměrným přírůstem (dále jen CPP). Porovnáním výsledků obou veličin lze určit, zda je daný jedinec před či po kulminaci objemového přírůstu. Obecně lze říct, že pokud je CBP větší než CPP, tak daný jedinec ještě nedosáhl kulminace objemového přírůstu a je tedy vhodné ho ponechat v porostu. V opačném případě, kdy CBP je menší než CPP, je jedinec po kulminaci a je vhodné ho vytěžit a tím uvolnit prostor pro další jedince, nebo přirozenou obnovu (Poleno 1994, Poleno 1999, Remeš 2006). Řada dalších studií poukazuje na fakt, že právě kulminace CBP a CPP je nejvhodnější okamžik pro zmýcení porostu. Díky této metodě se může objektivně posuzovat jedince a ne celý porost dohromady. Plně se zde využije možnost světlostního hospodaření s dřevinami (Remeš 2006, Jaďud' et al. 2014).

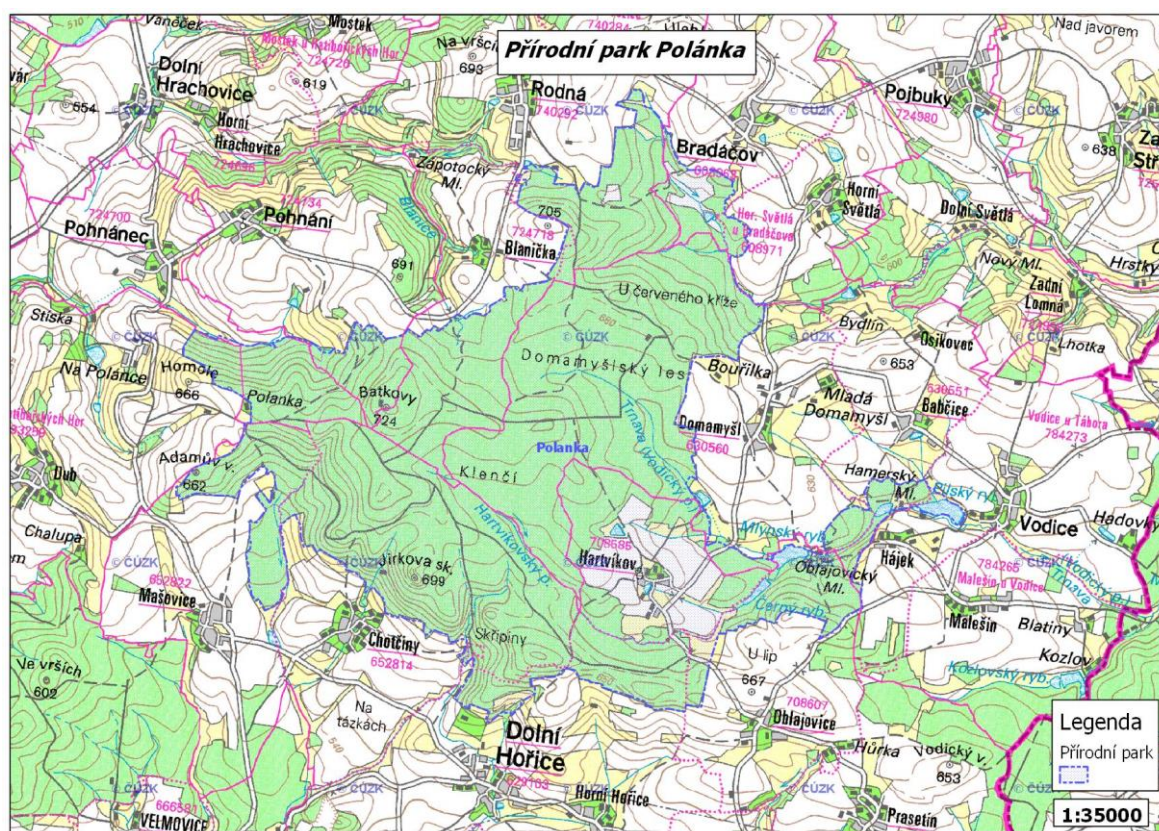
Remeš (2006) ve své práci poukazuje na použití této metody v rámci přestavby stejnověkého smrkového porostu. Uplatňuje zde jednotlivý výběr pomocí kulminace přírůstů. K porovnání byly použity veličiny CBP a CPP. Ve zkoumaných porostech bylo dosaženo závislosti mezi objemovým přírůstem a zakmeněním. Pro maximální využití světlostního přírůstu je potřebné správné rozložení koruny stromu. Největší objemový přírůst byl zaznamenán na nejtlustších jedincích. Z toho lze usuzovat závislost mezi objemovým přírůstem a výčetní tloušťkou stromu (Remeš 2006). Nejlepších světlostních přírůstů dosahují stín snášející dřeviny (jedle, buk a smrk), které neztrácí růstové schopnosti i po mnoha desítkách let. Naopak světlostní přírůst není tak významný u světlomilných dřevin (modřín, borovice) (Remeš 2006, Jaďud' et al. 2014). Dle studií Jaďud'e et al. (2014) není statisticky významná závislost mezi tloušťkovým přírůstem a věkem porostu. Statistické významnosti dosahují stromy poměrně malého věku, s přibývajícím věkem se závislost ztrácí (Soliz-Gamboa et al. 2012).

4 Metodika

Metodika blíže popisuje zkoumané lokality, trvalé výzkumné plochy, sběr dat, metody výpočtů porostních ukazatelů a analýzy.

4.1 Výběr lokality

Pro praktickou část práce byla vybrána lokalita přírodního parku Polánka. Ta se nachází v Jihočeském kraji v okrese Tábor, viz Obrázek 1.



Obrázek 1: Mapa přírodního parku Polánka
(Zdroj: Taborcz.eu, 2011)

Park byl založen na základě Zákona o ochraně přírody a krajiny č. 114/92 Sb. (1992). K přesnému založení došlo 19. 10. 2004 nařízením Jihočeského kraje č. 10/2004 (2004).

V přírodním parku jsou k nalezení rozsáhlé lesní komplexy, které jsou protkané potůčky a rybníčky. Celý komplex má výměru 15,6 km² a spravuje ho LS Tábor, spadající pod státní podnik Lesy ČR.

Posláním přírodního parku Polánka je zachovat krajinný ráz rozsáhlého lesního komplexu s vodními plochami a významnými přírodními a estetickými hodnotami, a nenarušit historické hodnoty osídlení a krajinnou architekturu. Jsou zde zvláštní předpisy pro povolování staveb, které by mohly snížit nebo změnit krajinný ráz. Pro stavby je potřeba i souhlas orgánů ochrany přírody (OS Polánka, 2017).

4.1.1 Geomorfologické zařazení, geologické a půdní podmínky

Oblast spadá do oblasti moldanubického plutonu. Ten v ČR zahrnuje Českomoravskou vrchovinu, Šumavu a Český les. Dále se rozkládá v okolním Rakousku a Německu. Nejrozšířenější hornina v moldanubickém plutonu na území ČR je granit eisgarnsk. U nás spíše znám pod názvem granit mrákotínský. Tato hornina se rozpadá velmi pomalu a rozpad je mírně kyselý. To dává za předpoklad tvorby půdních profilů patřících do kambizemí (Petránek 2011).

Území přírodního parku Polánka je součástí Křemešnické vrchoviny. Jihozápadní část parku patří Dubským vrchům, které na jihu sestupují do Chýnovské kotliny a severozápadně do Blanické brázdy. Nejvyšším bodem parku je vrch Batkovy o výšce 724 m n. m., na jehož severním svahu pramení řeka Blanice. V parku pramení i další řeka Tmava a potoky Novomlýnský, Ratibořický, Chotčinský a Skřípinský. Řeky a potůčky na území parku napájí i osm rybníků (Albrecht 2003).

4.1.2 Klimatické poměry

Jak již bylo uvedeno, vybraná lokalita se nachází v Křemešnické vrchovině. Nadmořská výška lokality je přibližně 700 m n. m. To odpovídá srážkovému úhrnu 700–750 mm za rok. Vegetační doba trvá 140–160 dní. V ní také spadne nejvíce srážek 350–450 mm. V zimním období je srážkový úhrn přibližně 250–300 mm. V zimě mají převahu srážky sněhové. Sníh vydrží 60–100 dní (Miko et al. 2009). Dle Langova dešťového faktoru se oblast nachází v humidní vláhové oblasti. Průměrný úhrn referenční evapotranspirace činí 600–650 mm za rok. Roční průměrná relativní vlhkost vzduchu je přibližně 75 % (Tolasz 2007). Lokalitu lze zařadit do mírně teplé klimatické oblasti MT4. Odpovídají tomu i průměrné teploty v jednotlivých měsících leden -2 až -3 °C, duben a říjen 6–7 °C a

v červenci 16–17 °C (Miko et al. 2009). Tolasz (2007) ve své práci uvádí průměrný úhrn přímého a difuzního záření dopadajícího na zem. Záření dosahuje hodnot 1700–1800 MJ/m².

4.1.3 Druhov^á skladba porostů

Porosty v oblasti přírodního parku Polánka dosahují nadprůměrných hodnot. Ať už se jedná o kvalitu (těží se zde i rezonanční dříví) nebo o hektarové zásoby (velice nadprůměrné zásoby). V parku jsou dva lesní komplexy - Batkovy a Domamyšlský les. Mísí se zde dva lesní vegetační stupně 4. bukový a 5. jedlobukový. Dřevina s dominujícím zastoupením je smrk ztepilý. Stanovištně původní dřeviny, jedle bělokorá a buk lesní, jsou tu pouze přimíšeny spolu s borovicí lesní (*Pinus sylvestris*) a břízou bělokorou (*Betula pendula*). Smrk se zde nachází ve svém optimu, dorůstá velkých tloušťek a výšek, díky tomu je porost tak ekonomicky ceněný.

4.1.4 Fytogeografické zařazení

Přírodní park Polánka se nachází v přírodní lesní oblasti 16 – Českomoravská vrchovina. Při pohledu na tvar oblasti lze říct, že se park nachází v jejím západním výběžku (Plíva a Tlábek 1986). V oblasti převládají mírně zvlněné tvary, u kterých jsou typické rozlehlé plošiny a ploché hřbety. Fytogeograficky lze lokalitu zařadit do Českomoravského mezofytika. Českomoravské mezofytikum tvoří přechod mezi teplomilnou a chladnomilnou květenou na území ČR (Průša 2001). Typograficky zde dominuje soubor lesních typů 5K, v daleko menším zastoupení jsou sobory 5P, 5S, 5O, 5G a 5I.

4.1.5 Zdravotní stav porostů

Dle Fialy et al. (2003) jsou porosty PLO 16 v dobrém zdravotním stavu. Defoliace na různých místech nepřesahuje 20 %. Porosty v přírodním parku Polánka tomu odpovídají. Porosty jsou zdravé a zdárně v plné produkci dožívají mýtního věku.

Směr větru převažuje ze západu. Porosty jsou jím středně ohrožené (Tolasz 2007). K porušení stromů často dochází v zimních měsících, kdy vlivem sněhu a námrazy dochází ke korunovým nebo vrcholkovým zlomům.

Zdraví porostů nejvíce ovlivňují hmyzí škůdci. Především však kůrovci, kteří jsou aktuální téma i v přírodním parku Polánka. Rok 2015 byl extrémně suchý a stromy oslabil. Kůrovci využili svoji příležitost a v porostech vytvořili početná kůrovcová oka, která se stále odstraňují. Opačný případ jsou ploskohřbetky, které jsou už mnoho let v latenci. Pomáhají tomu i vysoké stavy černé zvěře. Larvy ploskohřbetek jsou pro černou zvěř lahůdkou, proto je neúnavně z půdy vyrývají. Narušený půdní kryt má pozitivní vliv i na ujmavost přirozené obnovy. Poměrně početné jsou tu i stavy srnčí zvěře. Ta působí relativně velké škody u umělé obnovy. Především při vnášení jedle a buku. Tyto dřeviny musí být chráněny mechanicky nebo chemicky. U přirozené obnovy, která je převážně tvořena smrkem, netvoří velký problém. Výskyt jelení zvěře je ojedinělý a netrvalý.

Napadení stromu fytopatogenními houbami není příliš časté. Netvoří v dané oblasti velký problém. I proto zdejší smrková kulatina dosahuje vysoké kvality.

4.1.6 Lesní hospodaření

Na území parku hospodaří Lesy ČR s. p. Jak již bylo uvedeno, v komplexu se nacházejí velmi kvalitní porosty s dominantním zastoupením smrku ztepilého.

Právě porosty přírodního parku Polánka jsou přímým důkazem dřívějšího velkoplošného holosečného hospodaření. Na ploše 15,6 km² jsou rozsáhlé stejnověké smrkové monokultury s mizivým procentem přimíšených dřevin. V porostech se však vyskytuje velké množství mrtvého dřeva. Většina mrtvého dřeva je ovlivněna autoredukčními procesy, které zapříčinila nedostatečná výchova porostů v minulosti.

Lokalita se nachází v HS 53, což dle Součka a Tesaře (2008) znamená střední naléhavost přestaveb porostů. V přírodním parku Polánka však přestavba porostů probíhá v plném proudu. Dodržují se zde zásady trvale udržitelného hospodaření a principy státní lesnické politiky pro přestavby porostů. Hlavním cílem je vnášení melioračně zpevňujících dřevin (jedle a buk). Jako hlavní dřevina je zde stále uvažován smrk, pro který jsou zde ideální podmínky pro přirozenou obnovu. Meliorační a zpevňující dřeviny jsou do porostů vnášeny pomocí předsunutých obnovních prvků. Pro buk se zde využívají kotlíkové seče. Jedle je především obnovovaná podsadbami nebo pomocí náseků, které dosahují maximálně jedné porostní výšky. Pro obnovu obou dřevin se využívá i násečného způsobu hospodaření.

Díky velmi vysoké produkci a kvalitním jedincům se na lokalitě vytvořila i genová základna smrku ztepilého, jedle bělokoré a buku lesního. Výjimečnost přírodního parku Polánka neunikla ani předním vědcům z České zemědělské univerzity v Praze, kteří tu společně s Lesy ČR s. p. vytyčily trvalé výzkumné plochy určené pro vědu a výzkum.

4.1.7 Mimoprodukční funkce

Lesní správa Tábor je zapojena do Programu 2020, který je určený pro podporu mimoprodukčních funkcí lesa. Heslem programu je „Vstupte bez klepání“ a zve všechny návštěvníky do lesa. V rámci tohoto programu je financována výstavba odpočinkových míst (altánky a přírodní sezení). Dále jsou udržovány studánky a kapličky v lesích. Celý komplex parku protkávají tři značené turistické trasy (Program 2020, LS Tábor, 2017). V zimním období je přírodní park Polánka využíván k běžeckému lyžování. Místní občanské sdružení Polánka zde udržuje běžecké stopy a pořádá nesčetné množství závodů a akcí pro děti (OS Polánka 2017).

Významný mimoprodukční přínos má území v podzimním období, kde zde roste velké množství hub. V letních měsících zde dozrávají borůvky.

4.2 Popis trvalých výzkumných ploch

Trvalé výzkumné plochy byly založeny v roce 2013 za účelem výzkumu České zemědělské univerzity v Praze. Nachází se na majetku Lesy ČR s. p. Práce byla vypracována celkově na čtyřech plochách v oddělení 218 dílec A. Plocha 1 se nacházela v porostu 218A09b/01r, plocha 2 v porostu 218A11b/1p. Plocha 3 a Plocha 4 byly shodně umístěny do porostu 218A11a.

4.2.1 Popis oddělení 218 A

V současné době platí lesní hospodářský plán (LHP), který byl schválen 1. 1. 2011 a jeho platnost vyprší 31. 12. 2020. Maximální výše těžeb pro toto období je 770 000 m³. LHP shodně zařazuje všechny plochy do jednotlivého souboru lesního typu 5K2 – kyselá jedlová bučina s ostřicí kulkonosnou (*Carex pilulifera* L.). Cílový hospodářský soubor je 53 (ÚHÚL 2011).

Dílec A, ve kterém se nacházejí všechny čtyři zkoumané plochy, zabírá rozlohu 18,28 ha. Zkoumané plochy se nachází na plochem vrchu jednoho z vrcholů přírodního parku Polánka. Na plochách převažuje velmi mírný sklon jižním směrem.

4.3 Sběr dat

Sběr dat a všechny terénní práce byly prováděny v říjnu a listopadu roku 2016.

4.3.1 Obnovení výzkumných ploch

Již v minulosti byly plochy zaměřeny pomocí technologie Field-map, kdy byla zaznamenána GPS poloha jednotlivých stromů. Díky této metodě proběhla kontrola čísel jednotlivých stromů na všech plochách.

Nově se na plochách založily transekty pro zjišťování vývoje přirozené obnovy a podsadby jedle.

4.3.2 Sběr dendrometrických veličin

Hlavní porost

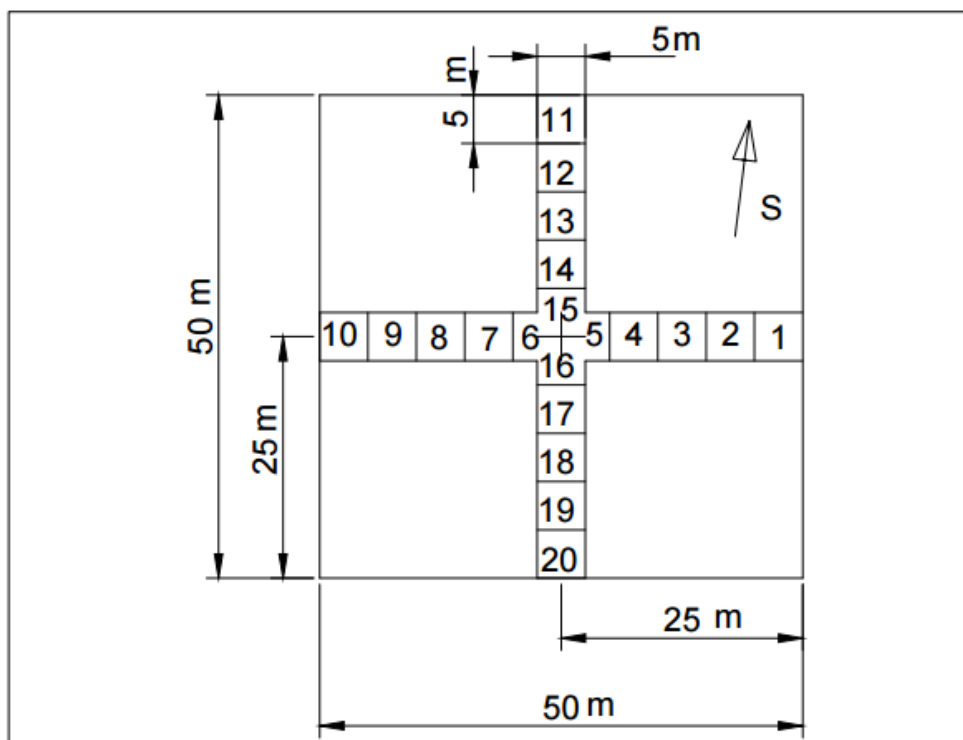
Pro hlavní porost se zjišťovaly tyto veličiny: výčetní tloušťka ($d_{1,3}$) a výška stromu (h). Tyto naměřené veličiny byly dále použity pro výpočet:

- objemu (V),
- velikosti kruhové základny,
- celkového běžného přírůstu (CBP),
- celkového průměrného přírůstu (CPP),
- zásoby na 1 ha,
- průměrné porostní výšky,
- průměru pro každou plochu.

Přirozená obnova a podsadba jedle

Pro měření přirozené obnovy a podsadby JD byly využity na každé ploše dva transekty o šířce 5 m. Transekty byly vůči sobě kolmé, procházející středem plochy. Každý transekt

byl rozdělen po 5 m. Rozdělením po 5 m na každé z ploch vzniklo dvacet čtverců o rozměru 5×5m, viz Obrázek 2.



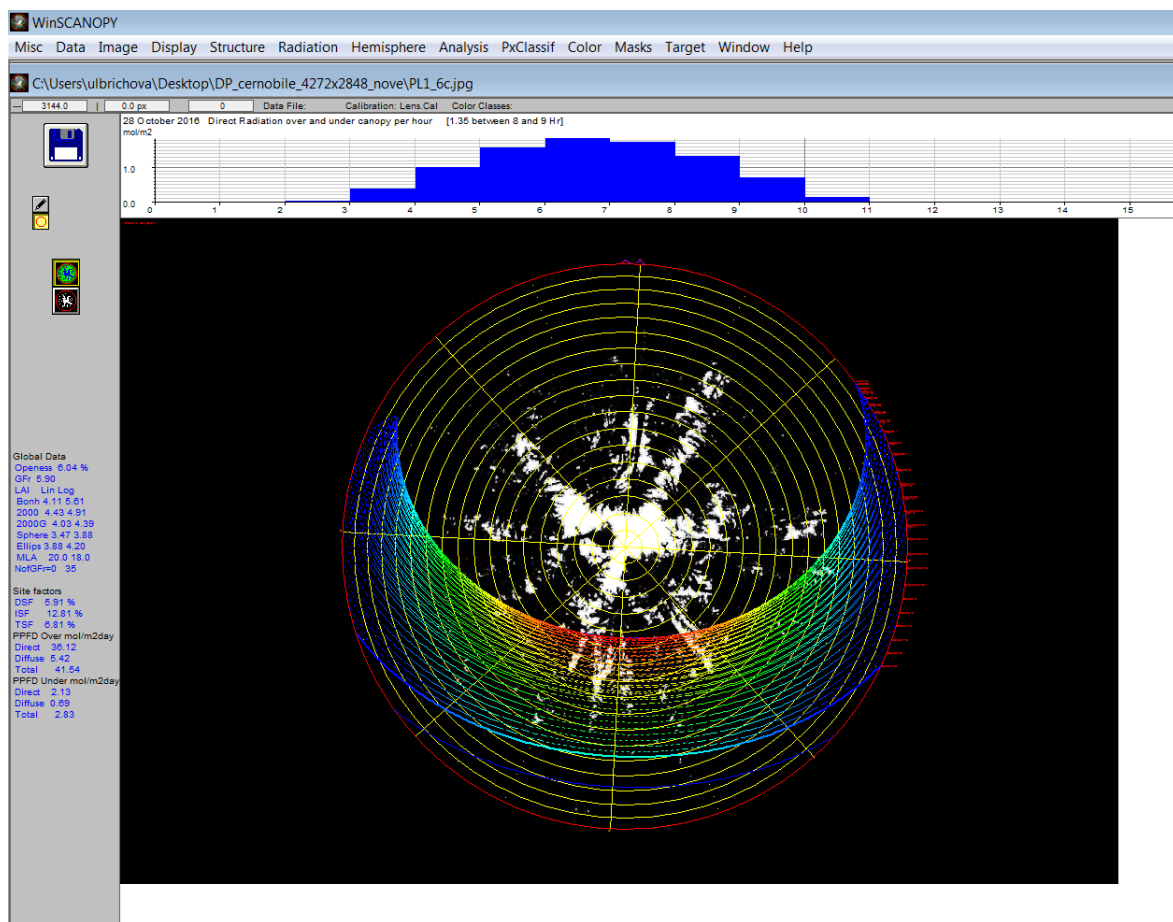
Obrázek 2: Ukázka vytyčení polí na zkoumané ploše

(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

V každém čtverci bylo spočítáno veškeré zmlazení a zařazeno do výškových tříd 0-20 cm, 21-50 cm, 51-100 cm, 101-150 cm, 151-200 cm a 200 cm a více. Následně se v každém čtverci vybralo pět největších jedinců, u kterých se předpokládá, že ovládnou tuto plochu a zbytek jedinců na ploše uhyne přirozenou autoredukci. U pěti jedinců se změřily růstové veličiny: průměr krčku, výška, délka terminálního výhonu a délka nejdelšího apikálního výhonu. Tento samý postup byl aplikován u každé jedle v podsadbě, která zasahovala do vymezených transektů.

Světelné poměry

Světlo je jedním z nejdůležitějších faktorů pro odrůstání přirozené obnovy a podsadeb. Pro zjištění světelných podmínek na lokalitách bylo využito hemisférických fotografií, viz Obrázek 3.



Obrázek 3: Ukázka fotografie světelných podmínek
(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Ty byly vytvořeny v prosinci 2016 za podmínek zatažené oblohy, což je nejlepší čas pro jejich vytvoření. Fotografie byly pořízeny fotoaparátém Canon EOS 1100D s objektivem zvaným „rybí oko“. Fotografováno bylo ve vymezených transektech, vždy uprostřed čtverce 5×5 m. V každém tomto čtverci byly pořízeny tři snímky s různou světlostí, resp. s různou clonou. Z fotografií se pro následující analýzu vybrala nejvhodnější světlost. Nejlepší fotografie se dále upravila do odstínů šedi, kdy viditelná obloha měla bílou barvu a vše ostatní černou barvu. Poté se fotografie nahrály do programu WinSCANOPY, kde proběhla jejich analýza. Z programu se dostala tyto data:

- *Direct* – faktor ukazující míru dopadajícího přímého záření v MJ/Mol na m²,
- *Difuse* – faktor ukazující míru dopadajícího nepřímého záření v MJ/Mol na m²,
- *Total radiation* – součet přímého a nepřímého záření v MJ/Mol na m²,

- *Openness* – otevřenost zápoje (podíl bílých pixelů v obloze) (WinSCANOPY 2012).

4.4 Metody výpočtů porostních ukazatelů

Jednotlivé plochy jsou v práci vyhodnoceny zvlášť, ale i porovnány navzájem. K těmto účelům je použit tabulkový procesor Excel a aplikace R studio pro statistické porovnání.

Objem porostu

Pro výpočet objemu byly použity objemové rovnice dle Petráše a Pajtíka (1991). Rovnice jsou přesně koncipované pro jednotlivé dřeviny. Pro účely této práce byly využity objemové rovnice pro smrk, borovici a břízu. Do rovnic vstupují dva parametry a to tloušťka ve výšce 1,3 m nad zemí a výška stromu. Pro tuto práci byla výška převzata z práce Kepl (2014), který měřil výšku každého stromu. Vytvořil se výškový grafikon proložený logaritmickou křivkou pro každou plochu. Dle výsledku logaritmické funkce se výšky přepočítaly na současnou hodnotu. Přírůst v období mezi měřeními nepřesáhl velikost chyby měření, proto se přistoupilo k tomuto postupu výpočtu výšek. Veškerý uváděný objem je počítán s kůrou.

Tloušťková struktura

Z dvou na sebe kolmých měření tloušťky byl vypočten průměr těchto hodnot, který odpovídá tloušťce stromu. Stromy byly rozděleny do tloušťkových stupňů po 40 mm (0-39 mm, 40-79 mm atd.). Hodnoty se vložily do grafu, ve kterém se vylíšily dřeviny, živé a uhynulé stromy.

Kruhová základna

Vychází z jednoduchého výpočtu obsahu kruhu. Do vzorce vstupuje pouze jediná proměnná. Velice vhodná je pro určení zastoupení jednotlivých dřevin. Pro výpočet kruhové základny se použil vztah:

$$G = \frac{\pi}{4} \times d_{1,3}^2$$

$d_{1,3}$ – výčetní tloušťka (m)

CBP a CPP

Celkový běžný přírůst (CBP) a celkový průměrný přírůst (CPP) byly počítány pro každý strom hlavního porostu. Jejich následné porovnání ukázalo, zda jsou stromy před nebo po kulminaci přírůstu.

Celkový běžný přírůst se používá pro výpočet přírůstu za určitou dobu. Stanovuje se pro celý porost, ale i pro jedince. V této práci je doba od minulého měření 3 roky. Pro výpočet CBP byl použit vztah:

$$CBP = \frac{Z_2 + T_t - Z_1 - D}{t}$$

Pro výpočet celkového běžného přírůstu každého stromu se použil tento vztah:

$$CBP = \frac{Z_2 + Z_1}{t}$$

Z_1 - zásoba předchozí (m^3)

Z_2 - zásoba současná (m^3)

T_t - celková těžba provedená za období (m^3)

D - dorost do kmenoviny, který za období překročil registrační hranici (7 cm) (m^3)

t - interval mezi měřeními v rocích (Simon a Vacek 2008).

Celkový průměrný přírůst vyjadřuje nárůst objemu za určitý věk. Jako CBP jde i CPP stanovit pro celý porost, ale i pro jedince. Pro účely této práce byl využit výpočet pro každého jedince zvlášť. Pro výpočet CPP byl aplikován vztah:

$$CPP = \frac{\text{Objem jedince}}{t}$$

Objem jedince - v čase t (m^3)

t - věk porostu (Marušák a Kašpar 2016).

Pro určení kulminace růstu bylo uvažováno, že pokud je CBP větší než CPP, je strom před kulminací růstu. V opačném případě je strom po kulminaci a je vhodné jeho vytěžení.

Přirozená obnova a podsadba jedle

Pro přirozenou obnovu a podsadbu jedle se vypočetly průměrné veličiny (výšky, tloušťky krčku, délky terminálního výhonu a délky laterálního výhonu) v každém čtverci o velikosti 5×5m pro porovnání s přísunem světla do porostu. Jako hlavní faktor, ukazující na vztah mezi světelnými podmínkami a výškovým růstem obnovy, byl zvolen index apikální dominance vypočtený jako poměr mezi laterálním a terminálním výhonem zmlazení. Následně se posuzovala závislost mezi jeho hodnotou a celkovým přísunem záření do porostu. Celkové ozáření se skládá ze součtu přímého a nepřímého záření udávané v MJ/m² za den (WinSCANOPY 2012).

4.5 Statistické analýzy

Pro statistické analýzy byl použit program Statistica 12. V současné době jeden z nejpoužívanějších statistických programů pro analýzu a správu dat. Pro správnost výstupních dat z analýz programu Statistica 12 je důležitý správný postup. Pro účely této práce byly vybrány tyto metody:

- průzkumová analýza dat (ověření normality dat),
- analýza rozptylu (ANOVA),
- mnohonásobné porovnání (post hoc analýza).

4.5.1 Průzkumová analýza dat

Prvním předpokladem použití statistických testů je normalita dat. Data pro tuto práci vykazovaly normalitu. Velký počet měření měl právě tento předpoklad zajistit.

Normalita dat

Dle normy ČSN ISO 5479 se doporučuje při výběru v rozsahu $8 \leq n \leq 50$ Shapiro – Wilkův test (zkráceně též S-W test). K testu jsou doporučené tyto hypotézy:

- H_0 - veličina má normální rozdělení (nulová hypotéza),
- H_A - veličina nemá normální rozdělení (alternativní hypotéza).

H_A je pouze alternativní hypotézou, hlavní hypotézou je H_0 . H_0 platí pouze za předpokladu, že platí $W \geq W_{(\alpha;n)}$.

- W – vypočtená hodnota S-W testu,
- $W_{(\alpha;n)}$ – kritická hodnota S-W testu (tabulka ČSN ISO 5479),
- α – zvolená hladina významnosti (pokud se nestanoví jinak $\alpha=0,05$),
- n – počet dat (Crawley 2012).

4.5.2 Analýza rozptylu (ANOVA)

Pojem analýza rozptylu neboli ANOVA (ANalysis Of VAriance – mezinárodně užívané označení) využívá rozsáhlou metodiku s mnoha variantami. Zjednodušeně lze říct, že se jedná o statistický test, který testuje nulovou hypotézu o shodě středních hodnot pro více výběrů. Dle ČSN 01 0230 (1988) se testují tyto hypotézy:

- nulová hypotéza (rozptyly se neliší): $H_0; \mu_1=\mu_2=\dots\mu_k$,
- alternativní hypotézu: H_A ; alespoň jedna dvojice středních hodnot se liší.

ANOVA se snaží postihnout vliv jednotlivých úrovní určitého faktoru na měřenou veličinu. Vychází z úvahy: pokud by zkoumané faktory neměly na příslušnou měřenou veličinu žádný vliv, potom se jejich působení neprojeví na statistických charakteristikách této veličiny. Pokud je vliv daného faktoru významný, potom se projeví na příslušných statistických charakteristikách některé z veličin.

4.5.2.1 Jednofaktorová ANOVA

Pro účely této práce byla výhradně použita jednofaktorová ANOVA. Základní model analýzy rozptylu je:

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

y_{ij} - j-tá měřená hodnota (pozorování) v i-té skupině,

μ - konstanta společná pro všechna pozorování, tj. průměrná teoretická hodnota měřené veličiny za předpokladu, že by nepůsobily žádné faktory (za předpokladu zanedbání náhodné chyby),

α_i - efekt - hodnota vyjadřující účinek úrovně A_i působícího faktoru A,

ε_{ij} - náhodná chyba s $N(0, \sigma^2)$, tj. ta část hodnoty y_{ij} , kterou není možné vysvětlit ani konstantní úrovní (μ) ani působením faktoru.

Po vyhodnocení rozptylů analýzou ANOVA se přistoupilo k mnohonásobnému porovnání z důvodů nerovnosti rozptylů pro zjištění přesných hodnot rozdílů mezi plochami.

4.5.3 Mnohonásobné porovnání (post hoc analýza)

Pokud se zamítá nulová hypotéza u analýzy rozptylu (ANOVY), je snahou identifikovat soubory, mezi kterými existují statisticky významné rozdíly. Mnohonásobné porovnání je vlastně další statistické porovnání. Pro tuto práci byla využita metoda nejmenších čtverců. Jedná se o velmi složitou statistickou metodu, která je náročná na velký počet propočtů a výpočtů. Velmi vhodné je použití výpočetní techniky, která práci značně usnadní. Mnohonásobných porovnání se dělá tolik, kolik je možných kombinací průměrů. Díky těmto testům se dostane odpověď na otázku, mezi kterými skupinami je významný statistický rozdíl (Litschmannová 2012). Nulová hypotéza je formulována takto:

- nulová hypotéza $H_0; \mu_I = \mu_J$,
- alternativní hypotéza $H_A; \mu_I \neq \mu_J$.

4.5.3.1 Tukeyho metoda mnohonásobného porovnání

Mnohonásobné porovnání bylo pro účely této práce prováděno pomocí Tukeyova testu, který patří k nejužívanějším. Jeho obliba je založena na vhodném kompromisu mezi silou testu a možností výskytu chyby. Je to vlastně obdoba t-testu a testuje se nulová hypotéza

- nulová hypotéza $H_0; \mu_I = \mu_J$,
- alternativní hypotéza $H_A; \mu_I \neq \mu_J$.

Testovací kritérium má tvar:

$$q = \frac{x_A - x_B}{SE}$$

SE - střední chyba - směrodatná odchylka - rozdílu průměrů skupin A a B (Crawley 2012).

5 Výsledky

Práce je vypracována na čtyřech trvalých výzkumných plochách. Na každé ploše proběhlo druhé měření s odstupem třech vegetačních období. Výsledky jsou prezentovány zvlášť pro každou z lokalit. Na závěr výsledků jsou na plochách statisticky porovnány růstové veličiny hlavního porostu, ale i zmlazení a podsadby jedle, která se nachází na dvou plochách. Mezi měřeními na ploše neproběhla žádná těžba.

5.1 Plocha číslo 1

Výměra plochy činí 0,25 ha. Věk porostu je 91 let a nachází se v porostu 218 A 09a. Zahrnuje i porost 09/b01r, což je část s podsadbou jedle. Tato plocha má nejmenší věk ze všech zkoumaných. Objem průměrného kmene na této ploše činí 1,43 m³ s kůrou. Porostní výchova zde byla velmi zanedbána. V porostu se nachází 16 (15 smrků a 1 bříza) mrtvých stromů v různém stádiu rozpadu. V Tabulce 1 jsou základní dendrometrické veličiny porostu.

Tabulka 1: Základní dendrometrické veličiny plochy 1
(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

	Rok	Smrk	Borovice	Bříza	Celkem pro porost
Četnost (ks)	2013	113	2	6	121
	2016	112	2	6	120
Četnost (ks/ha)	2013	452	8	24	484
	2016	448	8	24	480
Průměrná tloušťka (cm)	2013	32,04	36,60	34,55	33,10
	2016	33,28	36,88	35,19	33,18
Průměrná výška (m)	2013	26,81	30,71	29,59	27,03
	2016	27,37	30,84	29,87	27,57
Průměrná kruhová základna (m ²)	2013	0,0940	0,1054	0,0960	0,0862
	2016	0,1024	0,1070	0,0999	0,1015
Kruhová základna (m ² /ha)	2013	42,4880	0,8432	2,3040	41,7208
	2016	45,8752	0,8560	2,3976	48,7200
Průměrný objem s kůrou (m ³ sk.)	2013	1,31	1,41	1,16	1,29
	2016	1,45	1,44	1,22	1,43
Zásoba porostu s kůrou (m ³ sk./ha)	2013	592,12	11,28	27,84	624,36
	2016	658,97	11,52	29,28	699,77
Zastoupení dřevin (%)	2013	93,10	1,80	5,10	100
	2016	93,40	1,70	4,90	100

V Tabulce 1 jsou patrné růstové změny mezi měřenými roky. Jelikož zastoupení smrku je více jak 90 %, dá se hovořit o smrkovém monokulturním porostu (Tesař et al. 2004). Z tohoto důvodu nelze posuzovat růstové veličiny ostatních dřevin, které jsou v porostu pouze vtroušené. Výsledky smrku (průměrná výška a tloušťka) jsou velmi ovlivněny nedostatečnou výchovou porostu. Nedostatečná výchova zapříčinila, že v porostu zůstaly stromy dosahující průměru cca 9 cm a výšky necelých 10 m. Tyto stromy zkreslují náhled na dané veličiny. Průměrná výška deseti nejtlustších stromů na ploše byla 37,85 m. Nic však nemění na tom, že je na této ploše nejmenší hektarová zásoba ze všech zkoumaných ploch, viz Tabulka 2.

Tabulka 2: Další dendrometrické veličiny vypovídající charakter plochy 1

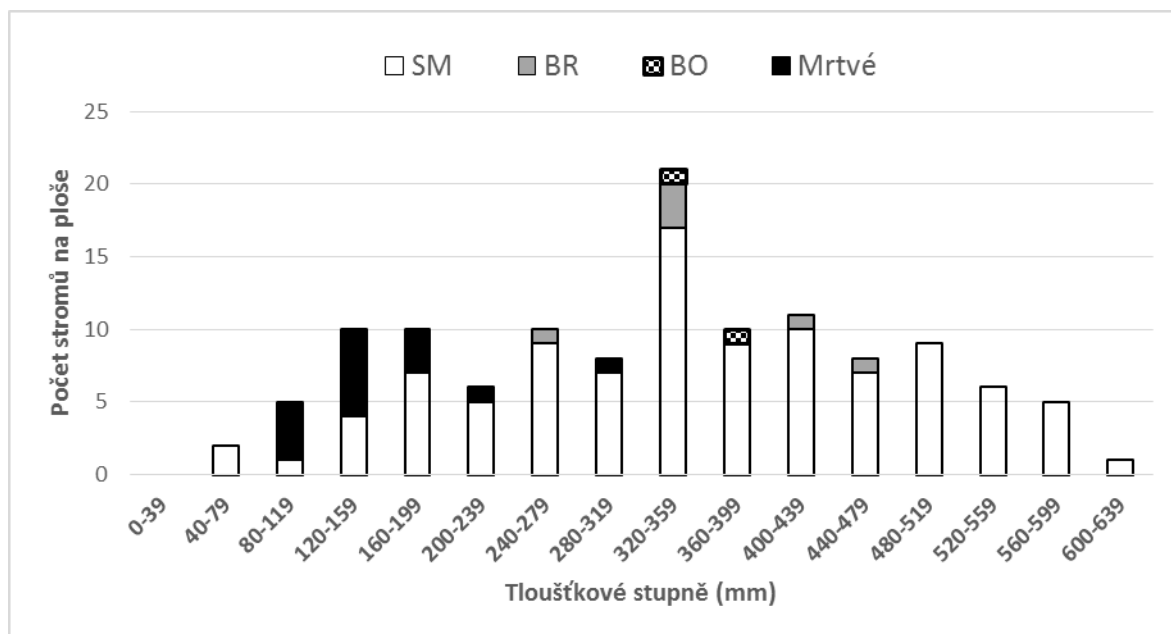
(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Zásoba na 1 ha (m³)	699,77
Běžný roční objemový přírůst (m³/ha)	21,03
Běžný výškový přírůst (m)	0,18

Běžný roční přírůst vyjadřuje, kolik hmoty dokáže vyprodukovat daný porost za rok na hektar. Toto číslo ukazuje velký potenciál lokality, ve které se porost nachází. Běžný výškový přírůst vyjadřuje, kolik každý strom na ploše přirostl do výšky za rok. Lze z toho usuzovat, že stromy v porostu neztrácí výškový přírůst ani ve věku okolo 100 let života.

5.1.1 Tloušťková struktura porostu

Tloušťková struktura stromů s výčetní tloušťkou nad 70 mm je znázorněna v Grafu 1:



Graf 1: Tloušťková struktura plochy 1

(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Největší zastoupení stromů je v tloušťkovém stupni 320-359 mm. Z grafu je patrné velké množství mrtvých stromů v nízkých tloušťkových stupních. To je následkem zanedbané výchovy a probíhajících autoredukčních procesů. Menší měrou se podílel lýkožrout, po kterém jsou na ploše dvě souše.

5.1.2 Určení mýtně zralých stromů

K určení mýtní zralosti jednotlivých stromů byl použit princip přírůstového kritéria profesora Polena. Ve své publikaci Poleno (1999) určuje mýtní zralost porovnáním celkového běžného přírůstu a celkového průměrného přírůstu. Pokud je celkový běžný přírůst nižší než celkový průměrný přírůst, je strom po kulminaci. Přírůsty jsou stanoveny z kruhové základny ve výčetní tloušťce stromu. Stromy po kulminaci je vhodné z porostu vytěžit a uvolnit tak prostor dalším jedincům. Parametry stromů po kulminaci ukazuje Tabulka 3.

Tabulka 3: Jedinci po kulminaci na ploše 1

(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Dřevina	Strom	ød _{1,3}	h	V	Kruhová základna (m ²)		
druh	číslo	cm	m	m ³ s k.	g	CBP	CPP
BR	28	36,10	30,50	1,25	0,1024	0,0002	0,0009
BO	34	35,35	30,16	1,29	0,0981	0,0006	0,0009
SM	54	16,65	17,86	0,19	0,0218	0,0000	0,0002
BR	56	33,60	29,33	1,05	0,0887	0,0007	0,0008
SM	64	22,55	22,81	0,43	0,0399	0,0002	0,0004
SM	92	15,65	16,84	0,16	0,0192	0,0000	0,0002
BO	108	38,40	31,51	1,59	0,1158	0,0004	0,0011
BR	124	28,35	26,55	0,69	0,0631	0,0004	0,0006
SM	139	26,40	25,39	0,64	0,0547	0,0001	0,0005
Průměr porostu		33,18	27,57	1,43	0,1015	0,0026	0,009

K Tabulce 3 jsou připojeny i průměrné hodnoty porostu pro lepší představu o mýtně zralých stromech. Z tabulky je patrné, že u smrku jsou po kulminaci stromy spíše podprůměrné velikosti. Jedná se nejspíše o stromy podúrovňové, které nemají dostatečný růstový prostor. U břízy a borovice je situace opačná. Mýtně zralé jsou spíše nadprůměrné stromy. Tento jev lze vysvětlit strategií růstu dřevin a poměrnou krátkověkostí oproti smrku. U břízy a borovice je růst intenzivní od mladého věku, ale postupem času poměrně záhy upadá.

5.1.3 Přírozená obnova porostu

Plocha se nachází na kyselém stanovišti. Kyselá stanoviště jsou nevhodnější pro obhospodařování porostů podrostním způsobem (nedochází k silnému zabuření). Na ploše 1 je přírozená obnova doplněna i podsadbou jedle. Je zde předpoklad doplnění porostu o melioračně zpevňující dřeviny. Na každé ploše probíhal výpočet jedinců ve čtvercích 5×5m, vytvořených v transektech vedených středem plochy kolmo na sebe. V Tabulce 4 jsou vidět počty zmlazení v jednotlivých výškových třídách.

Tabulka 4: Počet a druh zmlazení v jednotlivých čtvercích na ploše 1

(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Pole	Dřevina	0 - 20	21 - 50	51-100	101-150
		(cm)			
1	SM	8	5	0	0
2	SM	44	27	0	0
3	SM	22	6	0	0
4	SM	33	2	0	0
5	SM	44	8	0	0
6	SM	49	24	1	0
7	SM	21	12	0	0
8	SM	15	4	1	0
9	SM	7	0	0	0
10	-	0	0	0	0
11	SM	1	0	0	0
12	SM	13	34	4	0
12	BK	0	0	1	0
13	SM	39	92	9	0
14	SM	15	37	2	0
14	BK	0	0	1	1
15	SM	29	12	0	0
16	SM	28	12	0	0
17	SM	8	13	0	0
18	SM	51	4	0	0
19	SM	39	1	0	0
19	BK	0	1	0	0
20	SM	4	0	0	0
20	JD	1	0	0	0

Z Tabulky 4 je patrné, že největší počty jedinců přirozené obnovy jsou ve výškových stupních 0-20 cm a 21-50 cm. Na lokalitě se vyskytlo i několik jedinců buku ve větších výškových stupních. Buk je všeobecně více stín snášející dřevinou než smrk. Díky tomu buk lépe odrůstá pod clonou hlavního porostu a tudíž je i ve větších výškových stupních.

V každém poli vytyčeném v transektech byly změřeny základní dendrometrické veličiny zmlazení. Bylo vybráno pět největších jedinců smrku a změřena výška, průměr krčku, délka terminálního a laterálního výhonu. Z těchto hodnot byl následně vytvořen průměr, ke kterému byly přiřazeny hodnoty záření zjištěné pomocí hemisférických fotografií. Naměřené hodnoty jsou zaneseny v Tabulce 5.

Tabulka 5: Dendrometrické veličiny přirozené obnovy smrku na ploše 1

(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Pole	Terminální výhon	Laterální výhon	Index apikální dominance	Výška cm	Průměr krčku mm	Záření			Otevřenost zápoje %
	cm	cm				Přímé	Rozptýlené	Celkové	
						MJ / m ² za den			
1	1,8	3,8	0,47	22,4	3,8	0,43	0,14	0,57	1,16
2	3,2	6,0	0,53	42,6	6,4	0,67	0,22	0,90	1,82
3	1,0	3,6	0,28	29,2	4,8	0,16	0,18	0,33	1,47
4	1,4	2,8	0,50	20,0	3,6	0,78	0,19	0,97	1,64
5	1,2	2,4	0,50	29,0	3,4	0,28	0,17	0,45	1,41
6	2,2	5,2	0,42	40,4	5,8	2,20	0,70	2,90	6,04
7	2,8	5,8	0,48	29,2	4,8	0,12	0,19	0,31	1,52
8	1,8	3,8	0,47	32,8	5,0	0,18	0,20	0,39	1,65
9	1,4	2,0	0,70	14,8	3,0	0,48	0,17	0,66	1,53
10	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,84	0,17	1,01	1,50
11	1,0	3,0	0,33	19,0	2,0	0,48	0,21	0,69	1,69
12	3,8	5,3	0,71	57,0	8,5	1,29	0,23	1,52	1,83
13	2,2	5,0	0,44	55,8	7,6	0,17	0,27	0,43	2,13
14	1,0	3,7	0,27	48,0	6,3	0,58	0,22	0,80	1,76
15	2,6	5,2	0,50	23,8	3,8	0,04	0,23	0,26	1,77
16	1,6	3,4	0,47	32,8	4,6	0,23	0,18	0,41	1,43
17	1,0	2,6	0,38	31,0	3,6	1,11	0,22	1,33	1,83
18	1,6	2,6	0,62	24,4	3,0	0,02	0,19	0,21	1,49
19	1,5	3,8	0,40	18,8	2,5	0,09	0,18	0,27	1,43
20	1,0	1,8	0,57	13,0	1,3	2,39	0,19	2,58	1,64

V Tabulce 5 je možno vidět velký rozdíl mezi velikostí laterálního a terminálního výhonu. Velký rozdíl svědčí o tom, že přirozená obnova smrku má nedostatek některé ze základních podmínek pro odrůstání. Dle výsledků z hemisférické analýzy je patrný nedostatek světla v porostu, to může mít za následek špatné odrůstání smrku. Tabulka 6 ukazuje dendrometrické veličiny jedle v podsadbě. Jedle se nevyskytovala ve všech čtvercích vylišených v transektech.

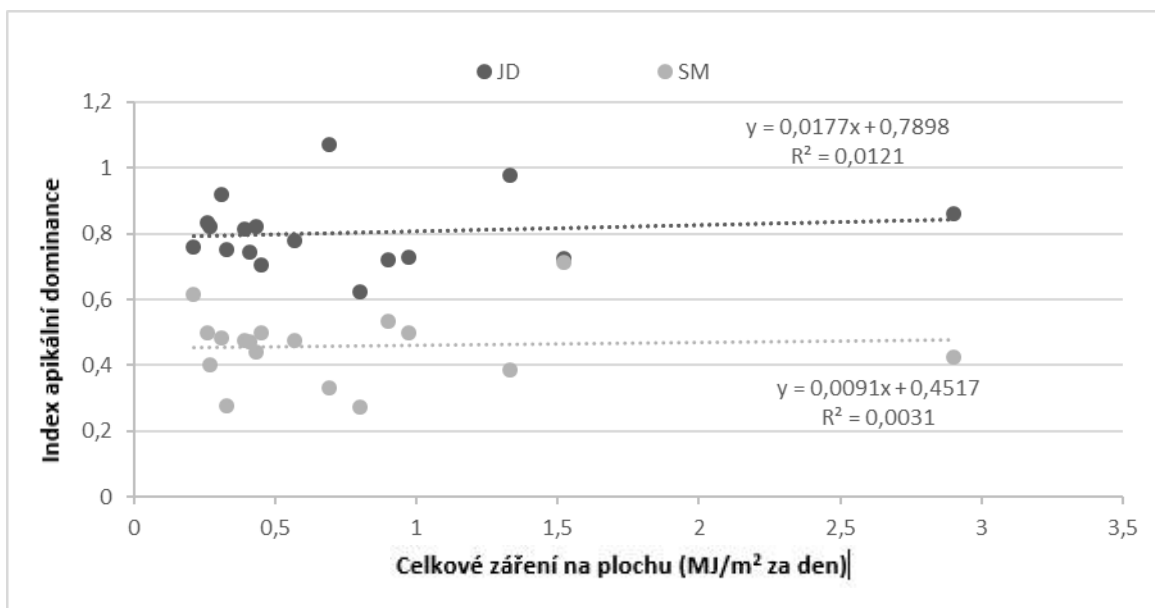
Tabulka 6: Dendrometrické veličiny podsadby jedle na ploše 1

(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Pole	Terminální výhon	Laterální výhon	Index apikální dominance	Výška cm	Průměr krčku mm	Záření			Otevřenost zápoje %
	cm	cm				Přímé	Rozptýlené	Celkové	
						MJ / m ² za den			
1	12,1	15,6	0,78	99,9	14,9	0,43	0,14	0,57	2,56
2	11,1	15,4	0,72	100,4	15,4	0,67	0,22	0,90	1,77
3	11,6	15,4	0,75	86,4	12,4	0,16	0,18	0,33	2,20
4	12,5	17,2	0,73	86,3	13,3	0,78	0,19	0,97	2,12
5	11,4	16,1	0,71	86,4	11,6	0,28	0,17	0,45	1,70
6	15,2	17,7	0,86	99,4	15,9	2,20	0,70	2,90	1,58
7	16,5	18,0	0,92	104,5	15,3	0,12	0,19	0,31	1,84
8	11,4	14,0	0,81	87,4	12,6	0,18	0,20	0,39	1,95
11	15,5	14,5	1,07	81,0	14,5	0,48	0,21	0,69	1,61
12	10,0	13,8	0,72	88,3	13,5	1,29	0,23	1,52	1,43
13	13,8	16,8	0,82	93,4	13,0	0,17	0,27	0,43	1,35
14	9,2	14,7	0,63	70,0	10,5	0,58	0,22	0,80	1,53
15	15,7	18,8	0,83	92,2	14,2	0,04	0,23	0,26	1,39
16	11,1	15,0	0,74	91,3	12,4	0,23	0,18	0,41	1,39
17	14,7	15,0	0,98	107,7	15,0	1,11	0,22	1,33	1,26
18	10,0	13,2	0,76	78,2	11,6	0,02	0,19	0,21	1,82
19	13,3	16,1	0,82	97,7	13,6	0,09	0,18	0,27	1,43

Podsadba jedle má evidentně větší dimenze než přirozená obnova smrku. Podíl terminálního a laterálního výhonu se dokonce v poli 11 dostal nad poměr 1:1, což je rozhraní, kdy se dá hovořit o uspokojivém odrůstání obnovy (přirozené i umělé). Údaj o světelném záření tomu neodpovídá. Proto nelze vyloučit náhodný jev.

Závislost mezi zářením a terminální dominancí u podsadby jedle a přirozené obnovy smrku je znázorněn v Grafu 2. Porovnány jsou pouze plochy, u kterých byl výskyt jedle i smrku současně za stejných světelných podmínek.



Graf 2: Závislost indexu apikální dominance SM a JD na celkovém množství slunečního záření v obnově plochy 1 (Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Z grafu vyplývá nezávislost mezi terminální dominancí a celkovým zářením na plochu. Nezávislost může být zapříčiněna velmi malým podílem pronikajícího světla. Podíl terminálního a laterálního výhonu je hlavně u smrku hluboko pod číslem 1. To znamená velmi malý přírůst smrku v posledním roce. U dosti jedinců se terminální výhon pohybuje okolo hodnot 1 cm, což je velmi malá hodnota.

5.2 Plocha číslo 2

Výměra plochy je 0,25 ha. Věk udávaný LHP je 108 let. Plocha byla vytyčena v porostu 218 11a. Nejmenší počet stromů a největší objem průměrného kmene, i tak se může označit plocha 2. Na ploše se nalezne 95 jedinců smrku, který je zde zastoupen 100 %. Kůrovec se na ploše postaral o dva jedince, kteří jeho útok nepřežili. Objem průměrného stromu na ploše je 2,46 m³, což je nejvíce ze zkoumaných ploch. Plocha je specifická svojí světlinou uprostřed. Zmlazení zde dosahuje u některých jedinců více než 2 m, což znamená, že světlina byla vytvořena už před delší dobou. V Tabulce 7 jsou základní dendrometrické veličiny hlavního porostu.

Tabulka 7: Základní dendrometrické veličiny plochy 2

(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

	Rok	Smrk
Četnost (ks)	2013	95
	2016	95
Četnost (ks/ha)	2013	380
	2016	380
Průměrná tloušťka (cm)	2013	42,38
	2016	43,59
Průměrná výška (m)	2013	34,85
	2016	35,19
Průměrná kruhová základna (m²)	2013	0,1488
	2016	0,1574
Kruhová základna (m²/ha)	2013	56,544
	2016	59,812
Průměrný objem s kůrou (m³ sk.)	2013	2,31
	2016	2,46
Zásoba s kůrou (m³ sk./ha)	2013	878,71
	2016	934,29
Zastoupení dřevin (%)	2013	100
	2016	100

V tabulce jsou patrné růstové změny mezi měřenými roky. Na ploše se nenacházela ani jedna vtroušená dřevina. Jak již bylo řečeno, na ploše se nachází světlina. Ta má s největší pravděpodobností zásluhu na tak velkém objemu středního stromu. Je patrné, že stromy na ploše prodělaly světlostní přírůst, objem největšího stromu na ploše je bezmála 7 m³. To je obrovské číslo pro podmínky Jihočeského kraje, ve kterém se plochy nachází. Tento strom je největším ze všech studovaných stromů na plochách 1-4. Další důležité dendrometrické veličiny jsou v Tabulce 8.

Tabulka 8: Další dendrometrické veličiny vypovídající charakter plochy 2

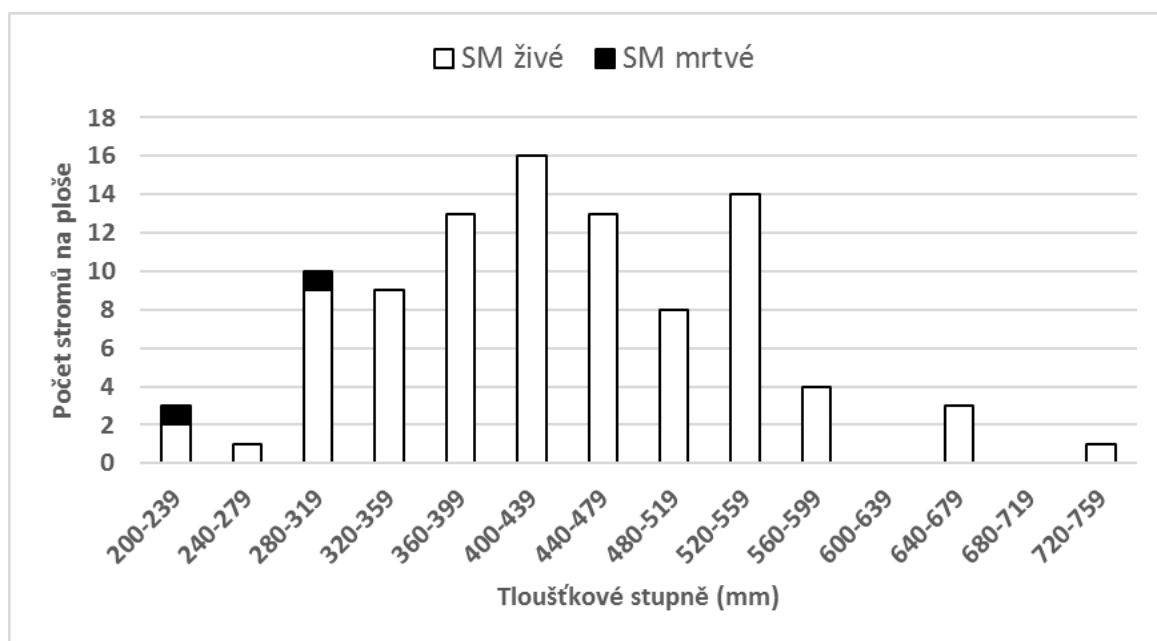
(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Zásoba na 1 ha (m³)	934,29
Běžný roční přírůst (m³/ha)	18,53
Běžný výškový přírůst (m)	0,11

Zásoba porostu je velmi vysoká, což potvrzuje, o jaké produkční porosty se jedná. Hodnoty běžného objemového i výškového přírůstu jsou menší, než na první ploše. Možná příčina je pokročilejší fáze vývoje porostu, který již prodělal světlostní přírůst po uvolnění korun. To potvrzuje i průměrná výška deseti nejtlustších stromů, která je 39,44 m.

5.2.1 Tloušťková struktura porostu

Tloušťková struktura stromů s výčetní tloušťkou nad 200 mm je znázorněna v Grafu 3.



Graf 3: Tloušťková struktura porostu plochy 2

(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Největší zastoupení stromů je v tloušťkovém stupni 400-439 mm, ale jen o dva stromy méně je v tloušťkovém stupni 520-559 mm. Mrtvé stromy se nacházejí v nižších tloušťkových stupních a jedná se tedy spíše podúrovňové stromy.

5.2.2 Určení mýtně zralých stromů

Tak jako na ploše 1, k určení mýtní zralosti jednotlivých stromů byly použity principy přírůstových kritérií profesora Polena (1999). Parametry stromů po kulminaci ukazuje Tabulka 9.

Tabulka 9: Jedinci po kulminaci na ploše 2

(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Dřevina	Strom	$\varnothing_{d_{1,3}}$	h	V	Kruhová základna (m ²)		
druh	číslo	cm	m	m ³ s k.	g	CBP	CPP
SM	2	52,70	37,81	3,47	0,2181	0,0011	0,0020
SM	3	32,25	31,92	1,19	0,0817	0,0002	0,0008
SM	10	30,35	31,19	1,04	0,0723	0,0004	0,0007
SM	14	43,55	35,52	2,30	0,1490	0,0012	0,0014
SM	21	59,45	39,26	4,50	0,2776	0,0017	0,0026
SM	31	21,25	26,91	0,47	0,0355	0,0002	0,0003
SM	35	41,70	35,00	2,09	0,1366	0,0002	0,0013
SM	38	42,55	35,24	2,19	0,1422	0,0007	0,0013
SM	46	45,50	36,05	2,53	0,1626	0,0005	0,0015
SM	62	37,55	33,74	1,67	0,1107	0,0002	0,0010
SM	64	59,20	39,21	4,46	0,2753	0,0020	0,0025
SM	76	39,15	34,24	1,82	0,1204	0,0000	0,0011
SM	79	44,00	35,65	2,35	0,1521	0,0010	0,0014
SM	80	65,65	40,45	5,56	0,3385	0,0005	0,0031
SM	81	52,55	37,78	3,45	0,2169	0,0016	0,0020
SM	85	57,65	38,89	4,21	0,2610	0,0020	0,0024
SM	89	37,40	33,70	1,65	0,1099	0,0008	0,0010
SM	92	30,55	31,27	1,06	0,0733	0,0003	0,0007
Průměr porostu		43,59	35,19	2,46	0,1574	0,0029	0,0015

K tabulce jsou připojeny i průměrné hodnoty porostu pro lepší představu o mýtně zralých stromech. Celkem k vytěžení je 18 stromů z celkových 95, což je necelých 20 % stromů z plochy o celkovém objemu 46,02 m³. Přibližně třetina stromů je podúrovňových, třetina průměrných a zbytek nadprůměrných stromů. Právě průměrní a nadprůměrní jedinci jsou ty, u kterých končí světlostní přírůst nastartovaný v minulých letech prořezáním porostu.

5.2.3 Přirozená obnova porostu

Plocha 2 je specifická světlinou uprostřed, díky ní se na ploše nachází pár jedinců větších než 200 cm. V Tabulce 10 jsou k vidění počty zmlazení v jednotlivých výškových třídách.

Tabulka 10: Počet a druh zmlazení v jednotlivých čtvercích na ploše 2

(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Pole	Dřevina	0-20	21-50	51-100	101-150	151-200	201 a více
		(cm)					
1	SM	5	0	0	0	0	0
2	SM	12	5	6	10	2	0
3	SM	0	2	5	8	8	3
4	SM	0	3	9	14	12	5
5	SM	0	2	3	7	8	4
6	SM	0	0	7	13	10	4
7	SM	0	7	10	18	3	0
8	SM	2	10	19	20	2	0
9	SM	9	11	22	10	0	0
10	SM	16	12	17	1	0	0
11	SM	1	0	0	0	0	0
12	SM	0	4	12	3	0	0
13	SM	0	24	4	0	0	0
14	SM	8	6	18	16	1	0
15	SM	2	4	15	19	3	0
16	SM	0	2	6	11	13	5
17	SM	0	12	4	17	9	1
18	SM	0	13	7	21	6	5
19	SM	1	2	3	2	6	3
20	-	0	0	0	0	0	0

Plocha č. 2 disponuje nejvyvinutějším přirozeným zmlazením ze všech čtyř ploch. Nejvíce jedinců jsou ve výškových třídách 51-100 cm a 101-150 cm. Vývoj zmlazení kopíruje vliv autoredukčních procesů. Je vidno, že ve větších vyšších výškových stupních jsou počty jedinců poměrně nižší, než na lokalitách, kde převažuje zastoupení v prvních dvou výškových stupních. Na ploše se vyskytovala pouze přirozená obnova smrku.

V každém poli vytyčeném v transektech byly změřeny základní dendrometrické veličiny zmlazení. Bylo vybráno pět největších jedinců smrku a změřena výška, průměr krčku, délka terminálního a laterálního výhonu. Z těchto hodnot byl následně vytvořen průměr, ke kterému byly přiřazeny hodnoty záření zjištěné pomocí hemisférických fotografií. Naměřené hodnoty jsou zaneseny v Tabulce 11.

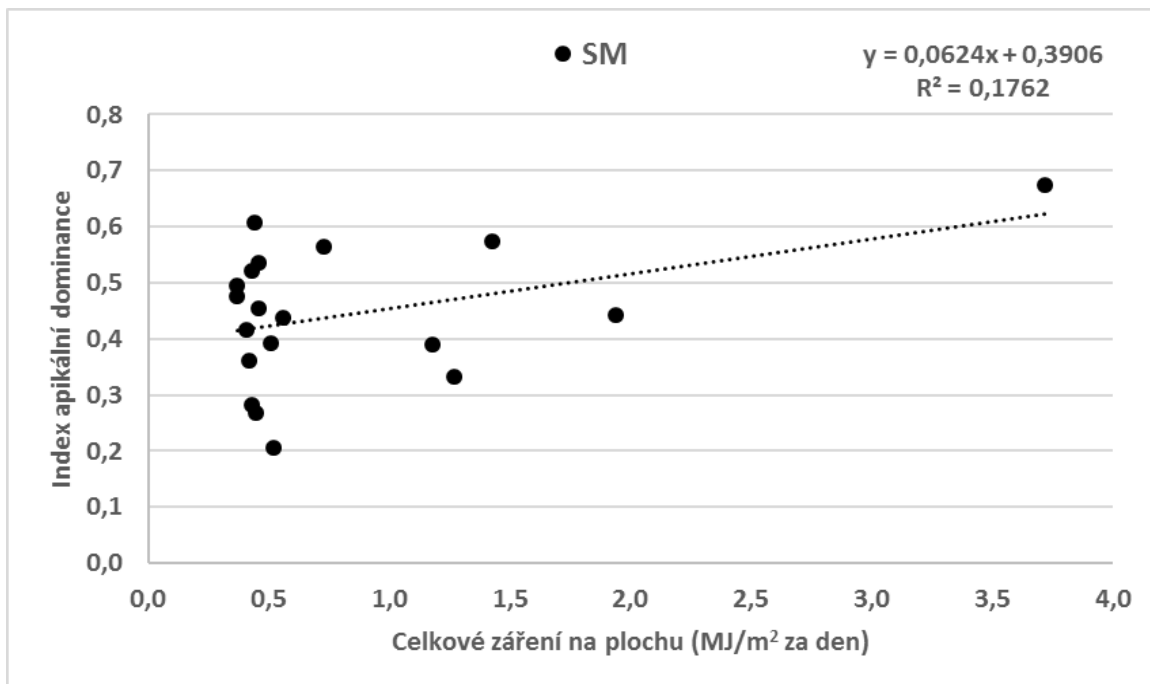
Tabulka 11: Dendrometrické veličiny přirozené obnovy smrku na ploše 2

(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Pole	Terminální výhon	Laterální výhon	Index apikální dominance	Výška cm	Průměr krčku mm	Záření			Otevřenost zápoje
	cm	cm				Přímé	Rozptýlené	Celkové	%
						MJ / m ² za den			
1	1,4	3,2	0,44	8,0	1,2	0,36	0,19	0,56	1,55
2	3,0	6,8	0,44	155,6	22,2	1,76	0,18	1,94	1,53
3	11,6	17,2	0,67	217,2	31,6	3,46	0,26	3,72	2,35
4	7,8	13,8	0,57	287,6	42,0	0,31	0,42	0,73	3,42
5	4,5	8,4	0,54	216,8	35,2	0,00	0,46	0,46	3,58
6	2,7	6,4	0,42	220,6	30,6	0,02	0,39	0,41	3,12
7	4,7	9,8	0,48	150,4	20,0	0,04	0,33	0,37	2,71
8	4,3	8,6	0,49	148,0	18,2	0,12	0,25	0,37	2,26
9	2,3	8,4	0,27	122,6	14,2	0,25	0,20	0,45	1,97
10	1,8	6,4	0,28	79,8	10,8	0,30	0,13	0,43	1,25
11	1,0	3,0	0,33	19,0	2,0	1,11	0,16	1,27	1,42
12	3,7	6,4	0,57	102,8	13,0	1,28	0,14	1,43	1,31
13	3,5	9,0	0,39	111,6	14,6	1,03	0,15	1,18	1,29
14	2,3	11,0	0,20	122,4	16,6	0,37	0,15	0,52	1,33
15	3,8	7,2	0,52	162,0	18,8	0,19	0,24	0,43	2,05
16	4,3	12,0	0,36	233,0	31,0	0,00	0,42	0,42	3,28
17	2,2	5,6	0,39	185,8	27,8	0,00	0,51	0,51	3,86
18	6,0	13,2	0,45	210,8	31,0	0,00	0,46	0,46	3,50
19	6,7	11,0	0,61	209,8	27,0	0,06	0,38	0,44	3,07
20	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,06	0,22	0,29	1,96

Podobně jako na ploše jedna, je i na ploše 2 velký rozdíl mezi délkou terminálního a apikálního výhonu. I když se na ploše nachází světlina, výsledky hemisférických analýz prostupu světla neukazují velký prostup světla do porostu. Na většině polí dosahuje přímo prostupující světlo menších hodnot, než rozptýlené. Na přirozené obnově se nedostatek světla projevuje nedostatečným přírůstem terminálního výhonu.

Závislost mezi zářením a terminální dominancí u přirozené obnovy smrku je znázorněn v Grafu 4. Porovnány jsou pouze plochy, u kterých byl výskyt přirozeného zmlazení (pole č. 20 neobsahovalo žádné přirozené zmlazení).



Graf 4: Závislost indexu apikální dominance SM na celkovém množství slunečního záření v obnově plochy 2
(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Plocha 2 vykazuje slabou závislost mezi zářením a terminální dominancí v přirozené obnově. Pokud do porostu proniká více světla, je terminální výhon větší. Nejvyšší index apikální dominance se pohyboval okolo hodnoty 0,6, což je stále poměrně málo, aby bylo možno říci, že v porostu panují vhodné podmínky pro odrůstání přirozené obnovy porostu.

5.3 Plocha číslo 3

Výměra plochy je 0,25 ha. Věk udávaný LHP je 108 let. Plocha 3 byla vytyčena taktéž v porostu 218 11a. I tato plocha měla své „nej“. Jedná se o plochu s největším počtem stromů v hlavním porostu, největší hektarovou zásobou a nejmenším počtem přirozeného zmlazení. Plocha obsahovala 123 stromů (121 smrků a 2 borovice). Z toho bylo devět jedinců smrku mrtvých, převážně díky kůrovcům. Mrtvé stromy na lokalitě vytvoří zajímavé podmínky pro další období výzkumu. Průměrný objem kmene v porostu je 2,03 m³. Plocha 3 reprezentuje plně zapojený porost se zárodky přirozené obnovy. I z tohoto důvodu bude zajímavý další vývoj zmlazení po odtěžení kůrovcových souší. V Tabulce 12 jsou základní dendrometrické veličiny hlavního porostu.

Tabulka 12: Základní dendrometrické veličiny plochy 3

(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

	Rok	Smrk	Borovice	Celkem pro porost
Četnost (ks)	2013	122	2	124
	2016	121	2	123
Četnost (ks/ha)	2013	488	8	496
	2016	484	8	492
Průměrná tloušťka (cm)	2013	38,51	38,38	38,63
	2016	40,17	38,70	40,14
Průměrná výška (m)	2013	33,78	34,00	33,83
	2016	34,28	34,10	34,27
Průměrná kruhová základna (m²)	2013	0,1219	0,1159	0,1224
	2016	0,1315	0,1178	0,1323
Kruhová základna (m²/ha)	2013	59,4872	0,9272	60,7104
	2016	63,6460	0,9424	65,0916
Průměrný objem s kůrou (m³ s k.)	2013	1,87	1,71	1,87
	2016	2,04	1,74	2,03
Zásoba s kůrou (m³ s k./ha)	2013	912,56	13,68	919,05
	2016	987,36	13,92	1000,22
Zastoupení dřevin (%)	2013	98,3	1,7	100
	2016	98,3	1,7	100

V Tabulce 12 jsou patrné růstové změny mezi měřenými roky. V obou měřeních jsou zaznamenány dva kusy borovice lesní. Borovice, podobně jako na ploše 1, už takřka nevykazuje přírůst. Plocha 3 je umístěna v plně zapojeném hlavním porostu s plným zakmeněním. Největší počet stromů na plochu přispívá k největšímu objemu ze všech ploch. S největší pravděpodobností na ploše přitom ještě nedošlo k větším zásahům, které by nastartovaly světlostí přírůst. Další důležité dendrometrické veličiny uvádí Tabulka 13.

Tabulka 13: Další dendrometrické veličiny vypovídající charakter plochy 3

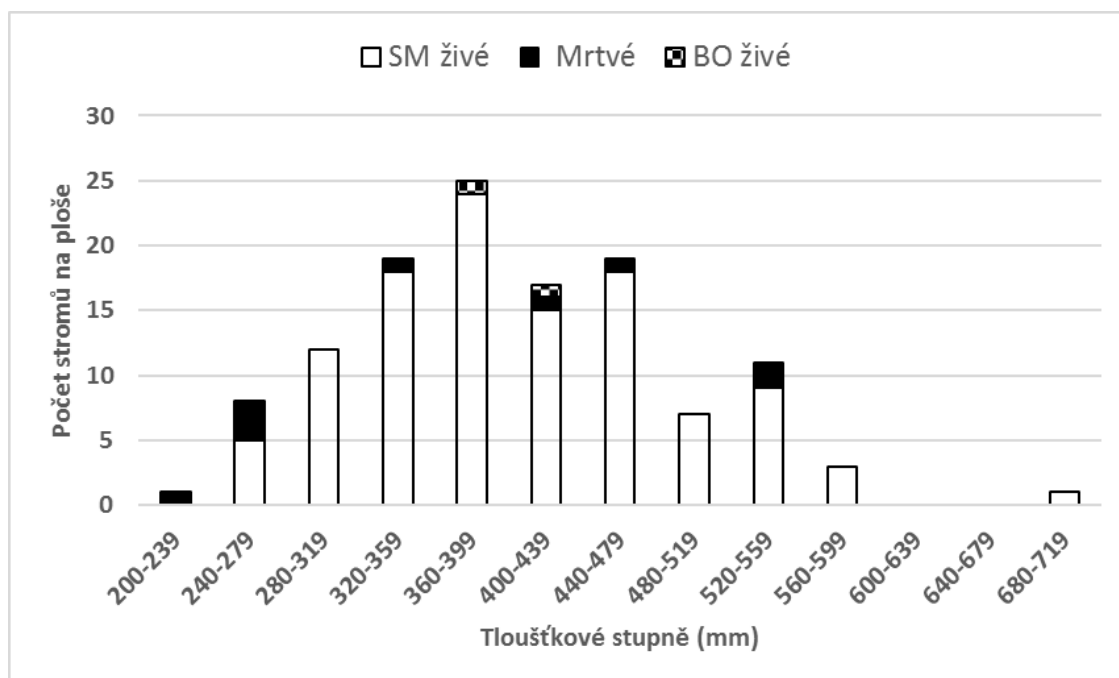
(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Zásoba na 1 ha (m³)	1000,22
Běžný roční přírůst (m³)	27,06
Běžný výškový přírůst (m)	0,15

Jak již bylo řečeno, zásoba porostu je největší ze všech měřených ploch, atakovala hranici 1000 m³ na hektar. Běžný roční přírůst vyjadřuje, kolik hmoty dokáže vyprodukovat daný porost za rok na hektar. I tento ukazatel je na ploše 3 největší. Průměrně na hektaru plochy přiroste více jak 27 m³ dříví za rok. Běžný výškový přírůst vyjadřuje, kolik každý strom na ploše přiroste do výšky za rok. Výškový přírůst je průměrný ve srovnání s ostatními plochami. Průměrná výška deseti nejtlustších stromů na ploše byla 38,46 m.

5.3.1 Tloušťková struktura porostu

Tloušťková struktura stromů s výčetní tloušťkou nad 200 mm pro mrtvé stromy. Živé stromy začínají od tloušťky 240 mm. Tloušťková struktura plochy 3 je znázorněna v Grafu 5.



Graf 5: Tloušťková struktura plochy 3

(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Největší zastoupení stromů je v tloušťkovém stupni 360-399 mm. Mrtvé stromy jsou poměrně rovnoměrně rozloženy v tloušťkových stupních. Hlavní příčinou úmrtí nejsou autoredukční procesy, ale nástup kůrovců v posledních letech. Vyjímkou na ploše je strom číslo 84, který má tloušťku převyšující 70 cm.

5.3.2 Určení mýtně zralých stromů

Tak jako u dvou předchozích ploch, tak i zde byl použit princip přírůstového kritéria profesora Polena (1999). Parametry stromů po kulminaci ukazuje Tabulka 14.

Tabulka 14: Jedinci po kulminaci na ploše 3

(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Dřevina	Strom	$\varnothing_{1,3}$	h	V	Kruhová základna (m ²)		
druh	číslo	cm	m	m ³ s k.	g	CBP	CPP
SM	16	47,55	36,54	2,78	0,1776	0,0015	0,0016
SM	23	56,00	38,46	3,95	0,2463	0,0019	0,0023
BO	31	37,10	33,62	1,58	0,1081	0,0006	0,0010
SM	57	44,80	35,84	2,44	0,1576	0,0005	0,0015
SM	61	40,60	34,68	1,98	0,1295	0,0004	0,0012
BO	78	40,30	34,59	1,91	0,1276	0,0007	0,0012
SM	79	27,80	30,22	0,86	0,0607	0,0004	0,0006
SM	81	34,85	32,88	1,42	0,0954	0,0005	0,0009
SM	104	35,35	33,05	1,46	0,0981	0,0006	0,0009
Průměr porostu		43,59	35,19	2,46	0,1574	0,0029	0,0015

K tabulce jsou připojeny i průměrné hodnoty porostu pro lepší představu o mýtně zralých stromech. Podobně jako na ploše 1, i zde borovice vykazuje známky mýtní zralosti. U smrku se spíše jedná o stromy podprůměrné, které rostou v podúrovni. Celkem k vytěžení je pouze 9 stromů o celkovém objemu 18,37 m³.

5.3.3 Přirozená obnova porostu

Plocha 3 je nejchudší na přirozenou obnovu. Korunový zápoj je zde velmi hustý a podmínky pro přirozenou obnovu jsou zde nejhorší ze všech ploch. V Tabulce 15 jsou znázorněny počty zmlazení v jednotlivých výškových třídách.

Tabulka 15: Počet a druh zmlazení v jednotlivých čtvercích na ploše 3

(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Pole	Dřevina	0 - 20	21 - 50
		(cm)	
1	SM	0	0
2	SM	1	0
3	SM	0	0
4	SM	37	0
5	SM	19	0
6	SM	23	1
7	SM	17	0
8	SM	2	0
9	SM	3	0
10	SM	0	0
11	SM	16	0
12	SM	23	0
13	SM	88	33
14	SM	52	35
15	SM	7	0
16	SM	7	0
17	SM	45	0
18	SM	2	0
19	SM	0	0
20	SM	4	0

V Tabulce 15 je vidět velmi malé zastoupení přirozené obnovy na ploše 3. V polích 1, 3, 10 a 19 není dokonce na celé jeho rozloze ani jeden semenáček. Velký počet jedinců je pouze v poli 12, 13 a 17, nad kterými je zřejmě menší světlina a přirozená obnova zde dokáže odrůstat. Pouze na této ploše se nenacházel žádný jedinec ve výškovém stupni 51-100 cm. Stejně jako na ploše 2, i zde se nacházela přirozená obnova pouze smrku. V každém poli vytyčeném v transektech byly změřeny základní dendrometrické veličiny zmlazení. Bylo vybráno pět největších jedinců smrku a změřena výška, průměr krčku, délka terminálního a laterálního výhonu. Z těchto hodnot byl následně vytvořen průměr, ke kterému byly přiřazeny hodnoty záření zjištěné pomocí hemisférických fotografií. Naměřené hodnoty jsou zaneseny v Tabulce 16.

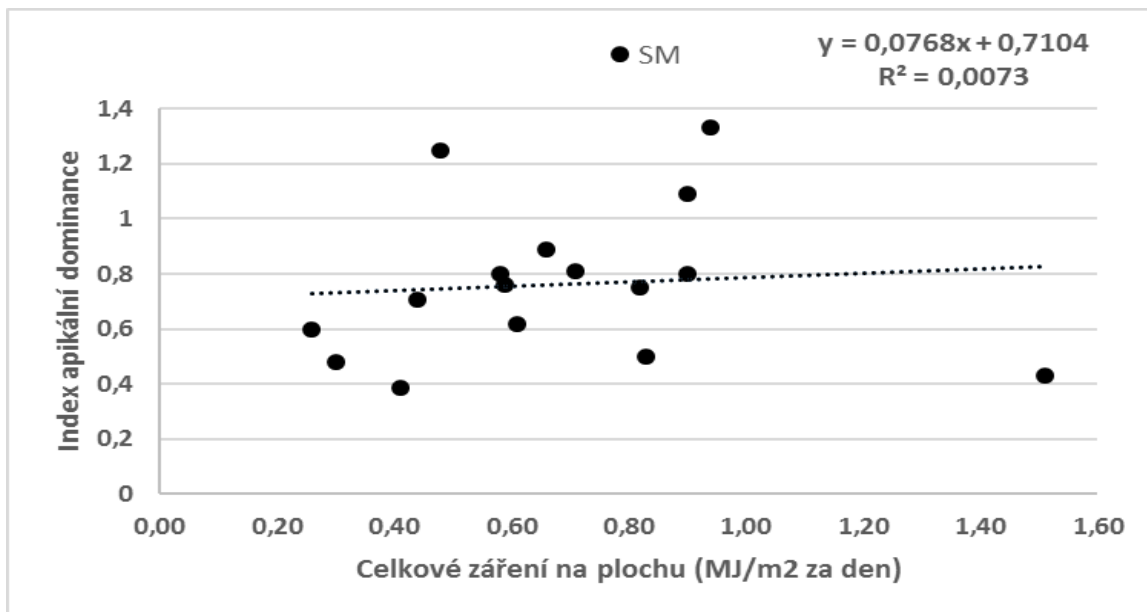
Tabulka 16: Dendrometrické veličiny přirozené obnovy smrku na ploše 3

(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Pole	Terminální výhon	Apikální výhon	Index apikální dominance	Výška cm	Průměr krčku mm	Záření			Otevřenost zápoje %
	cm	cm				Přímé	Rozptýlené	Celkové	
						MJ / m ² za den			
1	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,52	0,17	0,69	1,43
2	1,0	2,0	0,50	19,0	2,0	0,64	0,20	0,83	1,59
3	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,57	0,19	0,76	1,55
4	2,4	3,0	0,80	17,4	1,6	0,40	0,18	0,58	1,50
5	1,6	1,8	0,89	9,6	1,4	0,48	0,17	0,66	1,41
6	3,4	4,8	0,71	18,4	2,8	0,28	0,16	0,44	1,34
7	3,2	4,2	0,76	12,0	2,6	0,42	0,17	0,59	1,38
8	1,5	3,5	0,43	9,5	1,5	1,33	0,18	1,51	1,48
9	1,0	1,3	0,75	12,0	1,3	0,64	0,18	0,82	1,56
10	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,70	0,14	0,84	1,21
11	1,8	3,0	0,60	9,8	1,6	0,01	0,25	0,26	1,99
12	2,6	5,4	0,48	16,2	2,4	0,08	0,22	0,30	1,75
13	2,0	5,2	0,38	24,0	2,6	0,19	0,21	0,41	1,68
14	2,6	4,2	0,62	24,0	2,6	0,41	0,19	0,61	1,55
15	2,4	3,0	0,80	10,8	2,6	0,72	0,18	0,90	1,46
16	2,4	2,2	1,09	8,4	2,2	0,72	0,18	0,90	1,48
17	3,4	4,2	0,81	10,6	2,6	0,53	0,18	0,71	1,53
18	2,0	1,5	1,33	10,5	1,5	0,77	0,17	0,94	1,44
19	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,57	0,17	0,74	1,43
20	2,5	2,0	1,25	9,0	1,5	0,32	0,16	0,48	1,33

Z tabulky je patrné velmi malé množství prostupujícího světla do porostu. Z tohoto důvodu jsou velmi malé počty přirozeného zmlazení ve většině polí. Index apikální dominance se pohyboval jako na předešlých plochách hluboko pod úrovní 1.

Závislost mezi zářením a indexem apikální dominance u přirozené obnovy smrku je znázorněna v Grafu 6. Porovnány jsou pouze plochy, u kterých byl výskyt přirozeného zmlazení (pole č. 1, 3, 10 a 19 neobsahovalo žádné přirozené zmlazení).



Graf 6: Závislost indexu apikální dominance SM na celkovém množství slunečního záření v obnově plochy 3
(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Podobně jako na ploše 1, ani na ploše 2 není prokázána závislost mezi poměrem apikálního a terminálního výhonu a sumou záření prostupujícího do porostu. Z grafu je patrné, že dvě pole dosáhly na poměr větší než 1:1. U těchto polí je ale malé zastoupení jedinců. To může značně zkreslovat výsledky.

5.4 Plocha číslo 4

Výměra plochy činí 0,25 ha. Věk porostu je 108 let a nachází se v porostu 218 A 11b/1p. Podobně jako na ploše 1, je i zde porost z větší části podsazen jedlí, která je chráněna oplocenkou. Objem středního kmene je 1,99 m³. Blízko severovýchodního kraje plochy se nachází předsunutý obnovní prvek - kotlík. Díky tomu je v porostu znatelný vliv bočního světla a masivní nástup přirozené obnovy právě od severovýchodu. V porostu jsou 3 mrtvé stromy, největší z nich odumřel po zásahu bleskem v minulých letech. V Tabulce 17 jsou základní dendrometrické veličiny porostu.

Tabulka 17: Základní dendrometrické veličiny plochy 4

(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

	Rok	Smrk
Četnost (ks)	2013	107
	2016	107
Četnost (ks/ha)	2013	428
	2016	428
Průměrná tloušťka (cm)	2013	38,55
	2016	40,31
Průměrná výška (m)	2013	32,48
	2016	32,97
Průměrná kruhová základna (m²)	2013	0,1167
	2016	0,1346
Kruhová základna (m²/ha)	2013	49,9476
	2016	57,6088
Průměrný objem s kůrou (m³ s k.)	2013	1,80
	2016	1,99
Zásoba s kůrou (m³ s k./ha)	2013	769,98
	2016	850,00
Zastoupení dřevin (%)	2013	100
	2016	100

V tabulce jsou patrné růstové změny mezi měřenými roky. Plocha 4 byla opět čistě smrková monokultura bez příměsí dalších dřevin (podobně jako plocha 2). Dendrometrické veličiny této plochy žádným ze svých parametrů nevybočovaly oproti ostatním plochám. Zásoba porostu byla druhá nejmenší, hned po ploše 1, viz Tabulka 18.

Tabulka 18: Další dendrometrické veličiny vypovídající charakter plochy 4

(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

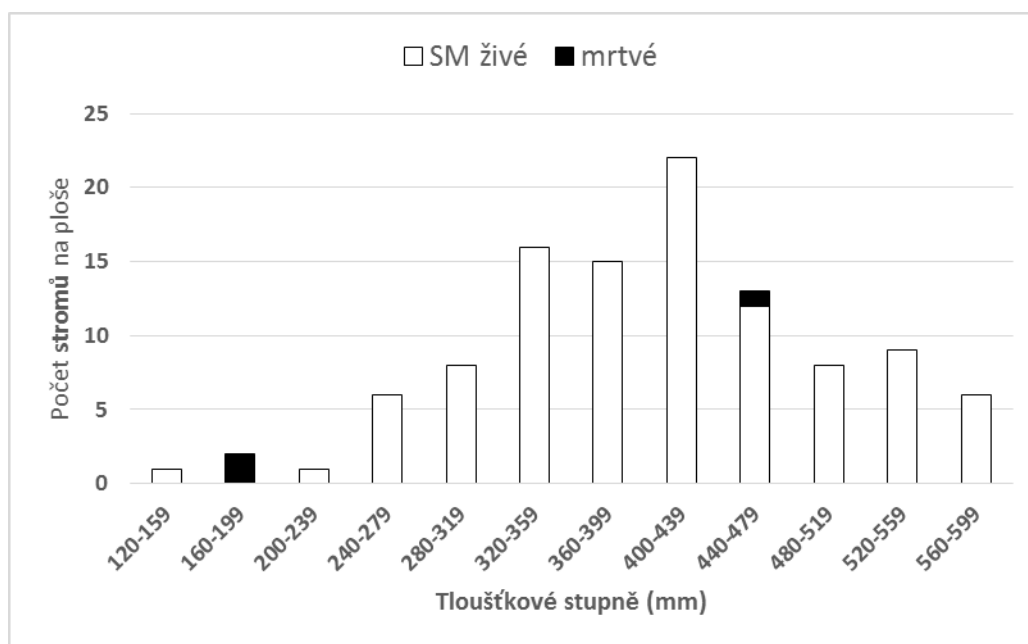
Zásoba na 1 ha (m³)	850,00
Běžný roční přírůst (m³)	26,67
Běžný výškový přírůst (m)	0,16

V tabulce je vidět poměrně vysoký běžný objemový roční přírůst. Vysoký roční přírůst může být způsoben světlostním přírůstem. Plocha obsahuje druhý nejmenší počet stromů a

nedaleko plochy je vytvořen kotlík, který může být právě tou příčinou vysokého ročního přírůstu. Výška deseti nejtlustších stromů je ale nejmenší ze všech ploch a to 36,96 m.

5.4.1 Tloušťková struktura porostu

Tloušťková struktura stromů s výčetní tloušťkou nad 120 mm je znázorněna v Grafu 7.



Graf 7: Tloušťková struktura plochy 4

(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Největší zastoupení stromů je v tloušťkovém stupni 400-439 mm. Plocha 4 obsahovala nejméně mrtvých stromů ze všech ploch. Mrtvé stromy v nižších tloušťkových stupních jsou výsledkem autoredukčních procesů. Zbylý strom v tloušťkovém stupni 440-479 mm odumřel po zásahu bleskem. Tato plocha obstála proti útoku lýkožroutů.

5.4.2 Určení mýtně zralých stromů

I u poslední plochy byly k určení mýtní zralosti použity principy profesora Polena (1999). Parametry stromů po kulminaci ukazuje Tabulka 19.

Tabulka 19: Jedinci po kulminaci na ploše 4

(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Dřevina	Strom	ød_{1,3}	h	V	Kruhová základna (m²)		
druh	číslo	cm	m	m³ s k.	g	CBP	CPP
SM	15	33,10	31,11	1,21	0,0860	0,0007	0,0008
SM	18	30,10	30,05	0,99	0,0712	0,0005	0,0007
SM	35	41,80	33,73	2,02	0,1372	0,0009	0,0013
SM	79	42,10	33,81	2,05	0,1392	0,0009	0,0013
SM	88	28,15	29,30	0,85	0,0622	0,0001	0,0006
SM	91	48,45	35,38	2,77	0,1844	0,0000	0,0017
SM	103	37,15	32,41	1,56	0,1084	0,0002	0,0010
SM	116	54,90	36,78	3,62	0,2367	0,0013	0,0022
Průměr porostu		40,31	32,97	1,99	0,1346	0,00391	0,00125

K tabulce jsou připojeny i průměrné hodnoty porostu pro lepší představu o mýtně zralých stromech. Mýtně zralé stromy plochy 4 se pohybují okolo průměrných hodnot porostu. To odpovídá možnosti dokončení světlostního přírůstu vybraných stromů. Celkový objem stromů pro vytěžení je 15,07 m³.

5.4.3 Přirozená obnova porostu

Na ploše 4 je přirozená obnova doplněna i podsadbou jedle. Je zde předpoklad doplnění porostu o melioračně zpevňující dřeviny. V Tabulce 20 jsou vidět počty zmlazení v jednotlivých výškových třídách.

Tabulka 20: Počet a druh zmlazení v jednotlivých čtvercích na ploše 4

(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Pole	Dřevina	0-20	21-50	51-100	101-150
		(cm)			
1	SM	3	0	0	0
2	SM	108	87	0	0
3	SM	143	260	10	0
4	SM	183	368	12	0
5	SM	107	146	1	0
6	SM	277	88	1	0
6	BK	0	0	0	1
7	SM	142	75	3	0
7	BK	0	0	0	1
8	SM	135	53	4	0
9	SM	178	21	0	0
10	SM	88	3	0	0
10	BK	0	0	1	0
11	SM	21	0	0	0
12	SM	12	0	0	0
13	SM	17	1	0	0
14	SM	61	5	0	0
15	SM	197	48	0	0
15	BK	0	1	0	1
15	BO	0	1	0	0
16	SM	127	198	2	0
17	SM	108	175	2	0
18	SM	193	133	2	0
19	SM	120	233	7	0
20	SM	148	233	7	0

Plocha č. 4 je specifická početností zmlazení v jednotlivých polích. Mezi hustým zmlazením smrku se na ploše nacházeli i jedinci buku a borovice. Hlavně jedinci buku předrostli zmlazení smrku v mnoha případech o polovinu. I přesto, je největší počet jedinců ve výškové třídě 0-20 cm a 21-50 cm. Jelikož je porost doplněn podsadbou jedle, bude zde zajímavé sledovat konkurenční boj jedle a masivního zmlazení smrku.

V každém poli vytyčeném v transektech byly změřeny základní dendrometrické veličiny zmlazení. Bylo vybráno pět největších jedinců smrku a změřena výška, průměr krčku, délka terminálního a laterálního výhonu. Z těchto hodnot byl následně vypočten index

apikální dominance, ke kterému byly přiřazeny hodnoty záření zjištěné pomocí hemisférických fotografií. Naměřené hodnoty jsou zaneseny v Tabulce 21.

Tabulka 21: Dendrometrické veličiny přirozené obnovy smrku na ploše 4

(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Pole	Terminální výhon	Laterální výhon	Index apikální dominance	Výška cm	Průměr krčku mm	Záření			Otevřenost zápoje %
	cm	cm				Přímé	Rozptýlené	Celkové	
						MJ / m ² za den			
1	1,0	1,3	0,75	9,7	1,3	2,02	0,24	2,26	2,56
2	4,4	6,6	0,67	32,8	3,6	0,18	0,22	0,40	1,77
3	4,0	6,2	0,65	54,2	6,0	0,41	0,29	0,70	2,20
4	4,2	6,2	0,68	56,6	5,6	0,14	0,27	0,41	2,12
5	3,8	6,8	0,56	44,2	4,4	0,13	0,20	0,33	1,70
6	3,3	8,3	0,39	41,5	7,0	0,37	0,18	0,55	1,58
7	5,8	9,3	0,62	49,5	7,3	0,83	0,22	1,05	1,84
8	3,0	7,0	0,43	51,8	7,6	0,85	0,22	1,07	1,95
9	2,8	4,6	0,61	31,4	3,8	0,79	0,20	0,99	1,61
10	2,5	3,5	0,71	24,5	3,3	0,36	0,17	0,53	1,43
11	1,6	3,0	0,53	14,4	2,0	0,41	0,15	0,57	1,35
12	1,2	2,8	0,43	10,2	3,0	0,49	0,18	0,67	1,53
13	1,6	3,0	0,53	13,2	2,8	0,05	0,17	0,22	1,39
14	1,8	4,2	0,43	24,4	3,8	0,17	0,17	0,34	1,39
15	4,0	13,5	0,30	40,5	5,5	0,60	0,15	0,75	1,26
16	6,3	7,4	0,84	53,4	9,6	1,16	0,21	1,37	1,82
17	5,2	8,0	0,65	48,0	5,6	0,50	0,22	0,73	1,94
18	3,0	5,0	0,60	46,4	6,6	0,55	0,22	0,77	2,13
19	4,4	7,4	0,59	45,8	5,4	0,75	0,18	0,93	1,99
20	6,0	10,6	0,57	58,6	6,4	1,57	0,25	1,81	2,65

I na této ploše je viditelný rozdíl mezi velikostí terminálního a laterálního výhonu. Velký rozdíl svědčí o tom, že přirozená obnova smrku má nedostatek některé ze základních podmínek pro odrůstání. Dle výsledků z hemisférické analýzy je patrný nedostatek světla v porostu, to může mít za následek špatné odrůstání smrku. Tabulka 22 ukazuje dendrometrické veličiny jedle v podsadbě. Jedle se nevyskytovala ve všech čtvrcích vylišených v transektech.

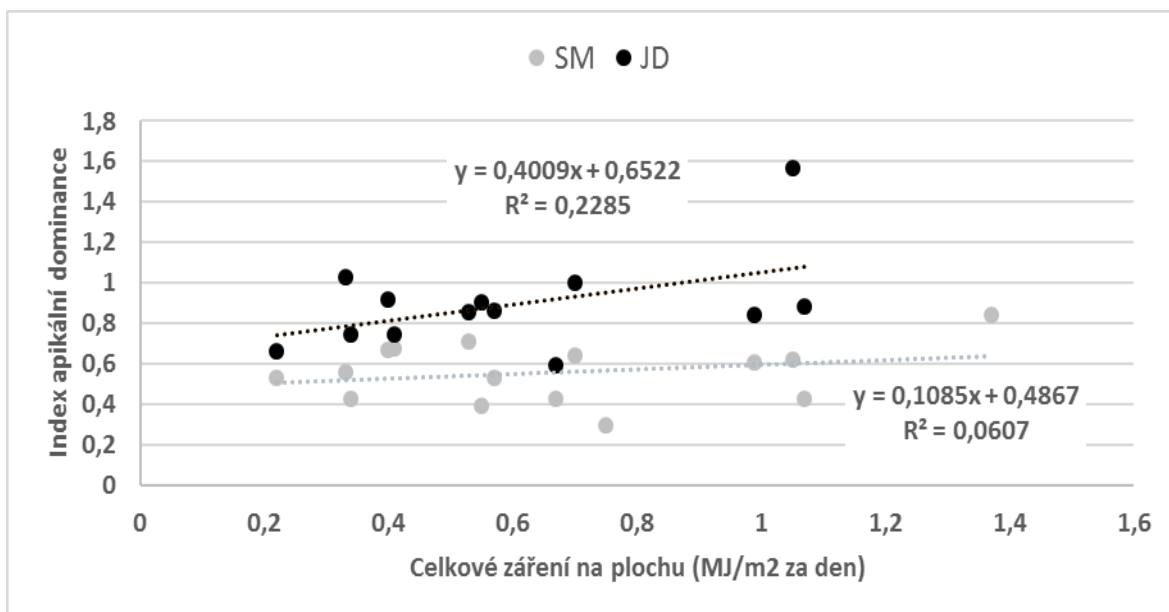
Tabulka 22: Dendrometrické veličiny podsadby jedle na ploše 4

(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Pole	Terminální výhon	Laterální výhon	Index apikální dominance	Výška	Průměr krčku	Záření			Otevřenost zápoje
	cm	cm		cm	mm	Přímé	Rozptýlené	Celkové	%
						MJ / m ² za den			
1	0,0	0,0	-	53,0	16,0	2,02	0,24	2,26	2,56
2	6,0	11,3	0,53	82,8	14,8	0,18	0,22	0,40	1,77
3	14,1	15,3	0,92	125,4	18,0	0,41	0,29	0,70	2,20
4	15,0	15,0	1,00	124,0	15,6	0,14	0,27	0,41	2,12
5	11,7	15,7	0,74	97,5	14,0	0,13	0,20	0,33	1,70
6	13,4	13,1	1,03	114,3	15,8	0,37	0,18	0,55	1,58
7	13,7	15,1	0,90	96,8	10,8	0,83	0,22	1,05	1,84
8	26,4	16,9	1,57	118,9	16,4	0,85	0,22	1,07	1,95
9	12,8	14,5	0,89	96,5	14,8	0,79	0,20	0,99	1,61
10	12,3	14,7	0,84	105,2	14,2	0,36	0,17	0,53	1,43
11	11,0	12,8	0,86	96,2	12,8	0,41	0,15	0,57	1,35
12	10,5	12,1	0,87	100,0	13,9	0,49	0,18	0,67	1,53
13	7,6	12,7	0,60	88,7	12,0	0,05	0,17	0,22	1,39
14	8,1	12,2	0,66	89,1	10,9	0,17	0,17	0,34	1,39
15	9,1	12,3	0,74	97,0	14,1	0,6	0,15	0,75	1,26
16	14,9	14,9	1,00	117,0	15,1	1,16	0,21	1,37	1,82

Podsadba jedle má evidentně větší dimenze než přirozená obnova smrku. Jednotlivé přírůsty jsou na většině polí větší než 10 cm. V poli 1 se nacházela pouze jedna jedle, která byla mechanicky poškozena (zlomena), z toho důvodu je terminální i apikální výhon roven nule. V polích 4, 6, 8 a 16 byl index apikální dominance větší nebo roven 1. Na této ploše se podstatně lépe daří jedli než smrku.

Závislost mezi zářením a indexem apikální dominance u podsadby jedle a přirozené obnovy smrku je znázorněna v Grafu 8. Porovnány jsou pouze plochy, u kterých byl výskyt jedle i smrku současně za stejných světelných podmínek.



Graf 8: Závislost indexu apikální dominance SM a JD na celkovém množství slunečního záření v obnově plochy 4
(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Podsadba jedle vykazuje slabou závislost mezi celkovým ozářením plochy a terminální dominancí. Podobný trend byl viditelný i z naměřených dendrometrických veličin v předešlé tabulce. U smrku závislost nelze potvrdit. Jedním z možných důvodů může být nedostatek světla procházejícím porostem pro vhodné odrůstání smrku.

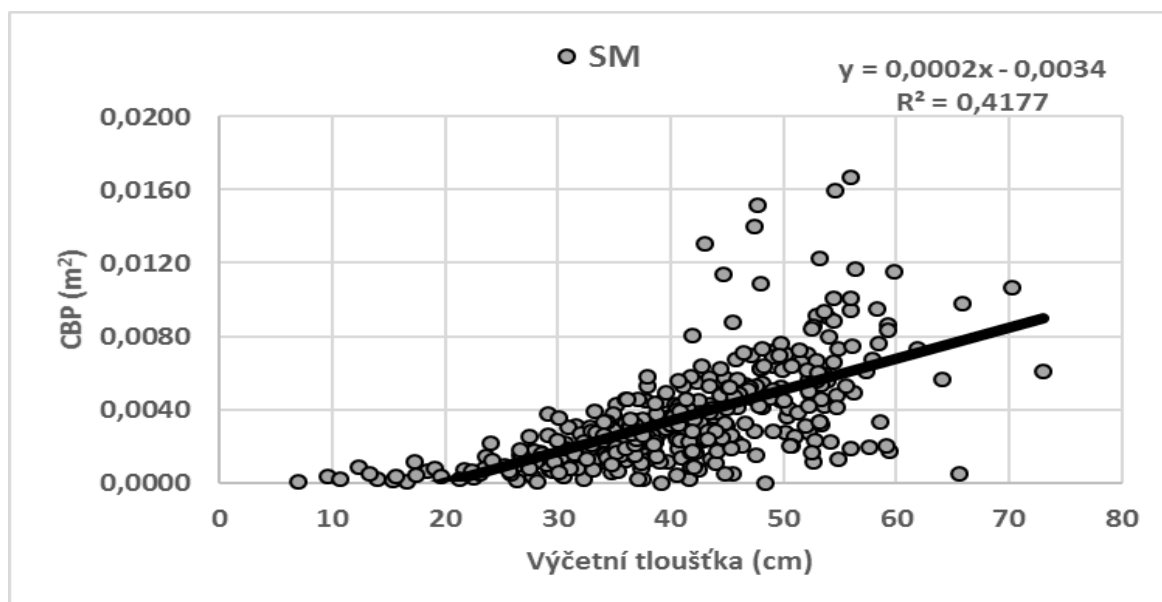
5.5 Statistické porovnání výsledků mezi výzkumnými plochami

Analyzovány jsou důležité dendrometrické veličiny pomocí lineární regresní analýzy. Výstupní hodnoty odhalující statistickou závislost mezi porovnávanými daty. Dále byla u dat použita analýza rozptylu (ANOVA). ANOVA je mezinárodně uznávaný název analýzy rozptylu. Pro účely této práce byla využita jednofaktorová parametrická ANOVA.

Analýzy byly vyhodnocovány dohromady pro všechny plochy. Do analýz vstupují pouze jedinci smrku. Ostatní zastoupené dřeviny neměly dostatečné zastoupení pro jejich porovnání zvlášť. Výjimka je pouze u obnovy, kde byla porovnávána i podsadba jedle. Všechny zkoumané plochy se nacházejí v porostu 218 B a vzdálenost mezi nimi není příliš velká, i z tohoto důvodu se hodnotily plochy dohromady.

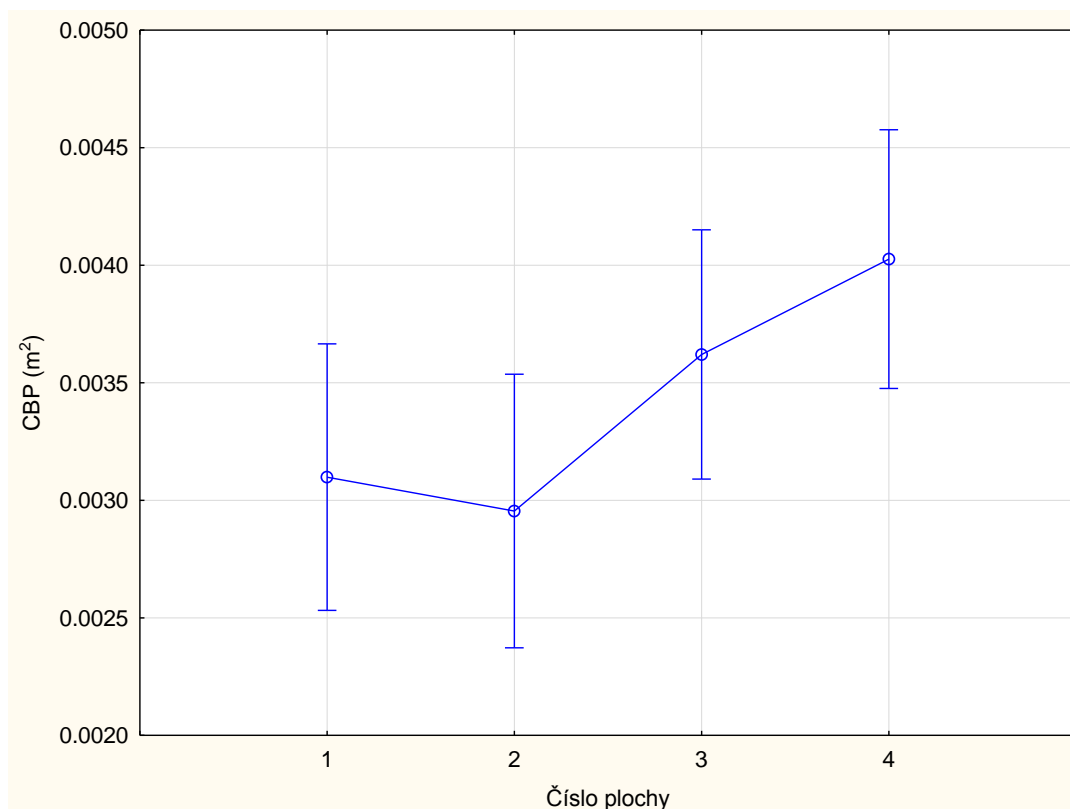
5.5.1 Hlavní porost

První testovanou veličinou je celkový běžný přírůst (CBP) jednotlivých stromů vypočtený z kruhové základny. Testuje se, zda je prokazatelná závislost na výčetní tloušťce, výšce a objemu porostu. Data jsou proložena lineární funkcí.



Graf 9: Regresní analýza výčetní tloušťky a CBP smrku ze všech ploch
(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Z Grafu 9 je patrná závislost mezi výčetní tloušťkou v 1,3 m a CBP. S rostoucí výčetní tloušťkou roste i celkový běžný přírůst u smrku. Rozdíly mezi jednotlivými plochami jsou znázorněny v následujícím Grafu 10.



Graf 10: ANOVA celkového běžného přírůstu pro každou plochu
(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

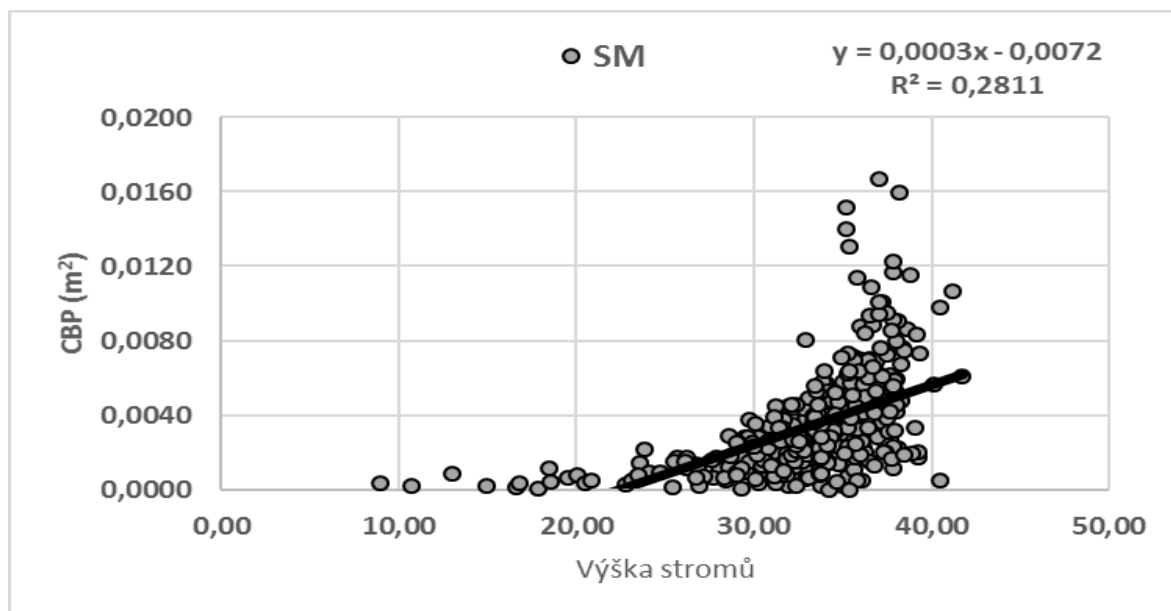
Z výsledků ANOVY je patrné, že největší CBP u jednotlivých stromů je na ploše číslo 4, naopak nejmenší je u plochy číslo 2. Statistický rozdíl mezi plochami je naznačen v Tabulce 23.

Tabulka 23: Mnohonásobné porovnání CBP
(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Mnohonásobné porovnání				
Plocha	1	2	3	4
1	-	0.985412	0.549286	0.096259
2	0.985412	-	0.343500	0.042406
3	0.549286	0.343500	-	0.723776
4	0.096259	0.042406	0.723776	-

Červeně jsou vyznačeny statisticky významné rozdíly mezi plochami. Je vidět statisticky významnou odlišnost plochy 2 a 4. Rozdíl mezi plochou 1 a 4 nelze statisticky potvrdit, ale v tabulce je patrné, že shoda je velmi malá. Nejvíce podobný CBP je na plochách 1 a 2.

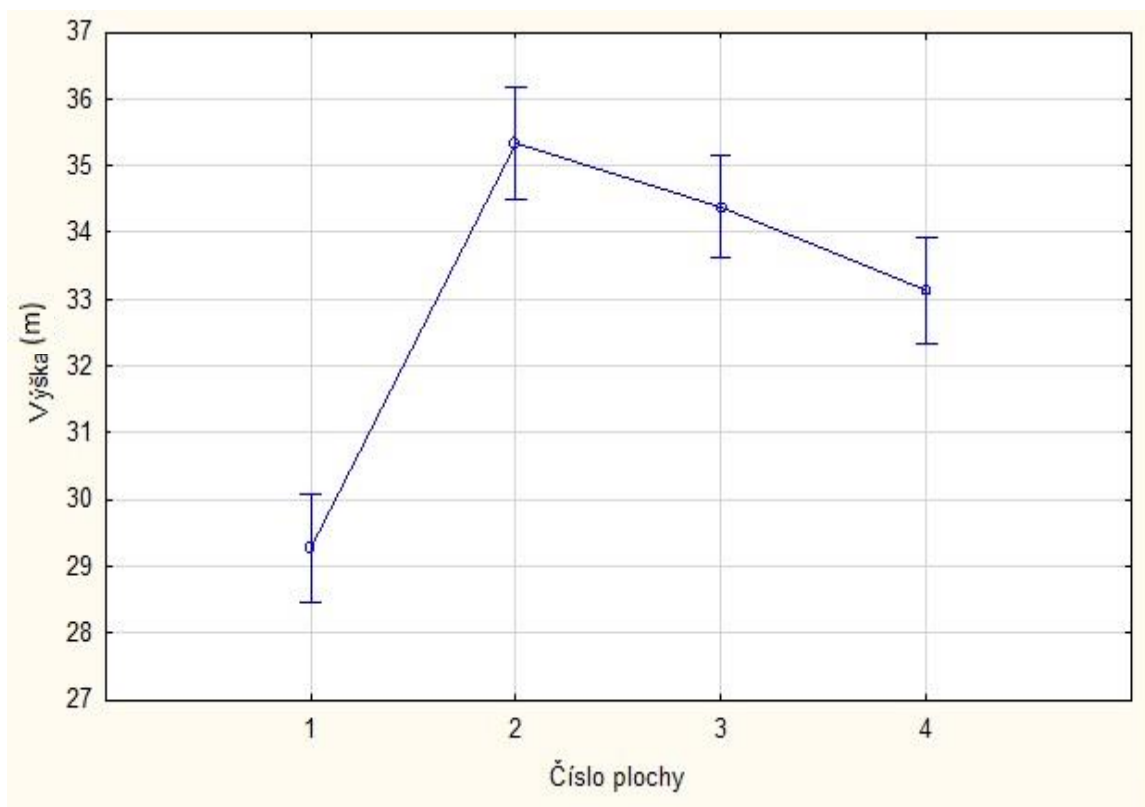
Další významná veličina, u které byla hodnocena statistická významnost a závislost na celkovém běžném přírůstu, byla výška jednotlivých stromů. V Grafu 11 je vidět lineární regresní výšky pro všechny plochy.



Graf 11: Regresní analýza výšky a CBP smrku ze všech ploch

(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Stromy malé výšky mají minimální CBP. Hlavní zastoupení takovýchto stromů je na ploše 1. V Grafu 11 je viditelná ne příliš vysoká závislost dat. V porovnání s tloušťkou je závislost na výšce menší. Do jisté míry na tom mají zásluhu podúrovňové stromy převážně plochy 1. Rozdíly mezi jednotlivými plochami jsou vidět v následujícím Grafu 12.



Graf 12: ANOVA výšky jednotlivých stromů rozdělených do ploch

(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Výška na ploše 1 je viditelně nejmenší. Nejvyšší stromy jsou na ploše 2. Nejmenší výška je na ploše 1 a může být způsobena velkou hustotou porostu a velkým počtem stromů podúrovni, které výsledky snižují. Dále také věk plochy jedna je menší, než u zbylých ploch. Konkrétní výsledky rozdílnosti ploch jsou k nalezení v Tabulce 24.

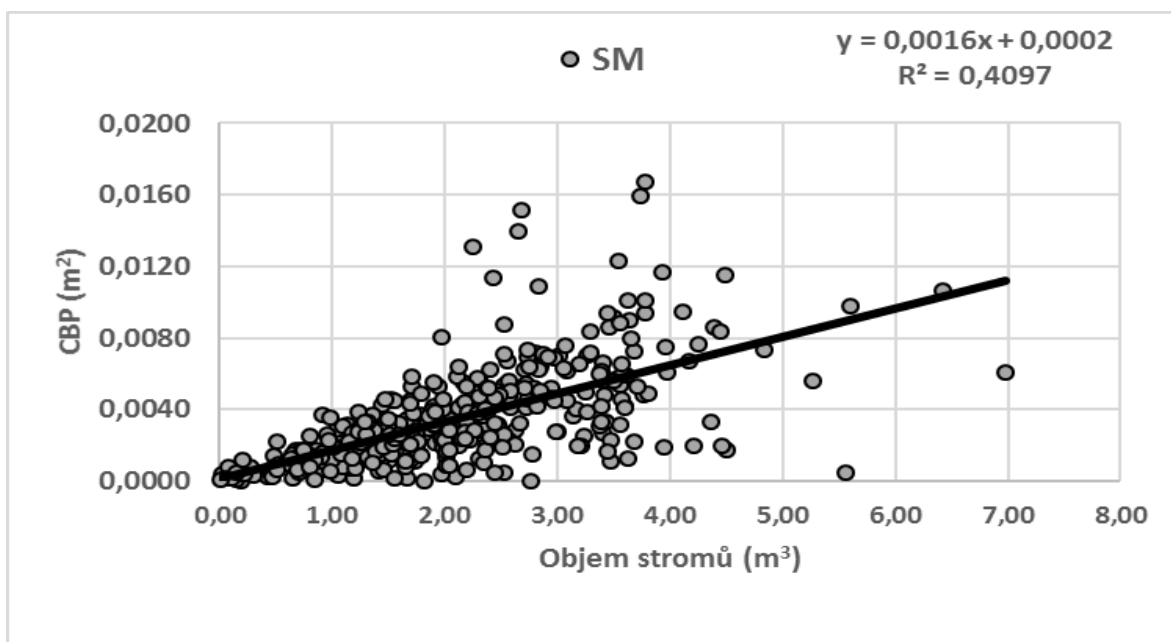
Tabulka 24: Mnohonásobné porovnání rozptylů výška

(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Mnohonásobné porovnání				
Plocha	1	2	3	4
1	-	0.000008	0.000008	0.000008
2	0.000008	-	0.345041	0.001041
3	0.000008	0.345041	-	0.118432
4	0.000008	0.001041	0.118432	-

Výšky mají viditelně větší rozptyl, než tloušťka porostu. Plocha 1 se neshoduje s žádnou jinou plochou. Největší shody bylo dosaženo mezi plochami 2 a 3. Mezi 3. a 4. plochou je pouze slabá shoda rozptylů. Z toho lze usuzovat velkou výškovou diferenciaci ploch.

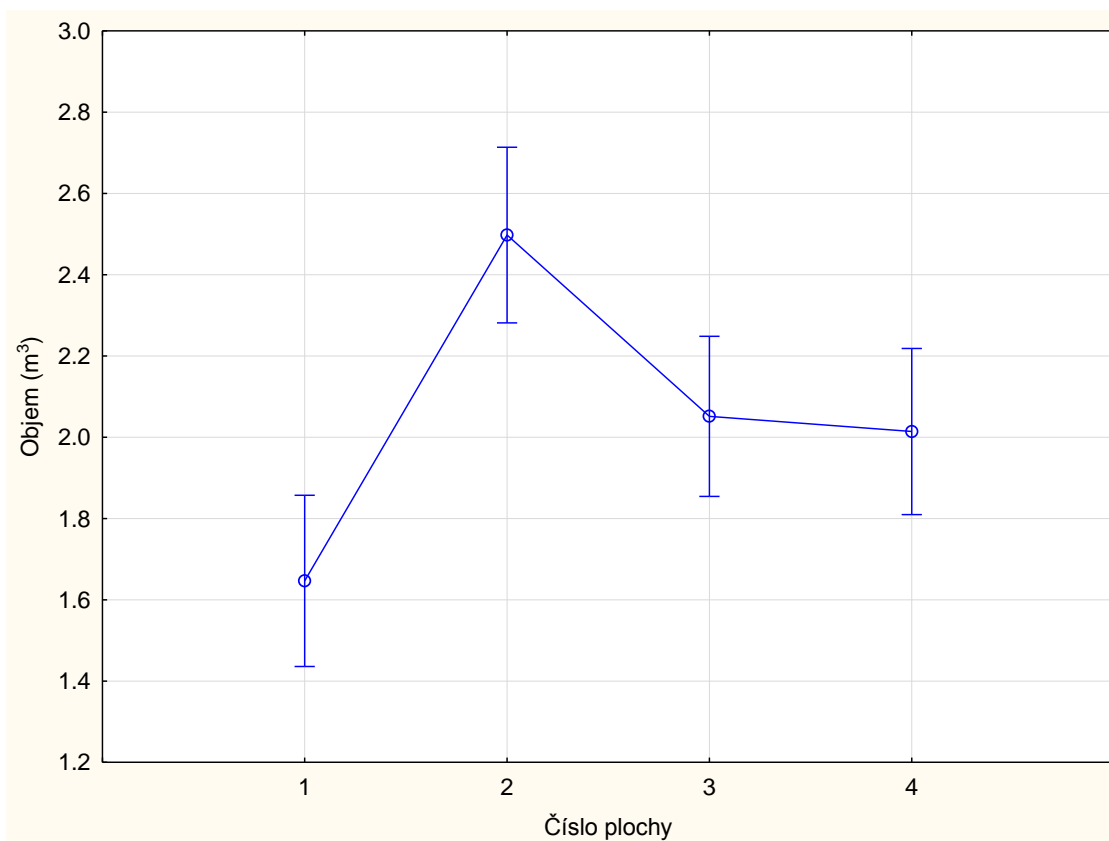
Poslední srovnávanou dendrometrickou veličinou hlavního porostu je objem jednotlivých stromů. Jako v předešlých, se objem srovnává s celkovým běžným přírůstem. V Grafu 13 je naznačena lineární regrese objemu stromů na CBP.



Graf 13: Regresní analýza objemu stromů a CBP smrku ze všech ploch

(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Regresní závislost dosahuje velmi podobných hodnot, jako závislost na výčetní tloušťce. I v tomto případě lze hovořit o středně silné závislosti. Podrobné hodnocení rozdílů mezi plochami ukazuje následující graf a tabulka.



Graf 14: ANOVA objemu jednotlivých stromů rozdělených do ploch

(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Z grafu je patrná největší zásoba na druhé ploše. Plochy 3 a 4 jsou poměrně vyrovnané. Výrazně zaostává plocha 1, na které je, i podle výpočtů, nejmenší hektarová zásoba. V následující tabulce jsou přesné hodnoty odlišnosti rozptylů objemu stromů.

Tabulka 25: Mnohonásobné porovnání rozptylů objemu

(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Mnohonásobné porovnání				
Plocha	1	2	3	4
1	-	0.000008	0.029464	0.065984
2	0.000008	-	0.014405	0.007645
3	0.029464	0.014405	-	0.993937
4	0.065984	0.007645	0.993937	-

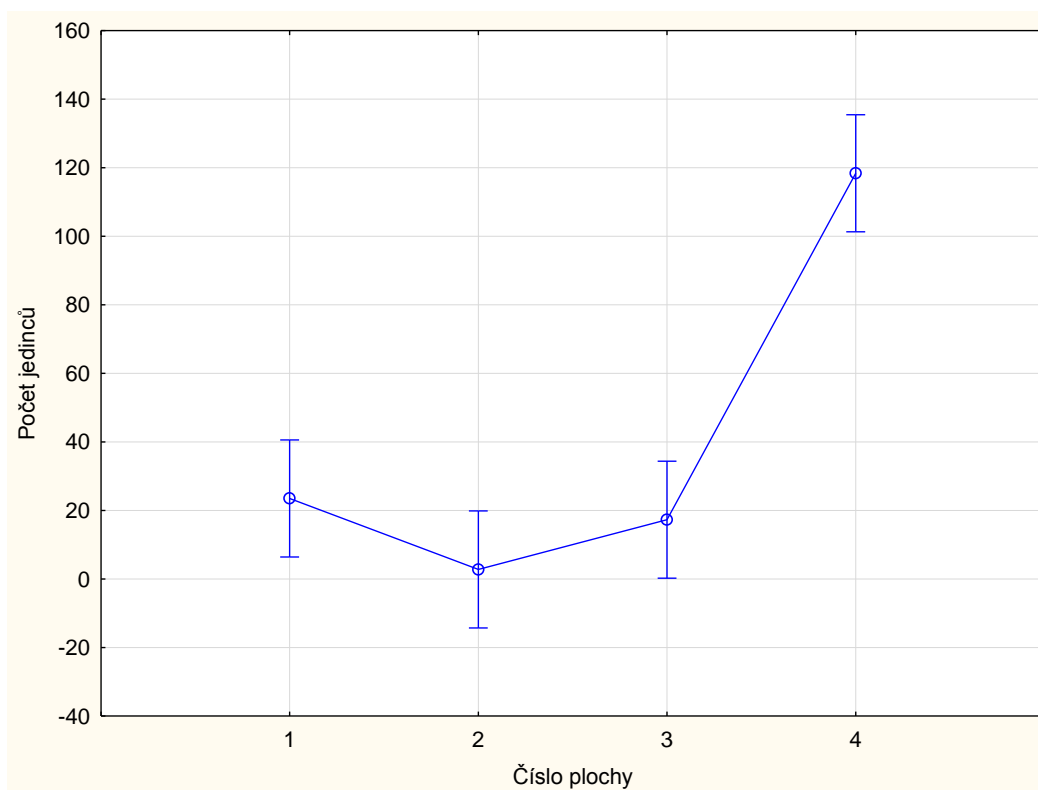
Dle tabulky je vidět takřka shodné rozptyly objemů na ploše 3 a 4. Naopak naprosto odlišný je rozptyl plochy 2, u které se neprojevila závislost s ostatními plochami. Neprůkazný se jeví rozdíl mezi první a čtvrtou plochou.

5.5.2 Přírozená obnova a podsadba jedle

Další statistické modely patřily přirozené a umělé obnově. Testovalo se zastoupení jedinců smrku v jednotlivých výškových kategoriích (0-20 cm, 21-50 cm a 51-100 cm). Ostatní výškové kategorie byly zastoupeny pouze na jedné ploše, proto nevstupovaly do ANOVY ani lineárních regresí. Dále se testovala závislost obnovy na prostupu světla do porostu.

5.5.2.1 Porovnávání rozptylů výškových kategorií smrku

Jako první byla provedena analýza rozptylu (ANOVA) počtů semenáčků smrku ve výškové třídě 0-20 cm na jednotlivých plochách.



Graf 15: ANOVA přirozeného zmlazení SM ve výškovém stupni 0-20 cm
(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Suverénně největší zastoupení přirozené obnovy smrku ve výškovém stupni 0-20 cm je na ploše 4. Nejmenší zastoupení je na ploše 2, kde většina zmlazení je odrostlá do větších výškových tříd. Na této ploše je také nejvíce vyvinutá přirozená obnova ze všech ploch. Zbylé plochy 1 a 3 jsou velmi podobné. Přesná čísla jsou v níže uvedené Tabulce 26.

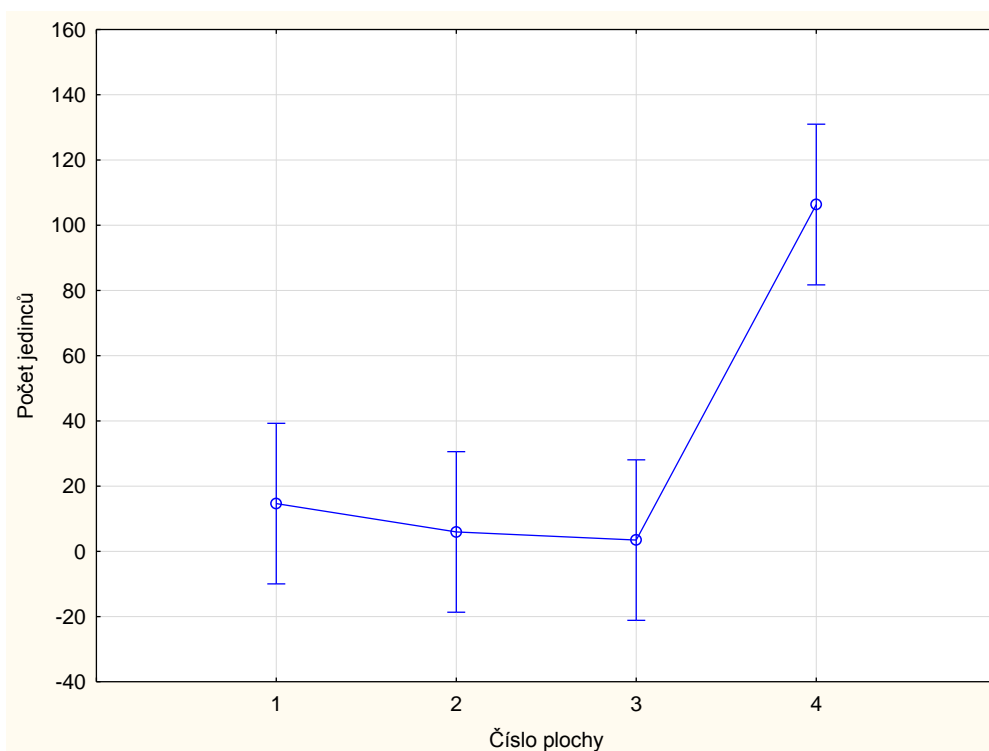
Tabulka 26: Mnohonásobné porovnání rozptylů výškové kategorie 0-20 cm

(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Mnohonásobné porovnání				
Plocha	1	2	3	4
1	-	0.327010	0.956195	0.000148
2	0.327010	-	0.631237	0.000148
3	0.956195	0.631237	-	0.000148
4	0.000148	0.000148	0.000148	-

Statisticky významný rozdíl lze potvrdit pouze u plochy 4, která je absolutně rozdílná od zbylých ploch. Nejvíce podobné rozptyly počtu semenáčků jsou právě na 1. a 3. ploše.

V následujícím Grafu 16 jsou výsledky přirozeného zmlazení výškové kategorie 21-50 cm.



Graf 16: ANOVA přirozeného zmlazení SM ve výškovém stupni 21-50 cm

(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Dle analýzy je patrný trend snižujícího se počtu jedinců na plochách 1 a 3. Plocha 2 zůstává na podobném počtu jako v předchozí kategorii. Na ploše 4 je opět suverénně největší zastoupení semenáčků a i tedy jejich rozptyl se významně liší od zbylých ploch. Přesné údaje o rozdílnosti ploch jsou níže v Tabulce 27.

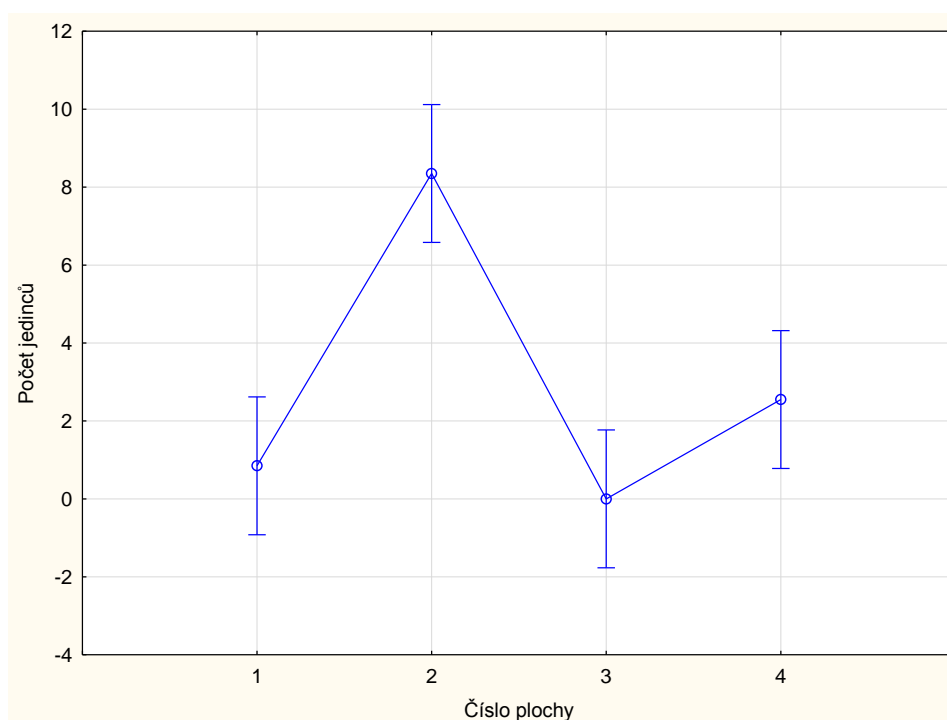
Tabulka 27: Mnohonásobné porovnání rozptylů výškové kategorie 21-50 cm

(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

Mnohonásobné porovnání				
Plocha	1	2	3	4
1	-	0.959454	0.918563	0.000154
2	0.959454	-	0.999020	0.000149
3	0.918563	0.999020	-	0.000148
4	0.000154	0.000149	0.000148	-

Podobně jako ve výškové kategorii 0-20 cm, je i zde významný rozdíl čtvrté plochy oproti ostatním. V Tabulce 27 je patrná úzká shoda rozptylů plochy 1, 2 a 3.

Následující Graf 17 ukazuje rozmezí rozptylů pro výškovou kategorii 51-100 cm, která je poslední testovanou výškovou kategorií.



Graf 17: ANOVA přirozeného zmlazení SM ve výškovém stupni 51-100 cm

(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

V Grafu 17 je patrný nárůst zmlazení na ploše 2, na které se projevuje vyvinutost přirozené obnovy a nárůst počtu jedinců oproti ostatním plochám. Na ploše 3 se nevyskytuje žádný zástupce této výškové kategorie. V Tabulce 28 jsou vypočtené hodnoty rozdílnosti rozptylů na všech plochách.

Tabulka 28: Mnohonásobné porovnání rozptylů výškové kategorie 51-100 cm

(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

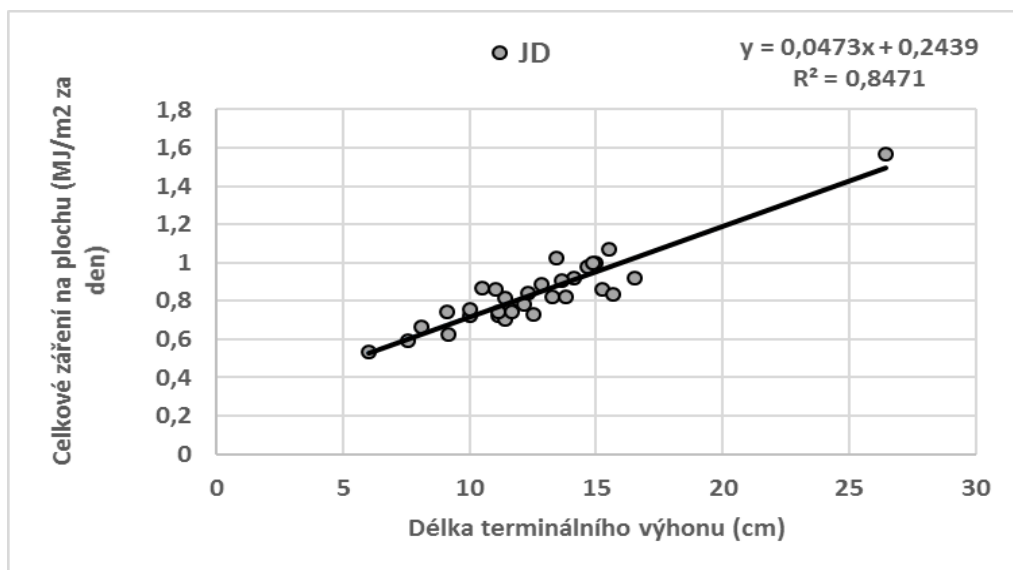
Mnohonásobné porovnání				
Plocha	1	2	3	4
1	-	0.000148	0.905582	0.531952
2	0.000148	-	0.000148	0.000227
3	0.905582	0.000148	-	0.185881
4	0.531952	0.000227	0.185881	-

Tabulka 28 ukazuje statisticky významný rozdíl druhé plochy oproti ostatním plochám. U ostatních ploch nelze potvrdit statistický rozdíl díky celkově malému počtu zastoupení jedinců v této výškové kategorii.

5.5.2.2 Lineární regrese výšky obnovy a prostupu světla

Souhrnné porovnání závislosti celkového prostupu světla na délce terminálního výhonu. Porovnávány jsou všechny plochy dohromady. Pouze je oddělena přirozená obnova smrku a podsadba jedle. Porovnání jedle probíhalo pouze na plochách, kde se vyskytovala (plocha 1 a 4).

Graf 18 ukazuje závislost terminálního výhonu jedle na celkovém prostupu světla.

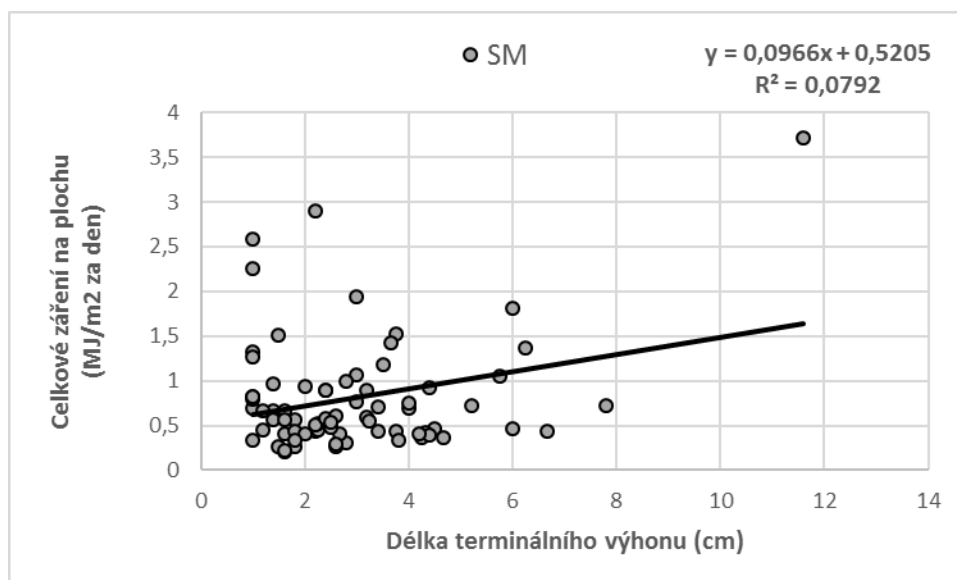


Graf 18: Závislost terminálního výhonu JD a celkového záření

(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

V Grafu 18 je vidět jasná lineární závislost mezi celkovým zářením na plochu a délkou terminálního výhonu. Zjednodušeně lze říct, čím více světla prostupuje porostem, tím větší je přírůst terminálního výhonu u jedle.

V následujícím Grafu 19 je stejně vypracována lineární regrese pro přirozenou obnovu smrku.



Graf 19: Závislost terminálního výhonu SM a celkového záření

(Zdroj: vlastní zpracování, 2017)

V Grafu 19 je patrná mírná závislost mezi měřenými veličinami. V porovnání s jedlí je závislost minimální. Avšak nelze tyto dvě dřeviny navzájem hodnotit. Smrk se na lokalitách vyskytuje z přirozené obnovy. Jedle byla do porostů dosazena. Z těchto důvodů nelze porovnávat obě dřeviny najednou.

6 Diskuse výsledků

Předkládaná práce je zaměřena na porost ve fázi přestavby. Cílem přestavby je vytvořit přechodný stav k lesu výběrnému. Z minulosti je patrné velkoplošné obhospodařování porostů holými sečemi. Důsledky tohoto obhospodařování vytvořily jednoetážové smrkové monokultury. Zkoumané porosty se nacházejí na velmi produkčních stanovištích smrku ztepilého. Porosty jsou součástí genové základy smrku. Přestavba porostů již byla zahájena v minulosti různými způsoby (podsadby, clonné seče, kotlíkové seče atd.). Přestavba by měla vést k dosažení dlouhodobé stability a ke zvýšení odolnosti porostů vůči škodlivým činitelům (hmyz, vítr a sníh). Jednou z možností dosažení lepší stability, společně s cíli přestavby, je zvýšení stupně rozrůzněnosti věkové a druhové struktury porostů za využití přírodě blízkých způsobů hospodaření s maximálním využitím přirozené obnovy velmi kvalitního smrku. Diskuze je rozdělena do dvou částí. První část je zaměřena na hlavní porost a jeho produkční ukazatele. Druhá část je zaměřena na přirozenou obnovu a podsadbu jedle.

6.1 Hlavní porost

Výzkum probíhal na čtyřech trvalých výzkumných plochách založených v roce 2013 v přírodním parku Polánka. Toto měření je v pořadí druhé. Z naměřených dat základních dendrometrických veličin ($d_{1,3}$, h) byly odvozeny produkční ukazatele porostů. Především však smrku ztepilého, který dominoval na všech plochách. Mezi hodnocená kritéria patřila tloušťková struktura porostů. Největší průměrná tloušťka byla zjištěna na ploše 2 (43,59 cm). Naopak nejmenší průměrná tloušťka byla zjištěna na ploše 1 (33,18 cm). Zbylé dvě plochy se pohybovaly okolo průměrné tloušťky 40 cm. Podobné výsledky byly zjištěny i u výšky, kdy největší stromy byly opět na ploše 2 (35,19 m). Nejnižší průměr výšky obsahovala plocha 1 (27,37 m). Průměrná výška plochy 3 dosahovala 34,27 m a plochy 4 32,97 m. Plochy 2, 3 a 4 jsou poměrně vyrovnané. Zaostávání plochy 1 je způsobeno nižším věkem porostu a také zanedbanou výchovou porostu. Z důvodu zanedbané výchovy, se v porostu nachází silně podúrovňové stromy o průměru okolo 10 cm a výšce 15 m.

V dalším kroku byla zjištěna zásoba porostů. Zásoba porostů byla velmi vysoká, nejvyšší zásoby dosáhla plocha 3 (1 000,22 m³/ha), která se jako jediná dostala přes hranici 1 000 m³/ha. Hned v závěsu byla plocha 2 s 934,57 m³/ha. Plocha 1 vykazovala zásobu 700 m³/ha a plocha 4 850 m³/ha. Průměrný objem kmene byl nejvyšší na ploše 2 (2,46 m³), dále pak na ploše 3 (2,04 m³), ploše 4 (1,99 m³) a nejméně na ploše 1 (1,43 m³). Největší zásobu vykazovala plocha 3, ale objem středního kmene je suverénně největší na ploše 2. Tento jev lze vysvětlit rozdílným počtem stromů na ploše, viz výsledky jednotlivých ploch v kapitole 5 - Výsledky. Z výše uvedených výsledků vyplývá, že nejefektivnější plocha, z pohledu produkce na jeden strom, je plocha 2.

Další zajímavý ukazatel produkčních vlastností stanoviště je běžný roční hektarový přírůst každé plochy za poslední 3 roky. Pro výpočet byly použity data z práce Kepl (2014), který prováděl první měření této oblasti. Největší běžný přírůst za rok na hektar vykazovala plocha 3 (27,06 m³/ha za rok), hned v závěsu byla plocha 4 (26,67 m³/ha za rok), dále pak plocha 1 (21,04 m³/ha za rok) a nejmenší přírůst vykazovala plocha 2 (18,53 m³/ha za rok). Podobně byl zpracovaný i výškový přírůst na lokalitách. Největším přírůstem disponuje plocha 1 (18 cm/rok), dále pak plocha 4 (16 cm/rok), plocha 3 (15 cm/rok) a nejméně opět na ploše 2 (11 cm/rok).

Z výše uvedených produkčních ukazatelů vyplývá vysoká produkční potence stromu i ve věku přes 100 let. Tyto závěry potvrzují Kepl (2014), předtím i Remeš (2006) a Kuthan (2013), kteří se přestavbou porostů zabývali na území Školního lesního podniku v Kostelci nad Černými lesy. Největší stromy vykazuje plocha 2, avšak přírůsty v posledních 3 letech jsou zde nejmenší ze všech ploch. S největší pravděpodobností je na ploše 2 dokončený světlostní přírůst. Kepl (2014) taktéž ve své práci poukazuje na tento fakt. Tuto skutečnost potvrzuje i nejrozvinutější přirozená obnova na této ploše.

Posuzování mýtní zralosti jednotlivých stromů proběhlo na základě principu profesora Polena, který tuto metodu popisuje ve své publikaci (Poleno 1999). Jako mýtně zralý strom považuje ten, u něhož je hodnota CBP menší než hodnota CPP. Stromy mají značnou variabilitu růstu, proto je důležité brát tento odhad jako orientační ukazatel (Remeš 2006). Největší zastoupení mýtně zralých stromů vykazuje plocha 2 (18 stromů), ostatní plochy se pohybují v rozmezí 8-9 mýtně zralých stromů. Pro plochu 2 to znamená vytěžit cca 20 % všech stromů na ploše, to jen potvrzuje domněnku dokončení světlostního přírůstu a

odtěžení stromů pro následné uvolnění místa pro obnovu porostu a nástup dalších stromů. Mýtně zralé stromy na druhé ploše byly spíše nadprůměrné, kdežto mýtně zralé stromy ostatních ploch byly většinou podprůměrné. Tyto předpoklady potvrzují i statistické analýzy (lineární regrese, ANOVA, mnohonásobné porovnání rozptylů). Ukazují závislosti mezi celkovým běžným přírůstem a výčetní tloušťkou, výškou a objemem jednotlivých dřevin. Spolehlivost výše uvedených testovaných parametrů nevykazuje příliš velké číslo (0,28-0,42). Proto tyto analýzy nelze brát jako závazné pro další doporučení postupu hospodaření na daných plochách.

6.2 Obnova porostu

Přirozená obnova se vyskytovala na všech plochách. Dvě plochy byly doplněny o podsadbu jedle, která byla chráněna oplocením proti okusu zvěře. Jedle vhodně doplňuje přirozenou obnovu smrku o zákonné ustanovení podílu melioračně zpevňujících dřevin. Vzhledem k tomu, že se porost nachází v genové základně smrku, je více než vhodné využívat přirozené obnovy smrku a zároveň využívat maximální míru přirozených procesů. Stanoviště se nacházejí na kyselých stanovištích, které jsou vhodné pro přirozenou obnovu. Tento předpoklad se potvrdil na všech čtyřech plochách, kde se přirozená obnova objevila a zároveň nebyla ohrožována buřením.

Početnost jedinců v polích se velmi lišila. Našlo se i pár polí o velikosti 5×5 m, na kterých se přirozená obnova vůbec nevyskytovala. Nejvíce na ploše 3, kde byla takto prázdná hned čtyři pole. Největší počty jedinců v první (0-20 cm) i druhé (21-50 cm) výškové kategorii se nacházely na ploše 4. Nejvíce vyvinuté zmlazení bylo však na ploše 2, kde je uprostřed plochy světlina. Tam se našli jedinci, kteří byli větší než 2 m.

Struktura korunového patra byla poměrně homogenní, otevřenost zápoje dosahovala velmi malých hodnot, pouze 1,2-6,1 %. Rozmezí světelných podmínek bylo velmi úzké. Přirozené zmlazení i podsadba jedle byly shodně testovány na závislost mezi terminální dominancí (podíl mezi terminálním a apikálním výhonem) a celkovým prostupem světla do porostu. Všechny výsledné korelace byly poměrně malé a determinační koeficienty nízké. Maximální hodnota determinačního koeficientu byla 0,2285 pro jedli na ploše 4 a 0,1762 pro smrk na ploše 2. V řadě studií hodnotících závislost obnovy na světelných

podmínkách, jsou determinační koeficienty obdobně nízké (Madsen a Larsen (1997), Kučeravá et al. (2013), Vencurik et al. (2016)).

Možných příčin těchto výsledků je hned několik. Velmi úzké rozmezí světelných podmínek může být jednou z příčin slabých výsledků vztahů mezi dostupným slunečním zářením a základními dendrometrickými veličinami obnovy. Další možností je nízký věk obnovy. Toto ve své práci připouští i Modrý et al. (2003). V neposlední řadě se nesmí zapomenout, že prostup světla je pouze jednou veličinou, na které závisí odrůstání přirozené obnovy. Celá řada faktorů, jako je vliv mikrostanoviště, půdní typ, dostupnost živin a vláhy, konkurence buřeně a jiných dřevin, genetické rozdíly atd., nebyly v práci hodnoceny.

7 Závěr

Diplomová práce se zabývá hodnocením struktury, produkce a přírůstu hlavního smrkového porostu. Výsledky hlavního porostu jsou provázány s přirozenou obnovou a podsadbou jedle. Celkově tvoří komplexní vývoj hlavního porostu a obnovy velmi produkčního porostu v genové základně smrku ztepilého. Plochy byly založeny v roce 2013 a přeměřeny pro tuto práci v roce 2016. Práce provádí i porovnání měření a vývoj hlavního porostu.

Výsledky hlavního porostu ukazují na velmi vysokou produkční schopnost porostu i ve věku nad 100 let, čehož by šlo využít pro postupnou obnovu s maximálním využitím přirozené obnovy. Na plochách byly zjištěny stromy po kulminaci průměrného přírůstu, které je vhodné vytěžit a uvolnit místo právě pro obnovu nebo čekající jedince. Nejvíce stromů mytně zralých bylo na ploše 2, kde s největší pravděpodobností skončil světlostní přírůst. Přibližně 20 % stromů je po kulminaci v největších tloušťkových stupních. Vytěžením těchto stromů by se rozšířila světlina, která se na ploše nachází, a stávající přirozená obnova by lépe odrůstala. Dále by se pod clonou mohla rozšířit přirozená obnova.

Z výsledků vyplývá, že v daných podmínkách, kde se otevřenost zápoje pohybuje v rozmezí 1,2-6,1, dává možnost pouze nástupu přirozené obnovy (v ploše 3 se v předešlém měření nevyskytovala žádná přirozená obnova). Pro udržení a odrůstání přirozené obnovy je to ale málo. Smrk na všech plochách vykazoval velmi malý přírůst terminálního výhonu 1-3 cm. Pro smrk jsou tyto podmínky dlouhodobě neudržitelné. Naopak jedle, i v těchto podmínkách, vykazovala přírůst okolo 10 cm (hlavně plocha 4). Celkově lze říct, že přirozená obnova smrku na všech plochách silně zaostává a přírůst je minimální. U podsadeb jedle ukazatel apikální dominance ukazuje též převahu apikálního výhonu, ale přírůst jedle je dostatečně velký pro odrůstání obnovy.

Doporučení pro další postup obnovy porostu jsou následující:

- plochy, kde je podsadba jedle, příliš neprosvětlovat, aby nedocházelo k masivnímu zmlazování a následnému růstu smrku. S největší pravděpodobností by stačilo odstranit mytně zralé stromy, které by prosvětlyly porost,

- u plochy 1 by bylo vhodné vytěžit i stromy, které byly v porostu ponechány díky zanedbané výchově,
- u ploch, kde podsadba jedle není, využít přirozenou obnovu smrku,
- na ploše 2 by šlo využít světlinu, která se nachází uprostřed a postupně ji rozšiřovat (princip kotlíkové obnovy porostu),
- u plochy 3 odstranit mrtvé a mýtně zralé stromy, které následně prosvětlí porost a pomohou tak rozvoji přirozené obnovy smrku.

Postup obnovy je poměrně náročný na kvalifikaci personálu, ale vynaložené úsilí by mělo být znát na ušetření nákladů za obnovu a výchovu porostů.

Metoda posuzování mýtní zralosti se v současnosti využívá poměrně málo. Neustálý rozvoj měřících technologií a jejich propojení, bude neustále vytvářet podmínky pro využití metod, které budou posuzovat jednotlivé stromy a ne celé porosty dohromady.

8 Seznam použitých zdrojů

- AANDERAA, R., ROLSTAD, J. a SOGNEN, S. M. (1996): *Biological Diversity in Forests*. Norges Skogeierforbund og A/S Landbruksforlaget, Oslo, Norway.
- ALBRECHT, J. (2003): *Českokobudějovicko*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno, 807 s. Chráněná území ČR. ISBN 80-860-6465-4. Kapitola Polánka, s. 468. (česky).
- ALEXEJEV, B. D. (1990): *Zajímavosti ze světa rostlin*. Vyd. 1. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 149 s., 32 s. obr. příloh. ISBN 80-209-0146-9.
- AMMER, C., BICKEL, E. a KÖLLING, C. (2008): *Converting Norway spruce stands with beech – a review of arguments and techniques*. Austrian Journal of Forest Science, 125: 1: 3-26.
- ASSMANN, E. (1954): *Grundflächenhaltung und Zuwachsleistung bayrischer Fichten-Durchforstungsreihen*. Forstwiss. Cbl., 37, č. 9/10: 257-271.
- BERCHA, J. a LASÁK, O. (2006): *Přemnožení ploskohřbetky v KRNAP v roce 2006*, Lesnická práce, ročník 85, číslo 08/06.
- BEZECNÝ, P. et al. (1992): *Pěstování lesů*. Vydání první. Praha: Zemědělské nakladatelství Brázda, 376 s. ISBN 80-209-0222-8.
- BÍLEK, L., REMEŠ, J. a FULÍN, M. (2016): *Množství a distribuce nadzemní biomasy borovice lesní v oblasti přirozených borů*. Zprávy lesnického výzkumu. (61), 2016 (2): 108-114.
- CRAWLEY, M. J., (2012): *The R Book*. England: John Wiley & Sons Ltd, The Atrium. ISBN 978-0-470-51024-7.
- ČADA, V. (2014): *Dlouhověkost buku lesního: Na Boubíně byl nalezen buk starý 409 let*. Příroda. 2014, (zima), s. 2.
- ČSN ISO 5479 (1998) : *Statistická interpretace údajů - Testy odchýlení od normálního rozdělení*. Česká technická norma. 40 s.
- ČSN 01 0230 (1988): *Aplikovaná statistika. Analýza rozptylu*. Česká technická norma. 56 s.
- DROBNÍK, J. a DVOŘÁK, P. (2010): *Lesní zákon: komentář*. Vyd. 1. Praha: Wolters Kluwer Česká republika, 290 s., ISBN 978-807-3574-253.
- FIALA, P., REININGER, D. a SAMEK, T. (2003): *Výsledky průzkumu stavu výživy lesa v lesní přírodní oblasti č. 16 Českomoravská vrchovina: Závěrečná zpráva*. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně. Brno, 107 s.
- JAĎUŇ, J., SANIGA, M. a BALANDA, M. (2014): *Vplyv pestovných opatrení a prírodných disturbancií na hrúbkový prírastok porastov v prebudove na výberkový les*. Zprávy lesnického výzkumu. 2014 (4). 264-271 s.

- KAJZAROVÁ, E. (2012): *Mrtvé dřevo – živý les*, Vydala Správa Krkonošského národního parku v roce 2012, 36 s., ISBN: 978-80-86418-89-6.
- KALOUSEK, F. a FOLTÁNEK, V. (2007): *Přestavba smrkových monokultur a její vliv na výnosovou hodnotu lesa: monografie*. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 71 s. ISBN 978-80-7375-070-1.
- KEPL, J. (2014): *Struktura, zásoba a přírůst smrkového porostu ve fázi zahájení přestavby na lokalitě Polánka (LS Tábor)*. Praha, Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Vedoucí práce Doc. Ing. Jiří Remeš, PhD.
- KORPEL, Š., PEŇÁZ, J., SANIGA, M. a TESAŘ, V. (1991): *Pestovanie lesa*. Příroda, Bratislava, 1. vyd., 472 s., ISBN: 80-07-00428-9.
- KORPEL, Š. a SANIGA, M. (1993): *Výběrný hospodářský způsob*. Písek, VŠZ LF Praha a Matice lesnická, 128 s.
- KORPEL, Š. a SANIGA, M. (1995): *Přírode blízke pestovanie lesa*. Ústav pre výchovu a vzdelávanie pracovníkov lesného a vodného hospodárstva SR. Lesnícka fakulta Technickej univerzity vyd, Zvolen, 158 s., 1. vyd, ISBN: 8088677300.
- KŘÍSTEK, Š. a HOLUŠA, J. (2015): *Abiotické poškození smrkových porostů ve střední Evropě: příkladová studie sněhových polomů z let 2005–2011 v Moravskoslezských Beskydech*. Lesnický časopis - Forestry Journal. Praha: ČZU Praha. DOI: 10.1515/forj-2015-0003.
- KUČERAVÁ, B., DOBROVOLNÝ, L. a REMEŠ, J. (2013): *Responses of Abies alba seedlings to different site conditions in Picea abies plantations*. Dendrobiology. Vol. 69. DOI: 10.12657/denbio.069.006. 49-58 s.
- KUPKA, I. (2004): *Přirozená a umělá obnova, jejich přednosti, omezení a nevýhody*. Lesu zdar: Měsíčník pracovníků Lesů České republiky, s. p. Hradec Králové: LČR, s. p., 2004(5). ISSN 1214-4835.
- KUTHAN, J. (2013): *Dynamika růstu a obnovy porostu při uplatňování jednotlivého výběru k mýtní těžbě*. Praha, 2013. Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita v Praze.
- LITSCHMANNOVÁ, M. (2012): *Úvod do statistiky* (interaktivní učební text): Matematika pro inženýry 21. století [online]. Vysoká škola báňská, [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: http://mi21.vsb.cz/sites/mi21.vsb.cz/files/unit/interaktivni_uvod_do_statistiky.pdf.
- LOMSKÝ, B., ŠRÁMEK, V. a NOVOTNÝ, R. (2013): *The health and nutritional status of Norway spruce stands in the Krušné hory Mts. 15 years subsequent to the extreme winter of 1995/96*. Journal of forest science. (59), 359-369 s.
- MADSEN, P. a LARSEN, J. B. (1997): *Natural regeneration of beech (Fagus sylvatica L.) with respect to canopy density, soil moisture and soil carbon content*. Forest Ecology and Management, 97: 95-105 s.
- MARUŠÁK, R., a KAŠPAR, J. (2016): *Hospodářská úprava lesů II*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 120 s. ISBN 978-80-213-2617-0.

- MIKO, L. (2009): *Atlas krajiny České republiky: Landscape atlas of the Czech Republic*. Praha: Ministerstvo životního prostředí České republiky, 1 atlas (331 s.). ISBN 978-80-85116-59-5.
- MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ (MZe) (2016): *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2015*, Praha. ISBN 978-80-7434-324-7.
- MODRÝ, M., HUBENÝ, D. a REJŠEK, K. (2003): *Differential response of naturally regenerated European shade tolerant tree species to soil type and light availability*. Forest Ecology and Management, 188: 185-195 s.
- MUSIL, I. a HAMERNÍK, J. (2007): *Jehličnaté dřeviny: přehled nahosemenných i výtrusných dřevin*. Vyd. 1. Praha: Academia, 352 p. ISBN 80-200-1567-1.
- NÁPRAVNÍK, L. (2015): *Historie narušení horských pralesů v temperátní zóně (Evropa)*. Praha. Bakalářská práce. ČZU Praha, FLD. Vedoucí práce Ing. Pavel Janda, Ph.D.
- NAŘÍZENÍ JIHOČESKÉHO KRAJE (2004) č. 10/2004: *o přírodním parku Polánka*. In: . 2004, ze dne 19. 10. 2004. Dostupné také z: https://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiq8uLSzZfTAhUHOBQKHxzDAeAQFggpMAI&url=http%3A%2F%2Fwww.kraj-jihocesky.cz%2Ffile.php%3Fpar%255Bid_r%255D%3D4027%26par%255Bview%255D%3D0&usq=AFQjCNEmxc4PFpu0ptdO6U2cy0crLLS_yA&sig2=fyeV-T0ofQLm89mH4sNAiA.
- OBČANSKÉ SDRUŽENÍ POLÁNKA (OS Polánka): *Lyžařské stopy* [online]. [cit. 2017-04-09]. Dostupné z: <http://www.ospolanka.cz/trasy/#11/49.4961/14.8280>.
- O'HARA, K.L. (2001): *The silviculture of transformation – a commentary*. For. Ecol. Manage. 151, s. 81–86.
- PETRÁNEK, J. (2011): *Geologická encyklopedie on-line*. Nakladatelství: Česká geologická služba ISBN: 978-80-7075-901-1.
- PETRÁŠ, R. a PAJTÍK, J. (1991): *Sústava česko-slovenských objemových tabuliek dřevín*. Lesnícky časopis, 37, (1), 49-56 s. Lesnícky časopis - Forestry Journal. ISSN 0323-1046.
- PLÍVA, K. a ŤLÁBEK, I. (1986): *Přírodní lesní oblasti ČSR*. 1. vyd., Praha, SZN, 313 s.
- POLANSKÝ, B. (1955): *Pěstění lesů*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1955. Lesnická knihovna. 427 s.
- POLENO, Z. (1994): *Ekologicky orientované pěstování lesů (II)*. Lesnictví-Forestry, 40: 65–72 s.
- POLENO, Z. (1999): *Výběr jednotlivých stromů k obnovní těžbě v pasečném lese*. Vyd. 1. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 128 s. ISBN 80-86386- 01-5.
- POLENO, Z. et al. (2007): *Pěstování lesů II.: Teoretická východiska pěstování lesů*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, s.r.o., 463 s. ISBN 978-80- 87154-09-0.

- POLENO, Z. et al. (2009): *Pěstování lesů III.*: Praktické postupy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, s.r.o., 951 s. ISBN 978-80- 87154-34-2.
- POLENO, Z. et al. (2011): *Pěstování lesů I.*: Ekologické základy pěstování lesů. 2. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, s.r.o., 319 s. ISBN 978-80- 87154-99-1.
- PROCHÁZKA, J., LEVÝ, P. a KOHOUT, J. (2013): *Vnášení jedle bělokoré a buku lesního do jehličnatého lesa v rámci jeho přestavby na LÚ Klokočná*. Pěstování lesů ve střední Evropě. Praha: ČZU Praha. 320 s. ISSN 978-80-213-2381-0.
- PROGRAM 2020 (2017). Lesy České republiky, s. p.: LS Tábor [online]. 2017 [cit. 2017-04-09]. Dostupné z: <https://ls197.lesycr.cz/zajimavosti-a-akce-lesni-spravy/program-2020/>.
- PRŮŠA, E. (2001): *Pěstování lesů na typologických základech*. Vyd. 1. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 593 s. ISBN 80-863-8610-4.
- PŘÍRODNÍ PARK POLÁNKA (2011): *Mapa* [cit. 2017-04-09]. Dostupné z: http://www.taborcz.eu/assets/Image.ashx?id_org=16470&id_obrazky=3976.
- REMEŠ, J. (2006): *Transformation of even-aged spruce stands at the School Forest Enterprise Kostelec nad Černými lesy*: Structure and final cutting of mature stand. Journal of forest science, 52: 158-171 s.
- REMEŠ, J., KOZEL, J. a PODRÁZSKÝ, V. (2007): *Přestavba lesa na lesnickém úseku Klokočná*. In: Management of forests in changing environmental conditions (Obhospodarovanie lesa v meniacich sa podmienkach prostredia). Zborník pôvodných vedeckých prác 1779-0. Zvolen. 276-282 s. ISBN 978-80-228.
- REMEŠ, J., KUŠTA, T. a ZEHNÁLEK, P. (2008): *Struktura a vývoj dlouhodobě cloněných nárostů v systému přírodě blízkého hospodaření v lesích*. Zprávy lesnického výzkumu. Svazek 53, special, 8.
- REMEŠ, J. a FULÍN, M. (2013): *Srovnání stavu humusových forem ve clonném a násečném postavení*. Pěstování lesů ve střední Evropě. Praha: ČZU Praha. 320 s. ISSN 978-80-213-2381-0.
- SCHÜTZ, J. P. (1989): *Der Plenterbetrieb*. ETH Zürich, 54 s.
- SCHÜTZ, J. P. (2001): *Opportunities and strategies of transforming regular forests to irregular forests*. For. Ecol. Manage, 151, 87–94 s.
- SIMON, J. a VACEK, S. (2008): *Výkladový slovník hospodářské úpravy lesů*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 126 s. ISBN 978-80-7375-131-9.
- SOLIZ-GAMBOA, C. C., SANDBRIK, A. a ZUIDEMA, P. A. (2012): *Diameter growth of juvenile trees after gap formation in a Bolivian rain forest: responses are strongly species-specific and size-dependent*. Biotropica, 44 (3): 312–320.
- SOUČEK, J. a TESAŘ, V. (2008): *Metodika přestavby smrkových monokultur na stanovištích přirozených smíšených porostů*: recenzovaná metodika. Strnady: Výzkumný

ústav lesního hospodářství a myslivosti, 37 s. Lesnický průvodce. ISBN 978-80-7417-000-3.

SVOBODA, P. (1953): *Lesní dřeviny a jejich porosty*. Část 1. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 411 s. SZN, čís. 118. 1. vyd.

ŠANTRŮČKOVÁ, H., VRBA, J. a KŘENOVA, Z. (2010): *Co vyprávějí šumavské smrčiny: průvodce lesními ekosystémy Šumavy*. 1. vyd. Vimperk: Správa Národního parku a Chráněné krajinné oblasti Šumava, 153 s. ISBN 978-808-7257-043.

ŠIMEK, J. (1993): *Přirozená obnova smrku*. 2. vyd. Tábor: Frank, 55 s. ISBN 80-708-4056-0.

TESAŘ, V., KLIMO, E., KRAUS, M. a SOUČEK, J. (2004): *Dlouhodobá přestavba jehličnatého lesa na Hetlíně – kutnohorské hospodářství*. MZLU v Brně, 60 s.

TOLASZ, R. (2007): *Climate atlas of Czechia*. 1. vyd. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 255 s. ISBN 978-80-86690-26-1.

TUREK, K., KAMLER, J. a ČERMÁK, P. (2010) : *Škody zvěří na lesních porostech Moravskoslezských Beskyd*. Acta Musei Beskidensis 2. Frýdek-Místek: Muzeum Beskyd, 211 s. ISSN 1803-960X. ISBN 978-80-86166-29-2.

ÚHÚL (2011): *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství ČR 2011*. Ministerstvo zemědělství. ISBN 978-80-7434-063-5.

ÚRADNÍČEK, L. (2009): *Dřeviny České republiky*. 2., přeprac. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 367 s. ISBN 978-808-7154-625.

VACEK, S. a PODRÁZSKÝ, V. (2006): *Lesy a ekosystémy nad horní hranicí lesa v národních parcích Krkonoš*. Praha, 112 s., ISSN ISBN 80-86386-86-4.

VACEK, S. a PODRÁZSKÝ, V. (2006): *Přírodě blízké lesní hospodářství v podmínkách střední Evropy*. ČZU Praha, Lesnická práce, 70 s.

VACEK, S., SIMON, J. a REMEŠ, J. (2007): *Obhospodařování bohatě strukturovaných a přírodě blízkých lesů*. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 447 s. ISBN 978-80-86386-99-7.

VENCURIK, J. et al. (2016): *Štruktúra porastov, svetelná mikroklima a distribúcia jedincov dolnej vrstvy vo výběrkových lesoch v dvoch lokalitách Slovenska*. Zprávy lesnického výzkumu. Technická univerzita ve Zvolene, SK, Svazek 61 (3), 8 s.

VYHLÁŠKA MINISTERSTVA ZEMĚDĚLSTVÍ č. 84/1996 Sb. (1996): o lesním hospodářském plánování. Sbírnka zákonů.

VYHLÁŠKA MINISTERSTVA ZEMĚDĚLSTVÍ č. 101/1996 Sb., kterou se stanoví podrobnosti o opatřeních k ochraně lesa a vzor služebního odznaku a vzor průkazu lesní stráže. Sbírnka zákonů. Ročník 2016.

WinSCANOPY 2012: for canopy analysis. Regent instruments Canada Inc. [online]. [cit. 2017-04-09]. Dostupné z: <http://www.regentinstruments.com/>.

ZÁKON České národní rady: o ochraně přírody a krajiny (1992), 28/1992 Sbírky zákonů na straně 666, 1992, 114/1992 Sb. Dostupné také z: http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/58170589E7DC0591C125654B004E91C1/%24file/Z%20114_1992.pdf.

ZÁKON č. 289/1995 Sb. (1995): Zákon o lesích a o změně některých zákonů (lesní zákon). Sbírka zákonů: Parlament ČR.

9 Příloha

Příloha 1: Situační náčrt zkoumaných ploch

